



SCIENTIA  
instituto



**ESTUDOS EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS NO BRASIL:  
PRODUÇÕES MULTIDISCIPLINARES  
NO SÉCULO XXI**

*Organizador - Daniel L. S. Braga*

**DOI: 10.55232/1087003**

**ISBN: 978-65-85047-26-5**

**Estudos em Ciências Agrárias no Brasil: Produções Multidisciplinares no  
Século XXI**

Estudos em Ciências Agrárias no Brasil: Produções  
Multidisciplinares no Século XXI [livro  
eletrônico]

Organizador Daniel L. S. Braga.

-- Florianópolis, SC : Instituto Scientia, 2023.

PDF

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN 978-65-85047-05-0

DOI 10.55232/1083003

1. Artigos - Coletâneas 2. Ciências agrárias  
3. Inovações 4. Multidisciplinaridade I. Braga,  
Daniel L. S.

22-126115

CDD-630

# ***Estudos em Ciências Agrárias no Brasil: Produções Multidisciplinares no Século XXI***

Copyright 2023 © Instituto Scientia

(CNPJ 43957433000142)

Todo conteúdo exposto nos capítulos é de responsabilidade dos próprios autores.

## **Organizador**

Daniel L. S. Braga

## **Corpo Editorial**

Luciano Batista da Silva  
Dinilson Ribeiro de Araujo  
Francisco Barreto  
Alberto Augusto Dos Santos  
Gilberto Batista Almeida  
Rogério Souza Ferreira  
Antônio Silva Amaral  
Pedro Macedo de Souza  
Gustavo Rodrigues Ferreira  
Eduarda Soares Macedo  
Ana Carolinna Ribeiro  
Henrique Moura dos Santos

[www.institutoscientia.com](http://www.institutoscientia.com)  
[contato@institutoscientia.com](mailto:contato@institutoscientia.com)

## **APRESENTAÇÃO**

O presente livro trata-se de uma coletânea dos artigos científicos acadêmicos multidisciplinares das áreas das Ciências Agrárias, com capítulos compostos por diversos autores de todo o Brasil, organizado e publicado pelo Instituto Scientia no ano de 2023 e disponibilizado na internet de forma gratuita, em prol da democratização da ciência.

**DOI: 10.55232/1087003**

**ISBN: 978-65-85047-26-5**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial do Instituto Scientia. É permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega por membros do Corpo Editorial deste instituto, tendo sido aprovados para a publicação.



# SUMÁRIO

Capítulo 1 - AGROECOLOGIA E AGRICULTURA ORGÂNICA COMO BENS COLETIVOS/ COMUNS: UMA NOVA AGENDA RURAL PAUTADA EM INDICATIVOS SOCIOAMBIENTAIS - Página 8

Capítulo 2 - ATUALIDADES SOBRE O DESAPARECIMENTO DAS ABELHAS AFRICANIZADAS APIS MELLIFERA NO BRASIL E A IMPORTÂNCIA DE SUA CONSERVAÇÃO - Página 22

Capítulo 3 - CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL SOCIOECONÔMICO E PRODUTIVO DOS AVICULTORES DO MUNICÍPIO DE PORTO GRANDE – AMAPÁ, PARA IMPLANTAÇÃO SISTEMAS NÃO CONVENCIONAIS - Página 36

Capítulo 4 - CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL NUTRACÊUTICO DE SEMENTES E CASTANHAS OLEAGINOSAS - Página 41

Capítulo 5 - COMPARAÇÃO ENTRE METODOLOGIAS PARA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE ANGELIM-FERRO EM RORAIMA - Página 51

Capítulo 6 - CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO ELETRÔNICO PARA A DETECÇÃO DE VIBRAÇÕES E IMPACTOS EM ESTEIRAS TRANSPORTADORAS EM AVIÁRIOS - Página 66

Capítulo 7 - CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE SABIÁ (MIMOSA CAESALPINIAEFOLIA BENTH) SOB CONDIÇÕES SALINAS EM CASA DE VEGETAÇÃO - Página 79

Capítulo 8 - DIFERENTES PROPORÇÕES DE VERMICULITA E ESTERCO BOVINO SOBRE A EMERGÊNCIA DE SEMENTES DE JAMBU (ACMELLA OLERACEA (L.) R. K. JANSEN). - Página 90

Capítulo 9 - ESTUDOS PARA POSICIONAMENTO ÓTIMO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS NAS LATITUDES AMAZÔNICAS - Página 98

Capítulo 10 - EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO NA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DA VOÇOROCA RIO DOS BOIS, PONTALINA-GO ENTRE OS ANOS DE 2000 E 2020 - Página 108

Capítulo 11 - EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR ENZIMAS DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE FRUTOS: UMA REVISÃO - Página 119

Capítulo 12 - EXTRAÇÃO SUSTENTÁVEL DE ÓLEOS FIXOS DE SEMENTES OLEAGINOSAS: UMA REVISÃO ATUALIZADA - Página 135

Capítulo 13 - ÍNDICES DOPPLER COMO INDICADORES DE DISFUNÇÃO TESTICULAR EM GARANHÕES - Página 157

Capítulo 14 - INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DE TEMPO E TEMPERATURA NA SECAGEM DE SOLO PARA ANÁLISE QUÍMICA - Página 179

Capítulo 15 - INFLUÊNCIA DE MOLIBDÊNIO E FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO NA TOLERÂNCIA DE PLANTAS DE FEIJÃO-CAUPI (VIGNA UNGUICULATA(L.) WALP) À OCORRÊNCIA

# ***Estudos em Ciências Agrárias no Brasil: Produções Multidisciplinares no Século XXI***

DE INSETOS-PRAGA - Página 198

Capítulo 16 - INTERVENÇÃO SOCIOAMBIENTAL ACADÊMICA DA FAMAZ: ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO EM UMA COMUNIDADE CARENTE DE BELÉM-PARÁ - Página 209

Capítulo 17 - MINHOCÁRIO: REAPROVEITAMENTO DE LIXO ORGÂNICO PARA COMPOSTAGEM - Página 219

Capítulo 18 - MODELO MATEMÁTICO DE ESTIMATIVA DE CONSUMO DE ENERGIA PELO SETOR RURAL PAULISTA - Página 227

Capítulo 19 - MONITORAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DE COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS SOBRE A INFLUÊNCIA DO AMBIENTE SOL E SOMBRA NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO - Página 237

Capítulo 20 - MUDANÇAS NA COBERTURA E USO DO SOLO AO LONGO DO EIXO DA BR-316, ENTRE BELÉM E CASTANHAL - Página 248

Capítulo 21 - OS TRIBUTOS COMO INSTRUMENTOS DE INTERVENÇÃO NA ECONOMIA AMBIENTAL - Página 264

Capítulo 22 - POTENCIAL DE MICRORGANISMOS ISOLADOS DE FRUTOS AMAZÔNICOS NA ALIMENTAÇÃO HUMANA: UMA REVISÃO - Página 275

Capítulo 23 - PRODUÇÃO DE CERA DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*APIS MELLIFERA L.*) NO QUINQUÊNIO 2015-2019 NO SEMIÁRIDO POTIGUAR - Página 296

Capítulo 24 - PRODUTIVIDADE DO MILHO PARA SILAGEM SOB DIFERENTES FORMAS DE ADUBAÇÃO - Página 304

Capítulo 25 - RESÍDUOS DE FRUTAS E VEGETAIS: UMA REVISÃO SOBRE O POTENCIAL DE EXTRAÇÃO DE PIGMENTOS E APLICAÇÃO EM PRODUTOS DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS - Página 314

Capítulo 26 - VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA CINZA PROVENIENTE DE RESIDÊNCIAS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS: UMA REVISÃO LITERÁRIA - Página 328

Capítulo 27 - INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE *EUGENIA UNIFLORA L.* - Página 338

Capítulo 28 - IMPORTÂNCIA DOS ZOOLÓGICOS NA CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES - Página 340

Capítulo 29 - REVISÃO BIBLIOMÉTRICA DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA NO MEIO INDUSTRIAL VETERINÁRIO - Página 342

Capítulo 30 - LEVANTAMENTO DE FAUNA NA MATA CILIAR DO ARROIO CASCATA - Página 344

Capítulo 31 - ALTERAÇÕES CLÍNICAS RELACIONADAS AO ESTRESSE PÓS-TRAUMÁTICO EM CADELA RESGATADA PELO CANIL/ GATIL-UFRA: RELATO DE CASO - Página 346

## ***Estudos em Ciências Agrárias no Brasil: Produções Multidisciplinares no Século XXI***

Capítulo 32 - ABORDAGEM CIRÚRGICA DA PROTRUSÃO DA GLÂNDULA LACRIMAL DA TERCEIRA PÁLPEBRA EM CÃES – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA - Página 348

Capítulo 33 - LEVANTAMENTO FLORÍSTICO DE MATA CILIAR EM ARROIO URBANO - Página 350

Capítulo 34 - ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE CULTIVAR E LEI DE PROTEÇÃO DE CULTIVARES NOS PERIÓDICOS CAPES - Página 352

Capítulo 35 - TAMANHO DA MALHA DE TELA EXCLUDORA DE RAINHA DISPONÍVEL NO MERCADO PODE NÃO SER ADEQUADO PARA AS ABELHAS AFRICANIZADAS (APIS MELLIFERA L.) DO NORDESTE BRASILEIRO - Página 354

Capítulo 36 - CONSIDERAÇÕES SOBRE O MELHORAMENTO GENÉTICO DA CANA-DE- AÇÚCAR (SACCAHUM OFFICINARUM L.): IMPLEMENTOS GERADOS PELA HIBRIDAÇÃO - Página 356

Capítulo 37 - CONSIDERAÇÕES SOBRE O HISTÓRICO DA DOMESTICAÇÃO DA CULTURA DO QUIABO (ABELMOSCHUS ESCULENTUS (L.) MOENCH.) - Página 358

Capítulo 38 - PIOMETRA: UMA DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS DO TRATO REPRODUTIVO DAS FÊMEAS CANINAS - Página 360

Capítulo 39 - SUBSTRATOS ECOLÓGICOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPINAFRE DA AMAZÔNIA (ALTERNANTHERA SESSILIS L.) - Página 363

Capítulo 40 - ANÁLISE DOS PROCESSOS DE QUALIDADE NA AGROINDÚSTRIA YOGO MILK DE CACOAL/RO - Página 365

Capítulo 41 - EFEITOS DA EXTRAÇÃO DE ANTOCIANINAS UTILIZANDO OS SOLVENTES EUTÉTICOS PROFUNDOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA - Página 367

Capítulo 42 - O MELHORAMENTO GENÉTICO UTILIZANDO FONTES DE RESISTÊNCIA COMO UMA ESTRATÉGIA CONTRA VASSOURA-DE-BRUXA (CRINIPPELLIS PERNICIOSA) INFECTANTE DO CACAUEIRO (THEOBROMA CACAO L.) - Página 377

Capítulo 43 - RESISTÊNCIA A ANTRACNOSE (COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES PENZ.) NA CULTURA DO MARACUJÁ (PASSIFLORA EDULIS SIMS F. FLAVICARPA DEGENER.): UMA IMPLEMENTAÇÃO DO MELHORAMENTO GENÉTICO - Página 379

## **AGROECOLOGIA E AGRICULTURA ORGÂNICA COMO BENS COLETIVOS/ COMUNS: UMA NOVA AGENDA RURAL PAUTADA EM INDICATIVOS SOCIOAMBIENTAIS**

**Felipe Wildi Varela, Ricardo Stanziola Vieira**

**RESUMO:** O Brasil possui uma forte tradição agrícola. O desenvolvimento agrário nacional sempre priorizou a agricultura mercantil, em larga escala, sem contudo, levar em consideração as externalidades negativas que esse sistema produtivo traz para a Sociedade, sobretudo ao meio ambiente. A partir do momento em que se passa a reconhecer e categorizar a Natureza como bem ambiental coletivo, cria-se uma nova agenda pautada em indicativos socioambientais, a exemplo da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - PNAPO. Assim, o objetivo deste artigo é analisar a PNAPO como um dos pilares de uma agenda baseada no desenvolvimento social e econômico em harmonia com o meio ambiente natural. A pesquisa é baseada em fontes bibliográficas sobre o tema desenvolvido.

**Palavras-chave:** Agroecologia – Agricultura orgânica – Políticas públicas



## **1. INTRODUÇÃO**

Desde o início do seu desenvolvimento agrário, as políticas públicas nacionais sempre priorizaram incentivar e desenvolver políticas voltadas para a agricultura mercantil, em larga escala, sem, contudo, levar em consideração as externalidades negativas que esse sistema produtivo traz para a Sociedade – desemprego, êxodo rural, desmatamento, esgotamento do solo, entre outros efeitos nocivos ao meio ambiente.

Sem descuidar da necessidade de manutenção do setor produtivo nacional, eis que fortemente baseado no setor agrícola vigente, deve-se buscar a conciliação entre os princípios dos sistemas agroecológico e da produção orgânica como fonte de transição para uma nova agenda pautada em indicativos socioambientais.

A pesquisa é baseada em fontes bibliográficas e está dividida em quatro partes. A primeira parte busca individualizar e categorizar a Natureza como bem coletivo tutelado pelo Direito.

Na segunda parte, faz-se a análise dos reflexos do modelo capitalista na produção agrícola. Posteriormente, a pesquisa aborda o programa de fortalecimento do papel dos agricultores previsto na Declaração Rio-92.

E, por fim, a quarta e última parte, aborda a agenda rural nacional prevista na Política Nacional de Agroecologia e Agricultura Orgânica.

## **2. A NATUREZA COMO BEM AMBIENTAL COLETIVO**

Desde o início da vida na Terra observa-se a constante mutação dos sistemas. E, com a espécie humana não é diferente. A humanidade está em constante transformação. As tensões e os problemas a serem enfrentados e superados são constantes e, a cada novo século, novos desafios vão surgindo, a exemplo do ocorre agora com o debate que envolve a harmonia entre o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

Maria Cláudia da Silva Antunes de Souza (2012, p. 239-252) aponta que “o avanço rumo a uma sociedade sustentável é permeado de obstáculos, na medida em que existe uma restrita consciência na sociedade a respeito das implicações do modelo de desenvolvimento em curso”.

Na esfera individual, cresce a conscientização do dever ético e moral de cada ser humano ser responsável por preservar as fontes e os recursos naturais, cuja essencialidade é

fundamental para a própria sobrevivência da espécie humana. Já na esfera coletiva, em âmbito global, o agir ambiental é de reflexos difusos e de alcance suprafronteiras, uma vez que o meio natural é um bem indivisível que conecta diversos sistemas culturais, raciais, sociais, ambientais, que devem ser assegurados a fim de preservá-lo no presente pensando nos reflexos para o futuro.

A centralidade de um meio ambiente, ecologicamente equilibrado, como elemento essencial para o desenvolvimento da vida como um todo, e não apenas para o ser humano, avulta a sua condição de um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo.

O conjunto de bens que integram o meio ambiente planetário deve atender e satisfazer as necessidades comuns de todos os habitantes do planeta Terra. A água, o solo e o ar são de usufruto dos seres, humanos e não humanos. “O meio ambiente é, assim, a interação do conjunto de elementos naturais, artificiais e culturais que propiciem o desenvolvimento equilibrado da vida em todas as suas formas” (SILVA, 1994, 1).

Em movimento contrário a preocupação com a proteção do meio ambiente, com a sua preservação no presente e para o futuro, no exercício harmônico entre a o desenvolvimento econômico e social e os bens naturais, “os humanos estão desestabilizando a biosfera em múltiplas frentes” (HARARI, 2018, p. 151).

A expansão do capitalismo, sobretudo após a Segunda Guerra Mundial, trouxe consigo diversas consequências para a Sociedade. Efeitos esses, que puderam ser observados e sentidos nos mais variados seguimentos – social, econômico e ambiental.

No campo social, o distanciamento entre as classes sociais provocou a marginalização de grande parte da Sociedade, que passa a construir e a viver em guetos, favelas e aglomerados urbanos, quase sempre, despidos das condições mínimas de infraestrutura.

Na esfera econômica, com a expansão capitalista, o mercado passou a ser regulado pelas grandes corporações internacionais, tendo o Estado perdido parte de sua soberania e poder central de regulação. Criou-se, ainda, um campo comercial paralelo, em que as relações comerciais passaram a ser pautada única e exclusivamente na obtenção de lucro, aumento da demanda e produção.

Os métodos industriais e de expansão de produtividade derivados da revolução verde, que de fato, “resolveram de maneira tão espetacular alguns dos problemas relacionados com a produção de alimentos vieram acompanhados de “efeitos colaterais” tão nocivos que chegaram a ameaçar a sobrevivência da agricultura” (CAPRA, 2006, p. 60).

Ocorre, contudo, que as práticas agrícolas modernas têm se distanciado da lógica dos sistemas vivos. A obtenção de sucesso, com o registro de colheitas recordes, ocorre com a exaustão do solo, que será, posteriormente, quimicamente fertilizado. Os bens naturais que fazem parte desses ecossistemas – ar, solo e água -, possivelmente, em breve, estarão esgotados caso não haja uma alteração dos métodos produtivos. Com poucas exceções é possível se observar métodos sustentáveis e políticas públicas voltadas para a produção de alimentos orgânicos, policulturas e o fortalecimento de métodos produtivos tradicionais, tecnológicos e interdisciplinares.

### **3. AS FACES DO CAPITALISMO AGRÍCOLA**

No jogo de tensões, o Estado intervém no domínio econômico sobre três formas conforme sustenta Eros Grau (2081, p. 65). Por absorção ou participação, quando ocorre, direta ou indiretamente, a execução de uma atividade econômica. Por direção, quando o Estado, por meio de políticas públicas, impõe normas cogentes para os atores da atividade econômica. E, por indução, ao estabelecer incentivos ou benefícios para o desenvolvimento de determinado seguimento ou atividade produtiva.

Na atividade agrícola, em razão da pressão externa (viés capitalista), o Estado tem sucumbido a práticas de exploração dos recursos ambientais em favor da obtenção de indicadores econômicos positivos. A política agrícola baseada em monoculturas - geração de *commodities* agropecuárias - promove a expansão comercial, consolidada países como potências agrícolas, eleva o produto interno bruto e deixa a balança comercial superavitária. Contudo, de outra banda, acaba por internalizar diversas externalidades negativas dessa sistemática – degradação do meio ambiente, redução da complexidade de ecossistemas, baixa geração de empregos, conflitos sociais e alteração de práticas tradicionais.

Deve-se buscar, como forma alternativa, a utilização de técnicas que incentivem o controle biológico associado ao uso de princípios ativos oriundos da própria biodiversidade dos ecossistemas. A adoção dessas novas práticas, além de representar uma nova oportunidade comercial para as economias locais e regionais, concilia a sustentabilidade ambiental com o desenvolvimento sustentável da produção agrícola.

Outro impacto negativo da mercantilização agrícola está em determinadas políticas de incentivos, denominadas subsídios. A prática de subsídios vem desde a antiguidade, mas ganhou força no começo do século após as grandes guerras mundiais e grande depressão. Serviu

de um importante instrumento socioeconômico para o restabelecimento dos restabelecer o fornecimento de serviços e produtos básicos, especialmente a produção alimentar. Ocorre que, a política de subvenção passa a ser nociva ao interesse público quando ela excede os motivos de sua gênese. Ou seja, quando ele permanece ativa por mais tempo que o necessário.

O subsídio é um fenômeno presente na economia moderna. Pode adotar diversos formatos e condições. Ter origem no setor público ou privado, não obstante a sua grande maioria, venha sendo utilizado como instrumento de política pública. Geralmente são criados para incentivar o desenvolvimento de um setor, cuja importância é considerada estratégica. A quantidade de benefícios a serem concedidos é diretamente proporcional ao desconto no preço que se pretende ofertar ao consumidor final. A despesa gasta com o subsídio mascara o real custo de produção.

Ao tempo que se concede um subsídio a determinado seguimento produtivo, outro terá que suportar os efeitos das despesas causadas. Seja por meio da queda da arrecadação, seja por meio do excesso de despesa com aquele seguimento subsidiado. Alguém arcará com o seu custo. Assim como, do outro lado, fora da cadeia produtiva, haverá que se beneficiará com o subsídio, consumidores próprios do seguimento beneficiado e haverá uma parcela da população a margem desses benefícios.

A utilização indevida de subsídios passa a maquiar os reais custos de sua produção. O Estado regulador perde o poder de fiscalizar a atividade e os produtos subsidiados. Exemplo claro dessa prática nocivas ao interesse público é o desconhecimento dos custos ambientais que não estão sendo contabilizados pelo governo.

Os subsídios podem vir a trazer consequências negativas tanto para a economia quanto para o meio ambiente. Os maiores subsídios encontram-se nos campos da agricultura, combustíveis fósseis, energia nuclear água, pesca e na silvicultura. Estima-se que o total de subsídios mundial nesses setores chegam as cifras de 1 trilhão, algo em torno de 3,8% da economia global. (MYERS, 2001, p. 266)

Os subsídios são prejudiciais ao meio ambiente. No campo da agricultura, tendem a sobrecarregar a lavoura vindo a provocar efeitos negativos como erosão, compactação do solo, poluição pela utilização excessiva e desregulada de defensivos agrícolas, desnitrificação da terra, liberação de carbono, entre outros efeitos nocivos. Em relação aos combustíveis fósseis agravam a poluição atmosférica podendo contribuir para a ocorrência de chuva ácida, nevoeiros e na elevação da temperatura. Ao passo que, as consequências são diversas e variadas por atingirem profundamente os ecossistemas envolvidos. (MYERS, 2001, p. 269)



Há que se destacar também, que a capitalização da agricultura acabou por refletir diretamente nos hábitos alimentares da população. A difusão de um padrão estandardizado de consumo alimentar, sustentado pelos conglomerados internacionais do sistema alimentar, difundiu a propagação de novas mercadorias com alto valor agregado. Cada vez mais, grandes parcelas dos produtos de origem agrícola passam por procedimentos de beneficiamento industrial antes de serem comercializadas, em clara oposição as identidades históricas baseadas nos saberes e fazeres locais.

Multiplicam-se os alimentos manufaturados que chegam à mesa dos consumidores, são produtos semiprontos, congelados, desidratados, enlatados, embutidos, derivados de leite, de soja, óleos vegetais de girassol, *light*, *diet*, desnatados, entre uma gama enorme de outros tipos de artigos semifabricados, com grande impacto na saúde humana, assim como, com reflexos socioeconômicos na Sociedade. (ELIAS, 2013)

Nesse sentido, alerta Ricardo Abramovay (2012, p. 39-40) que “o otimismo tecnológico dos que acreditam que o aumento dos rendimentos da terra e da produtividade do trabalho na agricultura é suficiente para garantir a abundância alimentar”, não deram conta que, hoje, “a quantidade de pessoas com sobrepeso e obesidade já é superior ao número de famintos, o que é um dos mais claros sinais de que o funcionamento do sistema agroalimentar mundial necessita de transformações profundas e urgentes”.

Amitai Etzioni (2001) aponta o conhecimento como fator importante para reduzir a escassez econômica e a injustiça socioambiental provocadas pelo modelo capitalista. O conhecimento humano esteve fundado sobre bases cartesianas desde o final da revolução industrial e início da modernidade. A racionalidade sedimentou o pensamento de forma analítica. O objeto, para ser conhecido, deveria ser reduzido a menor parte possível, sendo pois, a análise desta parte, o bastante para a compreensão do seu comportamento.

A percepção do todo perpassava, então, pela sucessiva observação de partes individuais. Assim, o raciocínio pensamento analítico cartesiano, que por anos fundou as bases da ideologia científica moderna consistiu nas técnicas de isolar alguma coisa para, empós, poder entendê-la. Assimilado fragmento, o todo poderá ser também entendido. (CAPRA, 2007, p. 41)

Boaventura de Sousa Santos (2010, p. 44), o desaparecimento do saber local por meio de sua interação com o saber ocidental dominante acontece em muitos planos, por meio de muitos processos, sendo que, “Aprender ciertas formas de conocimiento puede suponer olvidar otras y, en última instancia, volverse ignorante de ellas”.

Os saberes locais, quase que, em sua totalidade, muito mais harmônicos e conectados com o meio ambiente natural do que os métodos produtivos modernos, pautados em lógicas

reducionistas e fragmentados, devem ser preservados. Os conhecimentos produzidos ao longo de anos por diversas comunidades tradicionais podem contribuir para a manutenção e melhoria da qualidade de vida dos seres vivos – humanos e não humanos.

Nesse aspecto de proteção, o Estado e a comunidade jurídica internacional devem propor e promover para que a sapiência tradicional não se dissipe. E, as convenções promovidas pela Organização das Nações Unidas, com especial destaque a Rio+20, que ressaltou a importância da agricultura para a promoção do desenvolvimento rural e agrícola sustentável e, ainda, propôs o fortalecimento do papel dos agricultores

#### **4. A DECLARAÇÃO DO RIO SOBRE O MEIO AMBIENTE DE 1992 – AGENDA 21 E A ATIVIDADE RURAL**

A Declaração do Rio sobre o Meio Ambiente de 1992 das Nações Unidas, denominada de Agenda 21 Global, é considerado como um dos mais importantes instrumentos de planejamento de um novo modelo de desenvolvimento para o século XXI, por meio da construção de uma Sociedade sustentável. Ao adotar uma abordagem que busca integrar questões relativas ao meio ambiente e desenvolvimento, tem por objetivo “satisfazer às necessidades básicas, elevar o nível da vida de todos, obter ecossistemas melhor protegidos e gerenciados e construir um futuro mais próspero e seguro” (BRASIL, 1992).

A Agenda 21 trouxe à tona um dos grandes desafios a serem superados para o êxito no combate à pobreza, à fome, às doenças, ao analfabetismo e à deterioração contínua dos ecossistemas, qual seja, a dificuldade no financiamento dos custos das ações, objetivos, atividades e meios de implantação estabelecidos na declaração. Entretanto, o cumprimento das metas depende da ação de diversos atores, em diferentes situações, capacidades e prioridades, ao longo de diversos países e regiões.

Não obstante o documento ter sido firmado, em consenso, por 179 países, o êxito do compromisso político é de responsabilidade compartilhada, sobretudo, pela ausência de força cogente para a sua implementação e execução. Além da cooperação internacional, são necessários esforços dos governos nacionais e locais.

O Capítulo 14 da Agenda 21, cujo tema é a promoção do desenvolvimento rural e agrícola sustentável, aponta-se como grande desafio no século XXI, atender a necessidade do aumento da produção de alimentos frente ao crescimento populacional e, ao mesmo tempo, evitar a exaustão, ainda maior, dos ecossistemas envolvidos nas atividades de cultivo.

A Agenda 21 descreve ainda, que o desenvolvimento rural e agrícola sustentáveis devem ter como principais instrumento “a reforma da política agrícola, a reforma agrária, a participação, a diversificação dos rendimentos, a conservação da terra e um melhor manejo dos insumos” (BRASIL, 1992).

O Capítulo 32 da Agenda 21, por sua vez, tem como área do programa o fortalecimento do papel dos agricultores.

O agricultor, sobretudo de pequena escala baseado na subsistência ou no trabalho familiar, é chave fundamental para alcançar a sustentabilidade tanto nos países desenvolvidos como nos em desenvolvimento. Isso porque, por vezes há “um acesso limitado aos recursos, à tecnologia e meios alternativos de produção e subsistência. Em consequência, exploram em excesso os recursos naturais, inclusive as terras marginais”. (BRASIL, 1992).

Outro ponto que a Agenda 21 destaca, é o efeito inclusivo que da agricultura. “Os agricultores, em particular do sexo feminino, defrontam-se com um alto grau de incerteza econômica, jurídica e institucional quando investem em suas terras e em outros recursos” (BRASIL, 1992). Assim, ao se implementar políticas públicas e programas de fortalecimento das atividades agrícolas, por meio de incentivos e educação ambiental, o agricultor passa a ser capacitado para gerir os recursos naturais de forma eficiente e sustentável. A preservação dos ecossistemas é fator decisivo para a subsistência das famílias rurais e suas comunidades.

## **5 - O CONTEXTO AGRÍCOLA BRASILEIRO**

No contexto histórico da produção agrícola nacional, o Brasil sempre priorizou incentivar e desenvolver políticas voltadas para a agricultura mercantil, em larga escala, sem contudo, levar em consideração as externalidades negativas que esse sistema produtivo traz para a Sociedade – desemprego, êxodo rural, desmatamento, esgotamento do solo, entre outros efeitos nocivos ao meio ambiente.

Entretanto, desde o início do seu desenvolvimento agrário, concentrou-se esforços no cultivo de culturas específicas - cana de açúcar, café, e, hoje, a soja.

De acordo com Cirlene Luiza Zimmerman (2009, p. 90), o cenário e os investimentos maciços em plantações de monocultura podem até garantir, por certo tempo, o crescimento econômico de um país. Todavia, essa prática agrícola não gera desenvolvimento. É dependente da volatilidade do mercado e, pode, inclusive, fomentar ou aumentar quadros de instabilidades

gerando a exclusão social, o desemprego e a miséria. Sem contar, é claro, com os malefícios provocados aos ecossistemas envolvidos.

Dessa forma, um novo padrão de produção, orientado pela sustentabilidade ambiental e pelo desenvolvimento sustentável, passa a reger as políticas públicas de modo a buscar adequação a essa nova realidade, por meio da agroecologia, da agricultura orgânica e, no Brasil, por meio da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica.

## **5.1 A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica**

Os primeiros estudos baseados em agroecologia remontam ao início do século passado. No entanto, foi a partir da década 1980 que a sua base conceitual e metodológica passou a ser mais difundida. Trata-se, assim, de uma ciência que estuda o funcionamento de agrossistemas e suas interações, tendo como premissa fundamental, o princípio da conservação, da ampliação da biodiversidade dos sistemas agrícolas, como forma de autorregulação, e da sustentabilidade.

Os sistemas agroecológicos buscam aprimorar técnicas que propiciem a menor dependência possível de insumos externos e a conservação dos bens naturais que integram um determinado ecossistema. Busca-se maximizar os potenciais energéticos e nutritivos, como forma de minimizar os processos corretivos artificiais.

Os conhecimentos tradicionais desprezados pela agricultura moderna são resgatados e impulsionados pelos sistemas agroecológicos, sem que isso, todavia, represente a adoção de técnicas arcaicas de cultivo. Isso porque, procura-se “utilizar o que há de mais avançado em termos de ciência e tecnologia para criar agroecossistemas sustentáveis e de alta produtividade, que apresentem características mais semelhantes quanto seja possível às dos ecossistemas naturais” (ASSIS; ROMEIRO, 2002, p. 72).

As ações agroecológicas são concebidas por meio de sistemas produtivos heterogêneos, multifacetados e interdisciplinares, que pressupõem a manutenção de policultivos. “Com a diversificação, estes sistemas tomam-se mais estáveis por aumentarem a capacidade de absorver as perturbações inerentes ao processo produtivo da agricultura (sobretudo as flutuações mercadológicas e climáticas)” (ASSIS; ROMEIRO, 2002, p. 67-70). Tem-se, assim, um método que aumenta a capacidade de auto-reprodução e de auto-regeneração dos bens naturais, especialmente o solo.

A agricultura orgânica, por sua vez, é definida como sendo

um sistema de gerenciamento total da produção agrícola com vistas a promover a saúde do meio ambiente preservando a biodiversidade, os ciclos e as atividades



biológicas do solo, enfatizando o uso de práticas de manejo em oposição ao uso de elementos estranhos ao meio rural. (FIORILLO, 2006, p. 494)

A agricultura orgânica é uma das técnicas praticadas na produção rural agrícola. E, dependendo do processo aplicado “apresenta alguns vieses expressos em diferentes formas de encaminhamento tecnológico e de inserção no mercado, onde em função de como esta ocorre, os limites teóricos da agroecologia são respeitados em maior ou menor grau” (ASSIS; ROMEIRO, 2002, p. 74).

Nesse contexto, observa-se que a agroecologia e agricultura orgânica não são sinônimos. O primeiro, a agroecologia, propõe a ruptura com o paradigma da mecanização e manipulação química, que vê o meio ambiente como um instrumento meio de exploração econômica. Busca harmonizar o desenvolvimento rural com a agricultura sustentável. Ao passo que, a agricultura orgânica é o “conjunto de procedimentos que envolvam a planta, o solo e as condições climáticas, produzindo um alimento sadio e com suas características e sabor originais” (ASSIS; ROMEIRO, 2002, p. 74).

No Brasil, o marco legal da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica é a Lei n. 10.831, de 23 de dezembro de 2003. A agricultura orgânica como é popularmente conhecida, consiste no sistema que adota técnicas específicas comprometidas na sanidade e organicidade na produção de alimentos vivos. O sistema orgânico de produção também abrange as práticas denominadas ecológica, biodinâmica, natural, regenerativa, biológica, agroecológicas e permacultura (BRASIL, 2003).

A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica tem como um dos seus objetivos, promover ações indutoras para a transição agroecológica, que consiste no “[...] processo gradual de mudança de práticas e de manejo de agroecossistemas, tradicionais ou convencionais, por meio da transformação das bases produtivas e sociais do uso da terra e dos recursos naturais” (BRASIL, 2003).

A previsão expressa de uma transição agroecológica é de grande importância para recuperação de áreas degradadas pelo uso indevido do solo, principalmente pela prática de monoculturas. A sustentabilidade das ações contempladas na transição proposta, ao utilizar sementes naturais, livres de modificação genética, do uso de fertilizantes solúveis e de pesticidas químicos, reverencia a prática de uma agricultura ecologicamente equilibrada.

A agroecologia e a agricultura orgânica também atuam no campo social. Contribui para a equidade de gênero, para inserção do adolescente no mercado de trabalho e, ainda, reposiciona os agricultores familiares, os povos e as comunidades tradicionais na cadeia de produção agrícola.

A geração de novas oportunidades sustentáveis com atenção aos vetores do desenvolvimento sustentável e em respeito ao meio ambiente é de fundamental importância para se construir o caminho para uma sociedade mais justa social e ambientalmente.

As questões acima reportadas, apesar de tratadas de forma concisa, dão conta dos grandes desafios que a agricultura nacional passa a enfrentar. Tem-se buscado a consolidação de novos sistemas produtivos sustentáveis.

O processo de mudança deve contar com o comprometimento e ações de múltiplos seguimentos sociais. Governos, setores empresariais, organizações não-governamentais, indivíduos e a Sociedade em geral devem contribuir para o fortalecimento de práticas sustentáveis e alteração nos fluxos de consumo.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O ser humano é uma espécie amplamente dependente do meio ambiente, seja de forma físicas, biológicas e, ainda, econômica. Entretanto, há de se ter em mente, que é possível promover o desenvolvimento social e econômico em harmonia com o meio ambiente.

A exploração excessiva e o manejo inadequado do solo podem(rão) ser fatores negativos na produção e na valoração de recursos renováveis. A crescente demanda pelo aumento na produção agrícola não pode servir de justificativa para a falta de cuidado adequado com os recursos naturais que dão sustentação à agricultura e com a utilização sustentável dos sistemas de produção agrícola.

Não se desconhece que “A biodiversidade necessita ser protegida para garantir os direitos das futuras gerações”, conforme aponta Ingo Sachs (2009, p. 67). “Todavia, isso não quer dizer que a proteção deva se concretizar exclusivamente em santuários invioláveis, mesmo sabendo-se que há necessidade de uma de áreas protegidas como parte imanente da gestão territorial.”.

É nesse sentido que o movimento agroecológico e da agricultura orgânica despontam como um dos pilares de atuação e de fortalecimento da agenda política baseada no desenvolvimento social e econômico em harmonia com o meio ambiente natural.

Não obstante, o fortalecimento das redes agroecológica ao longo dos estados e municípios brasileiros, sobretudo a partir da conscientização da Sociedade acerca da importância da preservação ambiental, do desenvolvimento sustentável, da inclusão social, da segurança alimentar e do consumo de alimentos saudáveis, ainda há um longo caminho a ser

percorrido. Esses modelos apresentados, são apenas dois exemplos de políticas públicas que podem e devem ser fortalecidas.

## **7. REFERÊNCIA DAS FONTES CITADAS**

ABRAMOVAY, Ricardo. **Muito além da economia verde**. São Paulo: Editora ABRIL, 2012.

ASSIS, Renato Linhares de; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. In: **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 6, p. 67-70, jul./dez. 2002. Editora UFPRP.

BRASIL. **Decreto n. 7.794, de 20 de agosto de 2012**, que institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – PNAPO. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7794.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7794.htm)>. Acesso em 30 set. 2019.

BRASIL. **Lei n. 6.938, de 31 de agosto 1981**, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm)>. Acesso em 30 set. 2019.

BRASIL. **Lei n. 10.831, de 23 de dezembro de 2003**, que dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outros providências. Disponível em <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/2003/L10.831.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.831.htm)>. Acesso em 26 set. 2019.

CAPRA, Fritjof. **Alfabetização Ecológica**: a educação das crianças para um mundo sustentável. São Paulo: Cultrix. 2006.

CAPRA, Fritjof. **O ponto de Mutação**: a ciência e a sociedade e a cultura emergente. São Paulo: Editora Cultrix, 2007.

ELIAS, Denise. Globalização, agricultura e urbanização no Brasil. **ACTA Geográfica**. V. 13, n. 32, 2013. Disponível em < <https://revista.ufrr.br/actageo/article/view/1937/1225>>. Acesso em 29 set. 2019.

ETZIONI, Amitai. **La tercera vía: hacia una buena sociedad**. Madrid: Trotta S.A., 2001.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro**. São Paulo: Saraiva, 2006.

GRAU, Eros. **Elementos de direito econômico**. São Paulo: Editora RT, 1981.

HARARI, Yuval Noah. **21 lições para o século 21**. 1 ed. 3 reimpressão Tradução de Paulo Geiger. São Paulo: Companhia das Letras, 2018.

IPEA. **A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil : uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável / organizadores: Regina Helena Rosa Sambuichi ... [et al.]**. – Brasília : Ipea, 2017. Disponível em < [http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=30805&Itemid=424](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=30805&Itemid=424)>. Acesso em 20 set. 2019.

MYERS, Norman. **Perverse Subsidies**. p. 266. Disponível em <<https://www.cbd.int/financial/fiscalenviron/g-subsidyperverse-iucn.pdf>>. Acesso 22 set. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Global da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992**. Disponível em <<https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>>. Acesso 26 set. 2019.

SACHS, Ingo. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Organização Paula Yone Stroh. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Refundación del Estado en América Latina: perspectivas desde una epistemología del Sur**. Lima: IIDS, 2010.



SILVA, José Afonso da. **Direito ambiental constitucional**. São Paulo: Malheiros, 1994.

SOUZA, Maria Cláudia da Silva Antunes de. 20 ANOS DE SUSTENTABILIDADE: REFLEXÕES SOBRE AVANÇOS E DESAFIOS. **Revista da Unifebe** (Online) 2012; 11 (dez).

YERS, Norman. **Perverse Subsidies**. p.269. Disponível em <<https://www.cbd.int/financial/fiscalenviron/g-subsidyperverse-iucn.pdf>>. Acesso 22 set. 2019.

ZIMMERMANN, Cirlene Luiza. Monocultura e transgenia: impactos ambientais e insegurança alimentar. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, ž v.6 ž n.12 ž p.79-100 Julho-Dezembro de 2009.

## **ATUALIDADES SOBRE O DESAPARECIMENTO DAS ABELHAS AFRICANIZADAS APIS MELLIFERA NO BRASIL E A IMPORTÂNCIA DE SUA CONSERVAÇÃO**

**Lucas da Silva Morais, Edgar Rodrigues de Araujo Neto, Leandro Alves da Silva, Nailton Oliveira de Sousa Chagas, Andreia Maria da Silva, Hérica Girlane Tertulino Domingos, Tuanny Daniele de Araújo Gomes, Katia Peres Gramacho, Débora Andréa Evangelista Façanha**

**RESUMO:** A saúde das abelhas é crucial para o planeta e para o equilíbrio dos ecossistemas, já que, na busca do pólen, esses insetos polinizam plantações de frutas, legumes e grãos, responsáveis pela alta produção da agricultura no planeta. No Brasil essa atividade é destacada as abelhas africanizadas *Apis mellifera*, as quais tem hábitos generalistas e caracterizam-se devido a sua alta prolificidade. Nas últimas décadas, o declínio dos polinizadores, principalmente das abelhas estão preocupando os pesquisadores, ameaçando a agricultura no planeta. Esse declínio populacional está recebendo o nome de “colony collapse disorder” CCD. Ainda não foi descoberto o principal motivo do CCD. Pesquisadores afirmam que esses motivos estão inteiramente ligados a saúde das abelhas, ocasionados pela associação de diversos fatores que afetam seu sistema imunológico e conseqüentemente a saúde da colônia. Diante disto, esta revisão enfatiza atualidades sobre o conceito do CCD, as possíveis causas associadas ao desaparecimento das abelhas, tais como o manejo inadequado e déficit nutricional, os patógenos e pragas, o uso indiscriminado de agrotóxico, as alterações climáticas e outros fatores, bem como mecanismos e estratégias para a conservação das abelhas africanizadas *Apis mellifera* no Brasil. Também fornecemos caminhos para pesquisas futuras que beneficiariam a saúde e a sobrevivência das abelhas.

**Palavras-chave:** CCD, Preservação, Manejo

## **INTRODUÇÃO**

As abelhas fazem parte dos animais associados à visitação de flores, as quais se destacam por ser um dos principais insetos polinizadores. Elas são responsáveis pela polinização de cerca de 70% das plantas cultivadas para consumo humano (Klein *et al.*, 2007). Segundo GIANNINI *et al.* (2015), em 141 espécies de plantas cultivadas no Brasil, as quais usadas na alimentação, produção animal, combustíveis e outros insumos, estima-se que cerca de 60% destas dependem da polinização animal. Essa relação entre planta e abelha é de suma importância, pois sendo elas as maiores representantes dos polinizadores, servem como biodindicadoras da saúde dos ecossistemas (COUVILLON;RATNIEKS, 2015; ROLLIN *et al.*, 2016).

As abelhas *Apis mellifera*, devido ao seu comportamento forrageiro generalista, têm sido utilizadas em todo o mundo como agente principal de plantas cultivadas, em decorrência do seu manejo facilitado, tamanho populacional de suas colônias, e sua facilidade de adaptação em diferentes ecossistemas. No entanto, os serviços de polinização nas áreas agrícolas, não dependem exclusivamente das abelhas domésticas, mas da associação com as abelhas silvestres dos devidos ecossistemas (GARIBALDI *et al.*, 2013; ROSA *et al.*, 2019).

No Brasil, as abelhas africanizadas *Apis mellifera*, se caracteriza como um polí-híbrido que resultou do cruzamento da abelha africana (*Apis mellifera scutellata*) com subespécies europeias *Apis mellifera ligustica*, *Apis mellifera mellifera*, *Apis mellifera carnica* e *Apis mellifera mellifera* anteriormente introduzidas no Brasil (GONÇALVES;GRAMACHO, 1999). A abelha africanizada é assim denominada em virtude da maior predominância das características genéticas das abelhas africanas, tais como rusticidade, alta capacidade de produção, rápida adaptação e desenvolvimento, resistência a doenças e alta prolificidade (GONÇALVES;GRAMACHO, 1999).

A agricultura está se intensificando, e com isso, prejuízos ambientais já estão sendo relatados, dentre eles, o declínio dos polinizadores. Nas últimas décadas, trabalhos tem mostrado reduções no número de polinizadores e nos serviços de polinização, no entanto essa redução está associada a vários fatores (POTTS *et al.*, 2016). Os principais fatores que estão relacionado ao declínio dos polinizadores, são associados ao estresse das colônias, devido ao manejo inadequado, uso indiscriminado de agrotóxico nas culturas agrícolas, entre outros (CAIRES;BARCELOS, 2017).

Com o declínio dos polinizadores ocorrendo em velocidade acelerada, é inegável a necessidade de sua conservação, principalmente no Brasil, no qual a agricultura representa 68% do PIB do país. No entanto ainda pouco se comenta sobre a conservação das abelhas africanizadas, tendo em vista essa necessidade, nessa revisão são apresentados os principais motivos envolvendo o desaparecimento das abelhas africanizadas no Brasil e as perspectivas para sua conservação.

### **Colony Collapse Disorder (CCD)**

Desde muitos anos, os cientistas já vêm alertando sobre a mortalidade das abelhas em todo mundo, insetos cruciais para a manutenção e desenvolvimento da agricultura, bem como para o equilíbrio do ecossistema. Segundo Teixeira et al. (2014) esse declínio chegou, conhecido como Colony Collapse Disorder (CCD), em português é chamado de distúrbio do colapso das colônias (DCC), no qual a principal causa não é conhecida, mas é caracterizado pela interação de diversos fatores, tais como; o manejo inadequado, o uso indiscriminado de agrotóxicos, fatores climáticos e problemas associados a patógenos.

Ao longo do tempo, diversas causas do CCD têm sido propostas, entretanto é visto que nenhum fator individual deve ser responsável pela síndrome (PIRES et al., 2016). Cox-Foster et al. (2007) verificou que os altos níveis de patógenos continuam sendo identificados nas abelhas afetadas pelo CCD e que não há um patógeno específico associado. Estudos vêm mostrando que parasitas como o ácaro *Varroa destructor* e o microsporídeo *Nosema Ceranae*, tidos inicialmente como os principais parasitas relacionados ao CCD, não foram capazes de confirmar a responsabilidade sobre o colapso. Os agrotóxicos, também não mostraram especificidade, no entanto alguns apresentam associações com parasitas que acabam levando as abelhas a morte (PETTIS et al., 2013). Sobretudo, esses estudos demonstram que o CCD não está associado a algo específico, e sim, uma gama de fatores que combinados levam as colônias à uma sobrecarga de estresse (CORNMAN et al., 2012).

Nos últimos meses, a mortalidade alcançou números alarmantes no Brasil. No entanto, quando se trata de CCD no Brasil, os relatos são mais recentes e por apicultores empiricamente, pois até o início dos anos 2000, não haviam registros na literatura sobre a perda em massa de colônias (VANDAME;PALACIO, 2010; PIRES et al., 2016). As perdas registradas eram decorrentes da indisponibilidade de recursos naturais, falta de

manejo ou o consumo das abelhas pelo pólen tóxico de barbatimão (*Stryphnodendron* spp.) (CARVALHO;MESSAGE, 2004).

Os relatos sobre o tema começaram a surgir após a demonstração das possíveis causas em eventos relacionados, como congressos e conferências. Já em 2008, surgiu o primeiro relato de CCD no Brasil, até então só encontrado nos Estados Unidos e Europa, no entanto, mesmo apresentando características semelhantes aos casos de CCD já descritos, entretanto, não foi possível concluir o que tenha ocasionado esse colapso (GONÇALVES, 2012; PIRES et al., 2016). Partindo da premissa desse achado, se faz necessário estudos que aprofundem essas possíveis causas e os efeitos sinérgicos entre os agrotóxicos e os patógenos nas abelhas.

Embora não tenha uma base científica, os apicultores começaram a relatar os desaparecimentos das suas colmeias, atualmente o Brasil conta com o aplicativo “Bee Alert”, proposto pela ONG Bee or not to be, no qual os apicultores conseguem registrar suas colônias que desapareceram por causas semelhantes ao CCD, e a partir daí, pesquisadores conseguem desenvolver pesquisas direcionadas à essas causas. Os possíveis motivos relacionados ao colapso são discutidos logo abaixo.

### Manejo Inadequado e Déficit Nutricional

A população dos polinizadores está em decréscimo a níveis que podem interromper os serviços dos polinizadores nos ecossistemas naturais e agrícola, além da deficiência na capacidade reprodutiva de plantas silvestres (KREMEN et al., 2004; ROSA et al., 2019). Na ausência dos polinizadores nativos, as abelhas da espécie *Apis mellifera*, desempenha um papel fundamental, devido ao seu hábito generalista, o que auxilia na manutenção de diversas plantas. Por exercerem essa função, o manejo adequado é uma ferramenta fundamental para a conservação desses insetos.

Um dos principais desafios para garantir a continuidade da colônia é o manejo adequado, no qual no Brasil ele está atrelado a diversos tipos, tais como para o sombreamento em áreas mais áridas, fontes de água limitada, especificidade nos tipos de atividades desenvolvidas com as abelhas (apicultura fixa ou migratória), seus fins (produção de subprodutos e polinização) e o manejo alimentar, através do fornecimento de alimentação suplementar que é de suma importância nos períodos de escassez de alimentos para as abelhas, geralmente ocorre nos finais das floradas (VIDAL, 2013; SANTOS et al., 2016 ).

O déficit nutricional da colônia acaba prejudicando as reservas de alimento, a manutenção e saúde das crias, promove o canibalismo por conta das operárias com as crias na busca de proteínas, além da saúde das futuras gerações das colônias, que está ligado as causas de desaparecimento das abelhas, o CCD (BRODSCHNEIDER;CRAILSHEIM, 2010; DEGRANDI-HOFFMAN;CHEN, 2015). A falta de nutrientes nas abelhas, enfraquece seu sistema imunológico, facilitando a infestação por parasitas e doenças.

O pólen e o néctar são as fontes de alimentos naturais que as abelhas necessitam para suprir sua necessidade nutricional. Esses alimentos variam em suas composições, pois dependem da sua origem botânica. A deficiência desses nutrientes compromete o desenvolvimento da colônia, diminuindo a longevidade desses insetos, favorece o estresse, o qual acarreta o aparecimento de doenças, assim como prejudica a capacidade produtiva da colônia (MORAIS et al., 2018). Entretanto pesquisas para determinar as principais necessidades nutricionais das abelhas, não são tão simples, pois cada casta (operaria, zangão e rainha), cada fase de desenvolvimento, idade e época do ano tem sua necessidade. Principalmente quando falamos no Brasil, com sua vasta diversidade florística e clima variado.

A dieta das abelhas *Apis mellifera* inclui uma variedade de plantas, devido ao seu comportamento generalista de busca dos recursos florais. A alimentação balanceada se dá através de áreas com vegetação diversificada, no qual as abelhas tem acesso a pólen de diferentes fontes, onde garantem o equilíbrio nutricional. No entanto áreas de monocultura sofrem com deficiência dos nutrientes essenciais, o que prejudica a imunidade das abelhas (BRODSCHNEIDER;CRAILSHEIM, 2010; HICKS et al., 2016).

Com a falta de alimento na natureza, o apicultor deve suplementar as colônias sempre que necessário, até em períodos produtivos. A fonte de carboidrato utilizada com frequência pelos apicultores para substituir o néctar, é o xarope de açúcar em diferentes proporções, já a fonte proteica para substituir o pólen, ainda não está bem difundida, o ideal é que tenha 20 a 23% de proteína bruta e todos os aminoácidos considerados essenciais (SEREIA et al., 2010). No entanto ainda não há uma dieta perfeita no mercado, geralmente são formuladas regionalmente com plantas locais, o que torna necessário o desenvolvimento de pesquisas nesta área.



## Patógenos e Pragas

O comércio globalizado acaba se tornando um vetor para a entrada de agentes patogênicos e predadores que prejudicam as populações de abelhas em todo o mundo. Além do comércio, outra fonte de disseminação de parasitos, é a desinformação de pequenos e grandes agricultores e apicultores acabam tendo e são levados a cometerem erros que acabam prejudicando as abelhas. além do manejo inadequado, que é a porta de entrada para grande parte dos problemas relacionado a saúde das abelhas, outros fatores também estão associados a esse colapso, como as bactérias, fungos, vírus e ácaros (GOULSON, 2015; POTTS et al. 2016).

A propagação das doenças das abelhas *Apis mellifera* representa um crescente problema, essas exercem efeitos deletérios nas colônias e em nível individual, o que também é encontrado nos subprodutos comercializados (MESSAGE et al., 2012). No Brasil, Message et al. (2012) realizou um apanhado geral sobre os primeiros registros de patógenos, parasitas e predadores das abelhas *Apis mellifera*, em que alguns estão associados ao desaparecimento das abelhas, no qual se encontra as bactérias *Melissococcus pluton*, atualmente *Melissococcus plutonius*, agente causadora da cria pútrida europeia, *Paenibacillus larvae*, agente causadora da cria pútrida americana, o fungo *Aschospaera apis*, agente causador da cria giz, os parasitas *Acarapis woodi* e *Varroa jacobsoni* (atualmente *Varroa destructor*), protozoários *Malpighamoeba mellificae* e *Nosema apis* (atualmente classificado como fungo), os nematoides *Agamomermis* sp. e *Gordius* sp., as moscas *Melaloncha ronnai*, *Sarcophaga surrubea* e *Braula coeca*; as traças *Achroia grisella* e *Galleria mellonella*, o percevejo *Apiomerus lanipes*, a formiga *Myrmeleon januaris*, além dos vírus *Filamentous virus*, *Acute paralysis virus* (ABPV), *Black queen cell virus* (BQCV) e *Cloudy wing virus* (CWV). Recentemente foi relatado como agente patogênico o besouro *Aethina túmida* (PEREIRA et al., 2019).

A nutrição das abelhas é essencial no controle de patógenos e pragas, pois as abelhas bem nutridas conseguem manter seu sistema imunológico fortalecido. Assim, a relação entre o equilíbrio nutricional e resposta imunológica aos parasitas está inteiramente ligada. A suplementação realizada pelos apicultores é de suma importância, pois qualquer déficit que a colônia tiver será utilizada por agentes patogênicos.

A utilização de ferramentas e técnicas é essencial na conservação das abelhas africanizadas. Atualmente vem sendo utilizado o melhoramento genético através da

seleção de linhagens de abelhas resistentes a doenças, utilizando a técnica do comportamento higiênico, o qual é uma forma importante de imunidade social (GONÇALVES;GRAMACHO, 1999; CREMER et al. 2007). Através da desinformação do apicultor sobre o melhoramento genético, eles acabam utilizando antibióticos, antivirais, acaricidas e outros meios que em longo prazo podem ser prejudiciais para as abelhas e para o próprio ser humano, através do consumo dos subprodutos acaba se contaminando.

Recentemente pesquisas realizadas no Brasil apontam que as causas do CCD está correlacionada com a crescente vulnerabilidade das abelhas, devido a fragilidade do sistema imunológico ocasionada por patógenos e parasitas e casos de coinfeção (SANTOS et al., 2014; TEIXEIRA et al., 2014). No entanto o monitoramento dos apiários ainda é ineficiente, o que compromete o acesso a informações sobre os patógenos e pragas existentes.

A escassez de pesquisas voltadas para sanidade apícola são pontuais e geralmente realizados nas regiões Sul e Sudeste, no entanto levantamentos realizados nas demais regiões ainda são necessários, e pouco se sabe sobre a situação sanitária dos apiários e de colônias de abelhas africanizadas que se encontram na natureza (PIRES et al., 2016). É de suma importância a busca por informações de colônias “selvagens”, pois a grande maioria dos apicultores não controlam os cruzamentos das abelhas rainhas, e esse contato com zangões “selvagens” pode acarretar na disseminação de doenças para a colônia.

### Uso Indiscriminado de Agrotóxicos

A agricultura no Brasil, baseada no alto uso de insumos agrícolas, visando o controle de pragas e doenças, utilizando agrotóxicos de diversas classes, tais como os herbicidas, inseticidas e fungicidas, utilizados de maneiras inadequadas, podem trazer graves consequências para as abelhas. O consumo anual de agrotóxicos no Brasil é superior a 300 mil toneladas. Expresso em ingredientes ativos, isto representa mais de 130 mil toneladas de consumo anual destes produtos químicos.

O desaparecimento de colônias de abelhas devido ao uso indiscriminado de agrotóxicos nas culturas agrícolas, tem ênfase em dois grupos de inseticidas sistêmicos, os neonicotinóides e fipronil (GOULSON, 2015; CASTILHOS et al., 2019). Nos últimos anos, os neonicotinóides foram um grupo importante de inseticidas altamente eficazes e amplamente utilizados (CIREZKO et al., 2016). A utilização dessas classes de

agrotóxicos traz preocupações com as possíveis consequências, devido aos seus efeitos subletais, os quais afetam o comportamento e sistema imunológico, aumentando o risco de contaminação e infecção às abelhas por exposição em longo prazo (CASTILHOS et al., 2019).

Os neonicotinóides agem na sinapse, em substâncias agonistas nas aberturas dos canais de cátions dos receptores de nicotina-acetilcolina (*nAChRs*) dos invertebrados, entretanto nos vertebrados devido as propriedades desses receptores, essas substâncias apresentam baixa toxicidade (TOMIZAWA;CASIDA, 2005). O resultante dessa ação, é a indução contínua da membrana neuronal, no qual através de descargas elétricas, levam à paralisia e exaustão celular dos insetos. Essa ação está associada como uma das principais causas do CCD, onde as abelhas campeiras se infectam no campo e acabam não retornando as suas colônias, esses efeitos podem ser letais e subletais (PIRES et al., 2016).

Os efeitos subletais podem não causar diretamente a mortalidade das abelhas, mas podem se tornar letais com o tempo e / ou tornar as colônias mais sensíveis a reações adversas, acarretando ao colapso da colônia (DIVELY et al. 2015). A exposição contínua a neonicotinóides já foram relatadas por desenvolverem alterações comportamentais e morfofisiológicas que afetam o forrageamento, a qualidade espermática dos zangões para fecundação, a capacidade de aprendizagem, a qualidade dos subprodutos e o vigor da colônia (BLACQUIERE et al., 2012, CIRESKO et al., 2016). No entanto, em estudos com agrotóxicos neonicotinóides administrados com doses recomendadas, não mostraram nenhum efeito significativo nas abelhas (CHAUZAT et al, 2010).

A *Apis mellifera*, por ser uma abelha generalista e com uma população abundante, tem servido como foco principal de estudos de pesticidas, entretanto em estudos realizados por BIDDINGER et al. (2013) e RUNDLÖF et al. (2015), o qual dados encontrados em *Apis mellifera*, não devem ser usados como comparativos para outras espécies, pois há grande variação entre os impactos causados por esses pesticidas. Assim se faz necessário outros estudos com diferentes espécies e populações de polinizadores para entender o verdadeiro impacto desses agrotóxicos.

Resultados obtidos até o momento são controversos, ainda nenhum pesticida foi identificado como responsável do desaparecimento das populações de abelhas, muitos estudos são necessários, no entanto é sabido que o uso contínuo e indiscriminado, bem como os diferentes tipos de exposição e aplicação, pode contribuir para o declínio da saúde das abelhas, promovendo a susceptibilidade de contrair patógenos. Ressaltando a

importância de utilizar as abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) na realização desses bioensaios no Brasil, devido ao seu comportamento generalista e sua facilidade de adaptação em qualquer clima/região.

### Alterações Climáticas e Outros Fatores

O declínio acelerado das populações de abelhas nos últimos anos tem levado os cientistas a uma corrida para identificar os principais responsáveis. Dentre eles, pode-se destacar, as alterações climáticas e a influência do aquecimento global na biodiversidade terrestre. David Attenborough em seu documentário “David Attenborough e nosso planeta” estima que em 2060 todos os insetos polinizadores se extingam em ocorrência das atitudes humanas e dá velocidade do aquecimento global.

Os maiores danos ocasionados devido as alterações climáticas se referem à extinção de espécies vegetais, alterações no período de floração e qualidade do néctar presente nas flores (REDDY et al., 2012). No qual em épocas de escassez de alimento, as abelhas buscam armazenar pólen e néctar o máximo que conseguirem para se manterem nesses períodos (POTTS et al., 2016). A qualidade e quantidade de néctar está inteiramente associado ao sistema imunológico das abelhas, o qual quando debilitado, corre o risco de atrair patógenos.

Os polinizadores, sobretudo as abelhas, estão ameaçados pela degradação ambiental, o que faz necessário a estratégias eficazes e políticas públicas para protegê-los (POTTS et al., 2016; SCHLEUNING et al., 2016). Essas alterações podem comprometer a riqueza e abundância dos polinizadores, alterações nas interações polinizadores-plantas e o habitat natural dessas espécies (GIANNINI et al., 2015; STEVENSON et al., 2015). Além disso, o padrão de distribuição geográfica das espécies pode ser alterado pelas mudanças climáticas tendo em vista, a necessidade das abelhas em buscar outras fontes de alimento, tendo que migrar para outras localidades, podendo ocasionar competição com outras espécies (SCHWEIGER et al., 2008).

As abelhas *Apis mellifera*, devido aos seus cruzamentos, e sua capacidade de enxameação adquirida da *Apis mellifera scutellata*, tendem a migrar de áreas bastante degradadas para áreas que forneçam alimento e segurança para seus ninhos e assim prosperarem. Essa migração, também conhecida como enxameação, podendo ser reprodutiva ou enxameação migratória, fazem com o que as abelhas abandonem seu ninho e vão em busca de outras localidades (GONÇALVES, 2012). Essas interferências nos

habitats das abelhas, estão trazendo-as para a cidade, colocando em risco a saúde humana e desses insetos, pois a forma mais utilizada para o controle deles na cidade, é o extermínio da colônia.

### Perspectivas para Conservação das Abelhas *Apis mellifera*

Embora as abelhas sejam bastante estudadas, quanto a sua necessidade, importância e aspectos produtivos, no entanto quando se trata de conservação, ainda é necessário o desenvolvimento de pesquisas e estratégias para esse tema.

Atualmente a principal atividade que visa conservar esses animais, está na apicultura, que consiste na criação racional de abelhas do gênero *Apis*, para fins produtivos. No qual os apicultores por dependerem das abelhas para sobreviverem e gerar renda, tendem a tratá-las o melhor possível, pois a perda delas podem acarretar prejuízos financeiros.

A apicultura no Brasil está em crescimento, com o termo sustentabilidade sendo introduzido frequentemente, as pessoas estão se importando mais sobre os assuntos voltados para biodiversidade e sua importância para o planeta. No entanto essa atividade requer que os apicultores busquem maneiras para manter suas colônias sempre saudáveis, nesse contexto o melhoramento genético está sendo utilizado como a melhor ferramenta para atender essas necessidades. Geralmente esses conhecimentos são passados por pesquisadores e instituições específicas da área.

Além dos apicultores, as pessoas que criam abelhas por “hobbie”, exercem um importante papel na conservação dos espécimes, pois com o não visam a produtividade, acabam criando de maneira mais “selvagem” o que facilita a variabilidade genética em programas de conservação.

A conservação de abelhas no Brasil está tendo um foco importante, principalmente depois de ter compreendido toda sua importância para a agricultura, os pesquisadores começaram a se preocupar com a formação de bancos de germoplasma, que ainda estão em desenvolvimento, assim como a utilização de ferramentas de preservação acima de 0° e criopreservação de células germinativas, o que no exterior já estão bem difundidas. Assim como a técnica de inseminação instrumental.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Tendo em vista as possíveis causas do desaparecimento das abelhas, ainda é notória a necessidade de novas pesquisas. Embora o CCD seja taxado como a principal causa do sumiço das abelhas nos Estados Unidos e Europa, no Brasil, pouco se sabe sobre o tema.

As ferramentas moleculares utilizadas para compreender qual o real fator que estão levando as abelhas a desaparecerem, já apontam para a impossibilidade de atribuir a um único fator, exceto quando a mortalidade é comprovadamente ocasionada por agrotóxicos letais, o que torna fundamental entender os mecanismos de infecção e coinfeção das abelhas.

No Brasil as principais pesquisas relacionadas ao que pode levar desaparecimento em abelhas africanizadas, estão voltadas aos impactos dos parasitas e patógenos e o efeito dos agrotóxicos usados na agricultura, que estão relacionados ao enfraquecimento da colônia, conseqüentemente a mortandade das abelhas. Se tratando de CCD ainda são relatos de apicultores, e os ensaios experimentais são produzidos “in vitro”.

Ainda assim, se faz necessário minimizar a perda desses insetos, através da conservação das abelhas, além da manutenção das plantas e a profissionalização da apicultura, pois os apicultores no Brasil são os principais conservadores das abelhas. Além do desenvolvimento de políticas públicas e leis mais rigorosas para o uso indiscriminado de agrotóxicos, tido como principal causador da mortandade de abelhas no Brasil.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BIDDINGER DJ et al. Comparative toxicities and synergism of apple orchard pesticides to *Apis mellifera* (L.) and *Osmia cornifrons* (Radoszkowski). PloS one, v. 8, n.9, e72587, 2013.

BLACQUIERE T et al. Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. Ecotoxicology, v. 21, n. 4, p. 973-992, 2012.

BRODSCHNEIDER R & CRAILSHEIM K. Nutrition and health in honey bees. Apidologie, v. 41, n.3, p. 278-294, 2010.

CAIRES SC & BARCELOS D. Colapso das abelhas: possíveis causas e conseqüências do seu desaparecimento na natureza. ACTA Apicola Brasilica, v. 5, n.1 , p.11-15, 2017.

CARVALHO ACP & MESSAGE D. A scientific note on the toxic pollen of *Stryphnodendron polyphyllum* (Fabaceae, Mimosoideae) which causes sacbrood-like symptoms. Apidologie, v. 35, n. 1, p. 89-90, 2004.



CASTILHOS D et al. (2019). Neonicotinoids and fipronil concentrations in honeybees associated with pesticide use in Brazilian agricultural areas. *Apidologie*, v. 50, n. 5, p. 657-668, 2019.

CHAUZAT MP et al. A case control study and a survey on mortalities of honey bee colonies (*Apis mellifera*) in France during the winter of 2005–6. *Journal of Apicultural Research*, v. 49, n.1, p. 40-51, 2010.

CIERESZKO A et al. Sperm parameters of honeybee drones exposed to imidacloprid. *Apidologie*, v. 48, n. 2, p. 211-222, 2017.

CORNMAN RS et al. Pathogen webs in collapsing honey bee colonies. *PLoS one*, v. 7, n. 8, e43562, 2012.

COUVILLON MJ & RATNIEKS, FL. Environmental consultancy: dancing bee bioindicators to evaluate landscape “health”. *Frontiers in Ecology and Evolution*, v. 3, p. 44, 2015.

CREMER S et al. Social immunity. *Current biology*, v.17, n. 16, p. 693-702, 2007.

DEGRANDI-HOFFMAN G & CHEN Y. Nutrition, immunity and viral infections in honey bees. *Current Opinion in Insect Science*, v.10, p. 170-176, 2015.

DIVELY GP et al. Assessment of chronic sublethal effects of imidacloprid on honey bee colony health. *PloS one*, v. 10, n. 3, e0118748, 2015.

GARIBALDI LA et al. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, v. 339, n. 6127, p. 1608-1611, 2013.

GIANNINI TC et al. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. *Journal of Economic Entomology*, v. 108, n.3, p. 849-857, 2015.

GONÇALVES LS. Consequências do desaparecimento (CCD) das Abelhas no Agronegócio Apícola Internacional e em especial no Brasil. 2012. 10:S24-S25. [Apresentado no Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto, 2012; São Paulo, BR].

GONÇALVES LS & GRAMACHO KP. Seleção de abelhas para resistência a doenças de crias através do comportamento higiênico. *Mensagem Doce*, v. 52, p. 2-7, 1999.

GOULSON D. Neonicotinoids impact bumblebee colony fitness in the field; a reanalysis of the UK’s Food & Environment Research Agency 2012 experiment. *PeerJ*, v. 3, e854, 2015.

HICKS DM et al. Food for pollinators: quantifying the nectar and pollen resources of urban flower meadows. *PloS one*, 11(6), e0158117, 2016.

KLEIN AM et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the royal society B: biological sciences*, v. 274, n.1608, p. 303-313, 2007.

KREMEN C et al. The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. *Ecology letters*, v. 7, n.11, p. 1109-1119, 2004.

MESSAGE D et al. Situação da sanidade das abelhas no Brasil. Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais, 237-256, 2012.

MORAIS LS et al. Avaliação de uma dieta proteica a base de farinha de algaroba (*Prosopis juliflora*) como suplementação nutricional para abelhas africanizadas *Apis mellifera* L. *Semana de Pesquisa da Universidade Tiradentes-SEMPESq*, 18p. 2018.

PEREIRA S et al. Notes on *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) in an apiary in the state of Rio de Janeiro. *EntomoBrasilis*, v. 12, n. 2, p. 88-90, 2019.

PETTIS JS et al. Crop pollination exposes honey bees to pesticides which alters their susceptibility to the gut pathogen *Nosema ceranae*. *PloS One*, v. 8, n.7, e70182, 2013.

PIRES CSS et al. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD?. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 5, p. 422-442, 2016.

POTTS SG et al. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, v. 540, n. 7632, p. 220-229, 2016.

REDDY PV et al. Potential impact of climate change on honeybees (*Apis* spp.) and their pollination services. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 18(2), 121-127, 2012.

ROLLIN O et al. Weed-insect pollinator networks as bio-indicators of ecological sustainability in agriculture. A review. *Agronomy for sustainable development*, v.36, n. 1, p. 8, 2016.

ROSA JM et al. Desaparecimento de abelhas polinizadoras nos sistemas naturais e agrícolas: Existe uma explicação?. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 18, n. 1, p. 154-162, 2019.

RUNDLÖF M et al. Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. *Nature*, 521(7550), 77-80, 2015.

SANTOS RG et al. Acceptance rate of Africanized honey bee larvae in hives maintained in the shade and under full sunlight in Northeast Brazil. *ACTA Apicola Brasilica*, v. 4, n. 2, 13-16, 2016.

SANTOS, LG et al. Bee Health in Apiaries in the Paraíba Valley, São Paulo State, Southeast Brazil. *Sociobiology*, v. 61, n. 3, p. 307-312, 2014.

SCHLEUNING M et al. Ecological networks are more sensitive to plant than to animal extinction under climate change. *Nature Communications*, v. 7, n.1, p. 1-9, 2016.

SCHWEIGE O et al. Climate change can cause spatial mismatch of tropically interacting species. *Ecology*, v. 89, n. 12, p. 3472-3479, 2008.

SEREIA MJ et al. Viabilidade financeira da produção de geleia real com abelhas africanizadas suplementadas com diferentes nutrientes. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 32, n. 4, p. 467-474, 2010.

STEVENSON TJ et al. Disrupted seasonal biology impacts health, food security and ecosystems. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 282, n.1817, p.1453, 2015.

TOMIZAWA M. Neonicotinoid insecticides: molecular features conferring selectivity for insect versus mammalian nicotinic receptors. *Journal of agricultural and food chemistry*, v.48, n. 12, p. 6016-6024, 2000.

VANDAME R & PALACIO MA. Preserved honey bee health in Latin America: a fragile equilibrium due to low-intensity agriculture and beekeeping?. *Apidologie*, v. 41, n.3, p. 243-255, 2010.

VIDAL MDF (2013). Efeitos da seca de 2012 sobre a apicultura nordestina. *Informe Rural Etene*, v. 7, p. 1-5, 2013.

## **CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL SOCIOECONÔMICO E PRODUTIVO DOS AVICULTORES DO MUNICÍPIO DE PORTO GRANDE – AMAPÁ, PARA IMPLANTAÇÃO SISTEMAS NÃO CONVENCIONAIS**

**Ana Carla dos Santos Dias, Ana Carla dos Santos Dias, Alerrandro Pereira de Magalhães, Andrey Silva da Costa, Thaís Cardoso Gomes, André Filipe Diniz de Souza, Alyne Cristina Sodré Lima, Luana Lima Santos**

**RESUMO:** O incentivo aos produtores com demonstração de novos meios e formas de expandir e melhorar a produção com bases mais ecológicas, visa o bem-estar do animal e do ambiente e a maior rentabilidade. Fomentar o conhecimento sobre a produção alternativa tornar-se uma prática viável para quem deseja trabalhar com opções mais ecológicas que buscam preservar o meio ambiente. Objetivou-se avaliar as condições socioeconômicas dos produtores locais do município de Porto Grande, visando a possibilidade de instalar sistemas não convencionais em suas propriedades como galinheiros móveis. Para desenvolvimento do experimento foi realizado a aplicação de um questionário formulado no google forms com perguntas abertas e fechadas voltadas especificamente para produtores de aves, questionando sobre custo, instalações, renda, tempo de produção e conhecimento sobre produções mais ambientais, como um aviário que não é fixo e pode se locomover. A pesquisa aconteceu no Instituto de Extensão, Assistência e Desenvolvimento Rural do Amapá, contabilizando em 13 produtores entrevistados. Após a aplicação do questionário, observou-se custo elevado das acomodações das aves, comparado aos agroecológicos, onde se utiliza materiais encontrados na propriedade que podem ser reutilizados. Dessa forma certifica-se que o município de Porto Grande- AP tem capacidade de explanar os modelos ecológicos de produção para obter-se um ambiente mais saudável e sustentável com lucratividade, otimização e eficácia na realização.

**Palavras-chave:** Avicultura, ecológica, produção-familiar

## **INTRODUÇÃO**

A criação de galinha é considerada prática importante para a agricultura familiar, fazendo parte da cultura e tradição de muitas famílias. Criadas nos terreiros e quintais no entorno das casas, a produção de galinha tem o objetivo de fornecer ovos e carnes para o autoconsumo das famílias e possibilitar a aquisição de parte dos gêneros alimentícios que não são produzidos em seus agroecossistemas, assim, a criação das aves torna-se uma categoria de poupança que serve para os momentos de maior necessidade da família, como destacado por (SAMPAIO et al. 2016).

A avicultura familiar apresenta um grande potencial para estruturar o desenvolvimento local de onde é aplicada, o foco deixou de ser apenas relacionado com mais uma renda alternativa, mas atentou-se e priorizou aumentar a oferta de proteína. Este modelo apresenta não somente uma fonte alimentar, mas também consiste em uma alternativa de geração de renda bastante eficiente para as comunidades de baixo ganho (NEVES, CONCEIÇÃO e MALLOVANI, 2011).

Todavia é necessário potencializar o incentivo a esses produtores de nível familiar apresentando novos meios e formas de aumentar e melhorar a sua produção, disseminando também a produção ecológica. Os sistemas agroecológicos desempenham o importante papel de aumentar a soberania alimentar dos pequenos produtores, lhes garantindo carne, ovos, adubo para fertilizar a horta, os pomares, os pastos e ainda gerar rendas, possuindo assim, uma grande importância na economia brasileira, e os galinheiros alternativos auxilia reduzindo o custo de produção e otimizando o sistema (AVILA et al., 2002). As galinhas podem desempenhar diversas funções no sistema agrícola, contribuindo muito para produção ecológica.

Nesse contexto objetivou-se avaliar, através de questionário, o perfil dos pequenos produtores avícolas do município de Porto Grande comparando a viabilidade de instalação de sistemas não convencionais frente aos modelos tradicionais de criação de aves e conhecer o modelo de produção adotado pelos produtores no município para subsidiar o experimento de implantação de galinheiros móveis agroecológicos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Realizou-se a aplicação de questionários aos produtores no Instituto De Extensão, Assistência e Desenvolvimento Rural Do Amapá (RURAP), sede local Porto Grande, o levantamento de dados ocorreu através de perguntas abertas e fechadas aderidas a ferramenta *Google forms* voltado especificamente para produtores de aves do município.

Ademais, o questionário aplicado questionou-se o começo da produção avícola, o tempo desta produção, para qual aptidão era voltada (aves de postura ou aves de corte), se o consumo era familiar, qual o tipo de instalação das acomodações das aves, o material que foi utilizado, o custo e, se eles já tinham ouvido falar sobre criação agroecológica de galinhas em aviários móveis e se teriam interesse em implantar na sua propriedade. Os dados obtidos no questionário foram avaliados através de estatística descritiva.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Conforme a finalização da pesquisa foi notório a percepção de que há uma necessidade de aplicação de técnicas mais agroecológicas e sustentáveis na região, onde o intuito da aplicação do questionário para esses produtores se manteve em conhecer a realidade dos mesmos e assim apresentar maneiras de trabalhar com a agricultura sustentável e barateá-la de forma que não afete a lucratividade da produção e continue a contribuir de forma positiva para o trabalho com as aves.

Foram alcançados 13 avicultores com idade de 29 a 63 anos, dos quais 42,2% possui renda inferior ou igual a um salário mínimo, corroborando com Melo et al., (2013), que indicaram que os produtores nos municípios de Macapá, Mazagão, Porto Grande e Santana, estado do Amapá, apresentam renda anual abaixo de R\$ 11.100,00. A maioria dos entrevistados residem na colônia agrícola do Matapi e em assentamentos, como: Nova Canãa, Alto Rio Araguari e PA Manoel Jacinto, com exceção de pessoas que residem na zona urbana e produzem suas aves em casa.

Dos produtores entrevistados, 30% trabalham com a produção de aves há muitos anos, variando de 3 a 20 anos, voltada tanto para aves de corte como de postura, onde 100% deles consomem a carne e os ovos de sua produção.

Na entrevista 61,5% declararam que obtiveram custos que variaram de R\$100,00 a R\$10,000 para construir as instalações, essa variação se deu, pois, algumas produções eram menores em relação a outras e não obtinham grandes demandas. Os materiais mais utilizados para construir as instalações foram a madeira, tela, arame, tijolos, cimento, pregos e telhas.

Ao apresentar a proposta do galinheiro móvel agroecológico, 53,8% dos entrevistados responderam não ter conhecimento e nunca ter ouvido falar sobre galinheiros móveis, sendo que mais de 84% dos produtores entrevistados (figura 1) demonstraram interesse em conhecer mais do galinheiro móvel agroecológico e implantá-lo na sua propriedade.



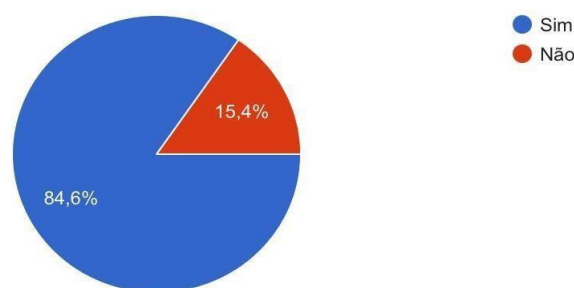


Figura 1: Percentagem de produtores que manifestaram interesse em conhecer e implantar o galinheiro móvel na sua propriedade.

O interesse dos avicultores impulsiona a construção de formas alternativas de produção, pois podemos identificar um interesse e necessidade da comunidade por esse tipo de sistema, o que podem auxiliar na maior rentabilidade do sistema, como observado por NAVES, SILVA e FONSECA (2017), que afirmam que o aviário móvel apresenta potencial para ser utilizado como um sistema de criação alternativo, pois não prejudica o ganho de peso e conversão alimentar das aves, além de melhorar o rendimento de carcaça.

## **CONCLUSÃO**

A proposta de implantação de sistema não convencional foi de interesse da maioria dos produtores entrevistados, ressaltando os benefícios dos sistemas de base ecológica e apresentando a alternativa do uso de galinheiro móvel para o meio, de forma consciente, sustentável, viável e lucrativa. Através da pesquisa constatou-se a viabilidade de empregar para produtores familiares soluções benéficas para ele e para o ambiente, possibilitando um trabalho mais otimizado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha Instituição (IFAP) por ter me proporcionado o incentivo e as ferramentas necessárias através da bolsa de iniciação científica, aos envolvidos e de maneira especial a minha professora e orientadora Luana Lima que sempre me atendeu com atenção e cuidado juntamente da professora e minha coorientadora Alyne Lima pela grande oportunidade de trabalhar ao seu lado.

## LITERATURA CITADA

Avila, V. S., de Figueiredo, E. A. P., Piccinin, I., & Lopes, E. (2002). Galinheiro móvel com estrutura metálica para criação de frangos em semiconfinamento. Embrapa Suínos e Aves-Comunicado Técnico

(INFOTECA-E). Disponível em:  
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/961084/1/DCOT300.pdf>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2022.

Melo, L. P., E Borges, W. L. "Tipologia de agricultores no Estado do Amapá com base em indicadores de renda." Embrapa Amapá-Resumo em anais de congresso (*ALICE*). In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 8., 2013, Porto Alegre. Anais..., 2013.

Naves, P. L.; Silva, P. F. P.; Fonseca, L. S. Criação alternativa de codornas europeias em aviário móvel. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 4, p. 366-369, 2017.

Neves, J. E. G., Conceição A. K. R. Mallovani J. B. 2011. Avaliação de bem-estar das aves Manejadas em Galinheiro Móvel Utilizado em Práticas Agroecológicas, VII Congresso Brasileiro de Agroecologia.

Sampaio, N. M., Souza, A. R., Pereira, N. I. A., Santos, A. F. M., & Bevilacqua, P. D. (2016). Expressões da avicultura familiar caipira em município da Zona da Mata de Minas Gerais. *Cadernos de Agroecologia*, 10(3).

## **CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL NUTRACÊUTICO DE SEMENTES E CASTANHAS OLEAGINOSAS**

**Gabriela Fonsêca Leal, Larissa Santos Saraiva, Romilda Ramos da Silva, Mariana Alencar da Macena, José Eduardo Bento de Oliveira, Geovana Marinho do Prado, Greice Folis Dagostin Santinoni, Roze Anne Ferreira Lima, Catarina Francisca Moraes Lima Carvalhinho, Wellington Barros dos Santos, Sergio Andres Villalba Morales, Patrícia Martins Guarda, Glêndara Aparecida de Souza Martins**

**RESUMO:** As sementes e castanhas são consumidas em todos os continentes do planeta, devido a sua ampla variedade possibilitam diversas opções para os consumidores e são consumidas pelo seu sabor e principalmente pelo alto teor de óleos presentes, enriquecendo a dieta com uma fonte de lipídeos boa para a manutenção da saúde. Apresentam em sua composição os triacilgliceróis (TAG), podem também serem encontrados também esteróis, vitaminas, polifenóis, ácidos graxos e carotenoides. Os óleos podem ser considerados alimentos nutracêuticos, pois a presença desses compostos pode tratar e prevenir doenças não transmissíveis e crônicas como Alzheimer, doenças cardíacas, doenças respiratórias crônicas, câncer e diabetes. Desse modo, o presente estudo buscou compilar as principais informações presentes na literatura sobre a caracterização do potencial nutracêutico de sementes e castanhas oleaginosas.

**Palavras-chave:** oleaginosas, sementes, castanhas, nutracêuticos

## **INTRODUÇÃO**

As sementes e castanhas são consumidas em todos os continentes do planeta, devido a sua ampla variedade possibilitam diversas opções para os consumidores. Avelãs, nozes, pistaches, castanha do Brasil, castanha de caju, semente de girassol, chia e dentre tantas outras são exemplos das mais comercializadas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2020).

São consumidas pelo seu sabor e principalmente pelo alto teor de óleos presentes, enriquecendo a dieta com uma fonte de lipídeos boa para a manutenção da saúde (ALBUQUERQUE *et al.*, 2020). Entretanto com o apelo crescente por produtos naturais, livre de derivados do petróleo, orgânicos e mais sustentáveis as indústrias farmacêutica e alimentícia tem buscado essas matérias-primas para desenvolver novos produtos (FASCIOTTI *et al.*, 2020).

Uma das características mais relevantes das sementes e castanhas oleaginosas são os componentes que estão presentes em sua composição. O constituinte principal desses óleos são os triacilgliceróis (TAG), podem também serem encontrados esteróis, vitaminas, polifenóis, ácidos graxos, polifenóis e carotenoides (ALBUQUERQUE *et al.*, 2020; FASCIOTTI *et al.*, 2020; FERREIRA *et al.*, 2022; GOPALAM *et al.*, 2022; IBIAPINA *et al.*, 2021).

O termo nutracêutico tem sido usado para designar um alimento (ou parte do alimento) que possui benefícios médicos ou para a manutenção da saúde, incluindo a prevenção e o tratamento de doenças (VERGALLO, 2020). Assim, as sementes, castanhas e seus óleos são considerados alimentos nutracêuticos, pois a presença de alguns de seus compostos podem tratar e prevenir doenças não transmissíveis e crônicas como Alzheimer, doenças cardíacas, doenças respiratórias crônicas, câncer, diabetes e outras (SUÁREZ *et al.*, 2021).

Desse modo, o presente estudo buscou compilar as principais informações presentes na literatura sobre a caracterização do potencial nutracêutico de sementes e castanhas oleaginosas.

### **Componentes nutracêuticos**

Os componentes nutracêuticos são substâncias bioativas que auxiliam o funcionamento do organismo, contribuindo na prevenção e tratamento de doenças, e podem ser encontrados de forma natural em alimentos como castanhas e sementes oleaginosas ou em compostos funcionais de formulações farmacêuticas (AHANGARI *et al.*, 2021; ESTÁCIO e ADAMI, 2019).

Tais substâncias estão presentes em uma ampla variedade de alimentos e desempenham diferentes funções. Podem ser categorizados de acordo com seus constituintes químicos tais como polifenóis, flavonóides, isoflavonas, antocianinas, taninos e ligninas; derivados isoprenóides, como saponinas, carotenóides, tocoferóis e terpenos; derivados de carboidratos, como o ácido ascórbico, oligossacarídeos e polissacarídeos não amiláceos; ácidos graxos e lipídios estruturais; derivados de aminoácidos e micronutrientes, que podem ser encontrados em suplementos alimentares, fitoquímicos, alimentos funcionais e alimentos medicinais (SINGH *et al.*, 2021).

Dentre os principais componentes nutracêuticos presentes em sementes e castanhas oleaginosas, podemos destacar os ácidos graxos monoinsaturados, poliinsaturados e fitoesteróis, além de carotenóides e tocoferóis, conhecido como vitamina E.

### **Ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados**

Os ácidos graxos monoinsaturados possuem apenas uma insaturação ao longo de sua cadeia e dependendo de onde é localizada a insaturação, impacta na função biológica da substância (COSTA; ROSA, 2016). De maneira geral, os ácidos graxos monoinsaturados apresentam vários aspectos benéficos à saúde, entre os principais podemos citar o ácido palmitoleico e o ácido oléico, ambos ácidos graxos não essenciais, porém são associados a ações benéficas como anti-inflamatória e redução de colesterol, por exemplo.

Por outro lado, os ácidos poliinsaturados são os principais componentes de membranas e exercem funções importantes na homeostase e na funcionalidade de células como os neurônios. São considerados essenciais à vida, portanto devem ser adquiridos de fontes externas ao organismo. A classe de ácidos graxos poliinsaturados envolvem os ômega 3 e 6, como os ácidos linolênico e linoleico (COSTA; ROSA, 2016).

### **Fitoesteróis**

Os fitoesteróis fazem parte dos compostos bioativos que desempenham papel importante na saúde humana. Os fitoesteróis estão presentes em pequenas quantidades em frutas, vegetais, nozes e grãos oleaginosos, no entanto, são nos óleos vegetais que encontram-se de forma mais concentrada (BELO *et al.*, 2019). Existem mais de 100 tipos de fitoesteróis e estudos demonstram que essas moléculas possuem capacidade hipocolesterolêmica e potencial contribuição para a diminuição do risco de doenças cardiovasculares, pela redução da absorção de colesterol por meio de diferentes mecanismos (YANG *et al.*, 2019).

### **Carotenoides**

Os carotenoides são uma classe de isoprenóides, pigmentos lipossolúveis e uma subclasse de terpenóides localizados em plastídeos das plantas (FU *et al.*, 2018). Em organismos não fotossintéticos de plantas, os carotenoides apresentam diversas estruturas e são formados a partir de reações metabólicas secundárias e agem como fotoprotetores, antioxidantes, além de serem precursores de hormônios vegetais (MAOKA, 2020).

São moléculas muito lipofílicas, geralmente encontradas em ambientes hidrofóbicos, sua esterificação com ácidos graxos aumenta ainda mais sua lipofilicidade, sua estrutura química é responsável pela formação das cores, reatividade e propriedades fotoquímicas (RODRIGUEZ-CONCEPCION *et al.*, 2018). Dentre os carotenoides, o  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno  $\beta$ -criptoxantina são precursores da síntese de vitamina A, além de exibirem atividade de resistência à oxidação (XIE *et al.*, 2019).

### **Tocoferóis**

Os tocoferóis são antioxidantes encontrados em óleos vegetais, sendo o  $\delta$ -tocoferol com maior capacidade antioxidante (SANTOS *et al.*, 2017). A vitamina E é uma mistura de oito diferentes formas moleculares hidrofóbicas de tocoferóis e tocotrienóis, cuja funcionalidade é de um lipídio antioxidante que protege os ácidos graxos presentes na camada fosfolipídica das membranas plasmáticas da oxidação. Alimentos como nozes, grãos integrais, óleos vegetais e vegetais de folhas verdes são ricos em vitamina E (BUSSO *et al.*, 2021).

### **Estudos do potencial nutracêutico de sementes e castanhas oleaginosas**



Diversos nutracêuticos foram identificados em sementes e castanhas originárias da Amazônia, como na castanha do Pará pode ser encontrado compostos bioativos incluindo ácido gálico, catequina, epicatequina, resveratrol, ácido elágico, rutina e miricetina (ASSMANN *et al.*, 2021). As sementes de cupuaçu também apresentam flavonoides semelhantes da castanha do Pará, assim como o óleo de tucumã rico em ácidos graxos insaturados e ômega- 3, 6 e 9 (ASSMANN *et al.*, 2021).

O óleo da semente de favela contém quantidades consideráveis de tocoferóis, apresentando também ácido linoléico e compostos fenólicos (SANTOS *et al.*, 2017). Já o óleo da semente de babaçu é rico em fitoesteróis e apresenta ácidos graxos essenciais, sendo mais concentrados em ácido láurico, mirístico, oleico e palmítico (OLIVEIRA, *de et al.*, 2019).

Esses ácidos graxos também são encontrados em óleo de baru, considerado de alto valor biológico, sendo produtos que podem ser aplicados como alimentos funcionais (REIS *et al.*, 2018). No óleo da semente de baru foram identificados outros compostos como limoneno,  $\beta$ -cariofileno, fitoesteróis e tocoferóis (MARQUES *et al.*, 2015).

Martínez-Cruz e Paredes-López (2014) afirmam que a semente de chia possui isoflavonas e é rica em compostos fenólicos, além da elevada capacidade antioxidante. Esses compostos fenólicos conseguem eliminar radicais livres e quelar íons metálicos presentes na produção, logo, a atividade antioxidante tem a capacidade de doar um hidrogênio ou elétron e também fazer deslocamento do elétron desemparelhado nos compostos aromáticos (MARTÍNEZ-CRUZ e PAREDES-LÓPEZ, 2014).

Óleos de nozes como macadâmia, castanha de caju e pistache apresentam ácidos fenólicos, flavonoides, proantocianidinas e outros compostos nutracêuticos, são encontrados também  $\alpha$ - e  $\gamma$ -tocoferóis;  $\beta$ - e  $\delta$ -tocoferóis e tocotrienóis, porém em menores quantidades (MAESTRI *et al.*, 2020). No óleo de macadâmia também contém ácido oléico, ácido palmitoléico e ácido palmítico em maiores quantidades (KASEKE, FAWOLE E OPARA, 2022). Sendo muito ampla a variedade de componentes nutracêuticos em sementes e castanhas oleaginosas.

A Tabela 1, a seguir, reúne pesquisas mais recentes sobre a composição nutracêutica de diferentes fontes de oleaginosas com suas respectivas funcionalidades no organismo humano.

**Tabela 1. Composição e propriedades nutracêuticas de sementes e castanhas oleaginosas.**

<b>Composição nutracêutica</b>	<b>Semente, castanhas oleaginosas</b>	<b>Funcionalidade</b>	<b>Referência</b>
<b>Ácidos graxos monoinsaturados</b>	Abóbora Açaí Amêndoas Amendoim Andiroba Avelãs Bacaba-de-leque Buriti Cânhamo Cártamo castanha de caju castanha-do-pará Castanhas Chia Cupuaçu Girassol graviola Linhaça Maçã Macadâmia Murici Nozes Patawa Pinhões Pistaches Sésamo Tucumã	Redução do colesterol de lipoproteína de baixa densidade (LDL); Proteção contra doenças cardiovasculares; Benéficos na sensibilidade à insulina; Metabolismo do colesterol e hemostasia.	(ALBUQUERQUE <i>et al.</i> , 2020; BERWAL <i>et al.</i> , 2022; FASCIOTTI <i>et al.</i> , 2020; GOPALAM <i>et al.</i> , 2022; HERNANDEZ, 2016; SUÁREZ <i>et al.</i> , 2021; USDA, 2019)
<b>Ácidos graxos poli-insaturados</b>	Abóbora	Antinflamatórios;	(ALBUQUERQUE <i>et al.</i> , 2020;

	<p>Amêndoas Amendoim Avelãs Borragem Cânhamo Cártamo Castanha castanha de caju castanha-do-pará Chia Girassol Groselha preta Linhaça Maçã Macadâmia Murici Nozes Pinhões Pistaches Prímula Sésamo</p>	<p>Menos riscos de desenvolver diabetes tipo 2; Proteção cardiovascular; Antitrombóticos; Antiarrítmicos; Antiestrogênicos;  Agregação plaquetária, lipídios sanguíneos;  Obesidade; Eczema atópico;  Funções imunológicas</p>	<p>BERWAL <i>et al.</i>, 2022; FASCIOTTI <i>et al.</i>, 2020; GOPALAM <i>et al.</i>, 2022; HERNANDEZ, 2016; SUÁREZ <i>et al.</i>, 2021; USDA, 2019)</p>
<b>Fitoesterol</b>	<p>Abóbora Amêndoas Avelãs Castanha de caju Castanha-do-pará Girassol Linhaça Macadâmia Nozes Pinhões Pistache Sésamo Tâmara</p>	<p>Prevenir a oxidação das lipoproteínas; Apoptose; Diminuir a proliferação celular Hiper proliferação inibida de conócito;  Redução do tamanho do tumor cancerígeno</p>	<p>(AHMAD e IMTIAZ, 2019; ALBUQUERQUE <i>et al.</i>, 2020; HERNANDEZ, 2016; SHAHZAD <i>et al.</i>, 2017)</p>

## Referências

- AHANGARI, H.; KING, J. W.; EHSANI, A.; YOUSEFI, M. Supercritical fluid extraction of seed oils – A short review of current trends. **Trends in Food Science and Technology**, v. 111, n. May 2020, p. 249–260, 2021.
- AHMAD, A.; IMTIAZ, H. Chemical Composition of Date Pits: Potential to Extract and Characterize the Lipid Fraction. *In: Sustainable Agriculture Reviews* **34**. [s.l.: s.n.]. p. 55–77.
- ALBUQUERQUE, T. G.; NUNES, M. A.; BESSADA, S. M. F.; COSTA, H. S.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Biologically active and health promoting food components of nuts, oilseeds, fruits, vegetables, cereals, and legumes. *In: Chemical Analysis of Food*. Second Edi ed. [s.l.] Elsevier Inc., 2020. p. 609–656.
- ASSMANN, C. E.; WEIS, G. C. C.; ROSA, J. R. DA; BONADIMAN, B. DA S. R.; ALVES, A. DE O.; SCHETINGER, M. R. C.; RIBEIRO, E. E.; MORSCH, V. M. M.; CRUZ, I. B. M. DA. Amazon-derived nutraceuticals: Promises to mitigate chronic inflammatory states and neuroinflammation. **Neurochemistry International**, v. 148, n. August 2020, 2021.
- BELO, R. G.; VELASCO, L.; NOLASCO, S. M.; IZQUIERDO, N. G. Oil Phytosterol Concentration in Sunflower Presents a Dilution Response with Oil Weight per Grain. **JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 96, n. 10, p. 1115–1123, 2019.
- BERWAL, M. K.; RAM, C.; GURJAR, P. S.; GORA, J. S.; KUMAR, R.; VERMA, A. K.; SINGH, D.; BASILE, B.; ROUPHAEL, Y.; KUMAR, P. The Bioactive Compounds and Fatty Acid Profile of Bitter Apple Seed Oil Obtained in Hot, Arid Environments. **Horticulturae**, v. 8, n. 3, p. 259, 2022.
- BUSSO, D. *et al.* Intake of vitamin e and c in women of reproductive age: Results from the latin american study of nutrition and health (elans). **Nutrients**, v. 13, n. 6, 2021.
- COSTA, Neuza Maria Brunoro; ROSA, Carla de Oliveira Barbosa. **Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. Editora Rubio, 2016.
- ESTÁCIO, M. A. P.; ADAMI, E. R. Nutracêuticos : Efeitos Fisiológicos Da Vitamina C , Zinco E Probióticos No Tratamento De Doenças Gástricas Nutraceuticals : Physiological Effects of Vitamin C , Zinc and Probiotics in the Treatment of Gastric Diseases. **UNIANDRADE**, p. 74–82, 2019.
- FASCIOTTI, M.; MONTEIRO, T. V. C.; ROCHA, W. F. C.; MORAIS, L. R. B.; SUSSULINI, A.; EBERLIN, M. N.; CUNHA, V. S. Comprehensive Triacylglycerol Characterization of Oils and Butters of 15 Amazonian Oleaginous Species by ESI-HRMS/MS and Comparison with Common Edible Oils and Fats. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 122, n. 9, 2020.
- FERREIRA, I. J. B.; ALEXANDRE, E. M. C.; SARAIVA, J. A.; PINTADO, M. Green emerging extraction technologies to obtain high-quality vegetable oils from nuts: A review. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 76, n. November 2021, p. 102931, 2022.
- FU, X.; CHENG, S.; LIAO, Y.; HUANG, B.; DU, B.; ZENG, W.; JIANG, Y.; DUAN, X.; YANG, Z. Comparative analysis of pigments in red and yellow banana fruit. **Food Chemistry**, v. 239, p. 1009–1018, 15 jan. 2018.

GOPALAM, R.; MANASA, V.; VAISHNAV, S. R.; DAGA, P.; TUMANNEY, A. W. Profiling of Lipids, Nutraceuticals, and Bioactive Compounds Extracted from an Oilseed Rich in PUFA. **Plant Foods for Human Nutrition**, n. 0123456789, p. 1–7, 2022.

HERNANDEZ, E. M. Specialty Oils: Functional and Nutraceutical Properties. *In: Functional Dietary Lipids: Food Formulation, Consumer Issues and Innovation for Health*. [s.l.] Elsevier Ltd, 2016. p. 69–101.

IBIAPINA, A.; GUALBERTO, L. DA S.; DIAS, B. B.; FREITAS, B. C. B.; MARTINS, G. A. DE S.; MELO FILHO, A. A. Essential and fixed oils from Amazonian fruits: proprieties and applications. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 0, n. 0, p. 1–13, 2021.

KASEKE, T.; FAWOLE, O. A.; OPARA, U. L. Chemistry and Functionality of Cold-Pressed Macadamia Nut Oil. **Processes**, v. 10, n. 1, 2022.

MAESTRI, D.; CITTADINI, M. C.; BODOIRA, R.; MARTÍNEZ, M. Tree Nut Oils: Chemical Profiles, Extraction, Stability, and Quality Concerns. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 122, n. 6, p. 1–14, 2020.

MAOKA, T. Carotenoids as natural functional pigments. **Journal of Natural Medicines**, v. 74, p. 1–16, 2020.

MARQUES, F. G.; OLIVEIRA NETO, J. R. DE; CUNHA, L. C. DA; PAULA, J. R. DE; BARA, M. T. F. Identification of terpenes and phytosterols in *Dipteryx alata* (baru) oil seeds obtained through pressing. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 25, n. 5, p. 522–525, 2015.

MARTÍNEZ-CRUZ, O.; PAREDES-LÓPEZ, O. Phytochemical profile and nutraceutical potential of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) by ultra high performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 1346, p. 43–48, 2014.

OLIVEIRA, N. A. DE; MAZZALI, M. R.; FUKUMASU, H.; GONÇALVES, C. B.; OLIVEIRA, A. L. DE. Composition and physical properties of babassu seed (*Orbignya phalerata*) oil obtained by supercritical CO<sub>2</sub> extraction. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 150, p. 21–29, 2019.

REIS, M. Á.; NOVAES, R. D.; BAGGIO, S. R.; VIANA, A. L. M.; SALLES, B. C. C.; DUARTE, S. M. D. S.; RODRIGUES, M. R.; PAULA, F. B. D. A. Hepatoprotective and Antioxidant Activities of Oil from Baru Almonds (*Dipteryx alata* Vog.) in a Preclinical Model of Lipotoxicity and Dyslipidemia. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2018, 2018.

RODRIGUEZ-CONCEPCION, M. *et al.* A global perspective on carotenoids: Metabolism, biotechnology, and benefits for nutrition and health. **Progress in Lipid Research**, v. 70, p. 62–93, 1 abr. 2018.

SANTOS, K. A.; FILHO, O. P. A.; AGUIAR, C. M.; MILINSK, M. C.; SAMPAIO, S. C.; PALÚ, F.; SILVA, E. A. DA. Chemical composition, antioxidant activity and thermal analysis of oil extracted from favela (*Cnidocolus quercifolius*) seeds. **Industrial Crops and Products**, v. 97, p. 368–373, 2017.

SHAHZAD, N. *et al.* Phytosterols as a natural anticancer agent: Current status and future perspective. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 88, p. 786–794, 1 abr. 2017.

SINGH, P.; SIVANANDAM, T. M.; KONAR, A.; THAKUR, M. K. Role of nutraceuticals in cognition during aging and related disorders. **Neurochemistry International**, v. 143, n. July 2020, p. 104928, 2021.

SUÁREZ, M.; GUAL-GRAU, A.; ÁVILA-ROMÁN, J.; TORRES-FUENTES, C.; MULERO, M.; ARAGONÈS, G.; BRAVO, F. I.; MUGUERZA, B. Oils and Oilseeds in the Nutraceutical and Functional Food Industries. *In: Oil and Oilseed Processing*. [s.l: s.n.]. p. 219–243.

USDA, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. (2019). **FoodData Central**. [fdc.nal.usda.gov](https://fdc.nal.usda.gov). Accessed april of 2022.

VERGALLO, C. Nutraceutical vegetable oil nanoformulations for prevention and management of diseases. **Nanomaterials**, v. 10, n. 6, p. 1–30, 2020.

XIE, J.; YAO, S.; MING, J.; DENG, L.; ZENG, K. Variations in chlorophyll and carotenoid contents and expression of genes involved in pigment metabolism response to oleocellosis in citrus fruits. **Food Chemistry**, v. 272, p. 49–57, 30 jan. 2019.

YANG, R.; XUE, L.; ZHANG, L.; WANG, XUEFANG; QI, X.; JIANG, J.; YU, L.; WANG, XIUPIN; ZHANG, W.; ZHANG, Q.; LI, P. Phytosterol contents of edible oils and their contributions to estimated phytosterol intake in the Chinese diet. **Foods**, v. 8, n. 8, 2019.

## **COMPARAÇÃO ENTRE METODOLOGIAS PARA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE ANGELIM-FERRO EM RORAIMA**

**Oscar José Smiderle, Aline das Graças Souza**

**RESUMO:** A maioria das espécies, pertencente à família Fabaceae, apresenta dormência de tegumento que dificulta a entrada de água e, conseqüentemente, a germinação. Diante do exposto, objetivou-se comparar metodologias de escarificação de sementes de *D. excelsa* para superação de dormência, estabelecidas na literatura e obtenção de uma nova metodologia proposta no presente estudo visando a obtenção da máxima emergência de plântulas, sem agredir o ambiente e com redução no tempo de obtenção para o viveirista e produtor de mudas florestais. Escarificação com ácido sulfúrico proposta por Vastano Junior é eficiente na obtenção de 89% de emergência de plântulas. No entanto, o uso do ácido sulfúrico, é viável e seguro somente quando realizado em laboratório de análise de sementes e utilizando as medidas de segurança necessárias. Todavia, apresenta perigo de queimaduras ao técnico, funcionário e ou mesmo ao produtor que executa a operação, além de realizar o posterior descarte adequado. A nova metodologia para superar dormência em sementes de *D. excelsa* proposta neste estudo por Smiderle e Souza, 2023, não prejudica o meio ambiente e apresenta redução de 13 dias na obtenção de 100% de emergência de plântulas de *D. excelsa*. A metodologia é precisa, simples de realizar e adequada para as condições dos viveiristas e produtores de mudas florestais de forma positiva em relação a metodologia de Vastano Junior. A nova metodologia proposta por Smiderle e Souza, 2023 revela que duas horas é o tempo adequado de imersão das sementes de *D. excelsa* em água na temperatura de 25°C para a eficiente superação da dormência de sementes escarificadas, no lado direito ou esquerdo, de *D. excelsa* com 100% de emergência de plântulas.

**Palavras-chave:** *Dinizia excelsa*, emergência de plântulas, imersão em água.



## **INTRODUÇÃO**

A flora da Amazônica setentrional é composta por vasta diversidade de espécies, cujas sementes apresentam variação quanto aos aspectos morfológicos e fisiológicos, os quais determinam as atividades de coleta, dormência física e fisiológica, beneficiamento e produção de mudas. Estudos básicos para germinação de sementes são de suma importância para o estabelecimento de programas de reflorestamento e conservação (ARAÚJO et al., 2022; ABREU et al., 2017, ARAÚJO-NETO et al., 2012).

No entanto, a domesticação de espécies florestais nativas é restrita devido à falta de estudos relacionados à ecologia, fisiologia e morfologia de suas sementes. A maioria das espécies, pertencente à família Fabaceae, apresenta dormência de tegumento que dificulta a entrada de água e, conseqüentemente, a germinação (BENTSINK et al., 2018).

A dormência é considerada mecanismo natural de sobrevivência da espécie, pois favorece a viabilidade da semente ao longo do tempo e sua perpetuação. Em contrapartida, quando as sementes são utilizadas para a produção de mudas, torna-se uma desvantagem em razão do período prolongado até a germinação das sementes em condições naturais, ficando as mesmas sujeitas a situações adversas do meio biótico e abiótico.

Sementes que apresentam dormência resulta na germinação lenta e desuniforme, conseqüentemente, plantas não uniformes, o que pode provocar restrição à eficiência do manejo em viveiros (FERREIRA et al., 2009). Adicionalmente a isso, pesquisas com tratamentos pré-germinativos visando à quebra da dormência são importantes para acelerar e uniformizar a germinação das sementes (CRUZ et al., 2009), principalmente de espécies florestais, pois possuem valor econômico e ecológico.

*Dinizia excelsa* Ducke, conhecida como angelim vermelho, é uma espécie nativa da Amazônia, encontrada em Roraima, no Amazonas, Pará, Acre, Rondônia e Amapá, e norte do Maranhão (FERREIRA; HOPKINS, 2004). *Dinizia excelsa* apresenta importância econômica e ecológica, contribuindo na biomassa florestal e no comércio madeireiro (EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2004).

