

## **O USO DE SOFTWARES BIM NO AUXÍLIO À ETIQUETAGEM ENCE EM ESCOLAS PÚBLICAS**

**Willian Zimi Ortega Padilha, Andrea Teresa R. Barbosa**

**RESUMO:** As escolas públicas possuem grande importância na formação educacional e cultural do país. Além de possuírem um caráter fundamental na formação do cidadão, também são responsáveis pela inserção cultural, política e científica do cidadão brasileiro em todas as suas etapas do desenvolvimento humano. Diante dessa importância, é fundamental que os prédios escolares estejam aptos ao seu funcionamento com eficiência e conforto adequados, a fim de que o objetivo final do ensino/aprendizagem seja atingido. Sob essa ótica, efetuamos realizou-se uma discussão preliminar da implementação dos RTQs – Requisitos Técnicos de Qualidade, aplicados a prédios públicos, em particular a sua aplicação em escolas públicas, tendo como ferramentas de análise e implementação, àquelas denominadas ferramentas/software BIM-Building Information Modeling. A medida que o BIM vem sendo disseminado em seu uso, verifica-se a evolução de softwares BIM no que tange a simulações para fins de etiquetagem, assim como auxiliam em estudo mais específicos de envoltória. Destarte o artigo mostra essas potencialidades de Softwares BIM.

**Palavras-chave:** BIM, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, ETIQUETAGEM

## **INTRODUÇÃO**

A Escola, para que alcance seu objetivo final, como matriz propulsora que é da sociedade em suas características sociológicas, culturais e históricas, deve ser ambientalmente confortável. O espaço escolar necessita ser um ambiente que ofereça índices adequados de conforto para execução de atividades humanas voltadas à aquisição de conhecimento e cultura, seja referente ao ensino infantil, de nível médio ou superior.

Sob essa ótica torna-se fundamental que as edificações voltadas ao ensino público, atendam condições de conforto e que seus projetos e construções se fundamentem em estudos de eficiência e desempenho que possibilitem, além do conforto ambiental, reduzidos custos com insumos energéticos.

As técnicas projetuais em suas variadas modalidades são fundamentais para a concepção de um produto eficiente.

“A discussão sobre arquitetura escolar exige reflexões sobre a história e a evolução da sua linguagem formal e das avaliações do ambiente, que incluem o conforto dos aspectos térmico, acústico, de iluminação e funcionalidade, sem deixar de lado as questões educacionais e culturais da sociedade.” (KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. Oficina de Textos. Fapesp. 2011)

Muitos estudos referenciam a arquitetura escolar com foco no ensino público, e desta forma indicam a preocupação do profissional de AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação) brasileiro com a qualidade das edificações escolares.

“E, nesse quadro, posso afirmar com bastante tranquilidade que a maioria dos trabalhos esteve preocupada com o universo escolar público, onde é perceptível a quantidade de pesquisas concluídas sobre a arquitetura voltada para as instituições de ensino primário.” (BENCOSTTA, Marcus Levy. A escrita da Arquitetura Escolar na historiografia da Educação Brasileira 1999-2018. Revista Brasileira de História da Educação).

Mesmo com toda a rica fundamentação teórica sobre a concepção de projetos, discussões e técnicas construtivas, nem sempre a realidade brasileira das edificações escolares públicas, nos rincões do Brasil, se ergue sob tais conceitos, comprometendo não somente o ensino/aprendizagem, como gerando altas despesas com insumos energéticos.

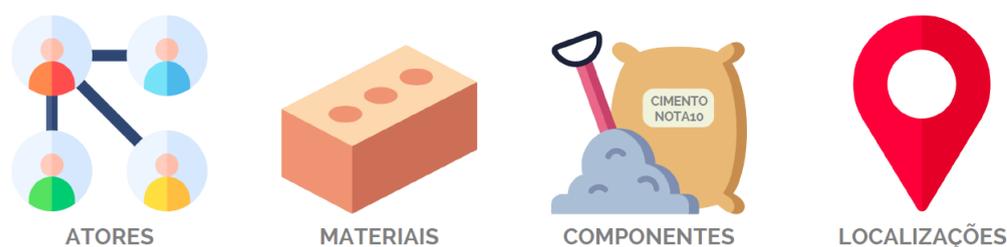
São então dois os aspectos que motivam este breve trabalho (1) a qualidade das

construções e (2) a eficiência energética de edificações públicas voltadas ao ensino.

