

**Capítulo 2 - DOI:10.55232/1083002.2**

**ANÁLISE FINANCEIRA E SUSTENTÁVEL DA  
IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE ENERGIA SOLAR  
FOTOVOLTAICA NO AEROPORTO INTERNACIONAL DE  
VIRACOPOS**

**Cayo Roberto Thomé De Oliveira e Vinícius Moreira De Godoy Garcia Da  
Cunha e Manuela Santin De Souza**

**RESUMO:** INTRODUÇÃO: O Aeroporto Internacional de Viracopos, em Campinas/SP, é um dos maiores e melhores aeroportos do Brasil. Para operar, há muito consumo de energia elétrica, a qual representa aproximadamente 15% de todo o custo anual de suas operações. Uma solução para diminuir o alto custo é a implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica no local. Tendo em vista a importância do tema, este trabalho se propôs a responder a seguinte pergunta: Como a implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica pode impactar nos âmbitos financeiro e sustentável do Aeroporto Internacional de Viracopos? OBJETIVO: O objetivo geral deste estudo consiste em analisar como a implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica pode impactar nos âmbitos financeiro e sustentável no Aeroporto Internacional de Viracopos e os objetivos específicos são: Coletar os dados referentes ao consumo energia elétrica, valor do kWh e espaço disponível para implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica; Realizar a estimativa de custo de implantação; Analisar a viabilidade financeira; Analisar a redução dos impactos ambientais; Se viável, recomendar a implantação do sistema. MÉTODO DE PESQUISA: Esse trabalho buscou analisar como a implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica pode impactar no âmbito financeiro e sustentável do Aeroporto Internacional de Viracopos. Neste sentido, justifica-se o uso da pesquisa quantitativa como metodologia de investigação, tendo como base os dados específicos e aplicados ao Terminal de Passageiros do aeroporto. Após avaliação dos dados, foi feita uma análise financeira e sustentável, de modo a verificar a viabilidade do investimento do projeto, a fim de obter retorno financeiro e sustentável. ANÁLISE DOS RESULTADOS: Por meio da utilização dos métodos de análise financeira, foi possível obter os seguintes resultados: Payback Simples se dará aproximadamente em 5 anos e 2 meses; Payback Descontado se dará aproximadamente em 6 anos e 10 meses; Taxa Interna de Retorno (TIR) será de 21,76% a.a.; Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM) será de 12,43% a.a.; e o Valor Presente Líquido (VPL) de R\$54.228.740,51. De acordo com os conceitos dessas metodologias, todos estes resultados são considerados positivos. Além disso, a implantação desse sistema também terá uma expressiva redução dos gases de efeito estufa. CONCLUSÕES: É possível concluir que é viável a implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica no aeroporto, trazendo impactos financeiros positivos para a ABV no decorrer do tempo. Além disso, foi possível observar outros impactos positivos relacionados à sustentabilidade como a expressiva redução de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e seu diferencial estratégico frente aos concorrentes. Conclui-se, portanto, que o presente trabalho atingiu os objetivos buscados, evidenciando como a implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica pode impactar nos âmbitos financeiro e sustentável do aeroporto. CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO: A implantação deste robusto projeto pode trazer uma economia de recursos financeiros e naturais, um consumo consciente de energia e um aumento da capacidade de inovação, sendo um dos poucos aeroportos do Brasil que pode melhorar expressivamente sua eficiência energética. Este sistema também contribuirá para o tratado do Brasil e outros países na COP-26 que possui o compromisso de zerar a emissão de gases de efeito estufa até 2050. Além disso, este trabalho possui contribuições acadêmicas e práticas referente aos conceitos apresentados e aos resultados, que poderão solucionar do problema.

**Palavras-chave:** Análise financeira, energia solar fotovoltaica, aeroportos.

## **INTRODUÇÃO**

O Aeroporto Internacional de Viracopos, localizado na cidade de Campinas/SP, é um dos maiores e melhores aeroportos do Brasil. Segundo a pesquisa de satisfação dos passageiros, realizada pela Secretaria de Aviação Civil (SAC), o aeroporto conquistou 13 vezes o prêmio Aeroportos Mais Brasil de melhor aeroporto do Brasil na categoria de 5 a 15 milhões de passageiros por ano e segundo a pesquisa *Air Cargo Excellence* da *Air Cargo World*, o aeroporto conquistou 4 vezes o prêmio de melhor terminal de cargas do mundo em até 400.000 toneladas por ano (VIRACOPOS, 2021).

O Aeroporto Internacional de Viracopos, em 2019, registrou um recorde histórico na movimentação total de passageiros, sendo mais de 10 milhões de pessoas embarcando ou desembarcando pelo terminal (VIRACOPOS, 2021). Seguindo a crescente demanda, o aeroporto também obteve outro recorde em 2021, processando mais de 13 mil toneladas de cargas importadas e 9 mil toneladas de cargas exportadas (VIRACOPOS, 2021).

Com o aumento da movimentação de passageiros nos aeroportos, o modal aéreo vem ganhando relevância na economia nacional e mundial, com impactos financeiros positivos, além de contribuir para o maior desenvolvimento da sociedade (CAPPÁ *et al.*, 2017).

Esse desenvolvimento é possível pois, a crescente demanda e aumento da facilidade do transporte aéreo há estímulo para as empresas expandirem e investirem em suas atividades comerciais, industriais e de serviços. Além disso, há também a geração de tributos, assim, percebe-se seus impactos positivos (CAPPÁ; RIBEIRO, 2015).

Para a economia global, os serviços de transporte aéreo são de grande importância para aumentar a produtividade. Sem eles, a tecnologia das empresas, suas estruturas e a qualidade dos serviços, não conseguiriam atingir padrões que possam estar adequados a uma dinâmica produtiva e concorrencial que se estabelece em redes mundiais, realizando a interlocução da produtividade e sendo também um indicador de desenvolvimento socioeconômico do país (CAPPÁ *et al.*, 2017).

Como dito anteriormente, os aeroportos possuem grande relevância para a economia e desenvolvimento nacional e mundial, entretanto, para manter suas atividades operacionais, é necessário um grande consumo de recursos naturais. Segundo Cruz *et al.*

(2018), os aeroportos são grandes consumidores de energia elétrica, água, combustível e diversos outros recursos naturais. Esse grande consumo é devido a sua operacionalidade e sua extensa dimensão. O consumo de energia em aeroportos representa aproximadamente 15% de todo o custo anual de suas operações. Entretanto, ao longo dos anos, alguns aeroportos vêm demonstrando interesse em relação à sustentabilidade e à eficiência energética, conseqüentemente aumentando a preocupação com o meio ambiente e também com a redução de custos operacionais.

A procura de soluções para os impactos ambientais gerados pela sociedade torna importante a discussão de práticas sustentáveis. Segundo Brundtland (1987), a sustentabilidade está ligada à capacidade de um determinado processo ou uma sociedade em satisfazer as necessidades das pessoas no presente sem comprometer o atendimento das necessidades das futuras gerações, além de garantir um melhor planeta com seus ecossistemas preservados.

Um dos processos que consome recursos naturais e impacta o meio ambiente é a geração de energia, a qual proporciona uma melhor qualidade de vida e sendo também um dos maiores fatores relacionados ao desenvolvimento de uma sociedade. Desde o início da década de 80, a questão energética vem à tona, pois a energia não é somente um bem de consumo, mas está vinculada à responsabilidade social do uso de recursos naturais escassos, cuja sua utilização e transformação afetam diretamente o meio ambiente (SCHEIDT; HIROTA, 2010).

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2021), o Brasil tem cerca de apenas 2,13% das fontes de energia sendo produzidas por energia solar. Porém, o plano de expansão da matriz elétrica no país conta com 22,65% dos empreendimentos em construção de usinas solar fotovoltaicas e 65,38% dos empreendimentos do plano, que ainda serão construídos, estão voltados às placas fotovoltaicas.

A energia solar fotovoltaica é uma fonte de energia elétrica que utiliza a luz do sol como fonte de geração, proporcionando conversão direta da radiação solar em energia elétrica, podendo ser utilizada em residências ou organizações (NASCIMENTO, 2004).