A semente de *D. excelsa* apresenta tamanho pequeno, com valores médios de comprimento, largura e espessura de 13,1 mm, 7,5 mm e 1,9 mm, respectivamente, e a massa média de 100 sementes é de 15,1 g (CRUZ; PEREIRA, 2015) a coloração é

marrom-escuro, opaca e de consistência dura, formato oblongo, plano-comprimido, com base assimétrica e ápice arredondado, tegumento liso e glabro, endosperma espesso, aderente ao tegumento, envolve o embrião, que é reto com eixo embrionário estreito, esbranquiçado. A semente de *D. excelsa* apresenta dormência tegumentar, causada pela impermeabilidade a água, que pode ser rompida através de tratamentos pré-germinativos (MESQUITA et al., 2009).

Vastano Junior et al. (1983), determinando o poder germinativo de sementes de *D. excelsa* recomendaram o tratamento com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de 30 minutos com germinação de 89% e o segundo melhor tratamento foi água quente a 80°C por 10,0 min. com germinação de 62%, seguidos da escarificação mecânica com 63% de germinação, devendo ainda este último ser melhor estudado em escarificadores mecanizados elétricos e por vários tempos de imersão em água ou H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Diante do exposto, objetivou-se comparar metodologias de escarificação de sementes de *D. excelsa* para superação de dormência, estabelecidas na literatura e obtenção de uma nova metodologia proposta no presente estudo visando a obtenção da máxima emergência de plântulas sem agredir o meio ambiente e com redução no tempo de obtenção para o viveirista e produtor de mudas florestais.

## **METODOLOGIA**

Os frutos de *D. excelsa* coletados foram selecionados retirando-se do lote aqueles com danos mecânicos, deteriorados, permitindo a obtenção de um lote uniforme (valores médios: 14-16 cm de comprimento, 4-5 cm de largura e 2,0-2,3 mm de espessura). Posteriormente os frutos (tipo vagem) foram cortados transversalmente com tesoura, evitando atingir a semente e, em seguida, foram abertos, separando-se manualmente as paredes do pericarpo. Dessa forma, as sementes foram retiradas facilmente (Figura 1).

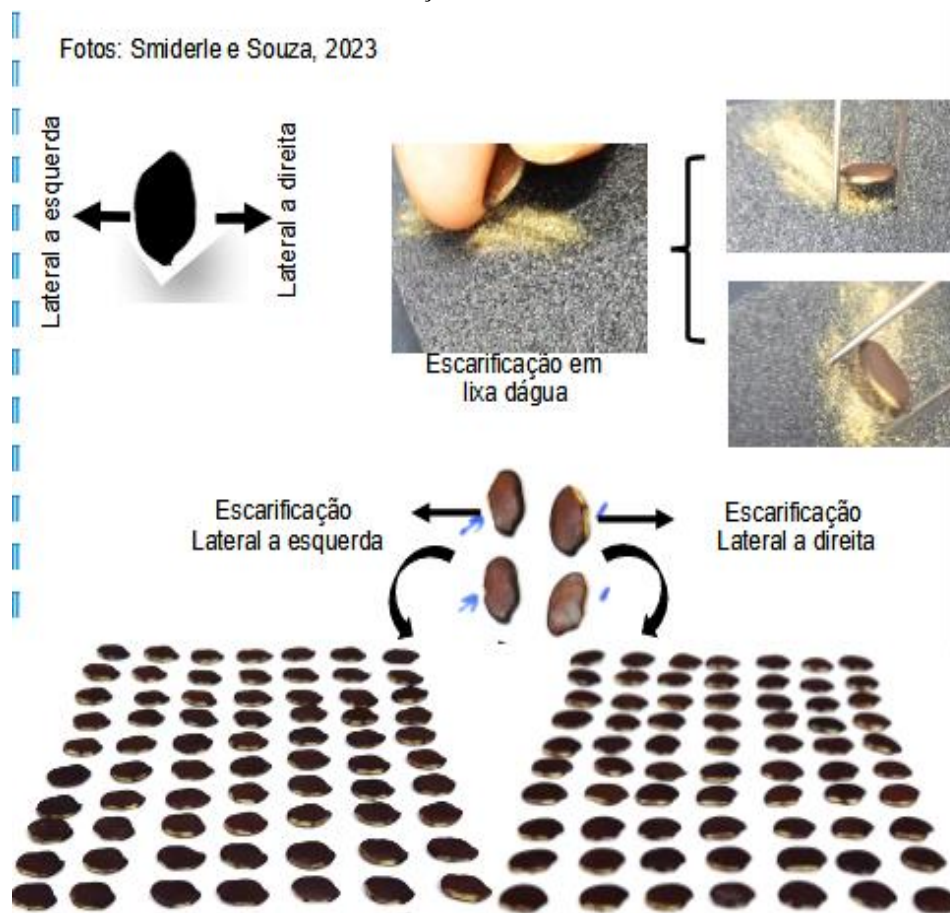
**Figura 1-** Visualização de frutos inteiros e aberto de *D. excelsa*. Fotos: Smiderle e Souza (2023).



Para a caracterização biométrica das sementes de *D. excelsa* registrou-se as medidas de comprimento (mm), largura (mm) e espessura (mm), medindo-se na porção média, utilizando-se paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Os valores médios obtidos foram: comprimento (12,90 mm), largura (7,90 mm), espessura (1,90 mm), e massa fresca da semente de *D. excelsa* de 0,15 gramas, considerando amostra de 100 sementes. A massa fresca (g) das sementes foi determinada por meio de balança de precisão (0,001 g). As sementes de *D. excelsa*, do lote utilizado neste estudo, apresentaram massa média de 0,15 g.

Logo após as sementes foram submetidas ao tratamento de escarificação física, que foi realizada no lado lateral direito e esquerdo (Figura 2) com auxílio de lixa de água nº 100 (Figura 2). O teor de água das sementes foi determinado, em estufa ( $105 \pm 3$  °C) por 24 horas, conforme procedimento descrito em Brasil (2009), com cinco repetições de 10 sementes.

**Figura 2-** Processo de escarificação física de sementes de *D. excelsa*, realizada na lateral esquerda e direita com auxílio de lixa de ferro nº 100 e visualização de sementes escarificadas.



### **Embebição de sementes de *D. excelsa* em Água**

Concomitantemente, realizou-se a imersão de sementes *D. excelsa* em água a temperatura de 25 °C, sendo estabelecido o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5 (com escarificação física lado direito e com escarificação físico lado esquerdo da semente e cinco tempos de imersão em água (0, 2, 4, 6 e 8 horas) + adicional sem escarificação com 10 repetições de 10 sementes cada.

Para isso as sementes foram acondicionadas em copos de plástico, com 200 mL de capacidade, contendo 75 mL de água destilada (Figura 3) conforme Oliveira et al. (2016).

**Figura 3-** Visualização esquemática da metodologia do presente estudo: Sementes de *D. excelsa* com e sem escarificação física imersas em água por seis horas. Fotos: Smiderle e Souza (2023).



**Tempos (0, 2, 4, 6 e 8 horas) de imersão de sementes em H<sub>2</sub>O a temperatura de 25°C**

Em seguida, os recipientes contendo o material foram alocados em câmara Biochemical Oxygen Demand (BOD), regulada a 25 °C. O tempo de imersão foram: sem imersão em água - tempo zero (0) e com imersão em água por quatro tempos em horas. O acompanhamento do processo de embebição foi conduzido com a realização de pesagens (0, 2, 4, 6 e 8 horas). Após a última pesagem, foi determinado o teor de água das sementes conforme Brasil (2009). Para cada pesagem foi determinada a porcentagem de embebição das sementes (%EB), utilizando a fórmula:

$$\%EB = \frac{(Mf - Mi)}{Mi} \times 100$$

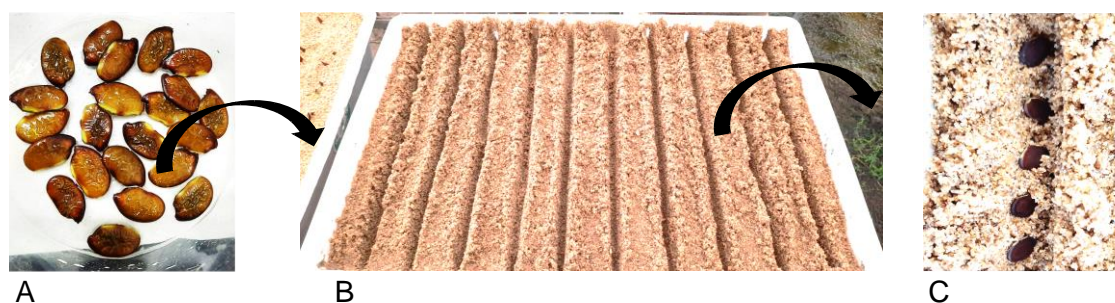
Onde:  $Mf$  = massa após a embebição; e  $Mi$  = massa inicial da semente.

As sementes de cada tempo de imersão em água foram retiradas e semeadas em areia de granulometria média a 1,0 cm de profundidade em bandejas plásticas de 30 cm



x 40 cm x 10 cm, mantidas em casa de vegetação (Figura 4) com temperatura média no período do experimento de  $28 \pm 5$  °C e a umidade relativa do ar, de 60% a 70%.

**Figura 4-** Visualização das sementes de *D. Excelsa* embebidas (A) preparo para semeadura em areia de granulometria média a 1,0 cm de profundidade em bandejas plásticas de 30 cm x 40 cm x 10 cm (B), semeadura em linhas (C) na bandeja plástica em casa de vegetação. Foto: Smiderle e Souza (2023).



Para a realização do teste de emergência o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5 (com escarificação lado direito e com escarificação física lado esquerdo e cinco tempos de imersão em água (0, 2, 4, 6 e 8 horas) + adicional sem escarificação com 10 repetições de 10 sementes cada.

A fim de complementar e elucidar os resultados do presente estudo (metodologia Smiderle e Souza, 2023) realizou-se a comparação entre metodologia da literatura (VASTANO JUNIOR et al., 1983) sob diferentes métodos de escarificação de sementes de *D. excelsa* visando a quebra da dormência. Somente os dados de porcentagem de emergência (% E) de plântulas de *D. excelsa* foram utilizados nesta abordagem na comparação entre metodologia proposta neste estudo, denominada de metodologia – Smiderle e Souza (2023) e a metodologia de comparação na literatura proposta por VASTANO JUNIOR et al. (1983), denominada de metodologia (Vastano Junior) conforme exposto na Tabela 1.

**Tabela 1.** Comparação entre metodologias de escarificação de sementes de *D. excelsa* nova, proposta por Smiderle e Souza (2023) e a metodologia utilizada por **Vastano Junior** visando a máxima porcentagem de emergência de plântulas

**Metodologia Smiderle e Souza 2023**

T1- Sem escarificação física (Controle)

T2- Com escarificação física (lado esquerdo), auxílio de lixa d'água nº 100

**Vastano Junior**

T1- Sem escarificação física (Controle)

T2- Escarificação mecânica manual em pedra abrasiva

## Estudos em Ciências Agrárias no Brasil: Produções Multidisciplinares no Século XXI

T3- Com escarificação física (lado esquerdo) + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 2 horas de imersão	T3- Sem escarificação + imersão em ácido sulfúrico P.A. (96%) por período de 30 minutos
T4- Com escarificação física (lado esquerdo), + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 4 horas de imersão	T4- Sem escarificação + imersão em ácido sulfúrico P.A. (96%) por período de 20 minutos
T5- Com escarificação física (lado esquerdo), + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 6 horas de imersão	T5- Sem escarificação física + H <sub>2</sub> O a temperatura de 80°C por 20 minutos de imersão
T6- Com escarificação física (lado esquerdo) + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 8 horas de imersão	T6- Sem escarificação física + H <sub>2</sub> O a temperatura de 80°C por 10 minutos de imersão
T7- Sem escarificação física + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 2 horas de imersão	T7- Sem escarificação física + H <sub>2</sub> O a temperatura de 80°C por 5 minutos de imersão
T8- Sem escarificação física, + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 4 horas de imersão	T8- Sem escarificação física + H <sub>2</sub> O a temperatura de 80°C por 2,5 minutos de imersão
T9- Sem escarificação física, + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 6 horas de imersão	T9- Sem escarificação física + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 13 horas de imersão
T10- Sem escarificação física, + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 8 horas de imersão	T10- Sem escarificação física + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 25 horas de imersão
T11- Com escarificação física (lado direito), com auxílio de lixa d'água nº 100	-----
T12- Com escarificação física (lado direito) + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 2 horas de imersão	-----
T13- Com escarificação física (lado direito) + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 4 horas de imersão	-----
T14- Com escarificação física (lado direito) + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 6 horas de imersão	-----
T15- Com escarificação física (lado direito) + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 8 horas de imersão	-----

A análise dos dados do presente estudo foi realizada no programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2014).

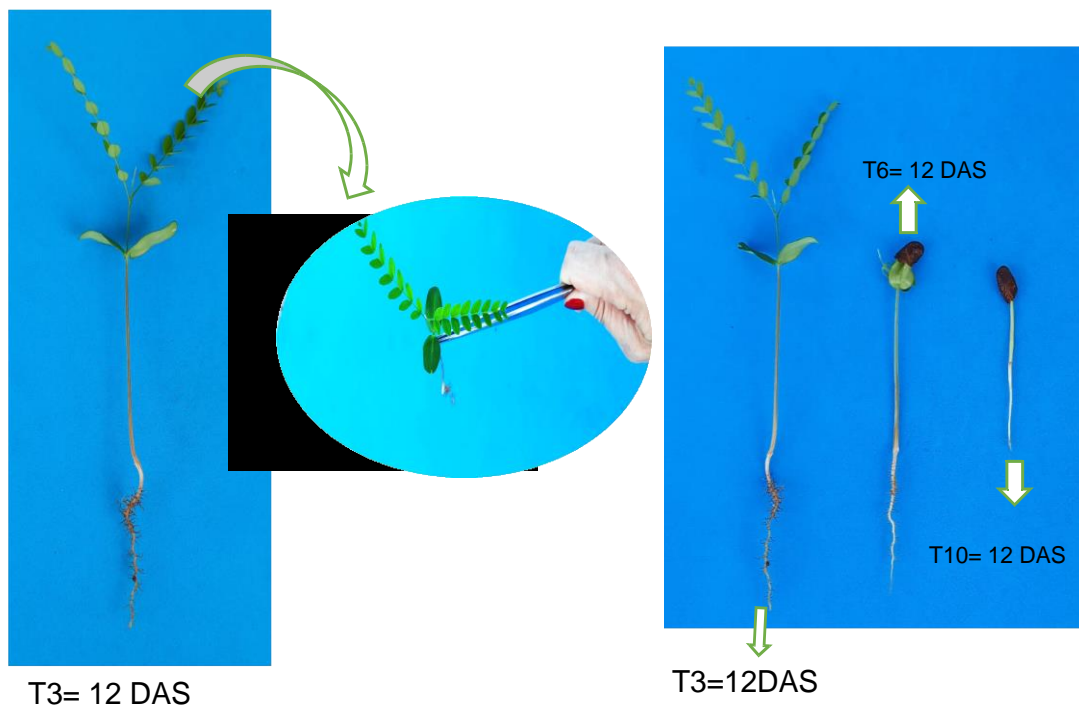


## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor médio de água das sementes de *D. excelsa* com e sem escarificação, na metodologia de Smiderle e Souza, exibiu no período zero de imersão em água foi de 6,8% com e sem escarificação física. Por sua vez, as sementes imersas em água por oito horas, o teor médio de água em sementes escarificadas lado direito ou esquerdo foi de 50,35% e nas sementes sem escarificação o teor médio de água foi de 9,09%. VASTANO JUNIOR (1983) trabalhando com sementes de *D. excelsa* obtiveram teor médio de água, no tempo zero sem escarificação, de 5,75%.

Vale destacar que, sementes com qualidade fisiológica são de suma importância para o processo de produção de mudas de espécies florestais nativas (SMIDERLE; SOUZA, 2022). Assim, tais resultados obtidos neste estudo (metodologia Smiderle e Souza, 2023) revelaram que em sementes de *D. excelsa* iniciou-se a emergência de plântulas aos 4 dias após a sementeira (DAS) e finalizou-se aos 12 DAS (Figura 5).

**Figura 5-** Visualização de plântulas normais de *D. excelsa* aos 12 DAS oriundas do tratamento 3 (T3), enforcamento dos cotilédones pelo não desprendimento do tegumento, no tratamento T6, e tegumento cobrindo 100% os cotilédones (T10). Fotos: Smiderle e Souza (2023).



Por sua vez, nos tratamentos (T4) com escarificação física ao lado esquerdo e T12 com escarificação física ao lado direito, com auxílio de lixa d'água nº 100 + H<sub>2</sub>O a

temperatura de 25°C, por duas horas de imersão, foi suficiente para promover adequadas alterações no processo de dormência física e fisiológica das sementes de *D. excelsa*, sendo determinante no resultado de 100% de emergência de plântulas aos 12 dias após a semeadura (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios de porcentagem de emergência de plântulas entre a nova metodologia de escarificação física de sementes de *D. excelsa*, proposta por Smiderle e Souza (2023) e a metodologia utilizada por **Vastano Junior**, oriunda da literatura visando a máxima porcentagem de emergência de plântulas

Metodologias na superação de dormência de sementes de *D. excelsa*

Metodologia Smiderle e Souza (2023)		Metodologia Vastano Junior	
Porcentagem de emergência de plântulas (% E)			
T1- Sem escarificação física (Controle)	0e	T1- Sem escarificação física (Controle)	7 d
T2- Com escarificação física (lado esquerdo), com auxílio de lixa água nº 100	85b	T2- Escarificação mecânica manual em pedra abrasiva	63b
T3- Com escarificação física (lado esquerdo) + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 2 horas de imersão	100a	T3- Sem escarificação + imersão em ácido sulfúrico P.A. (96%) por período de 30 minutos	89a
T4- Com escarificação física (lado esquerdo), + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 4 horas de imersão	70b	T4- Sem escarificação + imersão em ácido sulfúrico P.A. (96%) por período de 20 minutos	87a
T5- Com escarificação física (lado esquerdo), + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 6 horas de imersão	55c	T5- Sem escarificação física + H <sub>2</sub> O a temperatura de 80°C por 20 minutos de imersão	43c
T6- Com escarificação física (lado esquerdo) + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 8 horas de imersão	50c	T6- Sem escarificação física + H <sub>2</sub> O a temperatura de 80°C por 10 minutos de imersão	62b
T7- Sem escarificação física + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 2 horas de imersão	0e	T7- Sem escarificação física + H <sub>2</sub> O a temperatura de 80°C por 5 minutos de imersão	53c
T8- Sem escarificação física, + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 4 horas de imersão	0e	T8- Sem escarificação física + H <sub>2</sub> O a temperatura de 80°C por 2,5 minutos de imersão	61b
T9- Sem escarificação física, + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 6 horas de	0e	T9- Sem escarificação física + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C	5d

imersão		por 13 horas de imersão	
T10- Sem escarificação física, + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 8 horas de imersão	8e	T10- Sem escarificação física + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 25 horas de imersão	2d
T11- Com escarificação física (lado direito), com auxílio de lixa água n° 100	65bc	-----	-----
T12- Com escarificação física (lado direito) + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 2 horas de imersão	100a	-----	-----
T13- Com escarificação física (lado direito) + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 4 horas de imersão	50c	-----	-----
T14- Com escarificação física (lado direito) + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 6 horas de imersão	25d	-----	-----
T15- Com escarificação física (lado direito) + H <sub>2</sub> O a temperatura de 25°C por 8 horas de imersão	20d	-----	-----

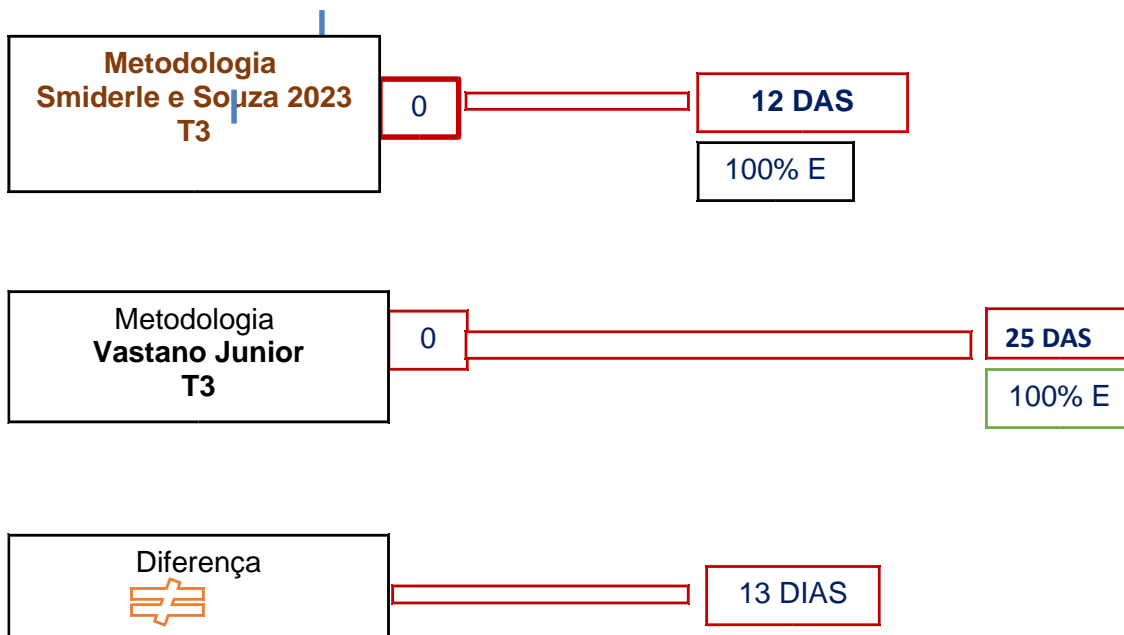
As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em resumo a imersão de sementes escarificadas lado direito ou lado esquerdo em H<sub>2</sub>O a temperatura de 25°C por duas horas, é de fácil realização e baixo custo. Outrossim, não contamina o ambiente e resultou 100% de emergência de plântulas de *D. excelsa* em menor tempo (Figura 6).

Vale destacar que, na metodologia proposta por Smiderle e Souza (2023) sementes sem escarificação mecânica imersas por diferentes períodos em água a temperatura de 25 °C, exibiram valores nulos e/ou abaixo de 8% de emergência de plântulas, resultados semelhantes foram obtidos por VASTANO JUNIOR et al. (1983) (Tabela 2).

**Figura 6-** Tempo (dias) após a semeadura na obtenção de 100% de emergência de plântulas de *D. excelsa* e diferença entre metodologia proposta por Smiderle e Souza (2023) e metodologia utilizada por Vastano Junior. Fonte: Smiderle e Souza (2023)

**Escala temporal na obtenção de 100% de emergência de plântulas de *D. excelsa***



De acordo com Smiderle: Souza (2021) períodos de imersão que não sejam ajustados para a espécie em estudo, podem levar a deterioração por alterações fisiológicas, bioquímicas e citológicas da semente, culminando com baixo vigor de plântulas ou mesmo a morte. Fato esse evidenciado no presente estudo, e bem como na metodologia de Vastano Junior et al. (1983).

Os resultados descritos no presente estudo e bem como na literatura permitem revelar que a dormência física das sementes de *D. excelsa* está presente (CRUZ et al., 2009; CRUZ; PEREIRA, 2015; MENDONÇA, 2000; MELO; VARELA, 2006; MESQUITA et al., 2007) e que a temperatura da água adequada controla o processo da dormência fisiológica, tornando o metabolismo das sementes ativo e o embrião apto para a retomada do desenvolvimento. Vale destacar, que os resultados obtidos pela metodologia proposta por Smiderle e Souza (2023) evidenciaram que sementes com escarificação física no lado direito ou esquerdo e submetidas a 2 horas de imersão em água na temperatura de 25 °C, revelaram ser uma técnica viável e promissora no setor de produção de mudas de *D. excelsa*, devido a maior emergência de plântulas obtidas e sem utilizar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

## **CONCLUSÕES**

A metodologia de superação da dormência em sementes de *D. excelsa* utilizando a escarificação com ácido sulfúrico proposta por Vastano Junior é eficiente na obtenção de 89% de emergência de plântulas, no entanto, o uso do ácido sulfúrico, somente é viável e segura quando realizada em laboratório de análise de sementes e utilizando as medidas de segurança, todavia, apresenta perigo de queimaduras ao técnico, funcionário ou mesmo ao produtor que executa a operação, além de gerar resíduo químico que necessita de posterior descarte adequado.

A nova metodologia para superar dormência em sementes de *D. excelsa* proposta neste estudo por Smiderle e Souza (2023), não prejudica o meio ambiente e apresenta redução de 13 dias para obtenção de 100% de emergência de plântulas de *D. excelsa*, a metodologia é precisa, simples de realizar e adequada para as condições dos viveiristas e produtores de mudas florestais de forma positiva em relação a metodologia de Vastano Junior.

Na nova metodologia de Smiderle e Souza (2023) revela que duas horas é tempo adequado de imersão das sementes de *D. excelsa* em água e a temperatura de 25°C para eficiente superação da dormência de sementes, escarificadas no lado direito ou esquerdo de *D. excelsa* obtendo 100% de emergência de plântulas.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas concedidas e a Embrapa Roraima pela estrutura disponível para as análises realizadas. O primeiro autor agradece ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa.

## **REFERÊNCIAS**

ABREU, D. C. A.; PORTO, K. G.; NOGUEIRA, A. C. Métodos de superação da dormência e substratos para germinação de sementes de *Tachigali vulgaris* LG Silva & HC Lima. Floresta e Ambiente, v. 24, e00071814, 2017.

ARAÚJO NETO, A.C. *et al.* Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de *Adenanthera pavonina* L. *Scientia Plena*, v. 8, n. 4, e047323, 2012.

ARAÚJO, D.G. *et al.* Overcoming dormancy in *Tachigali micropetala* (Ducke) Zarucchi & Pipoly (Fabaceae – Caesalpinioideae) seeds. *Ciência Florestal*, v.32, n.4, p.2389-2403, 2022.

BENTSINK, L.; SOPPE, W.; KOORNNEEF, M. Genetic aspects of seed dormancy. *Annual Plant Reviews online*, [s.l.], v.27, p. 113-132, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília. 2009. 399 p.

CRUZ, E.D.; PEREIRA, A.G. Germinação de sementes de espécies amazônicas: angelim-vermelho (*Dinizia excelsa* Ducke). Embrapa Amazônia Oriental, 2015. 1-5 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 251).

CRUZ, E.D.; QUEIROZ, R.J.B.; CARVALHO, J.E.U. Methods for overcoming dormancy in *Dinizia excelsa* Ducke seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 4, p.152-159, 2009.

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. Espécies arbóreas da Amazônia n.6: Angelim vermelho, *Dinizia excelsa*. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, 2004, 6p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

FERREIRA, G.C.; HOPKINS, M.J.G. Manual de identificação botânica e anatômica – Angelim. Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA, 2004, 101p.

FERREIRA, R.A. *et al.* Semeadura direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. *Scientia Forestalis*, v.37, n.81, p.037-046, 2009.

MELO, M.F.F.; VARELA, V.P. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da Amazônia. I. *Dinizia excelsa* ducke (Angelim pedra). II. *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Cedrorana) - Leguminosae: Mimosoideae. *Revista Brasileira de Sementes*, v.28, n.1, p.54-62, 2006.

MENDONÇA, M.A.F. 2000. Características silviculturais do angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke, leg. - Mimosoideae): aspectos da variabilidade fenotípica, germinação das

sementes e composição do substrato para formação de mudas. INPA/UA, Manaus. Dissertação de Mestrado. 50 p.

MESQUITA, M.R., FERRAZ, I.D.K.; CAMARGO, J.L.C. Angelim-vermelho, *Dinizia excelsa* Ducke In: I. D. K. Ferraz; J.L.C. Camargo (Eds) Manual de Sementes da Amazônia. Fascículo 8, 12p. INPA, Manaus-AM, Brasil. 2009.

MESQUITA, M.R., FERRAZ, I.D.K.; CAMARGO, J.L.C. *Dinizia excelsa* Ducke: Morfologia externa de frutos e sementes e mudança foliar da plântula à árvore. Revista Brasileira de Biociências, v.5, n.1, p.483-485, 2007.

OLIVEIRA, D.L. *et al.* Water absorption, and method improvement concerning electrical conductivity testing of *Acacia mangium* (Fabaceae) seeds. Revista de Biologia Tropical, v.64, n.2, p. 651-1660, 2016.

SMIDERLE, O.J.; SOUZA, A.G. Do scarification and seed soaking periods promote maximum vigor in seedlings of *Hymenaea courbaril*?. Journal of Seed Science, v.43, p.e202143030, 2021.

SMIDERLE, O.J.; SOUZA, A.G. Cartilha de sementes e mudas de espécies florestais em Roraima. Embrapa, Roraima, 2022. 60p.

VASTANO JUNIOR. B.; BARBOSA, A.P.; GONÇALVES, A.N. Tratamentos pré-germinativos de sementes de espécies florestais Amazônicas. I - Angelim Pedra (*Dinizia excelsa* Ducke - Leguminosae, Mimosoideae). Acta Amazônica, v.13, n.2, p. 413-419. 1983.



## **CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO ELETRÔNICO PARA A DETECÇÃO DE VIBRAÇÕES E IMPACTOS EM ESTEIRAS TRANSPORTADORAS EM AVIÁRIOS**

**Mario Mollo Neto**

**RESUMO:** O Brasil é um grande produtor de ovos, e o Estado de São Paulo é aquele que mais produz ovos do Brasil, sendo a região de Tupã a maior produtora de ovos no Estado com 55% da produção, em 2018 e Bastos, o maior produtor de ovos no Estado, representando 36% do total paulista. Assim, com estes volumes de produção, é possível compreender a importância deste setor produtivo, que demanda inovações tecnológicas para garantir a sua permanência no mercado e a sua eficiência na produção. A implantação de novas tecnologias para a automatização da produção de ovos, nem sempre trazem só resultados positivos, mas demandam ajustes e acessórios para que se evitem perdas durante o processo produtivo. Neste contexto, destaca-se o problema advindo dos sistemas automatizados de transporte dos ovos, que podem causar perdas produtivas e financeiras para as granjas. Há perdas na linha de produção durante o transporte automatizado desde os galpões até o processo final de expedição, onde as vibrações e impactos de causam danos, assim como os tempos de exposição ao sol. Considerando o cenário descrito, neste projeto o gol foi focado no desenvolvimento tecnológico com a geração de uma inovação composta de um sistema eletrônico autônomo para ser lançado ao sistema de transporte desde a origem onde estão alojadas as aves, coletando dados dos obstáculos, sua posição e das condições de exposição às intempéries, até o ponto de chegada para expedição, de forma a mitigar as perdas produtivas e ampliar a competitividade das granjas. Confirmou-se a hipótese de que é possível evitar a perda de qualidade dos ovos durante o transporte entre as unidades de processamento a partir da análise dos dados armazenados digitalmente, do comportamento de exposição às variações de temperatura e umidade relativa do ar, vibrações e impactos detectados pelo sistema coletor construído, mitigando do problema em estudo.

**Palavras-chave:** Firmware, Coletor de Dados, Sensores.

## **INTRODUÇÃO**

Segundo a Gessulli Agribusiness (2017) a produção brasileira de ovos totalizou 39 bilhões de unidades em 2016, um recorde que colocou o Brasil como sétimo maior produtor mundial. Quase tudo é consumido dentro do país e contribui para o aquecimento do mercado interno. Apesar de ter registrado um aumento de quase 40% desde 2010, há potencial para o consumo per capita aumentar muito no país. No ano de 2017, os brasileiros consumiram 190 unidades por ano. A média mundial é de 230, mas bate 300 ovos por pessoa em vários países, como China, Dinamarca e México.

Como pode ser observado na matéria publicada pelo Governo do Estado de São Paulo (2019) na seção últimas notícias, São Paulo é o Estado que mais produz ovos do Brasil, concentrando 30,9% da produção brasileira, uma produção capaz de alimentar mais de 60 milhões de pessoas por ano, considerando o que no ano de 2018, o consumo per capita de ovos no país, subiu para a marca de 212 ovos por ano. Em 2018, o Brasil exportou 11,6 mil toneladas do alimento para todos os continentes do mundo, no valor de US\$ 17,1 milhões, segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA).

Nesta mesma matéria, há o destaque de que a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo afirma que a região de Tupã é a maior produtora de ovos no Estado com 55% da produção, em 2018. Bastos, por sua vez, é o maior produtor de ovos no Estado, representando 36% do total paulista. O Valor da Produção Agropecuária (VPA) de ovos de galinha é de 60,8% do VPA, da Regional de Tupã.

Ainda segundo a matéria publicada pelo Governo do Estado de São Paulo (2019) No Estado foram produzidas 41 milhões de caixas de 30 dúzias de ovos no ano de 2018. Somente em Bastos foram produzidas 14,6 milhões de caixas de 30 dúzias de ovos em 2018 (ao redor de 5 bilhões de unidades). Além de que são produzidas por dia 60 mil caixas de 30 dúzias (21,6 milhões de unidades) sendo comercializado pelo preço médio de R\$ 68,99/cx.30dz.

Dados do Portal Embrapa (2023) apontam que, no período de 2000 a 2020, a produção de ovos nesses 21 anos cresceu 138,54%, de 1.663 milhões de dúzias para 3.967 milhões de unidades. Como a população brasileira cresceu apenas 25,63% no mesmo período, conseqüentemente a produção per capita aumentou de 9,79 dúzias (ou 117,48

unidades) em 2000 para 18,60 dúzias (223,20 ovos) em 2020. Ainda que a produção de ovos esteja distribuída em todos os estados da Federação, os principais estados produtores em 2020, foram São Paulo (28,81%), Paraná (9,10%) e Minas Gerais (8,87%). A produção de ovos para consumo vem principalmente dos estados de SP, ES e MG.

Ainda segundo o Portal Embrapa (2023) observa-se que a Associação Brasileira de Proteína Animal a produção atendeu em 2020 quase que exclusivamente ao mercado doméstico, e as exportações foram de apenas 0,31% da produção. Em época de pandemia, quando houve redução de empresas e de renda das famílias, a produção atendeu às necessidades de proteína de amplas camadas da população brasileira, principalmente dos mais pobres.

Trata-se, portanto, de importante cadeia produtiva da região e com grande potencial de crescimento para os próximos anos.

O Portal Embrapa (2023) ainda destaca que os méritos da pesquisa do Brasil consistiram em acompanhar a evolução tecnológica mundial e viabilizar a adaptação de inovações, contribuir para a definição de produtos para composição de rações, desenvolvimento de vacinas, recomendações de manejo, modelos de construções e equipamentos e, mais recentemente, uso de inteligência artificial e automação na produção de ovos. Mas há ainda desafios tecnológicos a serem vencidos no Brasil, destacando-se requisitos de preservação do meio ambiente (dejetos), bem-estar animal, segurança alimentar e biossegurança nas criações. Do ponto de vista econômico, registra-se que a adoção desses pacotes tecnológicos em grande escala permitiu o aumento da produção, a queda dos preços e maior consumo per capita.

Este setor produtivo da economia tem um potencial muito grande como destacou o artigo do pelo Governo do Estado de São Paulo (2019) e que representa para o Brasil anualmente um volume de exportação de 11,6 mil toneladas do alimento para todos os continentes do mundo, no valor de US\$ 17,1 milhões, segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA).

Deve-se destacar também que a região em que a pesquisa foi desenvolvida e que pretende implantar a inovação tecnológica é a região de Tupã, na Alta Paulista, no oeste de São Paulo, vizinha à cidade de Bastos, na qual se pretende instalar o equipamento proposto, é responsável segundo a matéria publicada pelo Governo do Estado de São Paulo (2019) da produção 41 milhões de caixas de 30 dúzias de ovos só no ano de 2018,

o que financeiramente remonta a uma quantia que não deve ser desconsiderada. De acordo com o presidente do Sindicato Rural, o avicultor Katsuhide Maki, as granjas da cidade produzem 18,7 milhões de ovos por dia. São 216 unidades por segundo e mais de 7 bilhões por ano. O Brasil produziu em 2020, 53 bilhões.

Pizzolante et al. (2011) consideram que as inovações tecnológicas desempenham um papel muito importante como fator explicativo das estruturas e do comportamento das firmas. Dizem que na atividade da avicultura de postura as inovações tecnológicas que ocorreram recentemente podem ser consideradas radicais ou incrementais em sistemas de criação, manejo e genética das aves e, que a adoção de tecnologias pelo produtor tem tido como objetivo principal a redução de custos por meio de redução de tempo de processamento, uso de mão de obra e melhorias na logística interna e externa da firma. A sua permanência no mercado depende da sua eficiência na produção.

Segundo Silva et al. (2015), a avicultura brasileira vem incorporando sistemas automatizados, e o Brasil se tem mantido como um dos principais produtores mundiais de ovos de mesa. Os mesmos autores destacam que a qualidade do ovo é determinada por fatores externos e internos.

Quanto às instalações, conforme a pesquisa realizada por Pizzolante et al. (2011) os galpões se modernizaram, variando a sua largura de 3 a 15 m e seu comprimento de 100 a 150 m. Os autores destacam que nesses galpões são colocadas gaiolas com dois andares (sistema californiano) ou sistemas de baterias, com seis conjuntos de gaiolas sobrepostas umas nas outras, o que demandam grande esforço de produção.

Os mesmos autores reforçam dizendo que desta forma, a automação tornou-se presente em muitas granjas da região de Bastos e vão desde o fornecimento de ração e água até a coleta de ovos e, atualmente é possível que o produto final, o ovo, seja coletado nos galpões e chegue ao consumidor sem que haja contato manual, num processo totalmente automatizado. Os autores, ainda fazem destaque ao fato que, os ovos são coletados em esteiras que os conduzem para o depósito de ovos onde são levados diretamente para as máquinas de lavar, selecionar, classificar e embalar.

A implantação destas novas tecnologias para a automatização dos ambientes de produção de ovos, nem sempre trazem só resultados positivos, mas podem demandar ajustes e acessórios para que se evitem perdas durante o processo produtivo.

Segundo a pesquisa de Abreu e Abreu (2001), a automação do processo produtivo exige funcionalidade para armazenar dados, abrindo campo para introdução de computadores. No setor de produção de ovos, os computadores estão desde o fornecimento de ração, coleta e transporte de ovos até o empacotamento dos mesmos. No setor de produção de frangos de corte são capazes de controlar o ambiente interno do aviário em função das condições climáticas externas, por meio de dados adquiridos da estação meteorológica instalada na própria granja. Armazenam todos os dados referentes a produção como: mortalidade, consumo de ração, peso das aves e muitos outros. São conectados a um sistema de alarme que alerta o produtor de algum problema. Nesse sentido, a meta do setor avícola tem sido a automação do processo de produção avícola para torná-lo menos influenciável nos casos de qualidade de mão-de-obra e variação climática.

Como é possível, também, observar da pesquisa apresentada por GHERARDI (2016), que destaca a importância da qualidade das cascas dos ovos e do trabalho de Nazareno (2012) que aborda as perdas produtivas devido ao processo na linha de produção de ovos durante o transporte automatizado e nos quais as vibrações e impactos de curta duração (impactos sofridos nos transportadores) causam danos (trincas/fissuras) pelas quais podem ingressar patógenos importantes o que afeta sobremaneira a segurança alimentar.

Nesta pesquisa, destacou-se, portanto, o problema advindo dos sistemas de transporte dos ovos, que causam perdas produtivas e financeiras para as granjas.

Considerando o disposto no trabalho de Nazareno (2012), hoje em dia observam-se perdas na linha de produção de ovos durante o transporte automatizado desde a produção desses ovos nos galpões até o processo final de embalagem e expedição, nos quais as vibrações e impactos de curta duração (impactos sofridos nos transportadores) causam danos (trincas/fissuras).

Do momento em que o ovo é posto até o local da sua comercialização, o principal objetivo é preservar sua qualidade original até que ele chegue ao consumidor, portanto, o transporte nas linhas automatizadas de produção de ovos dos aviários até o local de seleção e empacotamento deve ser realizado o mais breve possível a fim de reduzir as perdas iniciais da qualidade (MAGALHÃES et al., 2012).

Levando em consideração o cenário descrito anteriormente, esta pesquisa teve o seu gol focado na busca de um desenvolvimento tecnológico adicional, incremental, uma inovação tecnológica, na forma de um sistema eletrônico autônomo para ser lançado ao sistema de transporte desde a origem no local onde estão alojadas as aves até o ponto de chegada para a lavagem e embalagem dos ovos para expedição, passível de comunicação com computadores do sistema de gestão dos aviários que possa dar informações sobre localização e intensidade dos impactos de forma a mitigar as perdas produtivas oriundas dos sistemas de transporte entre os galpões e as unidades de processamento e expedição.

Este projeto considerou a hipótese de que é possível evitar a perda de qualidade dos ovos durante o transporte entre as unidades de processamento da granja a partir da análise dos dados armazenados digitalmente, do comportamento de exposição às variações bruscas de temperatura e umidade relativa do ar, vibrações e impactos detectados e registrados no sistema coletor construído, com foco para a mitigação do problema pela identificação dos defeitos localizados no trajeto das esteiras transportadoras e das utilidades dos entroncamentos entre galpões e unidade de expedição final dos ovos, auxiliando a manter o controle do trajeto do processo de maneira não intrusiva ao normal andamento do processo.

## **METODOLOGIA**

Inicialmente, e no transcorrer de todo o desenvolvimento, foi realizada uma prospecção da bibliografia em bases internacionais e nacionais de artigos científicos para o aprofundamento do entendimento sobre o estado da arte das pesquisas sobre este tipo de problema de vibrações e impactos em sistemas de transporte de ovos e as questões relativas à exposição às altas temperaturas e umidades variadas, e os eventuais riscos à produção, assim como do desenvolvimento de *hardware* e *firmware* para coletas de dados de sensores, e as técnicas utilizadas pelos pares e os métodos mais comumente aplicados para a obtenção de resultados em ambiente de produção de ovos. Foram prospectadas preferencialmente as bases *Science Direct*, *Scielo* e *Scopus*.

Foram levantados todos os requisitos para a modelagem do sistema proposto de forma a conhecer todas as funções que devem ser contempladas pelos dispositivos para o correto atendimento dos usuários das granjas.

De posse de todos os requisitos e responsabilidades descritas no escopo do projeto, foram distribuídas as atividades aos membros da equipe técnica de forma a garantir o atendimento às questões de qualidade, custos e principalmente para o controle de tempo do desenvolvimento do projeto.

O desenvolvimento se deu por meio da construção de um sistema registrador de dados autônomo, microprocessado, para a detecção de vibrações e impactos em esteiras transportadoras em aviários de produção de ovos, assim como variáveis meteorológicas e localização das fontes de impacto.

Este sistema é composto por uma unidade autônoma (suportada por bateria de longa duração com sensores) para a aquisição e armazenamento de dados de data, hora, temperatura de bulbo seco, umidade relativa, posição geográfica (coordenadas de posicionamento GPS – *Global Positioning System*) e vibrações e impactos em três eixos de posicionamento por meio de acelerômetros.

O sistema foi dotado de memória interna de estado sólido (*SD card*) para armazenar os dados coletados para descarga e análise em computador do tipo PC (*Personal Computer*) com sistema operacional Windows 10.

A modelagem do *hardware* do protótipo proposto foi desenvolvida com o suporte do *software* ferramenta de modelagem diaw.exe DIA 0.97.2. Com este procedimento foi possível criar o diagrama que representa o funcionamento e as trocas de mensagens entre os componentes do sistema e também dos periféricos sensores.

O projeto do *hardware* do protótipo proposto foi desenvolvido com o suporte do *software* ferramenta de modelagem e prototipagem. Este procedimento permitiu o planejamento de todos os componentes necessários ao perfeito funcionamento do protótipo real construído.

A validação do sistema foi realizada, parte em laboratório de sistemas eletrônicos na UNESP unidade de Tupã e os testes de campo em uma granja comercial de Bastos/SP.

## **RESULTADOS**

A partir da revisão realizada, foi possível identificar os requisitos necessários para a construção do protótipo pretendido. Destes requisitos levantados, foi possível iniciar a



seleção dos periféricos. Como as variáveis mais importantes para a aquisição de dados foram elencadas como:

- 1) Aquisição e armazenamento de dados de data e hora;
- 2) Valor da temperatura de bulbo seco em graus Célsius;
- 3) Valor da umidade relativa em %;
- 4) Dados relativos à posição geográfica (coordenadas de posicionamento GPS – *Global Positioning System*) e;
- 5) Identificação de vibrações e impactos em três eixos de posicionamento por meio de acelerômetros (em bits do conversor analógico digital em uso, passível de conversão para g).

A modelagem do *hardware* necessário e seus periféricos para o sistema foi feita com a ferramenta de modelagem diaw.exe DIA 0.97.2. com a qual foi construído o diagrama do modelo sensores-sistema-registrador da Figura 1.

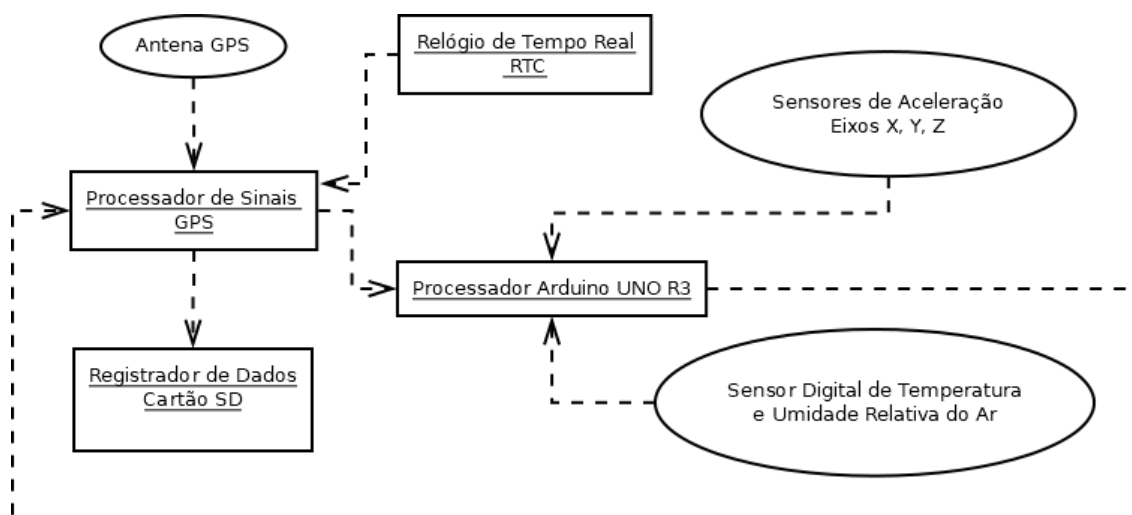


Figura 1. Digrama modelo sensor-sistema-registrador.

O protótipo, foi construído com os seus componentes com base em uma placa de desenvolvimento aquisição e controle Arduino Uno R3 e, os sensores selecionados foram: um sensor digital de pressão atmosférica e sensor de umidade relativa e temperatura de bulbo seco integrados modelo AHT 10, um, um Acelerômetro e Giroscópio modelo Mpu 6050, um Módulo Shield para montagem acoplada por sobre o Arduino Uno, modelo Gps Shield DuinoPeak completo com Módulo *Data Logger e RTC* (Relógio de Tempo Real

com bateria dedicada) com *Slot* para cartão micro SD de memória integrados. Tudo alimentado por uma bateria alcalina de 9Vcc.

O projeto do *hardware* do protótipo e as suas interligações entre os módulos foi desenvolvido com o suporte do *software* ferramenta de modelagem e prototipagem e, a Figura 2 exhibe estas interligações.

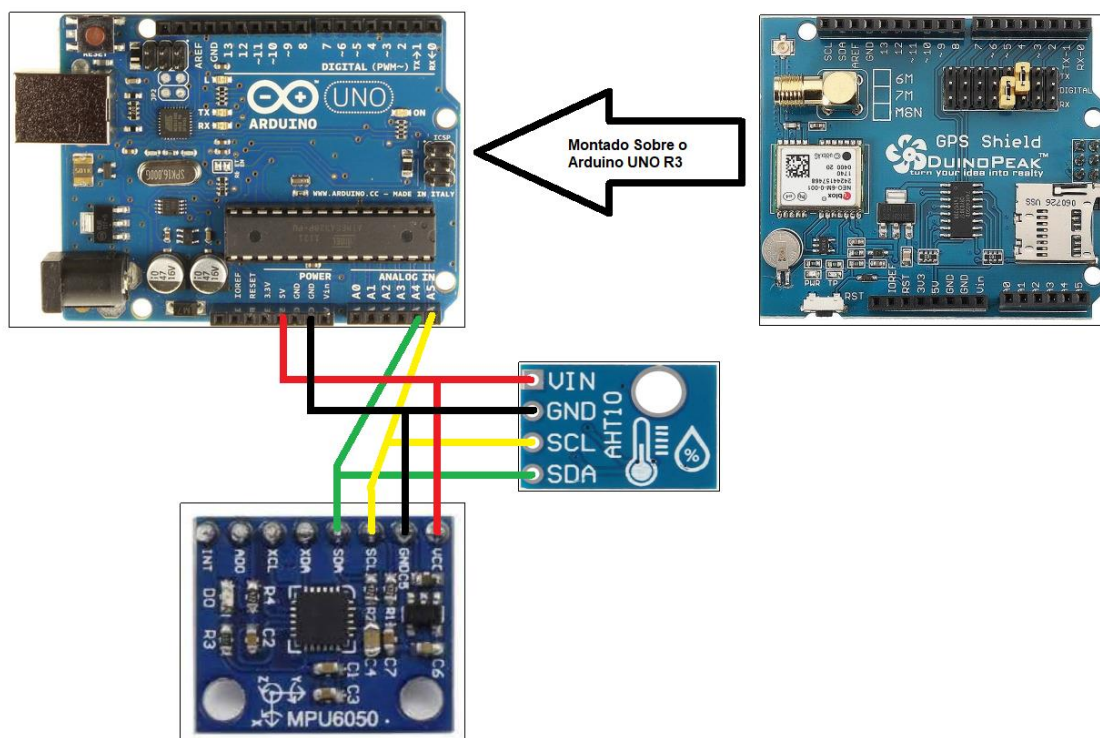


Figura 2. Diagrama de Interligação entre os módulos e sensores do sistema desenvolvido.

O *firmware* do sistema foi construído em linguagem de programação C++, com base no aplicativo disponibilizado pela comunidade na *Web* (ARDUINO SOFTWARE, 2019) em sua versão 1.8.10 e foi ajustado para a coleta das variáveis climáticas, sincronizados com a captura das vibrações em três eixos do acelerômetro e das coordenadas geográficas do módulo GPS e preparado para a gravação dos dados coletados em módulo de gravação e leitura de cartões SD.

Com esta mesma *interface* do aplicativo disponibilizado pela comunidade Arduino, foi feita a carga do *firmware* na pastilha do microcontrolador AVR do *hardware* por meio da porta USB do computador PC e sua ligação com a placa de aquisição de dados.

O protótipo original foi construído com a aplicação de mais um *Shield* para prototipagem, que recebeu os sensores para um melhor arranjo, com montagem por sobre o Arduino UNO e sobre o GPS Shield DuinoPeak. A Figura 3 exibe a foto do protótipo após a sua montagem e integração dos módulos e sensores. O *shield* de prototipagem e suporte dos sensores foi removido para melhor visualização.

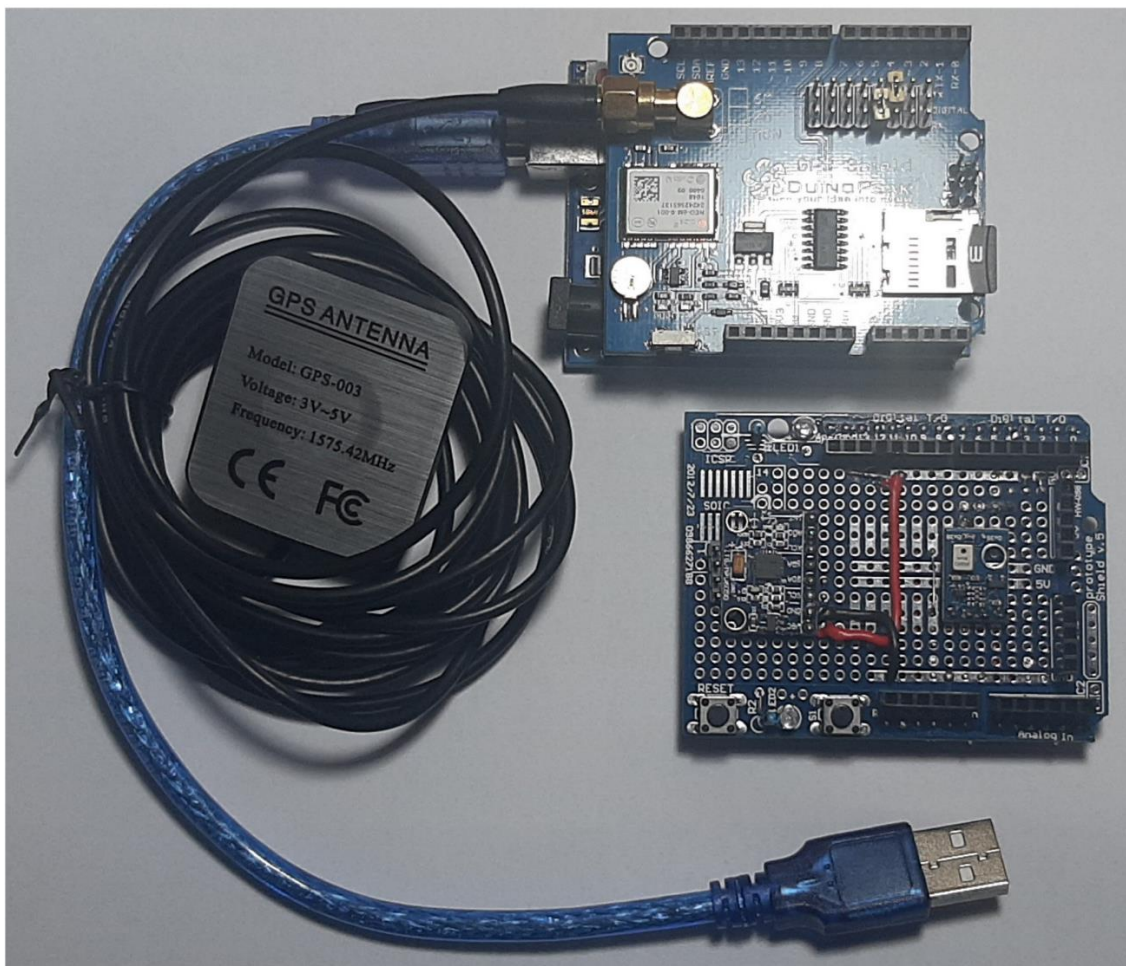
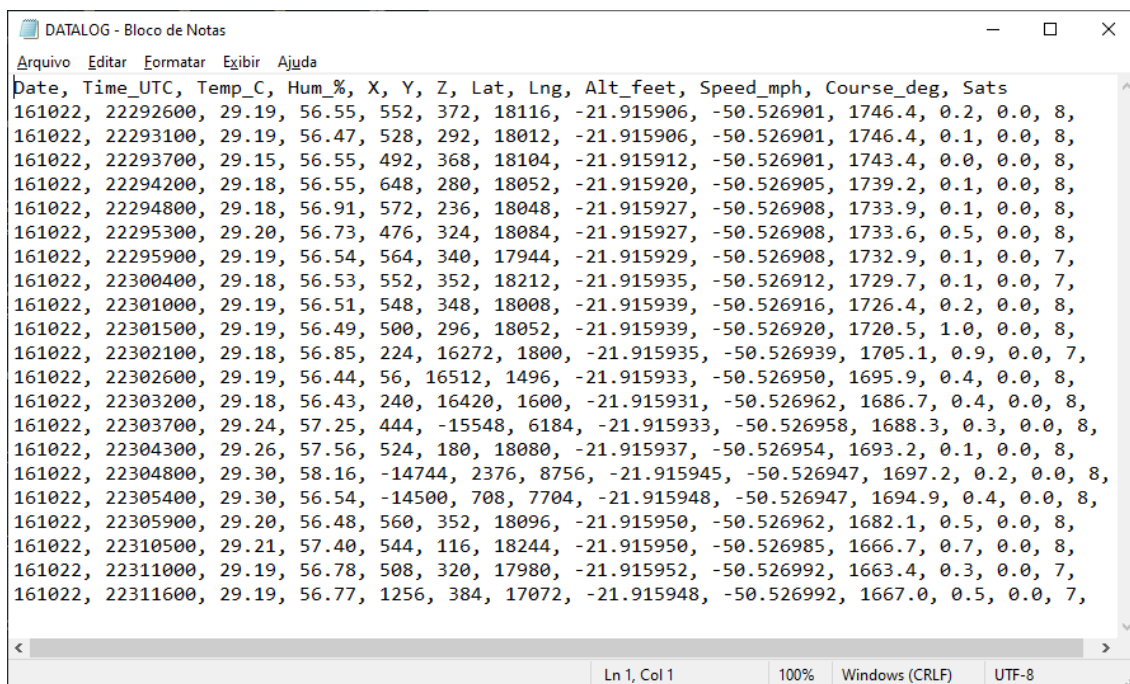


Figura 3. Fotografia do protótipo finalizado.

Com a finalização da montagem do protótipo, foi realizado um teste de validação em laboratório e outro em campo numa granja comercial em Bastos/SP, com o qual foi possível obter o arquivo de registro dos dados coletados pelos sensores. Este arquivo foi gravado pelo sistema em cartão SD, formatado em modo .txt separado por vírgulas, chamado de DATALOG, armazenando todos os dados coletados dos sensores no experimento e sua estrutura pode ser observada na Figura 4.



Date	Time_UTC	Temp_C	Hum_%	X	Y	Z	Lat	Lng	Alt_feet	Speed_mph	Course_deg	Sats
161022	22292600	29.19	56.55	552	372	18116	-21.915906	-50.526901	1746.4	0.2	0.0	8
161022	22293100	29.19	56.47	528	292	18012	-21.915906	-50.526901	1746.4	0.1	0.0	8
161022	22293700	29.15	56.55	492	368	18104	-21.915912	-50.526901	1743.4	0.0	0.0	8
161022	22294200	29.18	56.55	648	280	18052	-21.915920	-50.526905	1739.2	0.1	0.0	8
161022	22294800	29.18	56.91	572	236	18048	-21.915927	-50.526908	1733.9	0.1	0.0	8
161022	22295300	29.20	56.73	476	324	18084	-21.915927	-50.526908	1733.6	0.5	0.0	8
161022	22295900	29.19	56.54	564	340	17944	-21.915929	-50.526908	1732.9	0.1	0.0	7
161022	22300400	29.18	56.53	552	352	18212	-21.915935	-50.526912	1729.7	0.1	0.0	7
161022	22301000	29.19	56.51	548	348	18008	-21.915939	-50.526916	1726.4	0.2	0.0	8
161022	22301500	29.19	56.49	500	296	18052	-21.915939	-50.526920	1720.5	1.0	0.0	8
161022	22302100	29.18	56.85	224	16272	1800	-21.915935	-50.526939	1705.1	0.9	0.0	7
161022	22302600	29.19	56.44	56	16512	1496	-21.915933	-50.526950	1695.9	0.4	0.0	8
161022	22303200	29.18	56.43	240	16420	1600	-21.915931	-50.526962	1686.7	0.4	0.0	8
161022	22303700	29.24	57.25	444	-15548	6184	-21.915933	-50.526958	1688.3	0.3	0.0	8
161022	22304300	29.26	57.56	524	180	18080	-21.915937	-50.526954	1693.2	0.1	0.0	8
161022	22304800	29.30	58.16	-14744	2376	8756	-21.915945	-50.526947	1697.2	0.2	0.0	8
161022	22305400	29.30	56.54	-14500	708	7704	-21.915948	-50.526947	1694.9	0.4	0.0	8
161022	22305900	29.20	56.48	560	352	18096	-21.915950	-50.526962	1682.1	0.5	0.0	8
161022	22310500	29.21	57.40	544	116	18244	-21.915950	-50.526985	1666.7	0.7	0.0	8
161022	22311000	29.19	56.78	508	320	17980	-21.915952	-50.526992	1663.4	0.3	0.0	7
161022	22311600	29.19	56.77	1256	384	17072	-21.915948	-50.526992	1667.0	0.5	0.0	7

Figura 4. Visualização do Arquivo TXT gravado pelo sistema durante os testes de validação e sua estrutura de armazenamento.

Este arquivo pode ser aberto em qualquer computador PC com sistema operacional Windows.

Estes dados, deste arquivo .txt, podem ser facilmente exportados para uma planilha Excel no formato CSV, ou para um aplicativo dedicado para a análise dos dados coletados pelo sistema pelos gestores do processo de produção de ovos nas granjas.

## CONCLUSÃO

Esta ferramenta desenvolvida permitiu aos gestores do processo repetir a qualquer tempo as verificações, por meio do lançamento da unidade autônoma para nova coleta de dados em variados momentos e ciclos de produção para a observação e suporte a decisão.

Esta otimização permite, também, que os ovos transitem entre as unidades com maior velocidade, baseado na inserção de novos aprimoramentos das linhas de transporte e reduziu os tempos de exposição dos ovos ao sol e outras intempéries que também afetam negativamente a qualidade do produto, visto que as transportadoras não são totalmente cobertas.



Isto ajuda, ainda, em que as empresas possam reduzir as perdas produtivas ocasionadas pelas vibrações do trajeto dos transportadores e também da exposição às bruscas variações de temperatura e, ampliando suas participações no mercado, ganhando assim maior qualidade, eficiência e conseqüentemente maior competitividade e lucratividade.

Desta forma, confirma-se a hipótese de que é possível evitar a perda de qualidade dos ovos durante o transporte entre as unidades de processamento das granjas a partir da análise dos dados armazenados digitalmente, do comportamento de exposição às variações bruscas de temperatura e umidade relativa do ar, vibrações e impactos detectados e registrados no sistema coletor construído, mitigando do problema em estudo.

## **REFERÊNCIAS**

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. AUTOMATIZANDO A AVICULTURA. CT/272/Embrapa Suínos e Aves, Fevereiro/2001, p. 1–2. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/439744/1/CUsersPiazzonDocuments272.pdf>> Acesso em: 12/2022.

ARDUINO SOFTWARE. Download the Arduino Software. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>> Acesso em: 01 de Outubro de 2019.

EMBRAPA, Visão de Futuro, Trajetória / Desempenho Recente do Agro Nacional – OVOS. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/trajetoria-do-agro/desempenho-recente-do-agro/ovos> Acesso em: 18 de Janeiro de 2023.

GESSULLI AGRIBUSINESS. Brasil é sétimo maior produtor mundial de ovos. Revista digital Avicultura Industrial.com.br. 2017. Disponível em: <<https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/brasil-e-setimo-maior-produtor-mundial-de-ovos/20171113-144114-a215>> Acesso em 17 de Setembro de 2019.

GHERARDI, S. R. M.; VIEIRA, R. P. Fatores que afetam a qualidade da casca do ovo: revisão de literatura. Nutritime Revista Eletrônica, on-line, Viçosa, v.13, n.03, p.8172-8181, 2016. ISSN: 1983-9006

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Com 5 bilhões de ovos por ano, Bastos é maior produtora de SP. Seg, 22/07/2019 - 12h01 - Do Portal do Governo. Disponível em: < <http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/com-5-bilhoes-de-ovos-por-ano-bastos-e-maior-produtor-do-estado/> > Acesso em: 17 de Setembro de 2019.

MAGALHÃES, A. P. C.; CURVELLO, F. A.; MORENZ, M. J.; CALIXTO, L. F.; REZENDE, S. R. F. Qualidade de ovos comerciais de acordo com a integridade da casca, tipo de embalagem e tempo de armazenamento. Revista de Ciência da Vida, v.32, p.51-62, 2012.

NAZARENO, A. C.; Ambiência pré-porteira; avaliação das condições bioclimáticas e das operações pré-eclosão na qualidade de pintos de corte. Tese (Doutorado em física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012, p. 85-117.

PIZZOLANTE, C.C.; SALDANHA, E.S.P.B.; MORAES, J.E.; KAKIMOTO, S.K. A trajetória tecnológica na avicultura de postura. APTA - Pesquisa & Tecnologia, vol. 8, n. 2, Jul-Dez 2011. Disponível em: < <http://apta regional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2011/2011-julho-dezembro/1010-a-trajetoria-tecnologica-na-avicultura-de-postura/file.html> > Acesso em 17 de Setembro de 2019.

SILVA, R.C.; NASCIMENTO, J. W. B.; OLIVEIRA, D. L.; FURTADO, D. A. Termohigrometria no transporte e na qualidade de ovos destinados ao consumo humano. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, UAEEA/UFCG v.19, n.7, p.668–673, 2015.

## **CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE SABIÁ (MIMOSA CAESALPINIAEFOLIA BENTH) SOB CONDIÇÕES SALINAS EM CASA DE VEGETAÇÃO**

**Franklin Aragão Gondim, Joana D'arck Farias Braga, Francisco Icaro Aderaldo Carvalho, Gabriela de Sousa Ferreira, Janacinta Nogueira de Sousa, Paulo Ovídio Batista de Brito, Roberto Albuquerque Pontes filho**

**RESUMO:** A *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth é uma planta nativa que pode se constituir como uma alternativa de utilização em áreas salinizadas. A espécie é conhecida popularmente como Sabiá e predomina nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, visto que apresenta tolerância à seca e à salinidade. O objetivo geral do presente trabalho foi analisar a interferência da salinidade a 60 mM de NaCl sobre produção de matéria fresca da parte aérea, das raízes, total, altura da parte aérea, diâmetros dos caules, número de folhas e teores relativos de clorofila de plântulas de sabiá em casa de vegetação. O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) campus Maracanaú-CE, Brasil, entre os meses de março e abril de 2019. A salinidade a 60 mM com NaCl ocasionou redução das variáveis de crescimento analisadas (altura, diâmetro dos caules, produção de matéria fresca, matéria seca e número de folhas). Contudo, mesmo em condições moderadas de salinidade, observou-se o crescimento das plantas, o que sugere a utilização das plantas de sabiá em solos salinizados de regiões semiáridas.

**Palavras-chave:** Sabiá; Salinidade, planta nativa



## **INTRODUÇÃO**

A região semiárida que constitui o nordeste brasileiro tem sido destaque ao longo do tempo quando se remete a problemática socioeconômica juntamente com a escassez hídrica. Por sua vasta população e a irregularidade dos índices pluviométricos são comuns as fases da seca, pois a flora nativa não suporta a alta densidade populacional atrelada aos fatores climáticos irregulares (LEVINO, 2020).

Outra característica relevante dessa região é a precária hidrografia que reflete também em seu bioma, predominantemente circundado pela Caatinga. Esses baixos índices pluviométricos associados às altas temperaturas geram impactos em diversos setores da região, tais como a agricultura, que também é a principal atividade econômica da região (MOURA *et al.*, 2019).

Devido à escassez dos recursos hídricos, a agricultura enfrenta graves problemas como: dificuldade de obtenção de água; a utilização de água de baixa qualidade; e a presença de alto teor salino na água ou no solo. A salinidade encontra-se entre os principais fatores a serem levados em consideração para a utilização da água de irrigação. O uso dessa água pode ocasionar limitações na produção agrícola, dificultando o desenvolvimento das plantas, podendo levar a diminuição no diâmetro caulinar, na altura das plantas e no número de folhas. (DIAS *et al.*, 2016).

O semiárido nordestino possui águas com alto teor salino e a utilização desse recurso para a agricultura requer algumas práticas de manejo específicas, como o tipo das espécies a serem cultivadas. É necessário adequar a seleção de culturas tolerantes à salinidade para aplicação da água para irrigação, pois para o desenvolvimento das plantas é preciso manter as concentrações de sais na zona radicular abaixo da tolerância indicada pela espécie que está sendo utilizada (DIAS *et al.*, 2016).

A salinidade é uma condição do solo que ocorre em regiões áridas e semiáridas. É um dos fatores que ocasionam degradação de solos e geralmente está associada a fatores como a formação geológica predominante na paisagem, baixos índices pluviométricos, má distribuição dos recursos hídricos, exploração agrícola inadequada e deficiência na drenagem (FLOWERS, 2004; MUNNS *et al.*, 2006; PEDROTTI. *et al.*, 2015).

O Nordeste brasileiro vem sofrendo há séculos com o problema da salinidade nos solos. Essa região apresenta condições edafoclimáticas desfavoráveis aos cultivos e baixa disponibilidade de água de boa qualidade para irrigação. Mesmo sob esta condição hídrica, as espécies vegetais nativas apresentam diferentes mecanismos de tolerância aos sais, isso permite sua sobrevivência e desenvolvimento (OLIVEIRA, 2016).

De modo geral, as plantas nativas do nordeste brasileiro são sensíveis à salinidade. Silva et al (2000), também observaram reduções no crescimento das plantas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) em condições salinas. Tal fato deveu-se aos efeitos osmóticos da salinidade, que ocasionaram redução na absorção de água pela planta.

Outra espécie arbórea que apresenta interferência da salinidade no seu desenvolvimento e crescimento é a moringa (*Moringa oleifera*). As reduções ocorreram nas variáveis: altura das plantas, área foliar, matéria seca da parte aérea, das raízes, total, número de folhas e o diâmetro do caule (OLIVEIRA et al., 2013).

Uma planta característica dessa região e que se aclimata a essas características do clima e do solo é a espécie *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. É uma planta nativa que pode se constituir como uma alternativa de utilização em áreas salinizadas. A espécie é conhecida popularmente como Sabiá e predomina nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, visto que apresenta tolerância à seca e à salinidade (RIBASK, 2003).

A escolha do Sabiá para a região ocorre em virtude de sua adequada aclimação ao semiárido nordestino. É uma planta nativa da caatinga e apresenta uma boa tolerância aos altos teores de salinidade predominante na região.

Pode-se observar que o sabiá é ideal para o sertão nordestino, pois além de resistir às elevadas concentrações de sais no solo arenoso e às secas intermitentes, pode ser útil para diversos fins, como a utilização da sua madeira para estacas de cercas, lenha e carvão. Essa planta também é ideal para a produção de energia, pelo fato do seu teor de carbono fixo ser de aproximadamente 73%. A sua folhagem também é aproveitada e considerada como uma fonte valiosíssima de nutrientes para os ruminantes. Até mesmo a casca é utilizada pela medicina popular. Deste modo, a espécie *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth constitui-se como uma alternativa para a recuperação de áreas degradadas (RIBASK, 2003).

A espécie possui excelente capacidade de regeneração natural em condições edafoclimáticas favoráveis, podendo assim se comportar como planta invasora. Tal fato pode ser atribuído à capacidade de associação simbiótica com *Rhizobium*, que são bactérias fixadoras de nitrogênio, facilitando o cultivo mesmo em solos pouco férteis das regiões semiáridas brasileiras. A associação com essa bactéria propicia um maior desenvolvimento das plantas, pois ocasiona maior capacidade de absorção de nutrientes do solo.

Diante do exposto, o objetivo geral do presente trabalho foi analisar a interferência da salinidade a 60 mM de NaCl sobre produção de matéria fresca da parte aérea, das raízes,

total, altura da parte aérea, diâmetros dos caules, número de folhas e teores relativos de clorofila de plântulas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) em casa de vegetação.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) *campus* Maracanaú-CE, Brasil, entre os meses de março e abril de 2019. Para a quebra de dormência, as sementes foram colocadas em banho maria com água destilada em temperatura inicial de 80 °C. Em seguida, aguardou-se aproximadamente uma hora para que a temperatura baixasse lentamente até a temperatura ambiente (26° C). Ao final do processo, as sementes foram secas com uso de papel toalha e semeadas.

A semeadura ocorreu em vasos de plástico de 5 L contendo areia e húmus de minhoca comercial na proporção de 1:1 (v:v). A irrigação foi realizada diariamente com água destilada ou solução de NaCl a 60 mM para manter os vasos a 80% da capacidade de campo.

O período experimental teve duração de 35 dias e as avaliações foram realizadas aos 15 e 35 dias após a semeadura (DAS). A altura das plantas foi medida com uma régua graduada em centímetros, medição feita da base até o topo da planta. O diâmetro do caule foi mensurado na região do coleto com paquímetro digital graduado em mm.

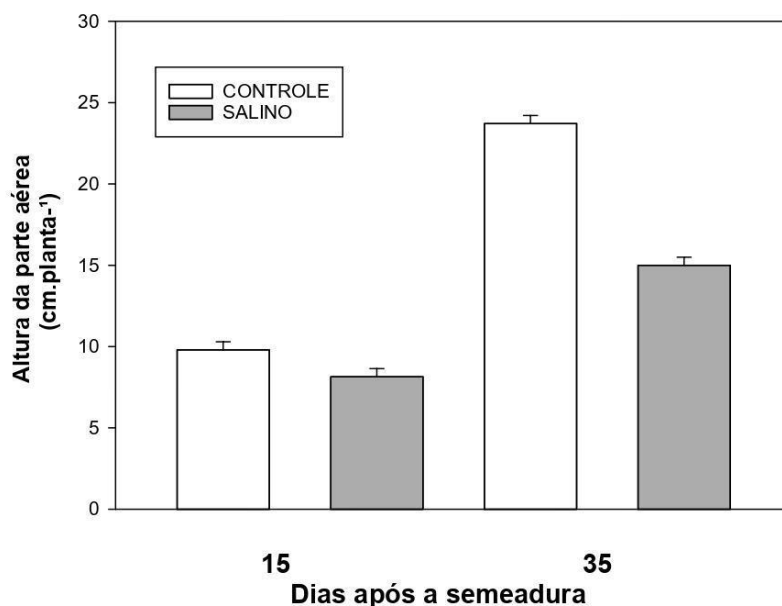
Para o número de folhas procedeu-se à contagem manual. Os teores relativos de clorofila (Índice SPAD) foram mensurados na primeira folha completamente expandida a contar do ápice, com uso do equipamento Chlorophyll Meter SPAD-502.

Determinou-se a matéria fresca da parte aérea, das raízes e total por meio de pesagem em balança analítica. Posteriormente, o material foi seco em estufa com circulação de ar a 60 ° C até a obtenção de massa constante para as determinações de matéria seca da parte aérea, das raízes e total.

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado com 10 repetições de cada tratamento (irrigação com água destilada ou solução de NaCl a 60 mM), sendo cada uma um vaso contendo 2 plântulas. Os resultados foram avaliados através da comparação das médias  $\pm$  o erro padrão.

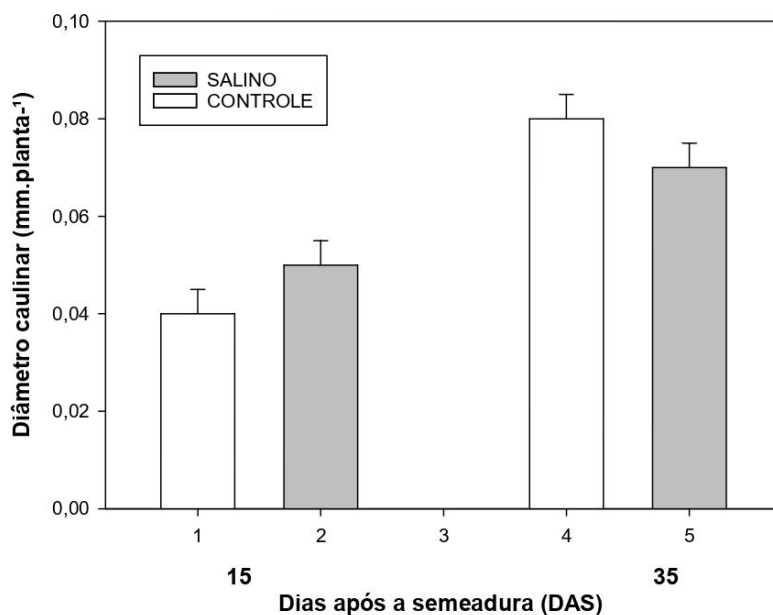
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O experimento foi desenvolvido durante 35 dias contados após a semeadura. A figura 1 mostra dados relacionados à altura das plantas aos 15 e 35 dias após a semeadura (DAS). Aos 15 DAS verificou-se que houve uma pequena variação de aproximadamente 20% entre as plantas sob condições de controle e salinas. Já aos 35 DAS a salinidade ocasionou redução de 53% em relação à altura das plantas. A variável altura das plantas pode ser um importante marcador morfofisiológico da planta. Plantas sob condições de estresse apresentam reduções na altura.



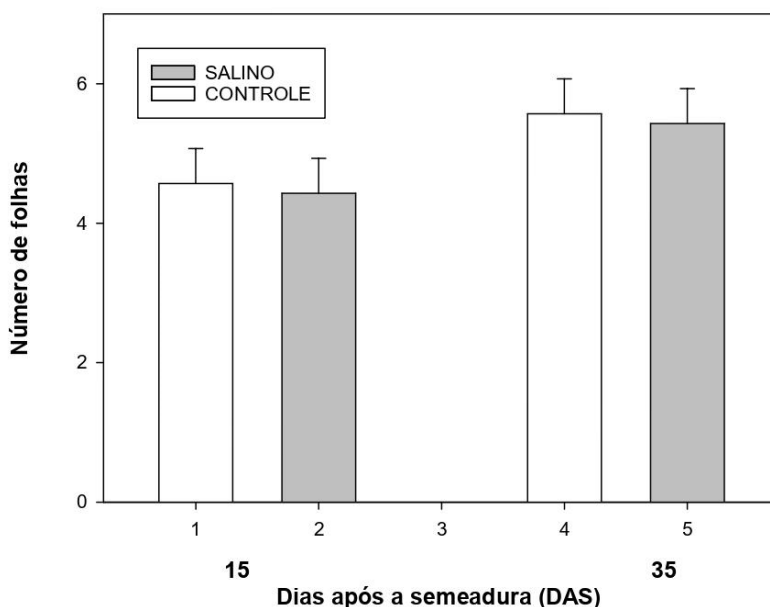
**Figura 1.** Altura de plantas de sabiá irrigadas com água destilada (controle) ou solução de NaCl (estresse) aos 15 e 35 dias após a semeadura (DAS). Os valores representam as médias de 10 repetições  $\pm$  o erro padrão.

Para os diâmetros dos caules (Figura 2), aos 15 DAS, a salinidade ocasionou aumento de 20% nesta variável. Contudo, aos 35 DAS, o tratamento controle foi cerca de 25% maior do que o salino. A elevação dos valores dos diâmetros dos caules em condições salinas aos 15 DAS, pode representar uma estratégia de sobrevivência da planta. Segundo Alves et al. (2004), este fato ocasiona elevação nos teores de água da planta. Além disso, proporciona crescimento mais vigoroso da parte aérea.



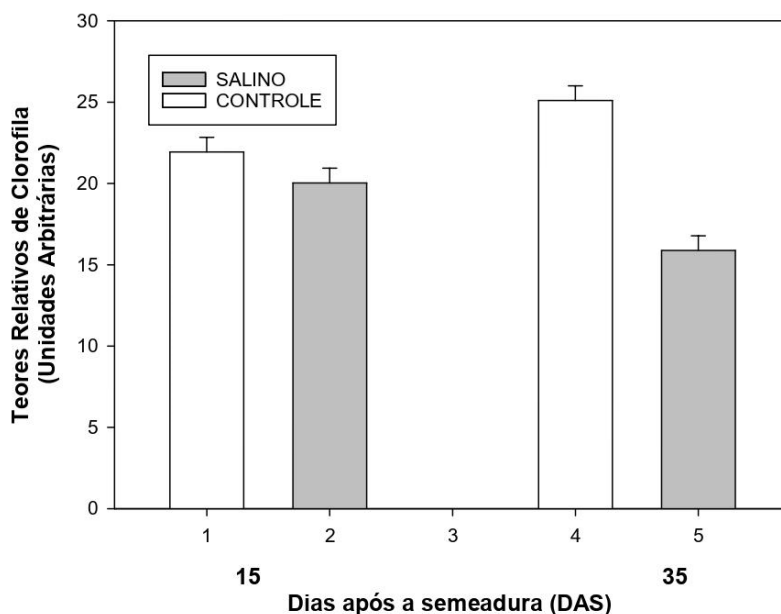
**Figura 2.** Diâmetro dos caules de plantas de sabiá irrigadas com água destilada (barras brancas) ou solução de NaCl (barras cinzas) aos 15 e 35 dias após a semeadura (DAS). Os valores representam as médias de 10 repetições  $\pm$  o erro padrão.

Na figura 3 observa-se o número de folhas das plantas de sabiá. É possível afirmar que a salinidade não ocasionou reduções nesta variável, tanto aos 15 como aos 35 dias após a semeadura.



**Figura 3.** Número de folhas de plantas de sabiá irrigadas com água destilada (barras brancas) ou solução de NaCl (barras cinzas) aos 15 e 35 dias após a semeadura (DAS). Os valores representam as médias de 10 repetições  $\pm$  o erro padrão.

Não foram detectadas diferenças marcantes para a variável teores relativos de clorofila (figura 4) aos 15 dias após a semeadura entre plantas sob condições de controle ou salinas. Contudo, aos 35 DAS tratamento controle foi 25% superior ao salino.



**Figura 4.** Teores relativos de clorofila de plantas de sabiá irrigadas com água destilada (barras brancas) ou solução de NaCl (barras cinzas) aos 15 e 35 dias após a semeadura (DAS). Os valores representam as médias de 10 repetições  $\pm$  o erro padrão.

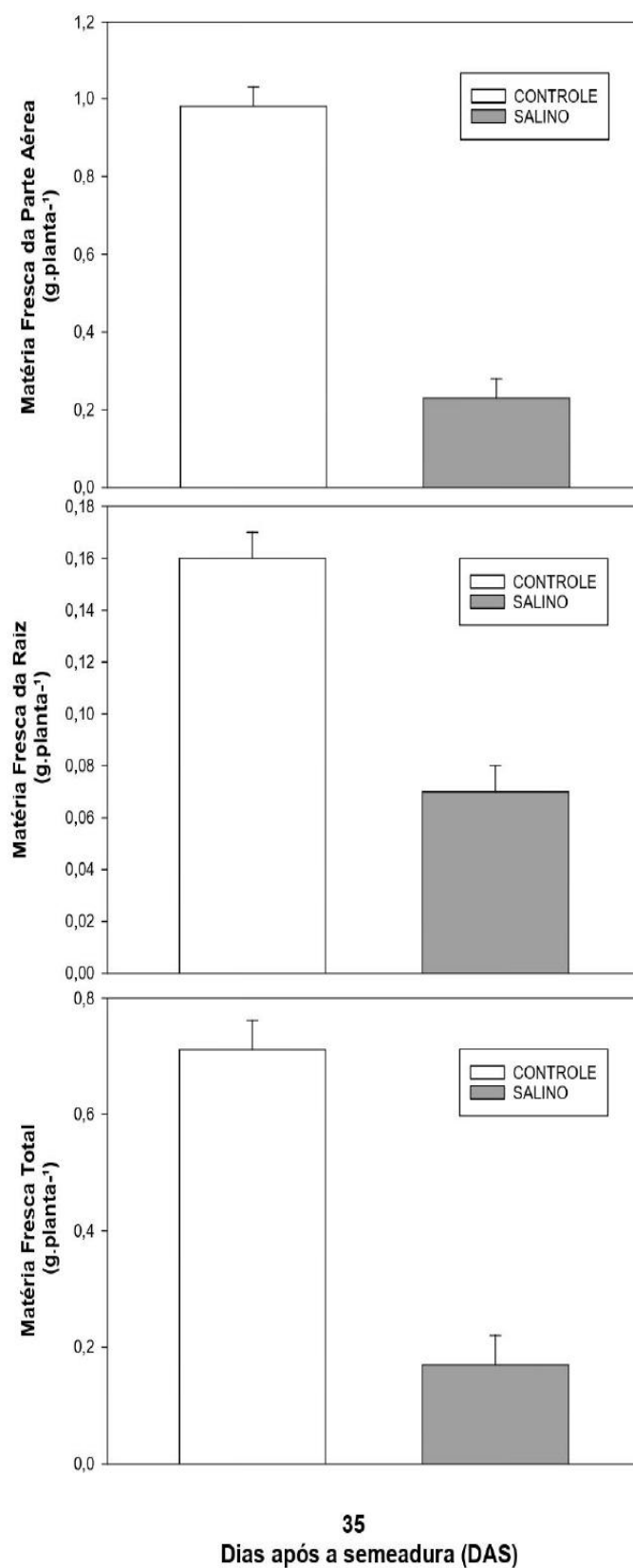
De modo geral, as plantas nativas do nordeste brasileiro são sensíveis à salinidade. Silva et al (2000), também observaram reduções no crescimento das plantas de plantas aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) em condições salinas. Tal fato deveu-se aos efeitos osmóticos da salinidade, que ocasionam redução na absorção de água pela planta.

Outra espécie arbórea que apresenta interferência da salinidade no seu desenvolvimento e crescimento é a moringa (*Moringa oleifera*). As reduções ocorreram nas variáveis: altura das plantas, área foliar, matéria seca da parte aérea, das raízes, total, número de folhas e o diâmetro do caule (OLIVEIRA et al., 2013).

Na figura 5 é apresentada a produção de matéria fresca da parte aérea, raiz e total aos 35 dias após a semeadura (DAS). Verificou-se que a salinidade ocasionou redução da matéria fresca da parte aérea, da raiz e total de 80, 56 e 70 %, respectivamente.

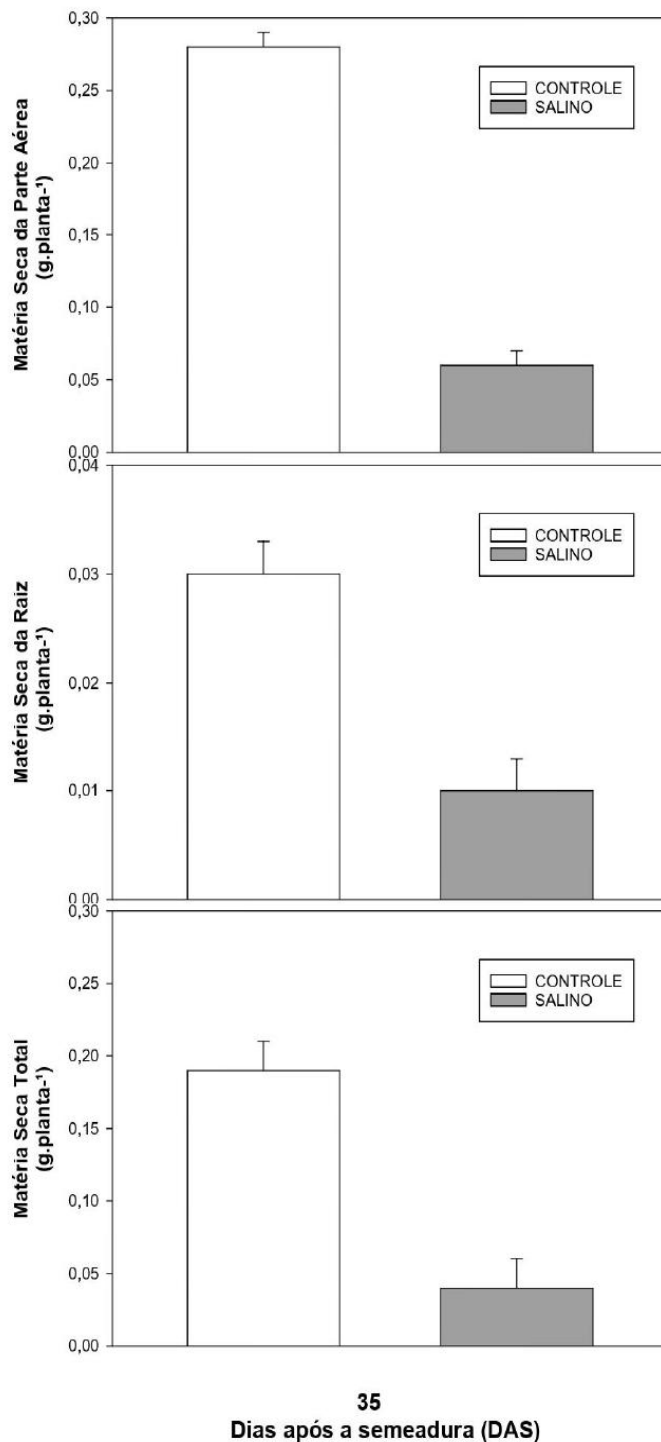
Este fato poderia ser atribuído à menor absorção de água pelas plantas em solos salinizados, devido aos efeitos osmóticos da salinidade. Secundariamente, os íons tóxicos também podem reduzir o crescimento.

Para a matéria seca (figura 6), observaram-se reduções de 80, 65 e 75 % para a matéria seca da parte aérea, raiz e total, respectivamente.





**Figura 5.** Matéria fresca da parte aérea, raiz e total de plantas de sabiá irrigadas com água destilada (controle) ou solução de NaCl (estresse) aos 15 e 35 dias após a semeadura (DAS). Os valores representam as médias de 10 repetições  $\pm$  o erro padrão.



**Figura 6.** Matéria seca da parte aérea, raiz e total de plantas de sabiá irrigadas com água destilada (controle) ou solução de NaCl (estresse) aos 15 e 35 dias após a semeadura (DAS). Os valores representam as médias de 10 repetições  $\pm$  o erro padrão.

Em estudos com *Moringa oleifera*, verificaram-se reduções na produção de matéria seca sob influência da salinidade (OLIVEIRA et al., 2013). Semelhantemente, Nogueira et al. (2012), em plantas de *Delonix regia*, (flamboyant) observaram reduções nas variáveis porcentagem de emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, área foliar, altura de plântula, número de folíolos, comprimento de raiz e massa seca da parte aérea devido à presença de sais na água de irrigação. O flamboyant é adequado para o uso paisagístico e arborização de parques e jardins, por apresentar-se extremamente florífero e ornamental (LORENZI et al., 2003). Contudo, devido à sensibilidade, não poderia ser empregado na recuperação de áreas degradadas por sais.

Deste modo, as plantas de sabiá surgem como alternativa, visto terem obtido pequenas reduções no crescimento em virtude da salinidade.

## **CONCLUSÃO**

A salinidade a 60 mM com NaCl ocasionou redução das variáveis de crescimento analisadas (altura, diâmetro dos caules, produção de matéria fresca, matéria seca e número de folhas). Contudo, mesmo em condições moderadas de salinidade, observou-se o crescimento das plantas, o que sugere a utilização das plantas de sabiá em solos salinizados de regiões semiáridas.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALVES, E. U.; SADER, R.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U. Dormência e desenvolvimento de sementes de Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth). Viçosa, MG. Revista Árvore, v. 28, n. 05, p. 655-662, 2004.

BRITO, P. O. B.; MARTINS, K.; BARBOSA, R. M.; ARRUDA, J. F. D.; CARNEIRO, P. B. D. M.; GONDIM, F. A. Growth, relative chlorophyll content and concentration of inorganic solutes in sunflowers plants supplemented with marine macroalgae organic residue. Revista Ceres, v.65, n.5, p.395-401, 2018.

BRITO, P. O. B. et al., Plântulas de girassol sob condições de estresse salino suplementadas com algas marinhas. Revista verde de agroecologia, 2022.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. Journal of Experimental Botany, v.55, n.369, p.307-319, 2004.

LIMA, A. F. S. et al., Eficiência fisiológica e desempenho do amendoim sob estresse salino e inoculado com *Bradyrhizobium*. Water Resources and Irrigation Management, 2022.

## **Estudos em Ciências Agrárias no Brasil: Produções Multidisciplinares no Século XXI**

LORENZI, H; SOUZA, H.M; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas. São Paulo: Nova Odessa. 198p, 2003.

MENEZES, V.C.L. Crescimento inicial e morfologia foliar em plantas de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. Em função do manejo microbiano, sob estresse salino. Natal, RN. Repositório Institucional da UFRN, 2014.

MUNNS, R.; RICHARD, A. JAMES, R. A.; LAUCHLI, A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*, v.57, n.5, p.1025-1043. 2006.

NOGUEIRA, N.W.; SILVA DE LIMA, J.S.; FREITAS, R.M.O.; RIBEIRO, M.C.C.; LEAL, C.C.P; SOUZA PINTO, J.R. Efeito da salinidade na emergência e crescimento inicial de plântulas de flamboyant. *Revista brasileira de sementes*, Londrina , v. 34, n. 3, p. 466-472, 2012 .

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; SILVA, R. C. P.; SILVA, O.M.P.; MAIA, P.M.E.; CÂNDIDO, W.S. Crescimento de mudas de moringa em função da salinidade da água e da posição das sementes nos frutos. Viçosa, MG. *Revista Árvore*, v.37, n.1, p. 79-87, 2013.

OLIVEIRA, F.I.F. Influência do modo de irrigação na tolerância de plantas ornamentais à salinidade da água. Fortaleza, CE. Repositório Institucional da UFC, 2013.

PEDROTTI A.; CHAGAS R. M.; RAMOS V. C.; PRATA A. P. N.; LUCAS A. A. T.; SANTOS P. B. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. Santa Maria, RS. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 2015.

RIBASK, J.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, V. R; DRUMOND, M. A. Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*). *Árvore de Múltiplo uso no Brasil*. Colombo, PR. EMBRAPA, 2003.

SILVA, F.A.M.; MELLONI, R.; MIRANDA, J.R.P.; CARVALHO, J.G. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. Lavras, MG. *CERNE*, v.6, n.1, p. 52-59, 2000.

## **DIFERENTES PROPORÇÕES DE VERMICULITA E ESTERCO BOVINO SOBRE A EMERGÊNCIA DE SEMENTES DE JAMBU (*ACMELLA OLERACEA* (L.) R. K. JANSEN).**

**Rafael Anchieta de Oliveira, Tânia da Silva Siqueira, Thiago Rodrigues de Sá, Mateus Ferreira Andrade, Damaris Daniele Barreto Melo, Elane do Nascimento Soares, Lígia Roberta Ferreira de Andrade, Naiza Izabela de Barros Santos Nogueira, Francisco Evandro Aguiar Filho, Márcia Bruna Marim de Moura, Luzia Ferreira da Silva**

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito das diferentes proporções de vermiculita e esterco bovino na emergência de sementes de jambu (*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen). O experimento foi conduzido no âmbito da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada, em delineamento inteiramente casualizado, sendo cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais com 20 sementes cada, perfazendo um total de 400 sementes. Os tratamentos utilizados foram às seguintes proporções: T1-testemunha com 100% de vermiculita; T2- 75% de vermiculita + 25% de esterco bovino; T3- 50% de vermiculita + 50% de esterco bovino; T4- 25% de vermiculita + 75% de esterco bovino e T5- 100% de esterco bovino. A partir da germinação iniciou-se a contagem diária até o décimo quinto dia, a fim de averiguar as seguintes determinações: porcentagem de emergência, tempo médio de emergência e índice de velocidade de emergência. Foi observado que as diferentes proporções de esterco bovino e vermiculita, não proporcionaram diferença significativa na porcentagem de emergência (PE), tempo médio de emergência (TME) e Índice de velocidade de germinação (IVG) na cultura do jambu.

**Palavras-chave:** Serra Talhada; Teste de germinação; Jambu

## INTRODUÇÃO

O Jambu (*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen) é uma planta herbácea da família Asteraceae (SILVA et al., 2020), abundantemente ramificada e semi carnosas, com ramos decumbentes, podendo atingir até 50 cm de altura, a depender da densidade de plantio e nível de sombreamento (LIMA e DIAS, 2022). Encontra-se distribuída mundialmente nos trópicos e subtropicais (SILVA et al., 2020).

O Jambu apresenta ciclo de vida considerado curto e, iniciando-se a fase reprodutiva das plantas cerca de 25 dias após o transplante, suas folhas são opostas, pecioladas, alongadas, ovais ou triangulares, com média de 9 cm de comprimento por 7 cm de largura (LIMA e DIAS, 2022).

Nos últimos decênios, esta hortaliça não convencional, vem destacando-se, no cenário nacional e internacional, sendo amplamente empregada na medicina tradicional amazônica, para o tratamento de males da boca e da garganta, além de ser muito apreciado na culinária paraense, como ingrediente de pratos típicos, a exemplo do pato no tucupi (LIMA e DIAS, 2022).

Em geral a cultura do jambu é cultivada em unidades familiares e apresenta grande importância econômica e cultural, devido suas utilidades e a presença de bioativos como o espilantol, seu principal composto ativo (BRITO, 2022). As propriedades analgésicas, anti-inflamatória e antioxidante do espilantol, despertam interesse de indústrias em desenvolver produtos a base da espécie (PINA, 2018).

Embora haja vista a significativa importância da cultura do jambu na culinária e medicina popular da Região Norte do Brasil, a espécie ainda enfrenta problemas relacionados à determinação de aspectos fitotécnicos básicos para a sua produção (SAMPAIO et al., 2019).

O substrato utilizado para a germinação de sementes tem por finalidade garantir condições favoráveis para a emergência e crescimento inicial das plântulas. Sendo assim, a qualidade física do substrato é importante, por ser utilizado num estágio de desenvolvimento em que a planta é muito suscetível ao ataque por microrganismos e pouco tolerante ao déficit hídrico, devendo, portanto, reunir características físicas e químicas que promovam, respectivamente, a retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes, a fim de atenderem às necessidades da planta (CUNHA et al, 2006).

Apesar da importância dada a cultura do jambu, ainda são incipientes os estudos a seu respeito, bem como, conhecimentos básicos relacionados a caracterização agrônômica e variabilidade de caracteres fundamentais para tecnificação do cultivo (PINA, 2018).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito das diferentes proporções de vermiculita e esterco bovino na emergência de sementes de jambu (*Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen).

## METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no âmbito da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada, localizada na mesorregião do Rio Pajeú no Estado de Pernambuco, com coordenadas geodésicas de 7°57'8.30"S latitude sul e de longitude 38°17'39" O Oeste. O município de Serra Talhada possui uma altitude de 429 m e precipitação média anual de 648 mm segundo a APAC.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, sendo cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais com 20 sementes cada, perfazendo um total de 400 sementes. Os tratamentos utilizados foram às seguintes proporções: T1-testemunha de 100% de vermiculita; T2- 75% de vermiculita + 25% de esterco bovino; T3- 50% de vermiculita + 50% de esterco bovino; T4- 25% de vermiculita + 75% de esterco bovino e T5- 100% de esterco bovino.

As sementes foram selecionadas e semeadas sobre os diferentes tipos de substratos, com profundidade de 2 mm. A semeadura foi realizada em bandeja plástica com células trapezoidais com volume de 18 mL, mantida em viveiro com sombrite de 50% por 18 dias.

A estabilização da germinação das sementes de jambu ocorre em cerca de 8 dias após o plantio (MARCOS-FILHO, 2015). A partir da germinação iniciou-se a contagem diária até o décimo quinto dia, a fim de averiguar as seguintes determinações: porcentagem de emergência, tempo médio de emergência e índice de velocidade de emergência. A irrigação foi realizada duas vezes ao dia.

Para a avaliação dos tratamentos foram determinadas as seguintes variáveis: Índice de velocidade de emergência (IVE):  $IVE = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$ , em que: IVE = índice de velocidade de emergência; G = número de plântulas normais computadas nas contagens; N = número de dias da sementeira (MAGUIRE, 1962); Velocidade de emergência (VE):  $VE = [(N1 G1) + (N2 G2) + \dots + (Nn Gn)] / (G1 + G2 + \dots + Gn)$ , em que: VE = velocidade de emergência (dias); G = número de plântulas emergidas observadas em cada contagem; N = número de dias da sementeira a cada contagem (MAGUIRE, 1962). Tempo médio de emergência, sendo  $t = \sum n_i t_i / \sum n_i$ , onde  $n_i$  corresponde ao número de sementes germinadas por dia e  $t_i$  tempo de avaliação (dias) (LABORIAU, 1983);

Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância (ANAVA), comparando-se as médias dos tratamentos pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, pela análise estatística com auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 1996).

## RESULTADOS

Os valores de quadrado médio obtidos neste estudo para as variáveis: porcentagem de emergência (PE), tempo médio de emergência (TME) e índice de velocidade de emergência (IVE), encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 1. Resumo da análise das médias de porcentagem de emergência, tempo médio de emergência e índice de velocidade de emergência de sementes de *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen submetidas a diferentes proporções de vermiculita e esterco bovino.**

Fonte de variação	Quadrado médio			
	GL	PE (%)	TME (dias)	IVE
P	4	220 <sup>NS</sup>	0,028 <sup>NS</sup>	0,063 <sup>NS</sup>
Erro	15	251,66	0,218	0,0558
Total	19	-	-	-
CV%		23,86	27,77	23,19



\*NS: não significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste de F. Legenda: PE – porcentagem de emergência; TMG – tempo médio de emergência; IVG – Índice de velocidade de emergência; P – proporções de esterco bovino e vermiculita Fonte: Produzida pelos autores.

Após a análise estatística observou-se que as médias de porcentagem de emergência (PE), tempo médio de emergência (TME) e índice de velocidade de emergência (IVE) das sementes de *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen submetidas a diferentes proporções de vermiculita e esterco bovino não foram significativas pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade.

**Tabela 2. Efeito das diferentes proporções de esterco bovino e vermiculita sobre a porcentagem de emergência de sementes de *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen.**

Proporções (%)	EB	3/4EB + 1/4V	1/2V + 1/2EB	3/4V + 1/4EB	V
PE (%)	65a	60 a	60 a	77,5 a	70 a

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Legenda: EB – Esterco bovino; V– Vermiculita. Fonte: Produzida pelos autores.

As diferentes proporções de esterco bovino e vermiculita sobre a porcentagem de emergência (PE) de sementes não foram significativas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3. Efeito das diferentes proporções de esterco bovino e vermiculita sobre o tempo médio de emergência de sementes de *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen.**

Proporções (%)	EB	3/4EB + 1/4V	1/2V + 1/2EB	3/4V + 1/4EB	V
TME (dias)	1,79 a	1,62a	1,73a	1,68a	1,58a

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Legenda: EB – Esterco bovino; V – Vermiculita. Fonte: Produzida pelos autores.

As diferentes proporções de esterco bovino e vermiculita sobre o tempo médio de emergência (TME) das sementes não foram significativas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 4. Efeito das diferentes proporções de esterco bovino e vermiculita sobre o índice de velocidade de emergência de sementes de *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen.**

<b>Proporções (%)</b>	<b>EB</b>	<b>3/4EB + 1/4V</b>	<b>1/2V + 1/2EB</b>	<b>3/4V + 1/4EB</b>	<b>V</b>
<b>IVE</b>	0,97a	0,94 a	0,88 a	1,17 a	1,13 a

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Legenda: EB – Esterco bovino; V – Vermiculita. Fonte: Produzida pelos autores.

As diferentes proporções de esterco bovino e vermiculita sobre o índice de velocidade de emergência (IVE) das sementes não foram significativas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÃO

As diferentes proporções de esterco bovino e vermiculita, não proporcionaram diferença significativa na porcentagem de emergência (PE), tempo médio de emergência (TME) e Índice de velocidade de germinação (IVG).

## REFERÊNCIAS

APAC. Climatologia. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/193-climatologia/521-climatologia-por-municipio>. Acessado em 20 de Fevereiro de 2022.

BRITO, Evellyn Garcia. Aplicação de biofertilizante associado ao biochar em cultivo de jambu. Orientador: Paulo Roberto de Andrade Lopes. 2022. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA, 2022.

CUNHA, A.M. et al. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. *Revista árvore*, v. 30, p. 207-214, 2006.

DA SILVA, Leandro Carvalho et al. Influência da temperatura na germinação e no tamanho da raiz de *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen (L.) R. K. Jansen (L.) R. K. Jansen. *Agro@ Environment Journal On-line*, v. 14,

DE PINA, Maria Sidalina Messias et al. Caracterização agrônômica de caracteres da inflorescência de jambu propagado vegetativamente. Congresso internacional das ciências agrárias. 2018. DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IIICOINTERPDVAGRO.2018.00064>.

SAMPAIO, Italo Marlone Gomes et al. Recipientes e densidades de semeadura combinadas com o tempo na produção de mudas de jambu. Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 62, 2019.

GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L. Jambu da Amazônia Acmellaoleracea. R. K. Jansen: Características gerais, cultivo convencional, orgânico e hidropônico. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 135p. 2013.

GUSMÃO, S. A. L et al. Germinação de sementes de jambu: determinação do ponto de colheita de inflorescências. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia. 2008

Labouriau LG. A germinação das sementes. Washington: Secretaria da OEA; 1983. 173p. 20.

LIMA, Arthur Felipe Abreu Laclot; DIAS, Carmilen Raiara Almeida. Maturação de sementes crioulas de jambu (Acmella oleracea (L.) R. K. Jansen (L.) R. K. Jansen LRK Jansen) CULTIVADAS EM COMUNIDADE QUILOMBOLA. TCC 2022.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, Madison, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962

MARCOS-FILHO, J. 2015. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2. ed., Londrina: ABRATES, 660p.

SALGADO, C. M.; DIAS, J. C.; GUSMÃO, M. T. A. Teste de germinação em sementes de plantas de jambu (Acmella oleracea [(L.) R.K. Jansen.]) Sob temperatura de 29°C para análise de parâmetros genéticos. COINTER - PDVAgro. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.

SAMPAIO, Italo Marlone Gomes et al. Recipientes e densidades de semeadura combinadas com o tempo na produção de mudas de jambu. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 62, 2019.

## **ESTUDOS PARA POSICIONAMENTO ÓTIMO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS NAS LATITUDES AMAZÔNICAS**

**Arthur da Costa Almeida, Carlos Simões Pereira**

**RESUMO:** O conceito de ângulo de inclinação ótimo para painéis solares é esclarecido com o uso de equações de um sistema de coordenadas celeste equatorial, concluindo com o pensamento geral de que esse ângulo é igual à latitude do lugar, se desprezarmos os efeitos de refração atmosférica dos raios solares. Esse conceito é expandido usando-se fórmulas astronômicas para analisar a variação da incidência solar ao longo do dia e do ano, que combinado com metodologia desenvolvida pelo National Renewable Energy Laboratory e adaptado para as condições locais, permite derivar-se gráficos ou cartas solares, para as latitudes do estado do Pará (0 a 4 graus norte e 0 a 8 graus sul) e até o sul do Brasil, para serem usados na avaliação de perdas de energia em função da direção e inclinação dos painéis solares. Essas cartas também são usadas para confrontar resultados de testes da chamada orientação Leste-Oeste, indicando uma conformidade dos testes com as cartas solares produzidas.

