INSTITUIÇÃO: INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA (IME)

TÍTULO DO TRABALHO: **PROCESSO DE ETIQUETAGEM DE PROJETOS DE OBRAS MILITARES PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CERTIFICAÇÃO PROCEL UTILIZANDO MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO**

CURSO: MESTRADO EM ENGENHARIA DE DEFESA

AUTOR: ANDRE CRUZ TEIXEIRA, MSc

ORIENTADOR: Prof. PAULO CÉSAR PELLANDA, Dr. ENSAE

CO-ORIENTADOR: MARCELO DE MIRANDA REIS, DSc

AVALIADORES: Cel ANTONIO EDUARDO CARRILHO CUNHA, D.Sc do IME

Maj GIUSEPPE MICELI JUNIOR, M.C do IME.

RESUMO

A indústria da arquitetura e da construção civil, em seu crescente aperfeiçoamento, objetiva fazer face às diversas e crescentes exigências legais e econômicas. Nesse cenário, a tecnologia de Modelagem da Informação da Construção (BIM, do inglês Building Information Modeling) tem se mostrado uma ferramenta valiosa para o seu processo de evolução.

O uso eficiente da energia elétrica, tanto nas edificações em geral, como nas públicas, são, nos dias atuais, uma das principais exigências que recai sobre os projetos. Nesse campo, o Brasil possui um programa de conservação de energia em edificações, o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (PROCEL-Edifica) que promove a avaliação da eficiência energética de edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas, em parceria com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), que confere a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).

Este trabalho aborda o estudo e a utilização do processo BIM visando à etiquetagem da eficiência energética de projetos de edificações no Brasil. Um método de estruturação de dados de modelagem é desenvolvido nesse contexto. Também é desenvolvida uma ferramenta computacional que classifica a eficiência energética dos projetos de construção de forma expedita, com base no processo de cálculo prescritivo do PROCEL-Edifica. Para efetuar o cálculo, o programa extrai automaticamente todos os dados necessários do modelo e, então, apresenta os resultados finais em ambiente WEB. O uso e o funcionamento do programa são testados em um projeto exemplo e sua eficácia é validada em um projeto de obra militar já certificado pelo PROCEL-Edifica.

PALAVRAS-CHAVES: BIM, Eficiência Energética, PROCEL-Edifica, Obras Militares

INTRODUÇÃO

A execução de empreendimentos de arquitetura, engenharia e construção de qualidade, com custos adequados e em conformidade com as exigências ambientais cada vez mais amplas, exige, nos dias atuais, o uso de ferramentas de planejamento e controle cada vez mais sofisticadas.

As Obras Militares, designação adotada para as obras de engenharia realizadas em áreas públicas federais sob a jurisdição do Exército Brasileiro (EB), estão sujeitas a diversos requisitos ambientais previstos em leis e normas. No caso de outras obras em geral, os requisitos podem também ser definidos pelo empreendedor por questões de mercado, que tende a valorizar construções ambientalmente sustentáveis. Um desses requisitos é a verificação do grau de eficiência energética da edificação. A implantação da Modelagem da Informação da Construção (BIM, do inglês Building Information Modeling) no ambiente de projetos de engenharia do Exército, suscitará, na sua fase inicial, a possibilidade de extração de informações dos modelos da construção, com Nível de Desenvolvimento (LOD, do inglês Level Of Development) adequado, que serão úteis para a verificação do grau de eficiência energética da edificação.

O Governo Federal Brasileiro promoveu, sob a coordenação do Ministério de Minas e Energia (MME) e execução pela Eletrobrás, o Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL). Este programa visa combater o desperdício e utilizar de forma eficiente a energia elétrica, certificando equipamentos e edificações que apresentam os melhores índices em suas avaliações (PROCEL, 2017). No caso das edificações, esta certificação é obtida após a verificação de especificações, materiais e características dos projetos. Esta verificação pode ser executada por dois métodos: prescritivo e simulação. No primeiro método, a avaliação ocorre com a comparação de dados do projeto com índices tabelados nos regulamentos técnicos publicados. Já o segundo, se dá por intermédio de software que realizam simulações termoenergéticas da edificação projetada, comparando os resultados com os de uma edificação ideal.