No Brasil, frente a esse panorama, a preocupação com a qualidade de edificações e a eficiência e sustentabilidade construtivas, motivou o governo federal a criação de programas que fomentam a qualidade das construções. Surge então, através da Portaria Inmetro nº 372, de 17 de setembro de 2010, o RTQ-C, Regulamento Técnico da Qualidade para Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas que tem por objetivo a etiquetagem do Programa Brasileiro de Etiquetagem, PBE Edifica, para edificações públicas.

Por outro lado, em função da necessidade de melhoria nos processos de projetos, documentação técnica, execução e fiscalização de obras e serviços de AECO no setor público, o governo federal instituiu a estratégia nacional BIM-Building Information Modelling, através do Decreto nº 9.377/18 e seus desdobramentos: Decreto nº 9.983/19 recria o Comitê Gestor da Estratégia BIM BR, Decreto nº 10.306/20 que formaliza legalmente as intenções do roadmap da Estratégia BIM BR, Portaria nº 1014 que institui o Comitê BIM do MINFRA-Ministério da Infraestrutura.

**Figura 1 - Classificação da Informação no BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC, 2017**



## **METODOLOGIA**

“As edificações das classes residencial, comercial e poder público representam grande parte da parcela do consumo de energia elétrica no Brasil, atualmente cerca de 50%. Grande parte dessa energia é consumida para prover conforto ambiental aos usuários. Estima-se o potencial técnico de economia em edificações em torno de 35%, quando se considera a eficiência energética nas edificações desde a fase de projeto.” (Melo, Sorgato e Lamberts, 2014 e Scalco et al, 2014).

Os benefícios que a etiquetagem de edificações proporciona vão da economia de energia, melhoria do conforto do ambiente construído e, estruturalmente, sob a ótica da gestão pública de próprios do estado, possibilita a criação de mecanismos para a gestão de políticas públicas no que se refere à contratação de projetos/serviços de AECO, pois o governo passa a conhecer o desempenho energético de seu parque edilício.

De tal forma, o RTQ-C proposto pelo PBE Edifica, para edificações comerciais e de uso público se fundamenta em três pilares de análise:

\* **Envoltória:** Superfícies que separam o ambiente interno do ambiente externo de uma edificação, sejam estas horizontais e/ou verticais, consideradas acima do nível do solo.

\* **Sistema de Iluminação:** Densidade de potência instalada ( $w/m^2$ ) para sistemas de iluminação artificial, combinada com iluminação natural, além de fatores relacionados à topologia da instalação elétrica como: separação de circuitos e automatismo de sistemas de iluminação.

\* **Sistema de Condicionamento de Ar:** Avaliação da capacidade dos equipamentos de ar condicionado, relacionado aos fatores de isolamento de dutos e eficiência de equipamentos.

Além das três premissas do RTQ-C, este apresenta também modulo relacionado a Bonificações, referente a iniciativas, tecnicamente justificadas, que comprovem o aumento da eficiência energética da edificação, como por exemplo, aproveitamento solar para geração de energia elétrica e aquecimento, uso racional de águas, tal como o aproveitamento de águas de condensação e coleta de águas pluviais, inovações técnicas e/ou de processos que indiquem ganho real de eficiência energética.

A avaliação de edificações concorrentes a ENCE, Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, ocorre em duas etapas, quais sejam a de Inspeção de Projeto e Inspeção de Edificação. Neste artigo abordamos as técnicas projetais para etiquetagem, delimitando-nos ao aspecto de projeto.

A inspeção de projeto pode ser feita através de dois métodos, sejam estes o:

\* **Método Prescritivo:** Avalia os sistemas através de parâmetros pré-definidos ou que necessitam de cálculo para uma avaliação final da eficiência energética da edificação. Ele foi estabelecido a partir de um conjunto de regras gerais que se enquadram algumas tipologias mais

usuais construídas no país. O cálculo é feito através de equações e tabelas que limitam parâmetros da edificação de acordo com a classe de eficiência energética. Como segue essa tipologia padrão, este método passa a ser mais generalista, e acaba tendo algumas limitações, principalmente referentes à volumetria. (Manual para etiquetagem de edificações públicas)

\* Método de Simulação: Simulação termoenergética de dois modelos computacionais representando duas edificações: um modelo da edificação real proposto e um modelo de referência, prescritivo, para fins de comparação, sendo que o consumo do modelo do edifício real deve ser menor que do modelo de referência para a classe de eficiência pretendida.