O que determina quando uma fonte de energia é renovável ou não é o tempo que se leva para repor os recursos utilizados por ela, podendo ser considerada renovável

quando o tempo de reposição de sua utilização é menor em relação à taxa média de uso (BIANCHI *et al.*, 2016).

De acordo com Neli (2020), eficiência energética pode ser definida como um conjunto de atividades em um sistema, focado em otimizar o uso de energia. A eficiência energética adicionada ao uso de fontes renováveis é considerada o pilar para a construção de uma política de energia sustentável.

Há inúmeras vantagens na utilização da energia solar fotovoltaica, que é considerada uma fonte de energia inesgotável, silenciosa, renovável, sustentável e limpa, além da economia nos gastos de energia elétrica e redução da demanda de energia do sistema nacional, adiando assim a construção de usinas hidrelétricas e termelétricas, que geram diversos impactos ambientais negativos (NASCIMENTO, 2004).

Para a eficiência energética ser alcançada, deve-se optar por caminhos que resultem em redução de custos, assim, a energia economizada será superior ao custo de implantação do processo, resultando numa implantação financeiramente viável (BORGES, 2016).

Para realizar a análise financeira de um projeto são utilizadas algumas ferramentas financeiras, tais como (ASSAF NETO, 2021; DAMODARAM, 2004; GITMAN, 2010):

- *Payback* (simples e descontado): Mostra o tempo de retorno do investimento;
- Taxa Interna de Retorno (TIR): Apresenta a taxa de rentabilidade do projeto, a qual poderá ser comparada com outras taxas do mercado ou o próprio custo de capital da empresa, sendo favorável se a TIR for maior que o custo de capital;
- Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM): Trata-se da TIR tradicional ajustada por taxas diferenciadas de reinvestimentos e de financiamentos;
- Valor Presente Líquido (VPL): Mostra a riqueza gerada pelo projeto, em valores trazidos à moeda de hoje e havendo saldo positivo nesta análise, a decisão também será favorável.

Embora existam muitos trabalhos sobre eficiência energética, uma busca exaustiva não identificou essa investigação tendo como foco o Terminal de Passageiros do Aeroporto Internacional de Viracopos.

Tendo em vista a importância do aeroporto estudado e dos temas de eficiência energética e sustentabilidade, este trabalho se propôs a responder a seguinte pergunta: Como a implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica pode impactar nos âmbitos financeiro e sustentável do Aeroporto Internacional de Viracopos?

O objetivo geral deste estudo consiste em analisar como a implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica pode impactar nos âmbitos financeiro e sustentável no Aeroporto Internacional de Viracopos e os objetivos específicos são:

- Coletar os dados referentes ao consumo energia elétrica, valor do kWh e espaço disponível para implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica;
- Realizar a estimativa de custo da implantação do sistema;
- Analisar a viabilidade financeira do estudo;
- Analisar a redução dos impactos ambientais com a implantação do sistema;
- Se viável, recomendar a implantação do sistema de energia solar fotovoltaica no Aeroporto Internacional de Viracopos.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **Meio ambiente**

O meio ambiente integra: a natureza, solo, ar, água, flora, fauna, ou seja, os meios físicos, biológicos, químicos e sociais. As discussões sobre problemas ambientais vêm ganhando destaque nos últimos anos e a preocupação com o meio ambiente está crescendo devido à degradação e escassez dos recursos naturais provocada pelo ser humano (DIAS; MARQUES, 2011).

É no meio ambiente o qual os processos naturais e sociais estão correlacionados, nesses processos, encontram-se mudanças sociais, culturais, políticas e tecnológicas que afetam a maneira em que as sociedades causarão mudanças na natureza ao seu redor. As

atividades econômicas podem causar consumo de recursos naturais e consequentes impactos ambientais negativos. No caso dos aeroportos, os maiores recursos utilizados são energia elétrica e água (SOUZA, 2018).

As organizações devem buscar um equilíbrio entre as necessidades de consumo da sociedade e os aspectos ambientais, para garantir uma melhor qualidade de vida às pessoas. Um dos pontos dessa tendência é o incentivo aos consumidores e aos governos para utilizarem produtos menos agressivos ao meio ambiente (HENKES; PÁDUA, 2017).

Segundo Gonçalves (2009), os efeitos causados ao meio ambiente provocados pelos aeroportos podem ser reduzidos por meio da melhoria das inovações tecnológicas, planejamento e uso eficiente dos recursos naturais e utilização de procedimentos operacionais apropriados.

## Sustentabilidade

A sustentabilidade pode ser definida como as estratégias estabelecidas pelas organizações para o desenvolvimento de produtos, bens e serviços que satisfaçam as necessidades das pessoas no presente, sem afetar as necessidades das gerações futuras. Visto que a sustentabilidade está difundida nas organizações, é preciso que esteja presente em seu planejamento estratégico e que as ações sejam implementadas (VENTURINI; LOPES, 2015).

A teoria do *Triple Bottom Line* foi criada por John Elkington em 1994, definindo o desenvolvimento sustentável como uma prática baseada nos aspectos de sustentabilidade ambiental, econômica e social que, quando adotados em conjunto, contribuem para o desenvolvimento e gestão sustentáveis (ALENCAR, 2019).

A sustentabilidade ambiental avalia a relação da organização com os impactos provocados por suas atividades, desenvolvendo estratégias para reduzi-los; a sustentabilidade econômica indica os ganhos e lucros da organização e a sustentabilidade social considera as questões sociais, éticas e culturais da sociedade na qual a organização se localiza (VIEIRA, 2016).

Os impactos ambientais de um aeroporto estão relacionados principalmente com o alto consumo de energia, utilização de recursos hídricos, emissão de gases de efeito

estufa e resíduos sólidos e líquidos. Todos esses impactos podem proporcionar danos ao meio ambiente, além da interferência nos recursos naturais (FERREIRA; PANTOJA; COSTA, 2019).

## **Gestão ambiental**

A utilização e proteção dos recursos naturais com práticas ambientalmente corretas são práticas que definem a gestão ambiental. Isso ocorre por meio da tomada de decisões sobre a utilização de terra, água e ar. O sistema de gestão ambiental faz parte de um gerenciamento global, tendo como base os princípios da ISO<sup>1</sup> 14000 que incluem uma estrutura organizacional, planejamento de atividades, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, alcançar, revisar e manter as políticas ambientais (BORBA, 2018).

A gestão ambiental é um aspecto funcional da gestão das organizações, que desenvolve e implanta políticas e estratégias ambientais. Diversas organizações estão cada vez mais preocupadas em alcançar e demonstrar o desempenho mais satisfatório referente a sustentabilidade. Os problemas ambientais envolvem também as tratativas de assuntos referentes ao meio ambiente, por meio de sistema de gestão ambiental e a busca pelo desenvolvimento sustentável (KRAEMER *et al.*, 2013).

O conceito de gestão ambiental nas organizações provê uma série de benefícios a elas, que podem ser classificados como estratégicos e econômicos. Dentre eles, os benefícios estratégicos estão relacionados com a imagem da organização, a melhoria no relacionamento com autoridades públicas, maior conformidade com requisitos ambientais, acesso a mercados externos e aumento da produtividade. Os benefícios econômicos podem ser a economia no consumo de energia, prevenção de multas e taxas ambientais, redução do custo do descarte de materiais devido à reciclagem e redução da emissão de gases de efeito estufa (NORTH, 1997).

---

<sup>1</sup> *International Organization for Standardization (ISO): A International Organization for Standardization (ISO) foi criada em 1947, na Suíça, como uma entidade de padronização e normatização de processos, produtos e serviços.*

## Energia elétrica

O consumo de energia elétrica pelos aeroportos é elevado se comparada a outros edifícios comerciais, em que a demanda por eletricidade coincide com o alto uso de energia para o funcionamento do ar-condicionado (BRAUN *et al.*, 2010).