**Palavras-chave:** orientação de painéis solares, cartas solares, montagem Leste-Oeste.

## **INTRODUÇÃO**

Para a máxima captação da energia do sol, o conjunto de painéis solares que compõe um arranjo solar, deveria acompanhar a trajetória do sol, garantindo que os raios desse chegassem sempre perpendicular ao modulo coletor, pois assim se asseguraria a máxima transferência de energia ao longo do trajeto aparente do sol no local considerado (LORENZO, 1994). Isso levaria a adoção de sistemas de rastreamentos caros e dependendo da extensão da área utilizada, quase impossível.

Assim para simplificar e tornar financeiramente viável esse tipo de instalação, os painéis são fixos e levam a orientação e a inclinação dos locais onde são instalados (principalmente telhados): não ha uma escolha, ou quase, pois a correção da inclinação dos telhados levaria a adoção de sistemas de treliças que aumentam os coeficientes de pressão e a força resultante na superfície do painel (BARBOSA, 2013), diminuindo-se sensivelmente a segurança, bem como aumentando o preço da instalação.

Isso posto existe sempre a necessidade de se avaliar o quanto de energia estamos perdendo em função da orientação e inclinação dos painéis, estados herdados dos locais onde são instalados, com o objetivo de compensar eventualmente essas perdas pela adição de mais painéis, o mais utilizado, estudos de técnicas mais avançadas, como a focalização dos raios solares nas células fotovoltaicas (YAMADA, OKOMOTO, IJIRO, 2013).

Outro aspecto que se observa na instalação de painéis fotovoltaicos, principalmente em áreas urbanas, é que ha a tendência de só usarmos um lado do telhado (1 água), o que está mais ou menos orientado na direção que julgamos 'ótimo' ou quase isso; quando pode-se usar os dois lados do telhado (águas), principalmente quando estiverem com orientação Leste-Oeste ou muito próxima, que é uma prática usada na orientação das construções nos trópicos, pois se evita insolação severa (na nossa região) na frente e fundos da habitação. A montagem Leste-Oeste, de acordo com boas práticas de projeto, deve sempre usar dois MPPT's (Maximum Power Point Tracking) a fim de evitar perdas por diferença de captação entre o(s) *string* de uma água e o(s) *string* da água oposta.

## **FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

Estimar valores de radiação solar em painéis com diferentes graus de inclinação é complexo e difícil, por isso é sempre adotado uma abordagem de radiação isotrópica para modelar radiação solar, que normalmente causa discussões, principalmente pelo tratamento

que se dá a parcela de radiação difusa (GULIN,VASAK, PERIC, 2013). Tem sido observado nesses modelos incertezas da ordem de 10% a 15% (WILLMOTT, 1982) .

Para se ter uma ideia dessa complexidade considere que durante seu trajeto aparente o sol estará no hemisfério norte na máxima declinação, (entre Cuba e a Florida) no solstício de junho - um painel em Belém voltado pro norte estaria bem orientado. O sol começa então a voltar, e em setembro ele cruza o equador na direção do sul - o painel de Belém ainda tá bem. Em dezembro ele chega ao outro solstício, com máxima declinação sul  $-23^{\circ} 27'$  (lá pelo Rio de Janeiro). Nesse momento o painel em Belém esta de costa para o sol ao meio dia; só em março é que o sol chega de novo ao equador, agora caminhando para o norte.

Como se vê, por mais elaborada que seja a metodologia o nível de acurácia nos valores obtidos ainda precisam melhorar bastante.

No entanto essas aproximações dão uma visão critica dos valores de radiação solar que eventualmente estamos perdendo com esta ou aquela inclinação e orientação. A sugestão básica é de que a inclinação deve ser igual à latitude e a orientação deve ser norte para o hemisfério sul e sul para o hemisfério norte, simples assim.

Para o ângulo de inclinação essa recomendação é tido com uma indicação apenas pratica - uma regra do polegar -, mas na verdade está baseada em relações da trigonometria esférica, como veremos a seguir.

Com relação à posição de uma estrela como vista de um determinado ponto na superfície da Terra, usamos um sistema de coordenadas celeste que tem como plano básico, o plano do equador, por isso é conhecido como um sistema de coordenadas celeste equatorial. Com o uso desse sistema de coordenadas e baseado na lei do cosseno, da trigonometria esférica, a equação seguinte é valida.

$$\cos\theta = \text{sen}\phi.\text{sen}\delta + \text{cos}\phi.\text{cos}\delta.\text{cosh} \quad (1)$$

onde  $\theta$  e o angulo zenital

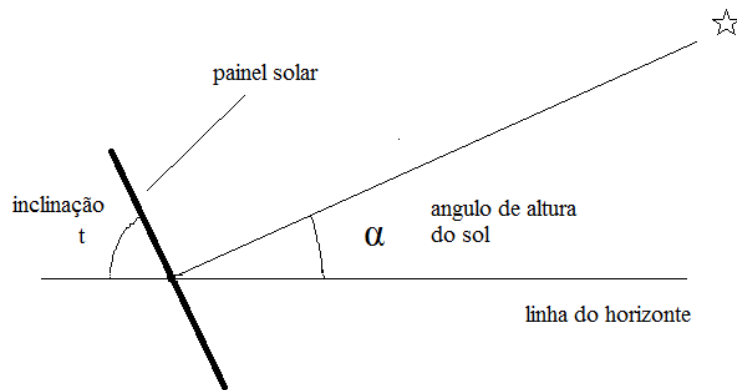
$\delta$  e a declinação

$h$  e o angulo horário

O ângulo de elevação  $\alpha$  - a altura angular do sol - é o complemento de  $\theta$  ( $90-\theta$ ), o angulo zenital. O ângulo de elevação do sol ( $\alpha$ ) esta relacionado com o ângulo de inclinação do painel ( $t$ ), também denominado *tilt*, do nome em inglês. A relação entre a inclinação do painel e o ângulo de elevação, a altura do sol no horizonte, esta mostrado na figura 1.



Fig.1 Relação do ângulo  $t$ , de inclinação do painel com a altura do sol



Fonte: elaborado pelos autores (2016).

Da Figura 1 depreende-se que  $t = (90 - \alpha)$ , que substituindo na eq. 1 fica

$$\text{sen}(90-t) = \text{sen}\phi \cdot \text{sen}\delta + \text{cos}\phi \cdot \text{cos}\delta \cdot \text{cosh} \quad (2)$$

aplicando-se a relação trigonométrica do seno de uma diferença no lado esquerdo da eq.2 fica:

$$\text{cost} = \text{sen}\phi \cdot \text{sen}\delta + \text{cos}\phi \cdot \text{cos}\delta \cdot \text{cosh} \quad (3)$$

A declinação do sol varia de 0 nos equinócios a cerca de 23 graus nos solstícios, logo usando-se as posições nos equinócios, que concentra os maiores valores de irradiação temos, na eq. 3,  $\delta=0$ , e considerando a análise na passagem meridiana quando temos o máximo de irradiação solar, temos que o ângulo horário  $h=0$ . Aplicando-se essas considerações a eq. 3 concluímos que

$$\text{cost} = \text{cos}\phi \quad (4)$$

Portanto o ângulo ótimo para um painel solar fixo é igual à latitude do local, desprezando-se o desvio angular imposto aos raios solares devido à refração atmosférica (lei de Snell-Descartes), situação válida para pontos localizados nos trópicos.

Além desse limite a refração atmosférica (THOMAS, RICHARD, 1996) aumenta o ângulo da altura do sol, podendo ser necessário levar em conta esse fenômeno em regiões extratropicais, embora esses valores sejam bem pequenos (ANEXO B).

Como a parcela da radiação difusa aumenta para menores ângulos de incidência, (máximo em  $0^\circ$ ) alguns autores usam englobar a refração atmosférica e a provável melhoria de recepção da radiação difusa em altas latitudes, como um parâmetro de tempo meteorológico que se subtrai ao valor da latitude do local (DUMAN, 2015), gerando ângulos de inclinação menores.

Como a parcela de radiação difusa ocorrer em todas as direções, esse fato impacta na escolha de um ângulo de inclinação específico (o ótimo para esse caso seria  $0^\circ$ ), observando-se também que em situação de exclusiva presença de radiação difusa, os painéis fotovoltaicos funcionam com apenas 10 - 20% de sua capacidade (NREL, 2016) o que torna incerta a introdução de parâmetros para diminuição do ângulo de inclinação dos painéis, como usado em metodologias apresentadas neste trabalho.

## **METODOLOGIA**

A avaliação das perdas de absorção de energia solar em função do posicionamento do sistema captor é complexa e difícil, por obra da extrema variação da radiação solar em função da sua trajetória ao longo dos dias e ao longo do ano, como já ressaltado acima. Essas metodologias normalmente não fornecem dados exatos e sim valores médios em base anual ou mensal, de radiação, que através de simulações matemáticas podem ser visualizadas em um mapa, aqui denominado de 'carta solar', que corresponde a topologia de orientação da instalação fotovoltaica a ser analisada (ECA, 2012).

Uma metodologia aqui descrita brevemente, pois ainda está em avaliação, usa a equação 1, oriunda de um sistema de coordenadas equatorial, simulando o movimento de um astro (neste caso o sol), ao longo do espaço do sistema de referência; essa equação se presta a automatização da determinação da incidência dos raios solares como na referência (CAMPOS, ALCÂNTARA, 2013).

Nessa metodologia a eq. 1 é associada à geometria do painel e sua relação com o sistema equatorial de coordenadas, e considera o trajeto do sol nos equinócios e o valor da radiação na passagem meridiana, como uma media máxima de irradiação solar ao longo do ano, derivando suas saídas em função desses valores máximos e dos diversos ângulos entre os raios solares e o plano do painel fotovoltaico.

Outra metodologia também usada neste trabalho, publicada na referência (CHRISTIANSEN, BARKER, 2001) por pesquisadores do NREL - National Renewable

Energy Laboratory (que neste trabalho estamos considerando como uma metodologia do NREL), gera um banco de dados para valores de ângulo de inclinação, rumo (ou azimute) e irradiação solar, banco que é utilizado para fazer correlações com uma formula da forma

$$a_0+a_1.t + a_2.t^2 \quad (5)$$

onde os parâmetros  $a_0$   $a_1$  e  $a_2$  são função da latitude e da orientação dos painéis. Derivando com relação a  $t$ , obtém-se o valor ótimo, zerando-se a 1ª derivada da eq. 5, o que está de acordo com o desenvolvimento da eq. 4 para o ângulo de inclinação.

Ajustando o banco de dados com a eq.5. obtém-se em seguida uma formula que nos dá os valores de irradiação em função do ângulo de inclinação ( $t$ ) e a orientação, medida pelo rumo ou azimute ( $az$ ) do painel solar, da forma

$$(([\varphi-r]+[\varphi-r]^2)az^2 + az^3)t +(az^2+az^3)t^2 \quad (6)$$

Usando-se uma adaptação da técnica estatística do NREL e a variação dos ângulos do de posição do sol em um sistema equatorial de coordenadas, além de adaptações que expurgam o componente de tempo meteorológico usado nessa metodologia, foram gerados cartas solares (ANEXO A) para pontos de latitude ( $\phi$ ) específicos que orientarão análises da dispersão de recebimento da energia do sol, analise essa que tem aplicação na especificação de medidas mitigatórias, quando for o caso.

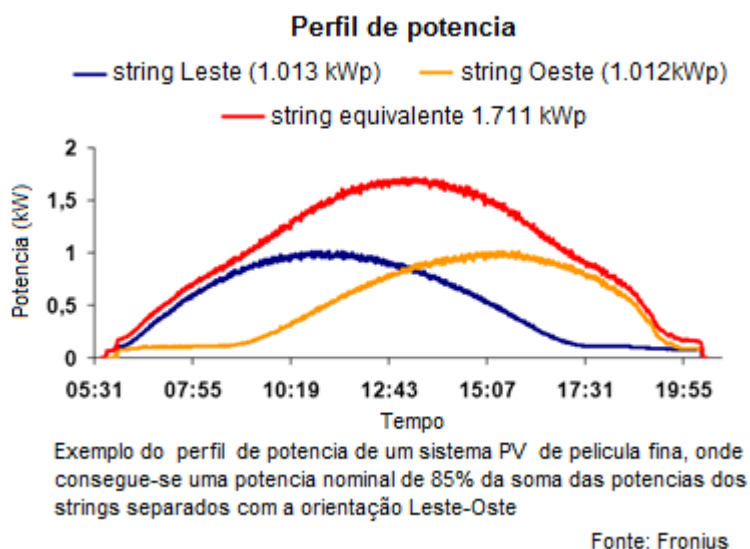
### **Orientação Leste-Oeste**

Um item interessante que pode ser avaliado com essa técnica, a denominada orientação Leste-Oeste, que se contrapõe ao tipo corriqueiro de orientação para sul ou para norte, de acordo com o hemisfério. Este tipo de montagem usa distribuir os painéis solares nas duas águas de um telhado, separadas em *strings* diferentes, como uma técnica de melhor aproveitamento da disponibilidade da radiação solar ao longo do dia. Além disso, essa montagem leva a um espalhamento do instante de pico da irradiação recebida que normalmente se concentraria apenas em uma água - a que está voltada para a direção do sol do meio dia - que ocorre pela parte da manhã. Com o uso de inversores que registram os dados coletados, pode-se ver o efeito da utilização das duas águas do telhado, como mostrado

na figura 2 (levantado por um fabricante de inversores), (FRONIUS, 2011).

Como a montagem Leste-Oeste, em um dado momento, expõe os painéis a diferentes níveis de radiação solar, esperava-se um aumento de perdas por descasamento entre os níveis de insolação nos painéis de leste em relação aos painéis de oeste, por isso essas instalações pediam o uso de inversores diferentes para cada água, depois suavizado para um inversor com 2 MPPT's, para diminuir esse descasamento, no entanto testes de uso dessa configuração têm mostrado que se consegue bons resultados mesmo com um só MPPT's. O gráfico da figura 2 mostra o desempenho da montagem Leste-Oeste com o uso de um MPPT, conforme reportado por um desses arranjos de teste (ISE, 2009).

**Fig. 2 - Uso da montagem Leste-Oeste com um só MPPT**



**Fonte: Elaborado peloso autores (2016).**

## RESULTADOS

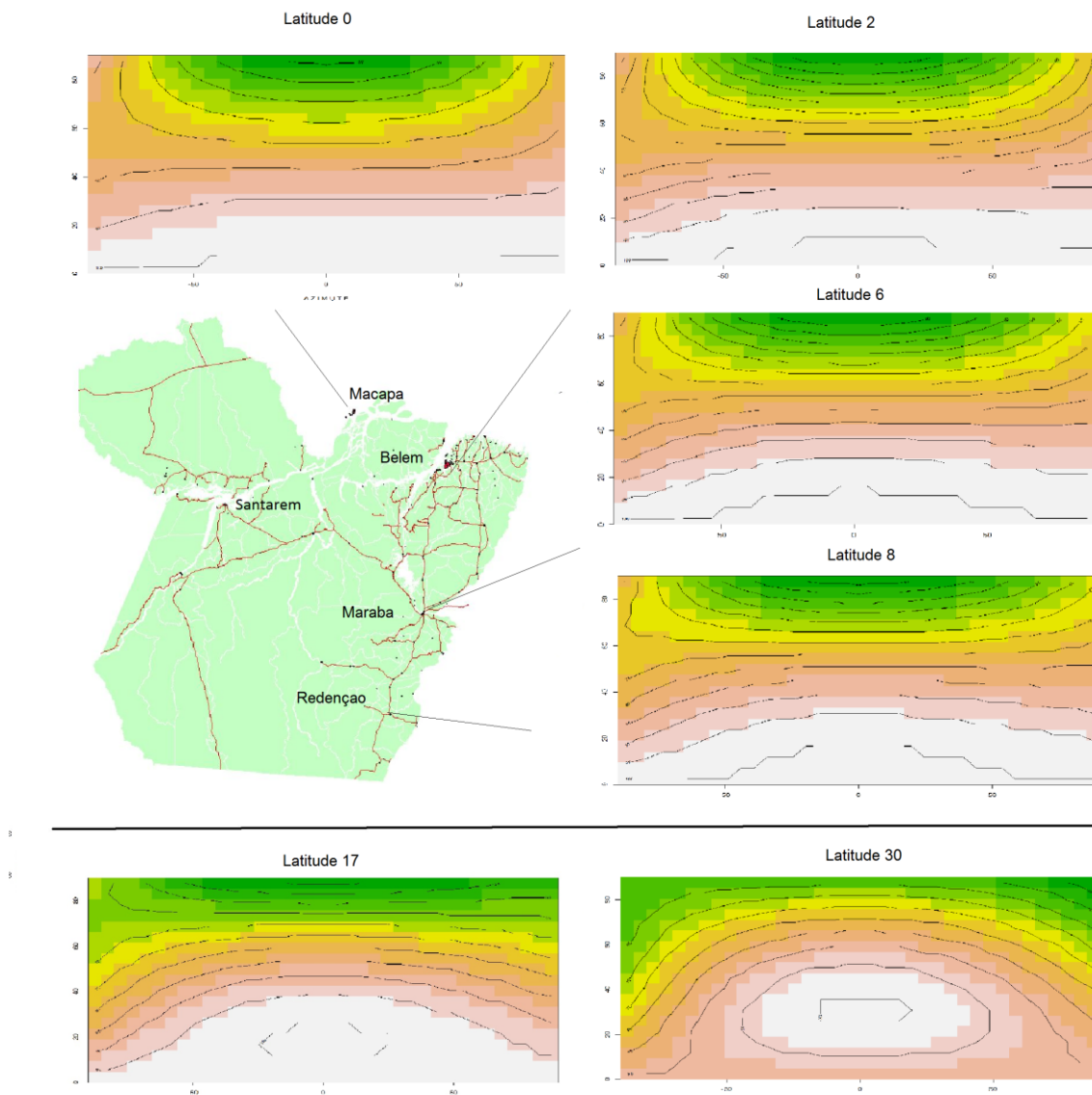
Neste trabalho demonstra-se que o ângulo de inclinação ótimo corresponde ao ângulo de latitude do lugar, e que as discrepâncias para latitudes maiores se deve ao desvio angular imposto na trajetória dos raios solares pela refração atmosférica e pela tentativa de se aumentar a captação da radiação difusa com menores ângulos de inclinação nas altas latitudes.

Pela manipulação da equação de um sistema equatorial de coordenadas celeste é possível obter-se informações sobre a melhor inclinação e orientação.

Adaptando-se a metodologia NREL com as conclusões acima obteve-se cartas solares que expõem visualmente os percentuais de perdas de captação de energia solar para uma latitude considerada, quando varia-se o ângulo de inclinação e orientação do painel

fotovoltaico de localização fixa. Na figura 3 mostram-se algumas dessas cartas, associadas a áreas do estado do Pará, além de cartas de maiores latitudes, observando-se a variação do formato das cartas com a mudança da latitude.

**Fig. 3 - Cartas solares para as latitudes no Pará**



**Fonte: Elaborado pelos autores (2016).**

Como se observa dos gráficos da figura 3 há pouca variação entre latitudes 0° a 8° sul, correspondente a superfície do estado do Pará. Na parte de baixo da figura 3 estão mostrados os gráficos para latitudes maiores, como 17° e 30°, englobando todo território brasileiro. No anexo A, esta a coleção de cartas geradas neste trabalho.

## **CONCLUSÕES**

Este trabalho faz uma análise breve dos tópicos: ângulo ótimo de inclinação de painéis fotovoltaicos e perdas com o rumo ou azimute e o uso da montagem Leste-Oeste.

1- O ângulo ótimo de inclinação foi derivado com o uso de equações de sistema de coordenadas equatorial e usado junto com metodologia NREL, modificada para geradas cartas solares, mostrando a variação da captação de insolação em função do azimute e da inclinação.

Essas cartas devem ser usadas em cada local para avaliar as perdas devidas aos ângulos de telhados (10° a 20° na nossa região) e orientação dos mesmos, com o objetivo de quantificar o projeto e eventual adição de um ou mais painéis para compensar as perdas, se for o caso.

2 - Confrontando resultados de testes da montagem Leste-Oeste com as cartas geradas verificou-se a conformidade destes com as perdas indicadas nas cartas, o que elege as mesmas ao uso nas avaliações da montagem Leste-Oeste, dando suporte a distribuição de painéis num e outro lado do telhado, propiciando uma captação uniforme, com uma distribuição do pico na parte da manhã e da tarde. Observe-se também das cartas, que a montagem Leste-Oeste é factível até em altas latitudes, como a de 30°, lá pelo Rio Grande do Sul. No anexo A mostramos as cartas em tamanho mais apropriado.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Observa-se que a metodologia para a geração das cartas solares pode ser materializada com o uso das equações de um sistema de referência equatorial, fazendo-se variar os ângulos de inclinação/elevação e o ângulo horário (variando a orientação), tendo como premissa a colinearidade da normal ao plano do painel, com o ângulo de elevação do sol no ângulo horário considerado. Esse conhecimento foi usado na adaptação de metodologia NREL para produção de cartas solares. Pode-se também usar as tabelas de desvio angular por efeito da refração atmosférica, como a mostrada no anexo B, para ajustar o ângulo de inclinação dos painéis, principalmente em altas latitudes.

O objetivo final desta pesquisa é formalizar uma metodologia usando as equações do sistema de coordenadas celestes equatorial, com *feedback* de modelos de insolação e técnicas de sensoriamento remoto para a produção de cartas solares, com um nível de incerteza menor que 10%.

## **REFERENCIAS**

- BARBOSA, Rúben A. G. Efeitos do Vento Sobre Painéis Fotovoltaicos Aplicados Em Coberturas de Edifícios - Martifer Solar - Dissertação de Mestrado, FEUP-Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013
- CAMPOS, M. S; ALCANTARA, L. D. S; Programa pra o Calculo da Variação da direção de incidencia dos Raios Solares ao longo do ano, XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Gramado, RS, 2013
- CHRISTIANSEN, Craig B; BARKER, Greg M; Effects of tilt and azimuth on annual incidente solar radiation for United States locations, Proceedings of Solar Forum 2001, Washington, DC
- DUMAN, S. K; Effect of Tilt angle and Azimuth angle on Solar Output and optimum Tilt and Azimuth angle for Chandigarh, India, Intern. Jour. of adv. Resr. in Electrical Electronics and Instrumentation Engineering, v. 4 n. 5, 2015
- ECA -Guide to the Installation of Photovoltaic Systems, Microgeneration Certification Scheme ('MCS'), Website [www.eca.co.uk](http://www.eca.co.uk) © 2012
- FRONIUS; Efficient East-West oriented PV Systems with one MPP Tracker, Technical Report 2011
- GULIN, M; VASAK, Mario; PERIC, Nedjeljko; Dynamical optimal positioning of a photovoltaic panel in all weather conditions, Applied Energy, June 7,2013
- ISE - Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, How fast does an MPP Tracker really need to be, 24th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Germany, 2009
- LORENZO, E, Solar Electricity: Engineering of Photovoltaic Systems, POGENSA, 1994 Seville Espanha
- NREL - Renewable Resource Data Centre -NREL, Shining On, [www.nrel.gov](http://www.nrel.gov)
- THOMAS, Michael; RICHARD, Joseph; Astronomical Refraction, Johns Hopkins Apl. Technical Digest, V. 17, n.3, 1996
- WILLMOTT, C. J; On the climatic optimization of the tilt and azimuth of flat-plate solar collectors. Solar Energy, Vol. 28, pp. 205–216. 1982.
- YAMADA, N; OKOMOTO, K; IJIRO, T; Feasibility study of harvesting diffuse solar radiation in a high concentration CPV module for better solar energy conversion, Proceedings of the 23<sup>rd</sup> International Photovoltaic Science and Engineering Conference, Taiwan, 2013



## **EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO NA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DA VOÇOROCA RIO DOS BOIS, PONTALINA-GO ENTRE OS ANOS DE 2000 E 2020**

**HARIANY MARIA MARTINS SILVA, ALIK TIMOTEO DE SOUSA**

**RESUMO:** A pesquisa teve como objetivo analisar a evolução do uso do solo na bacia de contribuição de uma voçoroca, entre os anos 2000 e 2020. A erosão está localizada na zona urbana da cidade de Pontalina, GO nas coordenadas geográficas 17° 31' 13" de Latitude Sul e 49° 26' 39" de Longitude Oeste. Para a investigação foi realizada fundamentação teórica em artigos, teses, dissertações e capítulos de livros que tratam do tema, sucedida por pesquisas de campo que permitiram registros fotográficos e cadastro da erosão de acordo com metodologia proposta pelo IPT/SP (1986). Posteriormente foi realizado o mapeamento da cobertura da terra na bacia de contribuição da erosão, entre 2000 à 2020, e também mapa de localização da erosão. Atualmente a erosão possui 20.28 m de largura, 3.20 de profundidade e 116.76 m de comprimento, totalizando um volume de aproximadamente 7.577 m<sup>3</sup> de perda de sedimentos para a drenagem local. Está parcialmente estabilizada, apresentando evidências de repovoamento induzido em suas bordas e interior, porém, ainda possui áreas instáveis pontualmente em suas bordas, notadamente associadas a atuação do fluxo de água subterrâneo perene que libera e transporta partículas de solo, rocha e outros detritos em direção à sua jusante. Em suas proximidades existem moradias urbanas. A Prefeitura municipal na tentativa de estabilizar o referido impacto ambiental tem entulhado a erosão com resíduos sólidos de natureza variada, principalmente restos de construção civil, no entanto, essa intervenção tem provocado outros impactos, dentre eles, assoreamento da drenagem local e a proliferação de vetores de doenças, colocando em risco à saúde dos moradores circunvizinhos à voçoroca.

**Palavras-chave:** Cadastro de erosão. Erosão pluvial. Voçoroca

## **1. INTRODUÇÃO**

A erosão hídrica é ocasionada pelo movimento de partículas de solo de um determinado local para outro, ocasionada pela ação da água da chuva. Para Lepsch (2010) a erosão hídrica é a remoção e transporte dos horizontes superficiais do solo pela água.

No Brasil a erosão hídrica ocorre intensamente em todo do país, devido a predominância de clima tropical, notadamente na região Norte, na área litorânea e no centro sul do país. A elevada intensidade pluviométrica em algumas regiões brasileiras e a concentração de chuvas em outras áreas como é caso do estado de Goiás, contribuem para a deflagração de erosões hídricas de grande porte. A concentração de chuvas em determinadas épocas do ano, aliados a falta de proteção do solo são fatores determinantes para surgimento de erosões do solo.

Para Silva (2011) o processo erosivo é uma ação natural do meio ambiente ou antropológica, gerada de forma gradativa, ocasionando mudanças no relevo e na vegetação.

O processo erosivo hídrico se inicia por meio do embate da gota de chuva em contato com o solo desprotegido, ou seja, sem cobertura vegetal, tal evento é denominado efeito *splash*. De acordo com Guerra (1999) a erosão por salpicamento ou efeito *splash* é o estágio inicial da erosão hídrica, pois, o impacto das gotas de chuva, geralmente ocorre em uma velocidade que varia entre 5 km.h<sup>-1</sup> a 15 km.h<sup>-1</sup>.

Durante as chuvas, o solo inicialmente seco, gradativamente ao receber mais umidade, com a continuidade da pluviosidade, atinge o estágio de. Nessa condição inicia a formação de poças e, à medida que as chuvas se intensificam, começam a haver o escoamento superficial, que transporta as partículas de solo liberadas pelo efeito *splash*, e também tem capacidade de arrancar novos fragmentos de solos, transportando-os para o sopé das encostas e cursos de água, ocasionando o surgimento da erosão laminar. Não é fácil identificar a atuação desse tipo de erosão, devido à dificuldade de mensuração da camada de solo removida (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014).

O escoamento superficial, ao ganhar maior volume, tende a se concentrar em pequenas depressões do relevo criando os sulcos que deixam marcas perceptíveis nas encostas. A correção dos sulcos pode ser feita com o simples manejo de máquinas agrícolas no local, ou

com práticas simples de contenção, como, o desvio da água da enxurrada do micro canal construído pelo escoamento concentrado, ou com o plantio de gramíneas. Os sulcos, quando não estabilizados tendem a evoluir para feições maiores denominadas de ravinas. Essas incisões podem surgir na basedas encostas e recuarem em direção ao seu topo (GUERRA, 2007).

As ravinas são erosões lineares de grande porte, com dimensões mais largas, que evolui do topo para a base da encosta, durante os eventos chuvosos. Esta erosão possui taludes íngremes, e ocorrem solapamentos da base dos taludes, geralmente porque o escoamento superficial descalça os taludes, ocasionando trincas de tração, rachaduras nas margens da ravina, o que contribui com o alargamento de suas dimensões e o aumento em direção a sua cabeceira. Se a ravina não for contida, esta poderá evoluir para voçoroca. Para os autores Castro, Xavier e Barbalho (2004) consideram ravinas erosões de grande porte, mas, que ainda não interceptou o lençol freático.

A voçoroca é a maior feição erosiva existente, esta geralmente intercepta o lençol freático, e tem sua evolução tanto no período chuvoso, quanto no período de seca, pois, em seu interior existem mecanismos erosivos associados aos escoamentos subsuperficial, que atuam descalçando os taludes e provocando os movimentos de massa, dentre eles o abatimento sucessivo de seus taludes. Segundo FERREIRA (2007), “as voçorocas são consideradas um dos piores problemas ambientais em áreas de rochas cristalinas nas regiões tropicais de montanha onde são frequentes e podem alcançar grandes dimensões”

Nas cidades a impermeabilização do solo devido à construção de moradias, pavimentação das vias e outros usos similares associados à inexistência ou ineficácia do sistema de captação de águas servidas e pluviais contribuem para o surgimento e evolução de voçorocas (CASSETI, 1991; SANTOS, 1997; SOUSA, 2010).

De acordo com Almeida Filho et al. (2001) um plano de prevenção da erosão urbana consiste basicamente no ordenamento do assentamento urbano, estabelecendo normas básicas para evitar problemas futuros e evitar situações que favoreçam o desencadeamento do processo erosivo. Logo, processos erosivos, devem ser estabilizados adequadamente para prevenir a perda do solo, assoreamento dos recursos hídricos à jusante, riscos de destruição de obras públicas e particulares, dessa forma, as erosões urbanas devem ser cadastradas, estabilizadas/corrigidas e monitoradas, visando reduzir ou eliminar os impactos ambientais decorrentes após sua deflagração no meio físico, biótico e social.

Para contenção das incisões erosivas faz-se necessário a implantação de variadas alternativas a começar pelo isolamento da área, coleta e disciplinamento da água do escoamento superficial, por meio da construção de galerias de águas pluviais e outras obras de drenagens pertinentes, objetivando reduzir os impactos do referido escoamento na cabeceira e bordas da incisão erosiva. Sugere ainda plantio de gramíneas nos taludes, plantio de espécies nativas e exóticas no interior da erosão, construção de paliçadas com bambu, pneus, madeira ou solo/cimento, transversal ao escoamento pluvial/fluvia. Em alguns casos específicos sugere-se o aterramento com material/solo adequado.

A Embrapa Agrobiologia, juntamente com a Embrapa Solos e o Colégio Agrícola Nilo Peçanha, no Rio de Janeiro, têm desenvolvido trabalhos de recuperação de voçorocas com a construção de paliçadas com bambu e pneus velho, bem como, técnicas vegetativas utilizando cultivo de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio inoculadoras com bactérias do gênero rizobium e fungos micorrízicos, no Médio Vale da bacia do rio Paraíba do Sul. Tais alternativas são de baixo custo e ajudam para contenção do processo erosivo (RESENDE et al., 2005).

Objetiva-se com esse estudo avaliar a evolução do uso do solo nos últimos vinte anos, e as possíveis consequências desse uso no entorno de uma voçoroca de reativação de cabeceira de drenagem, denominada voçoroca Rio dos Bois, localizada no Jardim Frei Walter, na cidade de Pontalina-GO.

## **2. METODOLOGIA**

A pesquisa foi realizada a partir de fundamentação teórica sobre o tema em artigos, teses, dissertações e capítulos de livros que tratam do tema. Posteriormente, a área de investigação foi selecionada que está localizada na periferia da cidade de Pontalina (Figura 1), no bairro Jardim Frei Walter. Nas coordenadas geográficas 17° 31' 13" Sul e 49° 26' 39" Oeste.



**Figura 1:** Localização do objeto de estudo. Posteriormente fizeram-se sucessivas atividades de campo na erosão e em seu entorno para obtenção de registros fotográficos de seu interior e bordas, para identificação dos mecanismos erosivos que comandam a sua progressão, bem como para realização do, conforme metodologia elaborada pelo IPT/SP (1986), no intuito de identificar as causas de sua gênese e evolução, visando elaborar propostas de contenção da incisão erosiva. Visitas em campo foram realizadas para efetivação de registros fotográficos no interior da erosão no ano de 2016 e depois em 2020, com o objetivo comparar a sua evolução e/ou estabilização. Foram realizadas ainda visitas a campo, para obtenção das dimensões – largura média, profundidade média e extensão total, com o auxílio de trena e fita métrica, bem como análise visual e fotográfica do local com observações, como, tipo de solo e condições de conservação das imediações.

Para obtenção da evolução do uso do solo na bacia de contribuição da erosão, foram utilizadas imagens do satélite CNES Airbus, resolução espacial 60 cm datadas dos anos de 2000, 2010 e 2020, disponíveis no programa Google Earth Pro. No processo de download das imagens empregou-se o programa TerraIncognita. Este programa pode ser baixado gratuitamente na internet. O arquivo de imagens capturadas do Google Earth foi salvo no formato Jpeg, sendo que, quando baixada através desse programa, as imagens já vêm georreferenciadas no Datum horizontal WGS 84.





o que contribuiu para redução da cobertura vegetal e consequente progressão da incisão erosiva. Com o aumento da ocupação urbana, aumentou também deposição de lixo nas bordas e interior da erosão acelerando a atuação dos processos erosivos e os decorrentes impactos ambientais (Figura 3).

**Figura 3-** Mapa de cobertura da Terra na Bacia de Contribuição da erosão em 2010



Em meados do ano de 2016 a voçoroca encontrava-se de forma instável, devido a interceptação do lençol freático que amplificou a atuação dos mecanismos erosivos, colaborando para progressivo aumento de suas dimensões. No referido ano a administração pública local lançou resíduos sólidos de natureza variada, em seu interior no intuito de controlar a sua evolução (Figuras 4 e 5).



**Figura 4.** Vista parcial da voçoroca com presença de resíduos sólidos e bananeiras em suas margens.



Foto: SILVA (setembro/2016).

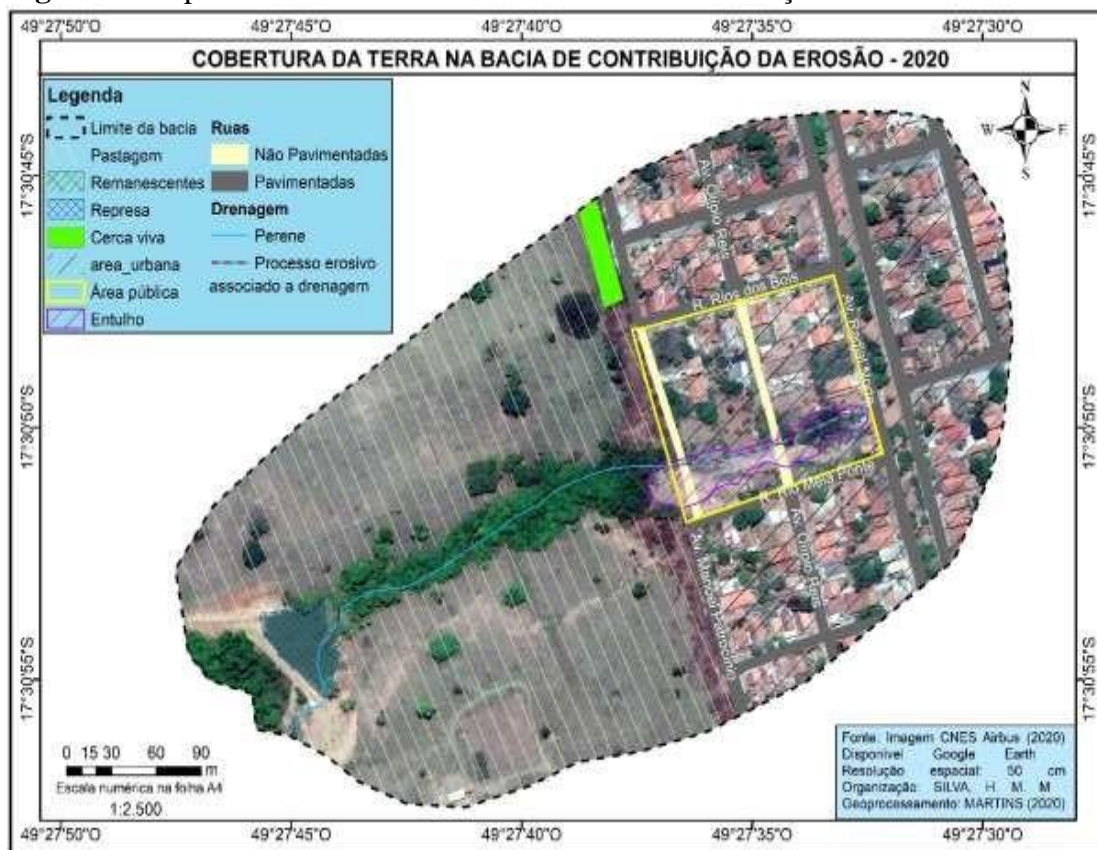
**Figura 5.** Vista parcial do interior da voçoroca – interceptação do lençol freático



Foto: SILVA (setembro/2016).

Em 2020, a erosão apresenta pontos de instabilidade evidenciando tendência de evolução lateral e remontante. Foram construídas mais moradias no interior da área pública a partir da supressão da vegetação nativa que existia no local, favorecendo a reativação dos processos erosivos que comandam o aumento de suas dimensões. (Figura 6).

**Figura 6:** Mapa de cobertura da Terra na Bacia de Contribuição da erosão em 2020



O entulhamento da voçoroca realizado pela prefeitura em 2016 reduziu as suas dimensões (Quadro I). Contudo, o processo erosivo foi retomado, ocasionando o

transporte de materiais depositados no talvegue para a drenagem à jusante, bem como, pelo desprendimento de partículas de solos em seus taludes.

**Quadro I.** Dimensões da voçoroca em 2016 e 2020

Dimensões (m)	(ANO)		Diferença (m)
	2016	2020	
Profundidade média (m)	3,20	2,20	-1
Largura média (m)	20,28	8,5	-11,78
Extensão (m)	16,76	37	-
Volume m <sup>3</sup>	7577,25	691,9	-6885,35

Os principais impactos encontrados na erosão foram a perda de solo, assoreamento da drenagem local, riscos de acidentes com transeuntes no local e quedas de moradias e obras públicas (meio fio, postes da rede elétrica, rede de água tratada, galeria de água pluvial e outros) em, bem como, o risco a saúde dos moradores que vivem nas redondezas devido à proliferação de vetores de doenças atraídos pelos resíduos sólidos urbanos depositado na voçoroca

Para o controle adequado da voçoroca sugere-se o isolamento da área, para permitir o repovoamento espontâneo e induzido da vegetação. Sugere-se também a construção de galeria de água pluvial com lançamento mais a jusante do córrego local, o que preservaria o curso d'água e evitaria o desprendimento e transporte de sedimentos. Recomenda-se a contenção com barragens e/ou paliçadas transversais em seu talvegue, construídas com pneus, bambus ou madeira para conter a evolução, visando a retenção de sedimentos de montante e permitir o surgimento e evolução de gramíneas, vegetação arbustiva e arbórea. Tais medidas vão contribuir para o repovoamento e equilíbrio ambiental da área impactada.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A pesquisa evidenciou a falta de planejamento ambiental adequado para o uso e ocupação do solo urbano no município de Pontalina. Tal ingerência normalmente leva ao surgimento de diversos tipos de impactos ambientais, com ênfase para os processos erosivos em seus vários estágios. A voçoroca estudada está relacionada à drenagem urbana da água pluvial com lançamento em grande volume de água em área íngreme e naturalmente suscetível a ocorrência desse tipo de impacto ambiental.

A voçoroca em evidência necessita de estabilização adequadamente para assim reduzir os impactos decorrentes das ações antrópicas, visando prevenir e evitar a perda de solo e o assoreamento da drenagem a jusante, reduzindo a vazão dos córregos e conseqüentemente a sua perenidade. O aumento da implantação de moradias, nos últimos 20 anos, dentro da área pública, destinada a Preservação Permanente, tende a contribuir para aumentar as dimensões da voçoroca. Portanto, o uso do solo deve ser repensado.

#### **REFERÊNCIAS**

ALMEIDA FILHO, G. S. et al. **Prevenção e controle da erosão urbana no Estado de São Paulo**, CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, ABES, 2001.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. Ícone, 9. ed., São Paulo, 2014. 355 p.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. 147 p.

FERREIRA, R. R. M.; FERREIRA, V. M.; TAVARES FILHO, J. ; RALISCH, R. **Origem**

e evolução de voçorocas em Cambissolos na bacia do alto Rio Grande, Minas Gerais. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2007, Gramado-RS. Anais, 2007.

GUERRA, A. J. T. **O início do processo erosivo**. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.da;

BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos – conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. Cap. 1, p. 17-55.

\_\_\_\_Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia** – uma atualização de bases e conceitos. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. Cap. 4, p. 149-209.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

–  
IPT. **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe / Paranapanema**. São Paulo: IPT. 1986. 6 p.

LEPSCH, I. F; **Formação e Conservação dos solos**. 2ªed. – São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

RESENDE, A. S. de.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. **Recuperação de**

**voçorocas na bacia do rio Paraíba do Sul**. Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2005. Disponível em:

□<http://www.agrolink.com.br/colunistas/colunaDetalhe.aspx?CodColuna=963>□.

Acesso em: 27 jan. 2010.

SANTOS, R. M. M. **Caracterização geotécnica e análise do processo evolutivo das erosões no Município de Goiânia**. 1997. 120 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia)-Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

SILVA, Gilka R. V. **Erosão em entressulcos em area cultivada com cana-de-açúcar e a relação com a quantidade de palha em superfície**. 2011. 81f. Dissertação – Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2011. Disponível em: Acesso em: 02 jun 2015.

SOUSA. A. T; **Caracterização de Voçorocas em bordas de relevo residual em Quirinópolis-GO**. Universidade Federal de Goiás – Escola de Agronomia e Engenharia de alimentos, 2010.

## **EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR ENZIMAS DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE FRUTOS: UMA REVISÃO**

**Gabriela Fonsêca Leal, Larissa Santos Saraiva, Romilda Ramos da Silva, Mariana Alencar da Macena, José Eduardo Bento de Oliveira, Geovana Marinho do Prado, Greice Folis Dagostin Santinoni, Roze Anne Ferreira Lima, Catarina Francisca Morais Lima Carvalhinho, Camila Mariane Silva Soares, Sergio Andres Villalba Morales, Patrícia Martins Guarda, Glêndara Aparecida de Souza Martins**

**RESUMO:** Não é um conhecimento recente que as frutas são mais que alimentos, possuem em si compostos que têm funcionalidades múltiplas e atuam no organismo. As frutas chamam a atenção dos consumidores por sua variedade de espécies com cores intensas, porém, não somente por sua aparência e sabor que as frutas são consumidas, nelas estão presentes compostos capazes de prevenir e tratar doenças como os polifenóis, carotenoides, vitaminas e esteróis. Esses compostos estão presentes nos tecidos vegetais, os bioativos podem estar tanto nas membranas intracelulares das células vegetais quanto na matriz extracelular ligados a parede celular e espaços intracelulares a extração assistida por enzimas (EAE) é um método usado principalmente como substituto às técnicas convencionais de extração por solvente. Seu mecanismo de forma básica, baseia-se na capacidade de uma enzima ou um conjunto de enzimas possuem de degradar ou só alterar a parede celular das plantas liberando acesso mais fácil aos compostos alvo. Dessa forma, a presente revisão buscou na literatura publicações que estudaram a extração de compostos bioativos de frutas usando a técnica EAE como ferramenta para obtê-los. As seções dispõem da explicação do método de funcionamento da metodologia, suas vantagens e desvantagens, sua aplicação em extração de bioativos de frutas e aplicações industriais do método.

**Palavras-chave:** extração assistida por enzimas, compostos bioativos, metodologia verde



## **INTRODUÇÃO**

Nos tempos atuais, a busca por uma alimentação mais saudável e que disponha de benefícios a manutenção da saúde tem sido constante. Entretanto, não é um conhecimento recente que as plantas e frutas são mais que alimentos, possuem em si compostos que têm funcionalidades múltiplas e atuam no organismo (ALAVARSA-CASCALES et al., 2022; GONZÁLEZ et al., 2022). Os benefícios dos alimentos foram registrados em escrituras antigas antes mesmo do período pré-histórico, Hipócrates considerado o pai da medicina já relatava a 2500 anos os alimentos como remédio (DAS; NADAR; RATHOD, 2021; OKOLIE et al., 2019).

As frutas chamam a atenção dos consumidores por sua variedade de espécies com cores intensas, que vão desde verde, amarelo, laranja, vermelho, roxo e até preto (ALAVARSA-CASCALES et al., 2022; GONZÁLEZ et al., 2022; MIRANDA et al., 2021). Porém, não somente por sua aparência e sabor que as frutas são consumidas, nelas estão presentes compostos capazes de prevenir e tratar doenças como os polifenóis, carotenoides, vitaminas e esteróis. Que dispõem de ação antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana, antidiabética e anticancerígena (ARAUJO et al., 2021; DAS; NADAR; RATHOD, 2021).

Esses compostos estão presentes nos tecidos vegetais, os bioativos podem estar tanto nas membranas intracelulares das células vegetais quanto na matriz extracelular ligados a parede celular e espaços intracelulares, ligados por interações hidrofílicas ou ligações de hidrogênio com os compostos de que formam a estrutura das paredes vegetais como a pectina, celulose ou hemicelulose (RAFIŃSKA et al., 2022). No entanto, extrair esses compostos e estabilizá-los é fundamental. As metodologias convencionais se baseiam principalmente no uso de solvente orgânicos para extrair os bioativos e usam de muito tempo para tal processo. Como forma de melhorar esse processo, técnicas verdes e uso de solventes ecologicamente corretos têm sido aplicados (CÁDIZ-GURREA et al., 2020).

Como uma das técnicas mais recentes e ecológicas, a extração assistida por enzimas (EAE) é um método usado principalmente como substituto às técnicas convencionais de extração por solvente. Seu mecanismo de forma básica, baseia-se na capacidade de uma enzima ou um conjunto de enzimas possuem de degradar ou só alterar a parede celular das plantas liberando acesso mais fácil aos compostos alvo

(ALAVARSA-CASCALES et al., 2022; CORTES-FERRE; ANTUNES-RICARDO; GUTIÉRREZ-URIBE, 2022; PATIL et al., 2021). Outra ação é a redução do tempo usado na extração e a possibilidade de controle de temperatura durante o processo que traz vantagens quando o foco são bioativos termolábeis (NADAR; RAO; RATHOD, 2018).

A escolha da técnica menos agressiva para extrair e recuperar os compostos bioativos são um passo importante para garantir que os compostos não sejam degradados, estejam estáveis e seguros para aplicação nas indústrias farmacêutica, médica e alimentícia (RAFIŃSKA et al., 2022).

Desse modo, o presente artigo tem como objetivo reunir dados publicados na literatura dentre os anos de 2018 e 2023 sobre o uso da extração assistida por enzimas de compostos bioativos de frutos. Trazendo um compilado de funcionamento do método, vantagens da sua utilização, principais bioativos extraídos e aplicações industriais.

## **EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR ENZIMAS, COMO FUNCIONA?**

A extração assistida por enzimas é uma técnica não convencional, que vêm sendo utilizada por ser mais seletiva e ambientalmente correta, onde enzimas hidrolíticas rompem a rede de polissacarídeos, como lignina, celulose, hemicelulose e pectina, das paredes celulares, sendo capazes de liberar compostos bioativos (PATIL et al., 2021; SONG et al., 2020).

Para ocorrer essa ruptura, acontece uma ligação entre a parede celular e o sítio ativo da enzima com maior especificidade, causando interação máxima entre os dois, pois a enzima muda sua forma e assim o substrato encaixa no sítio ativo (NADAR; RAO; RATHOD, 2018). Durante a liberação das moléculas bioativas livres, essa mudança que houve na forma da enzima, quebra as ligações da parede celular, sendo assim a extração assistida por enzimas dos compostos bioativos (NADAR; RAO; RATHOD, 2018).

A eficiência dessa extração vai depender de fatores como o material de origem, enzima utilizada e resultados esperados (SONG et al., 2020). É necessário conhecer a composição química e morfológica da biomassa em questão, para assim identificar os compostos de interesse e determinar um protocolo adequado para a realidade do processo



(COSTA et al., 2020; SONG et al., 2020). Já o rendimento vai depender de parâmetros como solvente, temperatura, pH, disponibilidade do substrato, tempo da reação e carga enzimática (COSTA et al., 2020).

Geralmente, a temperatura utilizada varia de 40 a 60° C, pois se essa for muito elevada pode causar a desnaturação da enzima e inviabilizar o processo, assim como também é utilizado baixas concentrações de enzimas, visto que em altas concentrações pode ocorrer a degradação da parede celular por maior tempo, assim como o período da reação para incubação longo também poderá degradar o extrato e aumentar custos (COSTA et al., 2020). As enzimas capazes de extrair polissacarídeos de fontes vegetais mais utilizadas são  $\alpha$ -amilase, celulase, pectinase e protease (SONG et al., 2020).

Na EAE são utilizados materiais naturais como frutos e também os resíduos gerados por esses, sendo farelos, sementes e cascas, contribuindo ainda mais com a sustentabilidade e economia em indústrias, pois o fruto completo poderá ser revestido em matéria-prima (ŁUBEK-NGUYEN; ZIEMICHÓD; OLECH, 2022). Esse método vem se desenvolvendo de forma eficiente sem a necessidade do uso de equipamentos especializados, podendo utilizar soluções aquosas e condições de processamento leves, aplicando em extração de compostos com baixo peso molecular e macromoléculas, como por exemplo, polifenóis, ácidos graxos, óleos, açúcares e proteínas (BELWAL et al., 2018; ŁUBEK-NGUYEN; ZIEMICHÓD; OLECH, 2022).

### **Vantagens e desvantagens de aplicação dessa técnica**

A EAE possui várias vantagens quando comparadas aos métodos convencionais, como o menor tempo de extração e redução de custos durante a produção, a utilização de processos em condições suaves incluindo a baixa temperatura e maior rendimento com solvente reduzido, podendo utilizar solventes orgânicos ou até mesmo a água (DAS; NADAR; RATHOD, 2021; GLIGOR et al., 2019; NADAR; RAO; RATHOD, 2018). Esse método também proporciona a extração de grande quantidade de compostos bioativos sem alterar a estrutura bioquímica, já que apresenta especificidade maior, com alta biodisponibilidade, além de gerar menos resíduos, resultando em produtos com maior qualidade (COSTA et al., 2020; GLIGOR et al., 2019).

Essa extração utiliza o fruto e também os subprodutos, não sendo tóxico para o consumo humano, sendo uma técnica ecologicamente viável, incluindo menos equipamentos durante o processo, gerando menos poluentes e resíduos secundários, com

menor consumo de energia, o que resulta também em menos emissões de gases do efeito estufa (COSTA et al., 2020).

Nessa técnica, como desvantagem, as enzimas só conseguem romper totalmente a parede celular quando utilizadas condições de processos melhoradas, para melhor atender a liberação dos compostos bioativos livres, não sendo capaz de extrair todos esses compostos devido à solubilidade ser menor em meios aquosos de extração (PATIL et al., 2021). O processo também pode sofrer contaminação e deterioração dos produtos já extraídos, quando se submete a separação de uma enzima aquosa do sistema de extração, tornando assim o procedimento de purificação mais complexo (PATIL et al., 2021).

Para a aplicação em larga escala, como esperado pela indústria, a EAE pode apresentar outras desvantagens como a atividade catalítica menor depois de vários ciclos, inviabilizando a reciclagem e reutilização (DAS; NADAR; RATHOD, 2021). Sendo assim, a utilização dessa técnica seria viável somente em produtos de alto valor, visto que as enzimas vão apresentar alto custo, pois seria necessário combinar várias enzimas para a extração e processos adicionais para purificação e separação dos produtos (DAS; NADAR; RATHOD, 2021).

Uma solução seria a imobilização de enzimas, pois com esse processo, aumentaria a seletividade e especificidade, sendo possível também suportar diferentes temperaturas e pHs, com recuperação e reutilização dessas enzimas, não degradando facilmente, possibilitando a aplicação em indústrias, alcançando resultados em menor tempo e reduzindo custo adicionais ao processo (ASHKAN et al., 2021; COSTA et al., 2020; DAS; NADAR; RATHOD, 2021).

## **EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS**

Classificados como metabólitos secundários, os compostos bioativos não tem como função participar do metabolismo das plantas na fotossíntese. Porém, seu valor está em proteger a planta contra a radiação ultravioleta, proteção contra insetos e outros herbívoros, serem um atrativo a polinização, participarem da estrutura da planta e outras funções (SANTOS; SANTANA, 2022). Apesar de serem encontrados nas plantas em geral em boas quantidades, os bioativos podem ser afetados por fatores que diminuam sua funcionalidade e biodisponibilidade, como luz, oxigênio, pH, temperatura, o trato

gastrointestinal. Esses fatores podem impedir que os compostos estejam estáveis para ser absorvido pelo intestino e chegue até o sistema circulatório e por fim nas células onde de fato atuam (KOOOP et al., 2022).

Dessa maneira, a tecnologia de extração é uma aliada como uma facilitadora ao acesso dos compostos alvo, tornando mais acessível a determinação e recuperação destes compostos (Tabela 1). Para cada composto e a sua localização na porção do fruto usado como amostra é necessária uma enzima ou combinação de enzimas específicas para conseguir romper a parede celular e tornar o composto atingível (DAS; NADAR; RATHOD, 2021).

### **Carotenóides**

Os carotenoides pertencem a uma classe de compostos como longas cadeias de hidrocarbonetos poli-insaturados, trazendo a eles a característica de serem apolares. Quando feita extrações com solventes orgânicos os mais usuais são o éter de petróleo e o hexano devido a sua característica também apolar. Por serem também lipofílicos esses compostos também possuem propensão de formar isômeros e oxidar com maior facilidade, tornando assim o processo de extração uma etapa que precisa ser simples e rápida, pois eles podem se degradar na presença luz, calor, gorduras insaturadas, peróxidos e metais (MIĘKUS et al., 2019).

O licopeno é um carotenóide que possui coloração vermelha, isso devido a suas treze ligações carbono com carbono e onze ligações conjugadas. Ele se faz presente em frutas como tomate (CATALKAYA; KAHVECI, 2019; LOMBARDELLI et al., 2020). O resíduo de tomate é um subproduto muito disponível na indústria de pasta de tomate, assim Catalkaya & Kahveci, (2019) propuseram otimizar a extração assistida pelas enzimas celulase e pectinase combinada a solventes como forma de extrair o licopeno dos resíduos de tomate. Eles identificaram que as condições ótimas foram a temperatura de reação enzimática de 40 °C, tempo de reação enzimática de 5 h, razão enzima: substrato de 0,2 ml/g, razão solvente: substrato de 5 ml/g, tempo de extração de 1 h e razão enzima: enzima de 1. Onde nesse ponto de melhor extração obtiveram o rendimento de 11,5 mg de licopeno/g.

Lombardelli et al., (2020) e seus colaboradores usaram a metodologia de superfície de resposta para determinar as regiões ótimas para extração de cromoplastos contendo carotenoides assistido pelas enzimas poligalacturonase, pectinase, celulase e

xilanase. A região ótima para a extração ficou entre as temperaturas de 45 a 55 °C, pH de 5 a 5,5, dosagem enzimática de 25 U/g e 180 min de extração. Recuperando assim, 4,30 mg de cromoplastos contendo carotenóides por Kg de tomate.

### **Polifenóis**

As antocianinas são metabólitos secundários que conferem aos frutos as cores roxa, azul, preta e vermelha. Possuem benefícios para o organismo como poder anti-inflamatório, antiviral e antioxidantes (GONZÁLEZ et al., 2022; NGOC NHON et al., 2022). Estudos tem sido proposto para avaliar o efeito da extração assistida por enzimas em antocianinas de frutos, Alavarsa-Cascales et al., (2022) otimizaram em seu trabalho a extração de antocianinas do açaí com a enzima pectinase. Determinaram que as condições de 0,1 g de amostra aquecido a 60 °C e extraído com 15 mL de solvente com pH 4 e etanol 40%, 500 unidades de enzima por grama de amostra e agitação a 150 rpm pelo tempo de 15 min foram ótimas com um rendimento de Rendimento de 5,882 mg de antocianinas totais/g de açaí.

Estudando outro fruto também de coloração quase preta, González et al., (2022) compararam a extração a extração de antocianinas da groselha negra pelos métodos de extração assistida por ultrassom e extração assistida por enzimas com a pectinase. Os pesquisadores observaram que a composição do solvente foi a variável mais influente nos dois métodos e que não houve diferença observada na quantificação de antocianinas, mas as melhores condições para a extração enzimática foram Etanol 10% em água, pH 4,1; temperatura de extração de 30 °C, 50% de amplitude e 91,0 unidades de enzima por grama de amostra.

Syrpas et al., (2021) usaram o bagaço de mirtilo e realizaram a extração assistida por enzimas com uma enzima comercial Viscozyme ® L, que é uma combinação de beta-glucanases, pectinases, hemicelulases e xilanases. Através da metodologia de superfície de resposta propuseram as condições ótimas de extração em pH: 4,5, temperatura 46 °C, 1 h de extração e 2 unidades ativas (UA) de Viscozyme L/g de bagaço de mirtilo. Os resultados do estudo foram comparados a extração sólido-líquido convencional o rendimento foi de 56,15 g/100 g DW da fração solúvel em água e houve aumento significativo do efeito antioxidante in vitro e antocianinas.

A capsaicina é muito comum nas pimentas, principalmente nas células do epicarpo e também nas sementes, é o composto responsável pela pungência dos frutos. É bastante

descrita na literatura como termo ativa e em estudos com câncer (VÁZQUEZ-ESPINOSA et al., 2023). Cortes-Ferre et al., (2022) investigaram em seu trabalho as condições ótimas de extração dos capsaicinoides da pimenta assistida pela enzima celulase, onde foram quantificados 310,23 µg/ml de capsaicina nas condições de temperatura de 45 °C concentração de enzima de 250 UI/L no tempo de 120 min.

Os fenólicos são uma classe que está presente nas plantas principalmente na parede celular ligados a outras moléculas, possuem destaque principalmente por comprovada atividade antioxidante e prevenção de doenças cardiovasculares (COSTA et al., 2020). As cascas do abacate, subproduto muitas vezes descartado foi estuda por Hefzalrahman et al., (2022), nesse estudo foi avaliado de forma comparativa a extração dos fenólicos da amostra pelo método de extração assistida por ultrassom e por extração assistida por enzimas. As enzimas foram uma mistura comercial que contém arabinase, celulase,  $\alpha$ -glucanase, hemicelulase e xilanase. Os resultados mostraram que os ensaios feitos com adição de 1% de enzima usando um sólido-razão de tampão de 1:20 (p/v) após incubação por 60 min foram superiores aos feitos com ultrassom.

Para a maçã do bálsamo Qadir et al., (2019) apresentaram um estudo usando a metodologia de superfície de resposta para a extração assistida por enzimas comerciais, as condições ótimas encontradas foram tempo de 60 min, temperatura de 50 °C, pH 7,5 e concentração de enzima de 6,5%. Dos complexos enzimáticos empregados neste estudo, zympex-014 ofereceu rendimento máximo de extração de 42,6 g/100 g. As mesmas enzimas foram estudadas para extração assistida da alcaparra, Qadir et al., (2022) identificaram que a combo enzimático Kemzyme Plus Dry apresentou o maior rendimento, as condições 6,5% de concentração de enzima, pH 7,5, temperatura de 50 °C e tempo de reação de 60 min.

Para analisar os fenólicos e os flavonoides do fruto goji, Shang et al., (2022) usaram diferentes métodos de extração. Os resultados demonstraram que a extração enzimática com pectinase, celulase e papaína foi mais eficaz que o ultrassom na extração de compostos fenólicos e flavonoides. Sendo as condições ótimas 3 g de amostra, etanol 70%, pH da solução foi alinhado 5,5, 3% (p/p) de pectinase, 3% (p/p) de celulase e 1,5% (p/p) de papaína e a solução foi deixada a temperatura de 50°C pelo tempo de 60 min.

Os resíduos da indústria também são boas fontes de compostos fenólicos, os resíduos de morango e acerola foram analisados por Silva et al., (2022) com extração por

solvente comparando com a extração assistida por enzimas. No estudo as melhores condições de extração enzimática foram 2,31 g da amostra diluída em 20 mL do tampão fosfato de potássio (100 µM em pH 6), concentração de enzima protease/peptidase de 100 µL por 2 h a 100 rpm e temperatura de 50 °C. Assim, a casca da acerola obteve o maior rendimento de fenólicos equivalente a 45,46 mg GA/g.

**Tabela 1. Metodologia de extração assistida por enzimas na extração de compostos bioativos de frutas.**

<b>Composto bioativo</b>	<b>Fonte</b>	<b>Enzima</b>	<b>Condições</b>	<b>Resultado</b>	<b>Referência</b>
<b>Antocianinas</b>	Bagaço de mirtilo ( <i>Vaccinium myrtillus</i> L.)	Enzima comercial Viscozyme ® L, que contém beta-glucanases, pectinases, hemicelulases e xilanases	pH: 4,5, temperatura 46 °C, 1 h de extração e 2 unidades ativas (UA) de Viscozyme L/g de bagaço de mirtilo	Rendimento de 56,15 g/100 g DW da fração solúvel em água. Aumento significativo do efeito antioxidante in vitro e antocianinas.	(SYRPAS et al., 2021)
	Groselha negra ( <i>Ribes nigrum</i> L.)	Pectinase	Etanol 10% em água, pH 4,1; temperatura de extração de 30 °C, 50% de amplitude e 91,0 unidades de enzima por grama de amostra.	Antocianinas mais abundantes na groselha negra foram cyanidin 3-O-glucoside e cyanidin 3-O-rutinoside, representando 90% do total de antocianinas	(GONZÁLEZ et al., 2022)
	Açaí (Euterpe)	Pectinase	0,1 g de amostra aquecido a 60 °C e extraído com 15	Rendimento de 5,882 mg de	(ALAVARSA -CASCALES et al., 2022)

**Estudos em Ciências Agrárias no Brasil: Produções Multidisciplinares no Século XXI**

	Oleracea Mart.)		mL de solvente com pH 4 e etanol 40%, 500 unidades de enzima por grama de amostra e agitação a 150 rpm pelo tempo de 15 min.	antocianinas totais/g de açaí	
<b>Capsaicina</b>	Sementes de pimenta habanero ( <i>Capsicum chinense</i> )	Celulase	Temperatura de 45 °C concentração de enzima de 250 UI/L no tempo de 120 min.	Rendimento de 310,23 µg/ml de capsaicina	(CORTES-FERRE; ANTUNES-RICARDO; GUTIÉRREZ-URIBE, 2022)
<b>Carotenoides totais</b>	Resíduos de tomate	Poligalacturonase, pectinaliase, celulase e xilanase.	Temperaturas de 45 a 55 °C, pH de 5 a 5,5, dosagem enzimática de 25 U/g e 180 min de extração.	Rendimento de 4,30 mg cromoplastos contendo carotenóides/Kg de tomate.	(LOMBARDELLI et al., 2020)
<b>Fenólicos</b>	Casca de abacate ( <i>Persea americana mill.</i> )	Enzima comercial Viscozyme L., mistura de enzimas arabinase, celulase, α-glucanase, hemicelulase e xilanase	Adição de 1% de enzima usando um sólido-razão de tampão de 1:20 (p/v) após incubação por 60 min.	Rendimento 35,1± 0,45 mg GAE/g de casca seca	(HEFZALRA HMAN et al., 2022)



**Estudos em Ciências Agrárias no Brasil: Produções Multidisciplinares no Século XXI**

	Maçã bálsamo ( <i>Momordica balsamina</i> )	Enzimas comerciais Kemzyme dry plus, Natuzyme e Zympex-014	Tempo de 60 min, temperatura de 50 °C, pH 7,5 e concentração de enzima de 6,5%	Dos complexos enzimáticos empregados neste estudo, zympex- 014 ofereceu rendimento máximo de extração de 42,6 g/100 g	(QADIR et al., 2019)
	Alcapara ( <i>Capparis spinosa</i> )	Enzimas comerciais Kemzyme dry plus, Natuzyme e Zympex-014	6,5% de concentração de enzima, pH 7,5, temperatura de 50 ° C e tempo de reação de 60 min	Kemzyme Plus Dry foi confirmado por experimentos de validação que exibiram uma resposta do rendimento do extrato como 41,74 ± 1,46%,	(QADIR et al., 2022)
	Goji ( <i>Lycium barbarum</i> )	Pectinase, celulase e papaína	3 g de amostra, etanol 70%, pH da solução foi alinhado 5,5, 3% (p/p) de pectinase, 3% (p/p) de celulase e 1,5% (p/p) de papaína e a solução foi deixada a temperatura de 50°C pelo tempo de 60 min.	Rendimento de extração de compostos fenólicos de 11,857 ± 0,393 mg GAE/g e flavonoides de 1,637 ± 0,041 mg CE/g	(SHANG et al., 2022)

	Resíduos de acerola (Malpighia emarginata) e morango (Fragaria × ananassa)	Protease/peptidase e $\alpha$ -amilase	2,31 g da amostra diluída em 20 mL do tampão fosfato de potássio (100 $\mu$ M em pH 6), concentração de enzima protease/peptidase de 100 $\mu$ L por 2 h a 100 rpm e temperatura de 50 °C.	O maior rendimento de fenólicos foi para a casca de acerola extraída com a enzima protease/peptidase, equivalente a 45,46 mg GA/g	
<b>Licopeno</b>	Resíduo de tomate	Celulase e pectinase	Temperatura de reação enzimática de 40 °C, tempo de reação enzimática de 5 h, razão enzima: substrato de 0,2 ml/g, razão solvente: substrato de 5 ml/g, tempo de extração de 1 h e razão enzima: enzima de 1.	Rendimento de 11,5 mg de licopeno/g.	(CATALKAY A; KAHVECI, 2019)

### **Aplicação na indústria**

A EAE pode ser empregada no processamento de suco de frutas, permitindo maior rendimento do produto, menor viscosidade, maior clareza e mais praticidade na degradação da parede celular, sendo parâmetros esperados pela indústria, principalmente

com fruta (GLIGOR et al., 2019). Essa técnica também pode ser utilizada para produção de pigmentos naturais, o que pode substituir os corantes artificiais utilizados em alimentos, viabilizando a aplicação do método, visto que não apresenta toxicidade (MIRANDA et al., 2021).

A utilização da EAE combinada com outras técnicas pode gerar novos produtos industriais, como por exemplo, o uso do fluido supercrítico, extraíndo óleos essenciais, esses são amplamente utilizados como ingredientes aromáticos, na aromaterapia moderna, assim como também em cosméticos e produtos farmacêuticos, além da capacidade de contribuir para a conservação em alimentos (PATIL et al., 2021).

## **CONCLUSÃO**

Desse modo, para usar a extração assistida por enzimas para extrair compostos bioativos é necessário um conhecimento prévio da composição da parede celular da matéria-prima, para assim escolher a melhor enzima ou a combinação de enzimas necessárias para romper a parede e tornar mais fácil o acesso aos compostos de interesse. Para sanar as desvantagens que o método apresenta, como o custo das enzimas, a dificuldade de reprodução do método em escala industrial e a diminuição da atividade catalítica. A combinação de pré-tratamentos antes da EAE pode ser uma solução viável, assim como a imobilização das enzimas que traria mais seletividade e especificidade para o processo. Portanto, como foi descrito nessa revisão o uso da EAE é uma solução menos agressiva a matéria-prima, fazendo com que o uso menor ou até inexistente de solventes traga uma maior segurança ao produto final.

## **REFERÊNCIAS**

- ALAVARSA-CASCALES, D. et al. Optimization of an Enzyme-Assisted Extraction Method for the Anthocyanins Present in Açai (*Euterpe oleracea* Mart.). *Agronomy*, v. 12, n. 10, p. 2327, 2022.
- ARAUJO, N. P. et al. Functional and nutritional properties of selected Amazon fruits: A review. *Food Research International*, v. 147, n. May, 2021.
- ASHKAN, Z. et al. Immobilization of enzymes on nanoinorganic support materials: An update. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 168, p. 708–721, 2021.

BELWAL, T. et al. A critical analysis of extraction techniques used for botanicals: Trends, priorities, industrial uses and optimization strategies *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 2018.

CÁDIZ-GURREA, M. DE LA L. et al. Revalorization of bioactive compounds from tropical fruit by-products and industrial applications by means of sustainable approaches. *Food Research International*, v. 138, n. October, 2020.

CATALKAYA, G.; KAHVECI, D. Optimization of enzyme assisted extraction of lycopene from industrial tomato waste. *Separation and Purification Technology*, v. 219, n. March, p. 55–63, 2019.

CORTES-FERRE, H. E.; ANTUNES-RICARDO, M.; GUTIÉRREZ-URIBE, J. A. Enzyme-assisted extraction of anti-inflammatory compounds from habanero chili pepper (*Capsicum chinense*) seeds. *Frontiers in Nutrition*, v. 9, n. September, p. 1–9, 2022.

COSTA, J. R. et al. Valorization of Agricultural Lignocellulosic Plant Byproducts through Enzymatic and Enzyme-Assisted Extraction of High-Value-Added Compounds: A Review. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, v. 8, n. 35, p. 13112–13125, 2020.

DAS, S.; NADAR, S. S.; RATHOD, V. K. Integrated strategies for enzyme assisted extraction of bioactive molecules: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 191, n. September, p. 899–917, 2021.

GLIGOR, O. et al. Enzyme-assisted extractions of polyphenols – A comprehensive review. *Trends in Food Science and Technology*, v. 88, n. September 2018, p. 302–315, 2019.

GONZÁLEZ, M. J. A. et al. A comparison study between ultrasound–assisted and enzyme–assisted extraction of anthocyanins from blackcurrant (*Ribes nigrum* L.). *Food Chemistry: X*, v. 13, n. October 2021, 2022.

HEFZALRAHMAN, T. et al. Application of Enzyme and Ultrasound Assisted Extraction of Polyphenols From Avocado (*Persea Americana* Mill.) Peel As Natural Antioxidants. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, v. 21, n. 2, p. 129–138, 2022.

KOOP, B. L. et al. Flavonoids, anthocyanins, betalains, curcumin, and carotenoids: Sources, classification and enhanced stabilization by encapsulation and adsorption. *Food*

Research International, v. 153, n. January, 2022.

LOMBARDELLI, C. et al. Tailored and synergistic enzyme-assisted extraction of carotenoid-containing chromoplasts from tomatoes. *Food and Bioproducts Processing*, v. 121, p. 43–53, 2020.

ŁUBEK-NGUYEN, A.; ZIEMICHÓD, W.; OLECH, M. Application of Enzyme-Assisted Extraction for the Recovery of Natural Bioactive Compounds for Nutraceutical and Pharmaceutical Applications *Applied Sciences* (Switzerland), 2022.

MIĘKUS, N. et al. Green chemistry extractions of carotenoids from *daucus carota* L.-Supercritical carbon dioxide and enzyme-assisted methods. *Molecules*, v. 24, n. 23, p. 1–20, 2019.

MIRANDA, P. H. S. et al. A scientific approach to extraction methods and stability of pigments from Amazonian fruits. *Trends in Food Science and Technology*, v. 113, n. August 2020, p. 335–345, 2021.

NADAR, S. S.; RAO, P.; RATHOD, V. K. Enzyme assisted extraction of biomolecules as an approach to novel extraction technology: A review. *Food Research International*, v. 108, n. March, p. 309–330, 2018.

NGOC NHON, H. T. et al. Enhancement of extraction effectiveness and stability of anthocyanin from *Hibiscus sabdariffa* L. *Journal of Agriculture and Food Research*, v. 10, n. July, p. 100408, 2022.

OKOLIE, C. L. et al. Influence of conventional and recent extraction technologies on physicochemical properties of bioactive macromolecules from natural sources: A review. *Food Research International*, v. 116, n. September 2018, p. 827–839, 2019.

PATIL, P. D. et al. Enzyme-assisted supercritical fluid extraction: An integral approach to extract bioactive compounds. *Trends in Food Science and Technology*, v. 116, n. August 2020, p. 357–369, 2021.

QADIR, R. et al. Enzyme-assisted extraction of *Momordica balsamina* L. fruit phenolics: process optimized by response surface methodology. *Journal of Food Measurement and Characterization*, v. 13, n. 1, p. 697–706, 2019.

QADIR, R. et al. Enzyme-Assisted Extraction of Phenolics from *Capparis spinosa* Fruit: Modeling and Optimization of the Process by RSM and ANN. *ACS Omega*, v. 7, n. 37,

p. 33031–33038, 2022.

RAFIŃSKA, K. et al. Enzyme-assisted extraction of plant material – New functional aspects of the process on an example of *Medicago sativa* L. *Industrial Crops and Products*, v. 187, p. 115424, nov. 2022.

SANTOS, T. R. J.; SANTANA, L. C. L. DE A. Conventional and emerging techniques for extraction of bioactive compounds from fruit waste. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 25, p. 1–18, 2022.

SHANG, Y. F. et al. HPLC-MS/MS targeting analysis of phenolics metabolism and antioxidant activity of extractions from *Lycium barbarum* and its meal using different methods. *Food Science and Technology (Brazil)*, v. 42, p. 1–8, 2022.

SILVA, T. O. M. et al. Bioactive compounds and antioxidants activities in the agro-industrial residues of berries by solvent and enzyme assisted extraction. *Food Science and Technology (Brazil)*, v. 42, p. 1–11, 2022.

SONG, Y. R. et al. Effect of enzyme-assisted extraction on the physicochemical properties and bioactive potential of lotus leaf polysaccharides. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 153, p. 169–179, 2020.

SYRPAS, M. et al. Valorization of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) pomace by enzyme-assisted extraction: Process optimization and comparison with conventional solid-liquid extraction. *Antioxidants*, v. 10, n. 5, 2021.

VÁZQUEZ-ESPINOSA, M. et al. The effect of ripening on the capsaicinoids composition of Jeromin pepper (*Capsicum annuum* L.) at two different stages of plant maturity. *Food Chemistry*, v. 399, p. 133979, 15 jan. 2023.

## **EXTRAÇÃO SUSTENTÁVEL DE ÓLEOS FIXOS DE SEMENTES OLEAGINOSAS: UMA REVISÃO ATUALIZADA**

**Greice Folis Dagostin Santinoni, Gabriela Fonsêca Leal, Romilda Ramos da Silva, Mariana Alencar da Macena, José Eduardo Bento de Oliveira, Geovana Marinho do Prado, Camila da Costa Gomes, Barbara Catarina Bastos De Freitas, Clarissa Damiani, Glêndara Aparecida de Souza Martins**

**RESUMO:** Os óleos vegetais são importantes para a dieta humana, pois no geral são ricos em compostos bioativos, antioxidantes e ácidos graxos, que podem contribuir de maneira benéfica para a saúde quando ingeridos. Óleos de sementes oleaginosas são obtidos por prensagem mecânica ou por meio de extração com solventes orgânicos, sendo o uso de solventes associado a maiores tempos de extração e altas temperaturas, acarretando elevado consumo de energia e possível oxidação lipídica dos óleos. Esta revisão tem o intuito de destacar estudos recentes sobre novas técnicas de extração sustentáveis de óleos de semente oleaginosas que resultem em altos rendimentos e qualidade dos óleos extraídos, associado ao uso de menores volumes de solvente e baixos tempos de extração. Nesta revisão são abordados métodos como a utilização de solventes verdes, extração assistida com ultrassom e micro-ondas, utilização de fluido supercrítico, líquido pressurizado e extração enzimática aquosa. As técnicas aqui exploradas podem ser consideradas sustentáveis e promissoras na substituição dos métodos convencionais.

**Palavras-chave:** Óleo vegetal, sustentabilidade, química verde



## **INTRODUÇÃO**

As sementes oleaginosas são amplamente utilizadas na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética. Os óleos vegetais extraídos das sementes oleaginosas fornecem quantidade suficiente de ácidos graxos e calorias significativas para o corpo humano e representam um dos grupos mais comuns de materiais utilizados nos produtos de cuidados pessoais da pele (HANDA, THAKUR, ARYA, 2021; KOZŁOWSKA *et al.*, 2016; PAVLAČKOVÁ *et al.*, 2018). Além disso, como os óleos vegetais têm alto conteúdo de energia também podem ser utilizados como matéria-prima de biodiesel como o óleo de soja e o de milho (HUANG *et al.*, 2020).

Inúmeras técnicas de extração de óleos vegetais foram desenvolvidas com base nos princípios de destilação e transferência de massa, utilizando processos como prensagem e extração por solventes (MEMARZADEH *et al.*, 2020; OLIVEIRA, DE, DAVANTEL DE BARROS E GIMENES, 2013). As limitações, associadas aos métodos convencionais de extração de óleos vegetais, incluem: longo período de extração, riscos ambientais e à saúde humana e animal, alto consumo de solventes orgânicos e possíveis alterações nas características do óleo vegetal extraído (STEVANATO E SILVA, da, 2019).

Nos últimos anos houve avanços importante no desenvolvimento, otimização e aplicação de técnicas de extração verde na indústria de alimentos (CASTEJÓN, LUNA, SEÑORÁNS, 2018). Muitos relatórios têm representado o pré-tratamento de sementes oleaginosas com vários métodos para amplificar a extração de componentes valiosos de sementes oleaginosas e acessibilidade a nutracêuticos favoráveis (FATHI-ACHACHLOUEI *et al.*, 2019). Pesquisadores têm feito muitos esforços para desenvolverem processos de extração de óleos mais rápidos, eficientes, ecológicos e econômicos (CASTEJÓN, LUNA, SEÑORÁNS, 2018; HUANG *et al.*, 2020; MEMARZADEH *et al.*, 2020; OLIVEIRA, DE, DAVANTEL DE BARROS, GIMENES, 2013; PANADARE, RATHOD, 2020; STEVANATO, SILVA, DA, 2019).

Esses processos incorporam principalmente uma combinação de ferramentas de intensificação e novos processos de extração (PANADARE, RATHOD, 2020). A extração assistida por ultrassom é amplamente utilizada em processos de extração de componentes de plantas (STEVANATO, SILVA, DA, 2019). A radiação produzida pelo micro-ondas em sementes foi introduzida como uma técnica impressionante para

umentar a eficiência de extração de óleo das sementes (FATHI-ACHACHLOUEI *et al.*, 2019). Tecnologias de altas pressões, incluindo extração com fluido sub e supercrítico, oferecem a oportunidade de obtenção de novos produtos com características interessantes que podem apresentar alta eficiência tanto quanto os métodos tradicionais na para a extração de oleaginosas (FETZER *et al.*, 2018).

Considerando estes aspectos, o objetivo da presente revisão foi apresentar de forma geral diferentes métodos para extrações de óleos de sementes oleaginosas, como: extração com solvente verde, extração assistida por ultrassom, extração assistida por micro-ondas, extração por fluido supercrítico com dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), extração com líquido pressurizado e extração enzimática aquosa, destacando suas características, vantagens e desvantagens no aspecto nutricional, tecnológico e ambiental.

## **MÉTODOS DE EXTRAÇÃO SUSTENTÁVEL DE SEMENTES OLEAGINOSAS**

As sementes oleaginosas são sementes que apresentam maior concentração de óleo em comparação com outras sementes. Possuem altas propriedades nutricionais e medicinais, como grandes quantidades de ácidos graxos (saturados e insaturados), que atuam como principal fonte de armazenamento de energia, tornando-as fontes de óleo vegetal (HANDA, THAKUR, ARYA, 2021). A principal oleaginosa cultivada mundialmente é a soja, seguida pela colza, girassol, amendoim, caroço de algodão, palmiste e copra (KADAM, KUMAR, KASARA, 2021). A interessante composição desses grãos tem despertado interesse por seus possíveis benefícios à saúde (LAMO, DE, GÓMEZ, 2018).

Os óleos fixos, ou também chamados de óleos vegetais, são fontes importantes de lipídios disponíveis para consumo humano. Em geral, esses óleos possuem, em sua composição, cadeias longas de triglicerídeos e são obtidos de frutos ou sementes, por meio de diferentes processos de extração (HERCULANO *et al.*, 2021). Os óleos vegetais comestíveis contêm variedade de substâncias bioativas e nutrientes, incluindo vitamina E, fosfolipídios, colina e ácidos graxos ômega-3 e ômega-6, bem como outras gorduras poliinsaturadas, monoinsaturadas e saturadas (HUANG *et al.*, 2020). No corpo humano, os ácidos graxos são essenciais para o desempenho das funções cerebrais, transmissão de

impulsos nervosos, transferência de oxigênio para o plasma sanguíneo, síntese de hemoglobina e divisão celular (HERCULANO *et al.*, 2021).

As cadeias de ácidos graxos em óleos vegetais estão entre o número de carbono C13 e C21, e seus pesos moleculares entre 220-350 g. mol<sup>-1</sup>, possuindo volatilidade muito baixa (pontos de ebulição normais em torno de 250 – 450 °C) (LÓPEZ-PADILLA *et al.*, 2016). Diferente dos óleos essenciais, os quais são compostos complexos de metabolitos secundários, normalmente monoterpenos e sesquiterpenos (BHAVANIRAMYA *et al.*, 2019). Estes últimos possuem pontos de ebulição normais de 150 °C a 230 °C e pesos moleculares na faixa de 100-250 g mol<sup>-1</sup>, sendo considerado óleos voláteis (LÓPEZ-PADILLA *et al.*, 2016).

As sementes oleaginosas também podem ser utilizadas como matéria-prima para a fabricação de biodiesel. Os biocombustíveis alternativos oferecem inúmeras vantagens em comparação aos combustíveis fósseis, incluindo disponibilidade, biodegradabilidade, sustentabilidade e redução das emissões de gases de efeito estufa (RAJENDRAN, GURUNATHAN, 2021). As sementes oleaginosas não comestíveis podem ser aplicadas para a produção de biodiesel. Como é o caso da semente de rabanete, que possui um alto teor de óleo, mas esse óleo é considerado não comestível por conter ácido erúico (C22:1), que está associado à toxicidade. No entanto, esse ácido graxo, que é monoinsaturado e tem uma cadeia relativamente longa, pode conferir melhor estabilidade oxidativa ao óleo, uma vez que a alta massa molecular reduz a concentração de ligações duplas na molécula, tornando-o adequado para a síntese de biodiesel (STEVANATO, SILVA, 2019). As vantagens do desenvolvimento bem sucedido do processo de fabricação de biodiesel são a redução do custo de capital com menor impacto ambiental, podendo resultar em uma diminuição do custo do produto final (KUMAR, 2017).

Novas técnicas de extração de óleos vegetais vêm sendo testadas, como os métodos de extração ecológicos, que devem concentrar-se em ter as menores influências possíveis ao meio ambiente, com menos consumo de energia e solventes, garantindo ou melhorando a qualidade dos óleos extraídos (HU *et al.*, 2021). Métodos como extração por solventes verdes, extração assistida por ultrassom (EAU), extração assistida por micro-ondas (EAM), extração com fluido supercrítico (EFS) com CO<sub>2</sub>, extração com líquido pressurizado (ELP) e extração enzimática aquosa (EEA) são alternativas sustentáveis e promissoras na extração de óleos. Na Tabela 1 estão discriminados alguns

trabalhos realizados com diversas espécies de sementes oleaginosas, utilizando diferentes métodos para extração de óleo vegetal.

**Tabela 1. Extração de óleo vegetal de sementes oleaginosas**

Sementes	Método de extração	Solvente utilizado	Referência
Baru ( <i>Dipteryx alata</i> vogel)	Fluido supercrítico	Propano CO <sub>2</sub> supercrítico com etanol (co-solvente)	(FETZER <i>et al.</i> , 2018)
	Soxhlet	Etanol Hexano	
Baru ( <i>Dipteryx alata</i> )	Fluido supercrítico com e sem prensagem mecânica	CO <sub>2</sub> supercrítico	(CHAÑI-PAUCAR <i>et al.</i> , 2021)
Beldroega ( <i>Portulaca oleracea</i> )	Extração por solvente	Hexano	(DELFAN-HOSSEINI <i>et al.</i> , 2017)
	Prensagem a frio		
	Pré-tratamento por micro-ondas, seguido de prensagem a frio		
Cabeça de dragão ( <i>Lallemantia iberica</i> )	Soxhlet	Éter dietílico Éter de petróleo n-hexano	(KOMARTIN <i>et al.</i> , 2021)
	Agitação mecânica	Éter de petróleo	
	Ultrassom		
Cambre ( <i>Crambe abyssinica</i> H.)	Soxhlet	n-hexano Etanol Acetato de metila	(MELLO <i>et al.</i> , 2019)
	Líquido pressurizado	Acetato de metila	
Cambre ( <i>Crambe abyssinica</i> H.)	Soxhlet	Carbonato de dimetila	(PORTILHO TRENTINI <i>et al.</i> , 2020)
	Líquido pressurizado		
Cambre	Soxhlet	Éter	(TAVARES <i>et al.</i> , 2017)
	Ultrassom	Mistura de <i>n</i> - hexano e acetato de metila	
Camélia ( <i>Camellia oleifera</i> Abel.)	Pré-tratamento micro- ondas, seguido de prensagem a frio	-	(YE <i>et al.</i> , 2021)
Canola ( <i>Brassica napus</i> )	Soxhlet	n-hexano	(SUN <i>et al.</i> , 2021)
	Fluido supercrítico	CO <sub>2</sub> supercrítico com e sem etanol (co- solvente)	
Cardo mariano ( <i>Silybum marianum</i> L.)	Solvente com pré- tratamento de micro- ondas	Hexano	(FATHI- ACHACHLOUEI <i>et al.</i> , 2019)
Cártamo ( <i>Carthamus tinctorius</i> L.)	Líquido pressurizado	Etanol	(CONTE <i>et al.</i> , 2016)
	Soxhlet		
	Ultrassom		

**Estudos em Ciências Agrárias no Brasil: Produções Multidisciplinares no Século XXI**

Cereja ( <i>Cerasus pseudocerasus</i> G. Don)	Soxhlet	n-hexano	(HU <i>et al.</i> , 2019)
	Extração enzimática aquosa assistida por micro-ondas ultrassônico	Água + enzimas	
Chia ( <i>Salvia hispanica</i> L.)	Soxhlet	n-hexano	(ISHAK <i>et al.</i> , 2021)
	Fluido supercrítico	CO <sub>2</sub> supercrítico	
Echium ( <i>Echium plantagineum</i> )	Soxhlet	Acetato de etila	(CASTEJÓN, LUNA, SEÑORÁNS, 2018)
	Líquido pressurizado	Etanol	
	Ultrassom	Água e etanol	
	Micro-ondas	Hexano	
Favela ( <i>Cnidocolus quercifolius</i> )	Soxhlet	Etanol	(SANTOS, SILVA, SILVA, 2021)
	Ultrassom		
Favela ( <i>Cnidocolus quercifolius</i> )	Soxhlet	Etanol	(SANTOS <i>et al.</i> , 2021)
	Líquido pressurizado	Etanol	
Goiaba	Soxhlet	n-hexano	(KAPOOR <i>et al.</i> , 2020)
	Fluido supercrítico	CO <sub>2</sub> supercrítico com etanol (co-solvente)	
Kenaf ( <i>Hibiscus cannabinus</i> L.)	Ultrassom	Hexano	(ZHANG, XIE, CHE, 2020)
	Extração por solvente	Etanol	
	Soxhlet	Meio enzimático aquoso	
<i>Iberis amara</i>	Soxhlet	n-hexano	(LIU <i>et al.</i> , 2020)
	Pré-tratamento com Ultrassom	Etanol + CO <sub>2</sub> supercrítico	
<i>Litsea cubeba</i> (Lour.) Pers.	Agitação magnética com aquecimento sob refluxo	Dimetil carbonato Éter ciclopentil metílico Etanol Isopropanol n-hexano	(ZHUANG <i>et al.</i> , 2018)
Mamona	Soxhlet	Éter de petróleo Água Hexano Etanol 5% de etanol em hexano	(IBRAHIM, Zaini, 2018)
	Micro-ondas	5% de etanol em hexano	
Maracujá ( <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> )	Soxhlet	Acetona	(OLIVEIRA, DAVANTEL BARROS, GIMENES, 2013)
	Agitação	Etanol	
	Ultrassom	Isopropanol Hexano	
Moringa ( <i>Moringa oleífera</i> )	Soxhlet	Éter de petróleo	(ZHONG <i>et al.</i> , 2018)
	Agitação com aquecimento		

## Estudos em Ciências Agrárias no Brasil: Produções Multidisciplinares no Século XXI

	Micro-ondas		
	Ultrassom		
Moringa ( <i>Moringa peregrina</i> )	Ultrassom	n-hexano	(MOHAMMADPOUR <i>et al.</i> , 2019)
	Soxhlet		
Munguba ( <i>Pachira aquatica</i> Aubl.)	Soxhlet	Hexano	(TEIXEIRA <i>et al.</i> , 2021)
	Fluido supercrítico	CO <sub>2</sub> supercrítico	
Perilla	Fluido supercrítico	CO <sub>2</sub> supercrítico	(HAO <i>et al.</i> , 2021)
	Prensagem	-	
	Solvente	Éter de petróleo	
Pongamia pinnata	Extração mecânica	-	(KUMAR <i>et al.</i> , 2018)
	Micro-ondas	-	
Rabanete ( <i>Raphanus sativus</i> L.)	Ultrassom	Etanol	(STEVANATO, SILVA, 2019)
	Soxhlet	Etanol n-hexano	
Romã ( <i>Punica granatum</i> L.)	Soxhlet	n-hexano	(NATOLINO, PORTO, 2019)
	Fluido supercrítico	CO <sub>2</sub> supercrítico	
Sacha inchi ( <i>Plukenetia volubilis</i> L.)	Soxhlet	n-hexano	(NGUYEN <i>et al.</i> , 2020)
	Extração enzimática aquosa	Água e enzimas	
<i>Sapindus mukorossi</i>	Soxhlet	n-hexano	(HU <i>et al.</i> , 2021)
	Micro-ondas	Solvente misto de n-hexano e etanol	
<i>Sapindus mukorossi</i>	Soxhlet	n-hexano	(LIU <i>et al.</i> , 2019)
	Ultrassom enzimático aquoso	Água e enzimas	
Soja	Soxhlet	Etanol Hexano	(RODRIGUES, CARDOZO-FILHO, SILVA, 2017)
	Líquido pressurizado	Etanol	
Umbu ( <i>Spondias tuberosa</i> )	Fluido supercrítico	CO <sub>2</sub> supercrítico	(DIAS <i>et al.</i> , 2019)
	Soxhlet	Etanol Hexano	
	Ultrassom	Etanol Hexano Mistura de etanol e água	
Uva ( <i>Vitis vinifera</i> L.)	Líquido pressurizado	Etanol expandido de CO <sub>2</sub>	(LI <i>et al.</i> , 2020)
	Fluido supercrítico	CO <sub>2</sub> supercrítico	
	Soxhlet	n-hexano	

A combinação de métodos, como mistura de solventes ou aplicações de pré-tratamento nas sementes antes da extração, tem sido muito utilizada nas pesquisas para aumentar o rendimento, diminuir o tempo e a quantidade de solvente utilizados. A combinação de métodos com o uso de solventes verdes, pode contribuir para o desenvolvimento de extrações sustentáveis, sem que haja alterações na composição dos óleos extraídos, como seus compostos bioativos e perfil de ácidos graxos, conforme



estudos demonstrados por Chañi-Paucar et al. (2021), Delfan-Hosseini et al. (2017), Ye et al. (2021), Fathi-Achachlouei et al. (2019), Hu et al. (2019), entre outros.

### **Extração utilizando solventes verdes**

O conceito de extração verde é originado da química verde, baseada na descoberta e desenvolvimento de processos de extração que reduzem o consumo de energia, permitindo o uso de solventes alternativos e produtos naturais renováveis, garantindo ambiente seguro e extratos com produtos de alta qualidade (CHEMAT, VIAN, CRAVOTTO, 2012). Nesse sentido, solventes alternativos aos solventes petroquímicos tornaram-se tendência emergente do ponto de vista de segurança ambiental e econômico (ZHUANG *et al.*, 2018).

O solvente n-hexano é amplamente utilizado na extração de óleo, devido às propriedades apolares, alto rendimento, estabilidade, alta eficiência de extração e baixo custo energético. No entanto, o uso deste tipo de solvente pode ter impacto ambiental negativo e possíveis resíduos nos óleos após o refino, o que desperta preocupação quanto à poluição ambiental e à segurança alimentar para o consumo humano. Por esses motivos, têm-se levado a busca pelo uso de solventes com baixos níveis de toxicidade (CHEN *et al.*, 2020; NGUYEN *et al.*, 2020; STEVANATO, SILVA, 2019).

O pensamento verde tem como objetivo desenvolver processos “amigos” do meio ambiente, com redução ou eliminação simultânea de poluentes. Assim, os solventes renováveis são derivados de resíduos naturais ou agrícolas (biomassa) como o etanol, acetato de etila e isopropanol. Tais solventes têm grande potencial para substituir o n-hexano, que é um dos solventes orgânicos mais utilizados na indústria (Oliveira *et al.*, 2019).

Pesquisas tem relatado que a combinação de técnicas de extração avançadas com solventes verdes, proporcionam tempos de extração mais curtos, menores quantidades de solvente utilizado, além de diminuir o consumo de energia, tornando o processo de extração geral mais favorável ao meio ambiente (LI *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2021). Identificar maneiras de substituir ou reduzir o uso desses solventes orgânicos está se tornando prioridade na indústria de alimentos (CASTEJÓN, LUNA, SEÑORÁNS, 2018).

Santos et al. (2021), avaliaram o óleo extraído de sementes de favela (*Cnidoscopus quercifolius*), pelo método de Soxhlet, usando solventes como o etanol,



isopropanol, acetato de etila e *n*-hexano. O etanol forneceu o maior rendimento de óleo (49,6 %), maiores resultados de  $\beta$ -sitosterol (131,6 mg. 100 g<sup>-1</sup> de óleo), compostos fenólicos totais (197,4 mg GAE. kg<sup>-1</sup> de óleo) e atividade antioxidante (6,0 mmol Trolox. kg<sup>-1</sup> de óleo). Quando utilizado o *n*-hexano os resultados foram 47,0 % de rendimento, 123,5 mg. 100 g<sup>-1</sup> de óleo de  $\beta$ -sitosterol, 78,6 mg GAE. kg<sup>-1</sup> de composto fenólicos e 4,1 mmol Trolox. kg<sup>-1</sup> de atividade antioxidante.

No estudo realizado por Castejón et al. (2018) técnicas de extração avançada como ELP, EAM e EAU, foram avaliadas para extrair óleo rico em ômega-3 de sementes de *Echium* (*Echium plantagineum*) com uso associado de acetato de etila, etanol, água e etanol:água. Condições ótimas de ELP com etanol à 150 °C, durante 10 min, produziram rendimento de óleo muito semelhante (31,2 %) ao Soxhlet, quando usado hexano por 8h (31,3 %). A utilização de solventes verdes, mostrou bons rendimentos de extração com menor tempo, sem interferência nas composições de ácidos graxos dos óleos extraídos, que foram muito semelhantes em porcentagem, independentemente das técnicas utilizadas.

Estudo realizado por Li et al. (2020) mostrou a eficiência de etanol aplicado juntamente com a técnica de extração de líquido pressurizado com CO<sub>2</sub>. O método foi empregado para extração de óleo de semente de uva, no qual o maior rendimento de óleo (13,6 %) foi obtido pela extração de etanol expandido com CO<sub>2</sub>, resultado equivalente ou até superior, ao obtido pelos métodos convencionais, incluindo extração por solvente orgânico (12,7 %) e CO<sub>2</sub> supercrítico sozinho (10,3 %). Em particular, o teor de ácido linoléico foi de 75,5 % no óleo extraído com o etanol expandido com CO<sub>2</sub>, superior ao óleo extraído com CO<sub>2</sub> supercrítico (72,2 %) e ao óleo extraído com *n*-hexano (72,4 %). Além de obter o maior rendimento, o método apresentou redução no consumo de solvente e no tempo de extração.

### **Extração assistida com ultrassom**

A EAU de óleo é um método simples e eficaz que trabalha em baixas temperaturas, reduzindo os danos térmicos e preservando a estrutura molecular do óleo extraído. Os diferentes parâmetros que influenciam esta técnica incluem a potência, a temperatura, o tempo e o volume de solvente (RAJENDRAN, GURUNATHAN, 2021). O mecanismo do ultrassom está relacionado ao impacto da cavitação, que é responsável pela formação de microbolhas, criadas em fase líquida, levando à rachadura da parede

celular do tecido vegetal da matriz sólida, além de intensificar a turbulência e promover a penetração do solvente. Isso libera o conteúdo celular, levando ao aumento na taxa de transferência de massa do solvente dentro da matriz (MOHAMMADPOUR *et al.*, 2019; RAJENDRAN, GURUNATHAN, 2021; SICAIRE *et al.*, 2016).

Quando o ultrassom é usado em meio líquido inúmeras bolhas são produzidas. Essas bolhas crescem e por fim, entrarão em colapso. Como resultado, o ultrassom aumenta a turbulência na fase líquida podendo o processo de extração ser implementado em temperaturas mais baixas minimizando os danos térmicos aos extratos (LIU *et al.*, 2020; MOHAMMADPOUR *et al.*, 2019).

O solvente de extração desempenha papel importante que afeta a capacidade antioxidante e o conteúdo fenólico total em materiais alimentares. Algumas classes de fenóis são seletivamente solúveis em diferentes solventes. Nesse sentido, a polaridade do solvente desempenha papel fundamental no aumento da solubilidade do fenol, afetando diretamente a recuperação de compostos fenólicos após extração. Sendo assim, o efeito mecânico do processamento do ultrassom, proporciona a penetração de solventes nas células vegetais, melhorando a liberação de compostos intracelulares (CARVALHO *et al.*, 2020; CASTEJÓN, LUNA, SEÑORÁNS, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2019; SICAIRE *et al.*, 2016).

A utilização do ultrassom como pré-tratamento associado a outros métodos de extração de óleo, vem se mostrando alternativa promissora. Estudo realizado por *et al.* (2020), avaliou o rendimento do óleo extraído das sementes de *Iberis amara*, com e sem o tratamento do ultrassom. O rendimento máximo de óleo ( $25,28 \pm 0,39$  %, p/p, base seca) foi adquirido pelo método de CO<sub>2</sub> supercrítico das sementes tratadas com ultrassom, sendo 28% maior do que o obtido com as sementes não tratadas. Os resultados mostraram que o óleo das sementes tratadas com ultrassom, resultou em óleo de melhor qualidade, aumentando ligeiramente a seletividade dos ácidos graxos monoinsaturado, bem como a melhora no conteúdo de fitocompostos e atividade antioxidante das amostras, quando comparada com as técnicas tradicionais.

Estudo realizado por Santos, Silva e Silva (2021), mostrou a eficiência da extração de óleo de semente de Favela (*Cnidocolus quercifolius*), usando ultrassom e etanol como solvente (49,6 %). Os autores obtiveram resultados de rendimento semelhantes a extração por Soxhlet (46,9 %), sem diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ). Além disso,

ocorreu redução do tempo de extração (360 min vs. 5 min) e do consumo de solvente (40 ml por g de sementes vs. 15 ml por g de sementes). Essa condição resultou nos maiores rendimentos de tocoferóis totais e compostos bioativos  $\beta$ -sitosterol (11,01 e 53,41 mg por 100 g de sementes, respectivamente).

Dias et al. (2019) avaliaram diferentes técnicas de extração de óleo da semente de umbu (*Spondias tuberosa*). As técnicas de extração utilizadas foram EFS com CO<sub>2</sub>, realizada a 40 °C e pressões de 15 a 30 Mpa e diferentes solventes para as técnicas de extração com Soxhlet e EAU. Os maiores rendimentos foram obtidos pelos métodos de Soxhlet com etanol (9,1 %) e EAU, utilizando mistura de etanol e água, combinados com a EFS (10,9 %). Já pelo método de Soxhlet, utilizando n-hexano, o rendimento foi inferior (8,4 %). Além disso, os métodos de extração assistida por ultrassom foram mais adequados para a obtenção de extratos com maior teor fenólico e atividade antioxidante. Este estudo mostrou a eficiência do solvente verde (etanol) e a combinação do método de ultrassom com outras técnicas de extração.

### **Extração assistida por micro-ondas**

O processo de EAM ocorre como resultado de mudanças na estrutura celular, causadas por ondas eletromagnéticas. O EAM pode trabalhar sob pressão em vasos fechados. Esta técnica tem sido usada para extração de diferentes materiais vegetais incluindo sementes (CASTEJÓN, LUNA, SEÑORÁNS, 2018; RODRIGUES *et al.*, 2020).

Os lipídios têm baixo calor específico, portanto eles tornam-se suscetíveis a radiação emitida pelo micro-ondas, levando a formação de poros permanentes nas sementes, resultando em maiores rendimentos (KUMAR *et al.*, 2018). As vantagens da radiação de micro-ondas são a redução do tempo de processamento e do consumo de energia, uma vez que a energia é transportada instantaneamente por todo o volume dos materiais, resultando na geração de calor por todo o material que atinge um tratamento térmico rápido e uniforme mesmo em materiais relativamente espessos (FATHI-ACHACHLOUEI *et al.*, 2019). Além disso, a EAM é considerada um método relativamente econômico, e a redução associada a esta técnica no tempo evita a degradação de diferentes compostos (KUMAR *et al.*, 2018).

Segundo estudo realizado por Ibrahim e Zaini (2018), o óleo de semente de mamona extraído com 5 % de etanol em hexano, utilizando extração assistida por micro-

ondas apresentou rendimento (36,98 %) superior ao método de Soxhlet (17,41 %). A densidade, índice de refração, propriedades dielétricas e estabilidade à oxidação dos óleos não foram afetados pelos métodos de extração utilizados.

O estudo, realizado por Hu et al. (2021), teve o método de EAM empregado para separar o óleo da semente de *Sapindus mukorossi* e foi comparado com a extração por Soxhlet. A condição ótima de EAM foi o solvente misto de n-hexano e etanol (4: 1, v/v), potência de micro-ondas 460 W, relação solvente/material de 8 mL. g<sup>-1</sup>, temperatura de extração de 72 °C e tempo de 42 min. Em condições ótimas foi alcançado rendimento de óleo de 40,12 % que foi semelhante ao 40,63 % do método Soxhlet. Todos os óleos mostraram perfis de ácidos graxos, perfis de triglicerídeos e comportamento térmico semelhantes para ambas as técnicas empregadas. O óleo extraído por EAM teve melhor qualidade do que o óleo extraído pelo Soxhlet especialmente em relação ao baixo valor de ácido e de peróxido. O valor do ácido e o valor do peróxido são índices importantes que manifestam a qualidade do óleo. Além disso, a relação solvente/material, o tempo de extração, o consumo de energia e a emissão de dióxido de carbono da EAM foram menores do que os do Soxhlet.

Além da utilização do micro-ondas como método de extração de óleos, seu uso como pré-tratamento também, vem sendo estudado. Ye et al. (2021), avaliaram a aplicação do pré-tratamento com micro-ondas em semente de Camélia (*Camellia oleifera* Abel.), para otimização da extração de óleo por prensagem a frio. A amostra controle (sem pré-tratamento) apresentou rendimento de 72,82 %, enquanto a amostra submetida ao pré-tratamento, apresentou resultado superior, com rendimento de 75,35 %, sendo ambas as amostras pertencentes ao mesmo grupo, com teores de umidade entre 5-6 %.

### **Extração por fluido supercrítico com CO<sub>2</sub>**

A EFS usa CO<sub>2</sub> e possui condições críticas baixas como temperatura e pressão. A temperatura crítica do dióxido de carbono supercrítico (SC-CO<sub>2</sub>) é baixa, evitando que os compostos sensíveis ao calor sejam degradados e eliminados completamente. A eficácia do SC-CO<sub>2</sub> é influenciada por várias condições de extração, incluindo pressão, tempo, temperatura e tamanho de partícula da amostra (FETZER *et al.*, 2018; ISHAK *et al.*, 2021; SUN *et al.*, 2021). A extração supercrítica de CO<sub>2</sub> é considerada técnica de separação atrativa no campo de aplicações alimentícias e nutracêuticas, pois elimina algumas desvantagens da extração por solvente convencional, como a degradação de

compostos sensíveis ao calor e resíduos de solventes tóxicos nos produtos (SUN *et al.*, 2021).

A EFS é uma tecnologia ambientalmente correta, que tem sido usada com sucesso para extrair óleo de várias sementes (LIU *et al.*, 2020). Fluidos supercríticos têm alta difusividade, baixa viscosidade e tensão superficial e pequenas mudanças na pressão ou temperatura resultam em grandes mudanças na densidade. Além disso, o dióxido de carbono é inerte, não tóxico, não inflamável, podendo ser recuperado como subproduto de muitos processos (NATOLINO, PORTO, 2019).

Estudo comparando o método de extração de fluido supercrítico com a extração com líquido pressurizado e Soxhlet com hexano foi realizado por Teixeira et al. (2021), para extração de óleo de sementes de munguba (*Pachira aquatica* Aubl.). Dentre os métodos estudados, a extração com fluido supercrítico, utilizando CO<sub>2</sub> a 30 MPa / 60 ° C /120 min, foi a melhor condição para extração do óleo (52 g. 100 g<sup>-1</sup>), proporcionando 95% de eficiência na extração, em comparação ao Soxhlet com *n*-hexano (54,45 g. 100 g<sup>-1</sup>).