**Tabela 1. Métodos de Avaliação do RTQ-C**

Envoltória	Sistema de Iluminação	Sistema de Condicionamento de Ar	Ventilação Natural
Método Prescritivo	Método Prescritivo	Método Prescritivo	Método Simulação
Método Simulação	Método Simulação	Método Simulação	Método Simulação
Método Simulação	Método Prescritivo	Método Prescritivo	Método Simulação

**Fonte: Tabela 2.1 Combinações de métodos de avaliação para obtenção da classificação Geral, 2010**

Todo o trabalho desenvolvido na etapa de projeto para submissão ao RTQ-C é multidisciplinar, e seus impactos possuem forte aderência aos conceitos de sustentabilidade fundamentados nos ODS: (4) Educação de Qualidade, uma vez que o enfoque deste trabalho é a aplicação em escolas públicas, (7) Energia acessível e limpa, (8) Emprego digno e crescimento econômico, (9) Indústria, inovação e infraestrutura, (11) Cidades e comunidades sustentáveis, (12) Consumo e produção responsáveis, (13) Combate às alterações climáticas, (17) Parceiras em prol das metas.

**Figura 2 –RTQ-C Fluxograma de Equipes multidisciplinares, 2010**

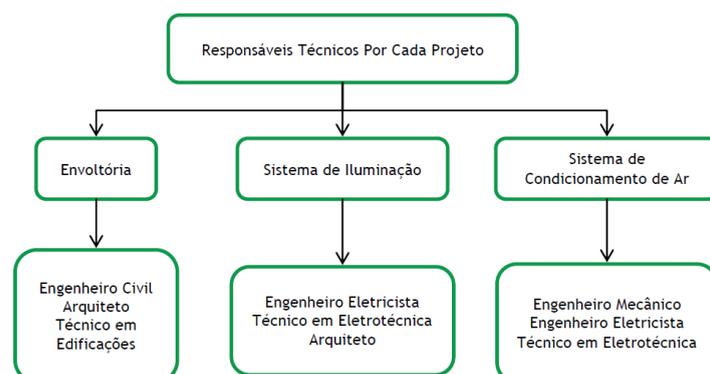


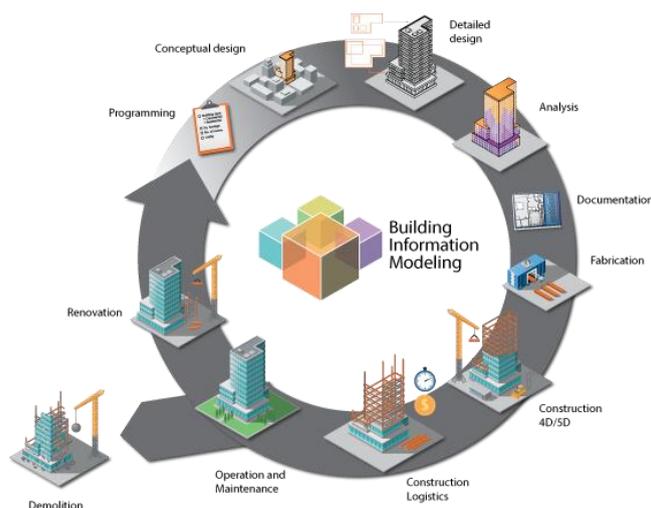
Figura 3 – Agenda 21, 17 ODS, ONU/2015



E quais as contribuições do BIM no processo de etiquetagem ENCE, conforme a RTQ-C?

O BIM, Building Information Modeling, é um conceito que promove a integração da informação de elementos construtivos com as formas modeladas em um único ambiente virtual de concepção/projeto/obra. É em suma um processo que possibilita a integração de informações da construção, através do compartilhamento de conhecimentos sobre um dado empreendimento de AECO.