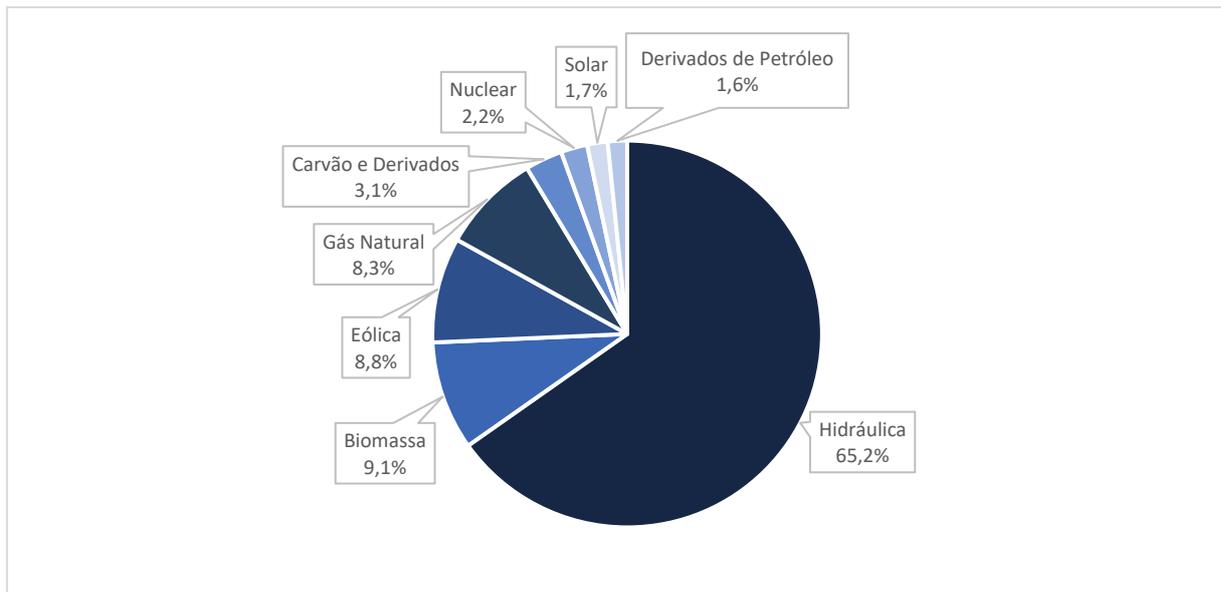
De acordo com o relatório de consumo final por setor do Balanço Energético Nacional divulgado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2020), o setor de transporte aéreo consumiu cerca de 1,3% de toda a energia gerada no país em 2019.

Na busca pela redução dos impactos ambientais e sociais causados pelas fontes de energia comum hidrelétrica e termelétrica e visando a preservação dos recursos naturais, iniciou-se a procura por fontes de energias alternativas e mais sustentáveis, chamadas de energias renováveis. Essas energias não impactam negativamente o meio ambiente, sendo elas: a energia solar, energia eólica, biogás e biodiesel. Essas energias vêm ganhando maior espaço na atualidade (AGUILAR; OLIVEIRA; ARCANJO, 2012).

A matriz elétrica consiste em um panorama da distribuição real de aproveitamento dos recursos energéticos dentro de uma dada região e está diretamente relacionada ao balanço energético. Sua aplicação consiste em estudos de análise da evolução da oferta e demanda de energia de um país, geralmente tendo como base o período de um ano (MOREIRA; GRIMONI; ROCHA, 2017).

O Balanço Energético Nacional de 2020 divulgado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2020), apontou que o Brasil utiliza energia elétrica predominantemente de fontes renováveis que correspondem a 83,0% da matriz elétrica do país, com destaque para a energia hídrica em 65,20% da produção, enquanto a energia solar possui apenas 1,7%.

**Gráfico 1. Percentual de matriz elétrica**



**Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2021).**

Uma das aplicabilidades da energia solar fotovoltaica é a integração do sistema em edifícios comerciais. Construções aeroportuárias são caracterizadas por serem grandes e com amplo espaço disponível em solo e telhados suficiente para acomodar módulos fotovoltaicos, além de serem ensolarados e sem sombreamento de outras construções e do ambiente em sua volta (BRAUN *et al.*, 2010).

A localização latitudinal do sistema é um dos fatores que influenciam na eficiência total do sistema de energia fotovoltaica. A região sudeste do Brasil apresenta uma alta média no índice de irradiação solar o que contribui para uma maior geração de energia elétrica (PEREIRA *et al.*, 2017).

A energia solar fotovoltaica é um fenômeno conhecido por efeito fotovoltaico, e é obtida por meio da conversão da radiação solar em eletricidade por intermédio de materiais semicondutores; assim quando incidirem as partículas de luz solar, os elétrons presentes no material entram em movimento, gerando eletricidade. A energia gerada pelas placas solares é conduzida ao inversor solar, que transformará a corrente elétrica contínua em alternada e assim sendo distribuída para o consumo (NASCIMENTO, 2004).

As fontes energéticas estão se tornando cada vez mais escassas, e mesmo com essas informações, seu consumo vem crescendo exponencialmente no decorrer dos anos, assim surgindo a necessidade de um melhor aproveitamento dessa energia. Desde 1977,

o assunto referente à eficiência energética vem sendo discutido, tendo sua origem no Protocolo de Quioto, que é um acordo que compromete vários países a reduzirem as emissões de gases de efeito estufa, visando os benefícios e a necessidade da conservação de energia. Este assunto se tornou ainda mais importante após a crise do setor energético de 2001 (BAËTA *et al.*, 2012).

A eficiência energética pode ser obtida por meio de uma otimização dos processos atrelados à conservação, organização e gestão energética. Deve-se optar por alternativas que resultem em redução de custos, sendo que a energia economizada tem que ser superior ao custo de implantação no processo (BORGES, 2016).

### Análise financeira

Os métodos de análise econômica de investimentos podem ser classificados em dois grupos: os que não levam em conta o valor do dinheiro no tempo e os que consideram essa variação por meio do critério do fluxo de caixa descontado.

Considerando o fator retorno da economia dos gastos na aplicação de um sistema de energia solar fotovoltaica, deve-se analisar sua viabilidade econômica e financeira, visando responder se a economia do sistema ao longo dos anos supera o investimento inicial.

### Payback

A definição do *payback* se caracteriza como o tempo necessário para recuperar o investimento inicial, por meio dos benefícios incrementais líquidos de caixa promovido pelo investimento (ASSAF NETO, 2021).

O *payback* é um guia útil na determinação da recuperação rápida do desempenho de caixa de um investimento e um dos critérios para se decidir sobre a aceitabilidade de um projeto de investimento. A melhor alternativa de investimento, quando analisada pela ótica do *payback*, é aquela que possui o menor tempo de retorno do investimento. Este método consiste em apurar o tempo necessário para que um investimento quite seus custos iniciais a fim de gerar retorno. Para realizar esta análise, existem dois tipos de *payback*, o *payback* simples e o *payback* descontado (GITMAN, 2010).

Segundo Assaf Neto (2021), quando o período de *payback* é usado na tomada de decisões, são considerados os seguintes critérios: se o período de *payback* for menor que o período máximo aceitável de recuperação, o projeto pode ser aceito. Se o período de *payback* for maior que o período máximo aceitável de recuperação, o projeto pode não ser aceito.

### *Payback* simples

O *payback* simples leva em consideração o tempo do retorno do investimento. Seu cálculo é simples, porém apresenta algumas desvantagens, tais como: não leva em conta todos os fluxos de caixa, não depende dos fluxos de caixa depois do *payback* e não considera o valor do dinheiro no tempo (GITMAN, 2010).

Segundo Weston e Brigham (2000), para calcular o *payback* simples, basta somar os fluxos futuros de caixa para cada ano até que o custo inicial do projeto seja coberto, tendo assim o tempo total da recuperação do investimento, como demonstrado abaixo:

$$Payback_s = \frac{\text{Desembolsos Líquidos}}{\sum \text{Entradas Líquidas de Caixa}}$$

### *Payback* descontado

O *payback* descontado, diferentemente do *payback* simples, considera o valor do dinheiro no tempo. Esta metodologia demonstra o tempo necessário para que os benefícios do projeto compensem o investimento, ou seja, para que as entradas de caixa se equiparem ao que foi investido, podendo ser apontado como risco para o projeto. Entretanto, esta ferramenta de análise também possui algumas desvantagens, tais como: não considera os fluxos de caixa consecutivos ao período determinado e imprecisão nos fluxos mais distantes (GITMAN, 2010).