Natolino e Porto (2019) demonstraram os efeitos positivos do dióxido de carbono na extração de óleo de semente de romã (*Punica granatum* L.), utilizando o método SC-CO<sub>2</sub>, cujo rendimento foi de 0,18 ± 0,01 g óleo. g<sup>-1</sup> sólido insolúvel, sendo semelhante ao rendimento obtido com o método Soxhlet (0,19 ± 0,01 g óleo/g sólido insolúvel). No entanto, a extração de SC-CO<sub>2</sub> foi mais rápida do que Soxhlet, que precisou de 8 horas versus 2 horas de SC-CO<sub>2</sub>, para atingir o rendimento de extração assintótica. Além disso, a estabilidade à oxidação do extrato de SC-CO<sub>2</sub> foi maior (3,5 ± 0,6 mg α<sub>-toc</sub>/mL de óleo) do que o do Soxhlet (1,5 ± 0,1mg α<sub>-toc</sub>/mL de óleo), devido ao fato de a extração de SC-CO<sub>2</sub>, possuir atmosfera não oxidante e temperaturas amenas, evitando a degradação térmica dos compostos bioativos e prevenindo sua oxidação.

O óleo da semente de Perila (*Perilla frutescens*) foi extraído com SC-CO<sub>2</sub> por Hao et al. (2021). Comparando os métodos de extração por SC-CO<sub>2</sub>, extração por prensagem (PO), extração por éter de petróleo (PEO) e extração comestível comercial (CO), o óleo de semente de perila obtido por SC-CO<sub>2</sub>, apresentou mais fenólicos totais (130,4 mg. 100 g<sup>-1</sup>) e flavonoides (35,3 mg. 100 g<sup>-1</sup>), com atividade antibacteriana de amplo espectro, atividade antioxidante e estabilidade de armazenamento superiores aos demais tratamentos.

## **Extração com líquido pressurizado**

Dentre as técnicas avançadas de extração, a ELP destaca-se por apresentar maior seletividade e permitir a extração de produtos naturais com menor volume de solvente e menor tempo de extração que o método convencional de Soxhlet. É uma técnica que combina alta temperatura e alta pressão, mantendo os solventes no estado líquido acima de seu ponto de ebulição (SANTOS *et al.*, 2021). A viscosidade e a tensão superficial do solvente são reduzidas, sob as condições de pressão e temperatura aplicadas, facilitando a penetração na matriz e conseqüentemente a remoção dos compostos localizados nos poros, reduzindo significativamente a quantidade de solvente necessária no processo (MELLO *et al.*, 2019).

Mello et al. (2019), avaliaram o efeito da extração de óleo de cambre (*Crambe abyssinica* H.) utilizando acetato de metila como solvente pressurizado. O estudo mostrou a eficiência do método obtendo maiores teores de fitosteróis (501,87 mg. 100 g<sup>-1</sup> de óleo) a temperatura de 180 °C. Este valor foi superior ao óleo obtido pela extração com Soxhlet (319,34 mg. 100g<sup>-1</sup> de óleo) e do óleo adquirido comercialmente (72,40 mg. 100 g<sup>-1</sup> de óleo). O mesmo ocorreu com  $\gamma$ - tocoferol, onde o óleo obtido com ELP em altas temperaturas (180 °C), apresentou resultados superiores (214,55 mg de  $\gamma$ - tocoferol. 100 g<sup>-1</sup> de óleo) em relação ao óleo obtido com o Soxhlet (83,15 mg de  $\gamma$ - tocoferol. 100 g<sup>-1</sup> de óleo). Em relação ao tempo de oxidação, o óleo obtido com ELP a 160 °C apresentou tempo de indução maior (300 min) quando comparado à amostra obtida a 180 °C (215 min), demonstrando que em temperaturas mais baixas o ELP resulta em óleo de crambe resistente aos processos de oxidação. Em comparação com o óleo extraído pelo método de Soxhlet (85 min) foi possível verificar que as amostras extraídas por extração pressurizada apresentaram maiores tempos de indução à oxidação, oferecendo um óleo mais resistente e estável a oxidação.

Portilho Trentini *et al.* (2020), também avaliaram o óleo extraído da semente de cambre, investigando a eficiência do carbonato de dimetila como solvente na ELP. Os resultados mostraram maior extração de óleo das sementes sob condições pressurizadas, atingindo rendimento de aproximadamente 45 %, que foi superior ao rendimento obtido com a extração de Soxhlet (31,7 %). A composição de ácidos graxos e acilgliceróis dos extratos obtidos com os dois métodos foram semelhantes. No entanto, os teores de fitosteróis e tocoferóis do óleo obtido por ELP foram em torno de 62 % e 574 % maiores



respectivamente, em comparação com o óleo da extração de Soxhlet, comprovando as vantagens da técnica de extração.

Rodrigues, Cardozo-Filho e Silva (2017), investigaram a extração de óleo de soja com etanol sob condições pressurizadas juntamente com a extração com o método Soxhlet, utilizando etanol e *n*-hexano como solventes. O rendimento máximo obtido com ELP foi de 24,42 %, o que representa aproximadamente 94 % do valor obtido pelo rendimento com a extração com Soxhlet. Os ácidos linoléico e oleico foram os principais ácidos graxos identificados no óleo de soja, representando 76% da composição dos ácidos graxos, que não foi influenciada pelo método de extração ou temperatura utilizada no ELP, mostrando a possível substituição de métodos convencionais por novas técnicas de extração.

### **Extração enzimática aquosa**

A EEA utiliza água com adição de enzimas para hidrolisar a parede celular da semente oleaginosa para obtenção de óleo, é proposta como alternativa ecologicamente correta para extração de óleos. As enzimas desempenham papel importante na ruptura celular ao hidrolisar os componentes das paredes das células vegetais e a estrutura da membrana dos corpos oleosos, melhorando a permeabilidade estrutural e aumentando a liberação do óleo na água durante a extração. Como vantagem, além de ser um processo de operação simples, possui a facilidade de separação do óleo da fase aquosa. Apesar de suas vantagens, a baixa recuperação de óleo e o longo tempo de processamento são os principais gargalos no EEA, porém este método pode ser combinado com outras técnicas de extração para alcançar melhores rendimentos (HU *et al.*, 2020; NGUYEN *et al.*, 2020).

Nguyen *et al.* (2020) estudaram um processo de extração enzimática aquosa para extração ecológica de óleo de semente de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Entre as enzimas testadas a papaína exibiu a maior atividade de extração (28,45 %), nas seguintes condições de extração: carga de enzima de 4,46 %; proporção de água para amostra de 4,45 mL. g<sup>-1</sup>; tempo de extração de 4,95 h e temperatura de 38,9 °C. Em condições ideais de extração a papaína pode ser reutilizada para extração, mostrando ser uma protease em potencial para um processo ecologicamente correto e eficiente na extração de óleo de sementes de sacha inchi.

Estudos utilizando a extração enzimática aquosa associados a métodos de pré-tratamento mostraram-se eficientes na extração de óleos de sementes. Hu *et al.* (2019)



avaliaram a extração enzimática aquosa assistida por micro-ondas ultrassônico para extrair o óleo de semente de cereja. Nas condições ótimas de extração com uma concentração de 2,7 % de coquetel de enzimas, potência ultrassônica de 560 W, potência de micro-ondas de 323 W, tempo de extração de 38 min, temperatura de extração de 40 °C, temperatura de enzimólise de 40 °C, pH de 3,5, razão líquido-sólido de 12 mL. g<sup>-1</sup>, tempo de enzimólise de 240 min e tamanho de partícula menor que 0,425 mm, a recuperação do óleo extraído foi de 83,85 % contra 100 % na extração convencional com Soxhlet. Porém o óleo obtido por meio da técnica estudada apresentou melhores propriedades físico-químicas e maior teor de constituintes bioativos, quando comparadas ao método convencional. Também mostrou ser mais vantajoso, por não utilizar solventes orgânicos, apresentar menor tempo de extração, ser eficiente e não tóxico ao meio ambiente.

Liu *et al.* (2019) estudaram a extração de óleo de grão de semente de *Sapindus mukorossi* para a produção de biodiesel, utilizando a técnica de extração por ultrassom enzimático aquoso. As condições ideais da técnica estudada, como tempo de incubação de 8 h, quantidade de 4%, pH de 7, temperatura de incubação de 60 ° C, velocidade de agitação de 600 rpm, proporção de água sólida de 16 mL. g<sup>-1</sup>, tempo ultrassônico de 56 min e potência ultrassônica de 240 W, apresentaram um rendimento (82,67 %) maior, em relação ao método de Soxhlet (42,92 % - 45,94 %). Além disso, o óleo de sementes de *S.mukorossi*, usando a técnica de extração por ultrassom enzimático aquoso, exibiu valor de acidez (4,12 ± 0,08 mg KOH. g<sup>-1</sup>) inferior e índice de iodo (113,15 ± 3,01 g I<sub>2</sub>. 100g<sup>-1</sup> de óleo) superior do que aquele adquirido pelo método de Soxhlet (Acidez: 4,45 ± 0,15 mg KOH/g e Iodo: 107,39 ± 2,64 g I<sub>2</sub>. 100 g<sup>-1</sup> de óleo). Todos os óleos mostraram perfis de ácidos graxos semelhantes, independentemente do método de extração.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas ao longo dos anos para extração de óleo fixo de semente oleaginosas. Uma série de questões técnicas devem ser abordadas antes da extração de óleo para definição do melhor método a ser aplicado. Fatores como a quantidade de óleo presente nas sementes, temperatura e pressão do processo, quantidade de solvente utilizada, aplicação de pré-tratamento e definição dos seus parâmetros, bem como o tempo de extração. A combinação desses fatores pode

proporcionar uma extração sustentável que seja eficiente, resultando em um óleo de qualidade com menor tempo de extração.

Dentre as técnicas apresentadas a utilização de solventes verdes aplicado a outras técnicas de extração ou pré-tratamentos vem ganhando destaque. A química verde está cada vez mais presente na indústria e sua aplicação associada a outros métodos de extração, se mostraram eficazes no aumento do rendimento, na redução do tempo de extração e no aumento da qualidade do óleo extraído. As técnicas sustentáveis de extração de óleo de sementes oleaginosas apresentadas nesta revisão são eficientes quando comparadas as técnicas convencionais, apresentando vantagens para o meio ambiente e na qualidade do óleo extraído.

## **REFÊRENCIAS**

BHAVANIRAMYA, S.; VISHNUPRIYA, S.; AL-ABOODY, M. S.; VIJAYAKUMAR, R.; BASKARAN, D. Role of essential oils in food safety: Antimicrobial and antioxidant applications. **Grain & Oil Science and Technology**, v. 2, n. 2, p. 49–55, 2019.

CARVALHO, L. M. DE S.; LEMOS, M. C. M.; SANCHES, E. A.; SILVA, L. S. DA; ARAÚJO BEZERRA, J. DE; AGUIAR, J. P. L.; CHAGAS DO AMARAL SOUZA, F. DAS; ALVES FILHO, E. G.; CAMPELO, P. H. Improvement of the bioaccessibility of bioactive compounds from Amazon fruits treated using high energy ultrasound. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 67, n. April, p. 105148, 2020.

CASTEJÓN, N.; LUNA, P.; SEÑORÁNS, F. J. Alternative oil extraction methods from *Echium plantagineum* L. seeds using advanced techniques and green solvents. **Food Chemistry**, v. 244, n. September 2017, p. 75–82, 2018.

CHAÑI-PAUCAR, L. O.; OSORIO-TOBÓN, J. F.; JOHNER, J. C. F.; MEIRELES, M. A. A. A comparative and economic study of the extraction of oil from Baru (*Dipteryx alata*) seeds by supercritical CO<sub>2</sub> with and without mechanical pressing. **Heliyon**, v. 7, n. 1, 2021.

CHEMAT, F.; VIAN, M. A.; CRAVOTTO, G. Green extraction of natural products: Concept and principles. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 13, n. 7, p. 8615–8627, 2012.

CHEN, Q.; DONG, W.; WEI, C.; HU, R.; LONG, Y. Combining integrated ultrasonic-microwave technique with ethanol to maximise extraction of green coffee oil from Arabica coffee beans. **Industrial Crops and Products**, v. 151, n. April, p. 112405, 2020.

CONTE, R.; GULLICH, L. M. D.; BILIBIO, D.; ZANELLA, O.; BENDER, J. P.; CARNIEL, N.; PRIAMO, W. L. Pressurized liquid extraction and chemical characterization of safflower oil: A comparison between methods. **Food Chemistry**, v.

213, p. 425–430, 2016.

DE MELLO, B. T. F.; IWASSA, I. J.; CUCO, R. P.; GARCIA, V. A. DOS S.; SILVA, C. DA. Methyl acetate as solvent in pressurized liquid extraction of crambe seed oil. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 145, n. November 2018, p. 66–73, 2019.

DELFIN-HOSSEINI, S.; NAYEBZADEH, K.; MIRMOGHATAIE, L.; KAVOSI, M.; HOSSEINI, S. M. Effect of extraction process on composition, oxidative stability and rheological properties of purslane seed oil. **Food Chemistry**, v. 222, p. 61–66, 2017.

DIAS, J. L.; MAZZUTTI, S.; SOUZA, J. A. L. DE; FERREIRA, S. R. S.; SOARES, L. A. L.; STRAGEVITCH, L.; DANIELSKI, L. Extraction of umbu (*Spondias tuberosa*) seed oil using CO<sub>2</sub>, ultrasound and conventional methods: Evaluations of composition profiles and antioxidant activities. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 145, n. November 2018, p. 10–18, 2019.

FATHI-ACHACHLOUEI, B.; AZADMARD-DAMIRCHI, S.; ZAHEDI, Y.; SHADDEL, R. Microwave pretreatment as a promising strategy for increment of nutraceutical content and extraction yield of oil from milk thistle seed. **Industrial Crops and Products**, v. 128, n. September 2018, p. 527–533, 2019.

FETZER, D. L.; CRUZ, P. N.; HAMERSKI, F.; CORAZZA, M. L. Extraction of baru (*Dipteryx alata vogel*) seed oil using compressed solvents technology. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 137, n. March, p. 23–33, 2018.

HANDA, V.; THAKUR, K.; ARYA, S. K. Exploit of oxalate and phytate from the oilseeds with phytase treated seeds for dietary improvement. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 37, n. September, p. 102168, 2021.

HAO, L.; LV, C.; CUI, X.; YI, F.; SU, C. Study on biological activity of perilla seed oil extracted by supercritical carbon dioxide. **LWT - Food Science and Technology**, v. 146, n. October 2020, p. 111457, 2021.

HERCULANO, L. S.; LUKASIEWICZ, G. V. B.; SEHN, E.; TORQUATO, A. S.; BELANÇON, M. P.; SAVI, E.; KIMURA, N. M.; MALACARNE, L. C.; BAESSO, M. L.; ASTRATH, N. G. C. The correlation of physicochemical properties of edible vegetable oils by chemometric analysis of spectroscopic data. **Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 245, p. 118877, 2021.

HU, B.; WANG, H.; HE, L.; LI, Y.; LI, C.; ZHANG, Z.; LIU, Y.; ZHOU, K.; ZHANG, Q.; LIU, A.; LIU, S.; ZHU, Y.; LUO, Q. A method for extracting oil from cherry seed by ultrasonic-microwave assisted aqueous enzymatic process and evaluation of its quality. **Journal of Chromatography A**, v. 1587, p. 50–60, 2019.

HU, B.; LI, Y.; SONG, J.; LI, H.; ZHOU, Q.; LI, C.; ZHANG, Z.; LIU, Y.; LIU, A.; ZHANG, Q.; LIU, S.; LUO, Q. Oil extraction from tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) using the combination of microwave-ultrasonic assisted aqueous enzymatic method - design, optimization and quality evaluation. **Journal of Chromatography A**, v. 1627, 2020.

HU, B.; XI, X.; LI, H.; QIN, Y.; LI, C.; ZHANG, Z.; LIU, Y.; ZHANG, Q.; LIU, A.; LIU, S.; LUO, Q. A comparison of extraction yield, quality and thermal properties from *Sapindus mukorossi* seed oil between microwave assisted extraction and Soxhlet extraction. **Industrial Crops and Products**, v. 161, n. August 2020, p. 113185, 2021.

HUANG, W. C.; LI, B.; QI, X.; MAO, X. New type of green extractant for oil production: Citric acid/citric acid sodium extraction system. **Food Chemistry**, v. 310, n. October 2019, p. 125815, 2020.

IBRAHIM, N. A.; ZAINI, M. A. A. Microwave-assisted solvent extraction of castor oil from castor seeds. **Chinese Journal of Chemical Engineering**, v. 26, n. 12, p. 2516–2522, 2018.

ISHAK, I.; HUSSAIN, N.; COOREY, R.; GHANI, M. A. Optimization and characterization of chia seed (*Salvia hispanica* L.) oil extraction using supercritical carbon dioxide. **Journal of CO2 Utilization**, v. 45, n. July 2020, p. 101430, 2021.

KADAM, D. M.; KUMAR, M.; KASARA, A. Application of high energy electromagnetic radiations in elimination of anti-nutritional factors from oilseeds. **LWT - Food Science and Technology**, v. 151, n. June, p. 112085, 2021.

KAPOOR, S.; GANDHI, N.; TYAGI, S. K.; KAUR, A.; MAHAJAN, B. V. C. Extraction and characterization of guava seed oil: A novel industrial byproduct. **LWT - Food Science and Technology**, v. 132, n. May, p. 109882, 2020.

KOMARTIN, R. S.; STROESCU, M.; CHIRA, N.; STAN, R.; STOICA-GUZUN, A. Optimization of oil extraction from *Lallemantia iberica* seeds using ultrasound-assisted extraction. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 15, n. 2, p. 2010–2020, 2021.

KOZŁOWSKA, M.; GRUCZYŃSKA, E.; ŚCIBISZ, I.; RUDZIŃSKA, M. Fatty acids and sterols composition, and antioxidant activity of oils extracted from plant seeds. **Food Chemistry**, v. 213, p. 450–456, 2016.

KUMAR, G. Ultrasonic-assisted reactive-extraction is a fast and easy method for biodiesel production from *Jatropha curcas* oilseeds. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 37, p. 634–639, 2017.

KUMAR, R. C.; BENAL, M. M.; PRASAD, B. D.; KRUPASHANKARA, M. S.; KULKARNI, R. S.; SIDDALIGASWAMY, N. H. Microwave assisted extraction of oil from *Pongamia pinnata* seeds. **Materials Today: Proceedings**, v. 5, n. 1, p. 2960–2964, 2018.

LAMO, B. DE; GÓMEZ, M. Bread enrichment with oilseeds. A review. **Foods**, v. 7, n. 11, 2018.

LI, H.; FU, X.; DENG, G.; DAVID, A.; HUANG, L. Extraction of oil from grape seeds (*Vitis vinifera* L.) using recyclable CO<sub>2</sub>-expanded ethanol. **Chemical Engineering and Processing - Process Intensification**, v. 157, n. September, p. 108147, 2020.

LIU, H. M.; YAO, Y. G.; MA, Y. X.; WANG, X. DE. Ultrasound-assisted desolventizing of fragrant oil from red pepper seed by subcritical propane extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 63, n. December 2019, p. 104943, 2020.

LIU, X.; OU, H.; XIANG, Z.; GREGERSEN, H. Ultrasound pretreatment combined with supercritical CO<sub>2</sub> extraction of Iberis amara seed oil. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 18, n. July, p. 100265, 2020.

LIU, Z.; GUI, M.; XU, T.; ZHANG, L.; KONG, L.; QIN, L.; ZOU, Z. Efficient aqueous enzymatic-ultrasonication extraction of oil from Sapindus mukorossi seed kernels. **Industrial Crops and Products**, v. 134, n. April, p. 124–133, 2019.

LÓPEZ-PADILLA, A.; RUIZ-RODRIGUEZ, A.; REGLERO, G.; FORNARI, T. Study of the diffusion coefficient of solute-type extracts in supercritical carbon dioxide: Volatile oils, fatty acids and fixed oils. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 109, p. 148–156, 2016.

MEMARZADEH, S. M.; GHOLAMI, A.; PIRBALOUTI, A. G.; MASOUM, S. Bakhtiari savory (*Satureja bachtiarica* Bunge.) essential oil and its chemical profile, antioxidant activities, and leaf micromorphology under green and conventional extraction techniques. **Industrial Crops and Products**, v. 154, n. July, p. 112719, 2020.

MOHAMMADPOUR, H.; SADRAMELI, S. M.; ESLAMI, F.; ASOODEH, A. Optimization of ultrasound-assisted extraction of *Moringa peregrina* oil with response surface methodology and comparison with Soxhlet method. **Industrial Crops and Products**, v. 131, n. January, p. 106–116, 2019.

NATOLINO, A.; PORTO, C. DA. Supercritical carbon dioxide extraction of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed oil: Kinetic modelling and solubility evaluation. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 151, p. 30–39, 2019.

NGUYEN, H. C.; VUONG, D. P.; NGUYEN, N. T. T.; NGUYEN, N. P.; SU, C. H.; WANG, F. M.; JUAN, H. Y. Aqueous enzymatic extraction of polyunsaturated fatty acid-rich sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seed oil: An eco-friendly approach. **LWT - Food Science and Technology**, v. 133, n. July, p. 109992, 2020.

OLIVEIRA, É. R.; SILVA, R. F.; SANTOS, P. R.; QUEIROZ, F. Potential of alternative solvents to extract biologically active compounds from green coffee beans and its residue from the oil industry. **Food and Bioproducts Processing**, v. 115, p. 47–58, 2019.

OLIVEIRA, R. C. DE; DAVANTEL DE BARROS, S. T.; GIMENES, M. L. The extraction of passion fruit oil with green solvents. **Journal of Food Engineering**, v. 117, n. 4, p. 458–463, 2013.

PANADARE, D. C.; RATHOD, V. K. Process intensification of Three Phase Partition for extraction of custard apple seed oil using Microwave Pretreatment. **Chemical Engineering and Processing - Process Intensification**, v. 157, 2020.

PAVLAČKOVÁ, J.; KOVACSOVÁ, K.; RADIMĚŘSKÝ, P.; EGNER, P.; SEDLAŘÍKOVÁ, J.; MOKREJŠ, P. Stability and in vivo efficiency of natural cosmetic emulsion systems with the addition of vegetable oils. **Brazilian Journal of**



**Pharmaceutical Sciences**, v. 54, n. 3, p. 1–11, 2018.

PORTILHO TRENTINI, C.; MELLO, B. T. F. DE; FERREIRA CABRAL, V.; SILVA, C. DA. Crambe seed oil: Extraction and reaction with dimethyl carbonate under pressurized conditions. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 159, p. 104780, 2020.

RAJENDRAN, N.; GURUNATHAN, B.; I., A. E. S. Optimization and technoeconomic analysis of biooil extraction from *Calophyllum inophyllum* L. seeds by ultrasonic assisted solvent oil extraction. **Industrial Crops and Products**, v. 162, n. January, p. 113273, 2021.

RODRIGUES, G. DE M.; CARDOZO-FILHO, L.; SILVA, C. DA. Pressurized liquid extraction of oil from soybean seeds. **Canadian Journal of Chemical Engineering**, v. 95, n. 12, p. 2383–2389, 2017.

RODRIGUES, R. D. P.; SILVA, A. S. E.; CARLOS, T. A. V.; BASTOS, A. K. P.; SANTIAGO-AGUIAR, R. S. DE; ROCHA, M. V. P. Application of protic ionic liquids in the microwave-assisted extraction of phycobiliproteins from *Arthrospira platensis* with antioxidant activity. **Separation and Purification Technology**, v. 252, p. 117448, 2020.

SANTOS, K. A.; AGUIAR, C. M. DE; SILVA, E. A. DA; SILVA, C. DA. Evaluation of favela seed oil extraction with alternative solvents and pressurized-liquid ethanol. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 169, n. November, 2021.

SANTOS, K. A.; SILVA, E. A. DA; SILVA, C. DA. Ultrasound-assisted extraction of favela (*Cnidocolus quercifolius*) seed oil using ethanol as a solvent. **Journal of Food Processing and Preservation**, 2021.

SICAIRE, A. G.; VIAN, M. A.; FINE, F.; CARRÉ, P.; TOSTAIN, S.; CHEMAT, F. Ultrasound induced green solvent extraction of oil from oleaginous seeds. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 31, p. 319–329, 2016.

STEVANATO, N.; SILVA, C. DA. Radish seed oil: Ultrasound-assisted extraction using ethanol as solvent and assessment of its potential for ester production. **Industrial Crops and Products**, v. 132, n. February, p. 283–291, 2019.

SUN, Q.; SHI, J.; SCANLON, M.; XUE, S. J.; LU, J. Optimization of Supercritical-CO<sub>2</sub> Process for Extraction of Tocopherol-Rich Oil from Canola Seeds. **LWT - Food Science and Technology**, v. 145, n. March, p. 111435, 2021.

TAVARES, G. R.; MASSA, T. B.; GONÇALVES, J. E.; SILVA, C. DA; SANTOS, W. D. DOS. Assessment of ultrasound-assisted extraction of crambe seed oil for biodiesel synthesis by in situ interesterification. **Renewable Energy**, v. 111, p. 659–665, 2017.

TEIXEIRA, G. L.; MACIEL, L. G.; MAZZUTTI, S.; TUROLA BARBI, R. C.; RIBANI, R. H.; SALVADOR FERREIRA, S. R.; BLOCK, J. M. Sequential green extractions based on supercritical carbon dioxide and pressurized ethanol for the recovery of lipids and phenolics from *Pachira aquatica* seeds. **Journal of Cleaner Production**, v. 306, p. 127223, 2021.

YE, M.; ZHOU, H.; HAO, J.; CHEN, T.; HE, Z.; WU, F.; LIU, X. Microwave pretreatment on microstructure, characteristic compounds and oxidative stability of Camellia seeds. **Industrial Crops and Products**, v. 161, n. May 2020, p. 113193, 2021.

ZHANG, Z. SHAN; XIE, Q. FANG; CHE, L. Synergistic effects of ultrasound and extraction solvent on the bioactive compound in kenaf seed oil. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 6, p. 2118–2128, 2020.

ZHONG, J.; WANG, Y.; YANG, R.; LIU, X.; YANG, Q.; QIN, X. The application of ultrasound and microwave to increase oil extraction from Moringa oleifera seeds. **Industrial Crops and Products**, v. 120, n. December 2017, p. 1–10, 2018.

ZHUANG, X.; ZHANG, Z.; WANG, Y.; LI, Y. The effect of alternative solvents to n-hexane on the green extraction of Litsea cubeba kernel oils as new oil sources. **Industrial Crops and Products**, v. 126, n. June, p. 340–346, 2018.



## **ÍNDICES DOPPLER COMO INDICADORES DE DISFUNÇÃO TESTICULAR EM GARANHÕES**

**Ighor Henrique Oliveira Santos, Patrícia Alves Dutra**

**RESUMO:** A ultrassonografia Doppler vem sendo utilizada como um acréscimo ao exame andrológico e no monitoramento após o tratamento de equinos. É um método não invasivo que permite identificar as estruturas que compõem os testículos e analisar o fluxo sanguíneo desse órgão. Semelhante a outros tecidos e órgãos, as gônadas masculinas necessitam de uma correta irrigação sanguínea para manter suas funções endócrinas e exócrinas, sendo que alterações nesse fluxo sanguíneo levará a injúrias testiculares. Estudos tem demonstrado que os parâmetros doppler podem ser uteis no diagnóstico de vários problemas patológicos que acometem o trato reprodutor dos garanhões, como a degenerações testicular. Tem sido observado que garanhões com problemas testiculares apresentam alterações nos índices doppler, índice de resistividade e pulsatilidade, se comparado a garanhões sem danos testiculares, o que demonstra que esses índices indicam prováveis disfunções testiculares.

**Palavras-chave:** Disfunção testicular, doppler, garanhões

## **INTRODUÇÃO**

As sementes oleaginosas são amplamente utilizadas na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética. Os óleos vegetais extraídos das sementes oleaginosas fornecem quantidade suficiente de ácidos graxos e calorias significativas para o corpo humano e representam um dos grupos mais comuns de materiais utilizados nos produtos de cuidados pessoais da pele (HANDA, THAKUR, ARYA, 2021; KOZŁOWSKA *et al.*, 2016; PAVLAČKOVÁ *et al.*, 2018). Além disso, como os óleos vegetais têm alto conteúdo de energia também podem ser utilizados como matéria-prima de biodiesel como o óleo de soja e o de milho (HUANG *et al.*, 2020).

Inúmeras técnicas de extração de óleos vegetais foram desenvolvidas com base nos princípios de destilação e transferência de massa, utilizando processos como prensagem e extração por solventes (MEMARZADEH *et al.*, 2020; OLIVEIRA, DE, DAVANTEL DE BARROS E GIMENES, 2013). As limitações, associadas aos métodos convencionais de extração de óleos vegetais, incluem: longo período de extração, riscos ambientais e à saúde humana e animal, alto consumo de solventes orgânicos e possíveis alterações nas características do óleo vegetal extraído (STEVANATO E SILVA, da, 2019).

Nos últimos anos houve avanços importante no desenvolvimento, otimização e aplicação de técnicas de extração verde na indústria de alimentos (CASTEJÓN, LUNA, SEÑORÁNS, 2018). Muitos relatórios têm representado o pré-tratamento de sementes oleaginosas com vários métodos para amplificar a extração de componentes valiosos de sementes oleaginosas e acessibilidade a nutracêuticos favoráveis (FATHI-ACHACHLOUEI *et al.*, 2019). Pesquisadores têm feito muitos esforços para desenvolverem processos de extração de óleos mais rápidos, eficientes, ecológicos e econômicos (CASTEJÓN, LUNA, SEÑORÁNS, 2018; HUANG *et al.*, 2020; MEMARZADEH *et al.*, 2020; OLIVEIRA, DE, DAVANTEL DE BARROS, GIMENES, 2013; PANADARE, RATHOD, 2020; STEVANATO, SILVA, DA, 2019).

Esses processos incorporam principalmente uma combinação de ferramentas de intensificação e novos processos de extração (PANADARE, RATHOD, 2020). A extração assistida por ultrassom é amplamente utilizada em processos de extração de componentes de plantas (STEVANATO, SILVA, DA, 2019). A radiação produzida pelo micro-ondas em sementes foi introduzida como uma técnica impressionante para

umentar a eficiência de extração de óleo das sementes (FATHI-ACHACHLOUEI *et al.*, 2019). Tecnologias de altas pressões, incluindo extração com fluido sub e supercrítico, oferecem a oportunidade de obtenção de novos produtos com características interessantes que podem apresentar alta eficiência tanto quanto os métodos tradicionais na para a extração de oleaginosas (FETZER *et al.*, 2018).

Considerando estes aspectos, o objetivo da presente revisão foi apresentar de forma geral diferentes métodos para extrações de óleos de sementes oleaginosas, como: extração com solvente verde, extração assistida por ultrassom, extração assistida por micro-ondas, extração por fluido supercrítico com dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), extração com líquido pressurizado e extração enzimática aquosa, destacando suas características, vantagens e desvantagens no aspecto nutricional, tecnológico e ambiental.

## **MÉTODOS DE EXTRAÇÃO SUSTENTÁVEL DE SEMENTES OLEAGINOSAS**

As sementes oleaginosas são sementes que apresentam maior concentração de óleo em comparação com outras sementes. Possuem altas propriedades nutricionais e medicinais, como grandes quantidades de ácidos graxos (saturados e insaturados), que atuam como principal fonte de armazenamento de energia, tornando-as fontes de óleo vegetal (HANDA, THAKUR, ARYA, 2021). A principal oleaginosa cultivada mundialmente é a soja, seguida pela colza, girassol, amendoim, caroço de algodão, palmiste e copra (KADAM, KUMAR, KASARA, 2021). A interessante composição desses grãos tem despertado interesse por seus possíveis benefícios à saúde (LAMO, DE, GÓMEZ, 2018).

Os óleos fixos, ou também chamados de óleos vegetais, são fontes importantes de lipídios disponíveis para consumo humano. Em geral, esses óleos possuem, em sua composição, cadeias longas de triglicerídeos e são obtidos de frutos ou sementes, por meio de diferentes processos de extração (HERCULANO *et al.*, 2021). Os óleos vegetais comestíveis contêm variedade de substâncias bioativas e nutrientes, incluindo vitamina E, fosfolipídios, colina e ácidos graxos ômega-3 e ômega-6, bem como outras gorduras poliinsaturadas, monoinsaturadas e saturadas (HUANG *et al.*, 2020). No corpo humano, os ácidos graxos são essenciais para o desempenho das funções cerebrais, transmissão de

impulsos nervosos, transferência de oxigênio para o plasma sanguíneo, síntese de hemoglobina e divisão celular (HERCULANO *et al.*, 2021).

As cadeias de ácidos graxos em óleos vegetais estão entre o número de carbono C13 e C21, e seus pesos moleculares entre 220-350 g. mol<sup>-1</sup>, possuindo volatilidade muito baixa (pontos de ebulição normais em torno de 250 – 450 °C) (LÓPEZ-PADILLA *et al.*, 2016). Diferente dos óleos essenciais, os quais são compostos complexos de metabolitos secundários, normalmente monoterpenos e sesquiterpenos (BHAVANIRAMYA *et al.*, 2019). Estes últimos possuem pontos de ebulição normais de 150 °C a 230 °C e pesos moleculares na faixa de 100-250 g mol<sup>-1</sup>, sendo considerado óleos voláteis (LÓPEZ-PADILLA *et al.*, 2016).

As sementes oleaginosas também podem ser utilizadas como matéria-prima para a fabricação de biodiesel. Os biocombustíveis alternativos oferecem inúmeras vantagens em comparação aos combustíveis fósseis, incluindo disponibilidade, biodegradabilidade, sustentabilidade e redução das emissões de gases de efeito estufa (RAJENDRAN, GURUNATHAN, 2021). As sementes oleaginosas não comestíveis podem ser aplicadas para a produção de biodiesel. Como é o caso da semente de rabanete, que possui um alto teor de óleo, mas esse óleo é considerado não comestível por conter ácido erúico (C22:1), que está associado à toxicidade. No entanto, esse ácido graxo, que é monoinsaturado e tem uma cadeia relativamente longa, pode conferir melhor estabilidade oxidativa ao óleo, uma vez que a alta massa molecular reduz a concentração de ligações duplas na molécula, tornando-o adequado para a síntese de biodiesel (STEVANATO, SILVA, 2019). As vantagens do desenvolvimento bem sucedido do processo de fabricação de biodiesel são a redução do custo de capital com menor impacto ambiental, podendo resultar em uma diminuição do custo do produto final (KUMAR, 2017).

Novas técnicas de extração de óleos vegetais vêm sendo testadas, como os métodos de extração ecológicos, que devem concentrar-se em ter as menores influências possíveis ao meio ambiente, com menos consumo de energia e solventes, garantindo ou melhorando a qualidade dos óleos extraídos (HU *et al.*, 2021). Métodos como extração por solventes verdes, extração assistida por ultrassom (EAU), extração assistida por micro-ondas (EAM), extração com fluido supercrítico (EFS) com CO<sub>2</sub>, extração com líquido pressurizado (ELP) e extração enzimática aquosa (EEA) são alternativas sustentáveis e promissoras na extração de óleos. Na Tabela 1 estão discriminados alguns

trabalhos realizados com diversas espécies de sementes oleaginosas, utilizando diferentes métodos para extração de óleo vegetal.

**Tabela 1. Extração de óleo vegetal de sementes oleaginosas**

Sementes	Método de extração	Solvente utilizado	Referência
Baru ( <i>Dipteryx alata</i> vogel)	Fluido supercrítico	Propano CO <sub>2</sub> supercrítico com etanol (co-solvente)	(FETZER <i>et al.</i> , 2018)
	Soxhlet	Etanol Hexano	
Baru ( <i>Dipteryx alata</i> )	Fluido supercrítico com e sem prensagem mecânica	CO <sub>2</sub> supercrítico	(CHAÑI-PAUCAR <i>et al.</i> , 2021)
Beldroega ( <i>Portulaca oleracea</i> )	Extração por solvente	Hexano	(DELFIN-HOSSEINI <i>et al.</i> , 2017)
	Prensagem a frio		
	Pré-tratamento por micro-ondas, seguido de prensagem a frio		
Cabeça de dragão ( <i>Lallemantia iberica</i> )	Soxhlet	Éter dietílico Éter de petróleo n-hexano	(KOMARTIN <i>et al.</i> , 2021)
	Agitação mecânica	Éter de petróleo	
	Ultrassom		
Cambre ( <i>Crambe abyssinica</i> H.)	Soxhlet	n-hexano Etanol Acetato de metila	(MELLO <i>et al.</i> , 2019)
	Líquido pressurizado	Acetato de metila	
Cambre ( <i>Crambe abyssinica</i> H.)	Soxhlet	Carbonato de dimetila	(PORTILHO TRENTINI <i>et al.</i> , 2020)
	Líquido pressurizado		
Cambre	Soxhlet	Éter	(TAVARES <i>et al.</i> , 2017)
	Ultrassom	Mistura de <i>n</i> - hexano e acetato de metila	
Camélia ( <i>Camellia oleifera</i> Abel.)	Pré-tratamento micro- ondas, seguido de prensagem a frio	-	(YE <i>et al.</i> , 2021)
Canola ( <i>Brassica napus</i> )	Soxhlet	n-hexano	(SUN <i>et al.</i> , 2021)
	Fluido supercrítico	CO <sub>2</sub> supercrítico com e sem etanol (co- solvente)	
Cardo mariano ( <i>Silybum marianum</i> L.)	Solvente com pré- tratamento de micro- ondas	Hexano	(FATHI- ACHACHLOUEI <i>et al.</i> , 2019)
Cártamo ( <i>Carthamus tinctorius</i> L.)	Líquido pressurizado	Etanol	(CONTE <i>et al.</i> , 2016)
	Soxhlet		
	Ultrassom		

**Estudos em Ciências Agrárias no Brasil: Produções Multidisciplinares no Século XXI**

Cereja ( <i>Cerasus pseudocerasus</i> G. Don)	Soxhlet	n-hexano	(HU <i>et al.</i> , 2019)
	Extração enzimática aquosa assistida por micro-ondas ultrassônico	Água + enzimas	
Chia ( <i>Salvia hispanica</i> L.)	Soxhlet	n-hexano	(ISHAK <i>et al.</i> , 2021)
	Fluido supercrítico	CO <sub>2</sub> supercrítico	
Echium ( <i>Echium plantagineum</i> )	Soxhlet	Acetato de etila	(CASTEJÓN, LUNA, SEÑORÁNS, 2018)
	Líquido pressurizado	Etanol	
	Ultrassom	Água e etanol	
	Micro-ondas	Hexano	
Favela ( <i>Cnidocolus quercifolius</i> )	Soxhlet	Etanol	(SANTOS, SILVA, SILVA, 2021)
	Ultrassom		
Favela ( <i>Cnidocolus quercifolius</i> )	Soxhlet	Etanol	(SANTOS <i>et al.</i> , 2021)
	Líquido pressurizado	Etanol	
Goiaba	Soxhlet	n-hexano	(KAPOOR <i>et al.</i> , 2020)
	Fluido supercrítico	CO <sub>2</sub> supercrítico com etanol (co-solvente)	
Kenaf ( <i>Hibiscus cannabinus</i> L.)	Ultrassom	Hexano	(ZHANG, XIE, CHE, 2020)
	Extração por solvente	Etanol	
	Soxhlet	Meio enzimático aquoso	
<i>Iberis amara</i>	Soxhlet	n-hexano	(LIU <i>et al.</i> , 2020)
	Pré-tratamento com Ultrassom	Etanol + CO <sub>2</sub> supercrítico	
<i>Litsea cubeba</i> (Lour.) Pers.	Agitação magnética com aquecimento sob refluxo	Dimetil carbonato Éter ciclopentil metílico Etanol Isopropanol n-hexano	(ZHUANG <i>et al.</i> , 2018)
Mamona	Soxhlet	Éter de petróleo Água Hexano Etanol 5% de etanol em hexano	(IBRAHIM, Zaini, 2018)
	Micro-ondas	5% de etanol em hexano	
Maracujá ( <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> )	Soxhlet	Acetona	(OLIVEIRA, DAVANTEL BARROS, GIMENES, 2013)
	Agitação	Etanol	
	Ultrassom	Isopropanol Hexano	
Moringa ( <i>Moringa oleífera</i> )	Soxhlet	Éter de petróleo	(ZHONG <i>et al.</i> , 2018)
	Agitação com aquecimento		

**Estudos em Ciências Agrárias no Brasil: Produções Multidisciplinares no Século XXI**

	Micro-ondas		
	Ultrassom		
Moringa ( <i>Moringa peregrina</i> )	Ultrassom	n-hexano	(MOHAMMADPOUR <i>et al.</i> , 2019)
	Soxhlet		
Munguba ( <i>Pachira aquatica</i> Aubl.)	Soxhlet	Hexano	(TEIXEIRA <i>et al.</i> , 2021)
	Fluido supercrítico	CO <sub>2</sub> supercrítico	
Perilla	Fluido supercrítico	CO <sub>2</sub> supercrítico	(HAO <i>et al.</i> , 2021)
	Prensagem	-	
	Solvente	Éter de petróleo	
Pongamia pinnata	Extração mecânica	-	(KUMAR <i>et al.</i> , 2018)
	Micro-ondas	-	
Rabanete ( <i>Raphanus sativus</i> L.)	Ultrassom	Etanol	(STEVANATO, SILVA, 2019)
	Soxhlet	Etanol n-hexano	
Romã ( <i>Punica granatum</i> L.)	Soxhlet	n-hexano	(NATOLINO, PORTO, 2019)
	Fluido supercrítico	CO <sub>2</sub> supercrítico	
Sacha inchi ( <i>Plukenetia volubilis</i> L.)	Soxhlet	n-hexano	(NGUYEN <i>et al.</i> , 2020)
	Extração enzimática aquosa	Água e enzimas	
<i>Sapindus mukorossi</i>	Soxhlet	n-hexano	(HU <i>et al.</i> , 2021)
	Micro-ondas	Solvente misto de n-hexano e etanol	
<i>Sapindus mukorossi</i>	Soxhlet	n-hexano	(LIU <i>et al.</i> , 2019)
	Ultrassom enzimático aquoso	Água e enzimas	
Soja	Soxhlet	Etanol Hexano	(RODRIGUES, CARDOZO-FILHO, SILVA, 2017)
	Líquido pressurizado	Etanol	
Umbu ( <i>Spondias tuberosa</i> )	Fluido supercrítico	CO <sub>2</sub> supercrítico	(DIAS <i>et al.</i> , 2019)
	Soxhlet	Etanol Hexano	
	Ultrassom	Etanol Hexano Mistura de etanol e água	
Uva ( <i>Vitis vinifera</i> L.)	Líquido pressurizado	Etanol expandido de CO <sub>2</sub>	(LI <i>et al.</i> , 2020)
	Fluido supercrítico	CO <sub>2</sub> supercrítico	
	Soxhlet	n-hexano	

A combinação de métodos, como mistura de solventes ou aplicações de pré-tratamento nas sementes antes da extração, tem sido muito utilizada nas pesquisas para aumentar o rendimento, diminuir o tempo e a quantidade de solvente utilizados. A combinação de métodos com o uso de solventes verdes, pode contribuir para o desenvolvimento de extrações sustentáveis, sem que haja alterações na composição dos óleos extraídos, como seus compostos bioativos e perfil de ácidos graxos, conforme



estudos demonstrados por Chañi-Paucar et al. (2021), Delfan-Hosseini et al. (2017), Ye et al. (2021), Fathi-Achachlouei et al. (2019), Hu et al. (2019), entre outros.

### **Extração utilizando solventes verdes**

O conceito de extração verde é originado da química verde, baseada na descoberta e desenvolvimento de processos de extração que reduzem o consumo de energia, permitindo o uso de solventes alternativos e produtos naturais renováveis, garantindo ambiente seguro e extratos com produtos de alta qualidade (CHEMAT, VIAN, CRAVOTTO, 2012). Nesse sentido, solventes alternativos aos solventes petroquímicos tornaram-se tendência emergente do ponto de vista de segurança ambiental e econômico (ZHUANG *et al.*, 2018).

O solvente n-hexano é amplamente utilizado na extração de óleo, devido às propriedades apolares, alto rendimento, estabilidade, alta eficiência de extração e baixo custo energético. No entanto, o uso deste tipo de solvente pode ter impacto ambiental negativo e possíveis resíduos nos óleos após o refino, o que desperta preocupação quanto à poluição ambiental e à segurança alimentar para o consumo humano. Por esses motivos, têm-se levado a busca pelo uso de solventes com baixos níveis de toxicidade (CHEN *et al.*, 2020; NGUYEN *et al.*, 2020; STEVANATO, SILVA, 2019).

O pensamento verde tem como objetivo desenvolver processos “amigos” do meio ambiente, com redução ou eliminação simultânea de poluentes. Assim, os solventes renováveis são derivados de resíduos naturais ou agrícolas (biomassa) como o etanol, acetato de etila e isopropanol. Tais solventes têm grande potencial para substituir o n-hexano, que é um dos solventes orgânicos mais utilizados na indústria (Oliveira *et al.*, 2019).

Pesquisas tem relatado que a combinação de técnicas de extração avançadas com solventes verdes, proporcionam tempos de extração mais curtos, menores quantidades de solvente utilizado, além de diminuir o consumo de energia, tornando o processo de extração geral mais favorável ao meio ambiente (LI *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2021). Identificar maneiras de substituir ou reduzir o uso desses solventes orgânicos está se tornando prioridade na indústria de alimentos (CASTEJÓN, LUNA, SEÑORÁNS, 2018).

Santos et al. (2021), avaliaram o óleo extraído de sementes de favela (*Cnidoscopus quercifolius*), pelo método de Soxhlet, usando solventes como o etanol,

isopropanol, acetato de etila e *n*-hexano. O etanol forneceu o maior rendimento de óleo (49,6 %), maiores resultados de  $\beta$ -sitosterol (131,6 mg. 100 g<sup>-1</sup> de óleo), compostos fenólicos totais (197,4 mg GAE. kg<sup>-1</sup> de óleo) e atividade antioxidante (6,0 mmol Trolox. kg<sup>-1</sup> de óleo). Quando utilizado o *n*-hexano os resultados foram 47,0 % de rendimento, 123,5 mg. 100 g<sup>-1</sup> de óleo de  $\beta$ -sitosterol, 78,6 mg GAE. kg<sup>-1</sup> de composto fenólicos e 4,1 mmol Trolox. kg<sup>-1</sup> de atividade antioxidante.

No estudo realizado por Castejón et al. (2018) técnicas de extração avançada como ELP, EAM e EAU, foram avaliadas para extrair óleo rico em ômega-3 de sementes de *Echium* (*Echium plantagineum*) com uso associado de acetato de etila, etanol, água e etanol:água. Condições ótimas de ELP com etanol à 150 °C, durante 10 min, produziram rendimento de óleo muito semelhante (31,2 %) ao Soxhlet, quando usado hexano por 8h (31,3 %). A utilização de solventes verdes, mostrou bons rendimentos de extração com menor tempo, sem interferência nas composições de ácidos graxos dos óleos extraídos, que foram muito semelhantes em porcentagem, independentemente das técnicas utilizadas.

Estudo realizado por Li et al. (2020) mostrou a eficiência de etanol aplicado juntamente com a técnica de extração de líquido pressurizado com CO<sub>2</sub>. O método foi empregado para extração de óleo de semente de uva, no qual o maior rendimento de óleo (13,6 %) foi obtido pela extração de etanol expandido com CO<sub>2</sub>, resultado equivalente ou até superior, ao obtido pelos métodos convencionais, incluindo extração por solvente orgânico (12,7 %) e CO<sub>2</sub> supercrítico sozinho (10,3 %). Em particular, o teor de ácido linoléico foi de 75,5 % no óleo extraído com o etanol expandido com CO<sub>2</sub>, superior ao óleo extraído com CO<sub>2</sub> supercrítico (72,2 %) e ao óleo extraído com *n*-hexano (72,4 %). Além de obter o maior rendimento, o método apresentou redução no consumo de solvente e no tempo de extração.

### **Extração assistida com ultrassom**

A EAU de óleo é um método simples e eficaz que trabalha em baixas temperaturas, reduzindo os danos térmicos e preservando a estrutura molecular do óleo extraído. Os diferentes parâmetros que influenciam esta técnica incluem a potência, a temperatura, o tempo e o volume de solvente (RAJENDRAN, GURUNATHAN, 2021). O mecanismo do ultrassom está relacionado ao impacto da cavitação, que é responsável pela formação de microbolhas, criadas em fase líquida, levando à rachadura da parede

celular do tecido vegetal da matriz sólida, além de intensificar a turbulência e promover a penetração do solvente. Isso libera o conteúdo celular, levando ao aumento na taxa de transferência de massa do solvente dentro da matriz (MOHAMMADPOUR *et al.*, 2019; RAJENDRAN, GURUNATHAN, 2021; SICAIRE *et al.*, 2016).

Quando o ultrassom é usado em meio líquido inúmeras bolhas são produzidas. Essas bolhas crescem e por fim, entrarão em colapso. Como resultado, o ultrassom aumenta a turbulência na fase líquida podendo o processo de extração ser implementado em temperaturas mais baixas minimizando os danos térmicos aos extratos (LIU *et al.*, 2020; MOHAMMADPOUR *et al.*, 2019).

O solvente de extração desempenha papel importante que afeta a capacidade antioxidante e o conteúdo fenólico total em materiais alimentares. Algumas classes de fenóis são seletivamente solúveis em diferentes solventes. Nesse sentido, a polaridade do solvente desempenha papel fundamental no aumento da solubilidade do fenol, afetando diretamente a recuperação de compostos fenólicos após extração. Sendo assim, o efeito mecânico do processamento do ultrassom, proporciona a penetração de solventes nas células vegetais, melhorando a liberação de compostos intracelulares (CARVALHO *et al.*, 2020; CASTEJÓN, LUNA, SEÑORÁNS, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2019; SICAIRE *et al.*, 2016).

A utilização do ultrassom como pré-tratamento associado a outros métodos de extração de óleo, vem se mostrando alternativa promissora. Estudo realizado por *et al.* (2020), avaliou o rendimento do óleo extraído das sementes de *Iberis amara*, com e sem o tratamento do ultrassom. O rendimento máximo de óleo ( $25,28 \pm 0,39$  %, p/p, base seca) foi adquirido pelo método de CO<sub>2</sub> supercrítico das sementes tratadas com ultrassom, sendo 28% maior do que o obtido com as sementes não tratadas. Os resultados mostraram que o óleo das sementes tratadas com ultrassom, resultou em óleo de melhor qualidade, aumentando ligeiramente a seletividade dos ácidos graxos monoinsaturado, bem como a melhora no conteúdo de fitocompostos e atividade antioxidante das amostras, quando comparada com as técnicas tradicionais.

Estudo realizado por Santos, Silva e Silva (2021), mostrou a eficiência da extração de óleo de semente de Favela (*Cnidocolus quercifolius*), usando ultrassom e etanol como solvente (49,6 %). Os autores obtiveram resultados de rendimento semelhantes a extração por Soxhlet (46,9 %), sem diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ). Além disso,

ocorreu redução do tempo de extração (360 min vs. 5 min) e do consumo de solvente (40 ml por g de sementes vs. 15 ml por g de sementes). Essa condição resultou nos maiores rendimentos de tocoferóis totais e compostos bioativos  $\beta$ -sitosterol (11,01 e 53,41 mg por 100 g de sementes, respectivamente).

Dias et al. (2019) avaliaram diferentes técnicas de extração de óleo da semente de umbu (*Spondias tuberosa*). As técnicas de extração utilizadas foram EFS com CO<sub>2</sub>, realizada a 40 °C e pressões de 15 a 30 Mpa e diferentes solventes para as técnicas de extração com Soxhlet e EAU. Os maiores rendimentos foram obtidos pelos métodos de Soxhlet com etanol (9,1 %) e EAU, utilizando mistura de etanol e água, combinados com a EFS (10,9 %). Já pelo método de Soxhlet, utilizando n-hexano, o rendimento foi inferior (8,4 %). Além disso, os métodos de extração assistida por ultrassom foram mais adequados para a obtenção de extratos com maior teor fenólico e atividade antioxidante. Este estudo mostrou a eficiência do solvente verde (etanol) e a combinação do método de ultrassom com outras técnicas de extração.

### **Extração assistida por micro-ondas**

O processo de EAM ocorre como resultado de mudanças na estrutura celular, causadas por ondas eletromagnéticas. O EAM pode trabalhar sob pressão em vasos fechados. Esta técnica tem sido usada para extração de diferentes materiais vegetais incluindo sementes (CASTEJÓN, LUNA, SEÑORÁNS, 2018; RODRIGUES *et al.*, 2020).

Os lipídios têm baixo calor específico, portanto eles tornam-se suscetíveis a radiação emitida pelo micro-ondas, levando a formação de poros permanentes nas sementes, resultando em maiores rendimentos (KUMAR *et al.*, 2018). As vantagens da radiação de micro-ondas são a redução do tempo de processamento e do consumo de energia, uma vez que a energia é transportada instantaneamente por todo o volume dos materiais, resultando na geração de calor por todo o material que atinge um tratamento térmico rápido e uniforme mesmo em materiais relativamente espessos (FATHI-ACHACHLOUEI *et al.*, 2019). Além disso, a EAM é considerada um método relativamente econômico, e a redução associada a esta técnica no tempo evita a degradação de diferentes compostos (KUMAR *et al.*, 2018).

Segundo estudo realizado por Ibrahim e Zaini (2018), o óleo de semente de mamona extraído com 5 % de etanol em hexano, utilizando extração assistida por micro-

ondas apresentou rendimento (36,98 %) superior ao método de Soxhlet (17,41 %). A densidade, índice de refração, propriedades dielétricas e estabilidade à oxidação dos óleos não foram afetados pelos métodos de extração utilizados.

O estudo, realizado por Hu et al. (2021), teve o método de EAM empregado para separar o óleo da semente de *Sapindus mukorossi* e foi comparado com a extração por Soxhlet. A condição ótima de EAM foi o solvente misto de n-hexano e etanol (4: 1, v/v), potência de micro-ondas 460 W, relação solvente/material de 8 mL. g<sup>-1</sup>, temperatura de extração de 72 °C e tempo de 42 min. Em condições ótimas foi alcançado rendimento de óleo de 40,12 % que foi semelhante ao 40,63 % do método Soxhlet. Todos os óleos mostraram perfis de ácidos graxos, perfis de triglicerídeos e comportamento térmico semelhantes para ambas as técnicas empregadas. O óleo extraído por EAM teve melhor qualidade do que o óleo extraído pelo Soxhlet especialmente em relação ao baixo valor de ácido e de peróxido. O valor do ácido e o valor do peróxido são índices importantes que manifestam a qualidade do óleo. Além disso, a relação solvente/material, o tempo de extração, o consumo de energia e a emissão de dióxido de carbono da EAM foram menores do que os do Soxhlet.

Além da utilização do micro-ondas como método de extração de óleos, seu uso como pré-tratamento também, vem sendo estudado. Ye et al. (2021), avaliaram a aplicação do pré-tratamento com micro-ondas em semente de Camélia (*Camellia oleifera* Abel.), para otimização da extração de óleo por prensagem a frio. A amostra controle (sem pré-tratamento) apresentou rendimento de 72,82 %, enquanto a amostra submetida ao pré-tratamento, apresentou resultado superior, com rendimento de 75,35 %, sendo ambas as amostras pertencentes ao mesmo grupo, com teores de umidade entre 5-6 %.

### **Extração por fluido supercrítico com CO<sub>2</sub>**

A EFS usa CO<sub>2</sub> e possui condições críticas baixas como temperatura e pressão. A temperatura crítica do dióxido de carbono supercrítico (SC-CO<sub>2</sub>) é baixa, evitando que os compostos sensíveis ao calor sejam degradados e eliminados completamente. A eficácia do SC-CO<sub>2</sub> é influenciada por várias condições de extração, incluindo pressão, tempo, temperatura e tamanho de partícula da amostra (FETZER et al., 2018; ISHAK et al., 2021; SUN et al., 2021). A extração supercrítica de CO<sub>2</sub> é considerada técnica de separação atrativa no campo de aplicações alimentícias e nutracêuticas, pois elimina algumas desvantagens da extração por solvente convencional, como a degradação de

compostos sensíveis ao calor e resíduos de solventes tóxicos nos produtos (SUN *et al.*, 2021).

A EFS é uma tecnologia ambientalmente correta, que tem sido usada com sucesso para extrair óleo de várias sementes (LIU *et al.*, 2020). Fluidos supercríticos têm alta difusividade, baixa viscosidade e tensão superficial e pequenas mudanças na pressão ou temperatura resultam em grandes mudanças na densidade. Além disso, o dióxido de carbono é inerte, não tóxico, não inflamável, podendo ser recuperado como subproduto de muitos processos (NATOLINO, PORTO, 2019).

Estudo comparando o método de extração de fluido supercrítico com a extração com líquido pressurizado e Soxhlet com hexano foi realizado por Teixeira et al. (2021), para extração de óleo de sementes de munguba (*Pachira aquatica* Aubl.). Dentre os métodos estudados, a extração com fluido supercrítico, utilizando CO<sub>2</sub> a 30 MPa / 60 ° C /120 min, foi a melhor condição para extração do óleo (52 g. 100 g<sup>-1</sup>), proporcionando 95% de eficiência na extração, em comparação ao Soxhlet com *n*- hexano (54,45 g. 100 g<sup>-1</sup>).

Natolino e Porto (2019) demonstraram os efeitos positivos do dióxido de carbono na extração de óleo de semente de romã (*Punica granatum* L.), utilizando o método SC-CO<sub>2</sub>, cujo rendimento foi de 0,18 ± 0,01 g óleo. g<sup>-1</sup> sólido insolúvel, sendo semelhante ao rendimento obtido com o método Soxhlet (0,19 ± 0,01 g óleo/g sólido insolúvel). No entanto, a extração de SC-CO<sub>2</sub> foi mais rápida do que Soxhlet, que precisou de 8 horas versus 2 horas de SC-CO<sub>2</sub>, para atingir o rendimento de extração assintótica. Além disso, a estabilidade à oxidação do extrato de SC-CO<sub>2</sub> foi maior (3,5 ± 0,6 mg α<sub>-toc</sub>/mL de óleo) do que o do Soxhlet (1,5 ± 0,1mg α<sub>-toc</sub>/mL de óleo), devido ao fato de a extração de SC-CO<sub>2</sub>, possuir atmosfera não oxidante e temperaturas amenas, evitando a degradação térmica dos compostos bioativos e prevenindo sua oxidação.

O óleo da semente de Perila (*Perilla frutescens*) foi extraído com SC-CO<sub>2</sub> por Hao et al. (2021). Comparando os métodos de extração por SC-CO<sub>2</sub>, extração por prensagem (PO), extração por éter de petróleo (PEO) e extração comestível comercial (CO), o óleo de semente de perila obtido por SC-CO<sub>2</sub>, apresentou mais fenólicos totais (130,4 mg. 100 g<sup>-1</sup>) e flavonoides (35,3 mg. 100 g<sup>-1</sup>), com atividade antibacteriana de amplo espectro, atividade antioxidante e estabilidade de armazenamento superiores aos demais tratamentos.



## **Extração com líquido pressurizado**

Dentre as técnicas avançadas de extração, a ELP destaca-se por apresentar maior seletividade e permitir a extração de produtos naturais com menor volume de solvente e menor tempo de extração que o método convencional de Soxhlet. É uma técnica que combina alta temperatura e alta pressão, mantendo os solventes no estado líquido acima de seu ponto de ebulição (SANTOS *et al.*, 2021). A viscosidade e a tensão superficial do solvente são reduzidas, sob as condições de pressão e temperatura aplicadas, facilitando a penetração na matriz e conseqüentemente a remoção dos compostos localizados nos poros, reduzindo significativamente a quantidade de solvente necessária no processo (MELLO *et al.*, 2019).

Mello et al. (2019), avaliaram o efeito da extração de óleo de cambre (*Crambe abyssinica* H.) utilizando acetato de metila como solvente pressurizado. O estudo mostrou a eficiência do método obtendo maiores teores de fitosteróis (501,87 mg. 100 g<sup>-1</sup> de óleo) a temperatura de 180 °C. Este valor foi superior ao óleo obtido pela extração com Soxhlet (319,34 mg. 100g<sup>-1</sup> de óleo) e do óleo adquirido comercialmente (72,40 mg. 100 g<sup>-1</sup> de óleo). O mesmo ocorreu com  $\gamma$ - tocoferol, onde o óleo obtido com ELP em altas temperaturas (180 °C), apresentou resultados superiores (214,55 mg de  $\gamma$ - tocoferol. 100 g<sup>-1</sup> de óleo) em relação ao óleo obtido com o Soxhlet (83,15 mg de  $\gamma$ - tocoferol. 100 g<sup>-1</sup> de óleo). Em relação ao tempo de oxidação, o óleo obtido com ELP a 160 °C apresentou tempo de indução maior (300 min) quando comparado à amostra obtida a 180 °C (215 min), demonstrando que em temperaturas mais baixas o ELP resulta em óleo de crambe resistente aos processos de oxidação. Em comparação com o óleo extraído pelo método de Soxhlet (85 min) foi possível verificar que as amostras extraídas por extração pressurizada apresentaram maiores tempos de indução à oxidação, oferecendo um óleo mais resistente e estável a oxidação.

Portilho Trentini *et al.* (2020), também avaliaram o óleo extraído da semente de cambre, investigando a eficiência do carbonato de dimetila como solvente na ELP. Os resultados mostraram maior extração de óleo das sementes sob condições pressurizadas, atingindo rendimento de aproximadamente 45 %, que foi superior ao rendimento obtido com a extração de Soxhlet (31,7 %). A composição de ácidos graxos e acilgliceróis dos extratos obtidos com os dois métodos foram semelhantes. No entanto, os teores de fitosteróis e tocoferóis do óleo obtido por ELP foram em torno de 62 % e 574 % maiores



respectivamente, em comparação com o óleo da extração de Soxhlet, comprovando as vantagens da técnica de extração.

Rodrigues, Cardozo-Filho e Silva (2017), investigaram a extração de óleo de soja com etanol sob condições pressurizadas juntamente com a extração com o método Soxhlet, utilizando etanol e *n*-hexano como solventes. O rendimento máximo obtido com ELP foi de 24,42 %, o que representa aproximadamente 94 % do valor obtido pelo rendimento com a extração com Soxhlet. Os ácidos linoléico e oleico foram os principais ácidos graxos identificados no óleo de soja, representando 76% da composição dos ácidos graxos, que não foi influenciada pelo método de extração ou temperatura utilizada no ELP, mostrando a possível substituição de métodos convencionais por novas técnicas de extração.

### **Extração enzimática aquosa**

A EEA utiliza água com adição de enzimas para hidrolisar a parede celular da semente oleaginosa para obtenção de óleo, é proposta como alternativa ecologicamente correta para extração de óleos. As enzimas desempenham papel importante na ruptura celular ao hidrolisar os componentes das paredes das células vegetais e a estrutura da membrana dos corpos oleosos, melhorando a permeabilidade estrutural e aumentando a liberação do óleo na água durante a extração. Como vantagem, além de ser um processo de operação simples, possui a facilidade de separação do óleo da fase aquosa. Apesar de suas vantagens, a baixa recuperação de óleo e o longo tempo de processamento são os principais gargalos no EEA, porém este método pode ser combinado com outras técnicas de extração para alcançar melhores rendimentos (HU *et al.*, 2020; NGUYEN *et al.*, 2020).

Nguyen *et al.* (2020) estudaram um processo de extração enzimática aquosa para extração ecológica de óleo de semente de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Entre as enzimas testadas a papaína exibiu a maior atividade de extração (28,45 %), nas seguintes condições de extração: carga de enzima de 4,46 %; proporção de água para amostra de 4,45 mL. g<sup>-1</sup>; tempo de extração de 4,95 h e temperatura de 38,9 °C. Em condições ideais de extração a papaína pode ser reutilizada para extração, mostrando ser uma protease em potencial para um processo ecologicamente correto e eficiente na extração de óleo de sementes de sacha inchi.

Estudos utilizando a extração enzimática aquosa associados a métodos de pré-tratamento mostraram-se eficientes na extração de óleos de sementes. Hu *et al.* (2019)

avaliaram a extração enzimática aquosa assistida por micro-ondas ultrassônico para extrair o óleo de semente de cereja. Nas condições ótimas de extração com uma concentração de 2,7 % de coquetel de enzimas, potência ultrassônica de 560 W, potência de micro-ondas de 323 W, tempo de extração de 38 min, temperatura de extração de 40 °C, temperatura de enzimólise de 40 °C, pH de 3,5, razão líquido-sólido de 12 mL. g<sup>-1</sup>, tempo de enzimólise de 240 min e tamanho de partícula menor que 0,425 mm, a recuperação do óleo extraído foi de 83,85 % contra 100 % na extração convencional com Soxhlet. Porém o óleo obtido por meio da técnica estudada apresentou melhores propriedades físico-químicas e maior teor de constituintes bioativos, quando comparadas ao método convencional. Também mostrou ser mais vantajoso, por não utilizar solventes orgânicos, apresentar menor tempo de extração, ser eficiente e não tóxico ao meio ambiente.

Liu *et al.* (2019) estudaram a extração de óleo de grão de semente de *Sapindus mukorossi* para a produção de biodiesel, utilizando a técnica de extração por ultrassom enzimático aquoso. As condições ideais da técnica estudada, como tempo de incubação de 8 h, quantidade de 4%, pH de 7, temperatura de incubação de 60 ° C, velocidade de agitação de 600 rpm, proporção de água sólida de 16 mL. g<sup>-1</sup>, tempo ultrassônico de 56 min e potência ultrassônica de 240 W, apresentaram um rendimento (82,67 %) maior, em relação ao método de Soxhlet (42,92 % - 45,94 %). Além disso, o óleo de sementes de *S.mukorossi*, usando a técnica de extração por ultrassom enzimático aquoso, exibiu valor de acidez (4,12 ± 0,08 mg KOH. g<sup>-1</sup>) inferior e índice de iodo (113,15 ± 3,01 g I<sub>2</sub>. 100g<sup>-1</sup> de óleo) superior do que aquele adquirido pelo método de Soxhlet (Acidez: 4,45 ± 0,15 mg KOH/g e Iodo: 107,39 ± 2,64 g I<sub>2</sub>. 100 g<sup>-1</sup> de óleo). Todos os óleos mostraram perfis de ácidos graxos semelhantes, independentemente do método de extração.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas ao longo dos anos para extração de óleo fixo de semente oleaginosas. Uma série de questões técnicas devem ser abordadas antes da extração de óleo para definição do melhor método a ser aplicado. Fatores como a quantidade de óleo presente nas sementes, temperatura e pressão do processo, quantidade de solvente utilizada, aplicação de pré-tratamento e definição dos seus parâmetros, bem como o tempo de extração. A combinação desses fatores pode

proporcionar uma extração sustentável que seja eficiente, resultando em um óleo de qualidade com menor tempo de extração.

Dentre as técnicas apresentadas a utilização de solventes verdes aplicado a outras técnicas de extração ou pré-tratamentos vem ganhando destaque. A química verde está cada vez mais presente na indústria e sua aplicação associada a outros métodos de extração, se mostraram eficazes no aumento do rendimento, na redução do tempo de extração e no aumento da qualidade do óleo extraído. As técnicas sustentáveis de extração de óleo de sementes oleaginosas apresentadas nesta revisão são eficientes quando comparadas as técnicas convencionais, apresentando vantagens para o meio ambiente e na qualidade do óleo extraído.

## **REFÊRENCIAS**

BHAVANIRAMYA, S.; VISHNUPRIYA, S.; AL-ABOODY, M. S.; VIJAYAKUMAR, R.; BASKARAN, D. Role of essential oils in food safety: Antimicrobial and antioxidant applications. **Grain & Oil Science and Technology**, v. 2, n. 2, p. 49–55, 2019.

CARVALHO, L. M. DE S.; LEMOS, M. C. M.; SANCHES, E. A.; SILVA, L. S. DA; ARAÚJO BEZERRA, J. DE; AGUIAR, J. P. L.; CHAGAS DO AMARAL SOUZA, F. DAS; ALVES FILHO, E. G.; CAMPELO, P. H. Improvement of the bioaccessibility of bioactive compounds from Amazon fruits treated using high energy ultrasound. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 67, n. April, p. 105148, 2020.

CASTEJÓN, N.; LUNA, P.; SEÑORÁNS, F. J. Alternative oil extraction methods from *Echium plantagineum* L. seeds using advanced techniques and green solvents. **Food Chemistry**, v. 244, n. September 2017, p. 75–82, 2018.

CHAÑI-PAUCAR, L. O.; OSORIO-TOBÓN, J. F.; JOHNER, J. C. F.; MEIRELES, M. A. A. A comparative and economic study of the extraction of oil from Baru (*Dipteryx alata*) seeds by supercritical CO<sub>2</sub> with and without mechanical pressing. **Heliyon**, v. 7, n. 1, 2021.

CHEMAT, F.; VIAN, M. A.; CRAVOTTO, G. Green extraction of natural products: Concept and principles. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 13, n. 7, p. 8615–8627, 2012.

CHEN, Q.; DONG, W.; WEI, C.; HU, R.; LONG, Y. Combining integrated ultrasonic-microwave technique with ethanol to maximise extraction of green coffee oil from Arabica coffee beans. **Industrial Crops and Products**, v. 151, n. April, p. 112405, 2020.

CONTE, R.; GULLICH, L. M. D.; BILIBIO, D.; ZANELLA, O.; BENDER, J. P.; CARNIEL, N.; PRIAMO, W. L. Pressurized liquid extraction and chemical characterization of safflower oil: A comparison between methods. **Food Chemistry**, v.

213, p. 425–430, 2016.

DE MELLO, B. T. F.; IWASSA, I. J.; CUCO, R. P.; GARCIA, V. A. DOS S.; SILVA, C. DA. Methyl acetate as solvent in pressurized liquid extraction of crambe seed oil. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 145, n. November 2018, p. 66–73, 2019.

DELFIN-HOSSEINI, S.; NAYEBZADEH, K.; MIRMOGHATAIE, L.; KAVOSI, M.; HOSSEINI, S. M. Effect of extraction process on composition, oxidative stability and rheological properties of purslane seed oil. **Food Chemistry**, v. 222, p. 61–66, 2017.

DIAS, J. L.; MAZZUTTI, S.; SOUZA, J. A. L. DE; FERREIRA, S. R. S.; SOARES, L. A. L.; STRAGEVITCH, L.; DANIELSKI, L. Extraction of umbu (*Spondias tuberosa*) seed oil using CO<sub>2</sub>, ultrasound and conventional methods: Evaluations of composition profiles and antioxidant activities. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 145, n. November 2018, p. 10–18, 2019.

FATHI-ACHACHLOUEI, B.; AZADMARD-DAMIRCHI, S.; ZAHEDI, Y.; SHADDEL, R. Microwave pretreatment as a promising strategy for increment of nutraceutical content and extraction yield of oil from milk thistle seed. **Industrial Crops and Products**, v. 128, n. September 2018, p. 527–533, 2019.

FETZER, D. L.; CRUZ, P. N.; HAMERSKI, F.; CORAZZA, M. L. Extraction of baru (*Dipteryx alata vogel*) seed oil using compressed solvents technology. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 137, n. March, p. 23–33, 2018.

HANDA, V.; THAKUR, K.; ARYA, S. K. Exploit of oxalate and phytate from the oilseeds with phytase treated seeds for dietary improvement. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 37, n. September, p. 102168, 2021.

HAO, L.; LV, C.; CUI, X.; YI, F.; SU, C. Study on biological activity of perilla seed oil extracted by supercritical carbon dioxide. **LWT - Food Science and Technology**, v. 146, n. October 2020, p. 111457, 2021.

HERCULANO, L. S.; LUKASIEWICZ, G. V. B.; SEHN, E.; TORQUATO, A. S.; BELANÇON, M. P.; SAVI, E.; KIMURA, N. M.; MALACARNE, L. C.; BAISSO, M. L.; ASTRATH, N. G. C. The correlation of physicochemical properties of edible vegetable oils by chemometric analysis of spectroscopic data. **Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 245, p. 118877, 2021.

HU, B.; WANG, H.; HE, L.; LI, Y.; LI, C.; ZHANG, Z.; LIU, Y.; ZHOU, K.; ZHANG, Q.; LIU, A.; LIU, S.; ZHU, Y.; LUO, Q. A method for extracting oil from cherry seed by ultrasonic-microwave assisted aqueous enzymatic process and evaluation of its quality. **Journal of Chromatography A**, v. 1587, p. 50–60, 2019.

HU, B.; LI, Y.; SONG, J.; LI, H.; ZHOU, Q.; LI, C.; ZHANG, Z.; LIU, Y.; LIU, A.; ZHANG, Q.; LIU, S.; LUO, Q. Oil extraction from tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) using the combination of microwave-ultrasonic assisted aqueous enzymatic method - design, optimization and quality evaluation. **Journal of Chromatography A**, v. 1627, 2020.

HU, B.; XI, X.; LI, H.; QIN, Y.; LI, C.; ZHANG, Z.; LIU, Y.; ZHANG, Q.; LIU, A.; LIU, S.; LUO, Q. A comparison of extraction yield, quality and thermal properties from *Sapindus mukorossi* seed oil between microwave assisted extraction and Soxhlet extraction. **Industrial Crops and Products**, v. 161, n. August 2020, p. 113185, 2021.

HUANG, W. C.; LI, B.; QI, X.; MAO, X. New type of green extractant for oil production: Citric acid/citric acid sodium extraction system. **Food Chemistry**, v. 310, n. October 2019, p. 125815, 2020.

IBRAHIM, N. A.; ZAINI, M. A. A. Microwave-assisted solvent extraction of castor oil from castor seeds. **Chinese Journal of Chemical Engineering**, v. 26, n. 12, p. 2516–2522, 2018.

ISHAK, I.; HUSSAIN, N.; COOREY, R.; GHANI, M. A. Optimization and characterization of chia seed (*Salvia hispanica* L.) oil extraction using supercritical carbon dioxide. **Journal of CO2 Utilization**, v. 45, n. July 2020, p. 101430, 2021.

KADAM, D. M.; KUMAR, M.; KASARA, A. Application of high energy electromagnetic radiations in elimination of anti-nutritional factors from oilseeds. **LWT - Food Science and Technology**, v. 151, n. June, p. 112085, 2021.

KAPOOR, S.; GANDHI, N.; TYAGI, S. K.; KAUR, A.; MAHAJAN, B. V. C. Extraction and characterization of guava seed oil: A novel industrial byproduct. **LWT - Food Science and Technology**, v. 132, n. May, p. 109882, 2020.

KOMARTIN, R. S.; STROESCU, M.; CHIRA, N.; STAN, R.; STOICA-GUZUN, A. Optimization of oil extraction from *Lallemantia iberica* seeds using ultrasound-assisted extraction. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 15, n. 2, p. 2010–2020, 2021.

KOZŁOWSKA, M.; GRUCZYŃSKA, E.; ŚCIBISZ, I.; RUDZIŃSKA, M. Fatty acids and sterols composition, and antioxidant activity of oils extracted from plant seeds. **Food Chemistry**, v. 213, p. 450–456, 2016.

KUMAR, G. Ultrasonic-assisted reactive-extraction is a fast and easy method for biodiesel production from *Jatropha curcas* oilseeds. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 37, p. 634–639, 2017.

KUMAR, R. C.; BENAL, M. M.; PRASAD, B. D.; KRUPASHANKARA, M. S.; KULKARNI, R. S.; SIDDALIGASWAMY, N. H. Microwave assisted extraction of oil from *Pongamia pinnata* seeds. **Materials Today: Proceedings**, v. 5, n. 1, p. 2960–2964, 2018.

LAMO, B. DE; GÓMEZ, M. Bread enrichment with oilseeds. A review. **Foods**, v. 7, n. 11, 2018.

LI, H.; FU, X.; DENG, G.; DAVID, A.; HUANG, L. Extraction of oil from grape seeds (*Vitis vinifera* L.) using recyclable CO<sub>2</sub>-expanded ethanol. **Chemical Engineering and Processing - Process Intensification**, v. 157, n. September, p. 108147, 2020.

LIU, H. M.; YAO, Y. G.; MA, Y. X.; WANG, X. DE. Ultrasound-assisted desolventizing of fragrant oil from red pepper seed by subcritical propane extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 63, n. December 2019, p. 104943, 2020.

LIU, X.; OU, H.; XIANG, Z.; GREGERSEN, H. Ultrasound pretreatment combined with supercritical CO<sub>2</sub> extraction of Iberis amara seed oil. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 18, n. July, p. 100265, 2020.

LIU, Z.; GUI, M.; XU, T.; ZHANG, L.; KONG, L.; QIN, L.; ZOU, Z. Efficient aqueous enzymatic-ultrasonication extraction of oil from Sapindus mukorossi seed kernels. **Industrial Crops and Products**, v. 134, n. April, p. 124–133, 2019.

LÓPEZ-PADILLA, A.; RUIZ-RODRIGUEZ, A.; REGLERO, G.; FORNARI, T. Study of the diffusion coefficient of solute-type extracts in supercritical carbon dioxide: Volatile oils, fatty acids and fixed oils. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 109, p. 148–156, 2016.

MEMARZADEH, S. M.; GHOLAMI, A.; PIRBALOUTI, A. G.; MASOUM, S. Bakhtiari savory (*Satureja bachtiarica* Bunge.) essential oil and its chemical profile, antioxidant activities, and leaf micromorphology under green and conventional extraction techniques. **Industrial Crops and Products**, v. 154, n. July, p. 112719, 2020.

MOHAMMADPOUR, H.; SADRAMELI, S. M.; ESLAMI, F.; ASOODEH, A. Optimization of ultrasound-assisted extraction of Moringa peregrina oil with response surface methodology and comparison with Soxhlet method. **Industrial Crops and Products**, v. 131, n. January, p. 106–116, 2019.

NATOLINO, A.; PORTO, C. DA. Supercritical carbon dioxide extraction of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed oil: Kinetic modelling and solubility evaluation. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 151, p. 30–39, 2019.

NGUYEN, H. C.; VUONG, D. P.; NGUYEN, N. T. T.; NGUYEN, N. P.; SU, C. H.; WANG, F. M.; JUAN, H. Y. Aqueous enzymatic extraction of polyunsaturated fatty acid-rich sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seed oil: An eco-friendly approach. **LWT - Food Science and Technology**, v. 133, n. July, p. 109992, 2020.

OLIVEIRA, É. R.; SILVA, R. F.; SANTOS, P. R.; QUEIROZ, F. Potential of alternative solvents to extract biologically active compounds from green coffee beans and its residue from the oil industry. **Food and Bioproducts Processing**, v. 115, p. 47–58, 2019.

OLIVEIRA, R. C. DE; DAVANTEL DE BARROS, S. T.; GIMENES, M. L. The extraction of passion fruit oil with green solvents. **Journal of Food Engineering**, v. 117, n. 4, p. 458–463, 2013.

PANADARE, D. C.; RATHOD, V. K. Process intensification of Three Phase Partition for extraction of custard apple seed oil using Microwave Pretreatment. **Chemical Engineering and Processing - Process Intensification**, v. 157, 2020.

PAVLAČKOVÁ, J.; KOVACSOVÁ, K.; RADIMĚŘSKÝ, P.; EGNER, P.; SEDLAŘÍKOVÁ, J.; MOKREJŠ, P. Stability and in vivo efficiency of natural cosmetic emulsion systems with the addition of vegetable oils. **Brazilian Journal of**



**Pharmaceutical Sciences**, v. 54, n. 3, p. 1–11, 2018.

PORTILHO TRENTINI, C.; MELLO, B. T. F. DE; FERREIRA CABRAL, V.; SILVA, C. DA. Crambe seed oil: Extraction and reaction with dimethyl carbonate under pressurized conditions. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 159, p. 104780, 2020.

RAJENDRAN, N.; GURUNATHAN, B.; I., A. E. S. Optimization and technoeconomic analysis of biooil extraction from *Calophyllum inophyllum* L. seeds by ultrasonic assisted solvent oil extraction. **Industrial Crops and Products**, v. 162, n. January, p. 113273, 2021.

RODRIGUES, G. DE M.; CARDOZO-FILHO, L.; SILVA, C. DA. Pressurized liquid extraction of oil from soybean seeds. **Canadian Journal of Chemical Engineering**, v. 95, n. 12, p. 2383–2389, 2017.

RODRIGUES, R. D. P.; SILVA, A. S. E.; CARLOS, T. A. V.; BASTOS, A. K. P.; SANTIAGO-AGUIAR, R. S. DE; ROCHA, M. V. P. Application of protic ionic liquids in the microwave-assisted extraction of phycobiliproteins from *Arthrospira platensis* with antioxidant activity. **Separation and Purification Technology**, v. 252, p. 117448, 2020.

SANTOS, K. A.; AGUIAR, C. M. DE; SILVA, E. A. DA; SILVA, C. DA. Evaluation of favela seed oil extraction with alternative solvents and pressurized-liquid ethanol. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 169, n. November, 2021.

SANTOS, K. A.; SILVA, E. A. DA; SILVA, C. DA. Ultrasound-assisted extraction of favela (*Cnidocolus quercifolius*) seed oil using ethanol as a solvent. **Journal of Food Processing and Preservation**, 2021.

SICAIRE, A. G.; VIAN, M. A.; FINE, F.; CARRÉ, P.; TOSTAIN, S.; CHEMAT, F. Ultrasound induced green solvent extraction of oil from oleaginous seeds. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 31, p. 319–329, 2016.

STEVANATO, N.; SILVA, C. DA. Radish seed oil: Ultrasound-assisted extraction using ethanol as solvent and assessment of its potential for ester production. **Industrial Crops and Products**, v. 132, n. February, p. 283–291, 2019.

SUN, Q.; SHI, J.; SCANLON, M.; XUE, S. J.; LU, J. Optimization of Supercritical-CO<sub>2</sub> Process for Extraction of Tocopherol-Rich Oil from Canola Seeds. **LWT - Food Science and Technology**, v. 145, n. March, p. 111435, 2021.

TAVARES, G. R.; MASSA, T. B.; GONÇALVES, J. E.; SILVA, C. DA; SANTOS, W. D. DOS. Assessment of ultrasound-assisted extraction of crambe seed oil for biodiesel synthesis by in situ interesterification. **Renewable Energy**, v. 111, p. 659–665, 2017.

TEIXEIRA, G. L.; MACIEL, L. G.; MAZZUTTI, S.; TUROLA BARBI, R. C.; RIBANI, R. H.; SALVADOR FERREIRA, S. R.; BLOCK, J. M. Sequential green extractions based on supercritical carbon dioxide and pressurized ethanol for the recovery of lipids and phenolics from *Pachira aquatica* seeds. **Journal of Cleaner Production**, v. 306, p. 127223, 2021.



YE, M.; ZHOU, H.; HAO, J.; CHEN, T.; HE, Z.; WU, F.; LIU, X. Microwave pretreatment on microstructure, characteristic compounds and oxidative stability of Camellia seeds. **Industrial Crops and Products**, v. 161, n. May 2020, p. 113193, 2021.

ZHANG, Z. SHAN; XIE, Q. FANG; CHE, L. Synergistic effects of ultrasound and extraction solvent on the bioactive compound in kenaf seed oil. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 6, p. 2118–2128, 2020.

ZHONG, J.; WANG, Y.; YANG, R.; LIU, X.; YANG, Q.; QIN, X. The application of ultrasound and microwave to increase oil extraction from Moringa oleifera seeds. **Industrial Crops and Products**, v. 120, n. December 2017, p. 1–10, 2018.

ZHUANG, X.; ZHANG, Z.; WANG, Y.; LI, Y. The effect of alternative solvents to n-hexane on the green extraction of Litsea cubeba kernel oils as new oil sources. **Industrial Crops and Products**, v. 126, n. June, p. 340–346, 2018.

## **INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DE TEMPO E TEMPERATURA NA SECAGEM DE SOLO PARA ANÁLISE QUÍMICA**

**Eduardo Gastão da Silva Junqueira, Paula Rachel Rabelo Correa, Aline Bartelega**

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar o melhor tempo de secagem das amostras de solo para realização da análise química, buscando a melhor temperatura que pudesse reduzir o tempo de secagem da amostra de solo e buscasse, ao mesmo tempo, a estabilidade dos resultados padrões da matéria orgânica e de elementos como o potássio e fósforo. Os tratamentos foram variados entre temperatura e tempo onde utilizou-se quatro temperaturas: 40°C, 60°C, 80°C e 100°C e quatro tempos: 4h, 8h, 16h e 24h. Os resultados revelaram que houve diferença significativa para o potássio com o aumento da temperatura, apresentando um decréscimo no resultado, o mesmo ocorreu com o tempo e suas interações. A matéria orgânica apresentou redução no teor com o aumento da temperatura e forte oscilação com a variação do tempo. Foi observado aumento no teor de fósforo com o aumento da temperatura e em relação ao tempo houve intensa oscilação nos resultados com sua redução. Para a matéria orgânica e os dois elementos envolvidos houve diferença significativa, sendo recomendado a utilização da atual metodologia Profet.

**Palavras-chave:** Potássio, matéria orgânica, fósforo, preparo do solo, secagem.

## **1 INTRODUÇÃO**

Com a rápida evolução da agricultura os desperdícios devem ser evitados e a busca para elevar a produtividade deve ser constante, para isso é necessário cuidar da fertilidade do solo, parte fundamental para uma boa produção e uma lavoura saudável (ASSAD; ALMEIDA, 2004).

A análise química de solo, quando feita para fins da análise de fertilidade apresenta duas maneiras de secagem. A primeira é a secagem da terra fresca seca ao ar (TFSA) e a segunda é em uma estufa de circulação de ar forçado a uma temperatura de 40°C (PROFET, 2005). Todavia a secagem ao ar requer um esforço acentuado e um tempo elevado para concluir o processo, em períodos de alta demanda do laboratório, o que acarreta atraso na liberação do laudo para o cliente.

Isso ocorre porque o uso correto do protocolo exige procedimentos realizados de forma criteriosa evitando qualquer tipo de contaminação por meio de metais ou equipamentos que possam ser utilizados durante o processo

A secagem do solo em estufa de circulação de ar forçado acelera o processo, mas mesmo assim ainda há atraso para liberação do resultado em períodos de pico, devido ao tempo em que o solo tem que ficar exposto à estufa, que são 16 horas.

Os períodos de alta demanda de amostras no laboratório se concentram entre os meses de Abril a Setembro. Como a concentração de amostras fica elevada nesse período, há atraso no desempenho dos laboratórios envolvidos e por consequência o produtor necessita esperar um período de até 25 dias para receber o resultado e dar sequência ao plano de manejo da propriedade (PROCAFE, 2020).

Dessa forma, conseguir otimizar o processo mais demorado da análise química de fertilidade de solo de modo que os resultados se mantenham dentro dos padrões e até mesmo servir como parâmetro para o próprio laboratório é de suma importância.

Temos por objetivo analisar o tempo de secagem da amostra solo para posterior análise química e verificar se a alteração de temperatura, mesmo em um tempo reduzido possa causar alguma mudança no resultado final da análise química.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Análise de solo**

A análise de solo é a principal ferramenta para a agricultura hoje em termos de quantificação na nutrição, embora novas tecnologias venham surgindo. Não há uma recente estimativa da quantidade de amostras realizadas anualmente no Brasil, acredita-se que já tenha passado da casa dos milhões de análises (RAIJ et al, 2001).

A análise de solo é o conjunto de reações químicas que ocorrem no solo determinando assim a disponibilidade dos nutrientes para as espécies viventes. Sabe-se que a correção nutricional também elimina vários problemas fitossanitários nas plantas. Se tratando de nutrientes, a lei do mínimo fica evidentemente clara para tal situação, uma vez que se consegue mensurar a quantidade de nutrientes presentes no solo por meio da análise química (IFOPE, 2020).

A preocupação ambiental e todo o processo de produção estão voltados para o processo de sustentabilidade na agricultura e isso relaciona-se com a análise química do solo pelo fato de se controlar e equilibrar os nutrientes em teores adequando, evitando principalmente a intoxicação de plantas, matas, rios e toda a biodiversidade que compõe a agricultura (RAIJ et al, 2001).

Diante de todas as afirmações devemos destacar alguns porquês de se realizar a análise: primeiro pode-se identificar algum fator limitante de produtividade, como já citado anteriormente, a lei do mínimo, o conhecimento do solo como um todo, visualizando sua capacidade de troca catiônica, a saturação de bases, a saturação de alumínio e diversos outros indicadores e principalmente gerenciar riscos dentro da escala produtiva, realizando a análise o produtor passa a executar uma gestão mais preventiva (APAGRI, 2017).

### **2.2 Características físicas do solo**

A física do solo tem por objetivo principal entender os mecanismos que governam a funcionalidade dos solos, sendo assim estudada e definida qualitativa e quantitativamente as propriedades físicas (SANTOS, 2008).

O solo é composto pelos estados sólido, líquido e gasoso. O primeiro se trata de rochas que passaram pelo processo de intemperismo e material orgânico, a parte líquida corresponde a solução do solo (água e nutrientes) e a parte gasosa são os gases produzidos e consumidos pelos seres. Em termos percentuais, 25% do solo, tido como ideal é

composto por ar, outros 25% por água, 45% por minerais e os 5% restante corresponde a matéria orgânica (CETESB, 2020).

Quando se trata de física do solo, este precisa ter uma estrutura grumosa, formado pela atividade de microrganismos, necessitando exclusivamente de matéria orgânica para manter-se a estabilidade. Os grumos são estáveis a água e dependem de uma efetiva atividade microbiana para se manter, como a ação de bactérias que vão produzir coloides, filamentos de algas e hifas de fungos (PRIMAVESI, 1979).

Como citado em um parágrafo anterior, é necessário o solo conter as proporções adequadas de cada nutriente para este ser produtivo. Um solo adequado é poroso, permite a infiltração de água, ar e as raízes tem facilidade para se esparramar, características estas de um solo grumoso.

Quanto maior a densidade aparente do solo mais compacto é esse solo, mesmo considerando o preparo de solo, como a aração e gradagem, esses mesmos tratamentos tornam o solo adensado (PRIMAVESI, 1979).

Uma grande maioria defende a física do solo como se tratando especificamente da granulometria do solo, não considerando toda a bioestrutura, sendo um grande erro para a agricultura. A porosidade do solo, um dos itens da bioestrutura, é fundamental para o bom desenvolvimento das espécies vegetais, pois permite a correta infiltração de água, ar e permite o correto desenvolvimento do sistema radicular (PRIMAVESI, 1979).

### **2.3 Características químicas do solo**

Quando se trata de solo, as explicações se tornam vastas, mas resumindo temos primeiro o processo de intemperismo pelo qual as rochas passam para se tornarem solo, assim se forma os horizontes.

O solo funciona como fixador das raízes dos vegetais, mantendo a estrutura das árvores, arbustos e herbáceas, hoje o principal foco é manter a nutrição química para que esse se desenvolva em perfeita harmonia. No solo há a presença de elementos químicos que são utilizados em grandes e pequenas quantidades, os de grande consumo são chamados macronutrientes, já os de pouco uso são os micronutrientes. Esses nutrientes são oriundos das rochas que passaram pelo processo de intemperismo e se tornaram disponíveis para as plantas na solução do solo (LEPSCH, 2016).

A raiz retira do solo o que precisa, em contrapartida o início da formação de muitos aminoácidos se dá nas raízes e a formação final das proteínas acontece na folha.

O solo para estar bom precisa permitir que as raízes se desenvolvam adequadamente, para isso não pode estar compactado, precisa ter uma quantidade equilibrada de nutrientes, absorver a maior quantidade de água possível e não contenha substâncias tóxicas que danifiquem e impeçam as raízes de crescer (PRIMAVESI, 1979).

Focando em solo tropical, sendo este apropriado para o clima quente, quando observado em sua estrutura natural, sem a ação da agricultura, apresenta característica grumosa, excelente para a expansão radicular. Há um forte consumo de matéria orgânica pelo fato de ser um clima tropical e sua reposição é indispensável para manter o ciclo de vida do solo em perfeito estado (PRIMAVESI, 1979).

Um solo não se faz somente de nutrientes, isso é uma parte dele, além das características físicas e químicas temos também a biológica que é de igual importância senão a maior.

## **2.4 Características biológicas do solo**

Em um conjunto da biota total do solo, os microrganismos do solo, constituem os cinco fatores que integram a formação de um solo, sendo eles: clima, topografia, material parental e tempo. Os maiores grupos de microrganismo incluem os vírus, bactérias, fungos, algas e a macrofauna, podendo ser inclusos os artrópodes e protozoários. A importância de tais microrganismos podem ser mensuradas através da sua respiração e de sua biomassa (MATTOS, 2015).

A biomassa microbiana constitui a parte viva do solo (matéria orgânica), incluindo bactérias, fungos, actinobactérias, dentre outros. São seres vivos responsáveis pela ciclagem do carbono no solo, quanto maior o número desses micros seres maior será a fixação de carbono e conseqüentemente maior será a saúde do solo e da produção nesse instalada (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Esse reservatório de carbono por parte dos microrganismos representa algo em torno de 2 a 5% do carbono orgânico do solo (JENKINSON e SIQUEIRA, 2006). E algo em torno de 1 a 5% do total de nitrogênio do solo (SMITH; PAUL, 1990).

Os microrganismos do solo podem ser nossos aliados se soubermos manejá-los corretamente como também podem ser nossos inimigos ferrenhos se soubermos somente combatê-los (PRIMAVESI, 1979).

Os microrganismos estão intimamente ligados ao bom funcionamento do ecossistema, recuperando e reciclando energia e nutrientes. Com isso são excelentes

indicadores de qualidade de solo, favorecendo a implantação de lavouras e participam ativamente da alta produtividade na agricultura (FERREIRA, 2019).

## **2.5 Relação da água com nutrientes no solo**

Levando em consideração a importância da água para o desenvolvimento da planta passou-se a realizar pesquisas sobre essa importante molécula de H<sub>2</sub>O; seu formato e sua disposição no ambiente resulta em um conteúdo de melhor ou pior qualidade (BONTEMPO, 2017).

A água tem propriedade solventes e se distribui por toda a planta, sendo de total importância para o fechamento de ciclo e desenvolvimento de todas as espécies. Essas funções derivam da estrutura molecular da água (PAIVA e OLIVEIRA, 2006). Tem função de dissolver substâncias variadas do metabolismo vegetal, como por exemplo os nutrientes e sais minerais que entram na planta por solução aquosa. Participa de reações importantes dentro da planta como condensação e hidrólise (COSTA, 2001).

Se tratando de relações iônicas, a polaridade explica-se pela multiplicação da carga elétrica de cada átomo e a distância entre eles. A eletronegatividade dos átomos que participam da ligação e o formato da molécula envolvida são dois fatores a serem considerados na determinação da polaridade de uma molécula (DE PAULA, 2015). Fato que está diretamente relacionado com a interação da água e os nutrientes no solo.

A polaridade de uma substância é definida pela diferença de cargas entre os átomos. Nesse sentido a água é uma molécula polar porque o hidrogênio tem eletronegatividade menor que o oxigênio, o que torna a disposição de elétrons irregular, com isso a água consegue dissolver substâncias sólidas, líquidas e gasosas por meio da interação de moléculas (BRAINLY, 2016), fato que ocorre no solo, uma vez que a planta só realiza absorção dos nutrientes quando estão em solução aquosa, estando diretamente relacionado com a força de atração e repulsão dos íons dos elementos.

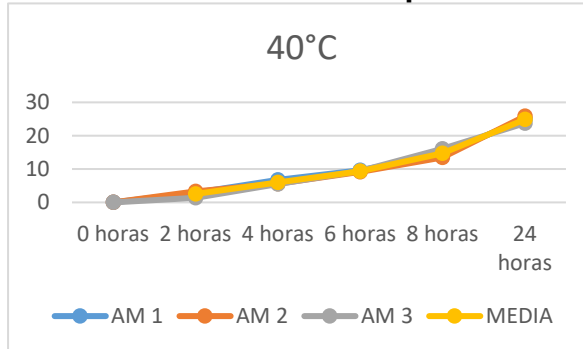


### 3 MATERIAL E MÉTODOS

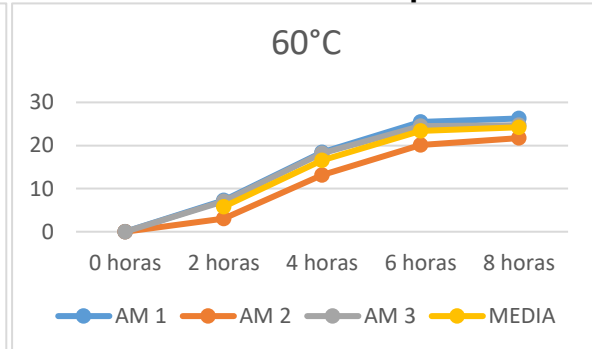
O trabalho foi realizado no laboratório de solos e folhas da Fundação Procafé, município de Varginha, Minas Gerais. O local do ensaio está situado a uma altitude de 940 metros, latitude 21° 34' 00'' S, longitude 45° 24' 22'' W. A temperatura média é de 22,5°C e uma pluviosidade média anual e 1.500 mm. A classificação do climática da região segundo Koppen e Geiger, é do tipo Cwa (MARTINS, 2018).

Para preparar o ensaio com as respectivas temperaturas e tempos, foi realizado um experimento testando a umidade ideal de trabalho do solo. Foram colocadas 3 amostras de solo para cada temperatura (40°C, 60°C, 80°C e 100°C) e a cada 2 horas foi feita a pesagem a fim de encontrar a umidade ideal de trabalho, como mostra os gráficos 1,2,3 e 4.

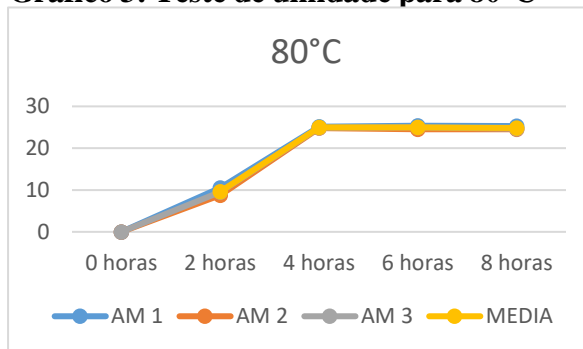
**Gráfico 1: Teste de umidade para 40°C**



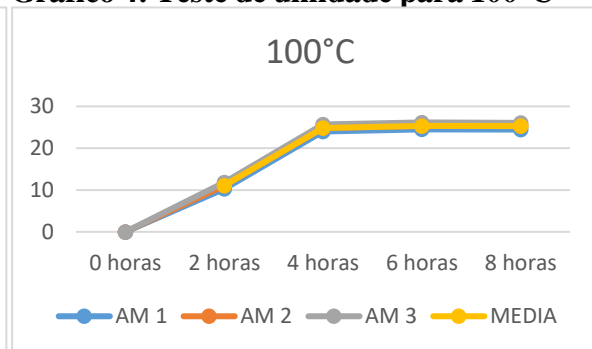
**Gráfico 2: Teste de umidade para 60°C**



**Gráfico 3: Teste de umidade para 80°C**



**Gráfico 4: Teste de umidade para 100°C**



A coleta do solo para ensaio foi realizada na fazenda experimental de Varginha/MG, onde foi padronizado um talhão. A coleta foi feita de acordo com instruções do site da Fundação Procafé (2020), sendo retirada amostras simples em zig-zag na profundidade de 0-20cm, posteriormente foi feito a mistura obtendo uma única amostra composta, na qual foram divididos os tratamentos e repetições do trabalho.

O solo coletado foi distribuído igualmente em saquinhos de papel pardo à um peso de 250 gramas/amostra e submetidos aos tratamentos do ensaio. Posterior a secagem, o preparo e as demais etapas ocorreram conforme a recomendação do manual do Profert (2005).

O experimento foi montado em um esquema fatorial 4x4, sendo 4 temperaturas (40°C, 60°C, 80°C e 100°C) e 4 tempos (4h, 8h, 16h e 24h) em um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com 3 repetições.

**TABELA 1: Referência aos tratamentos trabalhados**

Tratamento 1	40°C x 4 horas
Tratamento 2	40°C x 8 horas
Tratamento 3	40°C x 16 horas
Tratamento 4	40°C x 24 horas
Tratamento 5	60°C x 4 horas
Tratamento 6	60°C x 8 horas
Tratamento 7	60°C x 16 horas
Tratamento 8	60°C x 24 horas
Tratamento 9	80°C x 4 horas
Tratamento 10	80°C x 8 horas
Tratamento 11	80°C x 16 horas
Tratamento 12	80°C x 24 horas
Tratamento 13	100°C x 4 horas
Tratamento 14	100°C x 8 horas
Tratamento 15	100°C x 16 horas
Tratamento 16	100°C x 24 horas

Na avaliação do experimento foram determinadas as seguintes variáveis: teor de potássio ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), teor de matéria orgânica ( $\text{dag}/\text{kg}$ ) e teor de fósforo ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ). A escolha desses elementos para avaliação se deve pelo grau de importância em relação aos manejos dos produtores rurais, são os gastos mais onerosos dentro do ciclo produtivo. Os dados obtidos por serem quantitativos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de regressão, com o auxílio do Software Sisvar (FERREIRA, 2011).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Tabela 2: Análise de variância (ANOVA) conjunta para os caracteres, potássio, matéria orgânica e Fósforo.**

FV	G.L	PR>FC	PR>FC	Matéria	PR>FC
		Potássio	Orgânica	Fósforo	
TEMPERATURA	3	0.0000*	0.0000*		0.0013*
TEMPO	3	0.0004*	0.0000*		0.0000*
TEMPERATURA*TEMPO	9	0.0000*	0.0000*		0.0000*
ERRO	32				
TOTAL	47				
CV (%)		4,15	5,26		6,19

ns = não significativo; \*Significativo a 1%

### 4.1 Potássio

Conforme o gráfico 5 o teor de potássio recebeu uma forte influência quando houve o aumento da temperatura. Considerando que a temperatura padrão da metodologia Profert é 40°C, onde o potássio indica um teor de 121 mg/dm<sup>3</sup>, com o aumento de temperatura os valores foram caindo linearmente, ficando mais baixo quando atingindo a temperatura de 100°C, chegando ao teor de 99 mg/dm<sup>3</sup>.

Já no gráfico 6 representando o tempo em que as amostras ficaram expostas às temperaturas, em relação ao tempo recomendado pelo Profert, que são 16 horas, quando as amostras foram retiradas antes do tempo indicado os teores de potássio aumentaram, chegando em 8 horas à 115 mg/dm<sup>3</sup>. Já para a temperatura mais alta, 24 horas, o teor de potássio igualou a média do tempo recomendado.

Um trabalho realizado com manganês, testando métodos de secagem, houve diferença significativa no microelemento, conforme houve variação de método. De posse dessa informação, há probabilidade do resultado ser comprovado pelo presente trabalho quando comparado o comportamento dos os íons dos elementos, uma vez que o manganês possui íons positivo e o potássio também. Quando observado o tempo, apesar da oscilação na reta do gráfico, os valores finais ficaram abaixo dos valores iniciais, com uma tendência de queda, é provável que também haja uma influência dos íons (CHITOLINA et al, 1989).

Gráfico 5: Teor de potássio em relação a temperatura

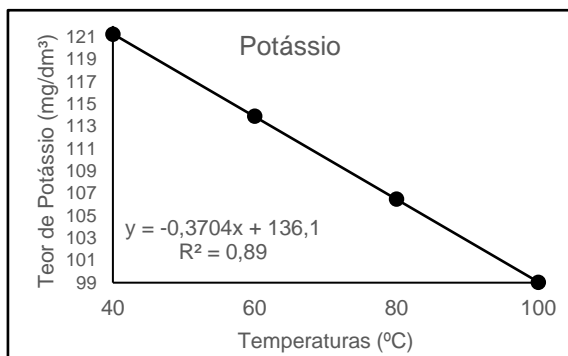
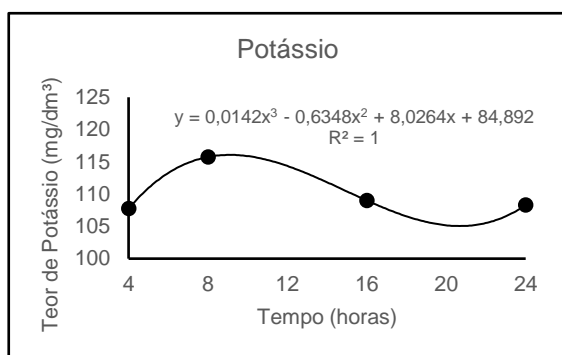


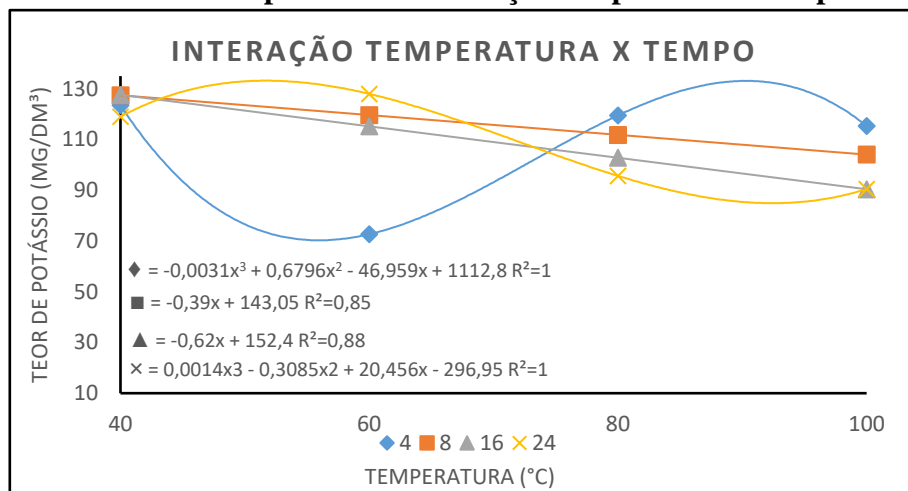
Gráfico 6: Teor de potássio em relação ao tempo



O gráfico 7 mostra uma acentuada oscilação para o tempo de 4 horas quando observado em interação com as temperaturas, para os demais tempos há um decréscimo no teor de potássio conforme aumenta a temperatura. O esperado seria, com o aumento da temperatura os tempos de 4 e 8 horas mantivessem o mesmo teor de potássio do Tratamento 3 (40°C a 16 horas).