Figura 4 – Ciclo do BIM nas Edificações. Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC, 2017



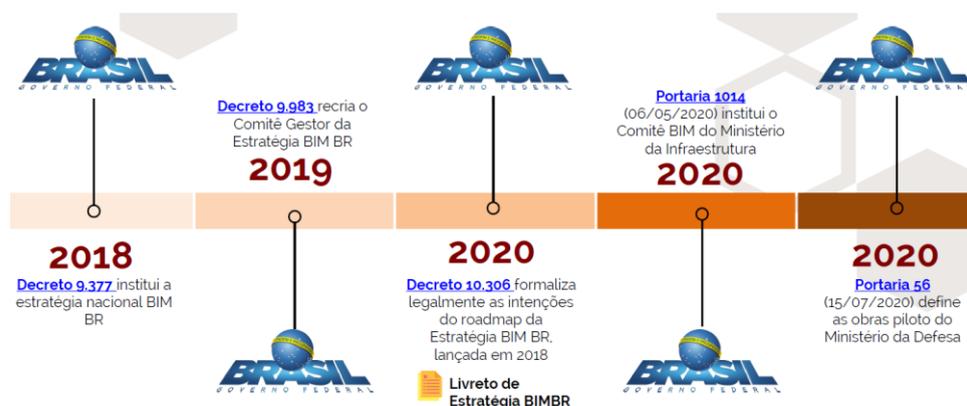
Para que esta integração seja possível, softwares de AECO devem conversar entre si, ao que se dá o nome de interoperabilidade, permitindo de tal maneira, construir virtualmente um

empreendimento.

O BIM como política pública de estado teve seu início a partir do Decreto nº 9.377/2018, quando foi instituída a Estratégia Nacional BIM BR, que possuía a meta de disseminar o uso do BIM no setor público brasileiro até 2021.

Em 2020, através da Portaria nº 56/2020, dá-se efetivamente a implementação do BIM em projetos e obras públicas, quando são definidos os programas e iniciativas de média e grande relevância para a disseminação do BIM, no âmbito do Ministério da Defesa.

**Figura 5 – Evolução do BIM BR. (Thiago Ricotta e Marcelo Holsbach. REPBBRA, Ipog, 2020)**



No que tange ao uso de ferramentas BIM, e seu potencial de informação e seu uso em simulações virtuais tem forte aderência às soluções construtivas requeridas pelo RTQ, PBE Edifica.

Segundo o RTQ-C, os níveis que podem ser atingidos tanto na etapa de projeto quanto na etapa de edificação, variam dos níveis E para A, sendo este ultimo o de maior score para eficiência da edificação.

**Figura 6 – Níveis de Classificação segundo o RTQ-C (Port. nº 372/2020)**



A classificação vai da classe A (mais eficiente) até a classe E (menos eficiente).

### **Análise de Envoltória**

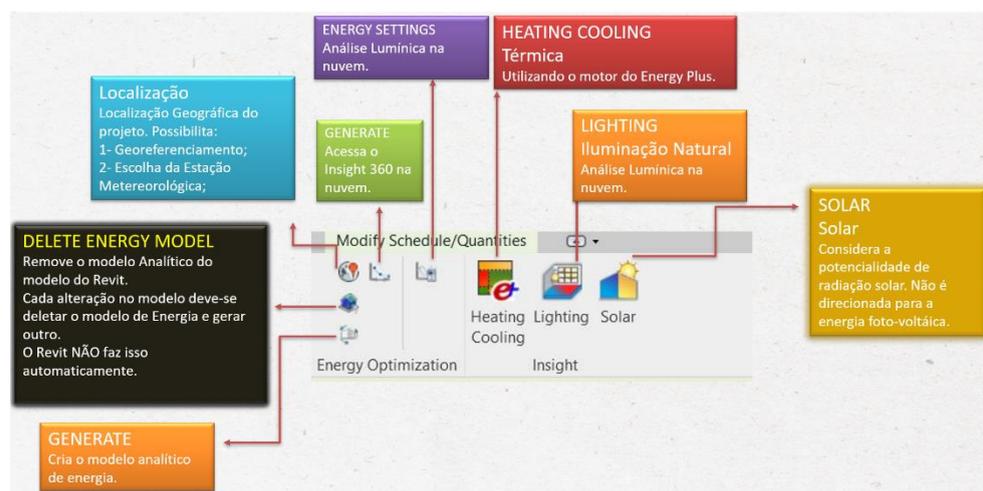
- Para análise de envoltória aos variados níveis, são analisados os índices de:
- Transmitância Térmica para coberturas, e paredes externas, consideradas as

zonas bioclimáticas de análise baseada no georeferenciamento da edificação.

- Cores e absorvância de superfícies, relativos aos materiais aplicados no revestimento de paredes e coberturas.
- Iluminação zenital, considerando as aberturas e uso de vidros para fins e aproveitamento de raios solares para aquecimento e luz.