Segundo Weston e Brigham (2000), o *payback* descontado é definido como o número de anos exigido para recuperar o investimento inicial a partir de fluxos de caixa líquidos descontados a uma determinada taxa, podendo ser calculado conforme a fórmula apresentada abaixo:

$$FCa = \frac{Fc}{(1 + i)^n}$$

$$Payback_d = \frac{\text{Desembolsos Líquidos}}{\sum \text{Fluxo de Caixa Atualizado Monetariamente}}$$

Onde:

FCa = Fluxo de caixa atualizado;

FC = Fluxo de caixa;

i = Taxa de juros (mínima);

n = Período.

### Taxa interna de retorno (TIR)

A taxa interna de retorno (TIR) é uma taxa que expressa a rentabilidade do projeto e deve ser comparada ao custo de capital do projeto para se decidir sobre a aceitabilidade do projeto. A TIR evidencia que as entradas e saídas previstas para o caixa geralmente são iguais no momento inicial, quando ocorre o desembolso do investimento. Esse método traz o fluxo de caixa futuro ao valor presente. A TIR é a taxa que permite ao valor presente líquido (VPL) ser igual a zero, sendo assim, a taxa de retorno no momento do equilíbrio econômico do projeto (ASSAF NETO, 2021).

A TIR representa a rentabilidade do projeto demonstrada em termos de taxa de juros compostos equivalente nos períodos dados, considerando o valor do dinheiro no tempo e que esses valores se situam em diferentes momentos (ASSAF NETO, 2021).

A TIR está correlacionada ao valor presente líquido (VPL). O investimento é aceito caso a TIR seja superior ao retorno exigido, caso contrário, deve ser rejeitado. Quando usada, existem alguns critérios que devem ser considerados: se a TIR for superior ao custo de capital, o projeto pode ser aceito; se a TIR for inferior ao custo de capital, pode-se recusar o projeto. No entanto, a TIR possui algumas falhas ligadas à taxa de reinvestimento e a probabilidade de ter inúmeras taxas incompatíveis (GITMAN, 2010).

Uma limitação da TIR é que ela não deve ser empregada em fluxos de caixas não convencionais, pois quando há mais de uma mudança de sinal, apresentará mais de uma TIR, dificultando a decisão (DAMODARAM, 2004).

Segundo Gitman (2010), a TIR pode ser obtida por meio dos seguintes cálculos:

$$\$0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} - FC_0$$

$$\sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} = FC_0$$

Onde:

$FC_t$  = Valor presente das entradas de caixa;

$FC_0$  = Investimento inicial;

$t$  = Tempo de desconto de cada entrada de caixa;

$n$  = Tempo de desconto do último fluxo de caixa.

### Taxa interna de retorno modificada (TIRM)

O método da Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), é uma versão aprimorada da TIR tradicional, eliminando alguns problemas decorrentes da possibilidade de existência de raízes múltiplas nos fluxos de caixa não convencionais e da taxa de reinvestimento divergente do mercado. Geralmente, adota-se o método da TIRM para contornar as deficiências da TIR (ASSAF NETO, 2021).

Segundo Gitman (2010), a diferença entre a TIR e a TIRM é que a TIRM a utiliza de diferentes taxas para os fluxos positivos e para os fluxos negativos. De forma que possa ser obtida por meio dos seguintes cálculos:

$$\sum_{j=0}^n \frac{FCS_j}{(1 + K_d)^j} = \frac{\sum_{j=0}^n FCE_j (1 + K_c)^{n-j}}{(1 + TIRM)^n}$$

Onde:

J = Número de períodos com Fluxo de Caixa Negativo;

N = Número de períodos com Fluxo de Caixa Positivos;

FCS = Fluxos de Caixa Negativos;

FCE = Fluxo de Caixa Positivos;

TIRM = Taxa Interna de Retorno Modificada;

Kd = Taxa de capitalização dos fluxos de caixa positivos;

Kc = Taxa de desconto dos fluxos de caixa negativos.

### Valor presente líquido (VPL)

O valor presente líquido (VPL) pode ser definido como a diferença do valor presente das receitas menos o valor presente dos custos, sendo assim uma medida do valor que é criado ou agregado por um investimento realizado. O VPL é uma técnica que leva em conta o valor do dinheiro no tempo, sendo considerada uma técnica sofisticada de orçamento de capital. Quando o VPL é positivo, considera-se o projeto como economicamente viável (ROSS *et al.*, 2013).

A avaliação do valor presente líquido é uma análise das compensações do fluxo de caixa, benefícios futuros e valores finais em termos de valor presente. Essa avaliação permite quantificar a liquidez do saldo que determina a natureza das compensações econômicas e financeiras envolvidas (ASSAF NETO, 2021).

Segundo Damodaran (2004), é fundamental manter a coerência ao juntar as taxas de desconto com fluxos de caixa. Uma vez que o VPL tenha sido calculado, a tomada de decisões tem como base que a taxa de desconto já decompõe sobre o investimento para encontrar seu ponto de equilíbrio.

Segundo Gitman (2010), o VPL pode ser obtido com o seguinte cálculo:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} - FC_0$$

Onde:

$FC_0$  = Investimento inicial;

$FC_t$  = Valor presente das entradas de caixa;

$k$  = taxa igual do custo de capital da empresa;

$t$  = Tempo de desconto de cada entrada de caixa;

$n$  = Tempo de desconto do último fluxo de caixa.

Quando o VPL for usado para tomada de decisões, são considerados os seguintes critérios: Se o VPL for maior que R\$0, o projeto pode ser aceito. Se o VPL for menor que R\$0, o projeto não deve ser aceito.

## **MÉTODO DE PESQUISA**

Esse trabalho buscou analisar como a implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica pode impactar no âmbito financeiro e sustentável do Aeroporto Internacional de Viracopos. Neste sentido, justifica-se o uso da pesquisa quantitativa como metodologia de investigação. Segundo Knechtel (2014), a pesquisa quantitativa é baseada no teste de uma teoria e composta por variáveis quantificadas em números, com o objetivo de determinar se as generalizações previstas na teoria se sustentam ou não.

O trabalho caracterizou-se por ser uma pesquisa quantitativa, tendo como base os dados específicos e aplicados ao Terminal de Passageiros do Aeroporto Internacional de Viracopos.

A pesquisa quantitativa está relacionada à quantificação dos dados, na experimentação, na mensuração e no controle dos fatos. Esse tipo de pesquisa foi a base do pensamento científico e é caracterizado pela passividade e neutralidade do pesquisados diante das investigações da realidade (KNECHTEL, 2014).

Segundo Mattar (2001), a pesquisa quantitativa busca a validação das hipóteses mediante a utilização de dados estruturados, estatísticos, recomendando um curso final da ação, proporcionando uma melhor visão e compreensão do contexto do problema.

Esta pesquisa quantitativa se propôs a analisar um projeto específico do Aeroporto Internacional de Viracopos, com foco no consumo de energia elétrica do terminal de passageiros, com intuito de estabelecer o investimento, identificar a economia gerada pelo projeto e analisar a redução dos impactos ambientais. Os dados coletados foram usados para realizar uma análise financeira de modo que seja evidenciado a viabilidade da implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica, visando uma economia de consumo de energia elétrica e redução dos impactos ambientais.

Salienta-se que a Aeroportos Brasil Viracopos S.A. (ABV) concedeu expressa autorização a estes pesquisadores para acesso aos dados e realização da presente pesquisa.

Os dados deste trabalho foram coletados junto às áreas específicas da ABV, por meio de seus sistemas operacionais internos. Além disso, foi realizado contato com empresas especializadas na implantação de energia solar fotovoltaica que atendem esse tipo de serviço. Após essa análise, foi utilizado o orçamento com o melhor preço e melhor solução.

Tratando-se de uma pesquisa quantitativa, os dados coletados por meio dos sistemas operacionais internos da ABV foram analisados com o intuito de avaliar a quantidade de energia consumida e seus custos financeiros.