Nesta pesquisa, foi desenvolvido um procedimento de cálculo automatizado, com base no método prescritivo do PROCEL, para avaliação da eficiência energética de edificações, utilizando informações de modelos virtuais criados pelo processo BIM de elaboração de projetos.

O procedimento visa agilizar a devida classificação e auxiliar o projetista a melhorar o nível de eficiência da edificação para obtenção do Selo PROCEL, requerido pela legislação nacional para obras públicas.

No desenvolvimento do trabalho, foi utilizado o Autodesk Revit® para a modelagem do projeto, o MS SQL Server® para armazenagem e manipulação do banco de dados e a linguagem de programação PHP para cálculo e apresentação da classificação das edificações.

OBJETIVOS

O objetivo desta pesquisa é demonstrar a viabilidade de realizar a verificação automatizada da classificação de eficiência energética de projetos de obras militares típicas, diretamente de um modelo elaborado por meio de um software de modelagem BIM. Para que fosse alcançado esse objetivo, tornou-se um objetivo específico demonstrar que é possível estruturar um procedimento para elaborar projetos de engenharia nas unidades operacionais, com processo BIM, em LOD adequado para a obtenção de informações necessárias à avaliação prescritiva de certificação PROCEL de edificações públicas.

JUSTIFICATIVA

As crescentes exigências legais para projetos no Brasil levaram à publicação de uma Instrução Normativa (IN) pelo antigo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), a IN nº 02, no ano de 2014. Esta indica que os projetos de obras pública federais, para construções novas ou para *retrofit*, devem ter o nível máximo de eficiência energética, aferido de acordo com os Regulamentos Técnicos relativos e acreditados por organizações específicas homologadas pelo Instituto de Metrologia (INMETRO).

As Obras Militares, anteriormente definidas, são obras públicas que se enquadram nas exigências requeridas na IN. Baseado nisso, o Exército passou a exigir que todos os seus projetos de novas construções estejam enquadrados e aderentes aos Regulamentos Técnicos e tenham o nível máximo de eficiência energética.

Paralelamente, está ocorrendo a implantação do BIM no EB. Ela iniciou em 2011 com o OPUS, um sistema informatizado de apoio à decisão, suportando funcionalidades de planejamento, programação, acompanhamento, fiscalização, controle, gerência e execução de obras, tanto no nível gerencial quanto estratégico, conforme mostrado na Figura 1 (DOM, 2017). Georreferenciamento de planos diretores, representações 2D e 3D de objetos povoados de dados não-geométricos, controle de arquivos de projetos em nuvem e padrão aberto de

interoperabilidade possibilitam a sinergia entre o OPUS e a BIM (NASCIMENTO *et al*., 2015). Em resumo, o OPUS é um sistema BIM compatível do tipo *Enterprise Resource Planning*.

Figura 1 - Sistema Unificado de Processo de Obra (OPUS).

Fonte: DOM, 2017.

No nível dos órgãos de execução, as Comissão de Obras (CRO), no entanto, a DOM está ainda implantando a tecnologia BIM, com o objetivo de aprimorar a elaboração dos projetos, minimizando seus erros e reduzindo os prazos.

A utilização da BIM na elaboração dos projetos possibilita a extração de informações dos modelos, em LOD adequado, permitindo que esses dados sejam utilizados para a avaliação e a melhoria do nível de eficiência em uma edificação.

Com isso, essa pesquisa se justificou com a necessidade de aferir, de forma expedita, o nível de eficiência energética em um projeto elaborado com o processo e a tecnologia ligados à BIM, com uma ferramenta aderente a esta, possibilitando que medidas possam ser tomadas em etapas iniciais do projeto, minimizando tempo e custo.