Atualmente o Revit, software da Autodesk, possui interface com o EnergyPlus, para análise térmica, além de interoperabilidade com o Insight360, também da Autodesk, que efetua análises energéticas e estudos de viabilidade.

**Figura 7 – IHM Revit para análise energética com Plug-in EnergyPlus. Reprodução do autor**



Para um dado modelo georeferenciado, é possível criar cenários de simulação e efetuar as análises necessárias para atendimento às premissas de envoltória do RTQ-C.

## **Sistemas de Iluminação**

Pré-requisitos básicos para etiquetagem ENCE de sistemas de iluminação refereM-se, além da capacidade instalada:

- Sistemas de cionamento e controle de iluminação
- Topologia da divisão de circuitos de iluminação
- Contribuição de luz natural conjugado à operação de fileiras de iluminação proxima a aberturas para luz natural/zenital.

- Desligamento automático de sistemas de iluminação (presença, horário, temporizado)
- Eficiência por densidade de potência instalada (W/m<sup>2</sup>).

**Tabela 2. Materiais usados nos parafusos.**

Função do Edifício	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m <sup>2</sup> (Nível A)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m <sup>2</sup> (Nível B)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m <sup>2</sup> (Nível C)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m <sup>2</sup> (Nível D)
Academia	9,5	10,9	12,4	13,8
Armazém	7,1	8,2	9,2	10,3
Biblioteca	12,7	14,6	16,5	18,4
Bombeiros	7,6	8,7	9,9	11,0
Centro de Convenções	11,6	13,3	15,1	16,8
Cinema	8,9	10,2	11,6	12,9
Comércio	15,1	17,4	19,6	21,9
Correios	9,4	10,8	12,2	13,6
Venda e Locação de Veículos	8,8	10,1	11,4	12,8
Escola/Universidade	10,7	12,3	13,9	15,5
Escritório	9,7	11,2	12,6	14,1
Estádio de esportes	8,4	9,7	10,9	12,2
Garagem – Ed. Garagem	2,7	3,1	3,5	3,9
Ginásio	10,8	12,4	14,0	15,7
Hospedagem, Dormitório	6,6	7,6	8,6	9,6
Hospital	13,0	15,0	16,9	18,9
Hotel	10,8	12,4	14,0	15,7
Igreja/Templo	11,3	13,0	14,7	16,4
Restaurante	9,6	11,0	12,5	13,9
Restaurante: Bar/Lazer	10,7	12,3	13,9	15,5
Restaurante: Fast-food	9,7	11,2	12,6	14,1
Museu	11,4	13,1	14,8	16,5
Oficina	12,9	14,8	16,8	18,7
Penitenciária	10,4	12,0	13,5	15,1
Posto de Saúde/Clinica	9,4	10,8	12,2	13,6
Posto Policial	10,3	11,8	13,4	14,9
Prefeitura – Inst. Gov.	9,9	11,4	12,9	14,4
Teatro	15,0	17,3	19,5	21,8
Transportes	8,3	9,5	10,8	12,0
Tribunal	11,3	13,0	14,7	16,4

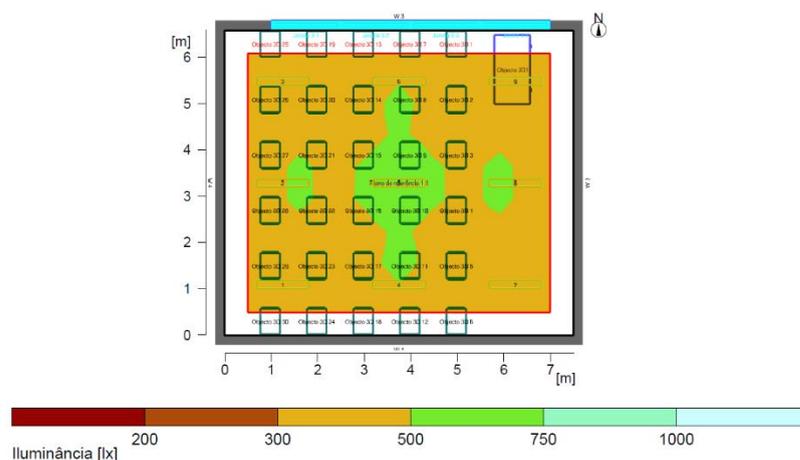
**Fonte:** Tabela 4.1 limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido – Método da área do edifício. 2010

Para análise de sistemas de iluminação, sendo necessária a contribuição da luz natural, é fundamental o geo-referenciamento da edificação, o que é possível através do Revit, que através em interoperabilidade com Insight360, apresenta resultados de iluminação solar para fins de análise e comparação com o RTQ-C.