Após avaliação dos dados, foi feita uma análise financeira e sustentável, de modo a verificar a viabilidade do investimento do projeto, a fim de obter retorno financeiro e sustentável, o qual foi apresentado à empresa para possível aproveitamento interno do estudo.

## **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

A pesquisa foi realizada no Aeroporto Internacional de Viracopos tendo como foco o consumo de energia elétrica do terminal de passageiros. O ponto de partida foi a interação com as áreas responsáveis pela gestão das informações e a respectiva coleta dos dados, definidos nos itens a seguir.

## Mapeamento da movimentação de passageiros

Para determinar uma média do consumo de energia elétrica, foi realizado o mapeamento da movimentação de passageiros a fim de encontrar o período com maior pico e assim comparar com o consumo de energia elétrica do terminal de passageiros, sendo selecionados os anos de 2019, 2020 e do 1º semestre de 2021.

**Tabela 1. Movimentação de passageiros**

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2019	890.468	794.957	837.555	846.913	898.733	885.001	995.555	913.928	857.646	901.730	867.035	895.497	10.585.018
2020	964.792	838.722	575.478	150.546	226.570	305.469	383.226	454.210	564.753	701.507	754.419	789.369	6.709.061
Comparativo %	8,35%	5,51%	-31,29%	-82,22%	-74,79%	-65,48%	-61,51%	-50,30%	-34,15%	-22,20%	-12,99%	-11,85%	-36,62%
2021	822.782	697.582	684.436	648.244	746.428	776.230							4.375.702

**Fonte: Autoria própria (2021).**

Estas datas foram selecionadas pois, segundo a ABV, o Aeroporto Internacional de Viracopos, no ano de 2019 registrou um recorde histórico na movimentação de passageiros desde o início da concessão, com um total de 10.585.018 passageiros. Naquele ano, o aeroporto estava operando com sua maior capacidade, sendo um ótimo período para base da análise.

Após o começo da disseminação do vírus em março de 2020 é possível observar o impacto negativo da pandemia de Covid-19 para o modal aéreo, reduzindo em 82,22% a movimentação de passageiros no mês de abril e 36,62% na média do ano. Já em 2021, com a retomada gradativa das atividades, o aeroporto tem apresentado uma retomada na movimentação de passageiros.

Diante disso, foram utilizados os valores de referência do ano de 2019 pois foi quando o terminal de passageiros estava com a maioria de seus equipamentos e infraestrutura em operação para atender a grande movimentação de passageiros.

## Principal fonte de consumo de energia elétrica

Foi realizado o mapeamento das principais fontes de consumo de energia elétrica do aeroporto. Com base nisso, foi evidenciado que a Central de Água Gelada (CAG) é uma das principais fontes de consumo de energia elétrica; em média, esta central é responsável por 19,81% de consumo de energia elétrica de todo terminal de passageiros.

A CAG é responsável pelo resfriamento da água dos equipamentos de conforto térmico (ar-condicionado) do terminal de passageiros, localizada na Central de Utilidades 1 (CUT1).

**Tabela 2. Mapeamento das principais fontes de consumo de energia elétrica do terminal de passageiros**

Local	CUT1	Pier C	Pier B	Pier A	Consolidation	CUT 2	Total Acumulado
							Todas fontes de consumo
2019	812.108,3	522.966,3	183.141,0	161.670,3	43.120,08	12.579,3	3.456.790,6
2020	583.583,3	437.531,7	159.385,2	95.570,3	44.461,3	11.930,0	3.020.090,8
2021	696.716,70	521.959,0	217.694,0	133.127,5	46.945,33	13.704,0	3.684.407,9

Fonte: Autoria própria (2021).

### Mapeamento do consumo da CUT-01

Diante do exposto no item acima, foi realizado o mapeamento do consumo de energia elétrica do terminal de passageiros no período mencionado anteriormente.

**Tabela 3. Consumo de energia elétrica da CUT-01 em kWh**

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2019	1.159.000	980.600	900.200	1.001.200	692.300	525.500	570.600	504.700	646.000	779.900	973.100	1.012.200	9.745.300
2020	1.136.600	801.500	684.700	310.600	262.400	346.300	327.600	293.200	483.300	682.700	725.000	949.100	7.003.000
Comparativo % 2019 e 2020	-1,93%	-18,26%	-23,94%	-68,98%	-62,10%	-34,10%	-42,59%	-41,91%	-25,19%	-12,46%	-25,50%	-6,23%	-28,14%
2021	863.000	1.019.200	920.800	653.500	407.400	316.400							4.180.300
Comparativo % 2020 e 2021	-24,07%	27,16%	34,48%	110,40%	55,26%	-8,63%							18,02%

Fonte: Autoria própria (2021).

Foi possível observar que, no ano de 2019, o ano de maior movimentação de passageiros desde o início da concessão e, conseqüentemente, maior utilização dos equipamentos para atender a demanda, o consumo de energia elétrica também foi alto, representando um total de 9.745.300 kWh. Para o ano de 2020, com a queda abrupta da movimentação de passageiros, houve uma redução de 28,14% do consumo de energia elétrica, entretanto, não é uma redução proporcional à movimentação de passageiros visto que as atividades aeroportuárias continuam em operação, mesmo com a baixa movimentação. Já no 1º semestre de 2021, comparado com mesmo período de 2020, houve uma retomada gradativa das atividades e de seu respectivo consumo, sendo possível observar um aumento de 18,02% do consumo de energia elétrica.

## Definição da área para implantação do sistema de energia solar fotovoltaica

Conforme mencionado anteriormente, a Central de Água Gelada (CAG) é responsável, em média, por 20% do consumo de energia elétrica no aeroporto e possui uma área de aproximadamente 50.000 m<sup>2</sup> disponível para a implantação do sistema de energia solar fotovoltaica, destacada na Figura 1 abaixo.

**Figura 1. Área disponível para implantação da usina solar**



Fonte: Google Maps (2021).

## Orçamentos

Foi realizada uma pesquisa pela ferramenta de busca do Google para que fosse possível filtrar as empresas disponíveis na região metropolitana de Campinas e que apresentassem boas avaliações de seus clientes.

Foram contactadas 10 empresas dentro da lista filtrada para que fosse realizado o orçamento do projeto. Dessas 10 empresas, somente 2 possuíam capacidade para realizar um projeto com o porte demandado, fornecendo os orçamentos com os valores de investimento abaixo:

- Empresa A: R\$28.527.647,40;
- Empresa B: R\$28.978.190,20.

Após análise dos orçamentos realizados, decidiu-se utilizar o orçamento da Empresa A pois, devido às boas avaliações de clientes, localização, equipamentos utilizados, experiência em grandes projetos e valor do investimento, destacou-se quando comparado à Empresa B.

O projeto proposto para a usina de energia solar fotovoltaica prevê que ela será composta por 11.408 painéis de 535 Wp, 46 unidades de inversores de corrente em uma estrutura de fixação no solo, utilizando a área de aproximadamente 50.000 m<sup>2</sup>, levando aproximadamente 9 meses para sua implantação. A capacidade de geração de energia desta usina é demonstrada na tabela abaixo.

**Tabela 4. Geração de energia solar**

Potência pico dos painéis	6103,28 kWp
Potência nominal instalada	4600 kW
Geração energética média mensal	818550 kWh
Preço da energia contratada	R\$ 0,51
Geração mensal estimada	417.462,98
Geração anual estimada	R\$ 5.009.555,73

**Fonte: Orçamento da empresa A.**

Para determinar o fluxo de caixa, foi necessário mensurar a geração de energia em kWh, a receita gerada em dinheiro e suas despesas. Para estes cálculos, foi considerado um reajuste na inflação energética anual de 5%, com base no IPCA estimado em 5% a.a.

### Análise financeira

A tabela a seguir apresenta o fluxo de caixa projetado para o período de 30 anos. O tempo de projeção justifica-se pela vida útil dos painéis solares de forma a aproveitar sua total funcionalidade. Entretanto, para manter os bons resultados da geração de energia, é possível observar que no ano 15 será necessário a troca dos inversores de corrente. O custo de manutenção apresentado na tabela, está relacionado à manutenção do equipamento e gastos com lavagem e material.