Quando se observa o potássio em quesito a variação de temperatura e o tempo de secagem, os resultados encontrados são os mais variados. A secagem levou a um aumento do teor de potássio (ATTOE, 1946; HANWAY & SCOTT, 1957; PISKULA, 1971; GUPTA & RORISON, 1974). Segundo Reitemeir (1951), se observa a diminuição no teor de potássio com a variação de temperatura e em outros trabalhos não foi observado diferença alguma em relação ao resultado do potássio (JAIYEBO, 1968; PEVERILL *et al*, 1975). Acredita-se que as variações observadas possam ser recorrentes da presença de diferentes minerais de argila encontrados nos solos.

Gráfico 7: Teor de potássio na interação temperatura x tempo

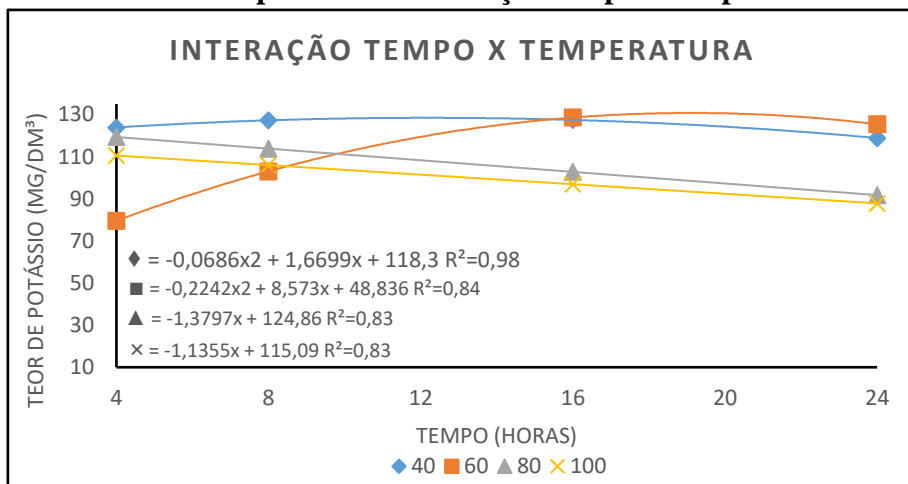


O gráfico 8 demonstra que para todas as temperaturas, exceto 60°C, houve declínio dos resultados conforme o tempo de exposição da amostra aumentou. Sendo que para o padrão de 40°C à 16 horas o resultado apresentou 127 mg/dm<sup>3</sup> de potássio. O esperado seria com o aumento da temperatura e a redução do tempo o teor de potássio mantivesse em torno de 127 mg/dm<sup>3</sup>.

Apesar da significância, o tempo que as amostras ficaram expostas as temperaturas somente influencia, intensificando ou amenizando os efeitos decorrentes da interação do solo com as temperaturas. Acredita-se que as variações dos tempos menores vale destacar que o pouco período de estabilização iônica dos nutrientes e a própria estabilização de temperatura e umidade possam causar tais respostas.

A literatura apresenta resultados igual ao do presente trabalho, onde há queda no teor devido ao aumento da temperatura. A ausência de vermiculita e minerais miáceos provoca pouca variação do potássio, esses minerais em quantidades consideráveis aumenta a fixação do potássio no solo levando a sua alteração negativa quando exposto a temperaturas maiores (JAIYEBO, 1968).

**Gráfico 8: teor de potássio na interação tempo x temperatura**

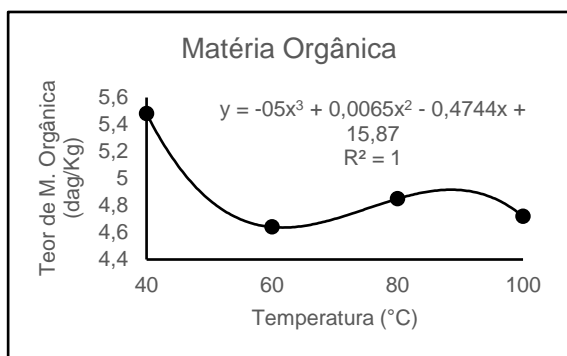


## 4.2 Matéria Orgânica

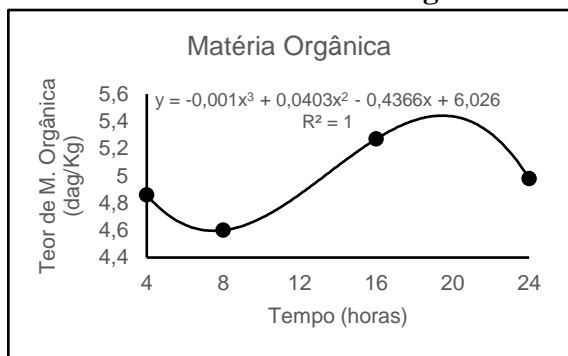
Conforme apresentado no gráfico 9, o teor de matéria orgânica na temperatura padrão de 40°C, apresenta-se superior aos demais resultados, chegando ao nível mais baixo de 4,6 dag/kg.

O gráfico 10 apresenta oscilação quando comparado com o valor obtido no tempo de 16 horas, recomendado pela profet. Os teores de matéria orgânica anteriores apresentaram resultado de 4,6 a 4,8 dag/kg enquanto para 16 horas o resultado foi 5,2 dag/kg

**Gráfico 9: teor de matéria orgânica em relação a temperatura**

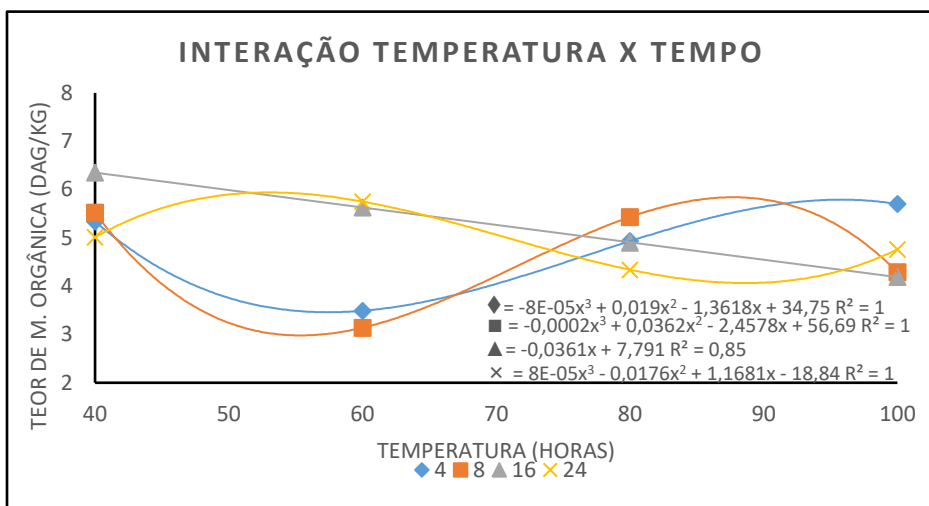


**Gráfico 10: Teor de matéria orgânica em relação ao tempo**



No gráfico 11 para o tempo de 16 horas a temperatura de 40°C, o teor de matéria orgânica foi o maior registrado, 6,4 dag/kg. Há uma forte oscilação para 4 e 8 horas, demonstrando uma alta instabilidade nos resultados. O esperado seria um obter um resultado muito próximo a 6,4 dag/kg, mas não é o que acontece.

**Gráfico 11: Teor de matéria orgânica na interação temperatura com tempo**



Referente ao gráfico 12, nota-se uma oscilação forte da temperatura de 60°C, mostrando instabilidade com a variação de horas na estufa. O resultado referência no gráfico é 6 dag/kg (16 horas e a curva de 40°C). Os demais resultados apresentaram teores menores do que o esperado, uma vez que, com o aumento da temperatura o tempo deve ser reduzido para atingir o objetivo.

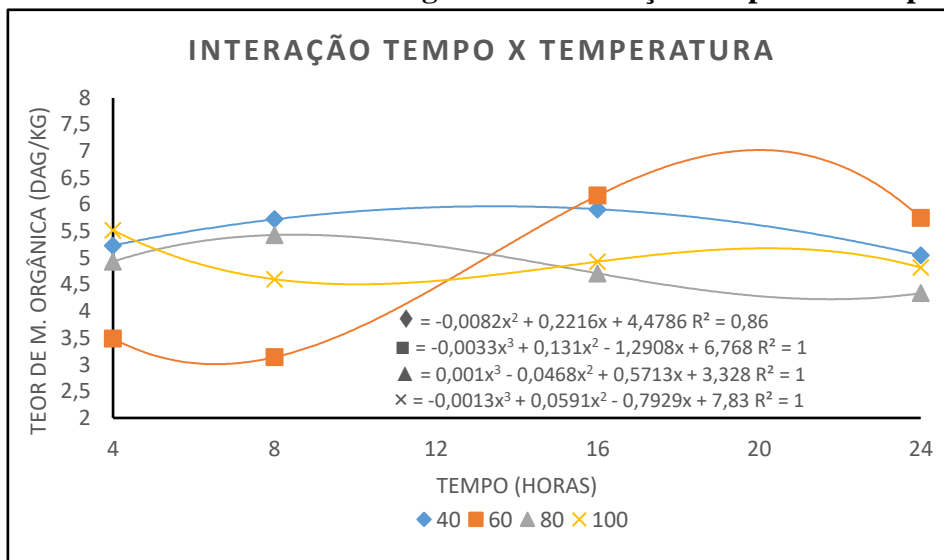
Quando observado o gráfico 9 e 11 nota-se uma tendência de queda no teor de matéria orgânica, mesmo com a influência do tempo (gráfico 11). A reação de oxidação redução, específica da metodologia de matéria orgânica, causa uma redução acentuada por influência das temperaturas mais altas. Além disso acredita-se que devido a oscilação do tempo (gráfico 11 e 12), ocorra pelo fato de estabilização da matéria orgânica após



certa temperatura e tempo, não agravando os teores no solo (MIYAZAWA et al, 1993).

Não há variação no teor de matéria orgânica quando influenciada por variações de temperatura. Fato que se justifica pela variação de solos nos ensaios, onde há maior carbono fixado o esperado será maior variação do teor de matéria orgânica (MOLLOY e LOCKMAN, 19779).

**Gráfico 12: Teor de matéria orgânica na interação tempo com temperatura**



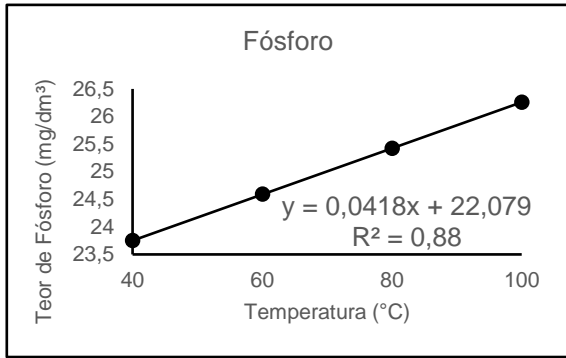
### 4.3 Fósforo

De acordo com o gráfico 13, que representa a temperatura no resultado do fósforo, o teor de fósforo aumenta linearmente com o aumento da temperatura. A temperatura padrão é 40°C onde apresenta o resultado de aproximadamente 23,5 mg/dm<sup>3</sup> e o teor se eleva para aproximadamente 26,5 mg/dm<sup>3</sup> quando observado na temperatura de 100°C.

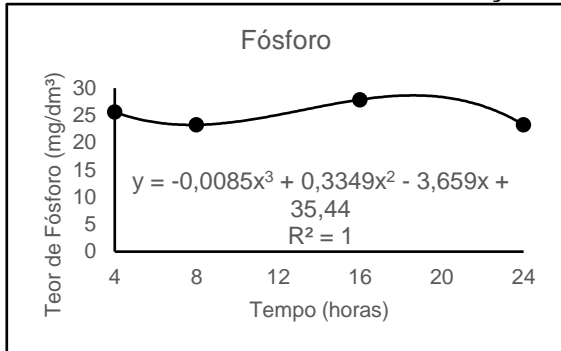
Já no gráfico 14, quando observado o tempo de 16 horas, o recomendado pela Profert, os demais tempos apresentaram um resultado inferior. O teor de fósforo em 16 horas de secagem foi aproximadamente 28 mg/dm<sup>3</sup> e os demais ficaram iguais e inferiores a 25 mg/dm<sup>3</sup>.

O fósforo sofre forte influência da temperatura, no presente trabalho, variou positivamente com o aumento da temperatura, onde observa-se forte alteração dos elementos que sofrem maior fixação. Em relação ao tempo acredita-se que a exposição às horas distintas influencia na oscilação de resultado no teor de fósforo (CHITOLINA et al, 1989).

**Gráfico 13: Teor de fósforo em relação a temperatura**

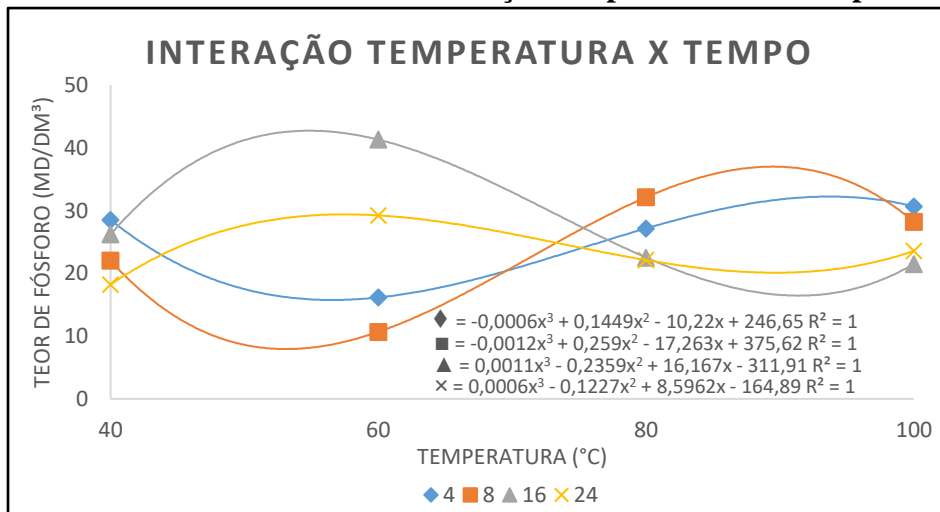


**Gráfico 14: Teor de fósforo em relação ao tempo**



O gráfico 15 nos mostra o comportamento do tempo dentro das temperaturas estabelecidas. A referência é o teor de fosforo para 40°C a um tempo de 16 horas, apresentando um teor próximo de 25 mg/dm<sup>3</sup>. Com o aumento da temperatura o esperado seria manter o teor de fosforo nos 25 mg/dm<sup>3</sup>, mas com um tempo reduzido. O que acontece é uma variação muito grande nos teores de fosforo quando observado o tempo de exposição das amostras as temperaturas variadas.

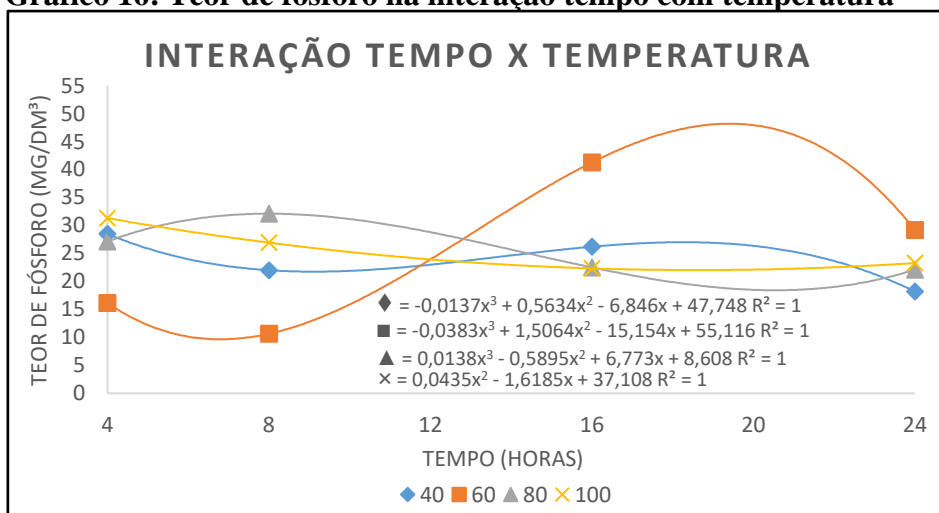
**Gráfico 15: Teor de fósforo na interação temperatura com tempo**



Para referência no gráfico 16 utiliza-se o tempo de 16 horas e a reta de temperatura de 40°C, que apresenta um teor aproximado de 25 mg/dm<sup>3</sup>, sendo que com o aumento de temperatura e a redução de tempo o esperado seria que o teor se mantivesse no resultado padrão.

O gráfico 15 e 16 reforça a justificativa que as alterações nos teores de elementos com forte fixação se deve aos minerais e as alterações destes no solo em que se encontra, onde a secagem provoca um aumento no teor de fósforo (PEVERILL et al, 1975). As oscilações nos teores de fósforo foram justificadas, tanto positivamente quanto negativamente por influência das interações dos íons com relação ao solo em que se trabalha (PISKULA, 1971).

**Gráfico 16: Teor de fósforo na interação tempo com temperatura**



## 5 CONCLUSÃO

Nas condições avaliadas neste experimento os resultados revelaram que não se pode aumentar a temperatura de secagem das amostras com objetivo de reduzir o tempo das análises porque este procedimento pode interferir nos resultados das análises químicas. Os resultados revelaram que a melhor temperatura de secagem é de 40°C por um tempo de 16 horas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APAGRI. Por que fazer análise do solo?. Disponível em: <http://apagri.com.br/sem-categoria/por-que-fazer-analise-solo/>. Acesso em: 19 set. 2020.

ASSAD, Maria Leonor Lopes; ALMEIDA, Jalcione. Agricultura e sustentabilidade. Contexto, Desafios e, 2004.

ATTOE, O.J. Potassium fixation and release in soils occurring under moist and drying conditions. Proceedings. Soil Science Society of America, Madison, 11:145-9, 1946.

BONTEMPO, Dr. Marcio. Água vital: Os benefícios da água corrigida por campo quântico unificado. 1 ed. BRASILIA: IPD, 2017. 112 p.

BRAINLY. Polaridade de uma Substância. Disponível em: <https://brainly.com.br/tarefa/5186198>. Acesso em: 24 nov. 2020.

CETESB. Qualidade do Solo. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/solo/propriedades/#:~:text=As%20propriedades%20f%C3%ADsic as%20do%20solo,qu%C3%ADmica%20e%20biol%C3%B3gica%20possam%20ocorrer>. Acesso em: 19 set. 2020.

CHITOLINA, J. C. et al. Influência da secagem, armazenamento e embalagem nos resultados da análise química de terra para fins de fertilidade. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, v. 46, n. 2, p. 343-359, 1989.

COSTA, A. R. Texto acadêmico: As Relações Hídricas Das Plantas Vasculares. Portugal. Editora da Universidade de Évora, 2001. 75 p

DE PAULA, C. S. Educação química. Polaridade das moléculas. Disponível em: <http://educacao.globo.com/quimica/assunto/ligacoes-quimicas/polaridade-das-moleculas.html>. Acesso em: 24 nov. 2020.

FERREIRA, A. et al. Microbiologia de solos em modelos de restauração ecológica: biodiversidade e potencial biotecnológico. Embrapa Agrossilvipastoril-Capítulo em livro científico (ALICE), 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FUNDAÇÃO PROCAFE. Laboratório. Disponível em: <https://www.fundacaoprocafe.com.br/>. Acesso em: 9 nov. 2020.

GUPTA, P.L. & RORISON, I.J. Effects of storage on the soluble phosphorus and potassium content of some Derbyshire soils. Journal of Applied Ecology, Oxford, 11 (3):1185-92, 1974.

HANWAY, J.J. & SCOTT, A.D. Soil potassium moisture relations. Proceedings. Soil Science Society of America, Madison, 21:501-4, 1957.

IFOPE EDUCACIONAL. Análise de solo: o que é, como e quando fazer. Disponível em: <https://blog.ifopecom.br/analise-de-solo/>. Acesso em: 19 set. 2020.

JAIYEBO, E. O. Effect of drying and storage on the exchangeable potassium content of some western Nigeria soils. *Soil Science*, New Jersey, 106 (5):399-404, 1968.

JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. (1981): Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E. A.; LADD, J. N. *Soil biochemistry*. New York: Marcel Dekker, 1981. V. 5, p. 415-471.

LEPSCH, Igo F. Formação e conservação dos solos. Oficina de textos, 2016.

MARTINS, Fabrina Bolzan et al. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: cenário atual e projeções futuras. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 1, 2018.

MATTOS, Maria Laura Turino. Microbiologia do solo. Embrapa Clima Temperado- Capítulo em livro científico (ALICE), 2015.

MIYAZAWA, M.; PAVAN M. A.; NETO, L. A.; Provável mecanismo de liberação do manganês no solo. Congresso Brasileiro de Ciências do solo. Porto Alegre. 1993.

MOLLOY, M. G. & LOOCKMAN, R. B. Soil analysis as affected by drying temperatures. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, 10 (3):545-50, 1979.

MOREIRA F. M. S.; SIQUEIRA J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2 ed. Lavras. Editora UFLA, 2006.

PAIVA, R & OLIVEIRA, L. M. Fisiologia e Produção Vegetal. Lavras. Ed. UFLA, 2006. 104 p.

PEVERILL, K. I.; BRINEER, G. P.; DOUGLAS, L. A. Changes in extractable sulphur and potassium levels in soils due to oven drying and storage. *Australian Journal of Soil Research*, Melbourne, 13 (1):69-75, 1975

PISKULA, K. Effect of different drying and storing soil samples on available phosphorus and potassium contents and pH value soil. *Pamiętnik Pulawski*, Warszawa, 42, 1971. Apud *Soils and Fertilizers*, Harpenden, 35(1): 20, 1972.

PRIMAVESI, A. M. Cartilha da Terra, 1979.

PROFERT. Manual Profert. Disponível em: <http://www.profertmg.com.br/secao.htm?idSecao=1>. Acesso em: 9 nov. 2020.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais. Campinas, Instituto Agrônomo, 285p. 2001

REITEMEIR, R. F. The chemistry of soil potassium. *Advances in Agronomy*, New York, 3:113-59, 1951.

SANTOS, Sheila. Propriedades Físicas dos Solos: Modelo conceitual simplificado da composição do solo. ICET - instituto de ciencia, engenharia e tecnologia, Teófilo otoni,2008. Disponível em: <http://site.ufvjm.edu.br/icet/files/2016/08/Propriedades-f%C3%ADsicas-do-solo.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2020.

SMITH, J. L.; PAUL, E. A. The significance of soil microbial biomass estimation in soil. In: BOLLAG, J. M.; STOTZKY, G. (Ed.). Soil biochemistry, New York: Marcel Dekker, 1990. p. 357-396.

## **INFLUÊNCIA DE MOLIBDÊNIO E FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO NA TOLERÂNCIA DE PLANTAS DE FEIJÃO-CAUPI (*VIGNA UNGUICULATA*(L.) WALP) À OCORRÊNCIA DE INSETOS-PRAGA**

**Mateus Ferreira Andrade, Tânia da Silva Siqueira, Damaris Daniele Barreto Melo, Ligia Roberta Ferreira de Andrade, Márcia Bruna Marim de Moura, Maria Marta Ferreira Andrade, Elane do Nascimento Soares, Luzia Micaele Alves Barbosa, Francisco Evandro Aguiar Filho, Josimar Bento Simplicio**

**RESUMO:** O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), é uma Fabaceae herbácea comestível que possui alto teor protéico e grande importância socioeconômica, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. A produtividade da lavoura pode ser gravemente afetada pela incidência de pragas, todavia, plantas bem nutridas tendem a ter maior resistência ao ataque de insetos. A fixação biológica de nitrogênio (FBN), processo realizado por bactérias específicas que trabalham em simbiose com plantas da família Fabaceae, tem por intuito potencializar a disponibilidade deste nutriente às plantas. Contudo, para que o processo da FBN possa ocorrer é necessário que a planta tenha disponibilidade de molibdênio, micronutriente constituinte de duas enzimas responsáveis pela assimilação do nitrogênio atmosférico. Dentro desta perspectiva, a presente pesquisa tem como objetivo, avaliar a ocorrência de insetos-praga em lavoura experimental de feijão-caupi, submetida à aplicação de molibdênio e realização de testes quanto à fixação biológica de nitrogênio. Foi possível observar que as dosagens de molibdênio e o inoculante rizobiano não desenvolveram resistência no feijão-caupi cv. (IPA 207) ao ataque de insetos pragas. A cultivar não apresentou resistência às doenças foliares quando inoculado com inoculante rizobiano, sendo portanto, suscetível ao ataque de pragas e doenças em todo seu ciclo.

**Palavras-chave:** Palavras Chave: Inoculação; Resistência a insetos; Fixação Biológica de Nitrogênio; Produtividade; Micronutriente Adubação foliar.



## **INTRODUÇÃO**

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), também conhecido como feijão-de-corda ou feijão-macassar, é uma Fabaceae herbácea comestível, detentora de elevado teor protéico. Apesar de ter significativa importância socioeconômica nas regiões Norte e Nordeste do Brasil e em países Africanos e Asiáticos, até a década de 90 seu cultivo detinha-se a pequenos e médios agricultores da base familiar, cultivado essencialmente em regime de sequeiro. Nos últimos anos, a cultura passou a ocupar outros cenários agrícolas, adentrando aos perímetros irrigados e em associação com a sojicultura, sendo implantada no período da safrinha (2ª safra), passando a ser cultivada por grandes produtores, com maior adoção de tecnologia (SOARES et al., 2006). Atualmente, faz parte de pratos nobres em restaurantes de todo o Brasil, tendo, portanto, crescente elevação de demanda para fins alimentícios.

Segundo o levantamento da produção nacional de feijão 2021/22, divulgado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção brasileira foi de 2.990,2 toneladas. O município de Quixaba, no interior do estado de Pernambuco, conta com uma área de produção 1000 ha da cultura do feijão, produzindo cerca de 160 toneladas, o que acarreta em um rendimento médio de 160 kg por hectare produzido (BDE, 2021) indicando a necessidade de incentivo a tecnificação da cultura na localidade, no intuito de trazer incrementos satisfatórios a sua produtividade.

Os estímulos aos mecanismos de defesa das plantas aos insetos-praga estão diretamente ligados ao estado nutricional das mesmas, sendo fundamental a oferta de macro e micronutrientes, em concordância com a demanda exigida pela cultura (CASSEL, 2021).

A sapiência acerca da diversidade de insetos associados às culturas agrícolas é de fundamental importância para a condução de uma lavoura com máxima eficiência produtiva. Uma das formas de conhecer essa diversidade é a efetuação de levantamentos populacionais (SILVA e CARVALHO, 2000) e a observação de ocorrência dos mesmos na lavoura.

Dentro desta perspectiva, a presente pesquisa tem como objetivo, avaliar a ocorrência de insetos-praga em lavoura experimental de feijão-caupi, submetida à aplicação de molibdênio e realização de testes quanto à fixação biológica de nitrogênio.

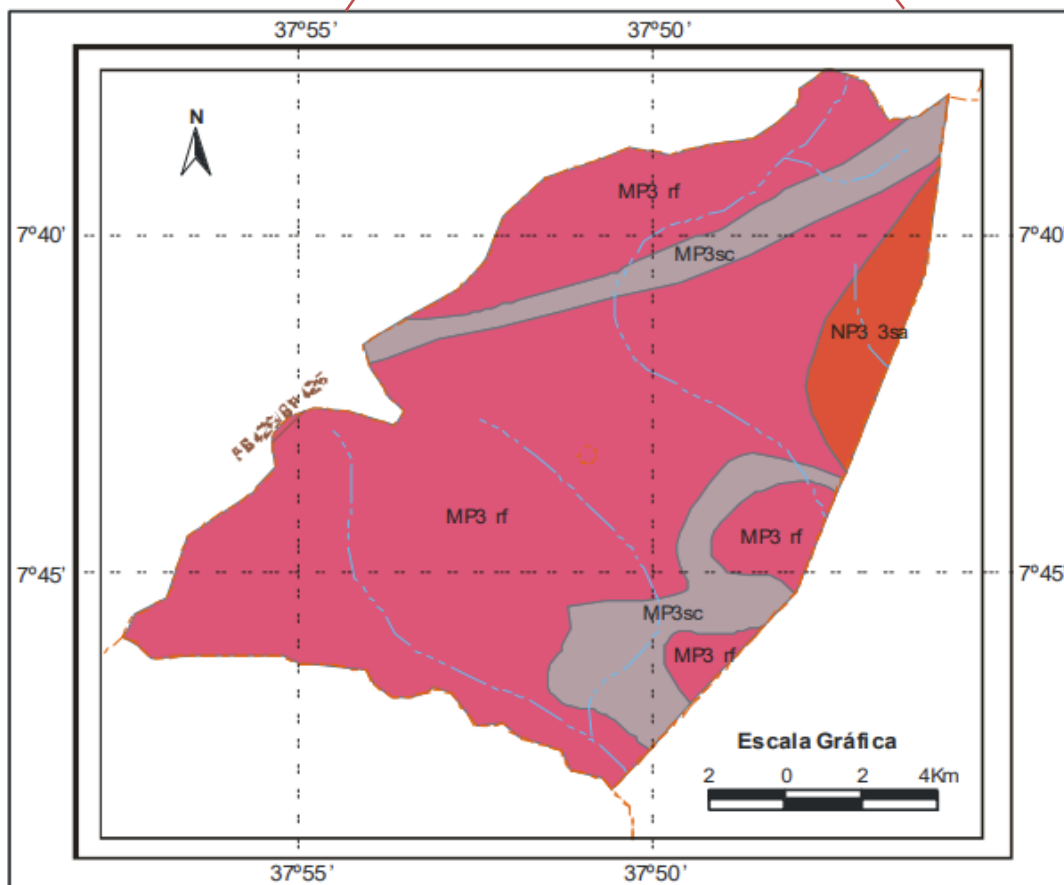
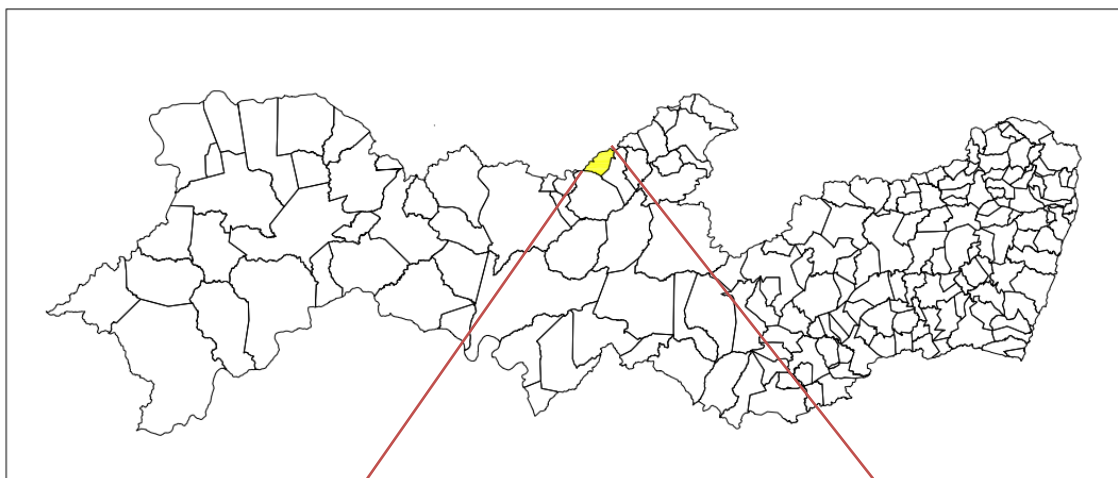
## **MATERIAL E MÉTODOS**

### Caracterização da área experimental

O “experimento foi realizado no município de Quixaba-PE, Sítio Baixio, situado a 7°11’ 04” S “e 37° 31’06” O, o solo da área é classificado como Cambissolo, segundo os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2000).

O município de Quixaba está localizado na parte setentrional da microrregião Pajeú, porção norte do Estado de Pernambuco, situa-se a uma altitude de 482 metros (BELTRÃO et al., 2005), contando com uma precipitação média de 746 mm por ano (APAC, 2023).

**LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE QUIXABÁ-PE**



**CONVEÇÕES CARTOGRÁFICAS**

- ⊙ Sede Municipal
- - - Limites Intermunicipais
- Rodovias
- - - Rios e Riachos

**UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS**

**Neoproterozóico**

**NP3 3sa** Suíte transicional shoshonítica albalina Teixeira/Serra Branca (sa): leucogranito e biotita homblenda, sienito 570 Ma Rb-Sr

**Mesoproterozóico**

**Mp3 rf** Suíte granítica-Migmatítica peraluminosa Recanto/Riacho do Forno: ortognaisse e migmatito granodiorítico a monzogranítico 1037 Ma U-Pb

**MP3sc** Complexo São Caetano: gnaisse metagrauvaca, metavulcânica félsica a intermediária, metavulcanoclástica 1089 Ma U-Pb

Fonte: Adaptado de BELTRÃO et al., (2005)

Aproximadamente, 30 dias antes da implantação do experimento, foram realizadas amostragens de solo nas camadas de 0-20 cm e de 20-40 cm, em pontos distintos, tendo a finalidade de aferir a fertilidade do solo a ser usado como substrato dos vasos com os diferentes tratamentos.

O experimento foi realizado em vasos (Figura 1) com as seguintes dimensões: 30 cm de diâmetro e 37 cm de altura, com capacidade para até 20 litros. A semeadura ocorreu no dia 22 de julho de 2021, adotando-se um espaçamento entre o centro dos vasos de 0,5 x 0,35 metros (com 3 plantas por vaso, separadas por uma distância de 12 cm), a variedade de feijão-caupi utilizada foi a IPA 207, a mesma apresenta porte semi-prostrado, com abertura da flor aos 58 dias e maturação da primeira vagem aos 73 dias da semeadura (COSTA et al.,2013).

**Figura 1. Vista parcial área experimental, Sítio Baixio, Quixaba - PE julho de 2021.**



**Fonte: acervo pessoal.**

As sementes foram obtidas do banco de germoplasma do Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA. O solo utilizado como substrato foi coletado na área de implantação do experimento, na camada de 0 a 20 cm. No momento precedente a amostragem, o local foi submetido a uma aração com profundidade de até 20 cm, a fim de possibilitar a coleta do solo utilizado como substrato nos vasos.

Antes do enchimento dos vasos com solo, os mesmos foram perfurados e acrescidos de uma camada de 2 centímetros de brita na parte basal de cada vaso, a fim de facilitar a drenagem do excesso de água, permitindo assim, a manutenção de umidade adequada às plantas (Figura 2 (A e B)).

**Figura 2. Vaso perfurado (A), vasos com 2 cm de brita (B). Sítio Baixio, Quixaba - PE, em julho de 2021.**



Fonte: acervo pessoal

### **Aplicação dos tratamentos com Molibdênio**

O molibdênio foi aplicado via folear, na forma de molibdato de sódio (contendo 39% de Mo), aos 20 dias após a emergência, quando as plantas apresentaram o terceiro trifólio, utilizando-se um pulverizador costal com volume de 20 litros e evasão de 320 L.ha-1.

### **Tratos Culturais**

Durante o desenvolvimento da cultura, foi feita a erradicação das plantas invasoras, além do controle de pragas (pulgões, cigarrinhas, moscas-branca, vaquinhas e lagartas), que, normalmente, ocorrem na cultura do feijão-caupi nos locais de cultivos. A irrigação foi feita com base na capacidade de campo, sendo colocado diariamente em cada vaso 1,5 litros de água.

### **Controle de Insetos-praga**



O controle dos insetos-praga foi feito com a aplicação de calda a base de extrato de Nim (*Azadirachta indica* Juss.), colocando-se aproximadamente, 150 g de folha de Nim, por litro d'água (EMBRAPA, 2006).

### Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, arranjados em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições, o primeiro fator correspondeu à inoculação ou não das sementes de feijão-caupi cv. IPA 207 como inoculante *Bradyrhizobium japonicum*. O segundo fator foi à aplicação de molibdênio na forma de molibdato de sódio que em sua composição apresenta 39% de molibdênio, aplicado via foliar aos 20 dias após a emergência das plântulas, nas dosagens: 0, 50, 100, 150 e 200 g ha-1, as doses de Mo foram estabelecidas com base em outros estudos, como o de (ROSSI et al., 2012) que não obteve resposta positiva testando doses de até 180 g ha-1 de Mo, e Gris (2005) que encontrou efeito tóxico nas plantas após aplicar doses maiores que 160g ha-1. Assim, totalizou-se 10 tratamentos.

## RESULTADOS

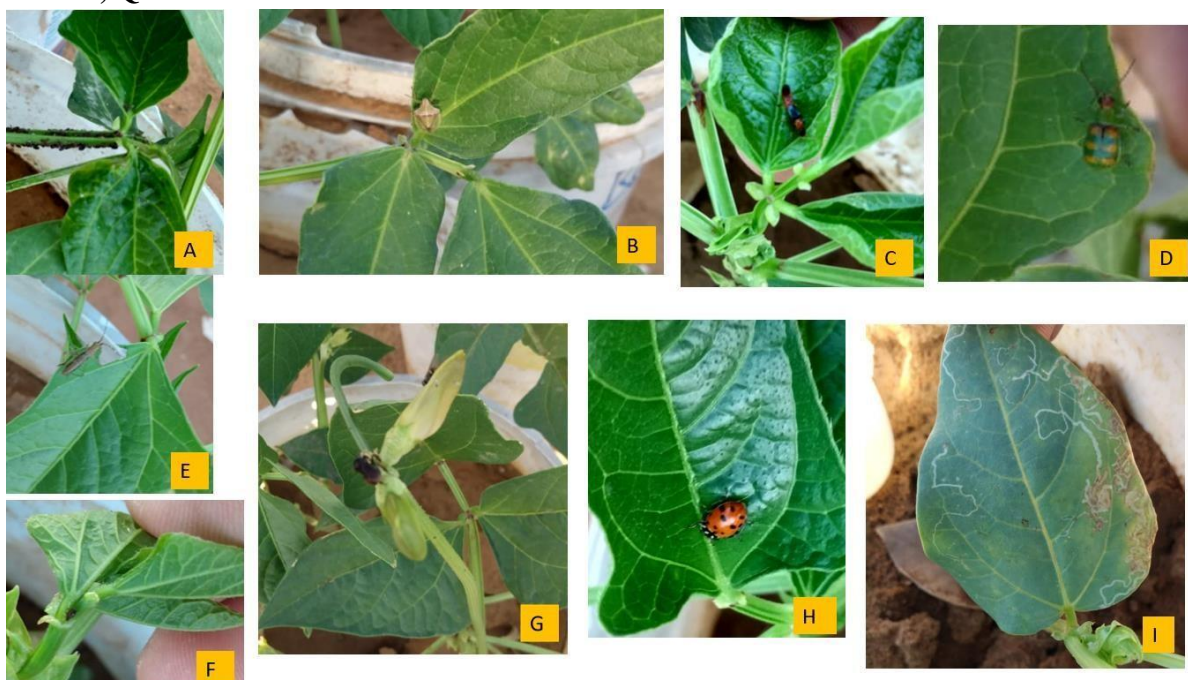
Durante a condução do experimento foram identificados diversos insetos-praga que atacam a cultura do feijão-caupi (Figura 03). No décimo sexto dia após a emergência quando as plantas estavam entre os estádios fenológicos V2 e V3, observaram-se os primeiros ataques do Minador-das-folhas (*Liriomyza zsativae*), Mosca branca (*Bemisia tabaci*) e de pulgão (*Aphis craccivora*); Aos 27 dias após a emergência quando as plantas estavam em V5 Constatou-se ataques de pulgão (*Aphis Craccivora*) e da vaquinha (*Diabrotica speciosa*); Aos 30 dias pós A emergência observou-se a ocorrência de cigarrinha-verde (*Empoasca* Sp.);

Quando as plantas estavam em V7 intervalo de 34 a 38 dias após a emergência foi identificada a presença de perejejos-marrom (*Euschistus heros*), vaquinha (*Diabrotica speciosa*) e pulgão (*Aphis craccivora*). A partir do estágio reprodutivo a cultura passou a ser atacada pela abelha Arapuá (*Trigona spinipes*) Figura 03.

Vale ressaltar que a tesourinha (*Pygdicrana v-nigrum*) e a joaninha (*Cryptolaemus montrouzieri*) Figuras 03 C e H, são insetos utilizados no controle biológico. A joaninha como predadora de pulgões e a tesourinha que além de se

alimentar de pulgões, também se alimenta de ovos da lagarta do cartucho (*S. frugiperda*) e da lagarta da espiga (*Helicoverpa Zea*) (CRUZ et al., 1995).

**Figura 03. Insetos que ocorreram no feijão-caupi, cv. IPA 207: pulgão (A), percevejo marrom (B), tesourinha(c), vaquinha(D), gafanhoto (E), cigarrinha verde (F), arapuá (G), joaninha (H) e dano causado por minado das folhas (I). Sitio Baixio, Quixaba - PE em 2021.**



Fonte: acervo pessoal.

Na figura 04 observa-se a ocorrência de insetos-praga em função das crescentes doses de molibdênio associadas à presença ou não do inoculante. Com base nos dados da figura 04, constata-se que os tratamentos não desenvolveram resistência nas plantas aos ataques dos insetos-praga, haja vista a presença de insetos-praga em todos os tratamentos.



**Figura 04. Ocorrência de insetos-praga no cultivo de feijão-caupi, cultivado fora da janela de plantio em função das crescentes doses de molibdênio associadas à presença e ausência de inoculante rizobiano. Sítio Baixio, Quixaba - PE em 2021.**

Inoculante	Doses de Molibdênio (g.ha <sup>-1</sup> )				
	0	50	100	150	200
<b>Com</b>	Moscaminadora, Pulgão, Vaquinha, Cigarrinha verde, Percevejo marrom, Gafanhoto, Arapuá Tesourinha do feijão	Moscaminadora, Pulgão, Vaquinha, Cigarrinha verde, Percevejo marrom, Gafanhoto, Arapuá Tesourinha do feijão	Moscaminadora, Pulgão, Vaquinha, Cigarrinha verde, Percevejo marrom, Gafanhoto, Arapuá Tesourinha do feijão	Moscaminadora, Pulgão, Vaquinha, Cigarrinha verde, Percevejo marrom, Gafanhoto, Arapuá Tesourinha do feijão	Moscaminadora, Pulgão, Vaquinha, Cigarrinha verde, Percevejo marrom, Gafanhoto, Arapuá Tesourinha do feijão
<b>Sem</b>	Moscaminadora, Pulgão, Vaquinha, Cigarrinha verde, Percevejo marrom, Gafanhoto, Arapuá Tesourinha do feijão	Moscaminadora, Pulgão, Vaquinha, Cigarrinha verde, Percevejo marrom, Gafanhoto, Arapuá Tesourinha do feijão	Moscaminadora, Pulgão, Vaquinha, Cigarrinha verde, Percevejo marrom, Gafanhoto, Arapuá Tesourinha do feijão	Moscaminadora, Pulgão, Vaquinha, Cigarrinha verde, Percevejo marrom, Gafanhoto, Arapuá Tesourinha do feijão	Moscaminadora, Pulgão, Vaquinha, Cigarrinha verde, Percevejo marrom, Gafanhoto, Arapuá Tesourinha do feijão

Fonte: Elaborada pelos autores.

Quanto à ocorrência de doenças durante a condução do experimento, observou-se a presença de oídio (*Oidium* sp.) quando as plantas se encontravam no estágio fenológico V9. Antes do florescimento apenas no tratamento controle (sem inoculante e sem molibdênio) não houve o desenvolver da doença (Figura 05), este acontecimento pode ser explicado levando-se em conta que neste tratamento não houve o molhamento

das folhas do feijão-caupi, o que é uma condição necessária ao desenvolvimento de doenças quando associado à baixa temperatura do ar. (REIS, 2004).

**Figura 05. Doenças que atacam a cultura de feijão-caupi durante a condução do experimento, em função das doses crescentes de molibdênio (Mo) associadas à presença e ausência de inoculante rizobiano. Sítio Baixio, Quixaba - PE, 2021.**

Inoculante	Doses de Molibdênio (g.ha <sup>-1</sup> )				
	0	50	100	150	200
Com	Oídio	Oídio	Oídio	Oídio	Oídio
Sem	Sem Ocorrência	Oídio	Oídio	Oídio	Oídio

Fonte: Elaborada pelos autores.

## CONCLUSÕES

- 1- As dosagens de molibdênio e o inoculante rizobiano não desenvolveram resistência no feijão-caupi cv. (IPA 207) ao ataque de insetos pragas;
- 2- O feijão caupi cv. (IPA 207) não apresentou resistência às doenças foliares quando inoculado com inoculante rizobiano;
- 3- o feijão caupi cv. (IPA 207) é suscetível ao ataque de pragas e doenças em todo seu ciclo.

## REFERÊNCIAS

APAC. **Agência pernambucana de águas e clima**. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/193-climatologia/521-climatologia-por-municipio>. Acesso em: 18 de Fevereiro de 2023.

BELTRÃO et al. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado de Pernambuco**: relatório diagnóstico do município de Quixaba. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/16859>. 2005.

BDE. **Base de dados do estado de Pernambuco**. Disponível em: [http://www.bde.pe.gov.br/visualizacao/Visualizacao\\_formato2.aspx?codFormatacao=451&CodInformacao=471&Cod=3](http://www.bde.pe.gov.br/visualizacao/Visualizacao_formato2.aspx?codFormatacao=451&CodInformacao=471&Cod=3). Acessado em 18 de Fevereiro de 2023.

CASSEL, Júlia Letícia et al. Benefícios da aplicação de silício em plantas. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 4, p. 6601-6615, 2021.

COSTA, A.F. da; SOUZA, M. da C.M.; CANUTO, V.T.B.; COITINHO, R.L.B. de; TAVARES, J.A.; FONSECA, M.A.C. Miranda IPA 207, Nova Cultivar de Feijão-Caupi para o Nordeste Brasileiro. Nota Científica-Melhoramento Vegetal. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.18, n.1, p.39-43, 2013. <http://dx.doi.org/10.12661/pap.2013.008>.

CRUZ, I., ALVARENGA, C. D., & FIGUEIREDO, P. E. F. Biologia de *Doruluteipes* (Scudder) e sua capacidade predatória de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, n.24, p.273-278. 1995

EMPRESA BRASILEIRA DE AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: Agência Embrapa de Informação Tecnológica - Estatísticas da produção. Acesso em: 30 de julho de 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGRICULTURA E PECUÁRIA - EMBRAPA. **Uso do Extrato Aquoso de Folhas de NIM para o Controle de *Spodoptera frugiperda* na Cultura do Milho**. Sete Lagoas, MG Dezembro, 2006. Disponível em: Circ88.p65 (embrapa.br). Acesso em 31 de julho 2021.

REIS, E.M (Org.). **Previsão de doenças de plantas**. Passo Fundo: UPF, 2004, 316 p

SILVA, Ricardo Adaime da; CARVALHO, Gervásio Silva. Ocorrência de insetos na cultura do milho em sistema de plantio direto, coletados com armadilhas-de-solo. **Ciência Rural**, v. 30, p. 199-203, 2000.

SOARES, A. L. L.; PEREIRA, J. P. A. R.; FERREIRA, P. A.A.; VALE, H. M. M.; LIMA, A. S.; ANDRADE, M. J. B.; MOREIRA, F. M. S. Eficiência agrônômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG). I – caupi. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 30, n. 5, p. 795-802, 2006.

## **INTERVENÇÃO SOCIOAMBIENTAL ACADÊMICA DA FAMAZ: ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO EM UMA COMUNIDADE CARENTE DE BELÉM-PARÁ**

**CONSTANTINO PEDRO DE ALCÂNTARA NETO, Tharley Soares de Alcântara, Vitória Raimunda Soares de Alcântara**

**RESUMO:** Interinstitucionalidade e interdisciplinaridade têm sido as ênfases na inovada estratégia acadêmica implantada em 2012 pela Faculdade Metropolitana da Amazônia (FAMAZ) na comunidade da Vila da Barca, objetivando promover a autossuficiência da Associação de moradores; o desenvolvimento socioeconômico das 2400 famílias comunitárias e; o desenvolvimento sustentável da comunidade, num período de dez anos (2012-2021). Ciências exatas, jurídicas, sociais e humanas e da saúde são áreas presentes nas ações integradas e sistematizadas de diversos cursos da instituição, materializadas como práticas de ensino ou atividades de pesquisa e extensão. Miséria, pobreza, violência, drogas, prostituição infantil, precário saneamento básico, muito “lixo” sob as palafitas e proximidade com a FAMAZ foram os elementos que definiram a comunidade da Vila da Barca para localizar este programa integrado. Dentre suas dimensões, a socioambiental tem sido enfatizada, pela precariedade do saneamento básico, especialmente a água contaminada, utilizada pelos comunitários, proveniente da Baía do Guajará, para serviços gerais e a servida pelo poder público nas canalizações suspensas sob as palafitas e danificadas em muitos pontos, sugerindo fonte de contaminação. A área da comunidade, em grande parte, inundável pelas águas da Baía do Guajará, localizam centenas de moradias tipo palafitas, que lançam os dejetos e os resíduos sólidos sob estas, acumulando grandes volumes, provocando poluição visual e contaminação do solo e da água. Em 2013 o programa implantou o projeto “Informação e educação para a gestão ambiental da comunidade da Vila da Barca” que objetivou socializar a discussão dos desafios socioambientais comunitários e definir uma agenda para equacionar ou eliminar os problemas e suas consequências. O projeto foi implementado via palestras de sensibilização, oficinas com temas geradores transversais e que contribuíram para definições e encaminhamentos para a tomada de consciência ambiental, para a definição e capacitação de agentes ambientais comunitários e para a parceria com órgãos ambiental e de saneamento municipal.

**Palavras-chave:** Educação ambiental, saneamento básico, resíduos sólidos.

## INTRODUÇÃO

As instituições de ensino superior possuem papel relevante dentre os diferentes espaços de construção do conhecimento, ao propiciar a convivência e o desenvolvimento humano, científico-tecnológico, econômico e socioambiental com o propósito de formar profissionais-cidadãos, comprometidos com o desenvolvimento humano, social e ambiental em nível local, regional e global.

Morin (2000) cita que a realização de projetos coletivos inseridos na comunidade e a integração dos diferentes saberes profissionais para a apreensão dos problemas de forma ampla, efetiva e resolutive, concretiza esses princípios.

No sentido de fortalecer a integração e dinamizar o ensino, a pesquisa e a extensão, para promoção do desenvolvimento humano, social, da conservação ambiental e para as soluções dos desafios regionais, em 2011 a Faculdade Metropolitana da Amazônia – FAMAZ implanta seu Núcleo Gestor de Pesquisa e Extensão – NUPEX, responsável pela implementação do Programa “Conexão Famaz”, uma inovadora estratégia para incorporar as humanidades à formação de seus alunos, com ênfase em cidadania e responsabilidade social.

O programa Conexão Famaz interliga todos os cursos, turmas, alunos, setores e diretores institucionais à instituições externas parceiras, empresas e comunidades num “*Game Cidadão*” que desenvolve campanhas, levanta recursos materiais e financeiros para apoiar atividades de práticas de ensino, pesquisa e extensão e promover o desenvolvimento sustentável de comunidades (ALCÂNTARA NETO, 2015).

No âmbito deste programa, em 2012, a Famaz estabeleceu acordo de cooperação com a carente comunidade da Vila da Barca, localizada em Belém do Pará, no bairro do Telégrafo, a cinco quadras da FAMAZ.

A comunidade da Vila da Barca tem sua área limitada pela Avenida Pedro Álvares Cabral, disposta paralelamente às margens da baía do Guajará, que banha a capital paraense. A área, ribeirinha, recebe diariamente o fluxo e refluxo das águas da baía que a inundam, obrigando a construção de moradias tipo palafitas, habitações típicas de cerca de 2/3 da comunidade. Os demais 1/3 da área já foram revitalizadas pela Prefeitura Municipal que aterrou-a e construiu unidades habitacionais em parceria com o governo federal.

Santos (2012) destaca que inicialmente a vila se configurou pela construção de barracas improvisadas para a venda de produtos alimentares e posteriormente as famílias

foram ocupando gradualmente esse espaço e a vila passou a ter a dupla função de produzir renda e ser local de moradia.

De acordo com a Secretaria Municipal de Habitação – SEHAB (BELÉM, 2004), a política de aterramento dessa área já ocorre desde seu processo de ocupação, tendo sido realizado a Avenida Pedro Álvares Cabral e quanto mais extensa a área aterrada maior era a expansão de palafitas em direção à baía.

Por volta da segunda metade da década de 1940, com a chegada de outras famílias a margem da baía de Guajará foi intensamente ocupada, passando as habitações a serem construídas em palafitas e tendo a circulação das pessoas possibilitada por estivas (SOUZA, 2006).

Numa análise socioambiental desta comunidade, Alcântara Neto (2013) a caracteriza como tendo cerca de 2400 famílias e dez mil moradores; apresenta extrema carência e enfrenta profundos desafios sociais, econômicos e ambientais que são menos percebidos na área urbanizada, porém expostos na área original (palafitas), onde não ocorre o manejo de água pluvial; a coleta e tratamento de esgoto; a coleta do “lixo” é precária e os resíduos sólidos residenciais são lançados sob as palafitas e quase todos levados pelas águas da Baía do Guajará; a água potável distribuída pelo poder público jorra em vários pontos dos canos danificados, comprometendo sua qualidade. As águas da Baía que recebem grande carga de “lixo” e os dejetos humanos são usadas por grande parte das famílias para usos diversos, como banho, lavagem de roupa e de louças, limpeza geral e inclusive para beber. Em vários pontos a estrutura das moradias e pontes de acesso encontram-se bastante danificadas, representando risco para os moradores e em especial, às muitas crianças.

De acordo com Santos (2012), é comum, ainda nos dias de hoje, mesmo tendo coleta de “lixo”, ver uma quantidade imensa de resíduos sólidos jogados pela própria população abaixo de suas casas - palafitas, que por consequência em caso de ausência de abastecimento de água da COSANPA, tem como alternativa o uso da água da baía para algumas atividades domésticas. A autora afirma que o lançamento de resíduos sob as palafitas tornou-se um hábito para os moradores, que atualmente, mesmo dispondo de coleta pública domiciliar, realizada com carrinhos que circulam pelas pontes, muitos deles ainda tem o hábito de fazer do rio sua própria lixeira, sendo mais fácil jogar seus resíduos sólidos e líquidos pelas portas e janelas e conviver com essa poluição como algo “normal”.

Por volta de 2005 um dos moradores, de nome Antônio Rodrigues viu no volume e variedade de resíduos, oportunidade de geração de renda, passando a comprar pequenas quantidades de materiais recicláveis, como plástico, vidro e metais (ferro, cobre e alumínio), dentre outros reaproveitáveis, contribuindo para a redução dos resíduos lançados sob as palafitas e gerando renda para si e para outros moradores.

Neste cenário, a contribuição da extensão acadêmica é estratégica para o processo de sensibilização comunitária para a problemática do “lixo” e as danosas consequências sobre a saúde, meio ambiente e qualidade de vida, contribuindo para informar e educar os comunitários para seu acondicionamento e destino adequados. Nesse sentido, a implementação do projeto “Informação e educação para a gestão ambiental da comunidade da Vila da Barca”, a partir de 2013, foi concebido para atender esse propósito, revestindo-se de relevância por reunir atores, discutir o problema, conceber propostas e viabilizar soluções.

O projeto teve como objetivo geral empregar a informação e a educação na definição e implementação de um programa de gestão ambiental para equacionamento dos problemas socioambientais da comunidade da Vila da Barca. Especificamente o projeto objetivou: caracterizar a situação socioambiental atual, possibilitando comparações temporais; definir as demandas socioambientais prioritárias, classificando-as em três etapas temporais permitindo seus equacionamentos a curto, médio e longo prazos; definir o prazo para execução de cada etapa temporal; definir as metodologias e as estratégias serem empregadas em cada etapa temporal; estabelecer um processo hierarquizado para promoção da informação e educação ambiental com vistas ao atingimento das seguintes metas: i) sensibilização da comunidade; ii) diagnosticar os problemas, demandas e identificação de suas causas; iii) definição e estabelecimento de eco equipe de Agentes Ambientais Comunitários; iv) definir e encaminhar soluções; v) implantar e monitorar o programa de gestão ambiental.

## **METODOLOGIA**

A metodologia do trabalho foi estruturada em quatro estratégias:

1- Evidenciar o problema e sensibilizar a comunidade – viabilizada sessões comunitárias, por intermédio de abordagens e palestras com emprego de recursos multimídia, documentários e temas geradores transversais sobre as problemáticas



ambientais globais e locais, para sensibilizar a comunidade, diagnosticar problemas, identificar as causas, implementar soluções e, definir eco equipe.

2- Capacitar a Eco equipe - Definida a eco equipe com cerca de 50 comunitários comprometidos com a causa ambiental, inicia-se a fase de capacitação dos futuros agentes ambientais comunitários, referenciada nos seguintes documentos:

- Declaração Universal dos Direitos Humanos;
- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA;
- Programa Internacional de Educação Ambiental - PIEA;
- Relatório “Os limites do crescimento”;
- Relatório “Nosso Futuro Comum”;
- Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global;
- Carta da Terra;
- Política Nacional para o Meio Ambiente (Lei 6938 de 31 de agosto de 1981);
- Programa Nacional de Educação Ambiental - PRONEA;
- Constituição Federal;
- Lei de Crimes Ambientais;
- Agenda 21 Global;
- Agenda 21 Nacional;
- Protocolo de Quioto;
- Política Estadual de Meio Ambiente;
- Lei Ambiental Estadual;
- Plano Estadual Ambiental;
- Programa Estadual de Meio Ambiente – PEAM;
- Carta das Responsabilidades Humanas;
- Gestão dos Resíduos Sólidos.

3- Conceber e implementar propostas e estratégias para eliminação/mitigação dos problemas – A realização de oficinas baseada nos temas geradores definidos nas estratégias 1 e 2 possibilitou a concepção de propostas para encaminhamentos e implementações.

4- Monitorar – Caberá a eco equipe realizar o monitoramento em suas respectivas áreas geográficas no território da comunidade, promovendo reuniões sistemáticas e um programa permanente de gestão ambiental.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implementação da estratégia 1, a partir de 2013, voltada para diagnosticar problemas, identificar as causas e implementar soluções, identificou demandas comunitárias prioritárias que não tinham relação direta com problemas ambientais, porém sociais. O aprofundamento das reflexões nesta estratégia evidenciou outras necessidades prioritárias, que se mantidas, contribuiriam para o não atingimento da eficiência preconizada pelo projeto socioambiental, daí a necessidade de saná-las, a priori. As demandas priorizadas e as soluções implementadas são descritas a seguir.

### Reforma do prédio da Associação Comunitária.

O prédio da Associação de Moradores que abriga as reuniões e a maioria dos eventos sociais encontrava-se em estado bastante precário após 28 anos de uso contínuo sem sofrer nenhuma reforma ou melhoria, Campanhas foram abertas no âmbito do programa Conexão Famaz que viabilizaram recursos materiais e financeiros necessários. Parceria com o programa e ajuda humanitária e serviços comunitários Mãos que Ajudam, de A Igreja de Jesus Cristo dos Santos dos Últimos Dias (Igreja Mórmon), que mobilizou os profissionais voluntários e em mutirões aos sábados promoveu a completa reforma do prédio, melhorando o ambiente de eventos comunitários e para práticas acadêmicas, gerando renda para a associação, com sua locação para eventos em finais de semana.

### Implementação da Rádio comunitária.

Não obstante o esforço dos membros da diretoria da associação de moradores em mobilizar os comunitários, os processos de sensibilização inicial resultaram infrutíferos. Comunitários alegavam não serem informados sobre as atividades, daí a baixa participação. Este problema evidenciou uma segunda prioridade, que seria a instalação de uma rádio comunitária educativa, para promoção da inclusão social, educação, informação, motivação, a mobilização comunitária e a geração de renda à associação, pela veiculação de anúncios e propagandas. A rádio foi instalada em 2013.

Neste ano, as ações sociais do Programa Conexão Famaz foram inscritas para concorrer no Trote a Cidadania, promovida anual e nacionalmente pela Fundação Educar DPaschoal (Campinas-SP), que deu ao programa a premiação máxima, reconhecendo-o como a melhor ação social de uma instituição de ensino superior brasileira (<http://www.trotedacidadania.org.br/trote/news.php?id=261>) e (<http://www.trotedacidadania.org.br/trote/news.php?id=262>).

### Diagnóstico socioeconômico

Em 2014 o programa, por intermédio do curso de bacharelado em Serviço Social, mobilizou cerca de 120 alunos na realização de diagnósticos para traçar o perfil socioeconômico e de renda das 2400 famílias, evidenciando fragilidades, originando indicadores e estabelecendo critérios para intervenções futuras.

O diagnóstico evidenciou baixa escolaridade e falta de capacitação para o trabalho, o que determinava a baixa renda advinda de prestação de serviços ocasionais tipificados como “bicos”. Este estado social da comunidade explica em parte seu padrão de relação ambiental e com os resíduos sólidos.

### Atividades esportivas, lazer e recreação ao ar livre

Em 2015 o programa levantou as demandas por capacitação e implantou ações de atividades físicas, recreação e lazer para crianças, adolescentes, adultos e idosos, via curso de bacharelado em Educação Física, com ações ocorrendo em todos os sábados, envolvendo cerca de 80 alunos.

### Projeto de Capacitação comunitária

Em 2016 o programa implementa o projeto de capacitação demandada no diagnóstico, para habilitar os comunitários em determinadas atividades econômicas, preparando-os para acesso ao microcrédito, previsto para 2017, para implementação de pequenos negócios criativos próprios, propiciando geração de inclusão social, ocupação, emprego e renda aos comunitários, com apoio técnico-gerencial dos cursos da IES.

A parceria dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia de produção e Arquitetura iniciam a viabilização de outra importante demanda evidenciada: a construção do prédio para abrigar a Creche Comunitária, propiciando às mães um local seguro para deixar seus filhos enquanto trabalham, ajudando na renda familiar.

### **Semana de Responsabilidade Social**

Anualmente, no penúltimo sábado do mês de setembro, ocorre a Semana de Responsabilidade Social das Instituições de Ensino Superiores particulares brasileiras, promovido pela Associação Brasileira das Mantenedoras de Ensino Superior Particulares (ABMES). No sábado de culminância, a FAMAZ disponibiliza na comunidade um conjunto de serviços, como orientações nas áreas ambiental, jurídica, contábil, administrativa; exames de fezes, sangue, urina; consultas médicas nas especialidades clínica geral e pediatria; verificação de glicemia capilar e de pressão arterial, além de um grande mutirão ambiental que promove a remoção do lixo da comunidade. Com a ação, mais de 500 comunitários são beneficiados.

### **Parcerias**

Estas ações são possibilitadas e fortalecidas em parte, por instituições e empresas contatadas pelos alunos envolvidos com o Programa Conexão Famaz, cujo apoio a partir de R\$ 1500,00 (mil e quinhentos reais), em recursos financeiros ou materiais, assegura a estas o status de apoiadoras do programa, garantindo a exibição de sua logo em todas as peças promocionais e de divulgação do programa e a menção ao seu nome em todas as apresentações públicas. Integram o grupo de empresas apoiadoras do programa este semestre 2016-1: Cursos de Idiomas ASLAN, IHOL, MINDS e as empresas: JW Gráfica, WF Multimarcas, Criativa Ourivesaria e Feet Comfort. Uma vez por ano, durante as comemorações do aniversário da FAMAZ, na segunda quinzena de outubro, as instituições apoiadoras do programa são homenageadas pela FAMAZ, em cerimônia concorrida, com a concessão de diplomas de responsabilidade social.

Ao longo do ano de 2016 iniciou-se a implementação da estratégia 2, voltada a capacitação da eco equipe, ocorrendo no âmbito do projeto de capacitação comunitária. Esta ação contou com a participação dos cursos de Gestão Ambiental, Engenharia Ambiental e parceria de três Secretarias Municipais (Meio Ambiente, Saúde e Saneamento).

Em 2017, com a eco equipe capacitada e credenciada pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente como Agentes Ambientais Comunitários, implementa-se a estratégia 3, voltada a concepção e implementação de propostas e estratégias para eliminação/mitigação dos problemas levantados.

O trabalho de conclusão de curso “Dimensões da sustentabilidade no processo de urbanização da Comunidade da Vila da Barca: uma visão jurídica” (ALCÂNTARA, 2016), agregou contribuições à compreensão dos processos socioambientais desenvolvidos na comunidade nos períodos de 2004 a 2016.

O programa Conexão Famaz e sua estratégia de integração confirmou a afirmação de PIVETTA *et al.* (2010), comprovando que assumir uma atitude inovadora e transformadora da realidade socioambiental, implica ampliar e fortalecer a integração entre ensino, pesquisa e extensão, enquanto processo formativo sistêmico.

## CONCLUSÃO

Embora a escala temporal considerada um tanto longa (2012 a 2016), para as pretensões iniciais do projeto socioambiental, avalia-se como positivos os significativos resultados alcançados, especialmente pela concepção estratégica de substituição de uma cultura tradicionalmente sedimentada no assistencialismo por uma cultura desenvolvimentista, que requer postura cidadã e de responsabilidade socioambiental

Mediante as implementações de ações priorizadas pela comunidade, o projeto socioambiental retoma seu cronograma com a capacitação da eco equipe em 2016 e estruturação do monitoramento (estratégia 4), a partir do ano de 2017, consolidando o programa de gestão ambiental para a comunidade.

## REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA NETO, Constantino Pedro de. FAMAZ: ineditismo e inovação em práticas de ensino, pesquisa e extensão para a gestão social comunitária em Belém do Pará. Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Gestão Social, v.1, p.1 - 2013.

ALCÂNTARA NETO, C. P. Conexão Famaz: protagonismo em cidadania e responsabilidade social. In: V Semana Acadêmica Integrada da Famaz, 2015, Belém. Anais da V Semana Acadêmica Integrada da Famaz, 2015.

ALCÂNTARA, Vitória Raimunda Soares de. Dimensões da sustentabilidade no processo de urbanização da comunidade da Vila da Barca: uma visão jurídica. Trabalho de Conclusão de Curso (em preparação). Faculdade Metropolitana da Amazônia. Curso de Bacharelado em Direito. Belém, 2016.

BELÉM. Secretaria Municipal de Habitação. Projeto Social Vila da Barca. Belém, 2004.

MORIN, Edgar. Os sete saberes necessários à educação do futuro. São Paulo: Cortez; Brasília: Unesco, 2000.

PIVETTA, Hedioneia Maria Foletto et al. Ensino, pesquisa e extensão universitária: em busca de uma integração efetiva. Brasília, DF, Linhas Críticas, v. 16, n. 31, p. 377-390, jul./dez. 2010.

SANTOS, Viviane Corrêa. Requalificação urbana da paisagem de várzea da Vila da Barca - Belém/Pará e suas consequências socioambientais. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belém, 2012.

SOUZA, Solange Silva. Os Caminhos da urbanização da Vila da Barca: passado, presente e perspectivas futuras. 2006. 130f. Dissertação (Mestrado em Serviço Social) - Centro Socioeconômico, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

## **MINHOCÁRIO: REAPROVEITAMENTO DE LIXO ORGÂNICO PARA COMPOSTAGEM**

**Tharley Soares de Alcântara, Constantino Pedro de Alcântara Neto**

**RESUMO:** O resíduo orgânico é um grande vilão do meio ambiente. Se for descartado de qualquer maneira, pode contaminar a água e o solo. Além disso, produz gases tóxicos poluidores da atmosfera e prejudiciais à saúde da população. As minhocas transformam o lixo orgânico em húmus e com a decomposição dos resíduos é produzido um biofertilizante líquido (chorume), livre de odores e que pode ser usado em diversas atividades agrícolas. O objetivo desse trabalho é projetar, construir e testar um minhocário para eliminação do lixo orgânico produzido diariamente em residências ou indústrias (dependendo do tamanho delas). Ele é de fácil manuseio. Pode ser instalado em qualquer local domiciliar. O experimento foi realizado no IESAM, em um lugar úmido, ao abrigo do sol e da chuva e com uma ventilação razoável. Para compor o corpo do minhocário foram utilizadas três caixas (estilo container), empilhadas sem o auxílio de tampas, contendo terra comum, esterco, minhocas e uma torneira de bebedouro. O resultado do minhocário é um adubo de cor preta e sem mal cheiro, que não atrai bichos indesejáveis e estimula a reprodução das minhocas. No fim do processo, tem-se uma terra de boa qualidade, que deixa a planta mais resistente e livre de pragas. Esta solução pode ser adotada nas residências, pois os resíduos orgânicos diários podem ser aproveitados nas plantas que normalmente são cultivadas em casa, por motivos ornamentais ou alimentação. Da mesma forma, a produção em maior escala, pode ser usada na geração de uma cadeia de produção de adubo capaz de gerar empregos e renda.

**Palavras-chave:** Lixo Orgânico, Minhocário.



## **1. INTRODUÇÃO**

Em tempos de grandes discussões sobre mudanças climáticas, aquecimento global e outras consequências ocasionadas pela influência do homem com o meio ambiente, um assunto muito discutido é o fim apropriado que se deve dar ao resíduo sólido.

Aterro sanitário é uma boa solução, mas ainda sim, não são 100% perfeitos e livres de causar danos ao meio ambiente. Além disso, um tipo de resíduo sólido em particular, o resíduo orgânico, é bem difícil de ser dar um fim adequado.

As minhocas são de extrema utilidade para o meio ambiente, com sua habilidade de transformar resíduo orgânico em adubo incomparável (COSTA, 2010). Neste processo, ocorre a oxigenação e a oxidação da matéria orgânica. O minhocário é uma boa alternativa para minimizar o resíduo orgânico e para a produção de adubo orgânico de boa qualidade. O húmus de minhoca, além de ser rico em nutrientes para as plantas, ajuda a melhorar as características físicas do solo, tais como a aeração e retenção de água (EMBRAPA, 2007).

Este trabalho visa contribuir para reduzir a quantidade de resíduos orgânicos. Quando eles são depositados de maneira incorreta, causam proliferação de insetos, ratos e, conseqüentemente, transmissões de doenças. O minhocário é uma das maneiras de reutilizar esse resíduo na produção de adubo orgânico (húmus). Com medidas como essa, as pessoas poderão diminuir o lixo produzido em casa, reduzindo assim os custos das prefeituras com coleta, transporte e armazenamento destes resíduos.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. MINHOCÁRIO**

O Minhocário é um sistema fechado que consiste em três caixas plásticas empilhadas em que as minhocas transformam resíduos orgânicos em dois tipos de adubos: húmus e um biofertilizante líquido (DANNA, 2003).

“É um sistema de reciclagem do lixo orgânico caseiro, com minhocas transformando restos de alimento em adubo” (Planeta Sustentável, 2010).

As minhocas se alimentam de terra e da matéria orgânica que essa terra possui. Ao fazerem a ingestão da terra com matéria orgânica, vão perfurando túneis subterrâneos (galerias). Esses túneis ajudam a água da chuva e o ar (oxigênio) a penetrar na terra, evitando que o encharcamento das águas da chuva apodreça as raízes das plantas. O

húmus é o adubo de melhor qualidade para o crescimento e para saúde das plantas. Por isso as minhocas são tão importantes para agricultura, para que tenhamos um solo fértil e de boa qualidade para vida dos vegetais.

Neste processo de construção do minhocário utilizamos três caixas (containers), restos de alimento orgânico doméstico, terra preta, folhas secas e minhocas e obtivemos a produção de chorume e húmus de boa qualidade para plantação.

As minhocas não se adaptam muito bem a luminosidade. Por isso, é importante deixar o minhocário num local longe do sol, protegido de chuva e mais ou menos bem ventilado.

Para ter um minhocário são necessários os seguintes materiais: terra comum; minhocas; torneira de bebedouro; caixas (tipo container), que possam ser empilhadas sem o apoio das tampas; restos de comida; ancinho de jardim; jornal sem cor e/ou folhas secas.

A terra comum será importante como abrigo para as minhocas nessa fase inicial, visto que nem todas apreciam resíduos muito frescos, e também, para controlar o processo de fermentação que pode acontecer. A terra, juntamente com as folhas secas, garante a inoculação do ambiente com microrganismos, que também são importantes no processo de decomposição da matéria orgânica, além das minhocas. A minhoca pode comer o equivalente ao peso dela por dia, porém pode ficar sem comer até três meses.

## **2.2. RESÍDUO SÓLIDO ORGÂNICO**

O lixo orgânico é todo lixo originado de um ser vivo. O destino equivocado desse lixo pode trazer sérias consequências indesejáveis aos seres humanos, como proliferação de insetos, ratos, bactérias e fungos (Planeta Sustentável, 2010). Nestes casos, várias doenças podem surgir, através da contaminação do solo e da água. Uma boa utilidade do lixo orgânico é a produção de adubo orgânico, muito usado na agricultura, através do processo de compostagem. O lixo orgânico usado no experimento é originado da cantina do IESAM, como casca de frutas, verduras e cascas de ovos.

## **2.3 RECICLAGENS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS**

Na compostagem, todo e qualquer material que tenha origem animal, pode ser reutilizado, na produção de húmus e biofertilizante. As minhocas aceleraram o processo de decomposição destes resíduos que serão reutilizados na agricultura. Esse adubo é muito importante para a agricultura, não só pelas suas propriedades, como pelo alto teor

de matéria orgânica, melhora aeração e a retenção de água no solo, mantém estável a temperatura e o nível de acidez do solo, dificulta ou impede a germinação de sementes de plantas invasoras, e ativa a reprodução de microrganismos benéficos às culturas agrícolas (EMBRAPA, 2007).

Este processo ocorre através da digestão anaeróbia, que é um processo de decomposição de matéria orgânica por bactérias em um meio onde não há a presença de oxigênio gasoso. Na digestão anaeróbica ocorrem diversos processos que, juntos, resultam na decomposição da matéria. A primeira fase é a liquefação ou hidrólise, onde o material orgânico complexo é transformado em compostos dissolvidos ou matéria orgânica volátil. A segunda fase é a gaseificação, que pode ser subdividida em duas fases: fermentação ácida ou acidogênese, onde os compostos são transformados em ácidos orgânicos voláteis (fórmico, acético, propiônico, butírico e valérico) e a fermentação acetogênica ou acetogênese, onde os produtos da subfase anterior são transformados em acetato, hidrogênio e monóxido de carbono. A terceira e última fase é a metanogênese, onde os produtos da acetogênese são transformados, principalmente, em metano (CH<sub>4</sub>), embora também sejam gerados outros gases.

O húmus melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Ele também ajuda na recuperação de solos quando degradados, aumentando a capacidade de retenção dos nutrientes, tais como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O trabalho foi desenvolvido no laboratório de Química do Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (IESAM), situado na Avenida Governador José Malcher, nº 1148, na cidade de Belém-PA.

A Pesquisa Informacional foi feita através de pesquisa bibliográfica e de campo. A pesquisa em campo foi feita em um minhocário situado em Castanhal, PA.

Os materiais usados foram três caixas de plástico, torneira, terra preta, minhocas e lixo orgânico. A terra é importante como abrigo para as minhocas na fase inicial, visto que nem todas apreciam resíduos muito frescos, e, também, para controlar o processo de fermentação que pode acontecer. A terra, juntamente com as folhas secas, garante a inoculação do ambiente com micro-organismos que também são importantes no processo de decomposição da matéria orgânica, além das minhocas.

As caixas usadas são feitas de polímeros. Sua degradação ocorrerá principalmente pela ação da luminosidade e do contato com o chorume. Deve-se ter cuidado com o potencial corrosivo do chorume durante o manuseio. Durante este projeto, por exemplo, o minhocário chegou a ser apoiado em isopor, mas este foi corroído aos poucos pela ação do chorume.

O sistema, montado está demonstrado na figura 1.



Figura 1- Minhocário montado

Os passos a seguir ilustram as atividades necessárias para a construção do Minhocário.

### **O primeiro passo**

Fazer furos entre as caixas. Os furos permitem a vazão ao excesso de umidade, por onde as minhocas trocarão de caixa quando começa a ser colocada a matéria orgânica na caixa superior, por esses furos o chorume escorrerá para a terceira e última caixa (figura 2).



Figura 2- Realização de furos nas caixas

### **Segundo passo**

Na caixa superior, coloca-se uma camada de terra de modo que cubra todo o fundo. Em seguida, forma-se uma cama de folhas secas no fundo da caixa. Uma parte da terra com as minhocas (figura 3) é colocada em um canto com o lixo orgânico sobre essa terra. Por fim, espalha-se o restante da terra com esterco (figura 4).



Figura 3- Terra com minhocas das caixas



Figura 4- Disposição dos componentes no fundo das caixas

Quando não houver mais restos de matéria orgânica, então o húmus está pronto para ser empregado na adubação de jardins, vasos etc. Nota-se que a terra estará escura e sem cheiro. O mesmo processo será repetido na caixa inferior.

### **Terceiro passo:**

A última caixa é responsável pela coleta do chorume, produto da decomposição de matéria orgânica. Nesta caixa é instalada uma torneira de bebedouro (figura 5).



Figura 5– Torneira sob a caixa inferior, para vasão do chorume

Quanto mais variados forem os resíduos orgânicos utilizados, mais fértil será o adubo. O biofertilizante pode ser aplicado nas plantas, seguindo a regra de uma parte para dez de água não clorada, de chuva, de poço ou de torneira, após uma noite de repouso. Muitos resíduos orgânicos foram usados no minhocário, como por exemplo; casca de frutas e legumes, sobras de alimentos, borra de café, cinzas, casca de ovo e jornal picado.

De tempos em tempos é necessário revirar o conteúdo com cuidado e verificar a umidade. A regulagem da umidade na caixa é crucial para o bom funcionamento do sistema.

O minhocário deve ser sempre remexido, para melhorar a oxigenação. Deve-se ter cuidado para não ferir as minhocas. Para saber se está úmido demais, pegue um punhado de terra e aperte. Se pingar água, a umidade está alta, então deposite papel picado. Se o minhocário apresentar cheiro forte, ou muitas mosquinhas de fruta (gênero *Drosophila*), deposite pó de serragem (pode ser adquirido em marcenaria). O pó de serragem também pode ser utilizado em caso de alta umidade. Não se preocupe com uma fuga das minhocas. Elas não sairão da caixa se o ambiente estiver propício.

#### **4. RESULTADOS**

Após seis semanas, os resultados eram estimulantes a cada dia. Alguns dos indicadores de que a experiência foi bem-sucedida, são: o fato de que a terra estar preta, sem mal cheiro, não atrai bichos indesejáveis e estimula a reprodução das minhocas. No fim do processo, tem-se uma terra de boa qualidade, para ser usada nos vasos de plantas ou até mesmo no desenvolvimento de uma horta.

#### **5. CONCLUSÕES**

As minhocas transformam os resíduos orgânicos em húmus, um dos melhores e mais nutritivos adubos que existem e um biofertilizante líquido (chorume) que não tem mau cheiro. Tanto o húmus quando o biofertilizante são utilizados na agricultura.

O projeto apresenta soluções simples e práticas para a destinação adequada do lixo orgânico caseiro, transformando-o em adubo natural, por meio de compostagem, minhocultura e biofertilização.

O uso do adubo e do biofertilizante é capaz de melhorar a fertilidade do solo, aumentou a capacidade de retenção das plantas para absorver nutrientes e a contribuiu para a reprodução de microrganismos benéficos à plantação.

Esta solução pode ser adotada nas residências, pois os resíduos orgânicos diários podem ser aproveitados nas plantas que normalmente são cultivadas em casa, por motivos ornamentais ou de alimentação.

Da mesma forma, a produção em maior escala, ela pode ser usada para geração de uma cadeia de produção de adubo capaz de gerar empregos e circulação de renda.

O projeto deste tipo de equipamento pode evoluir para uma produção em larga escala. Neste caso, seria necessário projetar as caixas com a finalidade específica de armazenar os componentes do minhocário. Um estudo cuidadoso de ergonomia, de materiais e de logística de produção são necessários para chegar a este objetivo.

## **6. REFERÊNCIAS**

ASSUMPCÃO, Anelis; PANE, Peri. Disponível em: <<http://ecopratico.com.br/blog/>>. (Acessado em 20/03/2010).

COSTA, Elaine. 2010. Disponível em: <<http://www.maiscommenos.net/blog/2010/01/minhocario-caseiro-versao-2-0/>>

DANNA, César. Projeto Minhocasa 2003. Disponível em: <<http://www.minhocasa.com/>>

EMBRAPA, 2007. Minhocultura. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br/>> (acessado em 20/03/2010)

NICOLELLIS, Mariângela. 12 de abril de 2010. Disponível em: <<http://www.casadaarvore.bio.br/2010/04/491/>> (acessado em 20/03/2010).

PLANETA SUSTENTÁVEL, 2010. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/>> (acessado em 20/03/2010).



## **MODELO MATEMÁTICO DE ESTIMATIVA DE CONSUMO DE ENERGIA PELO SETOR RURAL PAULISTA**

**MONCLAR NOGUEIRA CHRISTOVÃO, MARIO MOLLO NETO, SANDRA CRISTINA DE OLIVEIRA, ANA FLÁVIA DE LUCA OLIVEIRA CHRISTOVÃO**

**RESUMO:** A energia elétrica é um item fundamental e indispensável para o desenvolvimento econômico de uma região. No setor agropecuário paulista, até o ano de 2018, o óleo diesel foi a matriz energética mais usada. Porém, nos anos seguintes (2019 e 2020), a energia elétrica, que vinha em uma crescente constante, passou a ser o energético mais consumido pelo referido setor. Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo criar um método matemático de previsão do consumo de eletricidade para a categoria rural do estado de São Paulo. Para tanto, foram utilizadas as teorias de análise de regressão em conjunto com a ferramenta Regressão do editor de planilhas Microsoft Excel®. Foram empregados o Teste de Shapiro-Wilk para apurar a normalidade dos resíduos e o Teste de Correlação de Pearson para avaliar a multicolinearidade das variáveis. Como resultado, foi obtido um modelo matemático de regressão linear múltipla com pouca influência das variáveis “quantidade de consumidores do setor agropecuário” e “energia elétrica gerada no estado”, enquanto que a variável mais significativa, mas com influência inversa, foi o uso do óleo diesel, ratificando sua substituição como principal fonte energética do setor rural pela energia elétrica. Foi possível concluir que a escalada do consumo de energia elétrica pelo setor pesquisado é sólida, permanente e irreversível, e que necessitará de investimentos em benfeitorias e aperfeiçoamento de toda infraestrutura elétrica, em especial, da transmissão e distribuição de energia, o que promoverá o crescimento e desenvolvimento regional, bem como a robustez econômica do estado de São Paulo.

**Palavras-chave:** Previsão de consumo. Modelo matemático. Consumo de eletricidade. Consumo de energia rural. Demanda de energia.

## **INTRODUÇÃO**

A disponibilidade e o fornecimento contínuo de energia elétrica em um país são uma preocupação permanente de seus governantes, visto que tal fonte energética é vital para o crescimento econômico de uma região (MARANGONI; MAGATÃO; DE ARRUDA, 2020).

A crescente demanda por energia em escala mundial tem provocado apreensão internacional em razão de possíveis flutuações no abastecimento, além do aumento da devastação ambiental e instabilidades geopolíticas (FAN; XIAO; WANG, 2014).

O agravante para o problema acima descrito é a falta de recursos financeiros disponíveis em países pobres ou ditos em “desenvolvimento”, que são necessários para a implantação e manutenção da infraestrutura do setor elétrico dessas nações (TAGHIZADEH-YAZDI; MOHAMMADI-BALANI, 2020).

A estimativa futura da demanda por eletricidade é um recurso fundamental para a gestão do consumo de energia, programação de manutenções e planejamento de investimentos em mercados futuros de energia (VU; MUTTAQI; AGALGAONKAR, 2015).

As estimativas futuras de consumo de eletricidade podem ser desenvolvidas por métodos matemáticos para diferentes periodicidades, a depender da necessidade da programação ou da gestão de companhias do ramo elétrico em curta, média ou longa previsões (ABDULKAREEM *et al.*, 2019).

O consumo total de eletricidade por setor no estado de São Paulo em 2020, compreendendo também os autoprodutores, foi de 145.451 Giga Watts hora (GWh), uma redução de 3,78% em comparação com o ano anterior, que foi igual a 151.120 GWh. Os ramos comercial (-12,34%) e industrial (-2,35%) evidenciaram um decréscimo para o referido período. Em contrapartida, os setores agropecuário (1,62%) e residencial (3,08%) apresentaram crescimento no consumo (SÃO PAULO, 2021).

O objetivo deste trabalho é gerar um modelo matemático para a previsão do consumo de eletricidade do setor agropecuário do estado de São Paulo. Especificamente, pretende-se identificar as variáveis ou a combinação delas que contribuem para a estimativa do consumo de energia desse setor.

Dado o contexto apresentado, justifica-se a necessidade de estudos relacionados a essa temática relevante ao segmento do agronegócio.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Coleta de dados**

Trata-se de uma pesquisa descritiva quanto aos objetivos, com abordagem quantitativa. A coleta de dados foi realizada no arquivo digital do relatório anual intitulado “Balanço Energético do Estado de São Paulo” (BEESP) de 2021, disponibilizado pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA) do governo paulista.

Os dados coletados produziram séries históricas entre 2012 e 2021. No entanto, os dados referentes aos gastos com eletricidade de 2020 e 2021 foram afetados pela pandemia da COVID-19.

O recurso escolhido foi a análise de regressão múltipla, que é um dos métodos mais usados em estudos analíticos, principalmente, em previsões. O objetivo é criar um modelo estatístico para estimativas de respostas futuras de uma variável dependente (Y) em função de uma variável (X) ou mais variáveis ( $X_1$ ,  $X_2$ , ... e  $X_n$ ) independente(s), concebendo uma associação matemática entre essas variáveis (MARTINS; DOMINGUES, 2014).

A regressão é simples quando há somente uma variável independente. Na existência de duas ou mais dessas variáveis, o modelo de regressão é múltiplo.

Neste trabalho, considerou-se a variável dependente Y (consumo anual de eletricidade do setor agropecuário paulista, em GWh) como função das variáveis  $X_1$  (quantidade de consumidores) e  $X_2$  (gasto de óleo diesel em  $10^3 \text{ m}^3$ ), que estão vinculadas ao agronegócio, bem como da variável  $X_3$  (eletricidade em GWh), que está relacionada ao estado de São Paulo.

## **Construção de um modelo de regressão linear múltiplo**

O modelo de regressão linear múltiplo busca prever e explicar o comportamento da variável  $Y$  em função das variáveis  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , de acordo com a Equação (1).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \dots + \beta_n \cdot X_n + \varepsilon \quad (1)$$

Onde:

- $\beta_0$ : coeficiente linear (intercepto da reta);  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ : coeficiente angular ou coeficiente de regressão (inclinação da reta); e
- $\varepsilon$ : erro experimental de  $Y$  (pontos fora da reta).

Com base em dados amostrais, tem-se que  $\hat{Y}$  é o resultado da previsão  $Y$  para observações  $X$ , conforme o modelo ajustado da Equação (2). Assim, a partir de amostras de pares ordenados de três ou mais variáveis, obtêm-se os valores de  $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ .

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + \dots + b_n \cdot X_n \quad (2)$$

Onde:

- $b_0$ : estimador de  $\beta_0$ ; e
- $b_1, b_2, \dots, b_n$ : estimadores respectivos de  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ .

## **Teste da significância dos coeficientes, da existência da regressão e análise dos resultados**

A importância das variáveis independentes é testada individualmente. O teste verifica se cada parâmetro  $\beta_i$  da regressão é igual a zero (hipótese  $H_0$ ). Assim, se o p-valor for menor ou igual ao nível de significância, rejeita-se a hipótese  $H_0$  e conclui-se que  $\beta_i \neq 0$  para um risco  $\alpha$ .

Em seguida, verifica-se a existência da regressão linear, considerando o teste  $F$  (Análise de Variância - ANOVA). Se o p-valor ( $F$  de significação) for menor ou igual ao nível de significância do teste, rejeita-se a hipótese  $H_0$  de que todos os parâmetros  $\beta_i$  da

regressão são iguais a zero e conclui-se que existe regressão, ou seja, que o modelo ajustado pode explicar e prever Y.

O coeficiente de Determinação ou Explicação ( $R^2$ ) é uma medida da proporção da variação em Y (resposta), que é explicada por X (explicativa) pelo ajuste do modelo linear, sendo, portanto, uma medida descritiva da qualidade do ajuste. O valor desse coeficiente situa-se entre  $0 < R^2 < 1$ , sendo que quanto mais próximo do valor unitário, melhor será a qualidade do ajuste desse modelo linear aos dados.

Recomenda-se ainda a checagem de alguns atributos da distribuição dos resíduos, como:

- a) Averiguar se a média dos resíduos é aproximadamente igual a zero, e
- b) Verificar a normalidade da distribuição de probabilidade da variável  $\epsilon$ , empregando o Teste de Shapiro-Wilk. Se o p-valor for menor ou igual a  $\alpha$ , rejeita-se a hipótese  $H_0$  de existência de normalidade dos dados para um risco (nível de significância)  $\alpha$ .

Sugere-se também a investigação da correlação entre as variáveis independentes, duas a duas, empregando o Teste de Correlação de Pearson para verificar o efeito de multicolinearidade, ou seja, se existem variáveis redundantes ao modelo. O teste verifica se a correlação linear entre duas variáveis é nula (hipótese  $H_0$ ). Logo, se o p-valor for menor ou igual a  $\alpha$  (nível de significância do teste), rejeita-se a hipótese  $H_0$  e conclui-se que existe correlação linear significativa entre as duas variáveis.

Neste trabalho, utilizou-se o suplemento “Análise de Dados” do Excel para o ajuste do modelo de regressão aos dados e um nível de significância ( $\alpha$ ) de 10% para os testes de hipóteses aplicados.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com a finalidade de explicar o quanto da variação no consumo anual de eletricidade do setor agropecuário paulista se deve ao conjunto considerado de variáveis independentes ou explicativas, ajustou-se um modelo de regressão linear múltiplo a partir das informações coletadas.

A variável  $X_3$  (energia elétrica gerada no estado), com p-valor = 0,522, não foi considerada significativa e, portanto, foi a única variável descartada. Desse modo, para um nível de significância de 10%, o modelo de regressão final ajustado aos dados, conforme Tabela 1, é dado pela Equação (3):

$$\hat{Y} = 11958,88 - 0,03 \cdot X_1 - 2,15 \cdot X_2 \quad (3)$$

**Tabela 1 - Resumo da análise de regressão linear múltipla**

Estatística de Regressão	
R-Quadrado	81,70%
R-quadrado ajustado	76,47%

Análise de Variância (ANOVA)				
Variação	gl	SQ	F	p-valor (F de significação)
Regressão	2	768782,6	15,62	0,003
Erro Residual	7	172221,02		
Total	9	941003,6		

Preditores	Coefficientes	Estatística-t	p-valor
Interseção	11958,88	2,90	0,023
$X_1$	-0,03	-1,91	0,098
$X_2$	-2,15	-5,29	0,001

**Fonte: Elaborado pelos autores.**

Quanto à significância do modelo de regressão, como p-valor é menor que 10% (F-significação e respectivo p-valor na ANOVA da Tabela 1), há evidências de que o modelo pode explicar e prever a variável resposta Y.

Da mesma forma, como p-valor de  $X_1$  e de  $X_2$  são menores que 10% (vide estatísticas t e respectivos p-valores da Tabela 1), os parâmetros de tais variáveis confirmaram-se como significativos ao modelo.

Avaliou-se o grau de ajustamento do modelo baseado no coeficiente de determinação múltipla (R-quadrado e R-quadrado ajustado na Tabela 1), cujos valores 81,70% e 76,47%, respectivamente, estabelecem porcentagens aceitáveis de variação de Y explicada pelas variáveis independentes significativas ( $X_1$  e  $X_2$ ).

O teste de Shapiro-Wilk para os resíduos confirmou a normalidade desses, uma vez que o p-valor é igual a 0,639 e não se rejeita a hipótese  $H_0$ . Logo, há indícios de que a distribuição dos resíduos é normalmente distribuída.

O Teste de Correlação de Pearson, via BioEstat<sup>®</sup>, foi usado para investigar a correlação entre as variáveis independentes.

Avaliando a correlação entre  $X_1$  e  $X_2$ , o coeficiente de correlação de Pearson “r (Pearson)” tem valor igual a 0,6256 (negativo). Como o valor está no intervalo  $-0,50 < r < -0,69$ , conclui-se que se trata de uma correlação negativa substancial. Quanto ao p-valor, temos que  $0,0530 < 0,10$ , portanto, rejeita-se a hipótese  $H_0$  para um risco (nível de significância) de 10%, logo há indícios de que  $X_1$  e  $X_2$  estão correlacionadas.

Quanto à correlação entre  $X_1$  e  $X_3$ , o coeficiente “r (Pearson)” foi de 0,2593 (negativo). Como este valor está entre  $-0,10 < r < -0,29$ , nota-se uma correlação negativa baixa. Considerando o p-valor de 0,4693 ( $> 0,10$ ), não se rejeita a hipótese  $H_0$ , logo há indícios de que não há correlação linear entre  $X_1$  e  $X_3$ .

Verificando a correlação entre  $X_2$  e  $X_3$ , o coeficiente “r (Pearson)” foi de 0,7222. Este valor está no intervalo de  $0,70 < r < 0,99$ , portanto, trata-se de uma correlação positiva muito forte. O p-valor foi de 0,0183 ( $< 0,10$ ), logo rejeita-se a hipótese  $H_0$ . Há indícios de que  $X_2$  e  $X_3$  estão correlacionadas.

O resultado anteriormente exposto colabora e fortalece a deliberação de descartar  $X_3$ .

Analisando os sinais dos coeficientes disponíveis na Tabela 1, tanto a variável  $X_1$  (quantidade de consumidores) quanto a variável  $X_2$  (gasto de óleo diesel em  $10^3 \text{ m}^3$ ) apresentaram coeficientes negativos, indicando que essas se movimentam em sentido contrário ao da variável resposta  $Y$  (consumo anual de eletricidade do setor agropecuário paulista), quando se observa uma delas e mantém a outra variável constante.

De fato, houve um crescimento contínuo na quantidade de consumidores até o ano de 2018, com uma redução brusca no ano seguinte e uma elevação em 2020. Ainda assim, seu quantitativo foi superior aos anos anteriores a 2016. O óleo diesel foi a fonte energética mais consumida pelo setor agropecuário paulista até 2018, apresentando queda a partir de 2007. Já em 2019 e 2020, o consumo maior do setor foi de energia elétrica (SÃO PAULO, 2021).



## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho alcançou os objetivos propostos e identificou as variáveis que contribuíram para a estimativa desse consumo: o “número de consumidores” com baixa influência, a “energia elétrica gerada” com baixíssima influência, sendo descartada por não ser significativa, e o “consumo de óleo diesel” (com alta influência) na estimativa do consumo de energia do setor agropecuário paulista.

Constatou-se que o consumo de óleo diesel foi a variável estudada mais significativa, porém com ação inversa – sinal negativo no modelo de regressão linear ajustado –, comprovando, desse modo, sua substituição pela eletricidade como principal fonte energética do setor estudado.

Outro item a ser considerado em pesquisas futuras é a inserção de parâmetros climáticos e meteorológicos para obter a curva estimada de consumo de energia em um determinado período. É notório que as condições climáticas influenciam o consumo por eletricidade, já que a principal causa do efeito estufa é a elevação da temperatura que, por sua vez, provoca o aumento do uso de uma vasta gama de tipos e tamanhos de refrigeradores elétricos.

A pesquisa propõe o reconhecimento da tendência de crescimento do consumo de energia do ramo agropecuário paulista, contribuindo com dados para que gestores de políticas públicas e empresas de geração, transmissão e distribuição de eletricidade possam gerar melhores estimativas de investimentos, de forma a dar sustentabilidade ao desenvolvimento no curto, médio e longo prazo.

## **REFERÊNCIAS**

ABDULKAREEM, A.; OKOROAFOR, E.J.; AWELEWA, A.; ADEKITAN, A. Pseudo-inverse matrix model for estimating long-term annual peak electricity demand: The covenant university's experience. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4. ed., Nigéria, v. 9, p. 103-109, maio 2019. DOI: 10.32479/ijeep.7566. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

85067405770&doi=10.32479%2fijeeep.7566&partnerID=40&md5=cf35b54993edabfab6f3fad136fc64d1>. Acesso em: 08 out. 2021.

FAN, C.; XIAO, F.; WANG, S. Development of prediction models for next-day building energy consumption and peak power demand using data mining techniques. *Applied Energy*, Hong Kong, v. 127, p. 1-10, 2014. DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.04.016. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84899701114&doi=10.1016%2fj.apenergy.2014.04.016&partnerID=40&md5=9384074adcfe1d6622e290ed54d625>>. Acesso em: 08 out. 2021.

MARANGONI, F.; MAGATÃO, L.; DE ARRUDA, L.V.R. Demand response optimization model to energy and power expenses analysis and contract revision. *Energies*, 11. ed., Brasil, v. 13, p. 1-23, jun. 2020. DOI: 10.3390/en13112803. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85086370091&doi=10.3390%2fen13112803&partnerID=40&md5=45f9bc9a41402f2b673c99d8123bf344>>. Acesso em: 08 out. 2021.

MARTINS, G. de A.; DOMINGUES, O. *Estatística Geral e Aplicada*. 5.ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2014. 416p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. *Balanco Energético do Estado de São Paulo (BEESP) 2021: Ano Base 2020*. São Paulo, 2021. 195p. Disponível em: <<http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalecv2/intranet/BiblioVirtual/diversos/BalancoEnergético.pdf>>. Acesso em: 15 março 2022.

TAGHIZADEH-YAZDI, M.; MOHAMMADI-BALANI, A. A mathematical model for multi-region, multi-source, multi-period generation expansion planning in renewable energy for country-wide generation-transmission planning. *Journal of Information Technology Management*, 4. ed., Irã, v. 12, p. 215-231, 2020. DOI: 10.22059/jitm.2020.298258.2476. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85099813647&doi=10.22059%2fjitm.2020.298258.2476&partnerID=40&md5=6491aae48693ec897d81f15b2ab1c4e0>>. Acesso em: 08 out. 2021.

VU, D.H.; MUTTAQI, K.M.; AGALGAONKAR, A.P. A variance inflation factor and backward elimination based robust regression model for forecasting monthly electricity

demand using climatic variables. Applied Energy, Austrália, v. 140, p. 385-394, 2015.

DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.12.011. Disponível em:

<<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

84919935314&doi=10.1016%2fj.apenergy.2014.12.011&partnerID=40&md5=b2876ae

e6c31888837a79074bc7356a1>. Acesso em: 08 out. 2021.

## **MONITORAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DE COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS SOBRE A INFLUÊNCIA DO AMBIENTE SOL E SOMBRA NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO**

**Daiana da Silva Sombra, Hérica Girlane Tertulino Domingos, Leandro Alves da Silva, Edgar Rodrigues de Araujo Neto, Lucas da Silva Moraes, Katia Peres Gramacho, Lionel Segui Gonçalves**

**RESUMO:** Este trabalho objetivou avaliar o efeito da ação direta do sol e da sombra em colônias de abelhas africanizadas (AHB) na região do semiárido nordestino. Foram utilizadas coberturas com folhas de carnaúba para o sombreamento das colmeias, tendo como controle colmeias instaladas ao sol. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da UFERSA, (CETAPIS) em Mossoró-RN. Foram utilizadas 16 colmeias modelo Langstroth com abelhas AHB, sendo 8 na sombra e 8 sob o sol. Foram realizados monitoramentos mensais de 05/04/2012 a 18/03/2013 para avaliar o desenvolvimento das colônias e a cada 10 dias foi feito o levantamento das áreas de oviposição, área de cria aberta e área de cria operculada. Foi testada a normalidade dos dados, aplicada análise de variância (método dos quadrados mínimos) e comparação das médias pelo Teste de Tukey. Houve influência do ambiente sobre a duração das colônias ( $P < 0.01$ ) com média de 132 dias no sol e 155 dias à sombra. Durante o experimento as colônias tiveram 65% de redução nas populações de abelhas à sombra e 90% de redução sob o sol. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os ambientes quanto a oviposição, cria aberta e cria operculada. A seca de 2012, uma das mais sérias nos últimos 50 anos no nordeste brasileiro teve forte impacto em ambos os grupos. A produção de mel das colônias à sombra foi aproximadamente 45% superior às colônias ao sol. Constatou-se que as abelhas africanizadas apresentam uma melhor adaptação ao ambiente sombra do que ao sol no semiárido Nordeste.

**Palavras-chave:** *Apis mellifera*, Temperatura, Desenvolvimento de crias

## **INTRODUÇÃO**

A criação racional de abelhas representa uma importante atividade comercial, pois traz benefícios ao ser humano através de seus produtos diretos, tais como o pólen, o mel, a própolis, a geleia real e a cera, utilizados principalmente para fins alimentícios, cosméticos e fármacos. Além disso, a apicultura é de extrema importância para a produção agrícola, pois as abelhas realizam a polinização, processo necessário para a reprodução e disseminação das espécies vegetais (GARY, 1975; WILLIAMS; OSBORNE, 2002).

A apicultura no estado do Rio Grande do Norte tem se mostrado forte e promissora, mostrando dados bastante positivos em termos de crescimento, principalmente a partir do ano de 1996, apresentando-se como uma alternativa muito viável principalmente para a região semiárida, que é vista por muitos como um lugar que nada produz (ALMEIDA, 2005).

Na Região Nordeste, a instalação das colmeias sob a copa de árvores ou de coberturas naturais, conhecidas regionalmente como “latadas”, tem sido recomendada como formas de possibilitar conforto térmico às colônias de abelhas e ao apicultor durante o manejo, pois promovem o bloqueio da radiação solar, permitindo melhor sensação térmica e uma manipulação mais adequada das colônias (ALMEIDA, 2008; GONÇALVES, 2010; GONÇALVES et al., 2010; GONÇALVES; SOMBRA, 2011).

Devido ao clima semiárido as colmeias de abelhas africanizadas no Nordeste apresentam taxas de enxameação por abandono ao redor de 50% (GONÇALVES, 2010), o que representa um grande prejuízo aos apicultores nordestinos, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da ação direta do sol e da sombra em colônias de abelhas africanizadas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado nas instalações do Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte (CETAPIS- RN), instalado e em funcionamento na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, da Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA), situada no distrito de Alagoinha, município de Mossoró/RN.

Foram utilizadas 16 colmeias modelo Langstroth identificadas, contendo abelhas africanizadas (AHB) pertencentes ao CETAPIS, colmeias estas contendo o mesmo número de quadros, com população aproximadamente igual e com alimentação em condições as mais idênticas possíveis. Após o início dos trabalhos as colônias não foram alimentadas.

O Apiário possuía 8 colmeias instaladas separadamente 1,5 metros uma da outra, sob uma Unidade de Cobertura medindo 15m x 2m x 3m de comprimento, largura e altura, respectivamente construída com troncos e folhas secas de árvores de carnaúba da região semiárida, proteção essa denominada no nordeste de “latada”. Outras 8 colmeias dispostas lateralmente a área coberta (4 em cada lado), como controle, separadas também a 1,5 metros uma da outra, porém instaladas diretamente sob o sol. Próximo ao Apiário Experimental encontrava-se água potável para as abelhas.

Foram realizadas inspeções (monitoramento) nas colmeias a cada 30 dias, registrando-se o número de quadros com crias, número de quadros com alimento, presença de rainha, presença de postura, presença de realeiras, avaliação do tamanho populacional (códigos de 0 a 4), presença de doença e registro de enxameação por abandono ou enxameação reprodutiva. Para a análise das populações das colmeias foi estabelecido um código de 0 a 4 sendo 0= sem abelhas, 1= população fraca, 2 = população média, 3= população boa ou forte, 4= população ótima.

Foram escolhidos e marcados com pincel atômico dois quadros de cria do centro de cada colmeia, a cada 10 dias os quadros selecionados eram retirados e realizados os levantamentos para a avaliação interna da colônia, sendo devolvidos posteriormente. Para se estimar a área de oviposição, de cria aberta e de cria operculada foi utilizado o método adaptado de AL-TIKRITY et al. (1971). Para isso, os quadros foram colocados em um suporte de madeira, com uma rede de arame dividida proporcionalmente em 36 quadrantes de áreas idênticas, permitindo visualizar e avaliar nos quadros a área ocupada por cada variável.

Durante o experimento todas as colônias que enxamearam (enxameação por abandono) foram devidamente registradas e substituídas por novas colônias.

No decorrer do experimento verificou-se a necessidade de saber a estimativa da produção de mel nas melgueiras das colônias sob o sol e sombra, foram realizadas as pesagens das melgueiras diretamente no campo, nos anos de 2012 e 2013 (15/08/2012, 18/12/2012 e 20/03/2013). Como não foi realizada a pesagem das melgueiras no início do experimento, uma melgueira vazia, juntamente com seus quadros, foram pesados e

referenciados como tara para posterior cálculo da efetiva produção de mel de cada colônia, e a seguir foi estimado o peso de cada melgueira.

Para os dados resultantes do monitoramento de cada colônia, foi testada a normalidade dos dados, aplicada análise de variância pelo método dos quadrados mínimos para dados não balanceados (SILVA, 1993) e comparação das médias pelo Teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas utilizando o software “Statistical Analyses System” (SAS).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis oviposição, cria aberta e cria operculada não houve diferença estatisticamente significativa de ambiente sol e sombra ( $P > 0,05$ ), nas colônias submetidas diretamente ao sol foram encontradas diferenças significativas ao longo dos meses para cada variável ( $P < 0,01$ ). No ambiente sombra não houve diferença estatisticamente significativa entre os meses (Tabela 1).