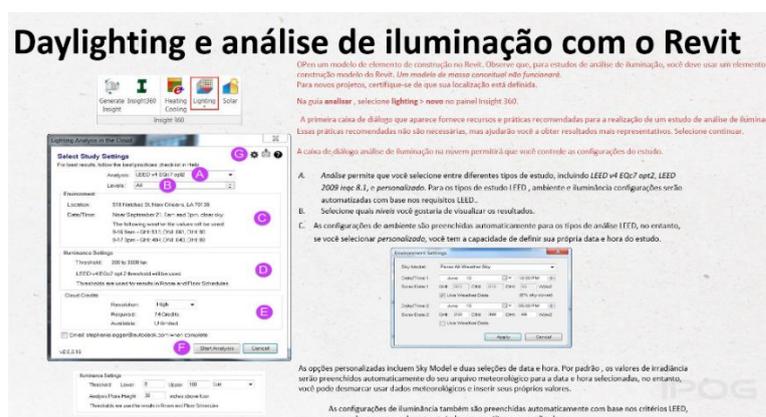
Para dimensionamento e projeto de circuitos, acionamentos e automatismo, é possível utilizar o QiBuilder, QiElétrica, softwares de engenharia da empresa brasileira AltoQi. Além destes, o uso combinado com o Dialux, possibilita a otimização de sistemas luminotécnicos

através da aplicação computacional de simulação de características fotométricas reais de aparelhos de iluminação comerciais.

**Figura 8 – Simulação Luminotecnica de Sala de aula com DPIL= 5,64W/m<sup>2</sup>. Reprodução do autor**



**Figura 9 – Simulação Luminotecnica de Sala de aula com DPIL= 5,64W/m<sup>2</sup>. IPOG 2020**



## Sistema de Condicionamento de Ar

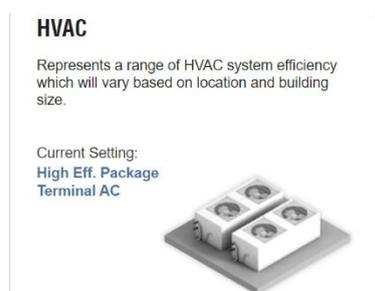
A premissa que se refere ao condicionamento de ar, segundo a RTQ-C, se fundamenta na avaliação da capacidade de funcionamento dos equipamentos e características de operação, tais como:

- Capacidade e dimensionamento dos sistemas de condicionamento de ar;
- Isolamento dos dutos de resfriamento;
- Nível de eficiência dos equipamentos/conjuntos de condicionamento de ar

Softwares BIM que possibilitam a análise de desempenho de sistemas de

condicionamento de ar, são o Revit e o Insight360.

**Figura 10 – Interface Insight360 para análise de Sistemas Ar Condicionado. [www.autodesk.com](http://www.autodesk.com)**

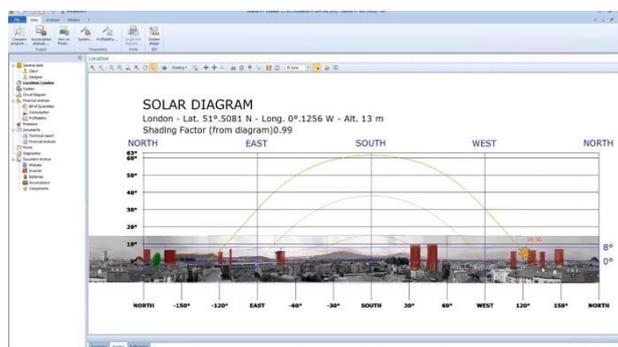


## Bonificação

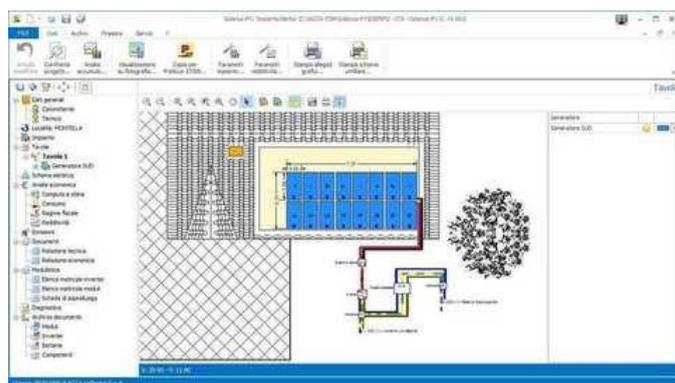
Para fins de bonificação, com o objetivo de melhorar o score de avaliação ENCE, é possível o aproveitamento energético do sol a fim de geração de energia solar fotovoltaica.