Para estimar o valor de geração de energia por ano em kWh, utilizou-se a média gerada mensalmente de 818.550 kWh. Considerou-se também a degradação dos painéis no decorrer dos anos, reduzindo de forma tênue sua capacidade de geração.

**Tabela 5. Fluxo de caixa projetado**

Ano	Geração kWh	Tarifa	Reembolso	Investimento	Despesas de Manutenção	Fluxo de Caixa
0	-	R\$ 0,51	R\$ -	-R\$ 28.527.647,00	R\$ -	-R\$ 28.527.647,00
1	9.822.658,00	R\$ 0,54	R\$ 5.260.033,36	R\$ -	-R\$ 142.638,24	R\$ 5.117.395,12
2	9.724.431,42	R\$ 0,56	R\$ 5.467.804,68	R\$ -	-R\$ 149.770,15	R\$ 5.318.034,52
3	9.650.525,74	R\$ 0,59	R\$ 5.697.561,83	R\$ -	-R\$ 157.258,66	R\$ 5.540.303,17
4	9.577.181,75	R\$ 0,62	R\$ 5.936.973,38	R\$ -	-R\$ 165.121,59	R\$ 5.771.851,79
5	9.504.395,16	R\$ 0,65	R\$ 6.186.445,00	R\$ -	-R\$ 173.377,67	R\$ 6.013.067,32
6	9.432.161,76	R\$ 0,68	R\$ 6.446.399,42	R\$ -	-R\$ 182.046,56	R\$ 6.264.352,86
7	9.360.477,33	R\$ 0,72	R\$ 6.717.277,12	R\$ -	-R\$ 191.148,88	R\$ 6.526.128,24
8	9.289.337,70	R\$ 0,75	R\$ 6.999.537,10	R\$ -	-R\$ 200.706,33	R\$ 6.798.830,77
9	9.218.738,74	R\$ 0,79	R\$ 7.293.657,66	R\$ -	-R\$ 210.741,64	R\$ 7.082.916,01
10	9.148.676,32	R\$ 0,83	R\$ 7.600.137,15	R\$ -	-R\$ 221.278,73	R\$ 7.378.858,42
11	9.079.146,38	R\$ 0,87	R\$ 7.919.494,91	R\$ -	-R\$ 232.342,66	R\$ 7.687.152,25
12	9.010.144,87	R\$ 0,92	R\$ 8.252.272,09	R\$ -	-R\$ 243.959,80	R\$ 8.008.312,29
13	8.941.667,77	R\$ 0,96	R\$ 8.599.032,56	R\$ -	-R\$ 256.157,79	R\$ 8.342.874,78
14	8.873.711,09	R\$ 1,01	R\$ 8.960.363,91	R\$ -	-R\$ 268.965,67	R\$ 8.691.398,23
15	8.806.270,89	R\$ 1,06	R\$ 9.336.878,40	-R\$ 2.865.287,00	-R\$ 282.413,96	R\$ 9.054.464,44
16	8.739.343,23	R\$ 1,11	R\$ 9.729.214,03	R\$ -	-R\$ 296.534,66	R\$ 9.432.679,37
17	8.672.924,22	R\$ 1,17	R\$ 10.138.035,60	R\$ -	-R\$ 311.361,39	R\$ 9.826.674,21
18	8.607.010,00	R\$ 1,23	R\$ 10.564.035,86	R\$ -	-R\$ 326.929,46	R\$ 10.237.106,40
19	8.541.596,72	R\$ 1,29	R\$ 11.007.936,65	R\$ -	-R\$ 343.275,93	R\$ 10.664.660,71
20	8.476.680,59	R\$ 1,35	R\$ 11.470.490,15	R\$ -	-R\$ 360.439,73	R\$ 11.110.050,42
21	8.412.257,82	R\$ 1,42	R\$ 11.952.480,15	R\$ -	-R\$ 378.461,71	R\$ 11.574.018,43
22	8.348.324,66	R\$ 1,49	R\$ 12.454.723,36	R\$ -	-R\$ 397.384,80	R\$ 12.057.338,56
23	8.284.877,39	R\$ 1,57	R\$ 12.978.070,84	R\$ -	-R\$ 417.254,04	R\$ 12.560.816,80
24	8.221.912,32	R\$ 1,64	R\$ 13.523.409,37	R\$ -	-R\$ 438.116,74	R\$ 13.085.292,63
25	8.159.425,79	R\$ 1,73	R\$ 14.091.663,04	R\$ -	-R\$ 460.022,58	R\$ 13.631.640,46
26	8.097.414,15	R\$ 1,81	R\$ 14.683.794,71	R\$ -	-R\$ 483.023,71	R\$ 14.200.771,00
27	8.035.873,80	R\$ 1,90	R\$ 15.300.807,76	R\$ -	-R\$ 507.174,89	R\$ 14.793.632,87
28	7.974.801,16	R\$ 2,00	R\$ 15.943.747,70	R\$ -	-R\$ 532.533,64	R\$ 15.411.214,07
29	7.914.192,67	R\$ 2,10	R\$ 16.613.703,98	R\$ -	-R\$ 559.160,32	R\$ 16.054.543,66
30	7.854.044,81	R\$ 2,20	R\$ 17.311.811,83	R\$ -	-R\$ 587.118,34	R\$ 16.724.693,49

Fonte: Autoria própria (2021).

Para o cálculo do valor presente, foi utilizado o custo de capital de 8,55% a.a. Este é o custo de capital do ano de 2021, fornecido pela área financeira da ABV.

**Tabela 6. Fluxo de caixa**

<b>Anos</b>	<b>Fluxo de caixa</b>	<b>Valor presente</b>	<b>Payback Simples</b>	<b>Payback Descontado</b>
0	-R\$ 28.527.647,00	-R\$ 28.527.647,00	-R\$ 28.527.647,00	-R\$ 28.527.647,00
1	R\$ 5.117.395,12	R\$ 4.714.320,70	-R\$ 23.410.251,88	-R\$ 23.813.326,30
2	R\$ 5.318.034,52	R\$ 4.513.271,89	-R\$ 18.092.217,36	-R\$ 19.300.054,41
3	R\$ 5.540.303,17	R\$ 4.331.557,13	-R\$ 12.551.914,19	-R\$ 14.968.497,28
4	R\$ 5.771.851,79	R\$ 4.157.151,57	-R\$ 6.780.062,40	-R\$ 10.811.345,71
5	R\$ 6.013.067,32	R\$ 3.989.761,43	-R\$ 766.995,08	-R\$ 6.821.584,28
6	R\$ 6.264.352,86	R\$ 3.829.104,74	R\$ 5.497.357,78	-R\$ 2.992.479,54
7	R\$ 6.526.128,24	R\$ 3.674.910,86	R\$ 12.023.486,02	R\$ 682.431,31
8	R\$ 6.798.830,77	R\$ 3.526.920,00	R\$ 18.822.316,80	R\$ 4.209.351,32
9	R\$ 7.082.916,01	R\$ 3.384.882,85	R\$ 25.905.232,81	R\$ 7.594.234,16
10	R\$ 7.378.858,42	R\$ 3.248.560,05	R\$ 33.284.091,23	R\$ 10.842.794,22
11	R\$ 7.687.152,25	R\$ 3.117.721,92	R\$ 40.971.243,48	R\$ 13.960.516,14
12	R\$ 8.008.312,29	R\$ 2.992.147,97	R\$ 48.979.555,77	R\$ 16.952.664,11
13	R\$ 8.342.874,78	R\$ 2.871.626,57	R\$ 57.322.430,54	R\$ 19.824.290,69
14	R\$ 8.691.398,23	R\$ 2.755.954,61	R\$ 66.013.828,78	R\$ 22.580.245,29
15	R\$ 9.054.464,44	R\$ 2.644.937,11	R\$ 75.068.293,22	R\$ 25.225.182,41
16	R\$ 9.432.679,37	R\$ 2.538.386,96	R\$ 84.500.972,59	R\$ 27.763.569,37
17	R\$ 9.826.674,21	R\$ 2.436.124,53	R\$ 94.327.646,80	R\$ 30.199.693,90
18	R\$ 10.237.106,40	R\$ 2.337.977,45	R\$ 104.564.753,21	R\$ 32.537.671,35
19	R\$ 10.664.660,71	R\$ 2.243.780,22	R\$ 115.229.413,92	R\$ 34.781.451,57
20	R\$ 11.110.050,42	R\$ 2.153.374,05	R\$ 126.339.464,34	R\$ 36.934.825,61
21	R\$ 11.574.018,43	R\$ 2.066.606,48	R\$ 137.913.482,78	R\$ 39.001.432,09
22	R\$ 12.057.338,56	R\$ 1.983.331,20	R\$ 149.970.821,34	R\$ 40.984.763,29
23	R\$ 12.560.816,80	R\$ 1.903.407,79	R\$ 162.531.638,14	R\$ 42.888.171,08
24	R\$ 13.085.292,63	R\$ 1.826.701,44	R\$ 175.616.930,77	R\$ 44.714.872,53
25	R\$ 13.631.640,46	R\$ 1.753.082,80	R\$ 189.248.571,22	R\$ 46.467.955,32
26	R\$ 14.200.771,00	R\$ 1.682.427,67	R\$ 203.449.342,23	R\$ 48.150.382,99
27	R\$ 14.793.632,87	R\$ 1.614.616,87	R\$ 218.242.975,09	R\$ 49.764.999,86
28	R\$ 15.411.214,07	R\$ 1.549.536,02	R\$ 233.654.189,16	R\$ 51.314.535,88
29	R\$ 16.054.543,66	R\$ 1.487.075,30	R\$ 249.708.732,82	R\$ 52.801.611,17
30	R\$ 16.724.693,49	R\$ 1.427.129,34	R\$ 266.433.426,31	R\$ 54.228.740,51