METODOLOGIA

Esta pesquisa busca contribuir para o aprimoramento do planejamento das obras militares, no que diz respeito à disciplina de etiquetagem para eficiência energética de projetos. Para isso, visa propor um procedimento para a elaboração do projeto e criar um artefato (ferramenta computacional) que permita calcular automaticamente o nível de eficiência energética de edificações típicas de uso militar no EB. O estudo é restrito a obras militares porque, geralmente, suas concepções arquitetônicas e materiais utilizados são mais simples e convencionais. Embora os resultados deste trabalho possam ser estendidos, no futuro, para casos de arquiteturas mais complexas, as obras militares possuem características de simplicidade que viabilizam estudos e desenvolvimentos iniciais sobre o tema proposto.

Para que os objetivos fossem alcançados, a pesquisa dividiu-se em quatro partes: pesquisa exploratória, pesquisa descritiva, elaboração do artefato e validação do mesmo, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Processo do Método de Pesquisa.

Fonte: Autor.

Na pesquisa exploratória (WAZLAWICK, 2015), foram conhecidas as definições de BIM, como funcionam os seus sistemas, o nível de sua adoção e estudo nos diversos países e quais suas capacidades e restrições. Além disso, foram pesquisadas as certificações de

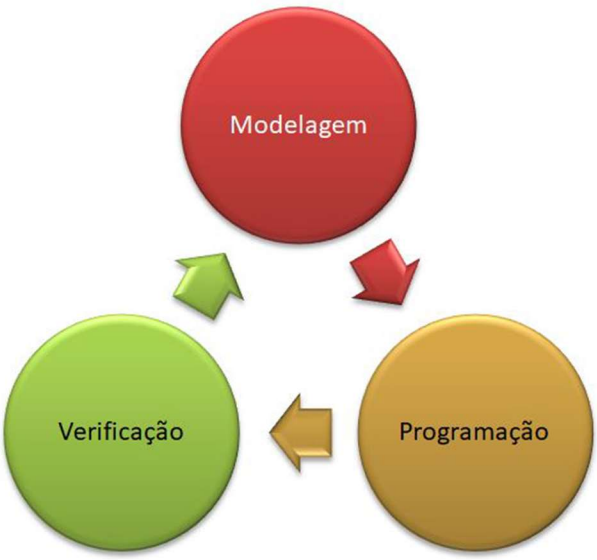
sustentabilidade ambientais nacionais e internacionais, como o LEED®, o HQE-AQUA® e o PBE-Edifica.

Posteriormente, uma pesquisa descritiva passou a ser realizada, buscando dados mais consistentes (WAZLAWICK, 2015) sobre a BIM, suas tecnologias, como poderia ser utilizada para aprimorar o sistema de obras militares e sobre os requisitos técnicos para a classificação do nível de eficiência energética para edificações. Nessa fase da pesquisa, foi possível verificar como a BIM poderia ser utilizada para o cálculo do nível de eficiência energética das edificações e quais ferramentas deveriam ser utilizadas para tal.

Essas duas primeiras etapas da pesquisa foram consolidadas por meio de resumos baseados nos artigos, teses, dissertações e livros estudados. O objetivo dessa fase foi formar uma massa crítica de conhecimentos sobre BIM, necessários para a consecução dos objetivos posteriores e do objetivo principal do trabalho.

Na terceira fase, foi concentrado o esforço para a elaboração do artefato, ou seja, uma aplicação computacional que soluciona um problema detectado nas fases anteriores, utilizando os conceitos BIM e requisitos técnicos de classificação da eficiência energética em edifícios. A aplicação final é um sistema que classifica a eficiência energética dos projetos de construção de forma expedita, com base no método prescritivo de avaliação do PROCEL-Edifica. Esse resultado só é possível se um procedimento de modelagem adequado, visando à etiquetagem, for utilizado previamente. A elaboração da aplicação seguiu o roteiro ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Fluxo de elaboração do artefato.