Dentre as ferramentas computacionais que possibilitam análise de desempenho para geração solar está o Solarius PV, software BIM da ACCA, para projetos de geração Solar Fotovoltaica.

**Figura 12 – Carta Solar em edificação georeferenciada. Solarius PV. <https://www.acca.it/>**



**Figura 13 – Vista usina solar. Solarius PV. <https://www.acca.it/>**



## **CONCLUSÃO**

Através do artigo pudemos perceber que a evolução das ferramentas computacionais, auxiliam no atendimento às necessidades projetuais e de análise de desempenho das edificações.

Concomitantemente à evolução das ferramentas de projeto, as novas exigências para o setor de AECO, em particular para aquelas voltadas ao uso do BIM, vão ao encontro dos requisitos de qualidade, sustentabilidade e eficiência em edificações.

A interferência governamental, no sentido de regulamentar o uso do BIM em todas as etapas de AEC, é visto de forma positiva, uma vez que a eficiência em projetos atingida desde a os estudos de viabilidade e concepção de projetos, sinalizam um futuro mais eficientes, inicialmente, para as construções públicas.

Os benefícios a serem atingidos vão desde a economia construtiva até a manutenção de baixo custo para sistemas mais eficientes.

Assim como as ferramentas computacionais tem evoluído, as exigências legais também caminham nesse sentido, quando em fevereiro de 2021, passa a vigorar o INI-C (Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas), em substituição ao RTQ-C, iniciando assim uma nova etapa no modelo de etiquetagem brasileiro e avaliação de desempenho energético em edificações comerciais e públicas.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BENCOSTTA, Marcus Levy. A escrita da Arquitetura Escolar na historiografia da Educação Brasileira 1999-2018. Revista Brasileira de História da Educação.

DECRETO nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling.

DECRETO nº 9.983, de 22 de agosto 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling,

DECRETO nº 10.306, de 2 de abril 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. Oficina de Textos. Fapesp. 2011.

MANUAL PARA ETIQUETAGEM DE EDIFICAÇÕES PÚBLICAS. Procel/Eletronbras/Inmetro /CB3E. 2014.

OLIVEIRA, F.; BITTENCOURT, L.; DÓRIA, D. Uma ferramenta BIM de projeto para avaliação de desempenho energético. In: VI SBQP, 2019, Uberlândia. Anais. Uberlândia: PPGAU/FAUeD/UFU, 2019. p. 821-831. DOI <https://doi.org/10.14393/sbqp19076>

PIMENTEL, B.R.; BARBOSA, A.T.R.; SOUZA, M.D. Análise de métodos de intergração entre BIM e simulação termo energética de edificações militares. RG&SA, Florianópolis, v.9, n.esp,p.125-146, fev;2020.

PORTARIA nº 1.014, de 6 de maio de 2020. Constitui o Comitê BIM Infraestrutura (Building Information Modelling) no âmbito do Ministério da Infraestrutura e de suas vinculadas.

PORTARIA NORMATIVA Nº 56/GM-MD, de 6 de julho de 2020. Define os empreendimentos, programas e as iniciativas de média e grande relevância para a disseminação do Building Information Modelling - BIM, no âmbito do Ministério da Defesa.

RAC, REQUISITOS DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES. Procel/Eletronbra/Inmetro/CB3E. Portaria nº 50/2013.

RTQ-C, REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE PARA O NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICAS. Procel/Eletronbra/Inmetro/CB3E. Portaria nº 372/2013.

TAMANINI JR, TIAGO. Modelagem paramétrica para análise termoenergéticas de edificações nas fases iniciais de projeto. Poli/USP. São Paulo, 2019.

VIGGIANO, MÁRIO HERMES STANZIONA. Projeto de edifícios públicos sustentáveis: uma abordagem cultural, econômica, ambiental e arquitetônica. Brasília; Rede Legislativo Sustentável, 2019.