**Fonte:** Autoria própria (2021).

Para o cálculo do *Payback Simples*, utilizou-se os valores do fluxo de caixa gerado no próprio período. Utilizando este método, percebe-se que o investimento se paga em aproximadamente 5 anos e 2 meses. Conforme mencionado anteriormente, o *Payback Descontado*, diferentemente do *Payback Simples*, considera o valor do dinheiro no tempo, sendo considerado, portanto, uma ferramenta mais robusta quando comparada ao *payback simples*. Sendo assim, foram utilizados os valores do fluxo de caixa e do valor acumulado, resultando num *Payback Descontado* de aproximadamente 6 anos e 10 meses.

Para realizar o cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR), utilizou-se os valores do fluxo de caixa, resultando em uma TIR de 21,76% a.a. Também realizou-se o cálculo da

Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), considerando uma taxa de reinvestimento dos fluxos de caixa positivos no valor de 8,55% a.a. O resultado encontrado para a TIRM foi de 12,43% a.a. Tanto os resultados da TIR quanto os resultados encontrados para a TIRM podem ser considerados bons, pois superaram o custo de capital da organização.

A fim de realizar o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), ao longo dos 30 anos de duração do projeto, utilizou-se os valores do fluxo de caixa, valor presente e valor acumulado, resultando em R\$54.228.740,51. Este valor, por estar acima de zero, representa um resultado positivo, demonstrando a geração de riqueza do projeto.

**Tabela 7. Resultado das análises financeiras**

<b><i>Payback</i></b> <b>Simples</b>	<b><i>Payback</i></b> <b>Descontado</b>	<b>Taxa Interna de Retorno (TIR)</b>	<b>Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM)</b>	<b>Valor Presente Líquido (VPL)</b>
5 anos e 2 meses	6 anos e 10 meses	21,76%	12,43%	R\$ 54.228.740,51

**Fonte: Autoria própria (2021).**

Levando em consideração o dinheiro economizado dentro do período de 30 anos, a economia anual resultada da produção de energia da usina de energia solar fotovoltaica se equipara ao custo de energia elétrica pago à concessionária nos últimos anos.

Com base nos resultados acima apresentados, é possível considerar este investimento financeiramente viável, trazendo impactos financeiros positivos para a organização. Além disso, é importante ressaltar os demais impactos positivos no âmbito sustentável, que estão mencionados abaixo.

### **Análise ambiental**

Mediante a implantação e a utilização de um sistema de energia solar fotovoltaica, observa-se uma expressiva redução dos gases de efeito estufa, em especial, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). De acordo com as informações do orçamento realizado, haverá uma redução de aproximadamente 1.141,2 toneladas de CO<sub>2</sub> por ano. Diferente de outras fontes de energia elétrica, a energia solar fotovoltaica não emite gases de efeito estufa e é considerada uma fonte de energia inesgotável, silenciosa, renovável, sustentável e limpa.

Em 2021, houve a 26ª Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (COP-26). Essa conferência é a principal cúpula da Organização das Nações Unidas (ONU) para debate sobre questões climáticas. Nesta conferência, foi reavaliado o Acordo de Paris, no qual os países signatários deverão apresentar os dados sobre a evolução das ações necessárias para o cumprimento da meta de redução das emissões de gases de efeito estufa como o dióxido de carbono até 2030, sendo que o Brasil determinou junto de outros países o compromisso de zerar a emissão de gases até 2050.

Essa redução da emissão de CO<sub>2</sub> auxilia na sustentabilidade, impactando positivamente seus pilares ambiental, econômico e social, além de auxiliar nas conquistas de premiações e destaques entre seus concorrentes. Em 2021, o Aeroporto Internacional de Viracopos conquistou o selo de ouro no programa brasileiro GHG *Protocol*. Este programa é considerado uma importante ferramenta para quantificar e gerenciar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) de uma organização. O programa é também um padrão internacional para promover mecanismos de controle e mitigação do impacto da atividade exercida pela empresa em relação ao efeito estufa e às mudanças climáticas. Além disso, também contribuirá para os Princípios do Equador, podendo conceder melhores linhas de crédito para financiamentos de projetos, devido às boas práticas ambientais.

## **CONCLUSÕES**

Com a utilização dos métodos de análise financeira, *Payback* Simples, *Payback* Descontado, Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM) e Valor Presente Líquido (VPL), foi possível identificar a viabilidade financeira da implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica a fim de suprir o consumo de energia elétrica utilizada no terminal de passageiros do Aeroporto Internacional de Viracopos.

Foram analisadas as informações referentes a movimentação de passageiros e consumo de energia elétrica, com intuito de se projetar o fluxo de caixa e promover a análise financeira do projeto. Por meio da utilização desses métodos de análise financeira, foi possível obter os seguintes resultados: *Payback* Simples se dará aproximadamente em 5 anos e 2 meses; *Payback* Descontado se dará aproximadamente em 6 anos e 10 meses; Taxa Interna de Retorno (TIR) será de 21,76% a.a.; Taxa Interna de Retorno Modificada

(TIRM) será de 12,43% a.a.; e o Valor Presente Líquido (VPL) de R\$54.228.740,51. De acordo com os conceitos dessas metodologias apresentadas anteriormente, todos estes resultados são considerados positivos.

Após a análise dos resultados apresentados, é possível concluir que é viável a implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica no Aeroporto Internacional de Viracopos, trazendo impactos financeiros positivos para a ABV no decorrer do tempo. Além disso, foi possível observar outros impactos positivos relacionados à sustentabilidade como a expressiva redução de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e seu diferencial estratégico frente aos concorrentes.

A implantação deste robusto sistema de energia solar fotovoltaica pode trazer também uma economia de recursos tanto naturais quanto financeiros, um consumo consciente de energia e um aumento da capacidade de inovação além de aumentar sua visibilidade perante os *stakeholders* sendo um dos poucos aeroportos do Brasil que melhorou expressivamente sua eficiência energética. Essa melhoria traz, além da redução dos custos nas operações, um reflexo positivo na imagem do aeroporto, usando de inovações em seus processos para garantir uma melhor gestão ambiental.

Conclui-se, portanto, que o presente trabalho atingiu os objetivos buscados, evidenciando como a implantação de um sistema de energia solar fotovoltaica pode impactar nos âmbitos financeiro e sustentável do Aeroporto Internacional de Viracopos, de forma que os resultados vão de encontro com seu conceito. Entende-se que este trabalho possui uma contribuição acadêmica e prática referente aos conceitos apresentados e aos resultados deste estudo, que poderão ser utilizados na solução do problema estudado.