**Tabela 1- Médias das áreas de oviposição, cria aberta, cria operculada, em porcentagem, nos ambientes sol e sombra e ao longo dos meses, no período de 05/04/ 2012 a 18/03/2013 em Mossoró- RN.**

MESES	OVIPOSIÇÃO		CRIA ABERTA		CRIA OPERCULADA	
	SOL	SOMBRA	SOL	SOMBRA	SOL	SOMBRA
ABR /2012	0,23 a	0,21 a	0,35 a	0,39 a	0,49 a	0,38 a
MAI /2012	0,21 a	0,13 a	0,29 a	0,22 a	0,47 a	0,41 a
JUN /2012	0,30 a	0,10 a	0,24 a	0,15 a	0,35 a	0,13 a
JUL /2012	0,27 a	0,09 a	0,36 a	0,14 a	0,52 a	0,22 a
AGO /2012	0,20 a	0,26 a	0,26 a	0,26 a	0,29 a	0,33 a
SET /2012	0,29 a	0,31 a	0,29 a	0,26 a	0,26 a	0,31 a
OUT /2012	0,44 c	0,33 a	0,42 c	0,35 a	0,41 a	0,41 a
NOV /2012	0,37 a	0,34 a	0,18 b	0,22 a	0,32 a	0,26 a
DEZ /2012	0,30 a	0,32 a	0,14 b	0,19 a	0,13 b	0,25 a
JAN /2013	0,09 b	0,26 a	0,13 b	0,19 a	0,12 b	0,18 a
FEV /2013	0,14 b	0,21 a	0,08 b	0,22 a	0,09 b	0,17 a
MAR /2013	0,09 b	0,10 a	0,03 b	0,08 a	0,02 b	0,12 a
<b>MÉDIA</b>	<b>0,25</b>	<b>0,22</b>	<b>0,22</b>	<b>0,22</b>	<b>0,28</b>	<b>0,26</b>

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).



A característica oviposição da rainha está diretamente relacionada com a sua fisiologia e se a rainha não conseguir desempenhar bem o seu papel de postura, outras características da colônia como cria aberta e cria operculada poderão ser influenciadas, uma vez que o desenvolvimento de uma colônia segue uma ordem cronológica de ações das operárias. Embora não tenha havido diferenças estatisticamente significantes nos ambientes sol e sombra para a oviposição, foi observado um comportamento distinto, com diferenças estatisticamente significantes ao longo dos meses nas colônias que estavam expostas diretamente à radiação solar. O aumento da postura no mês de outubro de 2012 é reflexo provavelmente de uma maior oferta de alimento registrada nesse período. No entanto, o que chama a atenção, é que a partir do mês de janeiro/2013 houve uma queda brusca na atividade de postura da rainha, que reduziu a sua área de postura de 44% em outubro de 2012 para 9% em janeiro de 2013. Isso mostra um reflexo cumulativo da seca, uma vez que a partir de agosto de 2012 a precipitação foi zero, e assim permaneceu até janeiro de 2013. Aqui, é indiscutível o efeito da seca, porém também é importante destacar que as rainhas das colmeias à sombra, que estavam sobre as mesmas condições pluviométricas, portanto sob o mesmo efeito da estiagem de 2012, não alteraram drasticamente seu comportamento de postura ao longo dos meses, o que nos leva a crer que estas colônias estavam mais confortáveis, ou melhor adaptadas às condições ambientais, de tal forma que as rainhas no ambiente sombra conseguiram desenvolver melhor sua atividade de postura do que as rainhas das colônias submetidas diretamente sob a ação da radiação solar.

Comportamento semelhante foi observado na variável cria aberta, uma vez que ela é consequência da postura. Como houve uma maior atividade de postura no período de outubro de 2012, já era esperado uma maior porcentagem de crias abertas nesse período. Nas colmeias ao sol houve um declínio da área de cria no final de 2012 e começo de 2013, consequência da seca e da exposição direta ao sol.

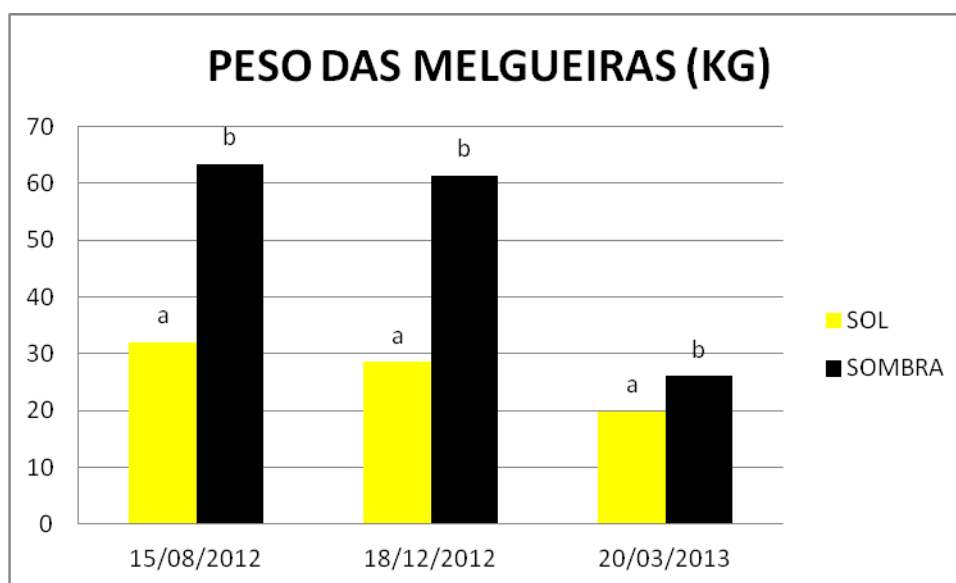
A área de cria operculada manteve-se razoavelmente estável durante grande parte do experimento, porém de dezembro de 2012 a março de 2013 é que a variável sofreu uma maior interferência do meio ambiente, tendo declínio nas suas médias. A razoável estabilidade observada ao longo do experimento nas crias operculadas pode ter sido devido ao fato que a cria operculada tenha maior isolamento térmico dentro das células operculadas.

Segundo MOELLER (1958) existem vários fatores que afetam a área de cria de uma colônia, entre eles, o tamanho da população da colônia, a disponibilidade de

alimento na natureza e a área vazia disponível nos favos. As observações desses autores se aplicam aos nossos dados, pois, quando analisamos os dados das áreas de postura, áreas de crias, mel e das condições climáticas, observamos que no período de agosto a dezembro de 2012 há um aumento da temperatura e nenhuma precipitação, com consequente redução da disponibilidade de alimento na natureza e declínio das áreas de crias.

Houve diferença estatisticamente significativa para a pesagem das melgueiras ( $P < 0,01$ ) quando comparados os ambientes sol e sombra. As colônias que estavam na sombra apresentaram uma quantidade superior de mel estocado nas melgueiras quando comparadas com as colônias submetidas ao sol (Figura 1).

**Figura 1- Quantidade de mel (kg) nas melgueiras das colônias instaladas nos ambientes sol e sombra, nos diferentes dias de pesagem, médias seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,01$ ).**



Esses dados referentes ao peso das melgueiras também nos mostram os efeitos da seca sobre a produção de mel e a quanto a exposição à radiação solar direta pode ocasionar em redução na entrada de néctar na criação racional de abelhas, uma vez que o peso total de mel das melgueiras das colmeias ao sol sempre foi menor do que nas colmeias à sombra. Ao sol esse declínio foi de aproximadamente 13 kg e à sombra foi de 37 kg, tendo em vista que a produção à sombra sempre foi mais alta.

O valor médio do peso do mel acumulado nas melgueiras das três pesagens foi de aproximadamente 27 Kg no sol (32,08Kg, 28,52 kg e 19,90Kg) e de aproximadamente 50 Kg na sombra (63,32Kg, 61,32 Kg e 26,06Kg). Portanto, as

colônias na sombra apresentaram uma estimativa média em torno de 45% a mais de mel que nas colônias ao sol.

Quando a colônia está sofrendo com altas temperaturas as abelhas precisam de energia para realizar as atividades termorregulatórias e, para isso, elas consomem uma quantidade maior de mel. Quando o processo de termorregulação é satisfatório, como foi no ambiente sombra, as abelhas gastam menos tempo com a atividade termorregulatória e isso possibilita o retorno das operárias às suas atividades de forrageamento, repondo o mel consumido. No ambiente sol, as abelhas também consumiram o mel, porém a atividade termorregulatória das abelhas foi menos eficiente que no ambiente sombra, sendo assim as abelhas sob o sol gastaram maior tempo na termorregulação e não conseguiram repor o mel consumido, preferindo investir no comportamento enxameatório da colônia.

Essa diferença a mais para as colmeias à sombra mostra o quanto que o sombreamento nos apiários pode trazer de efeitos benéficos não só para as abelhas como também para o apicultor.

Esses dados referentes ao peso das melgueiras também nos mostram os efeitos da seca sobre a produção de mel e a quanto a exposição à radiação solar direta pode ocasionar em redução na entrada de néctar na criação racional de abelhas, uma vez que o peso total de mel das melgueiras das colmeias ao sol sempre foi menor do que nas colmeias à sombra. Ao sol esse declínio foi de aproximadamente 13 kg e à sombra foi de 37 kg, tendo em vista que a produção à sombra sempre foi mais alta.

A produção de mel apresenta correlação positiva com a taxa de oviposição da rainha (CALE, 1967). TOOD; REED (1970) obtiveram resultado idêntico com a área de cria. Conforme observamos em nossos experimentos a área de cria depende da taxa de oviposição, sendo, portanto, ambas as correlações com a produção de mel resultados equivalentes.

O ambiente exerceu influência sobre a duração ou longevidade da colônia ( $P < 0.01$ ). A média geral para esta característica foi de 143 dias, baseado no tempo em que as colônias permaneciam nos ambientes estudados. A média ao sol foi de 132 dias, enquanto a média à sombra foi de 155 dias, portanto houve uma duração ou longevidade de 23 dias a mais nas colônias instaladas à sombra, esse dado juntamente com os obtidos na pesagem das melgueiras mostra que o sombreamento apresenta uma maior produção ao apicultor.

A análise do tamanho populacional das colônias mediante os códigos de 1 a 4, conforme o tamanho da população (Tabela 2), permitiu uma visão do desenvolvimento das colônias entre o início do experimento (05/4/2012) e o final do experimento (18/3/2013), houve uma redução populacional das colônias de ambos os grupos de 41 pontos para 9 pontos. Portanto houve uma redução populacional de 78% nas 16 colônias iniciais, restando apenas 5 colônias no final das coletas, sendo duas do ambiente sol (colônias 1 e 14) totalizando 2 pontos, representando uma redução populacional de 90% ao sol e três colônias do ambiente sombra (colônias 6,10 e 12) totalizando 7 pontos, representando uma redução populacional de 65% a sombra. Portanto constatamos que houve um efeito mais drástico na redução do tamanho populacional das colmeias expostas ao sol do que na sombra. Um mês após o término das coletas de dados, ocorreram três enxameações sendo uma colônia do sol e duas da sombra e três meses depois do término do experimento (junho de 2013) ainda restavam duas colônias, uma do ambiente sol e uma do ambiente sombra, com o mesmo número total de enxameações para cada grupo (11 enxameações).

**Tabela 2- Inspeção das colmeias sob o sol e na sombra, com dados quanto ao tamanho populacional das mesmas, de Abril/2012 a Março/2013, estando cada colmeia classificada em pontos populacionais de acordo com o código: 0 a 4 sendo 0= sem abelhas, 1= população fraca, 2 = população média, 3= população boa ou forte, 4= população ótima, em Mossoró- RN.**

Colmeia	Abr/ 2012	mai/ 2012	jun/ 2012	jul/ 2012	ago/ 2012	set/ 2012	out/ 2012	nov/ 2012	dez/ 2012	jan/ 2013	fev/ 2013	mar/ 2013
1 Sol	4	4	4	3	1	4	2	3	3	2	1	1
2 Sol	3	3	3	3	2	3	2	1	1	2	0	0
3 Sol	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0
4 Sol	4	3	3	2	3	3	2	1	2	1	1	0
5 Sombra	4	4	1	1	3	3	3	2	2	1	0	0
6 Sombra	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2
7 Sombra	3	3	2	1	3	2	2	2	2	2	2	0
8 Sombra	1	0	0	2	1	1	1	0	2	1	0	0
9 Sombra	2	2	3	1	3	3	2	0	2	0	0	0
10 Sombra	3	4	2	1	3	3	2	3	3	2	3	3
11 Sombra	3	4	3	1	2	3	2	2	1	1	1	0
12 Sombra	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2
13 Sol	3	3	2	1	2	3	2	2	2	1	0	0
14 Sol	2	2	3	2	1	3	1	3	0	2	2	1
15 Sol	2	2	1	1	0	3	2	2	0	0	1	0
16 Sol	1	0	2	2	0	3	2	2	1	0	1	0
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	<b>36</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>44</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>9</b>

Segundo SAKAGAMI;FUKUDA (1968) a temperatura tem grande influência na longevidade das operárias. Embora a influência dessa variável nas operárias não tenha sido analisada no presente trabalho e sim na longevidade das colônias, é muito provável que a redução da longevidade das abelhas tenha sido a causa da redução da longevidade das colônias no período de estudo. Para prevenir o superaquecimento, as colônias empregam vários mecanismos de resfriamento, de forma escalonada, iniciando-se com a dispersão dos adultos no ninho. Com o aumento da temperatura, as operárias podem realizar ventilação, pelo batimento das asas, e promover a evaporação de pequenas gotas de água espalhadas sobre os alvéolos e a saída parcial de operárias do ninho, formando aglomerados “ou clusters” de abelhas do lado de fora das colmeias (WINSTON, 2003; SEELEY, 2006).

Assim, para se evitar o gasto excessivo de energia e tempo das abelhas no processo de resfriamento do ninho, os apicultores devem instalar seus apiários em locais sombreados, de preferência onde existam espécies arbóreas que forneçam sombreamento adequado, no período de estiagem (ALMEIDA, 2008; LOPES et al., 2008). Quando isto não for possível, devem ser buscadas alternativas de cobertura artificial com folhas de vegetais como, por exemplo, folhas de carnaúba vegetação facilmente encontrada no semiárido nordestino, que possam propiciar o conforto térmico necessário ao desenvolvimento e produção apícola das colônias de abelhas africanizadas.

## **CONCLUSÕES**

No período observado, que corresponde a época de seca no semiárido em Mossoró/RN, houve uma redução de 78% nas populações das abelhas africanizadas de todas as colônias do experimento instaladas sob o sol ou na sombra analisadas conjuntamente. As colônias à sombra tiveram 65% de redução nas populações enquanto as colônias expostas a radiação solar direta tiveram uma redução de 90 % em suas populações.

Para todas as características observadas, as colmeias expostas diretamente ao sol, foram as que mais apresentaram mudanças em seu comportamento e no desenvolvimento de suas colônias. O ambiente sombra proporcionou o melhor índice de produtividade experimental das abelhas africanizadas no semiárido nordestino, com uma duração ou longevidade das colônias de 23 dias a mais nas colônias instaladas à

sombra comparadas com as colônias submetidas ao sol e com maior quantidade de mel nas melgueiras, podendo o ambiente sombra ser considerado uma opção adequada e de baixo custo para as regiões do semiárido nordestino.

Este trabalho nos mostra o quanto a exposição a radiação solar direta pode ocasionar de danos aos sistemas de criação racional de abelhas africanizadas. A falta de sombreamento se reflete não só em danos ao desenvolvimento das colônias, como também nos produtos da colmeia, no caso o mel. A produção de mel acumulado ao longo do experimento nas melgueiras das colônias à sombra foi aproximadamente 45% superior às colônias submetidas ao sol. Constatou-se pelo presente experimento que as abelhas africanizadas apresentam uma melhor adaptação ao ambiente sombra do que sob o sol no semiárido Nordeste.

## **REFERÊNCIAS**

ALMEIDA CM. Estudo da sustentabilidade da atividade apícola em duas comunidades no município de caraúbas – RN [Monografia]. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró. p 61, 2005.

ALMEIDA GF. Fatores que interferem no comportamento enxameatório de abelhas africanizadas. [Tese] São Paulo: Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.

AL-TIKRITY WS et al. A new instrument for brood measurement in a honey bee colony. *American Bee Journal*, v. 111, p. 20-26, 1971.

CALE GH. Pollen gathering relationship to honey collection and egg laying in honey bees. *Apiacta*, v. 4, p.1-3, 1967.

GARY NE. Activities and behavior of honey bee. In: GRAHAM, J. M. *The hive and the honeybee*, ed. Dadant & Sons, p. 185- 264. Hamilton: Dadant. p.740, 1975.

GONÇALVES L.S. Enxameação de abelhas africanizadas, causas, consequências e controle. 2010; 10(1):S1. [Apresentado no Congresso Iberolatinoamericano de Apicultura,; 2010, Natal – RN, BR].

GONÇALVES LS et al. A expansão da Apicultura e da Tecnologia Apícola no Nordeste Brasileiro com Especial Destaque para o Rio Grande do Norte. *Mensagem Doce*. V. 3, p. 7-15, 2010.

GONÇALVES LS & SOMBRA DS. Development of africanized honeybees of the semiarid region of Rio Grande do Norte - Brazil: monitoring of hives placed on the sun and shade. In: APIMONDIA, 2011, Buenos Aires. APIMONDIA, 2011.

LOPES MTR et al. Avaliação de espécies arbóreas para o sombreamento de apiários. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 81).

MOELLER FE. Relation between egg-laying capacity of queens bees populations and honey production their colonies. American Bee Journal, v. 98, n.10, p. 401-402, 1958.

SAKAGAMI SF & FUKUDA H. Life tables for worker honeybees. Research Population Ecology, v.10, p.127-139, 1968.

SEELEY TD. Ecologia da abelha: um estudo de adaptação na vida social. Porto Alegre: Paixão, 2006.

SILVA RG. Manual de procedimentos em análise por quadrados mínimos. Funep, Jaboticabal, 1993.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM—SAS, 20 06. User' s guide: statistics. Version 9.1. SAS Institute,Cary.

TOOD FE & REED CB. Brood measurement as a valid index to the value of honey bees as pollinators. Journal of Economic Entomology, v. 63, p.148-149, 1970.

WILLIAMS IH & OSBORNE JL. Bee behavior and pollination ecology. In: INSTITUTE OF ARABLE CROPS RESEARCH. Plants and Invertebrate Ecology: Annual Report, p. 24- 27, 2002.

WINSTON ML. A biologia da Abelha. Tradução de Carlos A. Osowski – Porto Alegre: Magister, 2003. 276p.



## **MUDANÇAS NA COBERTURA E USO DO SOLO AO LONGO DO EIXO DA BR-316, ENTRE BELÉM E CASTANHAL**

**Arthur da Costa Almeida, Mauro Alex Felix Bentes, Maria Janete de Menezes Albuquerque**

**RESUMO:** A rodovia federal BR-316, que vai de Belém, no Pará até Maceió, em Alagoas, é uma importante via de transporte entre vários municípios do Pará e a região nordeste do Brasil. Em seus primeiros 100 km passa por Castanhal, situada a 70 km de Belém. Nesse percurso essa estrada atravessa vários municípios e áreas agrícolas e de pecuária. Nos anos recentes, em função do crescimento urbano e econômico, várias modificações foram feitas nesse trecho entre as duas cidades, afetando a vida da população. Este trabalho usou imagens de sensoriamento remoto dos anos 1999 e 2008 para calcular índices de vegetação da área e, a partir deles, avaliar as mudanças ocorridas na região. Foram usados também métodos de classificação de imagens digitais, comparando-se a diferença da região nesse intervalo de tempo de 10 anos. Como resultado, foi achado que houve um avanço da urbanização e do desmatamento na região, em detrimento das áreas de floresta.

**Palavras-chave:** BR-316, desmatamento, urbanização, sensoriamento remoto

## **INTRODUÇÃO**

O crescimento da economia e da população da cidade de Belém e cidades vizinhas de 1999 a 2008 gerou a busca de novos lugares para o desenvolvimento de empreendimentos, pois os centros ofertavam poucos espaços para atender a toda essa demanda gerada com o crescimento. Nesse sentido, os investimentos foram também direcionados a regiões mais afastadas do núcleo urbano, como ao longo da BR-316, principalmente no trecho de Belém ao município de Castanhal. Dentro dessa área de estudo, alguns lugares não sofreram tanta influência antrópica, mas outras foram bem mais afetadas. E um indicador para a maior antropização dessa área poderia ser obtido através do acompanhamento da variação do índice de vegetação.

Assim, a proposta deste trabalho é estudar o avanço da urbanização e do uso agrícola dessa área nesse período de crescimento econômico, com o uso de sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais, especificamente analisando a variação do índice de vegetação.

Partindo dessas premissas, pergunta-se: onde ocorreu a variação espacial da cobertura vegetal ao longo do eixo da BR-316, no Pará, no trecho Belém-Castanhal, obedecendo ao período de 1999 a 2008? Respondendo a essa pergunta, conseqüentemente, será detectado quais foram as regiões verdes ciliares a rodovia que foram mais afetadas nesse período.

A importância desse estudo ressalta-se no fato de que a degradação ambiental traz diversos danos como agressão ao clima local, à saúde das pessoas, dentre outros, como os que já ocorrem nas cidades há muito tempo.

O uso de índices de vegetação como parâmetro biofísico de atividade vegetativa, obtidos através de imagens de satélite, tem sido utilizado em estudos de variabilidade climática forçada pela vegetação, ciclos bioquímicos vegetais e quantificação de biomassa viva. Mas essas premissas também são verdadeiras para o uso desses índices na avaliação do estado da vegetação urbana, nativa ou implantada, fator de grande influência no micro clima urbano, no conforto ambiental e também na detecção de processos biológicos adversos que afetam essa vegetação, aqui vista como um indicador de problemas de saúde emergentes. (ALMEIDA, A. C. *et al.*, 2013, p.2)

Além disso, Gomes (2001) diz que uma “imagem digital é uma representação matemática de uma imagem real”, tornando esse estudo uma oportunidade de mostrar que essa ciência não é feita apenas de conceitos e ideias abstratas e que pode ser aplicada em problemas concretos, em situações do ambiente, pois:

O índice de vegetação pode ser definido como a derivada da curva de refletância espectral de objetos na superfície da terra, submetidos à iluminação da energia eletromagnética oriunda do sol e por isso, indica a taxa de absorção dessa energia por processos fotossintéticos e rejeição de comprimentos de ondas indesejáveis (ALMEIDA, A. C. *et al.*, 2013, p.2).

Como as imagens de satélite não fornecem uma curva contínua, e sim bandas discretas de comprimento de onda, usa-se uma aproximação por equações de diferença com a determinação numérica da derivada, como taxa de variação de absorção de energia ou índice de vegetação. (ALMEIDA, A. C. *et al.*, 2013, p.2)

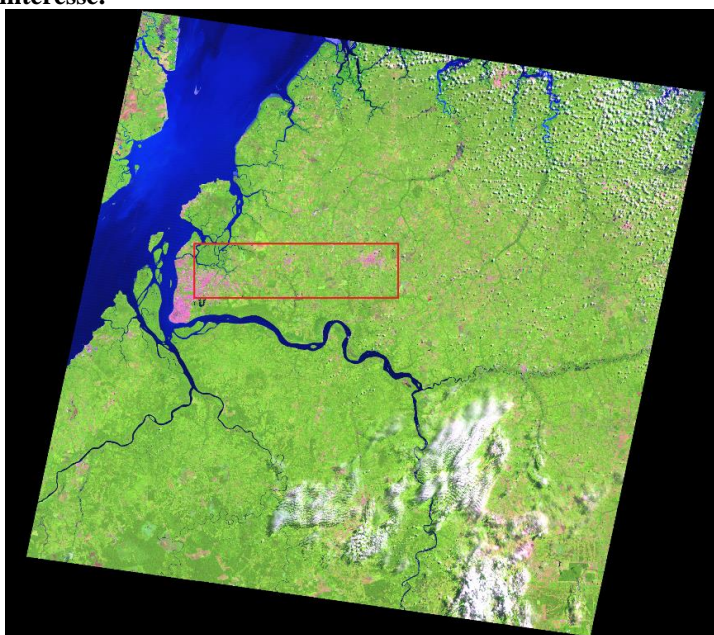
A variabilidade dos índices de vegetação é utilizada neste trabalho para avaliar a cobertura e uso do solo ao longo da área de estudo.

O objetivo geral é detectar a variação espacial da cobertura vegetal ao longo do eixo da BR-316, no Pará, no trecho Belém-Castanhal, obedecendo ao período de 1999 a 2008, usando índices de vegetação.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Todos os estudos serão feitos com base na imagem do LANDSAT 5 da órbita 223 ponto 061, Figura 1, que cobre a região de Belém, Castanhal e arredores, obtidas em 1999 e 2008. Para isso serão usadas as bandas do visível (B2 e B3) e a banda do infravermelho próximo (NIR), B4. As imagens usadas foram obtidas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para as atividades de processamento de imagens e de geoprocessamento foram usados os programas R e QGIS.

**Figura 1 - Imagem em RGB da cobertura da órbita 223 ponto 061 do ano de 1999 com destaque em vermelho da área de interesse.**



Fonte: Elaborada pelo autor (2014).

Essa imagem mostra as cores naturais da área abrangida pela órbita 223 ponto 061 do LANDSAT 5, mostrando o verde da vegetação, as nuvens e as áreas ocupadas na cor rosa. Observe que sobre a região de estudo não há presença de nuvens (em alguns casos pode ser fumaça, como de queimadas), validando os resultados encontrados.

## **Índice de vegetação**

O índice de vegetação pode ser definido como a derivada da curva de refletância espectral de objetos na superfície da terra, submetidos à iluminação da energia eletromagnética oriunda do sol e, por isso, indica a taxa de absorção dessa energia por processos fotossintéticos e rejeição de comprimentos de ondas indesejáveis (ALMEIDA *et al.*, 2013).

Como as imagens de satélite não fornecem uma curva contínua, e sim bandas discretas de comprimento de onda, usa-se uma aproximação por equações de diferença com a determinação numérica da derivada, como taxa de variação de absorção de energia ou índice de vegetação (ALMEIDA *et al.*, 2013).

Um exemplo de pré-processamento é a transformação de imagens através da técnica de “Modelo de Mistura” que permite transformar as bandas originais em bandas que têm sentido físico, como, imagens sombra, vegetação, e solo. Da mesma forma, diversos índices têm sido utilizados como, por exemplo, o NDVI ou IVDN (índice de vegetação) ou o MSAVI que minimiza o efeito do solo na análise da vegetação (BATISTA e DIAS, 2005).

## **NDVI**

O *Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI envolve a diferença e a soma entre estas duas bandas do infravermelho próximo e do vermelho, segundo a razão:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

A variabilidade do índice NDVI, que em português é Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, é utilizada neste trabalho para avaliar a vegetação ao longo da BR-316, no Pará, durante o período de 10 anos, de 1999 a 2008.

Os valores de NDVI computados variam de -1 a +1. A vantagem do NDVI é que ele tende a ser linearmente mais proporcional à biomassa. Também é mais apropriado quando se pretende fazer comparações ao longo do tempo de uma mesma área, pois é esperado de ser menos influenciado pelas variações das condições atmosféricas. Inúmeros trabalhos fizeram relação do NDVI com diversos aspectos da vegetação, tais como: medida de índice de área foliar, determinação da porcentagem de cobertura do solo, e estimativas da radiação

fotossinteticamente ativa, que foram usados em vários modelos para estudos de fotossíntese e sequestro de carbono (ALMEIDA, T. *et al.*, 2012).

Para geração de imagem classificada que condiz com a realidade geográfica, foi utilizado o método supervisionado K-médias. A imagem do NDVI da área de interesse de 1999 foi classificada em 5 classes conforme discriminadas no Quadro 1.

**Quadro 1. Faixas de NDVI e classes de cobertura e uso do solo em 1999.**

NDVI	CLASSE
-1,000 a -0,209	Água
-0,209 a 0,261	Área urbanizada
0,261 a 0,496	Campo
0,496 a 0,614	Plantação agrícola
0,614 a 1,000	Área de floresta

**Fonte: Elaborado pelos autores (2010).**

Para geração de imagem classificada da área de estudo de 2008 que condiz com a realidade geográfica, tal imagem foi classificada em 12 classes com intervalos iguais, isto é, 11 intervalos de 0,1113535455 cada, sendo 4 classes para água (cor azul), 4 para área urbanizada (vermelho), 2 para campo (verde fraco), 1 para plantação (verde intermediário) e 1 para floresta (verde escuro), discriminadas no Quadro 2.

**Quadro 2. Faixas de NDVI e classes de cobertura e uso do solo em 2008.**

NDVI	CLASSE
-1,000 a -0,175	Água
-0,175 a 0,270	Área urbanizada
0,270 a 0,492	Campo
0,492 a 0,604	Plantação agrícola
0,604 a 1,000	Área de floresta

**Fonte: Elaborado pelos autores (2010).**

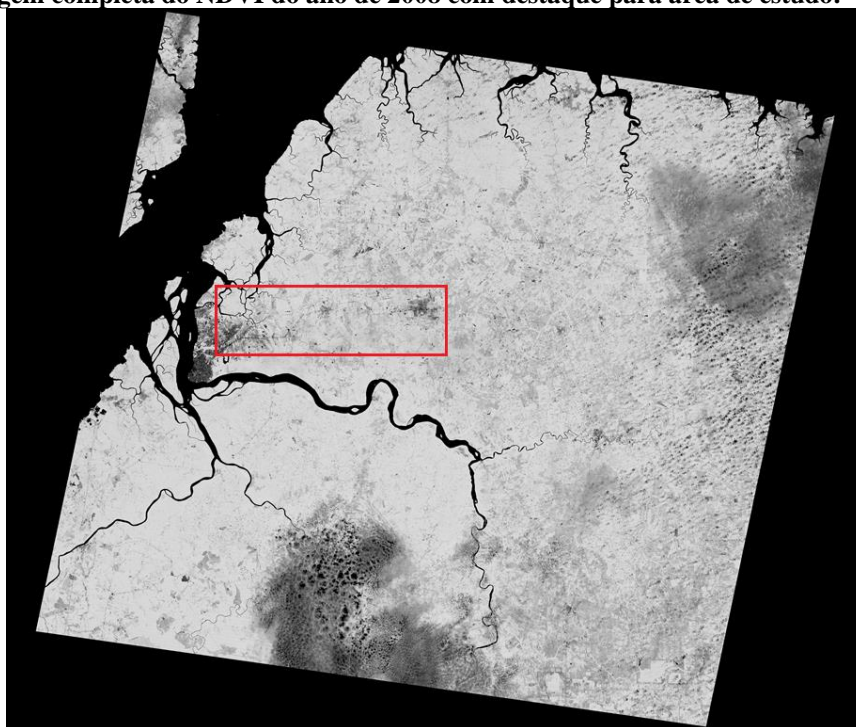
A soma de toda área de estudo foi calculada através da ferramenta “Área” do QGIS, que demarcando a área de interesse, nos fornece tal informação.

O algoritmo K-Médias faz agrupamento de áreas com índices de vegetação semelhantes, permitindo assim identificar áreas com grande cobertura vegetal e áreas urbanizadas. Para aplicação do K-Médias foram selecionadas 10 classes, após inspeção visual da imagem. Essas classes incluem água, áreas urbanizadas e florestas, dentre outras. O algoritmo K-Médias agrupa os dados em K dimensões do espaço, onde K refere-se ao número de bandas espectrais e/ou imagens envolvidas (Schowengerdt, 1983). Este algoritmo é baseado na regra de escolha do centro de média mais aproximada, dividindo a região em classes espectralmente homogêneas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para efeito de visualização do NDVI e utilizando as imagens registradas em 14 de agosto de 2008, Figura 2, é mostrada a imagem desse índice, identificando a área de estudo:

**Figura 2 - Imagem completa do NDVI do ano de 2008 com destaque para área de estudo.**



**Fonte: Elaborado pelos autores (2014)**

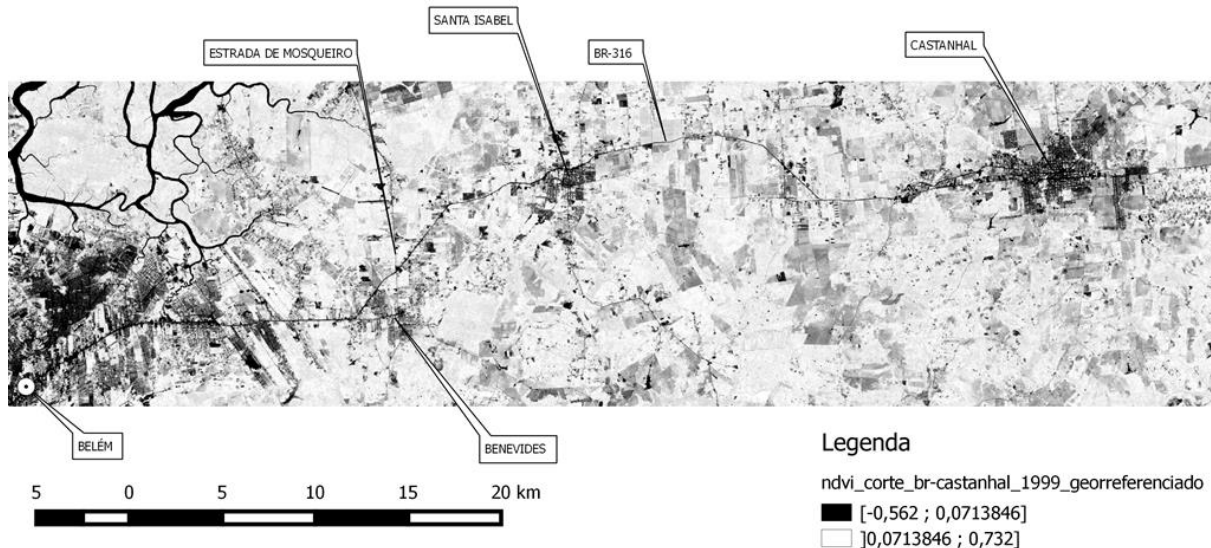
A tonalidade de cinza mais clara da imagem anterior é onde o NDVI mais se aproxima do valor 1, ou seja, é onde se encontra maior índice de vegetação. Assim como a tonalidade de cinza mais escuro apresenta menor índice de vegetação, identificando, por exemplo, áreas ocupadas. Também as nuvens têm tonalidade de cinza mais escuro, mas não significa que



abaixo delas não tenha vegetação. Observe que nos rios a cor é ainda mais escura, por conta da ausência de vegetação e presença de muito sedimento.

Na Figura 3, as imagens da área de estudo do NDVI de 1999, 2008 e a diferença entre elas. A região de interesse totaliza aproximadamente 1.132 Km<sup>2</sup>:

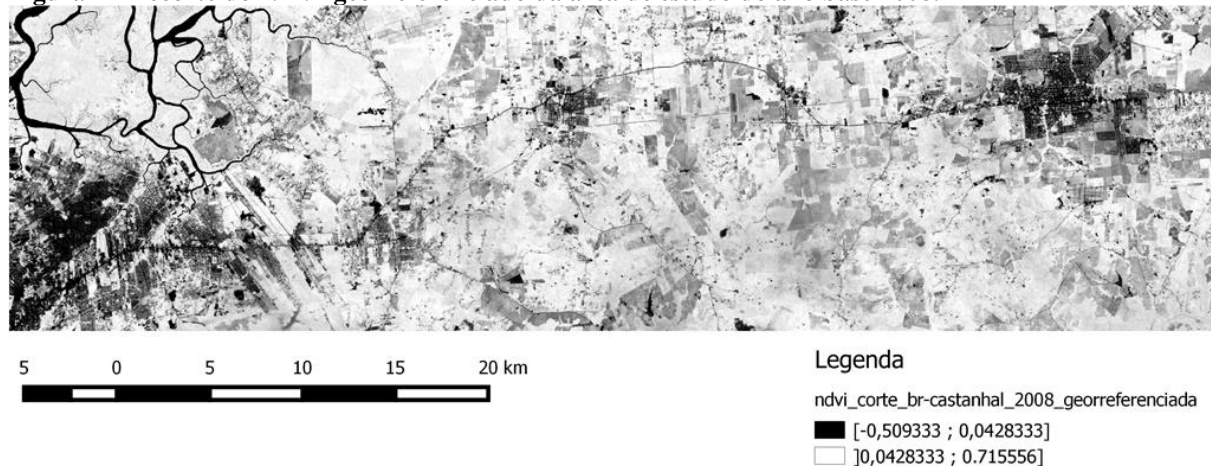
**Figura 3 - Recorte do NDVI da área de estudo do ano de 1999 e identificações de alguns lugares.**



**Fonte: Elaborado pelos autores (2014).**

A Figura 4, imagem do recorte do NDVI resultante de 1999 apresentou valores no intervalo de -0,562 a 0,732.

**Figura 4 - Recorte do NDVI georreferenciado da área de estudo do ano base 2008.**

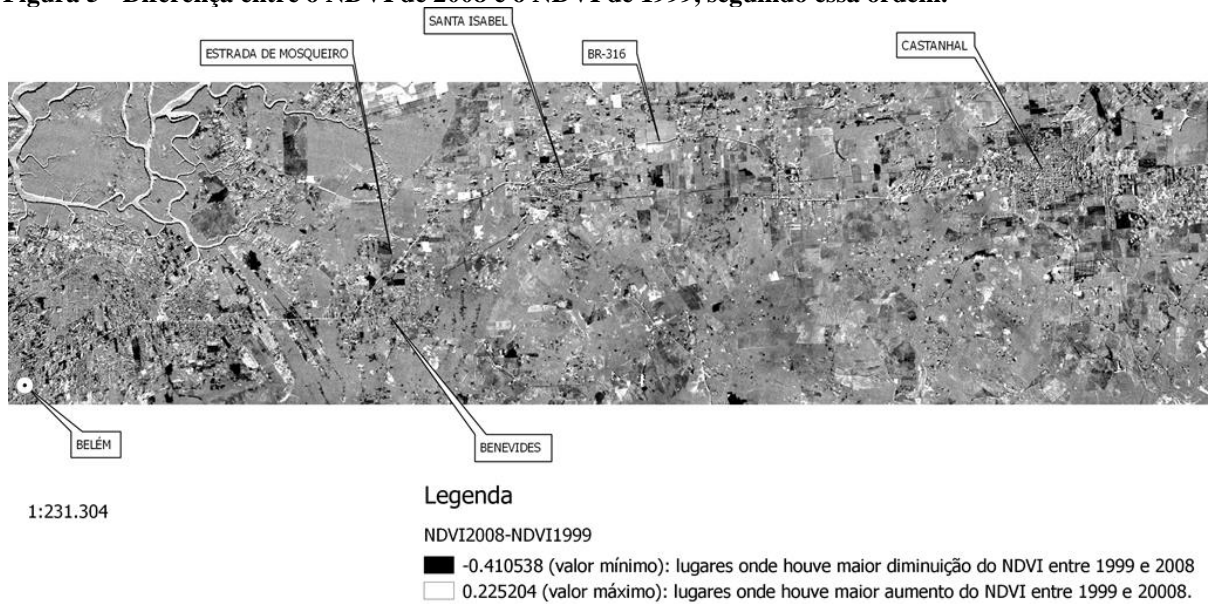


**Fonte: Elaborado pelos autores (2014).**

A imagem do NDVI da área de estudo de 2008 apresentou valores no intervalo de -0,509333 a 0,715556. Observe que tanto o mínimo, quanto o máximo do intervalo diminuíram, o que sugere que houve a diminuição de áreas verde e o aumento de regiões sem cobertura vegetal. Isso também pode ser identificado da seguinte forma: houve um aumento da parte mais escura (menor índice de vegetação), principalmente, em Benevides e em Castanhal, não por acaso nesses municípios surgiram muitos empreendimentos imobiliários nesse período.



**Figura 5 - Diferença entre o NDVI de 2008 e o NDVI de 1999, seguindo essa ordem.**

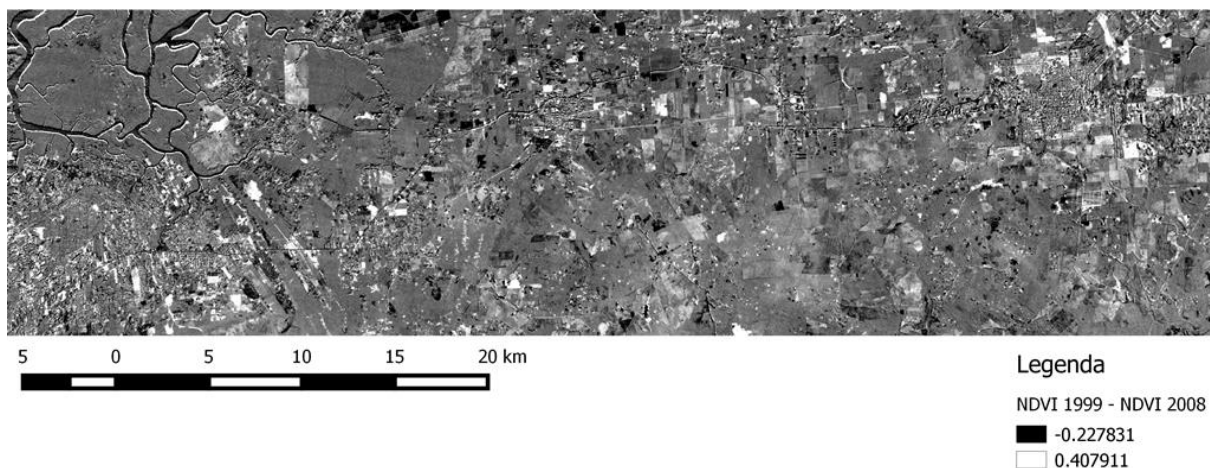


**Fonte: Elaborado pelos autores (2014).**

As áreas em preto indicam onde houve maior diminuição do NDVI entre 1999 e 2008 porque nesses lugares tal índice era menor em 2008 do que em 1999 e um valor menor subtraído de um valor maior resulta em um número negativo, isto é, perda de vegetação. Enquanto, que um valor maior de 2008 subtraído de um valor menor de 1999 resulta em um número positivo, e nesse caso, tem-se as áreas em branco onde houve maior aumento do NDVI entre 1999 e 2008, ou seja, um ganho de vegetação. Além disso, percebe-se que o intervalo  $[-0,410538 ; 0[$  é maior que o intervalo  $]0 ; 0,225204]$ , o que significa que houve mais perda do que ganho de vegetação nesse período. Destaca-se, na figura anterior, a área metropolitana de Belém e o entorno do centro de Castanhal, onde aparecem com maior presença dessas áreas pretas (perda de vegetação) do que em outros municípios.

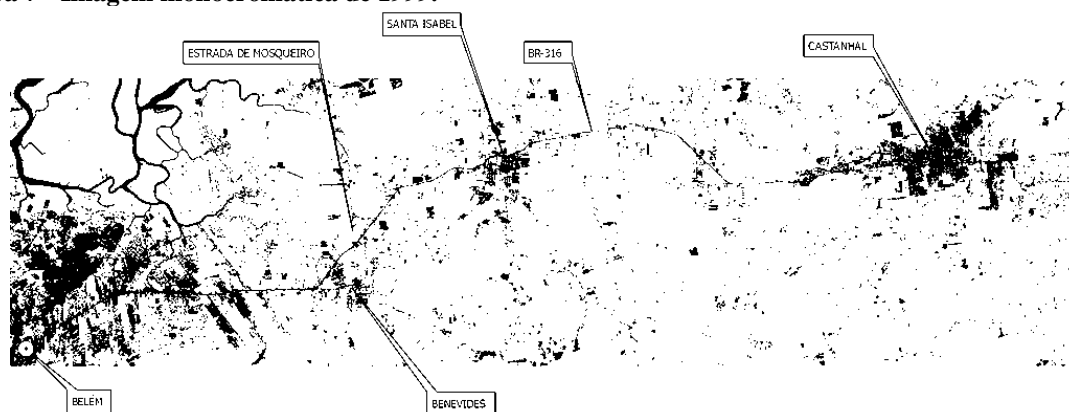
Na Figura 6 foi realizada mudança de contraste e observando os valores mínimo e máximo, percebe-se, agora, um maior intervalo positivo do que negativo, isso se deve ao fato de que em 1999 havia mais vegetação do que em 2008, ou seja, neste momento as áreas brancas indicam perda no índice de vegetação. Essa imagem mostra bem que as áreas brancas ocupam mais espaço do que as áreas pretas, reforçando que houve mais perda do que ganho no índice de vegetação, e também mostra, mais uma vez, que a região metropolitana de Belém e o município de Castanhal, foram os locais mais prejudicados.

**Figura 6 - Diferença entre o NDVI de 1999 e o NDVI de 2008, seguindo essa ordem.**



Fonte: Elaborada pelos autores (2014).

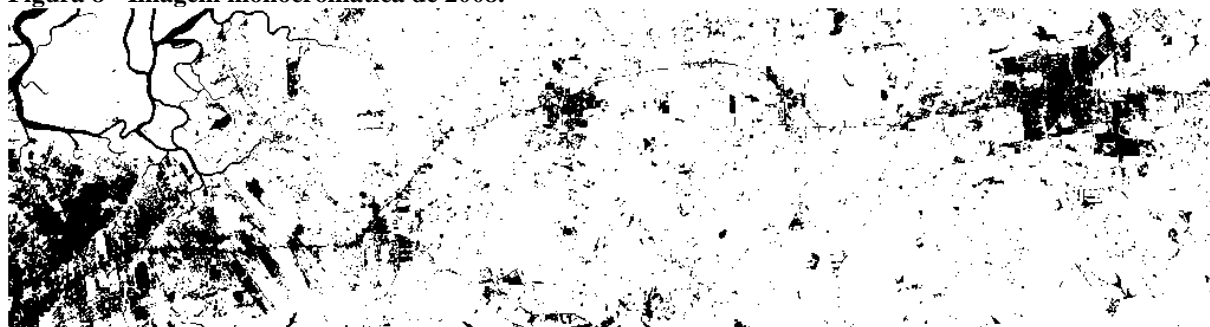
**Figura 7 - Imagem monocromática de 1999.**



Fonte: Elaborada pelos autores (2014).

Na Figura 7, tem-se a imagem monocromática do NDVI de 1999 mostrando áreas em preto, onde não há nenhum tipo de vegetação.

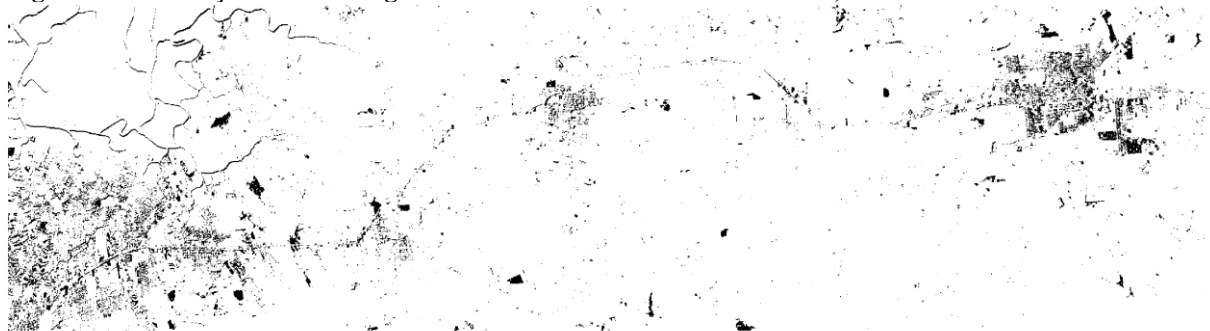
**Figura 8 - Imagem monocromática de 2008.**



Fonte: Elaborada pelos autores (2014).

Na Figura 8 mostra bem que houve um aumento de áreas sem nenhum tipo de vegetação no município de Santa Isabel, na Grande Belém (até o município de Benevides), mas, principalmente, no município de Castanhal.

**Figura 9 - Diferença entre as imagens monocromáticas de 2008 e de 1999, nessa ordem.**



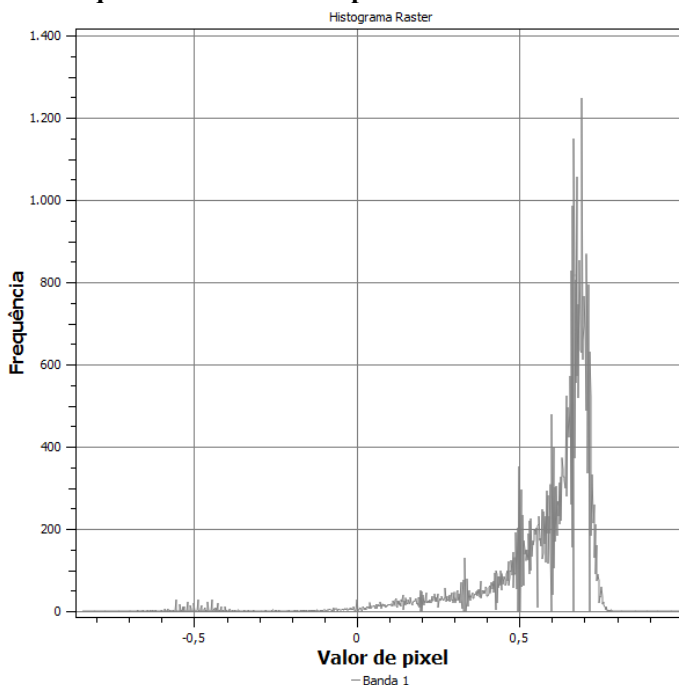
**Legenda**

- ndvi 2008 monocromático - ndvi1999 monocromático
- Áreas atingidas entre 1999 e 2008
- Áreas que não sofreram influência entre 1999 e 2008

**Fonte: Elaborada pelos autores (2014).**

A Figura 9 mostra aonde houve e não houve variação na cobertura vegetal da área de estudo entre 1999 e 2008. As regiões de preto são as áreas atingidas de alguma maneira, isto é, que sofreram alguma influência em sua vegetação, e as de branco identificam áreas que não sofreram nenhuma influência em sua vegetação ao longo desses 9 anos. Novamente, observe que a Grande Belém e Castanhal apresentaram muitas mudanças nesse período.

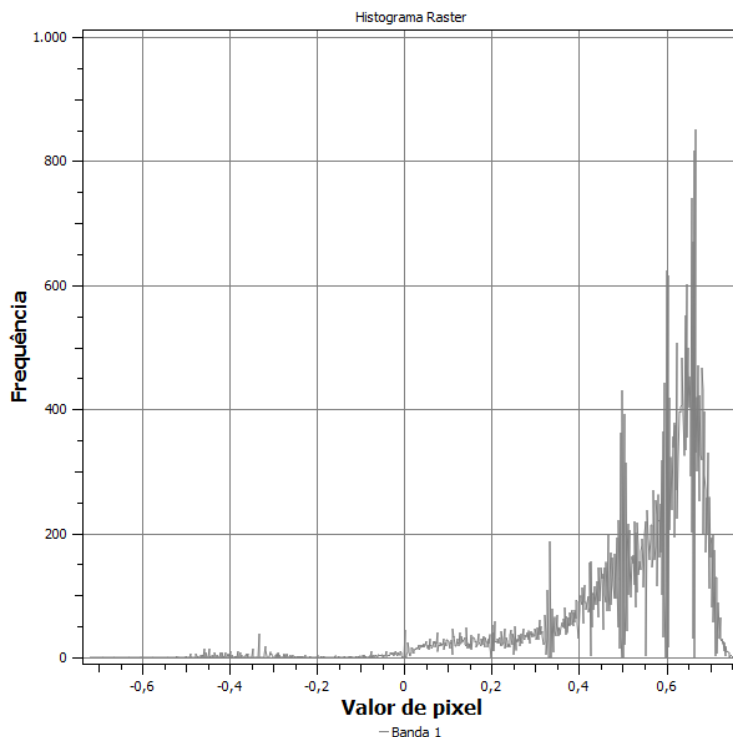
**Figura 10 - Distribuição da frequência dos valores de pixels do NDVI da área de estudo do ano de 1999.**



**Fonte: Elaborada pelos autores (2014).**

Observa-se na Figura 10 que o valor de pixel em torno de 0,7 foi o que apresentou maior frequência, sendo que este valor indica uma boa vegetação. O gráfico mostra que mais de 1200 pixels apresentam esse valor.

**Figura 11 - Distribuição da frequência dos valores de pixels do NDVI da área de estudo do ano de 2008.**



**Fonte:** Elaborada pelos autores (2014).

Observa-se na Figura 11 que o valor de pixel em torno de 0,66 foi o que apresentou maior frequência. Esse valor indica vegetação. O gráfico mostra que mais de 800 pixels apresentam esse valor.

Comparando as duas imagens anteriores de distribuição de frequência, percebe-se que o valor do índice mais frequente baixou de, aproximadamente, 0,7 em 1999 para, em torno de 0,66 em 2008. O que significa que nesse intervalo de tempo houve uma diminuição da densidade da floresta Amazônia presente na área de estudo, o que é confirmado ainda pela diminuição da quantidade de pixels mais frequentes de 1200 no ano de 1999 para 800 em 2008.

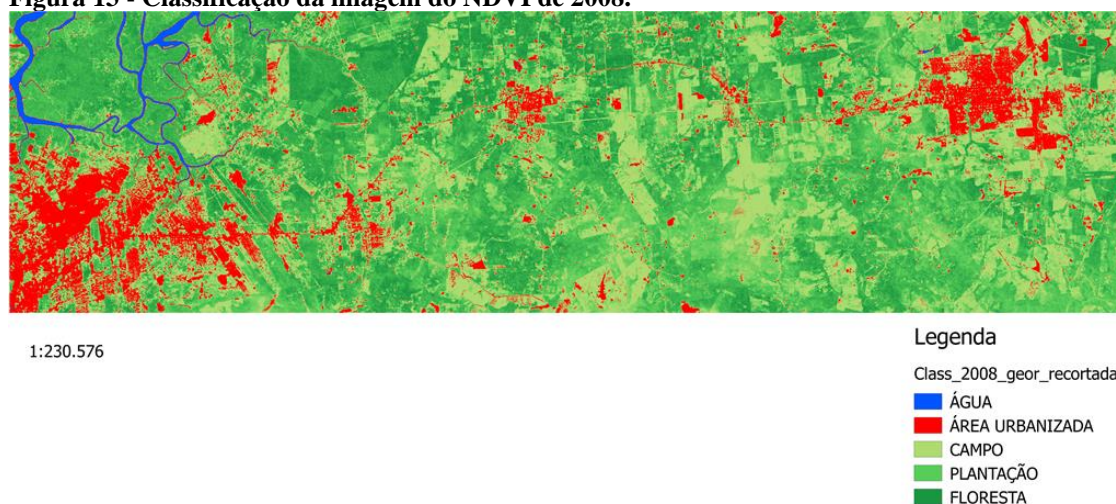
**Figura 12 - Classificação da imagem do NDVI de 1999.**





Fonte: Elaborada pelos autores (2014).

**Figura 13 - Classificação da imagem do NDVI de 2008.**



Fonte: Elaborada pelos autores (2014).

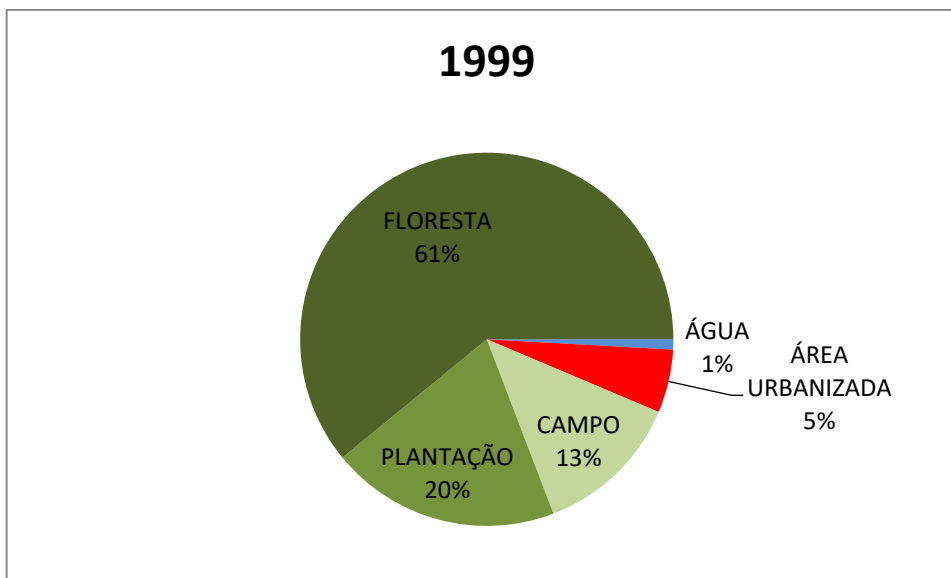
Visivelmente, percebe-se um aumento da área urbanizada nesse período em regiões já mencionadas anteriormente: Grande Belém, Santa Isabel e, de forma considerável em Castanhal. Vale ressaltar também, através dessas imagens classificadas, um notável aumento da área utilizada como campo, indicando um possível crescimento na atividade agropecuária.

**Quadro 3 – Área de cada classe em Km<sup>2</sup>.**

USO DO SOLO ANO	ÁGUA	ÁREA URBANIZADA	CAMPO	PLANTAÇÃO	FLORESTA
1999	10	62	145	225	689
2008	9	94	222	285	522

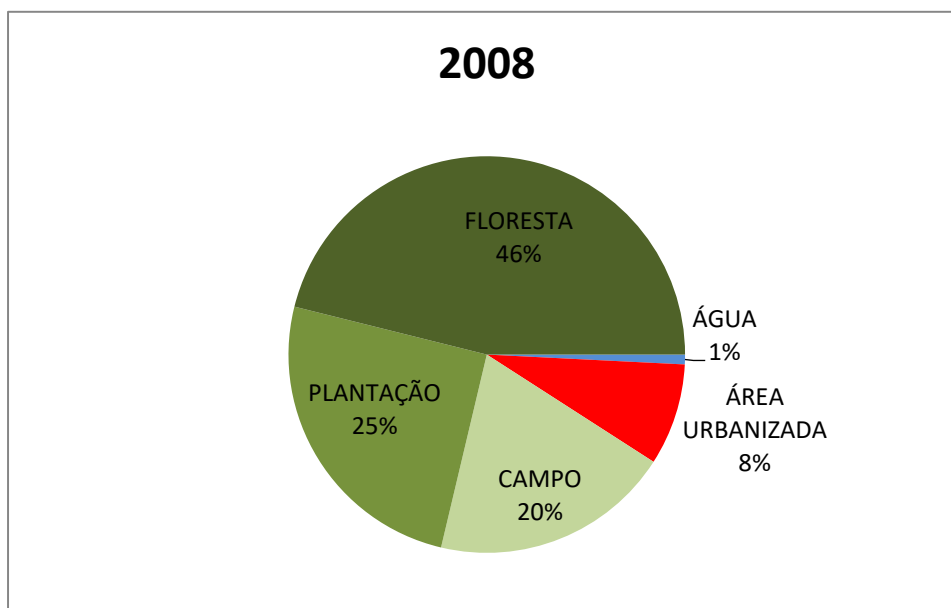
Fonte: Elaborada pelos autores (2014).

**Gráfico 1 - Percentual do tamanho territorial em Km<sup>2</sup> de cada classe da área de estudo em 1999.**



Fonte: Elaborada pelos autores (2014).

Gráfico 2 - Percentual do tamanho territorial em Km<sup>2</sup> de cada classe da área de estudo em 2008.



Fonte: Elaborada pelos autores (2014).

Examinando os gráficos 1 e 2, percebe-se que houve uma diminuição da floresta amazônica na área de estudo. No entanto, não coincidentemente, houve um aumento da área de plantação, campo e área urbanizada. No Quadro 4, o estudo da classe água não foi realizado, pois esta não evidenciou muita alteração.

Quadro 4 - Variação percentual da área de cada classe no período de 1999 a 2008.

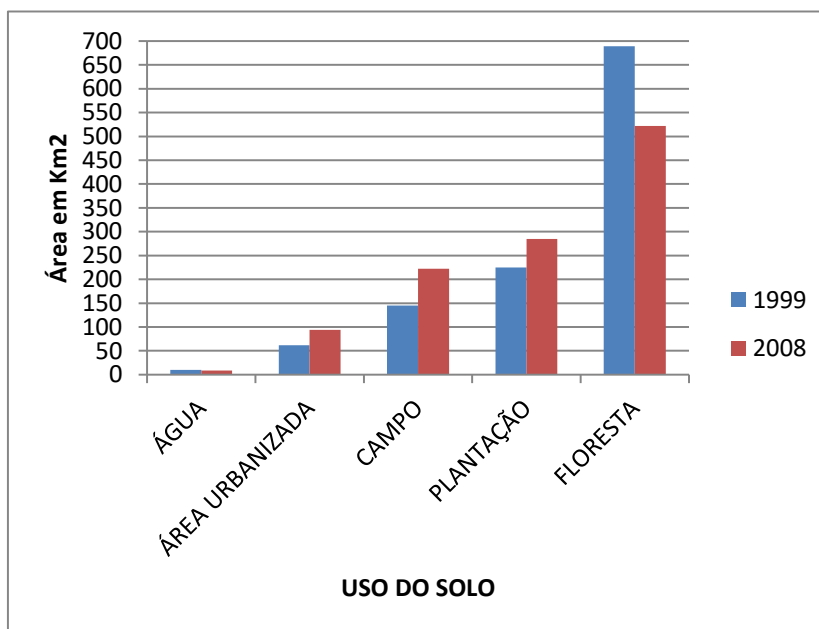
	ÁREA URBANIZADA	CAMPO	PLANTAÇÃO	FLORESTA
Varição Percentual	51,6%	53,1%	26,7%	-24,2%

Fonte: Elaborada pelos autores (2014).

Nesse período, a área urbanizada aumentou em 51,6%, isto é, mais que a metade da área de 1999. Seguindo essa mesma perspectiva, a área de campo cresceu 53,1% nesse período. Supostamente, estas são áreas que foram desmatadas para servir de pastos na criação de gado e outros animais, sem falar nos empreendimentos imobiliários, como loteamentos (muito presente ao longo da BR-316 e nas regiões mais afastadas de Castanhal, por exemplo), que preservaram um campo rasteiro em certas áreas. Nesse período, também houve uma elevação no uso do solo para agricultura (plantação) de 26,7%. E, dessa maneira, a área florestal da região sofreu uma perda territorial de 24,2%, devido à exploração madeireira, abertura de pastos e campos, assim como o aumento da urbanização e da agricultura, ou seja, os aumentos das outras áreas estudadas levaram à diminuição da área verde densa.

No Gráfico 3, pode-se observar a variação da cobertura do solo da região estudada nos anos de 1999 e 2008:

Gráfico 3 - Variação do uso do solo da área de estudo em 1999 e 2008.



Fonte: Elaborada pelos autores (2014).



Esse gráfico vem reforçar a diminuição da cobertura vegetal da classe floresta entre 1999 e 2008, assim como o aumento territorial das outras classes: área urbanizada, campo e plantação.

Os resultados mostraram que o município de Castanhal, notavelmente, apresentou grande variação no uso do solo. Além disso, segundo o IBGE, no período de 2000 a 2007, a população de Castanhal cresceu em torno de 13%, enquanto a população de Belém apenas 10%.

## **CONCLUSÃO**

Com o uso de imagens de índice de vegetação adquiridas por satélite verificou-se boas possibilidades de uso dessa técnica no estabelecimento de um sistema de análise e avaliação para as condições de cobertura e uso do solo na rodovia federal BR-316, componente ambiental importante no nível de qualidade de vida das pessoas que moram ou passam nela.

Os resultados mostraram que houve sim uma variação no uso do solo na área de estudo entre 1999 e 2008, principalmente em Castanhal e na Grande Belém. Essas informações digitais podem nortear ações do poder público que tem impacto na qualidade de vida dos povoados, dando base técnica para o planejamento de ações e obras públicas em resposta às variações da vegetação. Adicionalmente, com a utilização de imagens na banda infravermelha, esse tipo de sistema pode ser ampliado para uma efetiva gerência dos causadores desses impactos.

## **REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, T.; MENESES, P. R. (Org.). *Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto*. Brasília: UnB, 2012.

BATISTA, G. *Apostila Introdutória de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento*. Departamento de Agronomia. Universidade de Taubaté: 2003.

BATISTA, L. V. *Introdução ao Processamento Digital de Imagens*. 2005. Disponível em: <<http://www.di.ufpb.br/leonardo/pdi/PDI2005.pdf>> Acessado em: 02/02/14.

BATISTA, G. T. DIAS, N. W. *Introdução ao Sensoriamento Remoto e Processamento e Imagens*. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (XII SBSR). Goiânia, 2005.

GOMES, O. F. M. *Processamento e Análise de Imagens Aplicados à Caracterização Automática de Materiais*. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Ciências de Materiais e Metalurgia. Rio de Janeiro, 2001.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Os satélites Landsat 5 e 7*. Divisão de Geração de Imagens. 1999. Disponível em: <[http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57\\_PT.php](http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php)>. Acesso em: 02/02/2014.

NOVO, E. M.L.M. *Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações*. Ed. Edgard Blucher Ltda., 3ª Edição, São Paulo, 2008. 363 p.

PEREIRA, C. S; ALMEIDA, A. C.; COSTA, J. A.; ROCHA, B. R. P. *Índice de Vegetação como Alerta de Mudanças na Vegetação Urbana das Cidades*. IV Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana / I Encontro Nacional de Tecnologia Urbana. Rio de Janeiro, 2013.

SANTOS, A. R. *Apostila de Sensoriamento Remoto*. Alegre, 2013.

SCHOWENGERDT, R. A., *Techniques for image processing and classification in remote sensing*. Academic Press, New York, 1983.

VIEIRA, P. A. *Uma viagem pela Terra com o Landsat 8*. O Eco: Geonotícia, 02/06/13. Disponível em: < <http://www.oeco.org.br/geonoticias/27235-uma-viagem-pela-terra-com-o-landsat-8>>. Acessado em 02/02/14.

YOSHIOKA, H.; MIURA, T.; DEMATTÊ, J. A. M.; BATCHILY, K.; HUETE, A. R. *Derivation of Soil Line Influence on two-band Vegetation Indices and Vegetation Isolines*, Remote Sensing, vol. 1, pp. 842-857. 2009.

## **OS TRIBUTOS COMO INSTRUMENTOS DE INTERVENÇÃO NA ECONOMIA AMBIENTAL**

**MARIA DAS GRACAS BARBOSA PENELVA**

**RESUMO:** O presente artigo tem como diretriz analisar o Sistema Tributário Nacional, observando o pacto federativo vigente, face ao federalismo fiscal existente em nosso ordenamento constitucional. No passeio constitucional é mister, o estudo dos princípios tributários que regem a estrutura de cobrança tributária no país. Perpassando pelos mecanismos de intervenção no domínio econômico e como a economia ambiental se relaciona com essas formas de intervenção estatal. E, ainda de que forma, os tributos podem ser utilizados como instrumento de intervenção na economia ambiental.

**Palavras-chave:** Palavras-chave: Tributo, meio ambiente, economia ambiental

## **INTRODUÇÃO**

A premissa desta pesquisa é orientar a interação entre a cobrança tributária e a economia ambiental; os mecanismos de integração entre desenvolvimento econômico, equilíbrio sustentável e “justa” tributação.

Para tal análise é imprescindível compreender o Sistema Tributário Nacional, previsto em nosso ordenamento constitucional, em especial as possibilidades de imposição tributária e suas limitações ao poder de tributar.

Ainda vale inferir acerca das formas de intervenção no domínio econômico. A necessidade interventiva do Estado decorre do: modelo de exploração capitalista e os índices de consumo da sociedade atual, bem como aquele dispendido em torno das práticas e comportamentos potencialmente produtores de situações de risco, em razão do modelo de organização econômica, política e social, expõem o ambiente, progressiva e constantemente em risco. ( LEITE, 2002)

O poder público tem obrigação de salvaguardar o direito fundamental ao meio ambiente equilibrado e, ao mesmo tempo, garantir o desenvolvimento econômico sustentável, para tanto, pode eleger alguns recursos de intervenção na economia privada, visando garantir meio regulatórios de proteção ambiental, como o instrumental tributário.

O planeta vive, pois, a decadência do “Estado desenvolvimentista”, quando este encontra seus limites na questão ambiental com recursos findos. Urge, pois, que sejam tomadas medidas no sentido de implementar o desenvolvimento sustentável. (TRENNEPOHL,2018).

É imperioso buscar com urgência mecanismos para coligar a tríade atuação estatal: arrecadação, concessão de incentivos fiscais e proteção ao ambiente natural. Nasce, então a Tributação Ambiental, que concilia a necessidade/utilidade de arrecadar de tributos e obrigação/dever de preservar o meio ambiente equilibrado para as gerações presentes e futuras.

## **OBJETIVOS**

- Estudar O Sistema Tributário Nacional, apontando os princípios constitucionais tributários e as limitações ao poder de tributar;
- Demonstrar a cobrança tributária e suas consequências face ao federalismo fiscal brasileiro e as formas de intervenção no domínio econômico;
- Apresentar mecanismos de tributação em consonância com a economia ambiental.

## **METODOLOGIA**

Esta pesquisa utilizará como suporte metodológico a análise dos tributos como instrumentos de intervenção no domínio econômico e, especialmente, sua inter-relação com pacto federativo nacional. A pesquisa realizada, do ponto de vista de sua natureza, será bibliográfica; ponto de vista do objetivo será exploratória e do ponto de vista de sua abordagem será quali-quantitativa. Aplicando o método indutivo, sua técnica de observação indireta com registro bibliográfico e documental.

## **RESULTADOS**

O atual Sistema tributário Nacional está inserido na ordem constitucional a partir do artigo 146 da Constituição Federal de 1988, onde encontramos as espécies tributárias existentes no ordenamento jurídico, bem como as limitações ao poder de tributar, onde estão disciplinados os princípios constitucionais tributários.

Os princípios tributários representam o limite da tributação imposta ao ente tributante, no que se refere a sua criação e majoração e, são considerados cláusulas pétreas, isto é, insuscetíveis de alteração, até mesmo através de Emenda constitucional.

O princípio da legalidade, mandamento primeiro em matéria tributária, versa sobre a obrigatoriedade de lei na criação e majoração de tributo. Nenhum tributo pode integrar o mundo jurídico tributário, sem prévia e expressa caracterização legal.

Anterioridade é princípio tributário previsto no art. 150, II, "b", o qual disciplina que União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios estão proibidos de cobrar tributo no mesmo exercício financeiro ou antes do interstício de noventa dias da data em que fora publicada a lei que instituiu ou aumentou o mesmo.

O princípio da vedação de confisco impõe que o tributo não pode ter efeito confiscatório. Significa dizer que o tributo não pode ser cobrado além das forças econômicas do contribuinte, este não pode ser privado de sua condição básica de subsistência para arcar com o ônus tributário. O valor da exação deve ser justo e razoável a capacidade de contribuir de cada jurisdicionado.

Cabe ressaltar que o confisco é uma espécie de penalidade relativa a uma infração cometida e o tributo jamais pode ter caráter de sanção, em hipótese alguma será originado de ato ilícito.

O princípio da seletividade do ICMS e IPI é mensurado pela essencialidade do produto industrializado e comercializado; quanto mais essencial o produto menor sua tributação, ao contrário, quanto mais supérfluo maior rigor terá em sua carga tributária.

Estas limitações constitucionais fazem parte do arcabouço de limitações ao poder de tributar imposto pelo legislador tributário que, ao instituir e majorar tributo vê-se cercado dessas enredas legais.

Todavia, não obstante essas amarras constitucionais, o legislador tem liberdade de criar e reestruturar tributos que possam colaborar com o desenvolvimento da economia ambiental. E afinal, um incisivo questionamento está no rol de perquirições: como relacionar tributos a economia ambiental?

As normas ambientais também estão estatuídas no nosso ordenamento jurídico e no compêndio constitucional tem como pilar proteger o meio ambiente, afirmando que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

As normas ambientais são essencialmente voltadas a uma relação social e não a uma assistência a natureza. Tais normas e proteção ao meio ambiente são reflexos de uma constatação paradoxal resumida no dilema: a sociedade precisa agir dentro de seus

pressupostos industriais; porém estes mesmos pressupostos destinados ao prazer e ao bem-estar podem acarretar desconforto, doenças e misérias. ( Derani, 2008)

É fundamental não dissociar a relação entre desenvolvimento econômico, conservação de recursos naturais e necessidade do estado de arrecadar receitas tributárias para custear as necessidades coletivas. É nesse viés que se reclama políticas públicas que possam acolher e incentivar práticas de atividades econômicas compatíveis com a preservação de recursos naturais e, ainda que este empreendimento possa ser recompensado com a fruição de uma política tributária diferenciada.

O artigo 170 da nossa Carta Magna remonta aos princípios que regem a atividade econômica, assegurando a valorização do trabalho e a livre iniciativa, livre concorrência, em contrapartida impõe como forma de intervenção no domínio econômico a defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diversificado, conforme impacto ambiental de produtos e serviços na sua elaboração e prestação.

O poder público não existe para subjugar a liberdade profissional e empresarial das pessoas físicas e jurídicas. De outro lado, não pode ficar omissa ou indiferente ao uso do meio ambiente. ( Machado, 2014).

Do cotejo dessa análise, surgem como alternativas algumas possibilidades de encontro entre tributação e proteção ao meio ambiente, aliado ao desenvolvimento econômico, fruto da economia ambiental. Destaca-se:

O primeiro instrumento utilizado na denominada tributação ambiental é o ICMS-ECOLÓGICO. O ICMS é um imposto de competência dos Estados e do Distrito Federal, aliás o mais lucrativo de todos os impostos previstos no Sistema Tributário Nacional, segundo estudo do Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário (IBPT). Sua incidência funda-se na circulação de mercadoria e na prestação de serviço de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação

O ICMS é um imposto que incide sobre operações relativas à circulação de mercadorias. O imposto também incide sobre serviço de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação. Esses serviços somente serão tributados, contudo, quando forem prestados com intuito de lucro e com habitualidade, ou seja, se caracterizar uma atividade econômica constante do prestador.



A nossa Lei Maior instituiu o federalismo fiscal, oriundo desse sistema surge o repasse de recursos dos entes tributantes, no caso União e Estados. O mandamento constitucional ressalta a Repartição das receitas tributárias dos impostos, prevista no artigo 158. Nesse liame consta a distribuição de receita dos Estados aos municípios, onde será destinado 25% de toda arrecadação do ICMS para o ente municipal. Esse total angariado pela Unidade Federada deve ser repassado ao município onde ocorreu o fato gerador desse imposto.

Esse repasse já é uma obrigação constitucional, mas o ponto relevante da caracterização do ICMS ECOLÓGICO consiste em que, deste percentual repassado,  $\frac{1}{4}$  seja destinado ao que dispuser a lei estadual, nesse contexto alguns Estados adotaram a destinação desse recurso para minimizar impactos ambientais.

O ICMS ecológico foi criado pelo Estado do Paraná, em 1991 e daí seguido, posteriormente, por outros Estados, com a finalidade de trazer compensação aos municípios que possuem Unidade de Conservação ambiental e tracem em sua política local, estratégias de proteção ao meio ambiente.

Hoje, o ICMS ECOLÓGICO já é adotado nos Estados do Amapá, Acre, Pará, Ceará, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Piauí, Pernambuco, São Paulo, Tocantins, dentre outros.

Apesar do valor do repasse tributário ser ínfimo, cabe aso Gestores municipais otimizá-los, empregando-se ações que visem políticas sustentáveis, como por exemplo a implantação de energias renováveis, políticas de preservação de recursos naturais, estímulo ao ecoturismo, combate às queimadas, obediência a legislação de resíduos sólidos, dentre as diversas alternativas de garantir medidas de políticas sustentáveis.

No Estado do Pará, o ICMS ecológico foi instituído pela Lei nº 7638, de 12 de julho de 2012, passou a ser utilizado em 2013, com percentual de 2% do imposto repassado aos Municípios e, aumentado gradativamente seu percentual de destino para 8% em 2016.

Conforme preceitua a lei São beneficiados pelo critério ecológico os municípios que abriguem em seu território unidades de conservação e outras áreas protegidas, participem de sua implementação e gestão, requisitos que compõem o critério ecológico

Alguns Estados já estão adotando benefícios fiscais de isenção e redução de base de cálculo redução de ICMS para produtos orgânicos, pois é um verdadeiro contra senso, pois há isenção deste imposto para agrotóxicos e demais produtos utilizados como adubo que são extremamente nocivos à saúde e ao meio ambiente, no entanto, os produtos orgânicos são desprovidos de qualquer benefício fiscal.

A ausência de incentivos tributários faz com que o produto seja menos consumido, visto que seu custo é, em média, 40 % mais alto que do produto com agrotóxico, seu preço ao consumidor final, conseqüentemente, torna-se mais alto.

ISS VERDE é outro projeto interessante que prevê redução da tarifa (base de cálculo ou alíquota) de ISS ( Imposto sobre serviço de Qualquer Natureza) para empresas que possuam projetos e práticas de proteção ambiental, dentre essas práticas estão os empreendimentos turísticos que incentivem o ecoturismo como “pesque e solte”, onde o peixe retorna ao habitat natural, após a diversão. Ainda, há incentivo para as empresas de construção civil que promova construções sustentáveis.

Segundo definição proposta pelo Ministério do Meio Ambiente “Construção sustentável é um conceito que denomina um conjunto de medidas adotadas durante todas as etapas da obra que visam a sustentabilidade da edificação. Através da adoção dessas medidas é possível minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente além de promover a economia dos recursos naturais e a melhoria na qualidade de vida dos seus ocupantes.”

Ainda, prescreve o órgão que uma obra sustentável leva em consideração todo o projeto da obra desde a sua pré-construção onde devem ser analisados o ciclo de vida do empreendimento e dos materiais que serão usados, passando por cuidados com a geração de resíduos e minimização do uso de matérias-primas com reaproveitamento de materiais durante a execução da obra até o tempo de vida útil da obra e a sustentabilidade da sua manutenção.

O projeto IPVA VERDE, já instituído em alguns Estados como Rio de Janeiro e São Paulo, traz como tributação ambiental a redução de imposto para veículos menos poluentes, em contrapartida aumenta a tributação para os veículos com maior nível de emissão tóxica.

O critério de nível de poluente será concedido pelo IBAMA. Desde 2009, o órgão governamental informa os níveis de emissão de gases de todos os veículos leves produzidos no país. Cada modelo analisado recebe como avaliação de uma a cinco estrelas, nota máxima oferecida aos melhores em eficiência ambiental. A referida classificação tem como base a emissão de CO<sub>2</sub> e compostos equivalentes, que contribuem para o aquecimento global, e de gases inimigos da saúde, como o dióxido de enxofre.

Imposto de Importação zero para automóveis movidos 100% a eletricidade ou hidrogênio, sendo a tecnologia de recarga na tomada foi outra intervenção do Estado no domínio econômico para reduzir impactos ambientais na emissão de poluentes urbanos.

O Governo Federal zerou a alíquota do Imposto de Importação para automóveis movidos 100% a eletricidade ou hidrogênio, através da Resolução 97/2015 da Camex (Câmara de Comércio Exterior). A alíquota do imposto que pairava na casa de 35% na entrada de automóveis importados no Brasil passa para tributação 0%. E, atualmente, há projeto de lei para estabelecer isenção do imposto para esta categoria de veículos.

Todas essas possibilidades deliberadas pelo no sistema Tributário Nacional podem ser capitaneadas pelo legislador tributário para encapá-las como recursos atraentes a economia ambiental.

## **CONCLUSÕES**

É clara e notória a interação presente entre tributação, economia e meio ambiente sustentável. Nessa composição observamos: a compreensão do direito ambiental como um conjunto de normas intrinsecamente vinculado à produção econômica permite a visualização mais ampla das finalidades das prescrições normativas que agrupa. A proteção dos recursos naturais não se esgota na vontade de proteger a natureza, mas objetiva a manutenção de uma prática econômica socialmente desenvolvida. ( Derani, 2008)

O direito ambiental, como os demais ramos do direito, é pautado em princípios norteadores. Princípio significa proposição elementar e fundamental que embasa um determinado ramo de conhecimento ou proposição lógica básica em que se funda um pensamento. ( Delgado, 2005)

O primeiro princípio ambiental é o princípio da precaução, definido na Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que assim previu “De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental”.

Segundo a teoria de (Machado, 2014) a cooperação consiste em uma imposição do dever de todos os brasileiros em preservar e proteger os recursos naturais.

Os princípios da Precaução e Cooperação são pilares de qualquer política relacionada a preservação e proteção do meio ambiente. A precaução é primordial para proteção do ambiente, pois ocorre antes se realize a ação gravosa a natureza. Quantos incidentes geraram verdadeiras catástrofes ambientais, quando poderiam ter sido evitadas com medidas de prevenção inteligentes. Em regra, é muito menos oneroso precaver que remediar.

A Cooperação entre os atores responsáveis pela preservação do meio ambiente equilibrado é outra viga mestra, sustentadora de todo arcabouço estrutural que rege normas e princípios ambientais. Dentre esses atores partícipes no processo de preservação ambiental, encontra-se o Estado e o empresário. Então, porque não conciliar interesse de ambos, através do instrumento tributário para criar mecanismos que reduzam a carga tributária, tão cobiçada pelo empresário e, em contrapartida, o Estado lhe impõe uma atuação sustentável, mantendo o equilíbrio e preservação do meio ambiente. Ou seja, estaremos diante de uma verdadeira economia ambiental, patrocinada pela ferramenta tributária, aliado ao desenvolvimento econômico sustentável.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por todos os pontos expostos neste estudo, é límpido observar a atuação que a legislação tributária pode desempenhar em sua função extrafiscal, isto é, enveredar para uma função, eminentemente, social e ambiental de se materializar em um eficiente instrumento para o desenvolvimento econômico sustentável.

É notório, o leque de possibilidades que o Direito Tributário pode protagonizar servindo de suporte a política de preservação do meio ambiente, pois através da redução da carga tributária, o particular pode, em contraponto, investir em recursos capazes de proporcionar melhor qualidade de vida e ambiente saudável.

Nessa esteira, avia-se que a estrutura tributária tem a faculdade de minimizar os efeitos da degradação ambiental, proporcionando, como prescreve o mandamento constitucional: a preservação do meio ambiente para a presente e futuras gerações.

## **REFERÊNCIAS**

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988

CARRAZZA, Roque Antônio. Curso de Direito Constitucional Tributário. 33<sup>o</sup> ed. São Paulo: Malheiros, 2021.

CONTI, José Maurício (org.) **Federalismo fiscal**. Porfírio Júnior. Nelson de Freitas, 2004.

DELGADO, Maurício Godinho. *Curso de Direito do Trabalho*. 4<sup>a</sup> ed. São Paulo: LTr, 2005.

DERANI, Cristiane. Direito Ambiental Econômico. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

FARIAS, Talden Queiroz. Princípios gerais do direito ambiental, disponível em [www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura](http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura), acesso em maio/2016.

LEITE, José Rubens Morato; AYALA, Patrick de Araújo. Direito ambiental na Sociedade de risco. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2002.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Direito Ambiental Brasileiro*. 22. ed. São Paulo: Malheiros, 2014.

MILARÉ, Edis. *Direito do Ambiente*. 9. ed. São Paulo: Ed. Revista dos Tribunais, 2014.

SEMAS - ICMS VERDE, disponível em <https://icmsverde.semas.pa.gov.br> , acesso em fevereiro/2023

TRENNEPOHL, Terence Dorneles. Direito Ambiental empresarial. São Paulo: Podivm, 2018.

TUPIASSU, Lise Vieira da Costa. *Tributação ambiental: a utilização de instrumentos econômicos e fiscais na implementação do direito ao meio ambiente saudável*. Rio de Janeiro: Renovar, 2006.

## **POTENCIAL DE MICRORGANISMOS ISOLADOS DE FRUTOS AMAZÔNICOS NA ALIMENTAÇÃO HUMANA: UMA REVISÃO**

**Wellington Barros dos Santos, Sílvio Jackson Félix Alves, Thaís Costa Santos, Romilda Ramos da Silva, Gabriela Fonsêca Leal, Larissa Santos Saraiva, Roze Anne Ferreira Lima, Catarina Francisca Morais Lima Carvalhinho, José Eduardo Bento de Oliveira, Camila da Costa Gomes, Claudia Cristina Auler dos Santos Amaral, Glêndara Aparecida de Souza Martins**

**RESUMO:** Os frutos amazônicos apresentam grande potencial biotecnológico, ricos em compostos bioativos e uma grande microbiota de grande interesse na indústria de alimentos, visto que possuem uma vasta utilidade, como a produção de enzimas e aromas, atuam como biopesticidas, produção de proteína unicelular, grande potencial probiótico, produção de fermentados, são diversas as funcionalidades desses microrganismos. Atualmente a procura por fontes alternativas na produção de proteínas tem aumentado, as proteínas unicelulares são uma dessas fontes que pode ser produzida por uma variedade de microrganismos, como as leveduras, fungos filamentosos, bactérias e microalgas, cada um tem sua peculiaridade, dando ênfase aos três primeiros que podem ser isolados dos frutos amazônicos. Esses microrganismos também apresentam alto potencial probiótico e na produção de enzimas, no entanto não há muita exploração na microbiota desses frutos amazônicos, necessitando de mais estudos para avaliar melhor o potencial dos mesmos. Essa revisão tem por objetivo mostrar o grande potencial da microbiota dos frutos amazônicos e sua aplicação na indústria de alimentos, na produção de proteína unicelular (Single-Cell Protein), como agentes probióticos e na produção de enzimas.

**Palavras-chave:** Frutos amazônicos, microrganismos, alimentos



## **INTRODUÇÃO**

O Brasil é um país com grande aporte territorial e apresenta uma flora extraordinária pouco explorada, que apresenta uma grande diversidade química que pode ser utilizada para o desenvolvimento de bioprodutos, como produtos farmacêuticos, cosméticos, suplementos alimentares e biopesticidas. Plantas, microrganismos (dentre eles fungos e bactérias), insetos e organismos marinhos, são fontes de substâncias biologicamente ativas, sendo uma rica biblioteca natural contida nos diversos biomas brasileiros. O estudo dos microrganismos está se tornando comum em projetos científicos nacionais, o que agrega novidades a produtos naturais. As áreas de grande destaque no impulsionamento da bioeconomia são a engenharia metabólica e a biotecnologia. A biotecnologia tem contribuído para melhoria dos sistemas econômicos e sociais, no tratamento de doenças, preparo de novos medicamentos, aplicação na alimentação humana e animal, utilização sustentável da biodiversidade e o reaproveitamento de resíduos (VALLI et al., 2018).

A floresta Amazônica se estende por nove países da América do Sul (Brasil, Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Guiana, Suriname e Guiana Francesa), com 66% de floresta em solos brasileiros. É a maior formação de floresta do mundo e possui uma grande diversidade de fauna e flora. Por sua vez esse vasto ambiente desempenha um papel crucial na conservação da biodiversidade, no clima, na hidrologia e reservatório de carbono. Mesmo que existem várias pesquisas realizadas na Amazônia sobre sua biodiversidade, são necessárias mais pesquisas para desbravar a imensa biodiversidade e complexidade dessa região (PAULA-ELIAS et al., 2020; CADETE et al., 2012; DETONI, 2012).

Na Amazônia Brasileira encontram-se cerca de 44% das 500 espécies de frutas nativas brasileiras. Os frutos amazônicos brasileiros podem ser encaixados em uma vertente ecológica que é inerente ao bioma amazônico, ou então estender a um conceito político-econômico com maior amplitude, que é marcado pela transição de Amazônia Brasileira para Amazônia Legal. Os frutos amazônicos quando englobados nesse último conceito, abrange uma macrorregião que envolve os estados que pertencem a Bacia Amazônica ou que resvalam parte da Floresta Amazônica (Pará, Amazonas, Maranhão, Tocantins, Mato Grosso, Acre, Amapá, Rondônia e Roraima), ou seja, 61% do território brasileiro (EMBRAPA, 2016; PAULA-ELIAS et al., 2020).

Os frutos amazônicos apresentam grande potencial antioxidante, o que chama atenção das indústrias farmacêuticas, de cosmético e de alimentos, podendo substituir os antioxidantes

sintéticos, protegendo contra degradação oxidativa. Em sua composição também são ricos em diversos componentes bioativos, e sua microbiota é importante não só para a caracterização microbiológica, como também para descobertas de novos tipos de microrganismos com potencial biotecnológico. Esses frutos podem ser utilizados para a fabricação de produtos fermentados como bebidas, e os seus resíduos podem ser aproveitados para produção de biocombustíveis de segunda geração (PEREIRA, 2015; DE PAULA et al. 2018).

A vasta diversidade de leveduras isoladas de frutos nativos da Amazônia ainda não foi totalmente explorada, com alguns relatos focando apenas em frutos tropicais, como maracujá (*Passiflora edulis*), mangaba (*Hancornia speciosa*), umbu (*Spondias tuberosa*) e acerola (*Malpighia glabra*). As condições ambientais da Floresta Amazônica permitem que sejam encontradas uma diversa microbiota, além de novas cepas, incluindo leveduras que podem apresentar qualidades e características únicas de interesse biotecnológico, pela peculiaridade do habitat em que se encontram. Esses microrganismos apresentam potencial de produção de enzimas, aromas e podem atuar como agentes de biocontrole de doenças relacionadas a frutas (VEGAS et al., 2020).

A presença de algumas bactérias do ácido lático, ocorrem naturalmente em alguns alimentos e dentre eles os frutos da região amazônica, sendo isolados da casca, polpa ou semente. Esses microrganismos geralmente são obtidos a partir de frutos e por sua fermentação espontânea, podem apresentar potencial probiótico sendo utilizados como culturas *starter*, promissores no desenvolvimento de novos produtos (FERREIRA et al, 2020).

Ainda são poucos os estudos que trabalham com a microbiota autóctone dos frutos Amazônicos. Porém, as informações acerca dessa microbiota podem constituir uma ferramenta importante para ser desenvolvido novos processos ligados a biotecnologia. Portanto o presente trabalho tem como objetivo abordar uma revisão de literatura sobre a utilização da microbiota autóctone isolados de frutos Amazônicos na produção de alimentos.

Portanto, para este trabalho adotou-se um levantamento bibliográfico exploratório de todas as publicações científicas, incluindo artigos de pesquisa e de revisão, livros, comunicados técnicos, monografias de graduações, dissertações de mestrado, teses de doutorado, dentre outros, publicados entre os anos de 2015 a 2022 em um primeiro momento, após foi pesquisado as publicações sem limitação temporal.

A busca foi realizada nas plataformas Periódicos CAPES, Google Acadêmico, *Web of Science* e Elsevier, utilizando as palavras-chaves: microrganismos selvagens amazônicos,

microrganismos autóctones de frutos amazônicos, aplicação de microrganismos selvagens na alimentação humana e biotecnologias aplicadas a indústria de alimentos, nos idiomas inglês e português.

## ***SINGLE-CELL PROTEIN* DE MICRORGANISMOS ISOLADOS DE FRUTOS AMAZÔNICOS**

Com o crescimento acelerado da população mundial, surgiu também a demanda por alimentos proteicos (PIHLAJANIEMI et al., 2020). A desnutrição é um problema gravíssimo no mundo, principalmente em países subdesenvolvidos. Um relatório publicado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), traz um dado extremamente alarmante, onde estima que aproximadamente 828 milhões de pessoas no mundo estão em situação de desnutrição e cerca de 2,3 bilhões de pessoas passam por situação de vulnerabilidade alimentar (FAO, 2022). A produção de SCP entra neste cenário como uma forma de lidar com a deficiência proteica desses países e do mundo (SUMAN, 2015) através de insumos baratos de produção, tornando o alimento mais acessível.

Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas para produção de proteínas através de fontes alternativas e seguras, entre elas, o papel de diversos microrganismos como leveduras, algas, fungos filamentosos e bactérias têm sido investigados para produção de biomassa proteica (REIHANI e KHOSRAVI, 2019).

O termo *Single-Cell Protein* (SCP) foi cunhado no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (ITM) no ano de 1968 para designar a proteína oriunda de biomassa microbiana, uma ideia inovadora para a alimentação humana na forma de aditivo alimentar (SRIVIDYA, 2013). Em resumo, SCP são proteínas purificadas oriundas de microrganismos que podem ser utilizadas como suplemento alimentar, tanto para humano quanto para animais (ZHOU et al., 2019). Elas são um suplemento com alto teor proteico e também podem conter lipídios, minerais, carboidratos e vitaminas (SUMAN, 2015), além disso, podem apresentar grande quantidade de aminoácidos essenciais como metionina e lisina.

Buscar formas alternativas de produção de alimentos têm sido foco em pesquisas diversas e neste sentido, a produção de SCP vem ao encontro de necessidades alimentares, de forma economicamente viável e ecologicamente sustentável, onde diversas matérias primas que poderiam ser descartadas no ambiente de forma inadequada, como resíduos agroindustriais,

podem ser aproveitadas para a produção de alimentos de qualidade. Além disso, a produção de proteína não é afetada por fatores sazonais, pois existe uma gama muito ampla de substratos que resultam em boa produtividade (SUMAM, 2015).

## **Leveduras**

As leveduras são consideradas fungos, com forma predominante unicelular. Podem ser esféricas, ovoides, cilíndricas ou triangulares. Em alguns casos, podem ser alongadas, sendo capazes de formar segmentos semelhantes às hifas. As leveduras são células eucariotas e heterotróficas, que possuem uma parede considerada rígida e se reproduzem de forma sexuada ou assexuada (FRANCO & LANDGRAF, 2008).

A maioria das leveduras de importância em alimentos divide-se por gemação ou por fissão. A principal maneira de diferenciá-las das bactérias é pela observação da sua forma, citadas anteriormente, e o tamanho de suas células (VIEIRA, 2014).

O tamanho das células típicas de leveduras oscila entre 5 e 8 µm de diâmetro, porém, algumas podem ser maiores ou menores, por exemplo, cultivos antigos de leveduras tendem a possuir células de menor tamanho. São capazes de crescer dentro de amplos intervalos de pH ácido e em concentrações de etanol de até 18%. Algumas leveduras crescem em concentrações de sacarose de 55 a 60%. Com relação a produção de pigmentos, algumas leveduras produzem pigmentos, da qual a cor pode variar do amarelo claro ao vermelho, passando pelo rosa (PEIXOTO, 2018).

Dessa forma, as leveduras desempenham grande interesse pela indústria de alimentos empregadas em diversos processos. Uma das áreas de interesse é na produção de *Single-Cell Protein* (SCP), no qual pode ser utilizada como componente nutritivo para alimentação tanto humana quanto animal (SISMAN et al., 2012).

Segundo Gao et al (2012) e Zhenming et al (2007), algumas leveduras como, por exemplo as *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*, *Candida tropicalis*, *Cryptococcus aureus* e espécies dos gêneros *Hansenula*, *Pichia* e *Torulopsis* possuem potencial para ser utilizadas na produção de biomassa microbiana (Gao et al., 2012; ZHENMING et al., 2007).

De acordo com Gomes (2015), a *Saccharomyces cerevisiae* é a única espécie de levedura totalmente aceitável para o consumo humano, e a *Candida utilis* é uma levedura amplamente utilizada como suplemento nutricional em rações para animais (GOMES, 2015; HAMA et al., 2016).

De forma geral, as leveduras, se comparadas com as bactérias, possuem maior aceitabilidade para produção de SCP, uma vez que já são utilizadas na indústria de panificação, produção de bebidas alcoólicas e etanol. (GARCÍA-GARYBAI et al., 2014).

Nasseri et al (2011) relataram em seu estudo sobre o processo de produção de Single Cell Protein (SCP), que aproximadamente 50 a 52% do peso seco celular consiste em proteínas, 30 a 37% de carboidratos, 4 a 7% de lipídios, 6 a 8% de ácidos nucleicos e 7 a 8% de minerais (NASSERI et al., 2011).

Dessa forma, as leveduras possuem características que favorecem sua utilização na produção de SCP. Dentre essas características, se destacam seu rápido crescimento, taxa de digestão de proteínas geralmente superior a 80%, possuir células grandes e sua capacidade de floculação, o que facilita a recuperação durante o cultivo, e de forma geral, seu crescimento em pH ácido, o que dificulta contaminação por bactérias (ANDRIETA et al., 2015).

### **Fungos filamentosos**

Os fungos filamentosos têm sido utilizados para a produção de alimentos, degradação de resíduos agroindustriais e processos fermentativos há bastante tempo e os processos bioquímicos envolvidos tem uma grande importância industrial e ecológica.

Os fungos filamentosos apresentam cultivo geralmente simples, podendo atingir grande quantidade de biomassa fúngica, porém o rendimento é dependente de vários fatores, entre eles estão o substrato, a espécie, condições de cultivo, entre outros. O *Aspergillus niger* por exemplo, é uma espécie que tem capacidade de produzir 18% de proteína a partir de casca de banana (BALDENSPERGER, 1985). Fungos do gênero *Trichoderma* conseguem converter o substrato em proteína microbiana com alta concentração (32% a 34%) a partir de bagaço de laranja e soro de leite (SISMAN et al., 2013; GREGORIO et al., 2002).

A proteína microbiana oriunda de SCP tem uma ampla gama de aplicação comercial, como exemplo, pode-se mencionar a marca Quorn<sup>TM</sup> que utiliza proteína de *Fusarium venenatum* como texturizante na produção de hambúrgueres e macarrão instantâneo pela Monde Nissin Corp.

Uma grande vantagem dos fungos filamentosos é que já possuem muitas espécies com certificação GRAS (Geralmente considerados seguros). Ademais, os FF possuem uma maquinaria metabólica poderosa e eficiente para produzir SCP em escala industrial (AMFEP, 2015). Os FF possuem sistemas mais desenvolvidos para o processamento após a tradução.

Karnaukhova et al., (2007) citam a glicolisação, a formação de ligação dissulfeto e a clivagem de protease, como mecanismos indispensáveis para a função e atividade proteica. A vantagem desses mecanismos, é a produção de proteínas com alto potencial nutricional e farmacêutico aos humanos, pela hiperanosilação de glicoproteínas, convertendo-as em glicoproteínas para humanos (PUNT et al., 2002; DESHPANDE et al., 2008).

Os fungos filamentosos podem ainda ser produtores de vitaminas do complexo B e suas paredes celulares possuem glucanas, que podem contribuir diretamente com o incremento de fibras alimentares. Neste contexto, podemos observar que os fungos filamentosos possuem uma ampla aplicação em alimentos, sendo utilizados, na produção de SCP de qualidade.

Devido à ampla diversidade metabólica, os fungos filamentosos podem utilizar com eficiência diversos monossacarídeos, como xilose, arabinose e galactose (CAVKA e JÖNSSON, 2014). Além disso, diversos resíduos agroindustriais já vêm sendo utilizados em pesquisas para produção de SCP como é o caso das cascas de arroz, batata, laranja e mamão (Nwufu et al., 2014).

## **Bactérias**

Uma diversidade de bactérias está sendo estudadas para produção de *Single-Cell Protein*. Bactérias metilotróficas, como a *Methylophilus metilotrofo*, que consegue produzir boa quantidade de proteína em pouco tempo, melhor do que outros microrganismos, com cerca de duas horas de tempo de geração. Esses microrganismos apresentam características que os tornam adequados para a produção de SCP, como o curto tempo de geração e seu crescimento rápido com altas concentrações proteicas (50-80%), também é esperado que o teor de aminoácidos essenciais seja convergente ou até maior que as recomendações da FAO (*Food and Agriculture Organization*). Em SCP bacteriano foi relatado até 3% de metionina, o que indica um valor maior comparado a algas e fungos (RAZIQ et al., 2020; RITALA et al., 2017).

As bactérias, por sua vez, assim como os fungos, o SCP produzido por estes apresenta altos teores de ácidos nucleicos (8-12%), sendo mais abundante o RNA, e isso requer um processamento a mais antes da utilização na alimentação humana ou animal. No SCP bacteriano, além de proteínas e ácidos nucleicos, também apresentam em sua composição alguns lipídios e vitaminas do complexo B (RITALA et al., 2017).

As culturas de bactéria têm maior risco de contaminação e sua recuperação celular é mais difícil. O meio em que são cultivadas requer suplementação mineral para fornecer



nutrientes adequados. E ainda seu uso como produtora de SCP se torna mais limitado devido ao alto custo de produção, a colheita das proteínas geradas se torna mais cara pelo tamanho reduzido das células, estas por sua vez devem ser floculadas para aumentar o tamanho da pasta sólida, antes da centrifugação. Consoante a isso, ainda existe uma barreira psicológica que dificulta mais o processo de utilização da proteína extraída de bactérias (RAZIQ et al., 2020; ANUPAMA & RAVINDRA, 2000).

Existem as bactérias oxidantes de metano (BOM), ou metanotróficas, que apresentam características mais avançadas para produção de *Single-Cell Protein*, podem produzi-lo em condições econômicas com menor custo associado e por esse fato pode auxiliar o aumento da produção, o que chama atenção da indústria. O estudo das BOM's vem sendo estudada desde meados de 1960, a produção industrial foi até desenvolvida, no entanto foi encerrada a produção comercial, por motivos de restrições econômica. As altas demandas por consumo de proteínas fizeram com que a produção de SCP por BOM's tenha retornado. O metano pode ser a única fonte de carbono e de energia para as BOM's ao se assimilar com nitrogênio para a produção de proteínas, pode ser uma fonte econômica se o material for encontrado barato e em alta abundância (ZHA et al., 2021).

Na Tabela 1 é visto algumas bactérias e substrato correspondente utilizados na produção de SCP.

**Tabela 1. Bactérias e substrato correspondente utilizados na produção de *Single-Cell Protein*.**

<b>Microrganismos</b>	<b>Substrato</b>
<i>Methylococcaceae</i>	Compostos C <sub>1</sub>
<i>Brevibacterium</i> spp.	Compostos C <sub>1</sub> - C <sub>4</sub>
<i>Cellulomonas</i> spp.	Resíduos agrícolas
Diferentes espécies de bactérias	Resíduos de processamento de frutas
<i>Methanomonas methanica</i>	Metano
<i>Methylophilus methanotrophus</i>	Metanol
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Estrume, resíduos de animais
<i>Rhodopseudomonas gelatinosus</i>	Farelo de trigo
<i>Streptomyces</i> spp.	Metanol

**Fonte:** adaptado de Anupama e Ravindra, 2000.

## **Algas**



Uma diversidade de algas comestíveis tem sido aplicada na alimentação humana há anos, como *Nostoc*, *Arthrospira (Spirulina)* e *Aphanizomenon*. A biotecnologia aplicada a esses seres só veio ser desenvolvida na metade do século XX. Essas microalgas podem melhorar o valor nutricional de alimentos para animais e seres humanos por causa da sua composição química, ainda podem ser aplicadas na indústria de cosmético e na aquicultura. Além de apresentarem altos valores de proteínas, pigmentos e ácidos graxos poliinsaturados. As mais utilizadas para produção de proteínas são as da espécie *Chlorella*, *Spirulina* e *Dunaliella* com 55%, 65% e 57% de conteúdo proteico, respectivamente (GONZÁLEZ-BENITO et al., 2009).

As microalgas são utilizadas na indústria para produção de suplementos, disponíveis na forma de comprimido, cápsula ou líquido e também podem ser incluídas em produtos como, massas, assados, snacks, dentre outros alimentos. A espirulina é a mais utilizada para produção de suplementos, sendo carregadas até por astronautas em viagens espaciais. As algas *Chlorella* e *Senedesmus*, produzem biomassa que é utilizada como alimento e ração por comunidades tribais em algumas regiões do mundo (GOUVEIA et al., 2008; ZIMBEROFF, 2017; ANUPAMA & RAVINDRA, 2000).

As algas são seres que chamam atenção pela riqueza em proteínas, gorduras, e vitaminas, A, B, C, D e E. Além de todos esses compostos, também podem ser fontes de sais minerais, clorofila, pigmentos biliares, fibras e apresentam baixo conteúdo de ácidos nucleicos, formando um cenário ideal para produção de SCP. No entanto, a SCP de algas apresenta certas limitações para o consumo humano, devido a estrutura da parede celular, como os humanos não apresentam a enzima celulase, não conseguem digerir os componentes celulósicos presentes. Para o consumo humano, a parede celular das algas deve ser digerida, antes do consumo do produto (ANUPAMA & RAVINDRA, 2000).

**Tabela 2. Algas e substrato correspondente utilizados na produção de *Single-Cell Protein*.**

<b>Microrganismos</b>	<b>Substrato</b>
<i>Caulerpa racemosa</i>	Dióxido de carbono + luz solar
<i>Chlorella salina</i> CU-1 (28)	Efluente de esgoto salino
<i>Chlorella</i> spp.	Dióxido de carbono
<i>Chlorella</i> spp. (M109, M121, M122, M138, M150)	Carbonato e sete outros compostos
<i>Dunaliella</i>	Dióxido de carbono + luz solar
<i>Clorela</i> e Diatomáceas	

---

<i>Laminaria</i>	
<i>Sargassum</i>	
<i>Spirulina maxima</i>	
<i>Spirulina spp.</i>	Dióxido de carbono

---

**Fonte:** adaptado de Anupama e Ravindra, 2000.

## **POTENCIAL PROBIÓTICO DE MICRORGANISMOS ISOLADOS DE FRUTOS AMAZÔNICOS**

O desenvolvimento de novos produtos alimentícios representa um grande desafio, uma vez que o consumidor está cada vez mais exigente, buscando por alimentos que ofereçam mais que a função de nutrir, ou seja, que sejam saudáveis e atrativos, simultaneamente. Os efeitos benéficos de determinados tipos de alimentos, os denominados alimentos funcionais, já são conhecidos há anos. Porém, somente nos últimos anos o estudo desses alimentos tornou-se intenso (HUSSAIN *et al.*, 2018).

Alimentos funcionais são aqueles que, além de fornecerem nutrição básica, contêm substâncias que podem ser consideradas biologicamente ativas, produtoras de benefícios clínicos ou capazes de promoverem saúde (GRANATO *et al.*, 2020). Esses alimentos possuem potencial para promover a saúde por mecanismos não previstos na nutrição convencional. É importante ressaltar que esse efeito se restringe à promoção da saúde e não à cura de doenças. Além disso, a fisiologia intestinal, bem como a composição e a atividade do ecossistema microbiano responsável pela sua colonização, tem atraído um grande interesse para o desenvolvimento de alimentos funcionais, o que é demonstrado pelo crescimento no mercado de probióticos (ALKHATIB *et al.*, 2017; AGUILAR-TOALÁ *et al.*, 2018).

A palavra probiótico tem origem grega e significa “para a vida”. Foi inicialmente usada para descrever compostos que estimulavam o crescimento microbiano. Atualmente, probióticos são definidos como um suplemento alimentar que contém microrganismos vivos e, quando são ingeridos em doses adequadas, apresentam efeito benéfico sobre a saúde e o bem-estar do hospedeiro (BADARÓ *et al.*, 2008; FAO/WHO 2001).