Consideram-se evidentes as limitações do presente estudo, principalmente com relação ao orçamento apresentado, a tecnologia atual no mercado e as metodologias utilizadas, as quais podem e devem ser revisitadas e ampliadas em futuros estudos. Para maior amplitude do estudo e melhor resultado, recomenda-se utilizar outras técnicas e ferramentas para análise sustentável mais aprofundada, a fim de expandir os resultados e o conhecimento sobre o assunto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Expansão da matriz elétrica brasileira. 2021. Disponível em: <[https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset\\_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/aneel-bate-meta-de-expansao-da-matriz-eletrica-em-2021-tres-meses-antes-do-previsto/656877?inheritRedirect=false](https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/aneel-bate-meta-de-expansao-da-matriz-eletrica-em-2021-tres-meses-antes-do-previsto/656877?inheritRedirect=false)>. Acesso em: 31 out. 2021.

AGUILAR RS, OLIVEIRA LCS, ARCANJO GLF. Energia renovável: os ganhos e os impactos sociais, ambientais e econômicos nas indústrias brasileiras. [Apresentado no XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2012, Bento Gonçalves, BR].

ALENCAR ACF. Práticas sustentáveis em aeroportos brasileiros. [Monografia]. Palhoça: Universidade do Sul de Santa Catarina; 2019.

ASSAF NETO A. Finanças Corporativas e Valor. 8. ed. Rio de Janeiro: Atlas; 2021.

BAÊTA, H.N.S. *et al.* A eficiência energética na execução de um projeto industrial. Revista Científica Semana Acadêmica, v. 01, n. 07, 2012.

BIANCHI AL. *et al.* Energia e sustentabilidade. 1. ed. São Paulo: Manole; 2016.

BORBA JB. Gestão ambiental e sustentabilidade. [Monografia]. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo; 2018.

BORGES, M. A. Sistemas de Gestão de Energia e Diagnósticos Energéticos: Estudo de Caso de um Porto Marítimo de Exportação. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2016.

BRAUN, P. *et al.* A Integração dos Sistemas Solares Fotovoltaicos em Seis Aeroportos Brasileiros Utilizando Diferentes Tecnologias de Células Solares. Revista Brasileira de Energia Solar, v.1, n. 1, p. 12-22, 2010.

BRUNDTLAND GH. Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. Oslo; 1987.

CAPPA, J. *et al.* Análise do aeroporto internacional de Viracopos como indutor do desenvolvimento regional. Geosul, v. 32, n. 64, 2017.

CAPPA, J. & RIBEIRO, S. Aeroporto internacional de Viracopos e o desenvolvimento na região de Campinas-SP. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, 2015.

CRUZ TS. *et al.* Eficiência Energética em Aeroportos: Da Concepção do Projeto a Realidade da Manutenção em Seus Ativos, 2018.

DAMODARAN A. Finanças Corporativas: Teoria e Prática. 2. ed. Porto Alegre: Bookman; 2004.

DIAS LS; MARQUES MD. Meio ambiente e a importância dos princípios ambientais. [Apresentado no Fórum Ambiental da Alta Paulista, 2011, Alta Paulista, BR].

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Balanço Energético Nacional de 2020. Ministério de Minas e Energia, 2020. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2020>>. Acesso em: 22 abr. 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Matriz Energética e Elétrica, 2021. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica#ELETRICA>>. Acesso em 01 nov. 2021.

FERREIRA RA, PANTOJA CA, COSTA RAS. Avaliação da gestão e dos impactos ambientais no aeroporto internacional de Belém-PA. [Apresentado no X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2019, Fortaleza, BR].

GITMAN LJ. Princípios de Administração Financeira. 12. ed. São Paulo: Pearson; 2010.

GOOGLE MAPS. Área Disponível para Implantação. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-23.0011608,-47.1521151,16z>>. Acesso em: 11 set. 2021.

GONÇALVES ÉS. Externalidades Aeroportuárias e Aeronáuticas: uma aproximação aos impactos econômico, ambiental, espacial e sociocultural [Mestrado em Organizações e Desenvolvimento]. Curitiba: FAE Centro Universitário; 2009.

HENKES, J.A. & PÁDUA, A.D.B. Desenvolvimento sustentável na aviação brasileira: Histórico, principais avanços e desafios. *Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 6, n. 2, p. 534, 2017.

KNECHTEL MR. Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada. Curitiba: Intersaberes; 2014.

KRAEMER EP. *et al.* Gestão ambiental e sua contribuição para o desenvolvimento sustentável. 2013. [Apresentado no Simpósio Gestão e Tecnologia para a Competitividade, 2013, Itajaí, BR].

MATTAR FN. Pesquisa de Marketing. 3. ed. São Paulo: Atlas; 2001.

MOREIRA J; GRIMONI J; ROCHA M. Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética. São Paulo: Grupo GEN; 2017.

NASCIMENTO, CA. Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica. Universidade Federal de Lavras, 2004.

NELI, R.R. Energia: eficiência e alternativas. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 12, 2020.

NORTH K. *Environmental Business Management: An Introduction*. Genebra: International Labour Office; 1997.

PEREIRA EB. *et al.* Atlas Brasileiro de Energia Solar. 2. ed. São José dos Campos: INPE; 2017.

ROSS SA. *et al.* Fundamentos da Administração Financeira. 9. ed. São Paulo: AMGH Editora; 2013.

SCHEIDT, F.S & HIROTA, E.H. Diretrizes para inserção de requisitos de eficiência energética no processo de projeto de aeroportos. *Ambiente Construído*, v. 10, n. 2, p. 71, 2010.

SOUZA, SP. Estudo das práticas ambientais em aeroportos, 2018.

VENTURINI, DB; LOPES, FD. O modelo triple bottom line e a sustentabilidade na administração pública: pequenas práticas que fazem a diferença, 2015.

VIEIRA PP. A sustentabilidade corporativa como orientadora do modelo de negócio: estudo multicasos de organizações industriais, 2016. [Dissertação de Mestrado em Administração]. Paraná: Universidade Federal do Paraná; 2016.

VIRACOPOS. Dados de movimentação de cargas, 2021. Disponível em: <[https://www.viracopos.com/pt\\_br/cargo/dados-de-movimentacao.htm](https://www.viracopos.com/pt_br/cargo/dados-de-movimentacao.htm). Acesso em: 01 jul. 2021>. Acesso em: 01 jul. 2021.

VIRACOPOS. Dados de movimentação de passageiros, 2021. Disponível em: <[https://www.viracopos.com/pt\\_br/noticias/viracopos-registra-em-2019-recorde-historico-com-mais-de-10-5-milhoes-de-passageiros.htm](https://www.viracopos.com/pt_br/noticias/viracopos-registra-em-2019-recorde-historico-com-mais-de-10-5-milhoes-de-passageiros.htm)>. Acesso em: 04 jul. 2021.

VIRACOPOS. Prêmio de melhor aeroporto do Brasil, Pesquisa SAC, 2021. Disponível em: <[https://www.viracopos.com/pt\\_br/noticias/viracopos-e-eleito-pelo-segundo-ano-consecutivo-o-melhor-aeroporto-do-brasil.htm](https://www.viracopos.com/pt_br/noticias/viracopos-e-eleito-pelo-segundo-ano-consecutivo-o-melhor-aeroporto-do-brasil.htm)>. Acesso em: 01 jul. 2021.

VIRACOPOS. Prêmio melhor aeroporto de cargas do mundo, 2021. Disponível em <[https://www.viracopos.com/pt\\_br/noticias/terminal-de-carga-de-viracopos-e-eleito-o-3-melhor-do-mundo-em-publicacao-internacional-do-setor.htm](https://www.viracopos.com/pt_br/noticias/terminal-de-carga-de-viracopos-e-eleito-o-3-melhor-do-mundo-em-publicacao-internacional-do-setor.htm)>. Acesso em: 01 jul. 2021.

***Pesquisas e Inovações em Ciências Humanas e Sociais: Produções Científicas  
Multidisciplinares no Século XXI, Volume 1***

WESTON, JF; BRIGHAM, EF. Fundamentos da Administração Financeira. São Paulo:  
Pearson Makron Books; 2000.