Os probióticos são capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal produzindo efeitos positivos à saúde do indivíduo. O seu uso introduz microrganismos benéficos e causa diminuição, por competição, de outras espécies de bactérias que podem ser prejudiciais. Dessa

maneira, melhora a ecologia específica da microbiota intestinal (BOBER *et al.*, 2018; GHARBI *et al.*, 2019).

Os principais microrganismos utilizados na produção de alimentos probióticos são as bactérias, em destaque para os grupos *Lactobacillus sp.* e *Bifidobacterium sp.*, mas, as leveduras probióticas também vem se destacando, em especial a *Saccharomyces cerevisiae var. boulardii*, que atualmente é a única levedura probiótica comercialmente (AGARBATI *et al.*, 2020; FRAKOLAKI *et al.*, 2020).

Devido à crescente demanda da população por alimentos que ofereçam mais que a função de nutrir, e conseqüentemente a demanda da indústria alimentícia por novos produtos que atendam às exigências dos consumidores, estudos sobre a obtenção de microrganismos provenientes de frutos amazônicos têm sido instigados. Os frutos da região amazônica possuem alto potencial biotecnológico, sendo explorados em processos de produção de enzimas microbianas, elaboração de alimentos funcionais, isolamento de microrganismos, e diversas outras aplicações biotecnológicas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2021; CARVALHO *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2016).

Dentre a ampla variedade de frutos nativos da região amazônica, destacam-se o bacupari, tucumã e a pupunha. De acordo com Carvalho *et al.* (2013) e Costa *et al.* (2016), esses frutos, de forma geral, apresentam potencial medicinal, nutricional, são ricos em fibras, lipídios e carotenoides (CARVALHO *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2016).

O bacupari (*Garcinia gardneriana*) é fruto do bacuparizeiro, pertencente à família da Clusiaceae. Os seus frutos são bagas de coloração alaranjada a esverdeada, medindo de 3 a 4 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro, apresentam frutos saborosos, e bem apreciados na região amazônica, sendo comumente consumidos *in natura* (PINTO, 2013).

O tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), também conhecido como tucumã-da-Amazônia ou tucumã-do-Pará, são frutos que possuem coloração amarelo-alaranjado, ricos em fibras, vitamina A, ácidos graxos saturados e lipídios (SINGH, 2015; SILVA, 2016). E a pupunha (*Bactris gasipaes Kunth*) é um fruto que faz parte da alimentação da população do Norte do país, é da família das palmáceas, sendo rica em carboidratos, lipídios e carotenoides biodisponíveis (SINGH, 2015).

A utilização de microrganismos com potencial probiótico isolados de frutos disponíveis na região amazônica, representa como a biotecnologia pode atuar na agregação de valor e na disponibilidade dos frutos durante o ano inteiro (SILVA *et al.*, 2021)

Dessa forma, é de suma importância pesquisas que objetivem a obtenção de microrganismos isolados de frutos amazônicos, visto sua ampla aplicabilidade para indústria. Podendo valorizar a região amazônica, bem como impactar socioeconomicamente as famílias que trabalham com o extrativismo desses frutos.

## **MICROORGANISMOS ISOLADOS DE FRUTOS AMAZÔNICOS COMO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE ENZIMAS COMERCIAIS**

Microrganismos denominados de epifíticos (seres de “vida livre”) são aqueles encontrados nas superfícies das plantas, e podem colonizar raízes (rizoplanos), caules (cauliplanos) e folhas (folioplanos), e por esse motivo são expostos a diversas condições adversas (radiação UV, dessecação, ar, falta de nutrientes, poluentes e outros fatores bióticos e abióticos), nessa classe são excluídos os microrganismos fitopatógenos. A exposição duradoura de folhas e microrganismos a poluentes do ar podem desenvolver mecanismos de adaptação a essas condições adversas e a contaminantes. Tornando-se assim relevante a exploração desses microrganismos epifíticos na aplicação para fitorremediação de poluentes no ar (SOUZA *et al.*, 2020).

Existem também os chamados microrganismos endofíticos, fungos e bactérias, que vivem no interior dos tecidos de hospedeiros vegetais, vivendo em simbiose, onde o tecido fornece o cenário adequado com nutrientes para o desenvolvimento e sobrevivência desses microrganismos, que por sua vez produzem metabólitos primários e secundários sendo de grande utilidade para a planta, promovendo resistência a temperaturas extremas, secas, como também a presença de patógenos. Os fungos endofíticos produzem diversos metabólitos secundários, que são importantes nos processos fisiológicos de outros microrganismos e também são materiais com potencial para extração de novos compostos bioativos, sendo os

produtos desses microrganismos grandes promissores na aplicação industrial (SOUZA et al., 2020).

Os microrganismos apresentam propriedades biotecnológicas e são utilizados na indústria para a produção de diversos compostos orgânicos. Os fungos endofíticos de várias espécies vegetais, apresentam grande potencial biotecnológico, e isso envolve a produção de enzimas. Microrganismos são as fontes mais procuradas para a produção de enzimas, pelo baixo custo na produção, inclusive é possível produzir em grande escala (COELHO et al, 2019).

As enzimas são formadas por proteínas e são de grande importância para o metabolismo dos organismos vivos, atuando em processos de síntese e degradação de compostos, na infecção do hospedeiro e na deterioração de alimentos. Na indústria de alimentos atuam em processos de aperfeiçoamento da qualidade de um produto ou facilitar sua produção. Elas atuam diretamente em substâncias presentes nos produtos, isso por que cada uma tem um substrato de atuação específico (COELHO et al, 2019).

As plantas da Amazônia são fontes de uma rica microbiota promissoras na produção de uma diversidade de compostos, incluindo as enzimas. No entanto há uma carência de informações na literatura sobre essa comunidade microbiana, principalmente dos frutos e sua aplicação biotecnológica para produção de enzimas. Há um grande desafio para o uso racional da grande biodiversidade do Brasil, de como transformar o enorme patrimônio genético natural em riqueza biotecnológica, isso inclui a microbiota dos frutos amazônicos (STROBEL, 2018; PYLRO et al., 2014).

Silva et al. (2019) afirma que a busca por microrganismos isolados de locais não convencionais, apresenta grande interesse estratégico para o desenvolvimento de novos produtos enzimáticos e biossurfactantes, podendo diminuir os impactos ambientais causados pela síntese desses compostos em tratamentos convencionais. Cerca de 50% das enzimas industriais são originárias de fungos e leveduras, 35% de bactérias e 15% de origem animal ou vegetal. Os fungos são reconhecidos como GRAS (*Generally Recognized as Safe*) para produção de enzimas, sendo mais seguros do que as bactérias (SILVA et al., 2019; SOUZA et al., 2019)

Souza et al. (2019) trabalhando com quatro culturas de fungos depositadas da Coleção de Fungos da Amazônia (CFAM), verificou que a cepa denominada de *Penicillium* sp. CFAM 107 apresentou maior atividade de protease em curto espaço de tempo comparado aos demais fungos testados. Essa atividade proteolítica, foi expressiva no segundo dia de fermentação

submersa. Marinho et al. (2019) trabalhou com actinobactérias do bioma amazônico, para produção de enzimas e obteve identificação de cepas do gênero *Streptomyces* sp., formadora de micélio, as cepas A20 e A26 apresentaram os melhores índices enzimáticos, sendo que A26 teve atividade de amilase, celulase, pectinase e protease e a A20, apresentou todas essas atividades, exceto a atividade de amilase.

Lima et al. (2020) mostram a riqueza que os frutos amazônicos podem proporcionar em uma microbiota produtora de enzimas e suas diversas aplicações, na tabela 3 pode-se visualizar o que foi descrito.

**Tabela 3. Linhagens microbianas isoladas de frutos da Amazônia, enzimas e aplicação em processos industriais.**

<b>Frutos</b>	<b>Microrganismos</b>	<b>Enzima</b>	<b>Aplicação</b>
Tucumã	<i>Aspergillus niger</i>		Hidrólise
Castanha-do-Brasil	<i>Aspergillus flavus</i>	Lipase	Síntese de ésteres Resolução racêmica
	<i>Aspergillus</i> sp.		
Bacuri	<i>Kluyveromyces wickerhamii</i>		
	<i>Pichia guilliermondii</i>		
Mangaba	<i>Kluyveromyces wickerhamii</i>		
	<i>Kluyveromyces marxianus</i>	Pectinases Poligalacturonases	Processamento de frutos
	<i>Stephanoascus smithiae</i>		
	<i>Pichia angusta</i>		
	<i>Stephanoascus smithiae</i>		
<i>Candida pseudoglebosa</i>			
Pseudo-lulo	<i>Pichia anomala</i>		
	<i>Debaryomyces hansenii</i>		

**Fonte:** adaptado de Lima et al., 2020.

Os resíduos agroindustriais dos frutos amazônicos, também são ótimas fontes quando se trata de produção de enzimas, estes por sua vez apresentam composição rica em nutrientes favorecendo assim o crescimento de microrganismos e consequentemente produzindo enzimas. Na tabela 4 pode-se visualizar a produção de enzimas a partir de resíduos de alguns frutos amazônicos, e seus microrganismos produtores (LIMA et al., 2020).

**Tabela 4. Resíduos agroindustriais de frutos amazônicos usados para a produção de enzimas microbianas.**

<b>Frutos</b>	<b>Resíduos</b>	<b>Enzima</b>	<b>Microorganismos</b>
Açaí	Caroço	Celulase Hemicelulase Carboximetilcelulase Xilanase	
Maracujá		Invertase Amilase Celulase Pectinase Protease	<i>Aspergillus niger</i>
Pupunha	Casca		
Tucumã			
Cupuaçu			
Mandioca		Lacase	<i>Pleurotus ostreatus</i>
Açaí	Semente		

**Fonte:** adaptado de Lima et al., 2020.

As enzimas microbianas apresentam aplicações em diversas indústrias e em produtos como couro, papel, celulose, detergente, têxteis. Na indústria de alimentos elas são de grande importância, nos setores de panificação, pois apresentam propriedades que atuam no melhoramento das características da massa (amilase, protease, xilanase, lipase e glicose oxidase); na parte de cerveja atuam na moagem, remoção de O<sub>2</sub> e de pectina (amilase, glicose oxidase, protease, pectinase); fabricação de xaropes para indústria de chocolate/cacau (amilase); atuam na fermentação e concentração do café (pectinase e hemicelulase); na confeitaria para fabricação de doces e recuperação de açúcar (invertase e amilase); na indústria de laticínios para produção de queijos, sobremesas geladas, hidrólise de proteínas, remoção de lactose, concentrados de soro do leite, prevenir a oxidação (protease, renina, aminopeptidase, catalase, lactase); na indústria de frutas e sucos, atuam na clarificação, filtração, concentração e remoção de amido das pectinas (pectinase e amilase); e na indústria de rações atuam na hidrólise e digestão (fitase, xilanase e  $\beta$ -glicanase) (SINGH et al., 2016; AHLAWAT et al., 2018; LIMA et al., 2020).

## REFERÊNCIAS

AGARBATI, A. et al. Potential Probiotic Yeasts Sourced from Natural Environmental and Spontaneous Processed Foods. *Foods*, vol. 9, n. 3, pg. 287, 2020.



AGUILAR-TOALÁ, J. E. et al. Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. Trends in Food Science and Technology, vol. 75, pg. 105-114, 2018.

AHLAWAT, S.; KUMAWAT, M.; BABELE, P. K. Microbial enzymes in food technology. IN: KUDDUS, M. (Editor). Enzymes in food technology: improvements and innovations. Springer Nature Singapore Pte Ltd., Singapore, 2018, p. 1-18.

ALKHATIB, A. et al. Functional Foods and Lifestyle Approaches for Diabetes Prevention and Management. Nutrients, vol. 9, n. 12, pg. 1310,2017.

AMFEP. 2015. What are enzymes?. Disponível em: <https://amfep.org/about-enzymes/>. Acesso em: 20 de outubro de 2021.

ANDRIETTA, M. G. S. et al. Produção de Proteína Unicelular (SCP) Como se Comportam as Leveduras da Indústria da Fabricação do Etanol. vol. 33, pg. 38-40, 2015.

ANUPAMA; RAVINDRA, P. Value-added food: Single cell protein. Biotechnology Advances, v. 18, n. 6, p. 459-479, 2000.

BADARÓ, A. C. L. et al. Alimentos probióticos: aplicações como promotores da saúde Humana. Nutrir Gerais. Revista Digital de Nutrição, Minas Gerais, v. 2, 2008.

BOBER, J. R.; BEISEL, C. L.; NAIR, N. U. Synthetic Biology Approaches to Engineer Probiotics and Members of the Human Microbiota for Biomedical Applications. Annual Review of Biomedical Engineering, vol. 20, pg. 277-300, 2018.

CADETE, R. M. et al. Diversity and Physiological Characterization of D-Xylose-Fermenting Yeasts Isolated from the Brazilian Amazonian Forest. Plos One, v. 7, n. 8, p. 1-11, 2012.

CAVKA, A., AND JÖNSSON, L. J. Comparison of the growth of filamentous fungi and yeasts in lignocellulose-derived media. Biocatalysis Agricultural Biotechnology, vol. 3, pg. 197–204, 2014.

COELHO, K. W. S. A.; C. NETO, P. Q.; PEREIRA, J. O. Enzimas extracelulares produzidas por *Colletotrichum* spp. isolados de frutíferas tropicais. Diversidade Microbiana da Amazônia, v. 3, p. 225-230, 2019.

DE PAULA, F. C.; DE PAULA, C. B. C.; CONTIERO, J. Prospective biodegradable plastics from biomass conversion processes. In: Biofuels - State of Development. London: IntechOpen, 2018. 28p.

DESPANDE, N. et al. Protein glycosylation pathways in filamentous fungi. *Glycobiology*, vol. 18, pg. 626–637, 2008.

DETONI, S. M. Prospecção de leveduras de frutos da Floresta Amazônica na região do médio Amazonas. Itacoatiara: Universidade Federal do Amazonas, 2012. 28 p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Amazônia é berço de frutas nativas de alto potencial comercial. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/14818376/amazonia-e-berco-de-frutas-nativas-de-alto-potencial-comercial>. Acesso em: 19 de novembro de 2021.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of Food and Agriculture 2022. Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems. Rome, FAO. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cb9479en>. Acesso em: 19 de novembro de 2021.

FERREIRA, E. M. S. et al. POTENCIAL PROBIÓTICO DE MICRORGANISMOS ISOLADOS DE FRUTOS AMAZÔNICOS. *Frutos Amazônicos: Biotecnologia e Sustentabilidade*, Palmas, TO, p. 1-118, 2020.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo: Atheneu, 2008.

FRAKOLAKI, G. et al. A review of the microencapsulation techniques for the incorporation of probiotic bacteria in functional foods. *Food Science and Nutrition*, vol.61, 2021.

GAO, Y.; LI, D.; LIU, Y. Production of single cell protein from soy molasses using *Candida tropicalis*. *Annals Microbiology*, v. 62, p. 1165-1172, 2012.

GARCIA-GARIBAY, M. Yeasts and bacteria. *Encyclopedia of Food Microbiology*, v. 3, p. 431-438, 2014.

GHARBI, Y. et al. In-vitro characterization of potentially probiotic *Lactobacillus* strains isolated from human microbiota: interaction with pathogenic bacteria and the enteric cell line HT29. *Annals of Microbiology*, vol. 69, pg. 61-72, 2019.

GOMES, C. M. P. B. S. P. Linhagens de *Saccharomyces cerevisiae* isoladas de uvas do Vale do São Francisco como produtoras de vinhos. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, 2015.

GONZÁLEZ-BENITO, G. et al. Valorization of by-products from food industry, for the production of single cell protein (SCP) using microalgae. *New Biotechnology*, v. 25, 2009.

GOUVEIA, L. et al. “Microalgae in novel food products,” em *Food Chemistry Research Developments*, ed. KN Papadopoulos (New York, NY: Nova Science Publishers), pg. 75-111, 2008.

GRANATO, D. et al. Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. *Annual Review of Food Science and Technology*, vol. 11, pg. 93-118, 2020.

GREGORIO, A. D. E. et al. SCP and crude pectinase production by slurry-state fermentation of lemon pulps. *Bioresource Technology*, vol. 83, n. 2, pg. 89-94, 2002.

HAMAD, S. H. et al. Production of single cell protein from *Candida utilis* 70163 using date syrup as a substrate. *Jokull journal*, vol. 66, n. 6, 2016.

HUSSAIN, M. A. et al. Non-dairy probiotic food products: An emerging group of functional foods. *Food Science and Nutrition*, vol. 59, 2019.

KARNAUKHOVA, E. et al. Expression of human  $\alpha$ 1-proteinase inhibitor in *Aspergillus niger*. *Microbial Cell Factories*. vol. 6, n. 34, 2007.

LIMA, A. C. M. et al. POTENCIAL DE FRUTOS AMAZÔNICOS PARA A PRODUÇÃO DE ENZIMAS MICROBIANAS. *Frutos Amazônicos: Biotecnologia e Sustentabilidade*, Palmas, TO, p. 48-63, 2020.

MARINHO, N. M. V.; SILVA, A. S.; TEIXEIRA, M. F. S. Potencial biotecnológico de actinobactérias do bioma amazônico para produção de enzimas hidrolíticas. *Diversidade Microbiana da Amazônia*, Manaus, AM, v. 3, p. 257-261, 2020.

NASSERI, A.T. et al. Single Cell Protein: Production and Process. *American Journal of Food and Technology*, v.6, p. 103-116, 2011.

NWUFO, M.I.; AMADI, M. C.; IHEJIRIKA, G. O. Production of single cell protein using agricultural wastes. *International Journal of Agriculture and Rural Development*. vol. 17, pg. 1942–1946, 2014.

PAULA-ELIAS, F. C. et al. Frutos amazônicos como fonte de aplicações biotecnológicas. *Frutos Amazônicos: Biotecnologia e Sustentabilidade*, Palmas, TO, p. 1-118, 2020.

PEIXOTO, P. H. P. *Biologia funcional e manejo de ecossistemas*. Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2015.

PEREIRA, C. V. L. Extratos bioativos de frutos amazônicos por química verde: extração por líquido pressurizado (PLE) e fluído supercrítico (SFE). 2015, 95 p. (Tese de doutorado em Biotecnologia). Universidade Federal do Amazonas. 2015.

PIHLAJANIEMI V. et al. Comparison of pretreatments and cost-optimization of enzymatic hydrolysis for production of single cell protein from grass silage fibre. *Bioresource Technology* vol. 9, pg. 100357, 2020.

PUNT, P. J. et al. Filamentous fungi as cell factories for heterologous protein production. *Trends Biotechnology*, vol. 20, pg. 200–206, 2002.

PYLRO, V. S. et al. Brazilian microbiome project: revealing the unexplored microbial diversity challenges and prospects. *Microbial ecology*, v. 67, n. 2, p. 237-241, 2014.

RAZIQ, Abdur; LATEEF, Muhammad; ULLAH, Asad; ULLAH, Hayat; KHAN, Muhammad Waseem. Single cell protein (SCP) production and potential substrates: a comprehensive review. *Pure And Applied Biology*, v. 9, n. 3, 2020.

REIHANI S.; KHOSRAVI K. Influencing factors on single-cell protein production by submerged fermentation: A review. *Electronic Journal Biotechnology*, vol. 37, pg. 34-40, 2019.

RITALA, A. et al. Single Cell Protein—State-of-the-Art, Industrial Landscape and Patents 2001–2016. *Frontiers In Microbiology*, v. 8, n. 13, 2017.

SILVA, I. R.; SOUZA, I. F.; MATOS, W. D. P. R. S. M. Seleção de microrganismos com potencial para produção de lipases e biossurfactantes. *Diversidade Microbiana da Amazônia*, Manaus, AM, v. 3, p. 280-287, 2019.

SILVA, J. F. M.; MIRANDA, W. L.; LEÃO, G. M. A. Isolamento e identificação de *Lactobacillus sp.* e *Saccharomyces sp.* na fermentação espontânea do fruto amazônico (pupunha) com potencial probiótico e biotecnológico para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios. *DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, v. 8, n. Especial, p. 14-22, 2021.

SINGH, R.; KUMAR, M.; MITTAL, A. Praveen Kumar Mehta. Microbial enzymes: industrial progress in 21st century. 3 Biotech, v. 6, p. 174, 2016.

SISMAN, G. Single-cell protein as an alternative food for zebrafish, *Danio rerio*: a toxicological assessment. Toxicology and Industrial Health, v. 29, p. 792-799, 2012.

SISMAN, T. et al. Single-cell protein as an alternative food for zebrafish, *Danio rerio*: a toxicological assessment. Toxicology Industrial Health, vol. 29, n. 9, pg. 792-799, 2013.

SOUZA, R. V. et al. POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE MICRORGANISMOS AUTÓCTONES DE FRUTOS AMAZÔNICOS. Frutos Amazônicos: Biotecnologia e Sustentabilidade, Palmas, TO, p. 38-47, 2020.

SOUZA, T. C. et al. Avaliação do crescimento e produção de proteases de culturas depositadas na Coleção de Fungos da Amazônia. Diversidade Microbiana da Amazônia, Manaus, AM, v. 3, p. 288-292, 2019.

SRIVIDYA, A. R. et al. Single Cell Protein – A Review. IJPRS, vol. 2, n. 4, pg. 472-485, 2013.

STROBEL, G. The emergence of endophytic microbes and their biological promise. Journal of Fungi, v. 4, n. 2, p. 57, 2018.

SUMAN, G. et al. Single cell protein production: a review. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, vol. 4, n. 9, pg. 251-262. 2015.

VALLI, M.; RUSSO, H. M.; BOLZANI, V. S. The potential contribution of the natural products from Brazilian biodiversity to bioeconomy. Anais da Academia Brasileira de Ciências, [S.L.], v. 90, n. 11, p. 763-778, 2018.

VEGAS, C. et al. Yeasts Associated with Various Amazonian Native Fruits. Polish Journal Of Microbiology, v. 69, n. 3, p. 251-261, 2020.

VIEIRA, E. N. F. Influência de diferentes açúcares e de *Debaryomyces hansenii*, nas características físico-químicas e formação de aminas bioativas em salames. Tese (Mestrado em Ciência) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2004.

ZHA, X. et al. Bioconversion of wastewater to single cell protein by methanotrophic bacteria. Bioresource Technology, [S.L.], v. 320, n. 1, p. 124-351, 2021.

ZHENMING, Z. et al. Marine Yeasts and their applications in mariculture. *Journal of Ocean University of China*, v. 5, p. 251-256, 2007.

ZHOU M. et al. Recycling of orange waste for single cell protein production and the synergistic and antagonistic effects on production quality. *Journal of Cleaner Production*, vol. 213, pg. 384-392, 2019.

ZIMBEROFF, L. Hope You Like Algae, Because It's Going To Be In Everything You Eat. *Fast Company* 02.14.17. 2017. Disponível em: <https://www.fastcompany.com/3067961/hope-you-like-algae-because-its-going-to-be-in-everything-you-eat>. Acesso em: 26 de novembro de 2021.

## **PRODUÇÃO DE CERA DE ABELHAS AFRICANIZADAS (APIS MELLIFERA L.) NO QUINQUÊNIO 2015-2019 NO SEMIÁRIDO POTIGUAR**

**LEANDRO ALVES DA SILVA, Breno Noronha Rodrigues, Drauzio Araújo Gadêlha Oliveira, Debora Eunice Lima Marinho, Edgar Rodrigues de Araujo Neto, Lucas da Silva Morais, Hérica Girlane Tertulino Domingos, Tuanny Daniele de Araújo Gomes, Kátia Peres Gramacho**

**RESUMO:** A apicultura oferece uma diversificação de produtos, que possibilita muitas oportunidades e manutenção da produtividade, e isso requer não somente profissionalização, mas também um bom acompanhamento das atividades que envolvem este setor. Dada a importância da cera, e sabendo que sua produção pode ser influenciada por muitos fatores, este trabalho objetivou avaliar a produção de cera bruta e laminada no decorrer do Quinquênio 2015-2019 pelo Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio grande do Norte – CETAPIS. A pesquisa teve caráter quantitativo, onde foram realizadas pesagens da cera bruta obtido pelos apicultores e da cera alveolada entregue aos mesmos, sendo feito somatórios mensais e anuais a fim de avaliar a variação da produção nos respectivos períodos. Para avaliação dos resultados foi levado em conta também o período chuvoso da região, por ter influência direta na produção de cera. De acordo com os dados obtidos, foi possível verificar uma forte tendência a produtividade de cera nos primeiros meses do ano, que pode ser justificado por se um período de maior precipitação na região, proporcionado as abelhas mais recursos naturais como fontes de néctar e pólen que serão utilizados para a produção de seus derivados. Portanto, é necessário realizar a estocagem do produto nos primeiros meses do ano para o abastecimento posterior das colmeias, nos meses em que a produção é mais baixa.

**Palavras-chave:** Produtos apícolas, Apis mellifera, Semiárido



## **INTRODUÇÃO**

A cera de abelha (*Apis mellifera* L.) é um importante produto da colmeia, produzida a partir de glândulas cerígenas, usada na construção de favos que servirão como depósito de alimento e desenvolvimento da prole (SILVA et al., 2000).

Os sistemas de produção de cera de abelha vêm *se* expandindo com o decorrer do tempo, em resposta a necessidade do apicultor na sua produção de mel, isso ocorre principalmente devido a necessidade de espaço dentro da colmeia para a estocagem desse produto, bem como utilizado pelo produtor como uma fonte alternativa de renda. Em vista disso, a produção de cera se torna inevitável, sendo assim uma prática fundamental para se obter um ótimo rendimento produtivo de uma colônia.

A produção de cera é afetada por diversos fatores internos e externos a colônia, assim verificando uma elevada oscilação de produção no decorrer do ano. Desse modo, em regiões de clima quente e com baixa precipitação anual, as abelhas têm uma maior dificuldade na produção de seus derivados, devido principalmente a falta de recursos naturais. Em virtude disso, em busca de desenvolver uma estratégia para a estocagem do produto verificou a necessidade de avaliar a produção de cera bruta e laminada no decorrer do Quinquênio 2015-2019 pelo Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio grande do Norte – CETAPIS.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A composição da cera de abelha é bastante complexa, sendo constituída por uma mistura de substâncias de carácter lipídico, e, portanto, bastante hidrofóbico. A composição da cera de abelha depende em parte das subespécies de *Apis mellifera*, da idade da cera, e das condições climáticas da sua produção. Esta variação ocorre principalmente na quantidade relativa dos diferentes componentes presentes do que na sua natureza (BARROS; NUNES; COSTA, 2009).

A adulteração das ceras afeta a produção apícola em vários aspectos, seja na rejeição da lâmina de cera por parte da colônia com a construção de uma lâmina paralela, em situações extremas, quando a percentagem da substância adulterante é elevada, pode causar estresse e incentivar a enxameação ou ainda com o aumento dos custos de produção na exploração apícola no atraso da produção de mel e de enxames (SILVA et al., 2000).

No semiárido a produção de cera pelas abelhas africanizadas é favorecida em seu período chuvoso, referente ao verão, pois essa condição climática proporciona uma quantidade elevada de recursos naturais que serão utilizados pelas abelhas, tal fato ocorre devido a necessidade de armazenar recursos para a colônia sobreviver no período de estiagem. Deste modo, o rendimento produtivo de cera nesse período é superior ao restante do ano, assim caracterizando a necessidade de uma estratégia para armazenar o produto para uma futura utilização pelo apicultor.

Toda cera colhida pelo apicultor deve passar por um processamento para que seja totalmente removido impurezas e compostos não cerosos, dessa forma alguns órgãos e associações realizam esse trabalho, a fim de fornecer um produto de qualidade para o mercado e para o próprio produtor, que recebe lâminas de cera para abastecer suas colmeias.

De acordo com a FAO (2016), a Índia foi o país com maior produção de cera no mundo chegando à marca de 23.500 toneladas, por conseguinte seguido pela Argentina com 4.920 toneladas, e por terceiro a Turquia com uma marca de 4.389 toneladas. Em suma, é visto uma diferença significativa na produção de cera, sabendo que outros países como Coreia, Etiópia, México, Quênia, Angola, Espanha, Tanzânia, Brasil e Estados Unidos da América também apresentaram produção de cera, porém atingindo valores levemente inferiores em comparação com os países com maior produtividade.

## **METODOLOGIA**

O trabalho foi realizado na Estação Experimental da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, no Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio grande do Norte - CETAPIS. A pesquisa tem caráter quantitativo, onde foram realizadas pesagens da cera bruta obtido pelos apicultores e da cera alveolada entregue aos mesmos, sendo feito somatórios mensais e anuais a fim de avaliar a variação da produção nos respectivos períodos. A diferença de cera laminada devolvida ao produtor era 20% menor do que a quantidade bruta entregue pelo mesmo, tendo em vista perdas com impurezas e amostras para análises.

A cera bruta recebida era submetida inicialmente ao processo de purificação, sendo completamente derretida e passando por um sistema de peneiras para que fosse retirada todas as partículas sólidas. Em seguida ela era armazenada por 48 horas para que houvesse a decantação e uma posterior raspagem, onde se retira os compostos

decantados. Com a cera purificada, levou-se ao banho-maria, sendo novamente derretida, passando por um sistema de rolos para moldagem e um banho de água fria, diminuindo sua temperatura e a tornando novamente sólida, finalizando com rolos alveolados (células em formatos de hexágonos) e um sistema de corte, onde obtinha-se a cera alveolada no tamanho do quadro de uma colmeia Langstroth.

Foram realizadas pesagens usando balança digital durante o quinquênio 2015-2019 ao longo de todos os meses do ano, sendo o ano de 2019 com coleta apenas de janeiro a maio. Os resultados foram tabulados e feita comparação simples entre as médias obtidas. Para avaliação dos resultados foi levado em conta também o período chuvoso da região, por ter influência direta na produção de cera.

Os dados de produção de cera bruta obtidos nos últimos 5 anos foram correlacionados com a precipitação pluviométrica de cada ano da cidade de Mossoró, no qual os dados de precipitação foram obtidos por meio da EMPARN, em vista disso a correlação tem a finalidade de verificar se existe uma relação positiva ou negativa entre a precipitação pluviométrica e a produção de cera pela abelhas africanizadas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com os dados obtidos, foi possível verificar uma forte tendência a produtividade de cera nos primeiros meses do ano, referindo a praticamente todo o primeiro semestre. Diante disso, esse maior rendimento pode ser justificado por se um período de maior precipitação na região (SOBRINHO et al., 2011), proporcionado as abelhas mais recursos naturais como fontes de néctar e pólen que serão utilizados para a produção de seus derivados. De acordo com o INMT (Instituto Nacional de Meteorologia) período de 2012 a 2017, foi considerado a pior seca dos últimos cem anos, período este de seis anos consecutivos com chuvas abaixo da média e estiagem prolongada na região, isto explica do fato do aumento da produção de cera ser registrado a partir do ano de 2017 (Figuras 1 e 2).

Com os dados obtidos nos últimos 5 anos é possível verificar que o primeiro semestre do ano apresenta normalmente uma produtividade de cera relativamente superior ao restante do ano. Em virtude disso, corrobora que ao comparar os anos é possível notar uma variação quanto aos rendimentos, tal ocasião pode ser justificada pelas práticas de manejo dos apicultores, bem como as condições ambientais para o desenvolvimento das abelhas.

**Tabela 1- Produção de cera bruta e laminada de abelhas africanizadas entre os anos de 2015 e 2019.**

<b>Produção de Cera Bruta (Kg)</b>						
<b>Ano/Meses</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>Total</b>
Janeiro	108,0	64,3	74,0	152,5	140,0	538,8
Fevereiro	0	182,3	101,4	335,6	171,2	790,5
Março	291,3	0	203,0	193,3	170,1	857,7
Abril	199,5	73,0	41,6	65,0	60,0	439,1
Maió	51,0	39,5	108,5	50,8	31,0	280,8
Junho	0	0	65,0	139,7	-	204,7
Julho	9,4	18,0	66,5	71,7	-	165,6
Agosto	14,6	0	13,0	0	-	27,6
Setembro	24,0	0	0	0	-	24,0
Outubro	39,0	0	0	0	-	39,0
Novembro	0	0	66,0	58,0	-	124,0
Dezembro	0	94,3	60,4	68,0	-	222,7
<b>Total</b>	<b>736,8</b>	<b>471,4</b>	<b>799,4</b>	<b>1135</b>	<b>572,3</b>	<b>3714,5</b>
<b>Produção de Cera Laminada (Kg)</b>						
<b>Ano/Meses</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>Total</b>
Janeiro	86,4	54,2	59,2	122,0	112,0	433,8
Fevereiro	0	143,4	81,1	268,5	137,0	630,0
Março	233,0	0	162,8	154,7	136,1	686,6
Abril	159,2	57,4	33,3	56,0	48,0	353,9
Maió	40,8	31,9	86,8	40,6	24,8	224,9
Junho	0	0	52,0	96,2	-	148,2
Julho	7,60	14,4	53,2	57,3	-	132,5
Agosto	11,8	0	10,4	0	-	22,2
Setembro	19,0	0	0	0	-	19,2
Outubro	31,2	0	0	0	-	31,2
Novembro	0	0	52,8	46,4	-	99,2
Dezembro	0	75,2	48,3	54,4	-	177,9
<b>Total</b>	<b>589</b>	<b>376,5</b>	<b>639,9</b>	<b>896,12</b>	<b>457,8</b>	<b>2959,6</b>

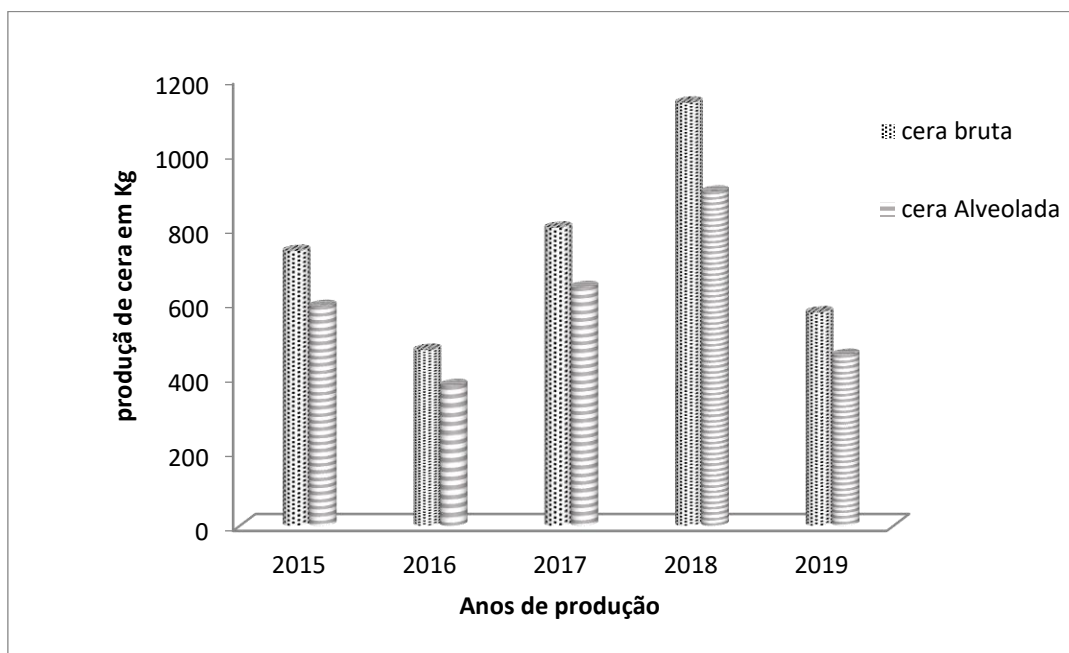
Em síntese, em 2018 obteve-se a maior produção de cera bruta e laminada dentre os 5 anos, no entanto, em 2016 verificou-se o menor rendimento (tabela 1 e Figura 1). No ano de 2019, os dados que foram utilizados referem-se somente até o mês de abril, no entanto ainda assim apresenta maior produção de cera comparado ao rendimento de 2016 (Figura 1 e 2).

Outrossim, ao analisar a produção mensal, foi possível confirmar que o mês de março aponta maior eficiência produtiva de cera, fato este que pode estar diretamente associado ao maior número de chuvas no primeiro semestre do referido ano (INMET, 2018) (figura 02).

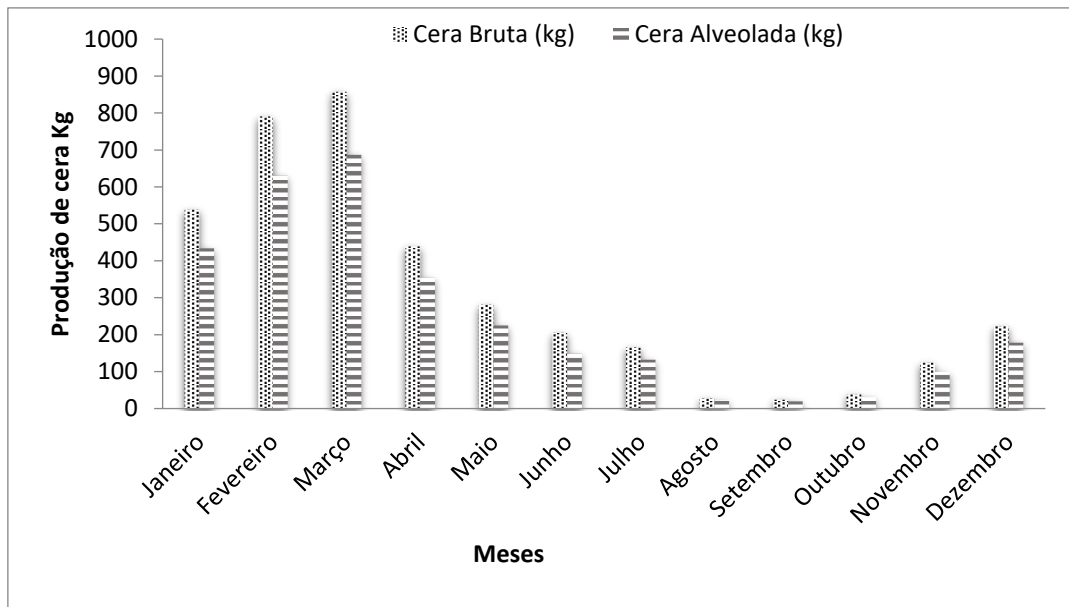
Por outro lado, os dados demonstram pouca variação na produtividade no segundo semestre dos anos, no qual pode ser justificado por esse período no clima semiárido não apresentar recursos para as abelhas se desenvolverem e produzirem. Portanto, é necessário realizar a estocagem do produto nos primeiros meses do ano, com fito de uma futura utilização na reposição de cera nos quadros ou como fonte alternativa de renda.

Os dados de produção de cera bruta do quinquênio analisado foram correlacionados com a precipitação pluviométrica dos últimos 4 anos e foi verificado um aumento gradativo da produção de cera em função do aumento da precipitação, porém quando atinge um limite pluviométrico a produção de cera bruta diminui de forma significativa. Os dados de 2019 não foram utilizados, devido a coleta de dados ainda está sendo executada (Figura 3).

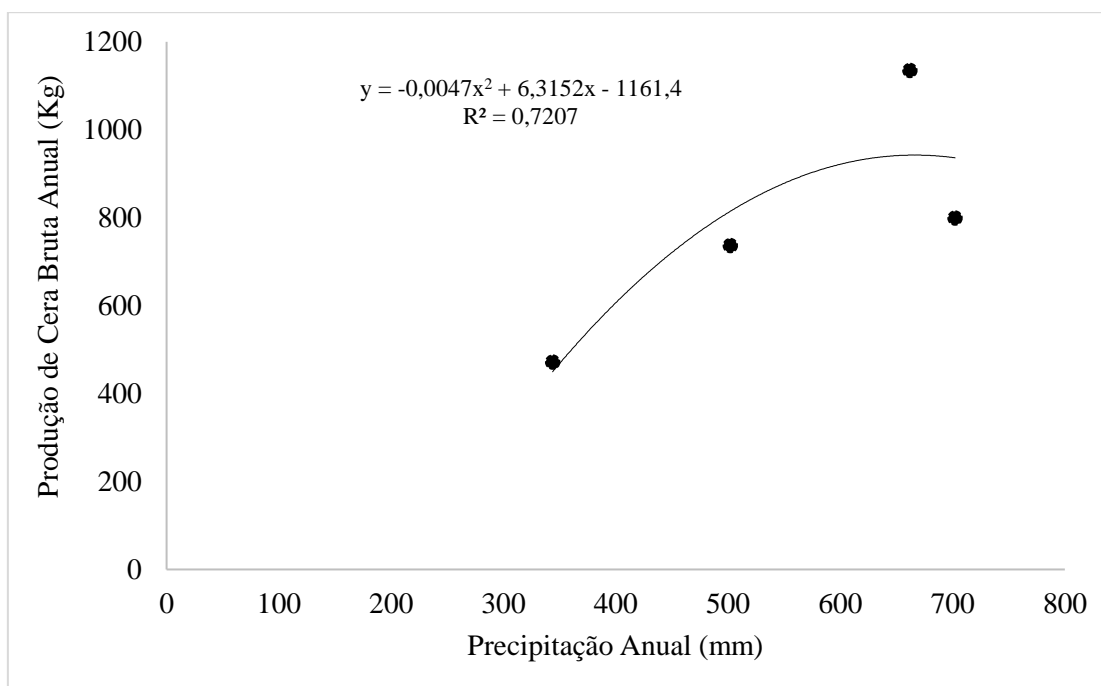
**Figura 1 – Produção de cera bruta e alveolada (Kg) por ano (2015-2019).**



**Figura 2 – Produção mensal de cera bruta e alveolada (kg) em 2015-2019.**



**Figura 3 – Relação da produção de cera bruta em função da precipitação no período de 2015-2018.**



De acordo com a análise estatística de correlação o valor do coeficiente de Pearson (r) verificou a existência de uma correlação positiva entre a pluviosidade e a produção de cera pelas abelhas africanizadas. No entanto, quando a precipitação aumentou até 700mm

a produção de cera teve uma drástica redução, esse fato pode ser justificado pela dificuldade das abelhas em irem ao campo devido a alta atividade pluviométrica, assim a busca de néctar e pólen para a produção de cera será comprometida.

## **CONCLUSÕES**

Podemos concluir que a produção de cera é relativamente superior no primeiro semestre de cada ano, principalmente no intervalo dos meses de janeiro a março, assim evidenciando uma necessidade de estocagem do produto para o abastecimento das colmeias no restante do ano. Além disso, foi possível verificar uma correlação positiva entre a pluviosidade e a produção de cera de abelhas africanizadas no semiárido.

## **REFERÊNCIAS**

BARROS, A. I. R. N. A.; NUNES, F. H. F. M.; COSTA, M. M. F. Manual de boas práticas na produção de cera de abelha: Princípios gerais. Lisboa: FNAP, 2009.

EMPARN - EMPRESA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS DO RIO GRANDE DO NORTE (RN). Monitoramento Pluviométrico. Parnamirim, 14 ago. 2019. Disponível em: <<http://www.emparn.rn.gov.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2019.

FAO, Organização das Nações Unidas Para Agricultura e Alimentação. FAOSTAT. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>>. Acesso em: 26 ago. 2019.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Gráficos. 2018. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/graficos>>. Acesso em: 26 ago. 2019.

SILVA, M.C. et al. Uso de zangões (*Apis mellifera* L.) na detecção de cera de abelha adulterada. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, São Paulo, v. 37, n. 6, p. 501-503. 2000.

SOBRINHO JE, PEREIRA VC, OLIVEIRA AD, SANTOS WO, SILVA NKC, MANIÇOBA RM. Climatologia da precipitação no município de Mossoró - RN. Período: 1900-2010. 2011;S01-04. [Apresentado no Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, XVII, 2011. Guarapari: SBAGRO, 2011.



## **PRODUTIVIDADE DO MILHO PARA SILAGEM SOB DIFERENTES FORMAS DE ADUBAÇÃO**

**Mateus Ferreira Andrade, Tânia da Silva Siqueira, Damaris Daniele Barreto Melo, Márcia Bruna Marim de Moura, Maria Jucélia Pereira de Sousa, Naiza Izabela de Barros Santos Nogueira, Jucelândio da Silva Guimarães, Lígia Roberta Ferreira de Andrade, Maria Marta Ferreira Andrade, Josimar Bento Simplicio**

**RESUMO:** A cultura do milho é de grande importância para a agricultura brasileira, com proeminência a alimentação humana e animal. A máxima eficiência de uma cultura está diretamente relacionada às técnicas de manejo empregadas, especialmente no que diz respeito ao suprimento da exigência nutricional da mesma. O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a produtividade de silagem de milho (*Zea mays*) cultivado sob diferentes formas de adubação. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo 4 formas de adubação, com cinco repetições. Os tratamentos consistiram de: T1- Testemunha (Sem adubação); T2 – Adubação de fundação; T3 – Adubação de fundação + adubação de cobertura no plantio; T4 – Adubação de fundação + adubação de cobertura em V4, totalizando 20 unidades experimentais. A colheita foi realizada 80 dias após a emergência, sendo avaliados os valores médios de: Peso de planta (PDP), peso por espiga (PPE), biomassa total (BT), número de fileiras (NDF), número de grãos por fileira (NDF), altura de planta (ADP), altura de inserção da espiga (AIDE), diâmetro do colmo (DDC) e produção de biomassa (PB) em kg.ha-1. As diferentes formas de adubação não exerceram influência significativa para as variáveis: número de grãos por fileira (NGF) e altura de planta (ADP). Todavia, no que se refere ao peso de plantas (PDP), quando adubado com fundação e cobertura em V4 (AFCV4), o milho apresentou um acréscimo de 12,5% de produtividade em relação ao tratamento com adubação de fundação e cobertura no plantio (AFC), e quando comparado com os tratamentos sem adubação (SADB) e adubação só com fundação (ASF), o incremento de produtividade de 61,42 e 38,98%, respectivamente.

**Palavras-chave:** Palavras Chave: Alimentação animal; Manejo de adubação; Semiárido;

## INTRODUÇÃO

O milho pertence à família Poaceae, é originário da América Central e cultivado em praticamente todas as regiões do mundo, tanto em climas úmidos quanto em regiões secas (ENDRIGO, 2015). Tem papel de destaque como o cereal mais cultivado em todo o território nacional cuja produtividade tem apresentado aumentos, em razão, principalmente, de melhores práticas nos sistemas de manejo (RANGEL, 2022).

Estratégias estão sendo utilizadas para a obtenção de altas produtividades, relacionadas ao fornecimento de nutrientes em quantidades equilibradas e suficientes para atender as necessidades fisiológicas durante todo ciclo da cultura (RANGEL, 2022). Para a safra 2022/23, a Conab prevê uma produção total de 123,4 milhões de toneladas de milho, um aumento esperado de 9,1%, comparando-se à safra anterior, com um total de 113.130 toneladas (CONAB, 2023).

No estado de Pernambuco, a irregular distribuição espaço-temporal do regime pluviométrico traz insegurança quanto ao bom desenvolvimento vegetativo das lavouras de milho (CONAB, 2023) indicando a necessidade de implantação de sistemas de irrigação para suprimento da demanda hídrica da cultura. O município de São José do Belmonte, situado no interior do estado, conta anualmente com uma área colhida de 2.180 ha de milho e a quantidade produzida de 436 toneladas gerando um rendimento médio de apenas 200 kg/ha (BDE, 2021). Os referidos valores apontam para uma crescente necessidade de incentivo a tecnificação da cultura do milho na localidade. Especialmente no que tange a implantação de lavouras irrigadas, uma vez que o município está localizado Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, no Domínio Hidrogeológico Intersticial e Fissural, sendo favorecida pela existência de 741 pontos de tomada d' água (BELTRÃO et al., 2005).

Com o surgimento de novas tecnologias, novos produtos químicos e desafios no incremento a produtividade da cultura do milho, cada manejo adotado na lavoura deve ser planejado antecipadamente (ENDRIGO, 2015). A capacidade produtiva e nutricional do milho para silagem está intimamente relacionada ao aporte nutricional proporcionado a lavoura (NEUMANN, 2019).

Fatores como a escolha da fonte e o manejo adequado da época de aplicação e dosagem do fertilizante nitrogenado, têm grande influência no aproveitamento do nitrogênio pelas plantas de milho (Silva et al., 2005, Okumura et al., 2011). O N exigido

pela cultura do milho é absorvido praticamente durante todo ciclo, sendo sua maior demanda no estágio vegetativo V3 (Büll, 1993), quando seu potencial produtivo é definido, sendo necessário ter N disponível no sistema desde essa fase, a fim de garantir uma boa produção (Magalhães e Durães, 2006). As recomendações de fertilização com nitrogênio sugerem o uso de uma aplicação parcelada, que visa reduzir possíveis perdas de N, principalmente por lixiviação (Cantarella, 2007). Segundo Fancelli e Tsumanuma (2007), para cada tonelada de grão que é produzida temos em média uma extração de 15 a 20 kg de N.

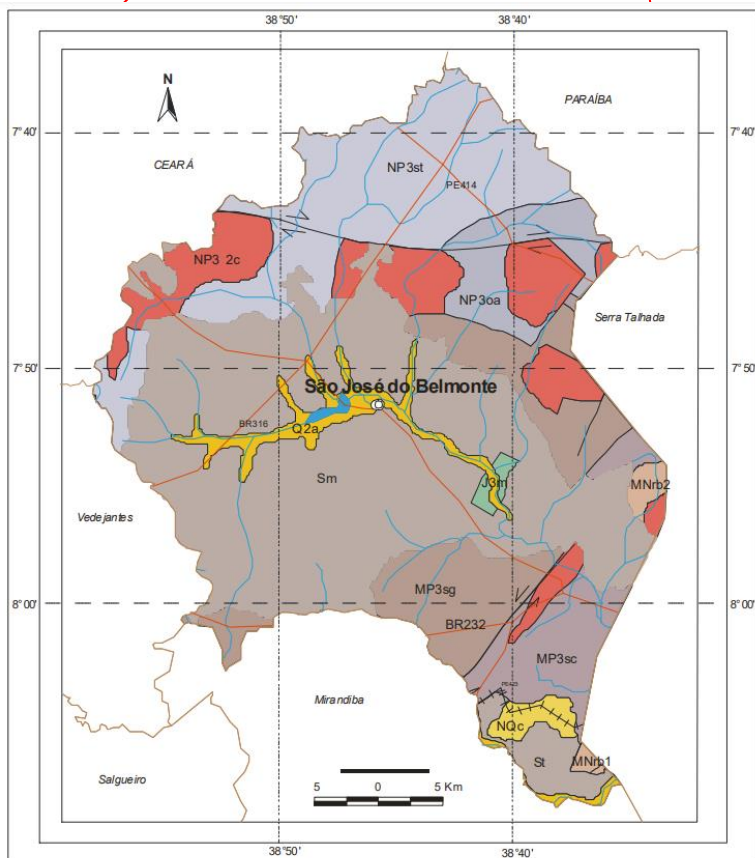
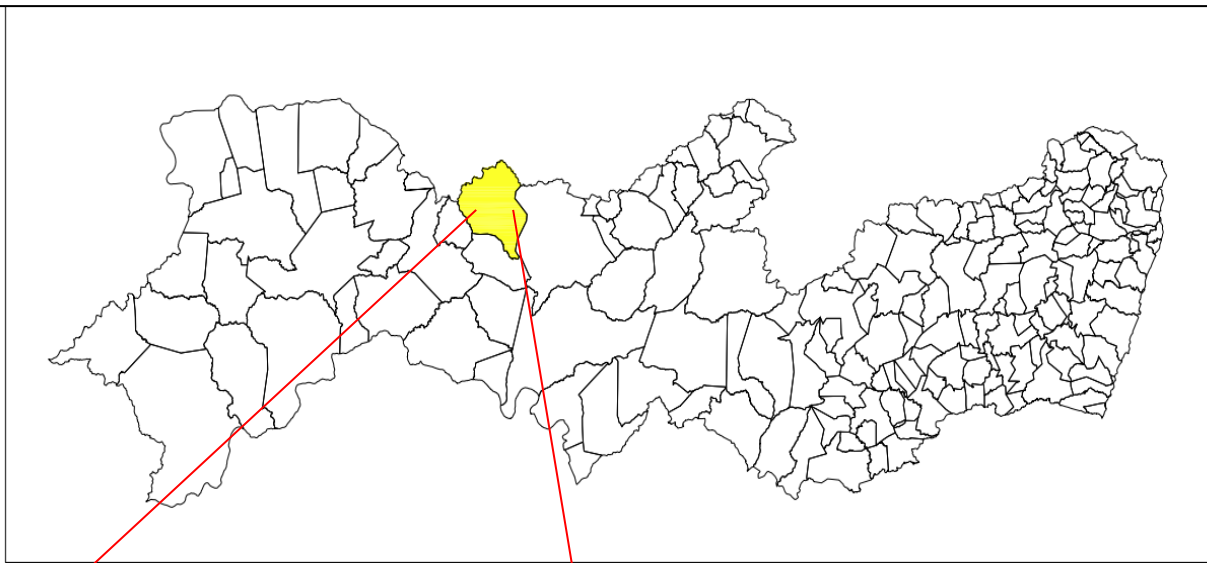
Partindo desta premissa, o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a produtividade de silagem de milho (*Zea mays*) cultivado sob diferentes formas de manejo de adubação.

## METODOLOGIA

A presente pesquisa, foi desenvolvida em condições de campo, em uma lavoura irrigada no município de São José do Belmonte (latitude 07°51'41" sul e a uma longitude 38°45'35" oeste), localizado na mesorregião do Sertão pernambucano, estando inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, que representa a paisagem típica do semi-árido nordestino (BELTRÃO et al., 2005). O município encontra-se inserido, geologicamente, na Província Borborema a uma altitude de 486 metros (BELTRÃO et al., 2005) e precipitação anual média de 676 mm (APAC, 2023).

O solo da área experimental é classificado como de ordem Neossolo, subordem Quartzarenico, do grande grupo ortico, subgrupo típico, de textura arenosa, horizonte A moderado, relevo plano e suave ondulado (PranoSolos, 2022).

LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO BELMONTE-PE



UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Cenozóico

- Q2a** Depósitos aluvionares (a): areia, cascalho e níveis de argila.
- NQc** Depósitos colúvio-eluviais: sedimento arenoso, areno-argilosos e conglomerático.

Mesozóico

- J3m** Formação Missão Velha (m): arenito, conglomerado (fluvial em planície costeira).

Paleozóico

- St** Formações Tacaratu (t): arenito fino a grosso e conglomerado (leque aluvial, fluvial entrelaçado e eólico).
- Sm** Formações Mauriti (m): arenito fino a grosso e conglomerado (leque aluvial, fluvial entrelaçado e eólico).

Neoproterozóico

- NP3 2c** Suíte calcálica Conceição (c): granito, quartzo diorito e tonalito (644 Ma U-Pb).
- NP3oa** Formação Serra do Olho d'Água (oa): metaconglomerado, metagrauvaca e quartzito (640 Ma U-Pb).
- NP3st** Formação Santana dos Garrotes (st): metarritmito (metaturbidito), metagrauvaca, metavulcânica máfica a félsica e metapiroclástica;

Mesoproterozóico

- MNrb2** Complexo Riacho da Barrreira (rb2): paragneisse, xisto e mármore.
- MNrb1** Complexo Riacho da Barrreira (rb1): mica xisto, metamáfica, BIF, talco xisto.
- MP3sg** Complexo Salgueiro-Riacho Gavatá xisto, metavulcânica máfica a félsica, metautramáfica, metavulcano-clástica e metaturfo (1055 Ma U-Pb).
- MP3sc** Complexo São Caetano: gnaíse, megrauvaca, metavulcânica félsica a interdiária, metavulcânica (1089 Ma U-Pb).

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Sede Municipal
- Rodovias
- Limites Intermunicipais
- Rios e riachos
- Estrada de Ferro
- Açudes

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Contato geológico
- Falha ou Fratura Tracejada Quando Encoberta
- Lineamentos Estruturais
- Falha ou Zona de Cisalhamento Transcorrente Dextral
- Falha ou Zona de Cisalhamento Transcorrente Sinistral
- Falha ou Zona de Cisalhamento Contradirecional
- Falha ou Zona de Cisalhamento Tracejada Quando Encoberta

Fonte: Adaptado de BELTRÃO et al., (2005)

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo os tratamentos referentes as formas de adubação: T1- Sem adubação (SADB); T2 – Adubação só com fundação (ASF); T3 – Adubação de fundação + adubação de cobertura no plantio (AFC); T4 – Adubação de fundação + adubação de cobertura em V4 (AFCV4), com cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais.

Trinta dias antes do plantio realizou-se uma coleta de solo na área do experimento, nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm, posteriormente o solo foi levado ao laboratório, para realização de análise química (Tabela 1). Com base nos resultados da análise do solo, foi realizada a recomendação de adubação conforme proposto por (Cavalcante, 2008).

**Tabela1. Análise química inicial do solo da área experimental, na profundidade de 0 a 20 e 20-40cm, São José do Belmonte, PE. 2022.**

Amostras (cm)	P mg/dm <sup>3</sup>	PH (H <sub>2</sub> O)	cmolc/dm <sup>3</sup>								CTC	V%	m%
			Ca	Mg	Na	K	Al	H	S				
0-20	2,3	5,6	1,35	0,66	0,01	0,23	0	1,13	2,25	3,38	66,58	0	
20-40	2	4,99	1,36	0,61	0,02	0,2	0,37	1	2,19	3,58	61,08	14,5	

Fonte: Plant Soil, Laboratórios.

Recomendou-se para a cultura 400 kg/há de (NPK) 13-33-08 em fundação e 400 kg/há de (NPK) 19-09-19 em cobertura. A semeadura do milho foi realizada de forma mecanizada em 18 de outubro de 2022, a uma profundidade de 4 cm, utilizando-se o Híbrido AG8480. O espaçamento utilizado foi de 80 cm entre linhas e 20,8 cm entre plantas resultando em uma população de 60.000 plantas por hectare.

As adubações propostas foram realizadas conforme os referidos tratamentos, sendo adubação de fundação, de fundação e cobertura no plantio e de fundação e cobertura em V4. A aplicação do fertilizante ocorreu de forma mecanizada com um distribuidor acoplado em um trator.

O manejo de plantas daninhas foi feito com glifosato, (3 litros por hectare) aplicado quando as plantas de milho estavam no estágio V5. Para o manejo de cigarrinhas e percevejos foi feita aplicação de metomil (0,6 litros por hectare). E para manejo de doenças de plantas foram realizadas duas aplicações de Azoxistrobina +

Ciproconazol (300 ml por hectare) quando as plantas se apresentavam em V6 e V9, respectivamente.

A colheita foi realizada 80 dias após a emergência, sendo avaliados os valores médios de: Peso de planta (PDP), peso por espiga (PPE), biomassa total (BT), número de fileiras (NDF), número de grãos por fileira (NDF), altura de planta (ADP), altura de inserção da espiga (AIDE), diâmetro do colmo (DDC) e produção de biomassa (PB) em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância (ANAVA), comparando-se as médias dos tratamentos pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS

As diferentes formas de adubação não exerceram influência significativa para as variáveis: número de grãos por fileira (NGF) e altura de planta (ADP), as demais variáveis tiveram diferença mínima significativa em função dos tratamentos, Tabela 2.

O peso de plantas (PDP) apresentou diferença significativa em função das formas de adubação, o milho quando foi adubado com fundação e cobertura em V4 (AFCV4), apresentou um acréscimo de 12,5% de produtividade em relação ao tratamento com adubação de fundação e cobertura no plantio (AFC). Quando comparado com os tratamentos sem adubação (SADB) e adubação só com fundação (ASF), o mesmo mostrou um incremento de produtividade de 61,42 e 38,98%, respectivamente, o que equivale a um aumento de 333,25 e 211,5g por planta.

Quanto ao peso de espigas (PPE) o tratamento que apresentou um maior peso foi o de adubação de fundação e cobertura no plantio (AFC), que foi igual estatisticamente ao de adubação de fundação com cobertura em v4 (AFCV4) e diferente dos demais tratamentos. Isso pode ter ocorrido devido à planta já ter o nitrogênio disponível no solo em estágio V3 quando determina seu potencial total de produção, como observado por Silva et al., (2005) e Okumura et al., (2011), fatores como o manejo adequado da dose de nitrogênio a ser aplicada, a fonte nitrogenada e época de aplicação do fertilizante nitrogenado tem grande influência no aproveitamento deste nutriente pelo milho e conseqüentemente na produtividade da cultura.



A variável diâmetro de colmo respondeu significativamente em função das formas de adubação, sendo o menor valor obtido o do tratamento sem adubação, com 1,5 cm. Os demais tratamentos não diferiram entre si, sendo para todas as formas de adubação diâmetros maiores que 2 cm. Isso mostra a importância de uma boa nutrição para o desenvolvimento da planta. Como visto por (Correa et al., 2008), o diâmetro de colmo é uma variável importante, pelo fato do mesmo estar relacionado com a transferência de carboidratos para formação e enchimento de grãos, bem como, no favorecimento a resistência ao tombamento, evitando perdas no estande de plantas por ocasião de chuvas ou ventos fortes.

A maior produtividade de biomassa ocorreu no tratamento (ADCV4), onde houve adubação de fundação acrescida da aplicação de cobertura no estágio V4, resultando em uma produção de biomassa de 54.855 kg/há, indicando a necessidade de parcelamento da adubação para o máximo desenvolvimento da cultura. Como visto por Duarte e Cantarella (2006), que ao compararem a aplicação da dose total de N apenas na semeadura e por ocasião da semeadura amplificado pela dosagem em cobertura, no estágio de cinco folhas, verificaram que o parcelamento foi fundamental para obtenção de melhores produtividades em solo arenoso, todavia, pouco efetivo em ambiente de baixo potencial produtivo e solo argiloso. Assim, o manejo de adubação deve ser pensado também em função da textura do solo, uma vez que a maior resposta de produção de biomassa ocorreu no tratamento de adubação em V4, o que concorda com os argumentos dos autores, haja vista que o solo do local do experimento apresenta textura arenosa (PRANOSOLOS, 2022)



**Tabela 2. Quadro de análise de variância dos valores médios de: peso de planta (PDP), peso por espiga (PPE), biomassa total (BT), número de fileiras (NF), número de grãos por fileira (NGPF), altura de planta (ADP), altura de inserção da espiga (AIDE), diâmetro do colmo (DC) e Produtividade de biomassa (PB), de plantas de milho em função das diferentes formas de adubação. São José do Belmonte- PE, 2022.**

Formas de adubação	Variáveis analisadas								
	PDP (g)	PPE (g)	BT (G)	NDF	NDGPF	ADP (m)	AIDE (cm)	DDC (cm)	PB (kg/há)
SADB	209,250c	153,50c	362,75c	14,5a	23,5b	2a	48,25c	1,5b	21.765,0 c
ASF	331,0b	253,0bc	584,0b	15,0a	38,0a	2,1a	76,50b	2,25a	35.040,00b
AFC	475,50a	395,75a	871,25a	16,5a	40,25a	2,2a	93,00a	2,25a	52.275,00a
AFCV4	542,50a	371,75ab	914,25a	14,0a	41,5a	2,3a	84,25bc	2,0ab	54.855,00a
CV (%)	8,25	21,27	12,73	7,7	8,48	3,2	8,71	16,67	13,2

Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

Fonte: Elaborada por autores.

## CONCLUSÃO

- 1- As formas de adubação influenciaram no rendimento de biomassa da cultura do milho;
- 2- O parcelamento da adubação não resultou em incremento significativo de produtividade na cultura do milho;
- 3- O número de grãos por fileira e o número de fileira não sofreram influencia das formas de adubação.

## REFERÊNCIAS

APAC.Agência pernambucana de águas e clima. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/193-climatologia/521-climatologia-por-municipio>. Acessado em: 18 de Fevereiro de 2023.

BDE. Base de dados do estado de Pernambuco: cadernos municipais. Disponível em: <http://www.bde.pe.gov.br/estruturacaogeral/filtroCadernoEstatistico.aspx>. 2021

BELTRÃO et al. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado de Pernambuco: relatório diagnóstico do município de São José do Belmonte. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/16859>. 2005.

Büll LT (1993) Nutrição mineral do milho. In: Bull LT, Cantarella H (Eds.) Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, p. 63-145.

Cantarella H, Raij B van, Camargo CEO (1997) Cereais. In: RAIJ B van; Cantarella H, Quaggio JA (Eds.) Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: IAC, p. 45-71. (Boletim técnico, 100).

CAVALCANTI, F. J. de A. (Coord.). Recomendação de adubação para o estado de Pernambuco: 2°. Aproximação. 3 ed. Ver. Recife: IPA, 2008. 154 p.

CONAB. acompanhamento da safra brasileira de grãos | v.10 – safra 2022/23, n 5 – quinto levantamento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>. fevereiro 2023.

CORREA, O. S.; ROMERO, A. M.; SORIA, M. A. & DE ESTRADA, M. Azospirillum brasilense plant genotype interactions modify tomato response to bacterial diseases, and root and foliar microbial communities. In: CASSÁN, F. D.; GARCIA, S. I. (Ed.) Azospirillum sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Buenos Aires: Asociación Argentina de Microbiología, p. 87-95, 2008.

ENDRIGO, P.C. Fitotoxicidade de herbicidas em função do manejo do nitrogênio no milho. 2015. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2015.

Fancelli AL, Tsumanuma GM (2007) Nitrogênio e enxofre nas culturas de milho e feijão. In: Silvia TY, Abdalla RS, Vitti GC (Eds.) Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, p. 445-482.

Magalhães PC, Durães FOM (2006) Fisiologia da produção de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 76).

NEUMANN, M et al. Avaliação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura em milho para silagem. *Agrarian*, v. 12, n. 44, p. 156-164, 2019.

Okumura RS, Mariano DC, Zaccheo PVC (2011) Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão Ricardo Shigueru. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias* 4:226–244

RANGEL, Bruna et al. Formulações de adubos nitrogenado e potássico aplicados em diferentes épocas de cobertura em cultivo de milho. *Dissertação de mestrado*. 2022.

Silva EC, Buzetti S, Guimarães GL, Lazarini E, Sá ME (2005) Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 29:353-362.

## **RESÍDUOS DE FRUTAS E VEGETAIS: UMA REVISÃO SOBRE O POTENCIAL DE EXTRAÇÃO DE PIGMENTOS E APLICAÇÃO EM PRODUTOS DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**

**Romilda Ramos da Silva, Gabriela Fonsêca Leal, José Eduardo Bento de Oliveira, Camila da Costa Gomes, Wellington Barros dos Santos, Sílvio Jackson Félix Alves, Thaís Costa Santos, Greice Folis Dagostin Santinoni, Mariana Alencar da Macena, Camila Mariane Silva Soares, Claudia Cristina Auler dos Santos Amaral, Glêndara Aparecida de Souza Martins**

**RESUMO:** O desperdício de alimentos é um desafio global a ser superado. Alimentos como frutas e vegetais configuram como a parcela com maior taxa de desperdício seja por diversas fontes como industrial no processamento ou após a compra e consumo. Entretanto, pesquisas recentes demonstram que a valorização de resíduos de frutas e vegetais é uma tendência cada vez mais forte, devido à, principalmente a demanda dos consumidores. Tais resíduos despertam o interesse da comunidade científica, pois são ricos em compostos bioativos como os pigmentos que podem ser extraídos, isolados como corantes naturais e aplicados para enriquecer produtos alimentícios, melhorando cor, capacidade antioxidante, entre outras. Logo, essa revisão concentra-se em um levantamento da literatura mais recente que trata sobre os resíduos de frutas e vegetais quanto ao potencial de extração de pigmentos e aplicações na indústria de alimentos.

**Palavras-chave:** Produtos enriquecidos, corantes naturais, aproveitamento

## **INTRODUÇÃO**

Aproximadamente 1,3 bilhões de toneladas de alimentos produzidos são perdidos ou desperdiçados por ano no mundo. Tal desperdício ocorre desde a pós-colheita até o pós-consumo por famílias, restaurantes e estabelecimentos comerciais (GANESH; SRIDHAR; VISHALI, 2022). Como consequência, as perdas e desperdícios de ambos os grupos representam não apenas a perda de *commodities* alimentares, mas também indiretamente, os desperdícios de recursos como terra, água, fertilizantes, produtos químicos, energia e mão de obra (SAGAR et al., 2018).

Em contraste, os resíduos de frutas e vegetais são caracterizados por serem ricos em umidade, compostos orgânicos como carboidratos, proteínas, lipídeos, fibras e minerais além de compostos bioativos como pigmentos e fenólicos que podem ser recuperados na forma de biomoléculas altamente valiosas (EDWIGES et al., 2018; ESPARZA et al., 2020; SAGAR et al., 2018).

Vários desses compostos possuem atributos benéficos a saúde e têm sido amplamente estudados nos últimos 20 anos devido ao seu potencial em substituir os compostos sintéticos utilizados atualmente. Tal importância atrelada aos compostos benéficos tem levado a indústria a extraí-los de suas fontes naturais para o desenvolvimento de alimentos funcionais (PRAKASH MARAN et al., 2017; STAFUSSA et al., 2018).

A demanda dos consumidores por alimentos seguros que impactem positivamente na saúde faz com que a comunidade científica busque explorar ingredientes naturais como pigmentos de frutas que possam cumprir as exigências para aplicação em alimentos e bioterapêuticos com potenciais benefícios à saúde (SHARMA et al., 2021). Os estudos em relação à aplicação de pigmentos naturais têm se expandido nos últimos anos. em comparação aos pigmentos sintéticos, os corantes derivados de fontes naturais.

Assim, o objetivo deste trabalho é revisar a literatura acerca do aproveitamento de resíduos de fontes vegetais como matérias-primas em potencial para a extração de pigmentos como fontes alternativas e aplicação na indústria alimentar. Para isto, foi realizado um levantamento de dados a partir de pesquisas eletrônicas em base de dados científicos internacionais como *Scholar*, *Web of Science*, PubMed e *Scopus*. Os termos

utilizados para pesquisa foram: desperdício de alimentos, resíduos vegetais, pigmentos, cascas de frutas e vegetais, extração de pigmentos.

## **RESÍDUOS VEGETAIS**

O termo “resíduo de frutas e vegetais” tem sido amplamente utilizado no setor de frutas e hortaliças, e se refere as partes não comestíveis dos vegetais que são descartadas durante a coleta, manuseio, transporte e processamento, ou seja, em diferentes partes da cadeia produtiva (PLAZZOTTA; MANZOCCO; NICOLI, 2017).

No entanto, outras terminologias são utilizadas nesse contexto e não existe algo único, entre elas temos: “perdas de alimentos”, “desperdício de alimentos” e até mesmo “subprodutos de alimentos”, sendo este último, utilizado quando se trata de resíduos que podem ser tratados e convertidos em produtos comerciais (VILARIÑO; FRANCO; QUARRINGTON, 2017).

Os resíduos alimentares podem ser classificados em animal ou vegetal. Os resíduos de origem animal têm como principais fontes os derivados das indústrias de laticínios, carnes, pescas e processamento de frutos do mar. Enquanto os resíduos vegetais dependem da fonte, sendo estas: cereais, raízes, tubérculos, oleaginosas e leguminosas, frutas e vegetais (ESPARZA et al., 2020).

Cerca de 50% entre resíduos alimentares são provenientes de frutas, vegetais e tubérculos, sendo que a maioria desses resíduos contém cascas coloridas e um rico conteúdo de pigmentos naturais (GUPTA et al., 2019). Porções não comestíveis de frutas como cascas e sementes são considerados agro-resíduos, logo são descartados no meio ambiente em vez de serem usados como fontes, pois esses resíduos podem conter valores nutricionais superiores a porção comestível (CAN-CAUICH et al., 2017; SALEEM; SAEED, 2020).

Até um terço dos vegetais são desperdiçados ou descartados durante a fabricação ou processamento de alimentos. No entanto, certas partes dos vegetais são descartadas de forma consciente na linha de produção devido ao seu sabor ou textura desagradáveis (LAU; SABRAN; SHAFIE, 2021). Porém, muitos metabólitos secundários estão

concentrados nas partes externas menos palatáveis de frutas e vegetais, logo, estão presentes em altas concentrações (RENARD, 2018).

Aplicações de resíduos de frutas e vegetais já foram estudados no desenvolvimento de novos produtos enriquecidos como por exemplo pães, biscoitos e bebidas (AMOFÁ-DIATUO et al., 2017; HIDALGO et al., 2018; ŠPORIN et al., 2018), assim como estudos tratando de métodos de extração de pigmentos de fontes variadas para aplicação na indústria alimentícia.

Meregalli et al. (2020) avaliaram a extração de compostos bioativos como antocianinas, compostos fenólicos totais, flavonóides e carotenoides na casca vermelha do araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) por meio de um comparativo entre métodos convencionais e ultrassonográficos, cujo resultado demonstrou ser promissor para utilização como corante natural na alimentação.

As investigações de Silva et al. (2018) demonstraram o potencial da casca de jabuticaba (*Myciaria* spp.) como uma boa fonte de pigmentos naturais com altos teores de compostos bioativos ao avaliar a estabilidade de antocianinas e polifenóis não antocianínicos. Em conclusão os autores consideraram a fruta como uma alternativa viável na obtenção de cor natural.

Hidalgo et al. (2018) avaliaram a capacidade antioxidante de extratos microencapsulados ricos em betalaínas de bagaço de beterraba vermelha ao enriquecer biscoitos. A adição do extrato demonstrou um maior teor de betanina, isobetanina, fenólicos totais e capacidade antioxidante, além de modificar a cor do produto, demonstrando assim o efeito protetor da microencapsulação durante o processo de produção dos biscoitos.

Apesar de resíduos e subprodutos de frutas e vegetais serem fontes ricas de nutrientes, a maioria do montante é subutilizada na forma de alimentação de animais ou compostagem, pois não há uma cadeia produtiva estabelecida que capitalize o desperdício de alimentos (AUGUSTIN et al., 2020; SABATER et al., 2021). Portanto, a adoção de estratégias urgentes e acessíveis para reduzir desperdício de alimentos é a questão chave para este problema.

### **Estratégia de aproveitamento**



As estratégias de reciclagem de resíduos de frutas e vegetais podem ser divididas em duas, na qual uma é a reciclagem de toda a massa residual e a outra é a extração de compostos específicos (PLAZZOTTA; MANZOCCO; NICOLI, 2017). As estratégias mais comuns adotadas, além da alimentação animal e compostagem apresentadas na Figura 1, compreendem a produção de biocombustíveis, microrganismos e enzimas biotecnologicamente úteis ou recuperação de produtos químicos para outros fins (DI DONATO et al., 2018).

**Figura 1. Gerenciamento de resíduos alimentares.**



**Fonte:** (ESPARZA et al., 2020)

Os resíduos de frutas e vegetais podem ser utilizados como fonte para diferentes produtos de alto valor agregado abrindo a possibilidade de transformar materiais ambientalmente problemáticos em matérias-primas para extração de compostos bioativos e polímeros (CARMEN et al., 2020; MARTINS et al., 2015; MATA; MARTINS; CAETANO, 2018). Compostos que poderiam ser aplicados na medicina preventiva ou terapêutica como conservantes naturais, aditivos em bebidas funcionais e alimentos, antioxidantes em embalagens ativas entre outros (DI DONATO et al., 2018).

A maior parte desses resíduos incluem principalmente cascas que podem ser considerados resíduos especializados pelos altos níveis de compostos bioativos como

antioxidantes, fenólicos, carotenoides, ácidos orgânicos, vitamina C, fibra alimentar, enzimas, entre outros (RIFNA; MISRA; DWIVEDI, 2021; VILARIÑO; FRANCO; QUARRINGTON, 2017).

Entre todos esses compostos, os pigmentos são considerados naturais e seguros, com propriedades corantes e farmacológicas com ampla aplicação. Tais pigmentos podem ser isolados de resíduos e subprodutos com potencial propriedade bioativa e devido a sua natureza podem ser considerados como “ingredientes alimentares funcionais” (SHARMA et al., 2021). A estratégia de valorização ótima depende da natureza e propriedades particulares das substâncias que estão presentes ou podem ser obtidas a partir de resíduos em cada caso (JIMENEZ-LOPEZ et al., 2020).

Para a obtenção e produção de corantes naturais, o primeiro passo é obter o pigmento bruto dos recursos vegetais. A literatura descreve cinco etapas envolvidas na recuperação de compostos-alvo de resíduos alimentares, sendo estas: pré-tratamento da matriz macroscópica, separação da molécula, extração da molécula, purificação e formação de produtos (BARBA et al., 2016). Assim diversas metodologias têm sido avaliadas para esse propósito, pois a etapa mais importante é a extração da molécula, logo a escolha do método é influente na qualidade e quantidade de compostos extraídos.

A extração pode ser realizada por meio de técnicas convencionais que geralmente possuem uma maior quantidade de tempo e baixa eficiência, uso de solventes orgânicos, temperatura e agitação; e métodos não convencionais ou técnicas emergentes que reduzem o tempo de extração, consumo de solvente, melhor recuperação dos compostos, maior estabilidade e eficiência (PRAKASH MARAN et al., 2017). Novas tecnologias estão atraindo cada vez mais o interesse das indústrias de alimentos pelo seu potencial de recuperação de maneira eficaz e sustentável, tais como extrações assistidas por micro-ondas e ultrassom e metodologias que utilizam solventes verdes, por exemplo (BARBA et al., 2016).

Os resíduos ou subprodutos de frutas e vegetais existem na forma de cascas, grãos, bagaço, frações de sementes e caule (RODRÍGUEZ GARCÍA; RAGHAVAN, 2021). No Quadro 1 é apresentado um levantamento de trabalhos de 2012 a 2022 sobre os pigmentos e os métodos de extração utilizados em resíduos de frutas e vegetais.

**Quadro 1. Pigmentos naturais extraídos de resíduos de frutas e vegetais.**

<b>Resíduo</b>	<b>Pigmento</b>	<b>Método de extração</b>	<b>Referência</b>
Resíduos sólidos de cebola	Antocianina	Extração aquosa com metil $\beta$ -ciclodextrina	(BOZINO et al., 2021)
Resíduos sólidos de cebola	Antocianina	Extração assistida por ultrassom	(KATSAMPA et al., 2015)
Farelo de arroz preto	Antocianina	Extração assistida por aquecimento ôhmico	(LOYPIMAI et al., 2015)
Bagaço de mirtilo	Antocianina	Extração de CO <sub>2</sub> supercrítica e extração com líquido pressurizado	(PAES et al., 2014)
Casca de café	Antocianina	Extração por solvente	(PARRA-CAMPOS; ORDÓÑEZ-SANTOS, 2019)
Casca de beringela	Antocianina	Extração assistida por micro-ondas	(DOULABI; GOLMAKANI; ANSARI, 2020)
Caule de beterraba	Betacianina	Extração assistida por ultrassom	(MARAN; PRIYA, 2016)
Casca de beterraba	Betacianina	Extração por solvente	(ZIN et al., 2020)
Casca de beterraba	Betacianina	Extração por membrana de nanofiltração	(ZIN; BÁNVÖLGYI, 2021)
Casca de beterraba e banana	Betacianina	Extração assistida por ultrassom	(ŠEREMET et al., 2020)
Caule de beterraba	Betaxantina	Extração assistida por ultrassom	(MARAN; PRIYA, 2016)
Casca de beterraba	Betaxantina	Extração por solvente	(ZIN et al., 2020)

Casca de café	Carotenoides	Extração por solvente	(MOREIRA et al., 2018)
Casca de romã	Carotenoides	Extração assistida por ultrassom	(GOULA et al., 2017)
Casca e semente de tomate	Licopeno	Extração enzimática	(CATALKAYA; KAHVECI, 2019)
Casca de tomate	Licopeno e $\beta$ -caroteno	Extração por fluido supercrítico	(KEHILI et al., 2017)
Casca e semente de tomate	Licopeno	Extração pela técnica de microemulsão	(AMIRI-RIGI; ABBASI; SCANLON, 2016)
Casca e semente de tomate	Licopeno	Extração assistida por enzima e alta pressão	(STRATI; GOGOU; OREOPOULOU, 2015)
Casca de limão	Diosmina, Eriocitrina, Hesperidina	Extração assistida por micro-ondas	(MARTÍNEZ-ABAD et al., 2020)

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Entretanto, a maioria das técnicas recentes de valorização ainda não foram implementadas em larga escala em consequência de fatores como transporte e degradação da matéria-prima sendo necessário adotar métodos adicionais de conservação, aumentando o custo global do processamento de resíduos. Logo seria interessante a criação de centros de valorização de resíduos em áreas com alta densidade de indústrias agroalimentares (ESPARZA et al., 2020).

As tecnologias convencionais e emergentes podem ser utilizadas tanto para extração quanto para a preservação e estabilização dos resíduos. Entre as tecnologias convencionais podemos citar os tratamentos térmicos como o uso de baixa temperatura, redução de atividade de água ou pH. Em relação as tecnologias emergentes podemos citar o campo elétrico pulsado e processamento de alta pressão que podem ser utilizados com alternativas para a inativação de microrganismos (AUGUSTIN et al., 2020).

### **Aplicação na indústria**

Os compostos bioativos podem ser usados em diversas aplicações na indústria alimentícia com o objetivo de enriquecer alimentos. Em virtude de suas propriedades benéficas, esses compostos podem ser usados para retardar a oxidação lipídica, melhorar estabilidade de cor, retardar o aparecimento de sabores estranhos, prevenir o ranço oxidativo ou melhorar as atividades antioxidantes de produtos (RODRÍGUEZ GARCÍA; RAGHAVAN, 2021; TRIGO et al., 2020).

O movimento de substituição dos corantes e conservantes artificiais por produtos naturais pelas empresas é uma resposta frente a demanda dos consumidores por alimentos mais seguros à base de plantas. Os pigmentos obtidos a partir de resíduos como cascas e bagaço, por exemplo representam um subproduto útil para aplicação. Autores como Chen et al. (2019) investigaram os componentes da casca de limão com o objetivo de descobrir novo corantes amarelos estáveis, solúveis em água e que podem ser extraídos. O estudo relatou sobre um novo corante alimentício amarelo #15, estável e solúvel em água, proveniente de extrato de raspas de limão cítrico.

Loypimai et al. (2015) realizaram a extração de pigmentos de antocianina roxos escuros em farelo de arroz glutinoso preto (*Oryza sativa* L.) e investigaram a qualidade do pó obtido pela extração assistida por aquecimento ôhmico. Os autores concluíram que a técnica utilizada foi promissora em relação aos métodos convencionais devido ao alto rendimento de corante natural e por fim, foi sugerido a aplicação do aquecimento ôhmico para o desenvolvimento em escala industrial de corantes.

Extratos ricos em antocianinas derivados de resíduos de cebola foram aplicados em um produto lácteo fermentado do tipo iogurte por Mourtzinis et al. (2018). O processo de extração e recuperação dos flavonóides e corantes foi otimizado e realizado utilizando misturas ternárias “verdes”. Os autores concluíram que os extratos foram aplicados com sucesso no produto e apresentou cor estável vermelha.

Vale mencionar outra aplicação bem-sucedida em produtos não alimentícios, mas que estão diretamente ligadas a indústria de alimentos como no caso das embalagens inteligentes. Etxabide, Kilmartin e Maté (2021) avaliaram a estabilidade de cor de corantes naturais em condições de armazenamento de alimentos. Após o estudo com diferentes estímulos de pH e concentrações de corantes, a pesquisa demonstrou que a betanina e antocianina são pigmentos apropriados par ao desenvolvimento de embalagens inteligentes desde que fabricados em processos de baixa temperatura.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

A utilização de pigmentos naturais provenientes de frutas e vegetais e a incorporação em produtos alimentícios para melhoramento de atributos é uma tendência que aumenta em virtude da demanda dos consumidores cada vez mais preocupados com a alimentação. Na percepção do consumidor, esses compostos naturais podem ser considerados como ingredientes ou complementos nutricionais, sendo assim, o apelo do produto enriquecido com aditivos funcionais e benéficos a saúde torna interessante o desenvolvimento de pesquisas pela busca de fontes naturais com potencial de extração e aplicação de pigmentos na indústria.

Por outro lado, é inerente a necessidade de estudos que tratem da aplicação e real eficácia dos pigmentos enquanto bioativo no organismo humano, além da questão tecnológica relacionada ao processo de extração e estabilidade durante o armazenamento, visto que são compostos altamente degradáveis. O principal desafio encontra-se na fonte, na cadeia agroindustrial, no estabelecimento de processos que possam realizar a extração de maneira contínua e no desenvolvimento de produtos estáveis que sejam capazes desempenhar suas funções, seja para melhorar cor ou restaurar a aparência original dos alimentos após o processamento.

De maneira geral, o uso de resíduos de frutas e vegetais para a extração de pigmentos e produção de aditivos alimentares é uma solução de baixo custo e que reduz o impacto ambiental. Além de fornecer produtos alternativos para a indústria, promover o conceito de economia circular, pela gestão de recursos existentes dentro do escopo sustentável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIRI-RIGI, A.; ABBASI, S.; SCANLON, M. G. Enhanced lycopene extraction from tomato industrial waste using microemulsion technique: Optimization of enzymatic and ultrasound pre-treatments. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 35, p. 160–167, 1 jun. 2016.

AMOFAD-DIATUO, T. et al. Development of new apple beverages rich in isothiocyanates by using extracts obtained from ultrasound-treated cauliflower by-products: Evaluation of physical properties and consumer acceptance. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 61, p. 73–81, ago. 2017.

AUGUSTIN, M. A. et al. **Recovery of wasted fruit and vegetables for improving sustainable diets** *Trends in Food Science and Technology* Elsevier Ltd, , 1 jan. 2020.

BARBA, F. J. et al. **Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: A review** *Trends in Food Science and Technology* Elsevier Ltd, , 1 mar. 2016.

BOZINOU, E. et al. Cyclodextrins as high-performance green co-solvents in the aqueous extraction of polyphenols and anthocyanin pigments from solid onion waste. **European Food Research and Technology**, v. 247, n. 11, p. 2831–2845, 1 nov. 2021.

CAN-CAUICH, C. A. et al. Tropical fruit peel powders as functional ingredients: Evaluation of their bioactive compounds and antioxidant activity. **Journal of Functional Foods**, v. 37, p. 501–506, 1 out. 2017.

CARMEN, M.-T. et al. Coffee Pulp: An Industrial By-product with Uses in Agriculture, Nutrition and Biotechnology. **Reviews in Agricultural Science**, v. 8, n. 0, 2020.

CATALKAYA, G.; KAHVECI, D. Optimization of enzyme assisted extraction of lycopene from industrial tomato waste. **Separation and Purification Technology**, v. 219, p. 55–63, 15 jul. 2019.

CHEN, X. et al. Lemon yellow #15 a new highly stable, water soluble food colorant from the peel of Citrus limon. **Food Chemistry**, v. 270, p. 251–256, 1 jan. 2019.

DI DONATO, P. et al. Biological Properties of Polyphenols Extracts from Agro Industry's Wastes. **Waste and Biomass Valorization**, v. 9, n. 9, p. 1567–1578, 1 set. 2018.

DOULABI, M.; GOLMAKANI, M.; ANSARI, S. Evaluation and optimization of microwave-assisted extraction of bioactive compounds from eggplant peel by-product. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 11, 25 nov. 2020.

EDWIGES, T. et al. Influence of chemical composition on biochemical methane potential of fruit and vegetable waste. **Waste Management**, v. 71, p. 618–625, 1 jan. 2018.

ESPARZA, I. et al. **Fruit and vegetable waste management: Conventional and emerging approaches** *Journal of Environmental Management* Academic Press, , 1 jul. 2020.

ETXABIDE, A.; KILMARTIN, P. A.; MATÉ, J. I. Color stability and pH-indicator ability of curcumin, anthocyanin and betanin containing colorants under different storage conditions for intelligent packaging development. **Food Control**, v. 121, p. 107645, mar. 2021.



GANESH, K. S.; SRIDHAR, A.; VISHALI, S. Utilization of fruit and vegetable waste to produce value-added products: Conventional utilization and emerging opportunities-A review. **Chemosphere**, v. 287, 1 jan. 2022.

GOULA, A. M. et al. Green ultrasound-assisted extraction of carotenoids from pomegranate wastes using vegetable oils. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 34, p. 821–830, 1 jan. 2017.

GUPTA, N. et al. Fruit waste management by pigment production and utilization of residual as bioadsorbent. **Journal of Environmental Management**, v. 244, p. 138–143, 15 ago. 2019.

HIDALGO, A. et al. Microencapsulates and extracts from red beetroot pomace modify antioxidant capacity, heat damage and colour of pseudocereals-enriched einkorn water biscuits. **Food Chemistry**, v. 268, p. 40–48, dez. 2018.

JIMENEZ-LOPEZ, C. et al. Agriculture waste valorisation as a source of antioxidant phenolic compounds within a circular and sustainable bioeconomy. **Food & Function**, v. 11, n. 6, p. 4853–4877, 2020.

KATSAMPA, P. et al. A green ultrasound-assisted extraction process for the recovery of antioxidant polyphenols and pigments from onion solid wastes using Box-Behnken experimental design and kinetics. **Industrial Crops and Products**, v. 77, p. 535–543, 23 dez. 2015.

KEHILI, M. et al. Supercritical CO<sub>2</sub> extraction and antioxidant activity of lycopene and  $\beta$ -carotene-enriched oleoresin from tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) peels by-product of a Tunisian industry. **Food and Bioproducts Processing**, v. 102, p. 340–349, 1 mar. 2017.

LAU, K. Q.; SABRAN, M. R.; SHAFIE, S. R. Utilization of Vegetable and Fruit By-products as Functional Ingredient and Food. **Frontiers in Nutrition**, v. 8, 15 jun. 2021.

LOYPIMAI, P. et al. Ohmic heating-assisted extraction of anthocyanins from black rice bran to prepare a natural food colourant. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 27, p. 102–110, 1 fev. 2015.

MARAN, J. P.; PRIYA, B. Multivariate statistical analysis and optimization of ultrasound-assisted extraction of natural pigments from waste red beet stalks. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 792–799, 1 jan. 2016.

MARTÍNEZ-ABAD, A. et al. Optimisation of sequential microwave-assisted extraction of essential oil and pigment from lemon peels waste. **Foods**, v. 9, n. 10, 19 out. 2020.

MARTINS, J. L. R. et al. **Medicinal species with gastroprotective activity found in the Brazilian Cerrado** *Fundamental and Clinical Pharmacology*, 1 jun. 2015.

MATA, T. M.; MARTINS, A. A.; CAETANO, N. S. Bio-refinery approach for spent coffee grounds valorization. **Bioresource technology**, v. 247, p. 1077–1084, 2018.

MEREGALLI, M. M. et al. Conventional and ultrasound-assisted methods for extraction of bioactive compounds from red araçá peel (*Psidium cattleianum* Sabine). **Arabian Journal of Chemistry**, v. 13, n. 6, p. 5800–5809, 1 jun. 2020.

MOREIRA, M. D. et al. Solid coffee waste as alternative to produce carotenoids with antioxidant and antimicrobial activities. **Waste Management**, v. 82, p. 93–99, 1 dez. 2018.

MOURTZINOS, I. et al. Natural food colorants derived from onion wastes: Application in a yoghurt product. **ELECTROPHORESIS**, v. 39, n. 15, p. 1975–1983, ago. 2018.

PAES, J. et al. Extraction of phenolic compounds and anthocyanins from blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) residues using supercritical CO<sub>2</sub> and pressurized liquids. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 95, p. 8–16, 2014.

PARRA-CAMPOS, A.; ORDÓÑEZ-SANTOS, L. E. Natural pigment extraction optimization from coffee exocarp and its use as a natural dye in French meringue. **Food Chemistry**, v. 285, p. 59–66, 1 jul. 2019.

PLAZZOTTA, S.; MANZOCCO, L.; NICOLI, M. C. **Fruit and vegetable waste management and the challenge of fresh-cut salad** *Trends in Food Science and Technology* Elsevier Ltd, , 1 maio 2017.

PRAKASH MARAN, J. et al. Ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from *Nephelium lappaceum* L. fruit peel using central composite face centered response surface design. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 10, p. S1145–S1157, 1 fev. 2017.

RENARD, C. M. G. C. **Extraction of bioactives from fruit and vegetables: State of the art and perspectives** *LWT Academic Press*, , 1 jul. 2018.

RIFNA, E. J.; MISRA, N. N.; DWIVEDI, M. Recent advances in extraction technologies for recovery of bioactive compounds derived from fruit and vegetable waste peels: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1–34, 26 jul. 2021.

RODRÍGUEZ GARCÍA, S. L.; RAGHAVAN, V. Green extraction techniques from fruit and vegetable waste to obtain bioactive compounds—A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1–21, 1 abr. 2021.

SABATER, C. et al. Vegetable waste and by-products to feed a healthy gut microbiota: Current evidence, machine learning and computational tools to design novel microbiome-targeted foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 118, p. 399–417, dez. 2021.

SAGAR, N. A. et al. Fruit and Vegetable Waste: Bioactive Compounds, Their Extraction, and Possible Utilization. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, n. 3, p. 512–531, 1 maio 2018.

SALEEM, M.; SAEED, M. T. Potential application of waste fruit peels (orange, yellow lemon and banana) as wide range natural antimicrobial agent. **Journal of King Saud University - Science**, v. 32, n. 1, p. 805–810, 1 jan. 2020.

ŠEREMET, D. et al. Valorization of banana and red beetroot peels: Determination of basic macrocomponent composition, application of novel extraction methodology and assessment of biological activity in vitro. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 11, 1 jun. 2020.

SHARMA, M. et al. **Valorization of fruits and vegetable wastes and by-products to produce natural pigments** *Critical Reviews in Biotechnology* Taylor and Francis Ltd., , 2021.

SILVA, G. J. F. et al. Potential of jaboticaba (*Myrciaria* spp.) fruit in obtaining the natural functional colors for foods. **Acta Horticulturae**, n. 1198, p. 97–100, abr. 2018.

ŠPORIN, M. et al. Quality characteristics of wheat flour dough and bread containing grape pomace flour. **Food Science and Technology International**, v. 24, n. 3, p. 251–263, 1 abr. 2018.

STAFUSSA, A. P. et al. Bioactive compounds of 44 traditional and exotic Brazilian fruit pulps: phenolic compounds and antioxidant activity. **International Journal of Food Properties**, v. 21, n. 1, p. 106–118, 1 jan. 2018.

STRATI, I. F.; GOGOU, E.; OREOPOULOU, V. Enzyme and high pressure assisted extraction of carotenoids from tomato waste. **Food and Bioproducts Processing**, v. 94, p. 668–674, 1 abr. 2015.

VILARIÑO, M. V.; FRANCO, C.; QUARRINGTON, C. **Food loss and waste reduction as an integral part of a circular economy** *Frontiers in Environmental Science* Frontiers Media S.A., , 17 maio 2017.

ZIN, M. M. et al. Betalains, total polyphenols, and antioxidant contents in red beetroot peel (Cylindra type). **Progress in Agricultural Engineering Sciences**, v. 16, p. 27–36, 1 dez. 2020.

ZIN, M. M.; BÁNVÖLGYI, S. Portfolio of beetroot (*Beta vulgaris* L.) peel extracts concentrated by nanofiltration membrane. **International Journal of Food Studies**, v. 10, n. 2, p. 334–345, 18 out. 2021.

## **VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA CINZA PROVENIENTE DE RESIDÊNCIAS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS: UMA REVISÃO LITERÁRIA**

**Tânia da Silva Siqueira, Mateus Ferreira Andrade, Francisco Evandro Aguiar Filho, Lígia Roberta Ferreira de Andrade, Jucelândio da Silva Guimarães, Paulo Álvaro Brasiliano Brasilino, Damaris Daniele Barreto Melo, Márcia Bruna Marim de Moura, Luzia micaele Alves barbosa, Maria Jucélia Pereira de Sousa, Rafael Anchieta de Oliveira**

**RESUMO:** O inquietante cenário de baixa disponibilidade de água para fins agricultáveis, em especial no que tange ao semiárido brasileiro, tem aberto caminho para o desenvolvimento de diversas pesquisas no âmbito da sustentabilidade e na busca por meios de produção mais viáveis. Diante o exposto, o presente trabalho trata-se de uma revisão de literatura, tendo como principal objetivo avaliar a viabilidade da utilização de água cinza, proveniente de residências, em sistemas agroflorestais. A água cinza é um subproduto da água de abastecimento da residência, oriunda dos ralos e pias, acrescida por produtos utilizados na higienização de pessoas e ambientes. Haja vista a escassez de sistemas de saneamento básico no âmbito rural brasileiro, especialmente no que tange ao semiárido pernambucano, a implantação dos sistemas RAC-SAF (Reúso de água cinza em sistemas agroflorestais), contribuem valorosamente para redução dos impactos ambientais, tendo em vista a reutilização de efluentes que antes seriam depositos a céu aberto. O reúso de água cinza filtrada impacta positivamente no desempenho dos cultivos, favorecendo o crescimento e sobrevivência de essências arbóreas presentes nos sistemas agroflorestais do semiárido pernambucano.

**Palavras-chave:** PALAVRAS CHAVE: Agrofloresta; Reúso de água; agricultura familiar; Semiárido.

## **INTRODUÇÃO**

A agricultura convencional e os modelos de desenvolvimento que seguem a mesma lógica são claramente insustentáveis (PALUDO & COSTABEBER., 2012). Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), no Brasil, a agricultura retém, cerca de 70% do consumo mundial dos recursos hídricos. Tendo em vista a baixa precipitação e irregular distribuição espaço-temporal do regime pluviométrico nas regiões semiáridas do país, é preciso buscar alternativas sustentáveis de obtenção de água para fins agrícolas.

A crescente demanda por água tem levado os pequenos agricultores a buscarem soluções locais para aumentar a oferta deste insumo aos cultivos (SILVA et al., 2020). Para Silva *et al.* (2018) as estações de tratamento de água associadas a irrigação tornam-se uma atividade economicamente produtiva. As tribulações relacionadas a crise hídrica, associado à necessidade de implantação de sistemas de produção eficazes, tem gerado embates precursores de estudos e pesquisas voltados ao reúso de água no âmbito rural. Para Silva, H.F (2019) o uso de água cinza na irrigação, gera resultados positivos quanto ao desempenho de cultivos, quando comparado as plantas submetidas ao regime de sequeiro, nos moldes dos Sistemas Agroflorestais conduzidos pelas famílias agricultoras.

De acordo com os estudos realizados por Ferreira et al. (2009), o sistema tradicional de cultivo, com adoção de desmatamento e queimadas, vem causando graves danos ao meio ambiente, devido a redução do período de pousio, o que conseqüentemente gera diminuição no acúmulo de biomassa e perda de nutrientes. Para Vieira et al. (2007) as tecnologias empregadas nos sistemas agroflorestais (SAF), diversificam a produção, além de proporcionarem a conservação do solo e reduzir a pressão sobre os recursos naturais.

Para Paludo & Costabeber (2012) a noção inicial de desenvolvimento, que conotava a idéia de progresso, entrou em crise pelas conseqüências sociais e ambientais da industrialização e dos processos exploratórios dos recursos naturais gerados pelo modelo. Para os autores, torna-se necessária uma agricultura sustentável, que atenda o imperativo socioambiental a partir da incorporação dos princípios agroecológicos, com enfoque científico orientado a promoção de agroecossistemas sustentáveis.

O crescente aumento populacional nos impera a coexistir atualmente com um inquietante cenário no que tange a elevação da demanda na produção de alimentos, tendo em

vista as visíveis alterações climáticas/ambientais que geram incertezas quanto a seguridade das lavouras. A água é o precípuo insumo exigido para a máxima expressão do potencial produtivo dos cultivos, sendo assim, os regimes pluviométricos desregulares tendem a ser desfavoráveis a produção agrícola, incitando a necessidade de implantação de sistemas de irrigação. Dadas as referidas constatações, o presente trabalho trata-se de uma revisão de literatura, tendo como principal objetivo avaliar a viabilidade da utilização de água cinza, proveniente de residências, em sistemas agroflorestais.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### Utilização de água cinza, como alternativa de fonte hídrica

A água cinza é um subproduto da água de abastecimento da residência, oriunda dos ralos e pias, acrescida por produtos utilizados na higienização de pessoas e ambientes.

Nos últimos decênios, tem-se notado crescente aumento na busca por fontes alternativas de oferta de água, a exemplo dos sistemas de reutilização de água cinza. Silva et al., (2020) ao realizar seu trabalho nas cidades de Ouricuri, Triunfo e Flores no Estado de Pernambuco, indicam que os agricultores produzem um volume médio de 1,10 m<sup>3</sup> de água cinza por semana.

O uso de água residuária na agricultura torna-se viável uma vez que, acarreta na redução da captação de águas de boa qualidade, bem como diminuição da contaminação dos corpos d'água pela deposição de esgotos, além das substâncias fertilizantes presentes na mesma (ANDRADE FILHO, et. Al., 2013). Para os autores, estas constatações incentivam o desenvolvimento de técnicas de tratamento e manejo dos resíduos antrópicos, impactando na minimização dos danos ambientais e geração de renda com a prática do uso agrícola.

Silva et al., (2018) citam que o descarregamento direto das massas de águas residuais geradas nas atividades de cunho agropecuário, limitam o uso do solo para diferentes finalidades. Em contrapartida, o autor relata que a existência de um gerenciamento racional, bem como tratamentos adequados e reutilização de águas residuárias, reduzem à exploração excessiva, poluição dos ecossistemas e degradação dos solos, impactando positivamente para a segurança alimentar. Para Silva et al. (2020) a utilização da água cinza filtrada pelas famílias, em seus quintais produtivos, contribui significativamente para diminuir o lançamento aleatório deste efluente potencialmente poluente no meio ambiente.



Apesar dos vários benefícios evidenciados, é necessário o emprego de técnicas adequadas de tratamento, no que diz respeito a reutilização de água na agricultura. Estas, além de apresentarem consideráveis concentrações de íons dissolvidos como o sódio, o boro e cloretos, contêm também, grande variedade de organismos patogênicos como bactérias, vírus, protozoários e helmintos (ANDRADE FILHO, et. Al., 2013).

Para Silva et al., (2020) a água cinza advinda das residências de famílias agricultoras e armazenada em reservatórios, é detentora de média (C2) e alta (C3) salinidade. A salinidade presente na água indica a necessidade de cuidados especiais e preventivos em relação ao impacto sobre o solo, cultivos e o próprio sistema de irrigação ao longo do tempo (SILVA et al. 2020). Para Silva (2019) a salinidade de média a alta da água cinza implica na necessidade de estudos futuros e detalhados acerca do efeito deste aporte permanente de sais nas áreas de cultivo e, sempre que possível, de que esta água seja diluída em água de boa qualidade antes de ser lançada ao sistema.

#### Sistemas agroflorestais

Para Abdo, Valeri & Martins., (2009) a utilização dos sistemas agroflorestais proporcionam garantia alimentar, melhor Umidade relativa, redução na temperatura e ganhos significativos a saúde pública por intermédio da produção de plantas medicinais.

Para implantação de um sistema agroflorestal é necessário o uso de plantas arbóreas, arbustivas e herbáceas, consorciadas com espécies agrícolas e forrageiras com ou sem a presença animal, mas obrigatoriamente associadas a essências florestais. (ABDO, VALERI & MARTINS., 2009).

Segundo Johannes Van Leeuwen, em suas contribuições ao INPA, o sistema agroflorestal é uma forma de mistura espacial, em que culturas perenes e lenhosas, são atreladas a produção de animais, em um mesmo terreno, acarretando na interação ecológica e econômica, das diferentes espécies.

Ernst Götsch, agrofloresteiro, pesquisador e precursor da agricultura sintrópica, fez o seguinte questionamento:

*“Será que não conseguiríamos maiores resultado se procurássemos modos de cultivo que proporcionem condições favoráveis ao bom desenvolvimento das plantas, ao invés de criar genótipos que suportem os maus-tratos a que as submetemos?”*



Para Ernest, é preciso considerar o ecossistema por completo, tanto as relações intraespecíficas quanto as interespecíficas, deste modo, a solução para o questionamento imposto, estaria então, na implantação do sistema agroflorestal e utilização de agricultura sintrópica.

Para Vieira et al. (2007) os sistemas agroflorestais são uma alternativa para recuperação de áreas degradadas, uma vez que, apresentam inúmeras vantagens do ponto de vista ecológico e socioeconômico, quando comparados aos monocultivos. Os sistemas agroflorestais constituem uma ferramenta para a redução do número de queimadas, conseqüentemente, a restringência da emissão de gases e seu conseqüente efeito nas mudanças climáticas globais (FERREIRA et al. 2009)

Segundo os estudos realizados por Ferreira et al. (2009), o sucesso do sistema agroflorestal se dá principalmente pela forma como ele é desenvolvido, o que evidencia a necessidade de cursos de capacitação para os produtores, bem como a interação entre conhecimento local, pesquisa e extensão.

Embora a implantação de Sistemas Agroflorestais tenha tido crescente aumento nas áreas nacionais, muito deve ser feito tanto na adequação técnica dos modelos escolhidos como na adoção de políticas agrícolas, que amparem o produtor a fim de que ele possa obter maiores benefícios, em função desse modelo de agricultura. (ABDO, VALERI & MARTINS., 2009)

Para Vieira et al. (2007) ainda é necessário a realização de pesquisas aprofundadas em diversos aspectos relacionados aos sistemas agroflorestais, tais como: seleção de espécies potenciais, incidência de pragas e doenças, condições de solo e análise econômica.

#### Uso de água cinza em sistemas agroflorestais

Por meio da avaliação da eficiência do uso de água cinza filtrada em agroecossistemas familiares, em seu trabalho, Silva et al. (2020) concluíram que manejar sistemas de irrigação com água cinza filtrada, contribui para diminuição no lançamento de efluentes poluidores, gerando alto ganho ambiental, além de ser eficiente, quanto ao suprimento da demanda dos agricultores.

Para os sistemas agrícolas, grandes consumidores de água, o uso de água cinza torna-se cada vez mais viável (OLIVEIRA, *et al.* 2010). Os sistemas de reutilização de água em SAF's, propiciam um elevado ganho ambiental, pois destinam aos sistemas de irrigação, um subproduto da água de abastecimento que antes era destinada diretamente ao ambiente, contribuindo com a diminuição do lançamento de efluentes (SILVA, P., *et al.* 2020).

O aporte hídrico gerado pelo uso de água cinza em sistemas agroflorestais corrobora para o aumento na produção, e por conseguinte, da seguridade alimentar e financeira da família agricultora.

Para Abdo, Valeri & Martins., (2009) os modelos de produção diversificada inseridos na lógica dos sistemas agroflorestais, tornam-se alternativas interessantes para pequenos agricultores que buscam obter uma exploração economicamente viável intensiva. A diversificação da produção nas empresas agrícolas é uma estratégia de proteção entre as várias atividades praticadas (SOUZA, *et al.* 2007).

O núcleo de estudos, pesquisa e práticas agroecológicas do semiárido (NEPPAS), com espaço permacultural localizado na unidade acadêmica da UFRPE em serra talhada, vem desenvolvendo importante papel do que tange ao desenvolvimento de ações, pesquisas e parcerias, que promovem acesso a informação a respeito de sistemas agroflorestais e reutilização de água cinza.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A produção alimentícia seguindo as lógicas de produção convencionais, corrobora para a ocorrência de constantes ataques ao conjunto, solo, fauna e flora, em função dos processos exploratórios que atingem os mesmos. Sendo assim, é fundamentalmente importante a ampliação do conhecimento científico a respeito de técnicas que viabilizem a produção, sem apresentar comprometimento ao meio ambiente.

O inquietante cenário de baixa disponibilidade de água para fins agricultáveis, em especial no que tange ao semiárido brasileiro, tem aberto caminho para o desenvolvimento de diversas pesquisas no âmbito da sustentabilidade e na busca por meios de produção mais viáveis.

Segundo Silva, H.F (2019), o quantitativo de água residuária produzida nos aglomerados rurais na região semiárida do Brasil é bastante significativo, mediante um quadro permanente de escassez hídrica.

Diante da dificuldade no tocante aos recursos hídricos para produção agrícola no semiárido pernambucano, Silva, H.F., (2019) comparou o desempenho de frutíferas e forrageiras em sistema agroflorestal, no regime de sequeiro e irrigadas por gotejamento, com recurso hídrico provindo de água cinza filtrada, numa região de clima semiárido no sertão do pajeú, nos municípios de Flores e Triunfo, em Pernambuco. Constatando que, seu uso proporcionou um maior índice de sobrevivência às plantas frutíferas dos sistemas produtivos, bem como uma maior taxa de crescimento na maioria das plantas, tanto em altura quanto diâmetro do caule.

Essencialmente em períodos de escassez hídrica, o sistema de reúso de água cinza reduz o nível de contaminação ambiental e eleva a execução dos SAF's, tornando-se mais um recurso para melhorar a qualidade de vida das famílias rurais (SILVA, H.F., 2019).

Para Silva, H.F (2019), o uso de tecnologias de filtragem de água cinza para posterior utilização na agricultura, torna-se uma alternativa para implementação de políticas na convivência com o semiárido, acarretando na melhoria da qualidade de vida para as famílias, uma vez que, na maioria dos estabelecimentos rurais, este subproduto é depositado a céu aberto, elevando seu potencial contaminante.

O trabalho de Silva, A.F et al., (2019), realizado em propriedades no sertão do Araripe e do Pajeú, consistiu na análise de parâmetros como pH, condutividade elétrica (CE), cálcio (Ca), sódio (Na) e magnésio (Mg), da água de abastecimento e da água cinza gerada. Segundo Silva, A.F et al., (2019) ocorreram melhorias na qualidade da água em algumas propriedades, todavia, observou-se redução ou manutenção desta qualidade, em outras propriedades, o que pode estar relacionado com a saturação do material filtrante ou às características específicas de cada filtro examinado. Segundo o autor na agricultura de base ecológica, o reuso dessa água é uma excelente alternativa para amenizar o problema do déficit hídrico.

De acordo com Silva, A.F et al., (2019) a utilização de água cinza, após passagem por filtros de carvão e esterco, em sistemas agroflorestais, favorece a produção de alimentos e geração de renda para as famílias, todavia, o mesmo deve ser tratado a fim de remover a carga orgânica e alguns sais presentes, melhorando sua qualidade e garantindo a ausência de impactos negativos no meio ambiente. Para Silva. H.F (2019) a salinidade de média a alta da água cinza implica na necessidade de estudos futuros e detalhados acerca do efeito do aporte permanente de sais nas áreas de cultivo.

A avaliação realizada por Silva et al. (2018), acerca dos efeitos da água residuária provinda dos banheiros e cozinhas da sede do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), localizada no Município de Campina Grande-PB, na irrigação de um sistema agroflorestal, cultivado em condições de campo, permitiu verificar resultados neutros, com relação a qualidade da água, onde: O pH variou de 6,9 a 7,3, a condutividade elétrica encontra-se dentro do permitido, bem como comprovou-se que a água residuária apresenta aporte nutricional com os nutrientes de N, P, K, Ca, Mg. Com isso Silva et al. (2018), indica que essa água pode ser usada no solo e não acarretando no comprometimento das culturas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O reúso de água cinza filtrada impacta positivamente no desempenho dos cultivos, favorecendo o crescimento e sobrevivência de essências arbóreas presentes nos sistemas agloflorestais do semiárido pernambucano.

Haja vista a escassez de sistemas de saneamento básico no âmbito rural brasileiro, especialmente no que tange ao semiárido pernambucano, a implantação dos sistemas RAC-SAF (Reúso de água cinza em sistemas agroflorestais), contribuem valorosamente para redução dos impactos ambientais, tendo em vista a reutilização de efluentes que antes seriam depositos a céu aberto.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

FERREIRA, C.A. *et al.* **Unidades de produção agrícola controlada no semiárido para o tratamento de água cinza.** Revista Verde (Mossoró – RN - BRASIL), v. 8, n.4, p.183 - 188, out-dez, 2013.

OLIVEIRA, *et al.* **EFEITO DO USO DE ÁGUA CINZA SOBRE A VAZÃO DE UM MICROASPELADOR DINÂMICO.** Irriga, Botucatu, v. 15, n. 3, p. 258-267, julho-setembro, 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. **FAO e CNA lançam estudo sobre agricultura irrigada brasileira.** Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1107498/>. Acesso em: 27 Out. 2020.

SILVA, P.R.C. *et al.* **Uso de água cinza filtrada em sistemas de gotejamento na agricultura familiar.** Research, Society and Development, v. 9, n. 8, e708986061, 2020.

SILVA,S.S. *et al.* **QUALIDADE DA ÁGUA RESIDUÁRIA PARA IRRIGAÇÃO PARA UM SISTEMA AGROFLORESTAL.** Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC’2018 21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil.

SOUZA, A. N. *et al.* **VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL.** Cerne, Lavras, v. 13, n. 1, p. 96-106, jan./mar. 2007.

SILVA, Alineaura Florentino et al. **Qualidade de águas cinzas após o uso de filtros de carvão e esterco em sistemas agroflorestais do semiárido do Araripe e Pajeú.** In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE).** In: Congresso internacional interdisciplinar em extensão rural e desenvolvimento. 1., Petrolina: Univasf, 2019., 2019.

SILVA,S.S. *et al.* **QUALIDADE DA ÁGUA RESIDUÁRIA PARA IRRIGAÇÃO PARA UM SISTEMA AGROFLORESTAL.** Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC’2018 21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil.

DA SILVA, Paulo Romário Calixto et al. **USO DE ÁGUA CINZA FILTRADA EM SISTEMAS DE GOTEJAMENTO NA AGRICULTURA FAMILIAR.** Research, Society and Development, v. 9, n. 8, p. e708986061-e708986061, 2020.

DA SILVA DIAS, Nildo et al. **ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SOLO FERTIRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.** IRRIGA, v. 18, n. 4, p. 661-674, 2013.

MEDEIROS, Salomão de S. et al. **UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE ORIGEM DOMÉSTICA NA AGRICULTURA: ESTUDO DAS ALTERAÇÕES QUÍMICAS DO SOLO.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 9, n. 4, p. 603-612, 2005.

SILVA, Hugo Felipe da. **DESEMPENHO DE ESPÉCIES VEGETAIS CONDUZIDAS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS E IRRIGADAS COM ÁGUA CINZA NA REGIÃO DO SERTÃO DO PAJEÚ.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil.

PALUDO, Rafael; COSTABEBER, José Antônio. **SISTEMAS AGROFLORESTAIS COMO ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO RURAL EM DIFERENTES BIOMAS BRASILEIROS.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 7, n. 2, p. 63-76, 2012.

FERREIRA, Josie Helen Oliveira et al. **SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA AGRICULTURA FAMILIAR COMO ALTERNATIVA PARA DIVERSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO E REDUÇÃO DE QUEIMADAS NO NORDESTE PARAENSE.** In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009, EMATER-DF: Embrapa, 2009., 2009.

VIEIRA, Thiago Almeida et al. **ADOÇÃO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA AGRICULTURA FAMILIAR, EM IGARAPÉ-AÇU, PARÁ, BRASIL.** Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 47, n. 1, p. 9-22, 2007.

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, Sérgio Valiengo; MARTINS, Antônio Lúcio Mello. **SISTEMAS AGROFLORESTAIS E AGRICULTURA FAMILIAR: UMA PARCERIA INTERESSANTE.** Revista Tecnologia & Inovação /Agropecuária, v. 1, n. 2, p. 50-59, 2008.

VAN LEEUWEN, Johannes et al. **SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A AMAZÔNIA: IMPORTÂNCIA E PESQUISAS REALIZADAS**. Disponível em: <https://www.inpa.gov.br/cpca/johannes/joha-20anos.html>. Acessado em: 28 de Out.2020.

GOTSCH, Ernest. **AGENDA GOTSCH**. Disponível em: <https://agendagotsch.com/pt/ernst-gotsch/>. Acessado em: 28 de Out.2020.

EMBRAPA. **SANEAMENTO BÁSICO RURAL**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-saneamento-basico-rural>. Acessado em: 29 de Out.2020.

## **INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE EUGENIA UNIFLORA L.**

**Hendrick da Costa de Souza, Irmfried Henrique Papke**

A pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) pertence à família Myrtaceae e está distribuída em praticamente todo o território nacional, possui frutos ricos em vitaminas e apresenta grande potencial de exploração econômica em grande escala. A espécie é propagada via seminal e a produção de mudas vigorosas é de suma importância para a qualidade e produtividade do pomar. O substrato é um dos principais fatores para a produção de mudas de qualidade e deve proporcionar para as mesmas todas as condições físicas, químicas e biológicas para o crescimento saudável da planta, oferecendo condições para a expressão do potencial genético em produtividade. A matéria orgânica é um componente importante nos substratos, com a finalidade de aumentar a retenção de nutrientes e água para as mudas. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência de substratos no desenvolvimento de mudas de pitangueira. O estudo foi conduzido no município de Palmeira das Missões-RS (23° 53' 19" Sul, 53° 18' 19" Oeste), clima Cfa (subtropical úmido) de acordo com a classificação de Köppen. Os tratamentos foram os seguintes: CO (100% Composto Orgânico), TCO (50% Terra de Subsolo + 50% Composto Orgânico) e TCOA (50% Terra de Subsolo + 25% Composto Orgânico + 50% Areia). O composto orgânico era um produto comercial formado por palhas decompostas, cascas de acácia, calcário, pó de gesso, super triplo e turfa, tratados com extrato pirolenhoso. As mudas foram acondicionadas em vasos plásticos de 1,5 L e ficaram em ambiente protegido por telhado com boa ventilação e fornecimento de luz solar, no período de janeiro a fevereiro de 2023. As plantas foram regadas duas vezes (início da manhã e final da tarde) com regador e apresentavam altura e diâmetro médios de 12 cm e 1,2 mm respectivamente. As variáveis analisadas foram: altura, diâmetro do colo e número de folíolos. Os dados foram verificados quanto aos pressupostos estatísticos, seguido da análise de variância e Teste de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ), utilizando o software Sisvar. O tratamento TCO (50% Terra de Subsolo + 50% Composto Orgânico) apresentou resultados significativamente superiores em altura das mudas (18,75 cm) comparados ao CO (100% Composto Orgânico) e TCOA (50% Terra de Subsolo + 25% Composto Orgânico + 50% Areia), os quais apresentaram valores de 12,75 cm e 13,55 cm, respectivamente. As variáveis diâmetro do colo e número de folíolos não foram significativas, apresentando valores 2,15 mm para TCO, 1,61 mm para CO, 1,41 mm para TCOA e 37,25 folíolos para TCO, 26,75 folíolos para CO e 24,5 para TCOA,



respectivamente. A partir dos dados obtidos nesse experimento, sugerem-se maiores estudos a fim de comprovar a real eficiência dos substratos para a espécie.

**Palavras-chave:** Fruticultura, Silvicultura, Viveiro Floresta

**Referências Bibliográficas:**

Bezerra, J.E.F., Silva Junior, J.F., Lederman, I.E. 2000. Pitanga (*Eugenia uniflora* L.). FUNEP, Jaboticabal, Brasil. 30 p.

Chalfun, N.N.J., Pio, R. 2002. Aquisição e plantio de muda frutíferas. UFLA, Lavras, Brasil, 19 p. (Boletim Técnico, 113)

Donadio, L.C., Môro, F.V., Servidone, A.A. 2002. Frutas brasileiras. Novos Talentos, Jaboticabal, Brasil. 288 p.

Kämpf, A.N., Fermino, M.H. 2000. Substratos para plantas. A base da produção vegetal em recipientes. Gênese, Porto Alegre, Brasil. 312 p.

Kämpf, A.N., Fermino, M.H. 2000. Substratos para plantas. A base da produção vegetal em recipientes. Gênese, Porto Alegre, Brasil. 312 p.

## **IMPORTÂNCIA DOS ZOOLOGICOS NA CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES**

**Maria Aparecida Woinarovicz, Joab Felipe de Mello Oliveira**

Os zoológicos apresentam como principais objetivos a conservação, educação, pesquisa científica e entretenimento. Muitos desses locais vêm se transformando em grandes centros de conservação, com o intuito de preservar determinada espécie em cativeiro, e seus habitats naturais (GARCIA, 2015). O objetivo desse resumo é destacar a importância dos zoológicos para conservação das espécies, bem como suas outras funções primordiais. A pesquisa é considerada uma das principais justificativas para a existência de zoológicos e aquários, já que estas instituições auxiliam na conservação, avaliação, diagnóstico e tratamento de saúde, nutrição, bem estar, reprodução, genética e questões comportamentais dos animais (PEREIRA, 2021). Outra função dos zoológicos e aquários é o processo educativo que é fundamentado pelas escolas, permitindo que alunos elaborem discussões a respeito do ecossistema brasileiro, adaptação dos seres vivos ao ambiente, extinção, conservação, preservação das espécies, além de instituir uma melhor relação entre homem-natureza. Segundo Patriota (2018), os zoológicos realizam um papel fundamental na conservação, através da reprodução de espécies ameaçadas, permitindo um aumento da população. As técnicas de conservação podem ser realizadas em cativeiro (ex situ) e no habitat natural em que a espécie se encontra ameaçada (in situ). Vale ressaltar que mais de 21 mil espécies foram extintas por falta de atividades de pesquisa sobre seu habitat natural e conservação, dentre elas a Coruja sorridente (*Sceloglaux albifacies*) e o Caburé de Pernambuco (*Glaucidium mooreorum*). O bem-estar animal é primordial para os animais mantidos em cativeiro, este termo se refere ao estado em que o indivíduo se encontra, levando em consideração seus sentimentos e as sensações decorrentes da sua saúde física e das influências do meio em que está situado (PATRIOTA, 2018). Outro ponto a ser destacado, é o enriquecimento ambiental, pois animais mantidos em cativeiro podem apresentar estresse crônico, normalmente associado à ausência de reprodução e imunossupressão (SILVA, 2013). É importante que zoológicos e aquários que mantenham animais em cativeiro, apresentem como compromisso atividades que promovam a conservação das espécies ameaçadas de extinção e a preservação de todas as outras, certificando o bem estar dos animais que lá se encontram.

**Palavras-chave:** Bem estar, Cativeiro, Preservação.

### **Referências Bibliográficas:**

GARCIA, LIANE CRISTINA FERREZ et al. Enriquecimento Ambiental e Bem-estar de animais de Zoológicos. In: III Congresso Estudantil de Medicina Veterinária da UECE, 3., 2015, Fortaleza-Ce., Ciência animal, 2015. p. 1-7.

PATRIOTA, MOEMA RUBIA DOS SANTOS. Conservação de Fauna ex situ em Zoológicos Paranaenses: Uma Revisão bibliográfica. 2018. 58 f.- Curso de Ciências Biológicas, Economia Rural e Extensão, Universidade Federal do Paraná, Londrina, 2018.

PEREIRA, LETICIA CACHO PIMENTA et al. Importância do zoológico na conservação das espécies. Pubvet, Londrina-Pr, v. 12, n. 15, p. 1-11, dez. 2021.Mensal.

SILVA, ALINE TEIXEIRA et al. A Importância do Enriquecimento Ambiental para o Bem-estar dos Animais de Zoológicos: uma Revisão Bibliográfica. 2013.15f. Curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix, Minas Gerais, 2013.

## **REVISÃO BIBLIOMÉTRICA DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA NO MEIO INDUSTRIAL VETERINÁRIO**

**Jaquelaine Ribeiro de Sousa Santos, Admilson Irio Ribeiro, Lucas Shigaki Matos**

A avaliação do ciclo de vida (ACV) é uma metodologia que resulta na análise de possíveis impactos ambientais, de um determinado produto ou serviço. Ela se desenvolve a partir da abordagem de informações de forma sistematizada e organizada, controladas por uma série de normas ISO 14040. Essa avaliação considera todas as etapas da vida de um produto, ou seja, desde o seu desenvolvimento até a sua destinação final. Hoje a indústria farmacêutica veterinária movimentada cerca de 6 bilhões de reais anuais (SIDAN, 2021). Com tamanha expressividade financeira, destaca-se também a responsabilidade ambiental. Diante desse cenário, metodologias como a ACV se destacam, já que resultam na obtenção de resultados bastante práticos e aplicados. Nesse sentido, esse trabalho tem por objetivo investigar a quantidade de estudos publicados que consistem em ACV de produtos veterinários. Para isso foi escolhida a base de dados Scopus, devido a sua grande representatividade. Os termos usados na pesquisa no mês de fevereiro de 2021 foram: Avaliação do ciclo de vida de um produto veterinário (Life cycle assessment of a veterinary product) e Avaliação do ciclo de vida no setor veterinário (Life cycle assessment in the veterinary sector). Posteriormente, também foi pesquisado o termo em inglês, Product life cycle assessment (Avaliação do ciclo de vida de um produto). Assim foi utilizado a barra de busca de documentos, com inclusão no título, resumo e palavras-chave, na modalidade artigo. Nenhum filtro foi inserido para os primeiros termos, o no último incluiu filtro de 10 anos de publicação (2011 – 2021). Para as primeiras expressões pesquisadas, sendo diretamente ligadas ao setor veterinário, não foi encontrado nenhum resultado para a pesquisa. Já para a última, que abrange a ACV de forma geral, foram encontrados 228 documentos. Na análise geral da plataforma, os Estados Unidos se destacam em número de publicações, com 40 documentos. A variedade de aplicação por áreas se mostra grande, cerca de 20 segmentos foram apresentados, destacando-se as Ciências Ambientais com 168 publicações. Dezesesseis autores publicaram três artigos cada um, o autor Finkbeiner, M. se destaca com quatro estudos na plataforma. A publicação de trabalhos específicos de ACV de produtos veterinários, facilitaria a compreensão e aplicabilidade do método no setor. Grandes empresas já trabalham há muitos anos com o uso da ACV (UNEP, 2007), o número ameno de publicações pode indicar a realização do estudo de forma que os resultados não são publicados e se tornam informações sigilosas. Para os 228 estudos levantados, vale ressaltar a variabilidade em diferentes aplicações da ACV como ponto positivo da metodologia, e os números pequenos de artigos por autor. Nesse viés, destacam-se também a potencialidade do uso da metodologia.

**Palavras-chave:** Avaliação do ciclo de vida, Scopus, Setor Veterinário.

**Referências Bibliográficas:**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14040: Gestão ambiental-Avaliação do ciclo de vida-Princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2009.

SIDAN. Relatório anual do mercado financeiro de saúde animal. 2021. Disponível em: <<https://www.sindan.org.br/mercado/>>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2021.

UNEP. Life Cycle Management - A Business Guide to Sustainability. p.1-52. 2007.

## **LEVANTAMENTO DE FAUNA NA MATA CILIAR DO ARROIO CASCATA**

**Caroline Barbosa Vieira, Merilin Piquelet da Silva, Felipe Machado Nolasco**

O Arroio Cascata é um arroio localizado no Município de Butiá-RS-Brasil, tendo importância histórica, social e ambiental, sendo sua nascente no Cerro do Clemente, no Município de Butiá, cortando a cidade até ter sua desembocadura no Arroio Martins, que por sua vez irá desaguar no Rio Jacuí. Se trata de um corpo d'água com menos de 10 metros de largura, que segundo a Lei 12651/2012 e a resolução CONAMA 303/2002, tem como Área de Preservação Ambiental desde a borda da calha do seu leito até 30 metros. A conservação da mata ciliar em arroios urbanos é importante para preservação da fauna e flora, assim como a conservação deste corpo d'água. Para a realização do levantamento de fauna, foi feita a observação direta, em saídas realizadas em setembro e outubro de 2020, em uma área de 916,575 m<sup>2</sup>, os animais avistados foram registrados em caderneta de campo, e quando possível foram fotografados, entrevistas com moradores e trabalhadores da região, através de perguntas não diretas. Não houve coleta nem contato próximo com os animais. Os entrevistados aceitaram fornecer os dados para o laudo e responderam as questões de forma espontânea. Quanto aos insetos, foram identificados pela metodologia de observação direta cochonilhas (família Coccidae), Cigarra (família Cicadidae), Libélula (subordem Anisoptera), mosquitos (família Culicidae), formigas (família Formicidae) e Opiliones. Houve relatos de abelhas pelos moradores, assim como de camotinhos (*Polybia* sp.). Quanto à ordem Lepidoptera, durante a observação direta, observou-se a presença abundante da Borboleta Marrom, e algumas aparições de *Agraulis vanillae maculosa*. Os moradores relataram a presença de cobras, como a Cobra-do-Banhado (*Mastigodryas bifossatus*), Cobra-Verde, Jararaca (*Bothrops* sp.), Jararaca-miúda, Cobra-Papa-Pinto (*Philodryas patagoniensis*), e Falsa-Coral (*Oxyrhopus* sp.). Cobras-Corais-Verdadeiras (*Micrurus altirostris*) eram avistadas, porém desapareceram, assim como a Jararaca (*Bothrops* sp.). Não foram observados peixes pela observação direta. Segundo os relatos, antigamente tinham *Lambaris* (*Astyanax* spp.), porém agora não são mais avistados. Mamíferos foram pouco citados durante as entrevistas, e durante a observação direta não foram visualizados animais silvestres, apenas indícios e presença de animais domésticos. Segundo relato de moradores mais antigos, animais que eram avistados atualmente desapareceram, como o Preá (*Cavia aperea*). Os moradores relataram que houve a diminuição das aves na região, porém, um funcionário da escola localizada ao lado da área estudada acredita que o número de pássaros aumentou. Dentre as aves relatadas pelos moradores, e as visualizadas pela observação direta, estão: *Rostrhamus sociabilis* (Gavião caramujeiro), *Leptotila verreauxi* (Pomba pupu) *Columbina picui* (Rolinha –picuí), *Patagioenas picazuro* (Pomba carijó), *Crotophaga ani* (Anu), *Piaya cayana* (Alma-de-gato), *Cyanocompsa brissonii* (Azulão), *Furnarius rufus* (João de Barro), *Mimus gilvus* (Sabia-da-praia), *Zonotrichia capensis* (Tico-tico), *Passer domesticus* (Pardal), *Myiopsitta monachus* (Catorrita), Periquito, *Pardirallus sanguinolentus* (Saracura),

Gallinula galeata (Galinholha), Sicalis flaveola (Canarinho da Terra), Coereba flaveola (Sebinho), Coryphospingus pileatus (Cravino), Tangara seledon (Saira sete cores), Pipraeidea melanonota (Saira viuvinha), Saltator similis (Trinca-Ferro), Beija Flores, Troglodites musculus (Corruíra), Turdus rufiventris (Sabiá-laranjeira), e Pitangus sulphuratus (Bem-te-vi). O desaparecimento de animais na região possivelmente ocorreu pelo aumento da urbanização, como conclusão, a conservação da mata ciliar em um arroio urbano é importante para a preservação da biodiversidade, seja pela diversidade das árvores frutíferas encontradas no estudo, que servem de alimento para várias espécies de animais apontados, ou seja pela conservação dos mananciais de água mantidos pela sua mata ciliar.

**Palavras-chave:** arroio urbano, fauna gaúcha, inventário faunístico, inventário de fauna, levantamento faunístico

**Referências Bibliográficas:**

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de Dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.

DA SILVEIRA, F. F., (coordenador) Fauna digital do RS. Disponível online em: <https://www.ufrgs.br/faunadigitalrs>. 2020

FLORESTAL, Novo Código. Lei 12.651 de 25 de maio de 2012. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2017

RESOLUÇÃO CONAMA nº 303, Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. 20 de março de 2002



## **ALTERAÇÕES CLÍNICAS RELACIONADAS AO ESTRESSE PÓS-TRAUMÁTICO EM CADELA RESGATADA PELO CANIL/ GATIL-UFRA: RELATO DE CASO**

**Luiz Henrique Matos Martins, Carla Carolina do Nascimento Souza, Adriane da Rocha Costa**

O transtorno do estresse pós-traumático (Post-Traumatic Stress Disorder - PTSD) é uma psicopatologia decorrente a uma exposição traumática que atinge um pequeno número de indivíduos devido a experiências estressantes que excedem sua capacidade de adaptação. Uma cadela gestante de aproximadamente 5 (cinco) anos, resgatada pelo canil/gatil da universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, apresentou alterações fisiológicas e etológicas alusivo ao PTSD, sendo submetida a exames como ultrassonografia gestacional, reação em cadeia da polimerase- PCR, hemograma e exames parasitológicos com o intuito de identificar a origem das mudanças comportamentais e clínicas. De acordo com os dados da ultrassonografia gestacional, o animal apresentou resultado positivo em torno de 36 (trinta e seis) dias, no entanto, foi constatado um aborto espontâneo devido ao trauma desenvolvido durante seu abandono, levando à êmese durante 4 (quatro) dias consecutivos, desidratação e falta de apetite mesmo sendo administrado o medicamento Apevitin BC G BID no período de 53 (cinquenta e três) dias na tentativa da reversão do quadro, entretanto, as alterações etológicas como apatia, estresse e medo quanto a presença humana, decorrente do PTSD permaneceram durante meses, ademais, após o aborto foram realizados dois hemogramas em períodos distintos, onde apresentaram trombocitopenia significativa, no resultado, os números de plaquetas eram equivalentes a 120.000 mil/mm<sup>3</sup> sendo o normal entre 200.000 a 500.000 mil/mm<sup>3</sup>, dessa forma foi considerado como suspeita de hemoparasitose, no entanto, o PCR e o teste sorológico ELISA constataram negativo para a presença dos mais frequentes hemoparasitas na região como Babesia spp. e Anaplasma spp., além do exame coproparasitológico atestar negativo para ovos de helmintos (*Toxocara canis* e *Ancylostoma caninum*) e cistos de protozoários (*Giardia* spp.). Após 6 meses de observação, manejo clínico, nutricional e principalmente exercendo atividades de socialização com outros animais, a cadela foi adotada em janeiro de 2019, dando continuidade ao tratamento sob os cuidados veterinários e do tutor durante 12 meses, apresentando melhora total no quadro clínico e comportamental apresentado.

**Palavras-chave:** Trauma; Psicopatologia; PTSD.

### **Referências Bibliográficas:**

BLANCO, Marília Bazan. Avaliação dos efeitos do enriquecimento ambiental no comportamento de camundongos expostos a um modelo de transtorno de estresse pós-traumático[tese]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 2015.

GRAEFF, Frederico G. Bases biológicas do transtorno de estresse pós-traumático. *Brazilian Journal of Psychiatry*, v. 25, p. 21-24, 2003.

PIERONE, Bruna Caroline et al. Conflito social: um modelo experimental de estresse pós-traumático em camundongos [tese]. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina; 2018.

## **ABORDAGEM CIRÚRGICA DA PROTRUSÃO DA GLÂNDULA LACRIMAL DA TERCEIRA PÁLPEBRA EM CÃES – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**Carla Carolina do Nascimento Souza, Alícia Silva Furtado, Eloiza Laiane Silva da Silva, Sarah Quézia Brito de Souza Ferreira**

A protrusão da glândula da terceira pálpebra é uma afecção conhecida como “cherry eye”, de etiologia desconhecida. A enfermidade é comum em animais jovens, apresenta-se de forma unilateral ou bilateral com prevalência em raças braquiocefálicas, mas também ocorre em raças como Cocker Spaniel Americano, Dog Alemão e Beagle. Objetivou-se nessa revisão abordar o tratamento cirúrgico para correção da protrusão da glândula lacrimal da terceira pálpebra em cães. Anatomicamente, a glândula lacrimal situa-se na base da cartilagem da terceira pálpebra, entre suas conjuntivas bulbar e palpebral. Acredita-se que essa oftalmopatia acontece em decorrência de processos inflamatórios que enfraquecem o tecido conjuntivo que fixa a glândula aos tecidos periorbitais. A remoção da glândula lacrimal não é o tratamento de escolha, pois, um terço do volume lacrimal é produzido por meio dela, além de que, as raças sujeitas ao “cherry eye” são também suscetíveis à ceratoconjuntivite seca. A abordagem cirúrgica é o tratamento de escolha, que consiste no reposicionamento da glândula para o interior do saco conjuntival da terceira pálpebra, promovendo a preservação do tecido glandular e dos tubos excretores, além da manutenção de sua mobilidade. Existem muitas técnicas de abordagem para correção da protrusão da glândula lacrimal da terceira pálpebra, no entanto, a mais aplicada é a técnica chamada “pocket” ou Morgan, por ser uma técnica simples e que possui uma pequena taxa de reincidência da enfermidade que tem a finalidade de realocar a glândula proeminente. Para o início da cirurgia, evidencia-se a face bulbar da terceira pálpebra com o auxílio de duas pinças hemostáticas atraumáticas ou dois pontos de reparo, potencializando o ponto de incisura. São feitas duas incisões concomitantes margeando a glândula, uma ventral e outra dorsal através da conjuntiva bulbar, usando uma lâmina de bisturi nº 15. A partir dessas incisões é criada uma bolsa na conjuntiva, onde a glândula é sepultada. Após esse procedimento, é feita uma sutura em padrão simples contínuo com fio absorvível (poliglactina 910), conforme a sutura vai sendo executada, a glândula é impelida para dentro da “bolsa conjuntival”. Um detalhe importante é que o fio de sutura não deve entrar em contato com a córnea para evitar a ocorrência de ceratite ulcerativa. Dessa forma, os nós são fixados na face externa da face conjuntival. A partir da descrição deste método e a relação de estudos feitos no presente trabalho, a técnica de Morgan apresenta-se como a mais benéfica para o sucesso de casos clínicos e recuperação dos pacientes.

**Palavras-chave:** Cirurgia, cherry eye, oftalmopatia

### **Referências Bibliográficas:**

CAPLAN, E. R.; YU-SPEIGHT, A. Cirurgia do olho. In: Fossum, T. W. Cirurgia de Pequenos Animais. 4ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 817-911, 2014.

LEITÃO, KELVIN RAMON DA SILVA, et al. correção cirúrgica de hiperplasia da glândula da terceira pálpebra em filhote: Relato de caso. *Revista Multidisciplinar em Saúde*, v. 2, n. 3, p. 26-26,2021.

GELATT, K.N.; PLUMMER, C.E. *Color Atlas of Ophthalmology Veterinary*. Ed. Wiley, 2 ed.,2017.

MAGGS, D., MILLER, P., OFRI, R. *Slatter's - Fundamentals of veterinary ophthalmology*. 5 ed. St Louis: Saunders-Elsevier, 2013. 520p.

GOULD, D., McLELLAN, G. *BSAVA manual of canine and feline ophthalmology*. BSAVA manual of canine and feline ophthalmology., n. Ed. 3, British Small Animal Veterinary Association, Gloucester, UK. 2015,133-166.

MOORE, C.P., CONSTANTINESCU, G.M. Surgery of the adnexa. *Veterinary Clinics of NorthAmerica: Small Animal Practice*. 1997, 869-873.

MULTARI, D., PERAZZI, A., CONTIERO, B., DE MATTIA, G., IACOPETTI, I. PocketTechnique or Pocket Technique with Modified Orbital Rim Anchorage for the Replacement of a Prolapsed Gland of the Third Eyelid in Dogs: 353 Dogs. *Veterinary Ophthalmology*, 214-219. DOI: 1111/vop.12286. 2016

PEREIRA, M. C., et al. Nova abordagem cirúrgica para o tratamento do prolapso da glândula da terceira pálpebra em cães: Estudo retrospectivo. *PUBVET*, v. 13, p. 153, 2019.

SAMUELSON, D. A. Ophthalmic Anatomy. In: GELLAT, KN., GILGER, BC., KERN, TJ. (Ed). *Veterinary Ophthalmology*. 5 ed. Wiley-Blackwell. 39-170. 2013.

SANTOS, R. L.; ALESSI, A. C. *Patologia Veterinária*. 2. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016.

SLATTER, D. Sistema lacrimal. In: *Fundamentos de oftalmologia veterinária*. ed. São Paulo: Roca. cap. 10, 2005, p. 259-282.

WHITE, C., BRENNAN, M. An evidence-based rapid review of surgical techniques for correction of prolapsed nictitans glands in dogs. *Veterinary sciences*. DOI: 10.3390/vetsci5030075. 2018.

YAYGINGUL, R.; BOZKAN, Z.; BILGEN ŞEN, Z.; KURT B. K.; BULUT, O.; BELGE, A. Surgical Treatment of Prolapse of the Third Eyelid Gland in Dogs using Modified Morgan Pocket Technique, *INDIAN JOURNAL OF ANIMAL RESEARCH*. 2019

## **LEVANTAMENTO FLORÍSTICO DE MATA CILIAR EM ARROIO URBANO**

**Caroline Barbosa Vieira, Felipe Machado Nolasco**

As matas ciliares são definidas como Área de Proteção Ambiental pela Lei Federal 12651/2012 e pela Resolução CONAMA 303/2002, sendo que perante a legislação os corpos d'água urbanos são contemplados igualmente para sua preservação, apesar disso, eles são pouco preservados e estudados. Devido sua importância, foi realizado levantamento de flora em uma área de 916,575m<sup>2</sup> do Arroio Cascata, localizado no Município de Butiá, Rio Grande do Sul. Além da identificação, foi determinada a altura e o DAP (Diâmetro a Altura do Peito) de cada indivíduo, e para a determinação do estágio das formações vegetais, os dados estatísticos foram comparados com a Resolução 33/1994 do CONAMA. Foram encontradas espécies nativas e exóticas entre as espécies arbóreas, como: *Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl., *Casearia obliqua* Spreng., *Cinnamomum verum* J.Presl, *Citrus x aurantium* L., *Cupania vernalis* Cambess., *Eugenia involucrata* DC., *Eugenia uniflora* L., *Ficus cestrifolia* Schott ex Spreng, *Ficus eximia* Schott, *Hovenia dulcis* Thunb, *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze, *Morus rubra* L., *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Sapium glandulosum* (L.) Morong, *Schinus terebinthifolia* Raddi, *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. Foi constatado que a região está no estágio de vegetação secundária de estágio avançado de regeneração sob impacto antrópico, pois a altura média das espécies arbóreas é superior à 8 metros de diâmetro, DAP médio superior à 15cm, e contém abundância de espécies de lianas lenhosas, como *Adenocalymma marginatum* (Cham.)

**Palavras-chave:** Laudo de flora, Arroio Cascata, legislação ambiental

### **Referências Bibliográficas:**

Brasil. Lei nº 11.428, de 22 de Dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.

Braz DM, Moura MVLP, Rosa, MMTD. 2004. Chave de identificação para as espécies de Dicotiledôneas arbóreas da Reserva Biológica do Tinguá, RJ, com base em caracteres vegetativos. *Acta Botanica Brasilica*, 18(2), 225-240.

Carvalho PER. Maricá: *Mimosa bimucronata*. 2004. Embrapa Florestas-Circular Técnica.

CONAMA, Resolução 33 de 7 de dezembro de 1994. Define estágios sucessionais das formações vegetais que ocorrem na região da Mata Atlântica do Estado do Rio Grande do Sul, visando viabilizar critérios, normas e procedimentos para o manejo, utilização racional e conservação da vegetação natural. Publicada no DOU no 248, de 30 de dezembro de 1994

## ***Estudos em Ciências Agrárias no Brasil: Produções Multidisciplinares no Século XXI***

Da Silveira, FF. (coordenador) 2020. Fauna digital do RS. Disponível online em: <https://www.ufrgs.br/faunadigitalrs>.

Giehl ELH. (coordenador). Flora digital do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Disponível online em: <https://floradigital.ufsc.br>. 2020

Lopes GL. Compêndio Online de Espécies. Disponível online em: <https://sites.unicentro.br/wp/manejoflorestal/>

Lorenzi, H. 2009. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. vol. 3. 1. ed. Nova Odessa, SP Instituto Plantarum, 2009.

Maieves HA, Ribani RH. 2013. Reconhecimento de exemplares de *Hovenia dulcis thunberg*, na arborização urbana de Curitiba-PR. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 8(1), 17-26.

Mundo SR, Duarte MDR. 2009. Caracteres morfoanatômicos de folha e caule de *Cupania vernalis* Cambess., Sapindaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 19(2B), 599-606.

Ott D, Perleberg TD. Guia da Flora Arbustiva e Arbórea do Bosque do CaVG. Disponível online em: <https://guiafloristicocavg.wixsite.com/guia-floristico-cavg/guia>

Saueressig D. Flora do Brasil em imagens. Disponível online em: <https://www.floradobrasilemimagens.com.br/>

Saueressig D, Saueressig A, Inoue MT. 2009. Sidol–Sistema de Identificação Dendrológica On-line SIDOL-On-line Dendrologic Identification System. *Ambiência*, 5(1), 117-133

## **ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE CULTIVAR E LEI DE PROTEÇÃO DE CULTIVARES NOS PERIÓDICOS CAPES**

**Rita de Cassia Feroni, Elson Silva Galvão**

O aumento populacional e a conseqüente demanda por alimentos, induzem a necessidade de novas variedades de plantas como ferramenta de aprimoramento de cultivos mais produtivos, ao mesmo tempo que se revela a necessidade de proteção legal, uma vez que a regulamentação proporciona sustentabilidade e fortalece o crescimento agrícola (SILVA, SILVA-MANN e CALAZANS, 2021). Como membro da Organização Mundial do Comércio, o Brasil adotou as disposições do acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual relacionados com o Comércio, na qual aborda a proteção das variedades vegetais pelo sistema de patentes ou por um sistema *sui generis* (BOFF, 2018). Em relação à União para a Proteção de Obtenções Vegetais, vigoram dois tratados, a Ata de 1978 e a Ata de 1991. O Brasil aderiu à primeira Ata e optou pela proteção *sui generis* por meio de uma legislação específica voltada à proteção da propriedade intelectual sobre cultivares (BOFF, 2018). A Lei nº 9.456/1997 (BRASIL, 1997), institui no Brasil, a Lei de Proteção de Cultivares e considera cultivar como “a variedade de qualquer gênero ou espécie vegetal superior que seja claramente distinguível de outras cultivares conhecidas por margem mínima de descritores, por sua denominação própria, que seja homogênea e estável quanto aos descritores através de gerações sucessivas e seja de espécie passível de uso pelo complexo agroflorestral, descrita em publicação especializada disponível e acessível ao público, bem como a linhagem componente de híbridos”. O desenvolvimento de um novo cultivar é resultado de anos de investimentos em pesquisas e melhoramento genético vegetal, envolvendo a colaboração de pesquisadores, instituições públicas e privadas (RODRIGUES, MOURA e GABRIEL JUNIOR, 2019). Neste contexto, o objetivo do presente trabalho é analisar a produção científica sobre o tema cultivar e a lei de proteção de cultivares no Portal de Periódicos Capes, por meio de análise bibliométrica. Os seguintes termos foram utilizados na pesquisa: em um primeiro momento apenas o termo “cultivar” e em um segundo momento os termos “cultivar” e “Lei de Proteção de Cultivares” em conjunto. Na opção busca avançada (tipo de material) foi selecionada a opção artigos. A busca foi realizada no dia 15 de fevereiro de 2023 e retornou no primeiro momento 261.076 artigos, compreendidos entre 1911 e 2024. Em relação ao assunto, o termo “ciência e tecnologia” foi o mais citado, seguido por “ciência da vida e biomedicina”, e “agricultura”. A base de dados que apresenta a maior quantidade de artigos indexados é a Science Citation Index Expanded (Web of Science) (46,4%), seguida pela DOAJ Directory of Open Access Journals (36,9%) e em terceiro a Gale Academic OneFile (20,3%). Em relação aos periódicos, Crop Science (3,5%), Hortscience (3,2%) e Acta Horticulturae (2,4%), foram os mais citados. Devido a características desses periódicos, 89,2% dos artigos estão em inglês, sendo o segundo idioma mais citado o português com 7,6%. Em uma segunda busca, com os termos “cultivar”



e “a Lei de Proteção de Cultivares”, foram encontrados 20 artigos no intervalo de 2007 a 2020, dos quais 30% foram publicados em 2007. Três bases de dados com artigos indexados foram encontradas, sendo elas: DOAJ Directory of Open Access Journals (63,6%), SciELO Brazil (40,9) e Science Citation Index Expanded (Web of Science) (4,6%). Ciência e Agrotecnologia (13,6%) e Revista Brasileira de Inovação (13,6%) foram os periódicos com o maior número de artigos sobre o tema. Analisando os dados do Ministério da Agricultura e Pecuária (Brasil, 2023), observou-se 39.037 cadastros nacionais de cultivares registradas no período entre 1998 e 2022. Do total de registros, 48% estão compreendidos no período de 2007 a 2022, ou seja, 18.718 cadastros, o que poderia contribuir com as produções científicas a respeito do tema.

**Palavras-chave:** Cultivar, Lei de Proteção de Cultivares

#### **Referências Bibliográficas:**

BOFF, Salete Oro. Legal Protection of Cultivars in UPOV, TRIPs and Limits in Brazilian Legislation: the Embatement between Public and Private Interest. Anuario Mexicano de Derecho Internacional, v. 19, p. 433-456, 2019.

BRASIL. Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9456.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9456.htm). Acesso em: 10 de fevereiro de 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Cultivares ou Espécies Registradas. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2023.

RODRIGUES, Elisângela da Silva; MOURA, Ana Maria Mielniczuk de; GABRIEL JUNIOR, Rene Faustino. Análise da produção científica sobre cultivar indexada na base Scopus. Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (20.: 2019 out. 21-25: Florianópolis, SC). Anais [recurso eletrônico]. Florianópolis: ANCIB 2019, 2019.

SILVA, Eduardo José de Souza; SILVA-MANN, Renata; CALAZANS, Crislaine Costa. Royalties para cultivares, legislação e regulação: Uma meta-análise. Research, Society and Development, v. 10, n. 4, p. e31710414231-e31710414231, 2021.

## **TAMANHO DA MALHA DE TELA EXCLUDORA DE RAINHA DISPONÍVEL NO MERCADO PODE NÃO SER ADEQUADO PARA AS ABELHAS AFRICANIZADAS (*APIS MELLIFERA L.*) DO NORDESTE BRASILEIRO**

**Leandro Alves da Silva, Ricardo Gonçalves Santos, Edgar Rodrigues de Araujo Neto, Lucas da Silva Morais, Hérica Girlane Tertulino Domingos, Tuanny Daniele de Araújo Gomes, Kátia Peres Gramacho, Lionel Segui Gonçalves**

A apicultura brasileira se adaptou com sucesso à abelha africanizada, um poli-híbrido resultante do inter cruzamento da abelha africana *Apis mellifera scutellata* (introduzida em 1956) com várias raças de *A. mellifera* europeias anteriormente introduzidas no país (FRANCOY et al., 2009). Devido ao tamanho menor das abelhas africanizadas em relação às europeias, alguns materiais apícolas tiveram que ser adaptados a nossa realidade (GONÇALVES, 2006). Encontra-se no mercado uma despadronização do tamanho de telas excludoras de abelhas rainhas, gerando problemas no manejo. Este trabalho teve como objetivo, avaliar a eficiência prática de uma tela excludora rainha que é comercializada no mercado brasileiro (diâmetro da malha: 5 mm) e usualmente utilizada pelos apicultores. A tela excludora é um equipamento utilizado na apicultura para restringir a abelha rainha à área de ninho da colmeia, permitindo a passagem apenas das abelhas operárias, que possuem menor tamanho. Mediante a realização de trabalhos rotineiros de manejo de colmeias na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), observou-se que as rainhas das colônias estavam subindo para a parte de cima do ninho – melgueira (compartimento da colmeia reservado para estoque de mel) ou parte superior da recria (utilizada para induzir a produção de abelhas rainhas em larga escala). Dessa forma, as rainhas estavam saindo do ninho, passando pela tela excludora. Para verificar este fato, criou-se uma metodologia prática para avaliar a eficácia da tela excludora de rainha com malha de 5 mm. Assim, 71 rainhas de 3 apiários foram aprisionadas individualmente em uma gaiola de 5x5cm, montada com um dos lados de tela. Foi registrado os dados (em porcentagem) das rainhas que conseguiam ou não sair da gaiola. Observou-se que 71,83% (51 rainhas) passaram pela tela, enquanto apenas 28,17% (20 rainhas) ficaram contidas na gaiola. Estes resultados deixam claro que este tipo de material não é adequado para ser utilizado na apicultura com abelhas africanizadas no Nordeste Brasileiro. Apesar disto, ainda não existe na literatura, nem no mercado, recomendações sobre o diâmetro da malha da tela que seria adequada para as abelhas rainhas *A. mellifera* no Nordeste, ou outras regiões do país. Concluímos que a tela excludora de abelha rainha com a malha de 5 mm não é recomendada para a apicultura nordestina e, portanto, indicamos que os apicultores devam ficar atentos com a escolha do material na hora da compra. Além disso, também sugerimos que estudos morfométricos sejam realizados para esclarecer questionamentos sobre a variabilidade morfológica da abelha africanizada no Brasil.

**Palavras-chave:** Apicultura; Abelhas Europeias, Material Apícola

**Referências Bibliográficas:**

FRANCOY, T. M. et al. Morphometric and genetic changes in a population of *Apis mellifera* after 34 years of Africanization. *Genetics and Molecular Research*, v. 8, n. 2, p. 709-717, 2009.

GONÇALVES, L. S. Meio século de apicultura com abelhas africanizadas no Brasil. *Mensagem Doce*, v. 87, p. 21-26, 2006.

## **CONSIDERAÇÕES SOBRE O MELHORAMENTO GENÉTICO DA CANA-DE- AÇÚCAR (*SACCAHUM OFFICINARUM* L.): IMPLEMENTOS GERADOS PELA HIBRIDAÇÃO**

**Flávio Antônio Zagotta Vital**

A maioria das variedades de canas-de-açúcar cultivadas eram clones do alto teor de sacarose *Saccharum officinarum* que contém  $2n=80$  cromossomos. Um grande avanço no desenvolvimento dos primeiros híbridos interespecíficos entre *S. officinarum* e a vigorosa espécie silvestre *Saccharum spontaneum*. Uma série de retrocruzamentos foi realizado com *S. officinarum* o que resultou em cultivares com maiores rendimentos e melhor resistência a doenças. As cultivares modernas são desenvolvidas a partir desses híbridos iniciais e têm entre  $2n=100$  e  $2n=130$  cromossomos. A maioria dos programas modernos de melhoramento de cana-de-açúcar depende de extensos cruzamentos de cultivares de elite derivados desses primeiros híbridos gerados entre *S. officinarum* e *S. spontaneum*. O número básico de cromossomos de *S. officinarum* é  $x=10$ , o que significa que essas plantas são octoplóides, sendo que a sua alta ploidia e estrutura complexa do genoma criam desafios tanto para a expressão do transgênicos quanto para o desenvolvimento de marcadores moleculares. Grande parte do progresso no aumento da produtividade agrícola veio do melhoramento genético da cana-de-açúcar por melhoramento convencional, porém está se tornando cada vez mais evidente que apenas uma abordagem integrada, combinando estratégias de melhoramento convencionais e moleculares, permitiria que as indústrias açucareiras em todo o mundo enfrentassem os desafios futuros, com híbridos elite. Portanto, considerando o histórico do melhoramento genético da cana-de-açúcar, bem como a sua estrutura de alta ploidia, este trabalho tem por objetivo investigar os avanços na produção de híbridos de cana-de-açúcar, relatando estratégias de melhoramento convencionais e moleculares, os quais contribuem para a produção de híbridos elite de alto rendimento. Para averiguar o processo de domesticação da cana-de-açúcar foi realizada uma revisão bibliográfica integrativa, buscando sumarizar marcos decisivos neste processo. Os principais trabalhos abordados foram: (1) Wei et al., (2022); (2) Dutra Filho et al., (2020); (3) Bezerra et al., (2018); (4) Carvalho & Furtado (2013); e (5) Andrade et al., (2011). Podemos notar que os programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar se fundamentam em três componentes principais: (a) melhoramento populacional do germoplasma parental; (b) criação de variabilidade genética por meio de polinização cruzada; e (c) discriminar essa variação para selecionar as melhores variedades e clones parentais. Os programas se fundamentam basicamente nos acessos oriundos de coleção diversa de genitores consiste em: genitores domésticos (53%), variedades internacionais (22%), coleção de variedades históricas (4%), germoplasma básico (10%) e híbridos de introgressão (11%). Híbridos interespecíficos são realizados entre as espécies *S. edule*, *S. officinarum*, *S. robustum*, *S. sinense* e *S. spontaneum*, com o objetivo de garantir a elevação da heterose na geração F1, fixando características de interesse mediante ao retrocruzamento. Uma limitação enfrentada é

o baixo índice de floração em campo, dificultado o cruzamento entre genitores. Para contornar essa limitação, câmaras de fotoperíodo têm sido utilizadas. O cultivo em câmaras possibilita o controle da duração do dia, temperaturas ambientais noturnas, o estresse de umidade e o horário de início de fotoperíodo, elevando a proporção de floração dos pais de 35% para mais de 90% no campo, sincronizando a floração das linhagens selecionadas para o cruzamento. Os métodos de seleção são basicamente dois: retrógrado e avançado. No retrógrado, método dominante, os genitores são avaliados pelo desempenho de sua progênie, combinados para estimar os valores genéticos dos pais com progênie nesses ensaios. No avançado, os genitores são selecionados por seu próprio desempenho ou valores genéticos estimados. Podemos concluir que o melhoramento da cana-de-açúcar, baseado na hibridação depende muito da taxa de floração da geração parental, onde esta necessita ser induzida por câmaras de fotoperíodo. Cruzamentos interespecíficos são vastamente utilizados para se ampliar a heterose, porém sempre necessitando de fazer uma análise da performance parental, sendo o método retrógrado vastamente utilizado.

**Palavras-chave:** Cruzamento interespecífico, Heterose, Análise parental

**Referências Bibliográficas:**

ANDRADE, Júlio Da S.C.De O. et al. Avaliação de progênies em famílias RB na fase inicial do melhoramento genético em cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 6, n. 4, p. 609–616, 2011.

BEZERRA, Janieire Dorlamis Cordeiro et al. Cana-de-Açúcar: Melhoramento Genético e Suas Finalidades Forrageiras. *Nucleus Animalium*, v. 10, n. 2, p. 131–147, 2018.

CARVALHO, Silvia Angélica Domingues De; FURTADO, Andre Tosi. O Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar no Brasil e o Desafio das Mudanças Climáticas Globais. *Revista Gestão & Conexões*, v. 2, n. 1, p. 22–46, 2013.

DUTRA FILHO, João de Andrade et al. Eficiência de métodos de repetibilidade nas fases finais do melhoramento genético da cana-de-açúcar. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 9, p. e174997246, 15 ago. 2020.

WEI, Xianming et al. Sugarcane Breeding in Australia. *Sugar Tech*, v. 24, n. 1, p. 151–165, 2022.

## **CONSIDERAÇÕES SOBRE O HISTÓRICO DA DOMESTICAÇÃO DA CULTURA DO QUIABO (ABELMOSCHUS ESCULENTUS (L.) MOENCH.)**

**Flávio Antônio Zagotta Vital**

O quiabo (*Abelmoschus esculentus*) é uma espécie hortícola com importância econômica dentre os indivíduos de Malvaceae. Cultivo antigo, predominantemente de regiões dos trópicos e subtropicais, vastamente consumida em países da África à Ásia, sul da Europa e América. O seu centro de origem é relatado para a África tropical e subtropical, porém como a existência de um grande número de espécies com ampla variabilidade genética e caracteres dominantes relatados na Índia, sugerindo esta região como centro de origem secundário. Esta grande diversidade genética favoreceu o cultivo na Índia, conferindo este país a posição de maior produtor de quiabo do mundo. Geneticamente é relatado um polimorfismo cromossômico, onde o número de cromossomos pode variar de  $2n=72$  à  $2n=144$ , favorecendo o surgimento de híbridos e, conseqüentemente, a domesticação. Portanto, considerando os dois centros de origem do quiabo, bem como o seu polimorfismo cromossômico, este trabalho tem por objetivo investigar o histórico evolutivo da domesticação e do melhoramento do quiabo, relatando aspectos das suas adequações taxonômicas ao longo deste processo, além das espécies que forneceram cruzamentos significativos para o processo de domesticação. Para averiguar o processo de domesticação do quiabo foi realizada uma revisão bibliográfica integrativa, buscando sumarizar marcos decisivos neste processo. Os principais trabalhos abordados foram: (1) Sandeep et al., (2022); (2) Maciel et al., (2018); (3) Balai et al., (2015); (4) Singh et al., (2014); (5) Kumar et al., (2013); e (6) Jain et al., (2012). A origem do quiabo remete a algum lugar próximo à Etiópia, com os primeiros relatos de cultivo pelos antigos egípcios no século XII a.C. A partir do Egito, seu cultivo se espalhou pelo Oriente Médio e Norte da África. Anteriormente era incluído no gênero *Hibiscus* L., seção *Abelmoschus*, designado por *Hibiscus esculentus* L. Após revisões taxonômicas, a seção *Abelmoschus* foi posteriormente proposta para ser elevada à categoria de gênero distinto, onde o nome *Abelmoschus esculentus* foi consolidado. Além de *A. esculentus* são relatadas outras 13 espécies selvagens as quais são amplamente utilizadas em cruzamentos interespecíficos: *A. angulosus*, *A. crinitus*, *A. ficulneus*, *A. hostilis*, *A. magnificus*, *A. manihot*, *A. manihot*, *A. manihot* subsp. *tetraphyllus*, *A. moschatus*, *A. moschatus* subsp. *biakensis*, *A. moschatus* subsp. *tuberosus*, *A. muliensis* e *A. sagittifolius*. O cruzamento interespecífico de linhagens comerciais de quiabo com acessos selvagens das espécies *A. manihot*, *A. ficulneus* e *A. moschatus* vem sendo amplamente realizado, o objetivo é ampliar a heterose, reduzindo o estresse biótico e abiótico e elevar a qualidade do fruto. Os programas de melhoramento têm recorrido a hibridação com acessos selvagens para tentar induzir resistência principalmente a doença do mosaico das veias amarelas (YVMV), considerada a restrição mais severa da cultura atualmente, chegando a perdas de 90 a 100%, onde nenhuma das variedades cultivadas de quiabo apresenta resistência

estável a este patógeno. Fontes estáveis e viáveis de resistência ao YVMV em quiabo foram relatadas em *A. angulosus*, *A. tetraphyllus*, *A. moschatus*, *A. caillei* e *A. manihot*. Os híbridos interespecíficos geralmente apresentam menor viabilidade polínica e germinação com variáveis diâmetros de pólen, quando comparado a geração parental, sugerindo que a esterilidade em híbridos F1 surge devido a existência de barreiras a introgressão de genes de espécies silvestres. A esterilidade nos híbridos interespecíficos pode ser superada com o tratamento das mudas com colchicina, resultando em anfidiplóides férteis. Podemos concluir que a cultura do quiabo é vastamente cultivada e domesticada, principalmente relacionada a acessos comerciais de *A. esculentus*. A poliploidia desta espécie permite que seja utilizado cruzamentos interespecíficos com outras espécies selvagens, a fim de se elevar o vigor híbrido e resistência a estresses bióticos e abióticos, porém, a viabilidade das gerações oriundas destes cruzamentos deve ser analisada.

**Palavras-chave:** Acessos selvagens, *A. manihot*, Cruzamento interespecífico

#### **Referências Bibliográficas:**

BALAI, Tara Chand et al. Genetic divergence studies in okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.] genotypes. *Electronic Journal of Plant Breeding*, v. 6, n. 2, p. 619–624, 2015.

JAIN, Nilesh et al. A Review on: *Abelmoschus esculentus*. *Pharmacia*, v. 1, n. 3, p. 87–98, 2012.

KUMAR, D. Sathish et al. A Review on: *Abelmoschus esculentus* (Okra). *International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences (IRJPAS)*, v. 3, n. 4, p. 129–132, 2013.

MACIEL, Gabriel M et al. Agronomic potential and selection of okra hybrids to obtain potential genitors. *Horticultura Brasileira*, v. 36, n. 1, p. 112–117, mar. 2018.

SANDEEP, Nanjundappa et al. Characterization of Okra Species, Their Hybrids and Crossability Relationships among *Abelmoschus* Species of the Western Ghats Region. *Horticulturae*, v. 8, n. 7, p. 1–18, 2022.

SINGH, Priya et al. An Overview on Okra (*Abelmoschus esculentus*) and It's Importance as a Nutritive Vegetable In The World. *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, v. 4, n. 2, p. 227–233, 2014.



## **PIOMETRA: UMA DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS DO TRATO REPRODUTIVO DAS FÊMEAS CANINAS**

**Maria Fernanda Faleiro Moreira**

O complexo hiperplasia endometrial cística (HEC) ou Piometra é uma enfermidade caracterizada pelo acúmulo intrauterino de pus, que acomete 9 a 15,2% de cadelas de meia idade a idosas. Sua ocorrência é mais comum no diestro, fase lútea, caracterizada pela ocorrência de secreção ativa de progesterona. Essa afecção é responsável por grande parte dos atendimentos veterinários e, dependendo do microrganismo envolvido, pode levar o paciente a óbito. A piometra tem se destacado como uma das principais doenças do trato reprodutivo das fêmeas caninas, sendo raramente diagnosticada nas demais espécies de animais de companhia. Portanto, o intuito desse resumo é informar e detalhar as causas, consequências, sinais clínicos, diagnóstico, tratamento e prevenção dessa patologia. O estudo foi realizado através de fontes atuais de pesquisa, de 2012 a 2020, em artigos científicos publicados nas plataformas “on-line” Scielo, Google Acadêmico, Revista Científica e livros acadêmicos. A piometra é resultado da influência hormonal à virulência das infecções bacterianas e à capacidade individual de combater essas infecções. A *Escherichia coli* é o agente etiológico mais comum encontrado na secreção purulenta uterina de cadelas com a doença, apresentando grande potencial patogênico. Qualquer resposta à progesterona que seja exagerada ou inadequada, resultará no acúmulo de líquido no interior das glândulas endometriais e lúmen uterino. Dentre os fatores predisponentes, o uso de anticoncepcionais acentua ainda mais a gravidade do caso clínico. Um dos órgãos secundariamente afetados é o rim, portanto, essa enfermidade uterina pode causar a insuficiência renal aguda (IRA) canina. Esse quadro ocorre quando 75% dos néfrons de ambos os rins perdem sua funcionalidade. Quando a sepse está associada, a taxa de mortalidade é de 62% a 76%. Além disso, quando o animal sobrevive, pode tornar-se irreversível evoluindo para a doença renal crônica (DRC). A piometra pode ocorrer de forma aberta ou fechada, de acordo com a presença ou ausência de secreção no canal vaginal. O quadro de cérvix aberta pode cursar com hiperemia de vulva, além de secreção vaginal sanguinolenta e/ou purulenta. Nos casos de cérvix fechada os sinais clínicos geralmente são mais graves, sobretudo porque há dificuldade na drenagem do conteúdo uterino, ocasionando a ruptura do útero e consequentemente de septicemia. Os sinais clínicos mais frequentes, nas duas formas clínicas são apatia, anorexia e êmese. O diagnóstico definitivo é realizado pelo histórico de estro, sinais clínicos, hemograma com leucocitose com desvio à esquerda ou não, e com base em exames de imagem, como radiografia e ultrassonografia abdominal. Geralmente, as cadelas são apresentadas ao veterinário com histórico de cio há no mínimo duas semanas ou aciclicidade, principalmente em cadelas idosas. Em ambos os casos, o tratamento cirúrgico é o mais indicado já que a retirada do útero elimina o foco infeccioso. Nos casos de piometra, a cadela deve ser estabilizada antes da intervenção cirúrgica. Assim, é necessário um pronto diagnóstico para que seja feita a fluidoterapia intravenosa e a manutenção do equilíbrio hidroeletrólítico, associada a uma adequada antibioticoterapia de amplo espectro para controle

ou prevenção de sepse. No pós-operatório, as cadelas devem ter sua função renal monitorada para se detectar mais rapidamente a IRA. O sucesso no tratamento pode ser considerado com o reestabelecimento da saúde da cadela e o leucograma normal. A piometra é uma doença de alto risco se não tratada rapidamente. O melhor método de tratamento e prevenção é a ovariosalpingohisterectomia (OSH) e embora o uso de anticoncepcionais seja muito utilizado pelos tutores, estes são importantes agentes indutores de piometra e devem ser evitados, assim a autora sugere que essa informação seja amplamente divulgada pelas mídias e redes sociais.

**Palavras-chave:** Piometra, cadelas, hiperplasia endometrial cística

#### **Referências Bibliográficas:**

1. BIANCHI, R.; BERTOTTI, S. C. Piometra em cadelas. Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Xanxerê, [S. l.], v. 2, p. e13732, 2017. Disponível em: <https://unoesc.emnuvens.com.br>. Acesso em: 29 mar. 2022.
2. EVANGELISTA V.; BIEGELMEYER, P. Castração e prevenção à piometra em cadelas e gatas. Universidade Metodista de São Paulo, Biológicas e Saúde, p. 1, 30 set. 2020. Disponível em: <http://www.metodista.br/congressoscientificos/index.php/Congresso2020>. Acesso em: 29 mar. 2022.
3. GARCIA FILHO, S. et al. Piometra em cadelas: revisão de literatura, Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, ano IX, ed. 18, p. 4-5, Janeiro 2012. Disponível em: <http://www.faef.revista.inf.br/>. Acesso em: 29 mar. 2022.
4. HAGMAN, R. Pyometra in small animals. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 48(4), pp 639-661. Acesso em: 31 mar. 2022.
5. OLIVEIRA, F. S. et al. Perfil de resistência de isolados de Escherichia coli a partir de piometra canina. Ciênc. anim. bras., [s. l.], out, dez 16. DOI <https://doi.org/10.1590/1089-6891v17i438817>. Disponível em: <https://www.scielo.br>. Acesso em: 31 mar. 2022.
6. OLIVEIRA, R. G. et al. Piometra em cadela com complicação renal. 2019. Disponível em: <http://www.uece.br/cienciaanimal>. Acesso em: 30 mar. 2022.
7. RIBEIRO, L. S. Injúria renal aguda em cadelas com piometra: A importância do diagnóstico precoce, Universidade Federal de Goiás, p. 1, 2019. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/>. Acesso em: 29 mar. 2022.
8. SALES, K. K. S. et al. Piometra e hiperplasia vaginal em cadela: Relato de caso. Pubvet, Piauí, v. 11, ed. 1, jan 2017. DOI <http://dx.doi.org/10.22256/pubvet.v11n1.78-81>. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org>. Acesso em: 30 mar. 2022.

9. TRAUTWEIN, L. G. C. et al. Guia revisado sobre o diagnóstico e prognóstico da piometra canina. *Investigação*, Londrina, Paraná, Brasil, v. 17, ed. 1, 2 fev. 2018. DOI <https://doi.org/10.26843/investigacao.v17i1.2043>. Disponível em: <https://publicacoes.unifran.br/index.php/investigacao/article/view/2043>. Acesso em: 31 mar. 2022.
10. TRAUTWEIN, L. et al. Piometra em cadelas: relação entre o prognóstico clínico e o diagnóstico laboratorial, *Ciência anim. Bras.* [s. l.], v. 18, ed. 44302, p. 2, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br>. Acesso em: 29 mar. 2022
11. VEIGA, G. et al. Abordagem diagnóstica e terapêutica das principais afecções uterinas em cadelas, *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, p. 9-12, 2013. Disponível em: <http://www.fmv.ulisboa.pt/>. Acesso em: 29 mar. 2022.
12. VOORWALD, F. A. Aspectos clínicos, histopatológicos e expressão gênica do endométrio de cadelas acometidas por hiperplasia endometrial cística, mucometra e piometra. 2014. xviii, 274 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/122026>. Acesso em: 29 mar. 2022.

## **SUBSTRATOS ECOLÓGICOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPINAFRE DA AMAZÔNIA (ALTERNANTHERA SESSILIS L.)**

**Márcio Chaves da Silva, Bárbara Barbosa Mota, Ryan da Cunha Feitosa, Márcia Chaves da Silva, Roger Oliveira Ventura, Gabriela da Silva Tamwing, Paula Aguiar Moura, Nárcya Trindade de Souza, Alessandra Nascimento Torres**

O espinafre da Amazônia é uma hortaliça nativa classificada como uma planta alimentícia não convencional (PANC), que pode ser encontrada na região amazônica, apresentando potencial de uso na alimentação, pois apresenta excelentes propriedades nutricionais, em especial altas concentrações de proteínas. No entanto, não há informações sobre técnicas agroecológicas na sua propagação, principalmente considerando a agricultura familiar, visto que substratos comerciais são de alto custo, sendo necessário a utilização de alternativos. Logo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade das mudas de espinafre da Amazônia produzidas em substratos alternativos. O experimento foi realizado na horta experimental da Universidade Federal do Acre, Rio Branco (latitude 9° 57' 34" S e longitude 67° 52' 13" W), em condições de estufa, no período de abril a maio de 2022. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três tratamentos e sete repetições, com 16 plantas por parcela. Os tratamentos foram três substratos alternativos, sendo: T1 = 100% substrato de húmus de palheira, T2 = 100% casca de castanha triturada e T3 = 50% húmus de palheira + 50% casca de castanha triturada. O substrato 100% substrato de húmus de palheira foi obtido da decomposição natural da palmeira *Attalea phalerata*, e o substrato 100% casca de castanha foi obtido da casca da amêndoa do frutos de *Bertholletia excelsa*. O material para produção das mudas foi obtido por estacas retiradas do terço médio de matrizes adultas cultivadas em canteiros. As estacas foram selecionadas com aproximadamente 10 cm de comprimento e presença de duas gemas germinativas. As estacas foram acondicionadas em bandejas de isopor de 128 células, com uma estaca por célula, em posição vertical e irrigadas diariamente. Aos 30 dias de cultivo e com formação das mudas, foi avaliado: comprimento foliar, largura foliar, altura total, diâmetro do coleto, número total de brotações, número total de folhas, número total de raízes, comprimento de raízes, massa fresca da parte aérea, massa fresca das raízes, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes e calculado o índice de qualidade Dickson et al. (1960). Os dados coletados foram submetidos a verificação de dados discrepantes por meio do teste de Grubbs (1969), normalidade dos erros pelo teste de Shapiro-Wilk (1965) e de homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett (1937). Posteriormente foi realizado análise de variância pelo teste F, constatando-se significância estatística, foi realizado as comparações de médias pelo teste de Tukey (1949) a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa de código aberto R. Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos substratos alternativos para produção de mudas nas variáveis avaliadas: largura e

comprimento foliar, altura da planta, número total de folhas, número total de raízes, comprimento de raiz, massas frescas e secas da parte aérea, das raízes no índice de qualidade de Dickson. O substrato com 100 % de húmus de palheira proporcionou a formação das mudas de espinafre da Amazônia com maior qualidade, com as plantas apresentando características morfológicas superiores as mudas dos substratos com 100% casca de castanha triturada e a mistura com 50% húmus de palheira + 50% casca de castanha triturada. O comportamento pode ser explicado ao fato que o substrato e suas características condicionadoras semelhantes aos substratos comerciais, proporcionando desenvolvimento adequado das mudas. O desempenho do substrato com 100 % substrato de húmus de palheira é uma alternativa, principalmente na produção de mudas na agricultura familiar, principalmente pela sua fácil aquisição na propriedade e o seu baixo custo. O tratamento composto com 100 % substrato de húmus de palheira proporciona produção de mudas de qualidade para o espinafre da Amazônia.

**Palavras-chave:** Hortaliça não convencional, propagação vegetativa, amaranthaceae.

#### **Referências Bibliográficas:**

BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society of London*, v. 160A, n. 901, p. 268-282, 1937.

DA SILVA, M. H. et al. Cultivo de alface utilizando substratos alternativos. *Scientia Naturalis*, v. 2, n. 2, p. 819-827, 2020.

DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forest Chronicle*, v. 36, n.1, p. 10-13, 1960.

GRUBBS, F. E. Procedures for detecting outlying observations in samples. *American Society for Quality*, v. 11, n. 1, p. 1-21, 1969.

KINUPP, V. F. & LORENZI, H. *Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANCs) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas*. São Paulo: Plantarum, 2014. 768 p.

SHAPIRO, S. S. & WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

SILVA, M. C. et al. Qualidade de mudas de espinafre da Amazônia (*Alternanthera sessilis*) produzidas com uso de substratos distintos. *Scientia Naturalis*, v. 4, n. 2, p. 489-498, 2022.

TUKEY, J. W. Comparing individual means in the analysis of variance. *International Biometric Society*, v. 5, n. 2, p. 99-114, 1949.

## **ANÁLISE DOS PROCESSOS DE QUALIDADE NA AGROINDÚSTRIA YOGO MILK DE CACOAL/RO**

**Estefane Binow, Bruna Emanuelle Baldissera Rietz, Geisse Gonçalves Costa, Ana Lucia Pereira, Lucicleia Montes Menezes, Saiane Barros de Souza**

Introdução: Para garantir a segurança alimentar do leite, a indústria de laticínios precisa passar por um rigoroso controle de qualidade. Aspectos como manejo sanitário, nutrição adequada dos animais, boas instalações e capacitação dos funcionários são condições fundamentais para assegurar a qualidade do produto. Objetivo: Objetivou-se neste trabalho analisar o processo de qualidade e boas práticas na produção leiteira até a fabricação de iogurte da agroindústria Yogo milk, no município de Cacoal/RO. Metodologia: A metodologia contempla abordagem qualitativa, de natureza exploratória, por meio de pesquisa de campo com a aplicação de visita técnica, utilizando de coleta de dados de observação e entrevista para verificação das etapas produtivas em consonância com as dimensões da qualidade na produção. Resultados e discussão: A propriedade pesquisada utiliza-se de vacas das raças Girolando e Jersey, devido conseguirem um teor de gordura no leite propício para a produção de iogurte. Os animais são alimentados com grande parte de volumosos, sendo os capins Zuri e Mombaça, e a outra parte de concentrado após a ordenha. A empresa utiliza sistema de irrigação na época seca do ano, onde com uma boa manutenção das pastagens, podem cessar ou diminuir a necessidade de suplementação do animal, conseqüentemente redução de custos e mão de obra elevada visto que, se fosse preciso fazer silagem para os animais na época seca, entretanto foi relatado que a produtividade não teve diferença significativa se os animais fossem alimentados com silagem. A propriedade conta com o sistema compost barn, um sistema de instalação que corresponde em um grande espaço físico coberto para as vacas descansarem, onde os animais podem usufruir desse ambiente nos horários mais quentes do dia, garantindo assim que as vacas fiquem mais confortáveis, melhorando os índices produtivos e sanitários do rebanho. A retirada do leite é por meio de ordenha mecanizada realizada duas vezes ao dia (manhã e tarde), onde no processo não há contato direto com o leite, prosseguindo para os tanques de resfriamento para posteriormente uso na fabricação dos iogurtes. Na produção do iogurte, o leite canalizado é passado pelos tanques, feito a pasteurização e posterior fermentação, adicionado os ingredientes (açúcar + polpa de fruta), seguindo para a máquina de refrigeração, após são envasados, rotulados e refrigerados. A empresa possui o selo S.I.E. (Selo de Inspeção Estadual), atendendo os requisitos legais de fabricação, chancelado pelo IDARON, sendo autorizados a comercializar dentro do Estado de Rondônia. Estes são responsáveis por toda cadeia produtiva desde o manejo das vacas à agroindustrialização, o que demonstra a responsabilização pelos processos dentro das dimensões da qualidade de conformidade por possuírem o selo S.I.E, confiabilidade em virtude da empresa guardar uma amostra de cada lote que sai da indústria, estética por usarem de garrafas transparentes onde consegue-se distinguir o produto e durabilidade uma vez que por não usarem nenhum aditivo o produto tem



uma validade de 30 dias. Conclusão: Deste modo, de acordo com os aspectos analisados podemos inferir que a Yogo Milk mostra um produto que possui características diferenciais, atendendo as exigências dos clientes com condições higiênicas-sanitárias, proporcionando um produto de qualidade ao final.

**Palavras-chave:** Leite; Iogurte; Qualidade; Boas práticas; Agroindústria

**Referências Bibliográficas:**

EMBRAPA. Sistema Compost Barn: caracterização dos parâmetros de qualidade do leite e mastite, reprodutivos, bem estar animal, do composto e econômicos em condições tropicais, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/209863/sistema-compost-barn-caracterizacao-dos-parametros-de-qualidade-do-leite-e-mastite-reprodutivos-bem-estar-animal-do-composto-e-economicos-em-condicoes-tropicais>. Acesso em: 13 de Fev de 2023.

EMBRAPA. Fazendas de leite a pasto bem manejadas superam sistemas intensivos em produtividade hídrica, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/72586421/fazendas-de-leite-a-pasto-bem-manejadas-superam-sistemas-intensivos-em-produtividade-hidrica#:~:text=na%20produtividade%20h%C3%ADrica-,Resultado%20de%20pesquisa%20da%20Embrapa%20Pecuria%20Sudeste%20de%20So%20Carlos,como%20semi-confinamento%20e%20confinamento.> Acesso em: 13 de Fev de 2023.



## **EFEITOS DA EXTRAÇÃO DE ANTOCIANINAS UTILIZANDO OS SOLVENTES EUTÉTICOS PROFUNDOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

**Marina Melliny Guimarães de Freitas, Carmem Torres Guedes, Giovana Frigo, Jaqueline Ferreira Silva, Maria Eduarda Sérgio e Mônica Regina da Silva Scapim**

**RESUMO:** Solventes ambientalmente aceitáveis estão sendo desenvolvidos e estudados, dentre esses os solventes eutéticos profundos (DES), se destacam como um dos solventes verdes mais proeminentes em relação aos seus aspectos ecologicamente corretos e eficiência de extração. Os compostos bioativos são caracterizados como substâncias com atividades biológicas, atuando em processos metabólicos, desempenhando atividades antioxidantes que são relevantes para a manutenção da saúde. As antocianinas são pigmentos naturais pertencentes ao grupo flavonoide, encontrados principalmente em frutas, vegetais e flores. Além disso, devido as características da cor, as antocianinas tem sido de grande potencial para o desenvolvimento de produtos alimentícios mais atraentes e saudáveis, atuando como substituto aos corantes sintéticos convencionais. O presente trabalho teve como objetivo explicar sobre os solventes eutéticos profundos e expor através de uma revisão bibliográfica o processo de extração de antocianinas utilizando os DES. Foi realizada uma busca sistemática de artigos científicos em fevereiro de 2023 para pesquisa bibliográfica na plataforma eletrônica ScienceDirect sobre a extração de antocianinas utilizando os solventes eutéticos profundos. Os artigos para esse estudo foram publicados entre 2019 a 2023, além disso, os artigos incluídos nessa revisão foram de pesquisa, para a busca usou-se como filtros os seguintes termos: "Deep eutectic solvents", "Anthocyanins". O cloreto de colina é um sal de amônio quaternário que se destaca como o (HBA) mais empregado na preparação de solventes eutéticos profundos (Tabela 1), além disso, é economicamente viável, atóxico e biodegradável. No que se refere aos métodos de extração o mais utilizado no estudo foi a assistida por ultrassom, desse modo, podemos ressaltar tal método de baixo custo quando se comparado aos demais métodos de extração não-convencionais, bastante compatível com diferentes solventes, prático e versátil tanto em escala laboratorial e industrial. Assim, em meio as várias aplicações das antocianinas, se faz importante explorar os diferentes métodos de extração de antocianinas a base de solventes eutéticos profundos, pois as variadas formas de extração observadas nos trabalhos disponíveis pela literatura demonstraram serem eficientes em sínteses e processos.

**Palavras-chave:** Antioxidantes, Bioativos, Biodegradável, Industrial.

## **INTRODUÇÃO**

A comunidade científica nas últimas décadas tem se preocupado cada vez mais, com os impactos nocivos ao meio ambiente provenientes de processos químicos, dessa forma, concentra-se em desenvolver solventes e metodologias mais seguras e sustentáveis em diversas aplicações (TARASOVA et al., 2018). Desse modo, as indústrias alimentícias estão centradas em pesquisas e melhorias para obtenção de processos ambientalmente corretos.

Na busca pelo desenvolvimento sustentável, se faz necessário a implementação de metodologias alternativas. Segundo Cao et al. (2018a) estão sendo desenvolvidos os chamados solventes verdes, esses devem atender aos critérios de uma química sustentável, sendo necessário, ser atóxico, biodegradável, de baixo custo, reciclável e fácil disponibilidade. Além disso, ao contrário dos solventes convencionais, esses são economicamente viáveis em sínteses e processos, resultando em um extrato seguro e de qualidade (MURADOR et al., 2019).

Nessa perspectiva, solventes ambientalmente aceitáveis estão sendo desenvolvidos e estudados, dentre esses os Solventes Eutéticos Profundos (DES), se destacam como um dos solventes verdes mais proeminentes em relação aos seus aspectos ecologicamente corretos e eficiência de extração (BI et al., 2020). Conforme López et al. (2020) os DES são gerados a partir da mistura de doadores de ligações de hidrogênio (HBD) e receptores de ligações de hidrogênio (HBA), que são sintetizados a partir de dois ou mais componentes. Dessa maneira, o cloreto de Colina (ChCl) é um sal típico (HBA) bastante utilizado no ramo da industrialização, além disso, é um composto biodegradável, quando combinados com diferentes tipos de (HBD) como ácido láctico e outros ácidos orgânicos ecologicamente corretos, são os formados solventes eutéticos profundos (ALCALDE et al., 2019).

De acordo com BOADI et al. (2021) os compostos bioativos são caracterizados como substâncias com atividades biológicas, atuando em processos metabólicos, desempenhando atividades antioxidantes que são relevantes para a manutenção da saúde. Dessa maneira, os compostos antioxidantes tem a função de retardar ou impedir a oxidação de biomoléculas nos alimentos (CORRÊA et al., 2019).

Os antioxidantes são divididos em naturais e sintéticos, ambos são utilizados em diversos processos na indústria de alimentos. No entanto, o uso dos antioxidantes sintéticos vem causando efeitos toxicológicos, gerando preocupações a comunidade, crescendo o interesse na substituição dos antioxidantes de fontes naturais (ZEB, 2020). Neste âmbito, pigmentos naturais com efeito antioxidante como antocianinas, betacianinas e carotenoides tem sido constantemente explorados pelos pesquisadores por uma maior aplicabilidade em produtos alimentícios (PRAJAPATI; JADEJA, 2022).

Segundo Xie et al. (2018) as antocianinas são pigmentos naturais pertencentes ao grupo flavonoide, encontrados principalmente em frutas, vegetais e flores. Desse modo, são pigmentos que atuam benéficamente sobre a saúde retardando o progresso de várias doenças crônico-degenerativas devido a sua ação antioxidante (FALLAH et al., 2020). Além disso, devido as características da cor, as antocianinas tem sido de grande potencial para o desenvolvimento de produtos alimentícios mais atraentes e saudáveis, atuando como substituto aos corantes sintéticos convencionais (CHEN et al., 2022).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo explicar sobre os solventes eutéticos profundos e expor através de uma revisão bibliográfica o processo de extração de antocianinas utilizando os DES.

## **METODOLOGIA**

Foi realizada uma busca sistemática de artigos científicos em fevereiro de 2023 para pesquisa bibliográfica na plataforma eletrônica ScienceDirect sobre a extração de antocianinas utilizando os solventes eutéticos profundos.

Os artigos para esse estudo foram os publicados entre 2019 a 2023, além disso, os artigos incluídos nessa revisão foram de pesquisa, para a busca usou-se como filtros os seguintes termos: "Deep eutectic solvents", "Anthocyanins". Inicialmente foram identificados 92 estudos e, após as etapas de seleção, foram selecionadas 20 publicações. Assim, durante o presente estudo, foram analisados na íntegra os diferentes solventes eutéticos profundos, amostras, razão molar e sua forma de síntese, dando ênfase ao método de extração de antocianinas.

## **RESULTADOS**

As antocianinas são compostos que apresentam vários efeitos bioativos, no entanto, apresentam baixa estabilidade, podendo interferir diretamente no processo de extração, sendo os fatores temperatura, pH, presença de oxigênio e luz responsáveis pela degradação, período de armazenamento, uso como corantes naturais em alimentos e demais aplicações (BRAGA et al., 2018).

Conforme Panic et al. (2019) durante a seleção dos DES foi necessário escolher o doador e o acceptor da ligação de hidrogênio, em relação as propriedades dos compostos que se deseja obter, no caso específico as antocianinas provenientes de diferentes fontes. Desse modo, o cloreto de colina foi um sal de amônio quaternário que se destacou como o (HBA) mais empregado na preparação de solventes eutéticos profundos (Tabela 1), além disso, é economicamente viável, atóxico e biodegradável (YU et al., 2023).

De acordo com os autores o processo de síntese dos DES a partir de dois ou mais componentes houve a formação do líquido homogêneo, transparente e incolor, além disso, utilizou-se diferentes proporções específicas de água (20%, 25%, 30% ou 50%) (v/v) e variação de tempo entre 1 h a 24 h e temperatura entre 50°C a 80°C (PANIC et al., 2019).

No que se refere aos métodos de extração o mais utilizado nesse estudo foi a assistida por ultrassom, desse modo, apresenta baixo custo quando se comparado aos demais métodos de extração não-convencionais, bastante compatível com diferentes solventes, prático e versátil tanto em escala laboratorial e industrial (CARRERA et al., 2021).

Conforme Panic et al. (2019) em relação aos métodos de quantificação a cromatografia via HPLC se destacou por identificar a presença de antocianinas entre os diferentes extratos obtidos pelos autores. Além disso, o emprego do método HPLC é altamente vantajoso nos aspectos eficiência de detecção e seletividade (ALDANA-MEJIA et al., 2021).

Segundo Kou et al. (2020) os extratos de antocianinas com DES exibiram maior estabilidade de extração quando se comparado as de solventes tradicionais. Desse

modo, a combinação dos DES a base de Cloreto de Colina juntamente com o ácido láctico, se destaca como vantajoso na extração quando comparado aos solventes convencionais, enfatizando que os solventes eutéticos profundos foram eficientes e sustentáveis para extração de compostos bioativos de origem vegetal (BI et al., 2020).

**Tabela 1. Estudos utilizando os solventes eutéuticos profundos (DES) na extração de antocianinas**

Amostra	DES	Extração (Temp/ Tempo)	Quantificação/Antioxidantes	Autor/Ano
Bagaço da uva (Vitis vinifera)	Cloreto de colina: Ácido cítrico (2:1);	Assistida por ultrassom (65 °C/ 50 min)	HPLC	(PANICA et al., 2019)
	Cloreto de colina: Prolina: Ácido Málico (1:1:1);			
	Cloreto de colina: Ácido Málico (1:1);Betaína: Ácido cítrico (1:1);			
Madressilva 2020)(Lonicera Caprifolium)	Cloreto de colina: ácido láctico (1:1);	Cavitação pressão negativa	DPPH (- 0,08 Mpa a 53 °C) FRAP	(KOU et al., ABTS
Amoreira (Mulberry)	Cloreto de colina: ureia (1:2);	Assistida por ultrassom (40 °C/ 10 min)	pH diferencial	(BI et al.,
	Cloreto de colina: glicerina (1:2);			
	2020)Cloreto de colina: etilenoglicol (1:2);			
	Cloreto de colina: ácido acético (1:2);			
	Cloreto de colina/ácido láctico (1:2);			
Aronia (Melanocarpa)	Cloreto de colina: ácido cítrico (1:1);	Micro-ondas ultrassônico (50 w/ 72 min)	HPLC ABTS FRAP	(LIN et al.,
	Cloreto de colina: ácido málico (1:1);			
	Cloreto de colina: ácido láctico (1: 1);			
	2022)Cloreto de colina: glicose (1:1); Cloreto de colina: Sacarose (1:1);			
Perilla frutescens (L.) Britt	Cloreto de colina: butanodiol 2023)(1:1); (1:2); (1,3)	Assistida por ultrassom (50 °C/ 30 min)	HPLC	(BU et al.,

**Fonte:** Autores (2023)

## **CONCLUSÃO**

Deste modo, a utilização de solventes eutéticos poderá atender ademandas por solventes verdes, contribuindo para que em escala industrial os processos sejam mais sustentáveis e com menor toxicidade quando comparado aos solventes convencionais. As antocianinas são moléculas com grande potencial antioxidante e que podem ser utilizadas como corantes alimentícios, a ampla aplicação destes compostos faz com que seja importante explorar os diferentes métodos de extração a base de solventes eutéticos profundos, pois as variadas formas de extração observadas nos trabalhos disponíveis pela literatura demonstraram serem eficientes em sínteses e processos.



## REFERÊNCIAS

ALDANA-MEJIA, J. A. et al. A validated HPLC-UV method for the analysis of phenolic compounds in Brazilian red propolis and *Dalbergia ecastaphyllum*. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 198, 114029, 2021.

ALCALDE, R.; GUTIERREZ, A.; ATILHAN, M.; APARICIO, S. 2019. An experimental and theoretical investigation of the physicochemical properties on choline chloride/Lactic acid based natural deep eutectic solvent (NADES). **Journal of Molecular Liquids**, 290, 110916.

BI, Y.; CHI, X.; ZHANG, R.; LU, Y.; WANG, Z.; DONG, Q.; DING, C.; YANG, R.; JIANG, L. Highly efficient extraction of mulberry anthocyanins in deep eutectic solvents: insights of degradation kinetics and stability evaluation. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, [S.L.], v. 66, p. 102512, dez. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102512>.

BOADI, N. O.; BADUA, M.; KORTEI, N. K.; SAAHC, S. A.; ANNOR, B.; MENSAHA, M. B.; OKYREREE, H.; FIBOR, A. F. Nutritional composition and antioxidant properties of three varieties of carrot (*Daucus carota*). **Scientific African**. p. e00801, maio 2021.

BRAGA, A. R. C.; MURADOR, D.C.; MESQUITA, S.L. M.; ROSSO, V.V. Biodisponibilidade de antocianinas: lacunas no conhecimento, desafios e pesquisas futuras. **Journal of Food Composition and Analysis**, 68 (2017) (2018), pp. 31 - 40, 10.1016/j.jfca.2017.07.031

BU, F.; ZHAO, Y.; LI, B.; ZHANG, X.; LI, J. The effect of choline chloride butanediol based deep eutectic solvents on ultrasound-assisted extraction, antioxidant activity and stability of anthocyanins extracted from *Perilla frutescens* (L.) Britt. **Sustainable Chemistry And Pharmacy**, [S.L.], v. 32, p. 101000, maio 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scp.2023.101000>.

CAO, J.; CHEN, L.; LI, M.; CAO, F.; ZHAO, L.; SU, E. 2018a. Efficient extraction of proanthocyanidin from *Ginkgo biloba* leaves employing rationally designed deep eutectic solvent-water mixture and evaluation of the antioxidant activity. **J. Pharmaceut. Biomed. Anal.** 158, 317e326. C.

CARRERA, C. et al. Optimization by Means of Chemometric Tools of an Ultrasound-Assisted Method for the Extraction of Betacyanins from Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*). **Agronomy** 2021, Vol. 11, Page 1053, v. 11, n. 6, 67 p. 1053, 24 maio 2021.

CHEN, Y.; BELWAL, T.; XU, Y.; MA, Q.; LI, D.; LI, L.; XIÃO, H. LUO, Z. Updated insights into anthocyanin stability behavior from bases to cases: why and why not

anthocyanins lose during food processing. **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, [S.L.], p. 1-33, 18 abr. 2022. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2022.2063250>.

CORRÊA, R C. G.; GARCIA, J. A. A.; CORREA, V. G.; VIEIRA, F. V.; BRACHT,

A.; PERALTA, R.M. Pigments and vitamins from plants as functional ingredients: Current trends and perspectives. **In Advances in food and nutrition research**, v. 90, p. 259-303, 2019.

FALLAH, A. A.; SARMAST, E.; JAFARI, T. Efeito das antocianinas na dieta sobre os biomarcadores do controle glicêmico e do metabolismo da glicose: uma revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos randomizados. **Food Research International**, p. 109379, 2020.

KOU, P.; KANG, Y. F.; WANG, L. T.; NIU, L. J.; XIAO, Y.; GUO, N.; CUIA, Q.;

LIA, Y. Y.; FU, Y. J. An integrated strategy for production of four anthocyanin compounds from *Ribes nigrum* L. by deep eutectic solvents and flash chromatography. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 80, p. 614-625, 2019.

LIN, S.; MENG, X.; TAN, C.; TONG, Y.; WAN, M.; WANG, M.; ZHAO, Y.; DENG,

H.; KONG, Yanwen.; MA, Y. Composition and antioxidant activity of anthocyanins from *Aronia melanocarpa* extracted using an ultrasonic-microwave-assisted natural deep eutectic solvent extraction method. **Ultrasonics Sonochemistry**, [S.L.], v. 89, p. 106102, set. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106102>.

LÓPEZ, N.; DELSO, I.; MATUTE, D.; LAFUENTE, C.; ARTAL, M. Caracterização de misturas de xilitol ou ácido cítrico: cloreto de colina: água: Estrutura, propriedades termofísicas e solubilidade da quercetina. **Química Alimentar**. 2020, 306, 125610.

MURADOR, D.C.; MESQUITA, L. M. S.; VANNUCHI, N.; BRAGA, A. R. C.;

ROSSO, V.V. Bioavailability and biological effects of bioactive compounds extracted with natural deep eutectic solvents and ionic liquids: advantages over conventional organic solvents. *Current Opinion In Food Science*, [S.L.], v. 26, p.25-34, abr. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cofs.2019.03.002>.

PRAJAPATI, R. A.; JADEJA, G. C. Natural food colorants: Extraction and stability study. **Materials Today: Proceedings**, v. 57, Part 6, p. 2381-2395, 2022.

PANIĆ, M.; STOJKOVIĆ, M. R.; KRALJIĆ, K.; ŠKEVIN, D.; REDOVNIKOVIĆ,

R. I.; V.; SRČEK, V.G.; RADOŠEVIĆ, K. Ready-to-use green polyphenolic extracts from food by-products. **Food Chemistry**, 283 (2019), pp. 628-636

TARASOVA, N.P.; MAKAROVA, A.S.; VINOKUROV, S.F.; KUZNETSOV, V. A.;

SHLYAKHOV, P. I. Química verde e desenvolvimento sustentável: abordagens para a

análise da pegada química. **Química Pura e Aplicada**, 90 (1) (2018), pp.143-155, 10.1515 / pac- 2017-0608.

Xie, P.-j. Huang, L.-x., Zhang, C.-h. Ding, S.-s., Deng, Y.-j. Wang, X.-j.. 2018. **Skin-care effects of dandelion leaf extract and stem extract: Antioxidant properties, tyrosinase inhibitory and molecular docking simulations.**, 111: 238– 246.

YU, J. et al. Chitosan films plasticized with choline-based deep eutectic solvents:UV shielding, antioxidant, and antibacterial properties. **Food Hydrocolloids**, v. 135, 108196,2023.

ZEB, A. Concept, mechanism, and applications of phenolic antioxidants in foods.**J. Food Biochem.** 2020, 44, e 1339.

## **O MELHORAMENTO GENÉTICO UTILIZANDO FONTES DE RESISTÊNCIA COMO UMA ESTRATÉGIA CONTRA VASSOURA-DE-BRUXA (CRINIPELLIS PERNICIOSA) INFECTANTE DO CACAUEIRO (THEOBROMA CACAO L.)**

**Flávio Antônio Zagotta Vital**

O cacau (*Theobroma cacao*) é uma espécie perene que cresce espontaneamente nas planícies tropicais da América do Sul, sendo cultivado principalmente no domínio amazônico e no estado da Bahia, conferindo o Brasil o status de quinto maior produtor mundial de cacau. Doenças fitopatogênicas são responsáveis pelas maiores perdas na produção do cacau nas últimas duas décadas, sendo a principal delas a vassoura-de-bruxa, causada pelo basidiomiceto *Moniliophthora (=Crinipellis) perniciosa* (Stahel), relatada como a doença mais devastadora do cacaueiro no Brasil. A busca por fontes de resistência a doenças é o primeiro passo em programas de melhoramento, que consiste em averiguar a diversidade genética de acessos silvestres, identificando possíveis genes que auxiliem na resistência contra patógenos. O clone Scavina-6 vem sendo utilizado como fonte de resistência à vassoura-de-bruxa desde 1940, no entanto, atualmente já apresenta suscetibilidade a essa doença, devido ao aumento da agressividade da infecção fúngica. Aliado a novas fontes, o desenvolvimento ou seleção de variedades que comportam um número maior de genes ligados à resistência, também é uma estratégia interessante para uma resistência mais estável, durável e efetiva, dificultando o aumento da população e a evolução do fungo sobre espécies em campo. A infecção de *C. perniciosa* evolui gerando esporos em grande número, quando ocorre em flores origina frutos partenocárpicos que morrem prematuramente, com aspecto petrificado. Porém, se a infecção ocorre em flores polinizadas, resultam em frutos anormais, com aspecto de cenoura, os quais se tornam pretos e também petrificados. Portanto, considerando a significância econômica do cacau, a qual é comprometida pela incidência infecciosa da vassoura-de-bruxa, este trabalho tem por objetivo investigar estratégias de melhoramento genético que permitam identificar fontes de resistência à *C. perniciosa*, a médio prazo, evidenciando a seleção de genótipos resistentes derivados de híbridos interespecíficos. Para averiguar o processo de aquisição de resistência a da vassoura-de-bruxa em *T. cacao*, foi realizada uma revisão bibliográfica integrativa. Os principais trabalhos abordados foram: (1) Lima et al., (2022); (2) Mustiga et al., (2018); (3) Wuriandani et al., (2018); (4) Duval et al., (2017); (5) Ofori et al., (2016); (6) De Almeida et al., (2009); (7) Paim et al., (2006) e (8) Dantas Neto et al., (2005). Rondônia é apontado como um centro de diversidade do cacau, onde inúmeras populações naturais vêm sendo identificadas para fornecer acessos para fins de melhoramento. De Almeida et al., (2009) constatou que os acessos de cacau, CAB 9, 13, 40, 218, 226, 417 e 452, identificados em Rondônia, são tolerantes à vassoura-de-bruxa, apresentando desempenho produtivo de intermediário a elevado, os quais podem ser utilizados como fonte de resistência. O cruzamento entre os clones SIC-864 e CCN-51, foi realizado por Dantas-Neto et al., (2005) buscando encontrar progênies resistentes a vassoura-de-bruxa. Foi encontrado o caráter segregante da progênie oriunda do

cruzamento destes dois clones, mostrando a utilidade da população para estudos de mapeamento genético utilizando marcadores moleculares, os quais visam identificar genes de resistência e “quantitative trait loci” (QTLs) dissimilares dos encontrados no clone Scavina-6 (fonte de resistência primitiva contra vassoura-de-bruxa). Recomenda-se a variabilidade genética de acessos a serem plantados, buscando materiais resistentes a enfermidade. Híbridos de famílias de meios-irmãos permitem a manipulação da fração aditiva da variância genotípica, promovendo a obtenção de ganhos de seleção para caracteres de baixa herdabilidade. A alta heterozigose presente, gera progênes com valores acima do valor médio com porcentagem altamente variável, dificultando os ganhos de resistência nas gerações futuras. Podemos concluir que Rondônia contém acessos selvagens, os quais podem ser usados como fonte de resistência. A hibridação de meios-irmãos foi a melhor estratégia de melhoramento para ganho aditivo para conferir resistência moderada a vassoura-de-bruxa, sugerindo a necessidade de pesquisas complementares.

**Palavras-chave:** Acessos selvagens, Híbridos de meios-irmãos, Malvaceae

**Referências Bibliográficas:**

DANTAS NETO, A.; CORRÊA, R. X.; MONTEIRO, W. R.; LUZ, E. D. M. N.; GRAMACHO, K. P.; LOPES, U. V. Caracterização de uma população de cacau para mapeamento de genes de resistência à vassoura-de-bruxa e podridão-parda. *Fitopatologia Brasileira*, v. 30, n. 4, p. 380–386, 2005

DE ALMEIDA, C. M. V. C.; DOS SANTOS DIAS, L. A.; DE PAULA SILVA, A. Caracterização agrônômica de acessos de cacau. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 4, p. 368–373, 2009.

DUVAL, A.; GEZAN, S. A.; MUSTIGA, G.; STACK, C.; MARELLI, J. P.; CHAPARRO, J.; LIVINGSTONE, D.; ROYAERT, S.; MOTAMAYOR, J. C. Genetic parameters and the impact of off-types for *Theobroma cacao* L. In a breeding program in Brazil. *Frontiers in Plant Science*, v. 8, n. December, p. 1–12, 2017.

LIMA, J. T. G. P. de; ROCHA, R. B.; ALMEIDA, C. M. V. C. de. Productive Performance of Cocoa Tree (*Theobroma Cacao* L.) Half-Sib Families in the Municipality of Ouro Preto do Oeste-Ro, Brazil. *Revista Agroecossistemas*, v. 14, n. 1, p. 115, 30 jun. 2022.

MUSTIGA, G. M.; GEZAN, S. A.; PHILLIPS-MORA, W.; ARCINIEGAS-LEAL, A.; MATA-QUIRÓS, A.; MOTAMAYOR, J. C. Phenotypic description of *Theobroma cacao* L. for yield and vigor traits from 34 hybrid families in Costa Rica based on the genetic basis of the parental population. *Frontiers in Plant Science*, v. 9, n. June, p. 1–17, 2018.

OFORI, A.; PADI, F. K.; ANSAH, F. O.; AKPERTEY, A.; ANIM-KWAPONG, G. J. Genetic variation for vigour and yield of cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones in Ghana. *Scientia Horticulturae*, v. 213, p. 287–293, 2016.

PAIM, V. R. L. D. M.; LUZ, E. D. M. N.; PIRES, J. L.; SILVA, S. D. V. M.; DE SOUZA, J. T.; ALBUQUERQUE, P. S. B.; DOS SANTOS FILHO, L. P. Sources of resistance to *Crinipellis pernicios*a in progenies of cacao accessions collected in the Brazilian Amazon. *Scientia Agricola*, v. 63, n. 6, p. 572–578, 2006.

WURIANDANI, A.; WAHYU SUSILO, A.; MITROWIARDJO, S.; SETYAWAN, B.; ANITA SARI, I. Diversity of Pods and Beans of Twelve Cocoa Clones (*Theobroma cacao* L.) in Rainy and Dry Seasons. *Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal)*, v. 34, n. 1, p. 1–10, 2018.

## **RESISTÊNCIA A ANTRACNOSE (COLLETOTRICHUM GLOESPORIOIDES PENZ.) NA CULTURA DO MARACUJÁ (PASSIFLORA EDULIS SIMS F. FLAVICARPA DEGENER.): UMA IMPLEMENTAÇÃO DO MELHORAMENTO GENÉTICO**

**Flávio Antônio Zagotta Vital**

Passiflora é um gênero comumente encontrado de Passifloraceae, composto por aproximadamente 530 espécies. Deste total, 140 espécies são nativas do Brasil, sendo que 70 espécies apresentam frutos com potencial econômico, utilizados na indústria alimentícia e farmacêutica. O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, sendo que a espécie *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* representa aproximadamente 95% dos pomares de maracujá, em território nacional. Entretanto, a expansão da cultura vem sendo acompanhada pelo aparecimento de doenças fitossanitárias, com destaque para: Crestamento (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*), Fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*), Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*); Galhas associadas a nematóides (*Meloidogyne* spp.) e Mosaico-vírus transmitido pelo pulgão-caupi (CABMV). A Antracnose (*C. gloeosporioides* Penz.) é considerada a mais importante doença pós-colheita de *P. edulis*, reduzindo a vida útil dos frutos. Além dos frutos, a Antracnose agride a estrutura vegetativa, pois em áreas de plantio onde não se adota estratégias de controle, podem ser relatadas perdas de até 80% das plantas no segundo ano da doença. O melhoramento genético do maracujá é adotado como uma estratégia para a aquisição de resistência contra o patógeno, porém o grande número de populações segregantes originadas dos cruzamentos dificulta a obtenção de resultados a curto prazo. Portanto, considerando a significância econômica do maracujá, a qual é comprometida pela incidência severa da Antracnose, este trabalho tem por objetivo investigar estratégias de melhoramento genético que permitam a indução de resistência à Antracnose, a curto e médio prazo, evidenciando a seleção de genótipos obtidos através de populações segregantes derivados de híbridos interespecíficos. Para averiguar o processo de aquisição de resistência a Antracnose em *P. edulis*, foi realizada uma revisão bibliográfica integrativa. Os principais trabalhos abordados foram: (1) De Oliveira Freitas et al., (2016); (2) Cerqueira-Silva et al., (2014a); (3) Cerqueira-Silva et al., (2014b); (4) Cerqueira-Silva et al., (2014c); (5) Oliveira et al., (2013); (6) Anaruma et al., (2010); (7) Fischer & Ivan et al., (2009) e (8) Fischer & Rezende (2008). Antracnose afeta, além de *P. edulis* f. *flavicarpa*, as espécies *P. edulis*, *P. alata*, *P. laurifolia*, *P. mollissima*, *P. quadrangularis* e *P. ligularis*, podendo utilizar todas estas espécies como hospedeiros de inoculação. Durante as estações quentes e chuvosas, *C. gloeosporioides* pode acometer todos os órgãos aéreos da planta. Flores afetadas abortam e os frutos imaturos entram em abscisão. Os frutos jovens apresentam manchas oleosas que mais tarde se tornam uma camada de cortiça. Em condições de alta umidade relativa e temperaturas médias entre 26 e 28°C, são formados os conídios alaranjados em matriz mucilaginosa, recomeçando o ciclo de infestação e dispersão. O melhoramento do maracujazeiro, para indução de resistência a



Antracnose, os melhoristas concentraram seus esforços na introgressão de genes de resistência em cultivares atuais por meio de hibridação interespecífica, utilizando espécies selvagens de *Passiflora*. Esse método é realizado por meio de hibridação interespecífica seguida de um programa de retrocruzamento. Uma grande taxa de mortalidade de híbridos interespecíficos é observada em reprodução para resistência a doenças. Conseqüentemente, nem sempre há o mesmo número de indivíduos por tratamento, principalmente quando o número de plantas é alto, o que favorece a condução, caracterização e avaliação das progênies em experimentos desbalanceados. Nesses casos, o método de modelos mistos REML/BLUP torna-se uma ferramenta flexível para estimar parâmetros genéticos e prever valores genéticos, pois pode ser aplicado a dados não balanceados com experimentos que levam em consideração o parentesco entre tratamentos e aqueles de diferentes gerações. O melhoramento buscando alcançar indução de resistência a Antracnose não é um experimento fácil, pois além de enfrentar dificuldades no manuseio cromossômicos dos híbridos, existe grande mortalidade das progênies acometidas pela infestação, mas o modelo REML/BLUP tem se mostrado promissor.

**Palavras-chave:** *Colletotrichum gloeosporioides*, Modelo misto REML/BLUP, *Passifloraceae*,

**Referências Bibliográficas:**

ANARUMA, N. D.; SCHMIDT, F. L.; DUARTE, M. C. T.; FIGUEIRA, G. M.; DELARMELENA, C.; BENATO, E. A.; SARTORATTO, A. Control of *Colletotrichum gloeosporioides* (penz.) Sacc. In yellow passion fruit using *Cymbopogon citratus* essential oil. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 41, n. 1, p. 66–73, 2010.

CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S.; SOUZA, A. P.; CORRÊA, R. X. A history of passion fruit woodiness disease with emphasis on the current situation in Brazil and prospects for Brazilian passion fruit cultivation. *European Journal of Plant Pathology*, v. 139, n. 2, p. 255–264, 2014a.

CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; JESUS, O. N.; SANTOS, E. S. L.; CORRÊA, R. X.; SOUZA, A. P. Genetic breeding and diversity of the genus *Passiflora*: Progress and perspectives in molecular and genetic studies. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 15, n. 8, p. 14122–14152, 2014b.

CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; SANTOS, E. S. L.; JESUS, O. N.; VIEIRA, J. G. P.; MORI, G. M.; CORRÊA, R. X.; SOUZA, A. P. Molecular genetic variability of commercial and wild accessions of passion fruit (*Passiflora* spp.) targeting ex situ conservation and breeding. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 15, n. 12, p. 22933–22959, 2014c.

DE OLIVEIRA FREITAS, J. C.; PIO VIANA, A.; SANTOS, E. A.; PAIVA, C. L.; DE LIMA E SILVA, F. H.; SOUZA, M. M. Sour passion fruit breeding: Strategy applied to individual selection in segregating population of *Passiflora* resistant to Cowpea aphid-born mosaic virus (CABMV). *Scientia Horticulturae*, v. 211, p. 241–247, 2016.

FISCHER, I. H.; REZENDE, J. A. M. Diseases of Passion Flower (*Passiflora* spp.). *Pest Technology*, v. 2, n. 1, p. 1–19, 2008.

FISCHER, I.; MEIRELLES, S.; MARQUES, A.; DE ARRUDA, M.; MARQUEZ, R.; DE MARCHI, M. Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da severidade da antracnose em frutos de maracujá amarelo. *Summa Phytopathologica*, v. 35, n. 3, p. 226–228, 2009.