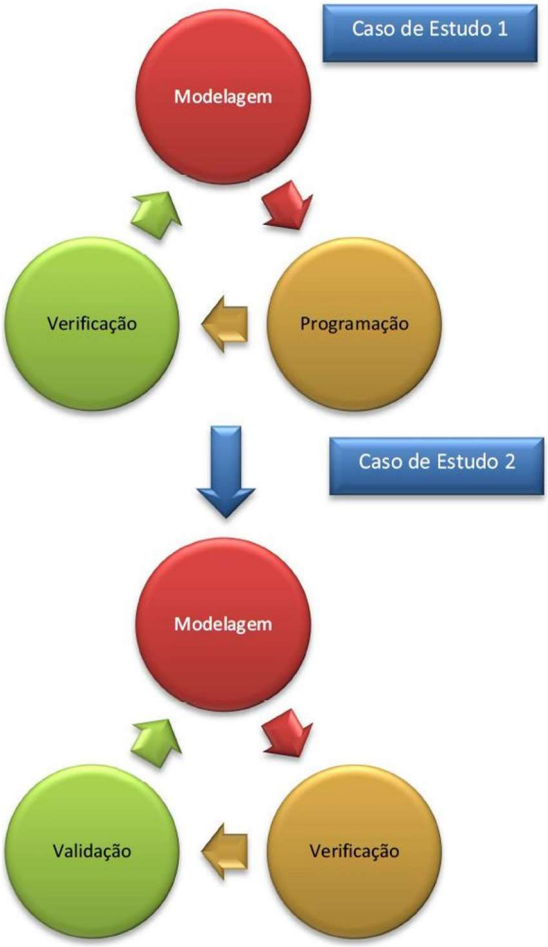
Fonte: Autor.

O processo cíclico foi realizado, iniciando com a modelagem do edifício, passando pela programação e posterior verificação de cada sistema a ser etiquetado (envoltória, iluminação, condicionamento de ar e geral). Mesmo em cada sistema, individualmente, foi realizado o ciclo acima, pois as iterações teriam que convergir para o resultado final correto apresentado no documento guia - Determinação do nível de eficiência energética de um edifício exemplo utilizando o RTQ-C (LAMBERTS, 2016).

A quarta fase foi a verificação do artefato para sua validação. Foi utilizado para tal o projeto do Pavilhão de Comando do 5º Regimento de Carros de Combate (5º RCC), elaborado pela Comissão Regional de Obras (CRO) de Curitiba, Paraná. Este projeto possui a etiqueta PROCEL geral nível "A" e níveis "A", "B" e "B" para os sistemas de envoltória, iluminação e condicionamento de ar, respectivamente.

Cada sistema de avaliação foi verificado individualmente, após a maturidade da fase anterior de programação e teste. Ao serem encerradas todas as iterações relativas ao ciclo da Figura 3, a parte do artefato foi submetido ao projeto verificador, confirmando os resultados encontrados na avaliação oficial do organismo acreditado. Com isso, o artefato foi verificado e validado, seguindo o esquema da Figura 4.

Figura 4 - Fluxo para validação do artefato.



Fonte: Autor.

RESULTADOS

Este trabalho tem como principal objetivo apresentar uma ferramenta que calcula automaticamente o nível de eficiência energética de uma Obra Militar, baseado no método prescritivo, descrito no Regulamento Técnico de Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviço e Públicos (RTQ-C), utilizando parâmetros extraídos de um modelo desenvolvido no processo BIM.

A referida ferramenta foi desenvolvida em linguagem PHP, utilizando o *Revit*® para modelagem e o sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) *SQL Server Express*® para armazenar e trabalhar os dados extraídos do modelo.

Foram utilizados dois casos de uso na pesquisa. O primeiro serviu de base para elaboração da ferramenta e o segundo, para sua validação. O primeiro caso foi o Edifício Exemplo disponibilizado na página eletrônica do PBE. O segundo caso foi um Pavilhão do 5º

Regimento de Carros de Combate, no Paraná, construído pelo Exército e era, no momento da pesquisa, a sua única edificação com etiqueta oficialmente emitida por um organismo acreditado do INMETRO.

O ponto de suma importância na pesquisa foi identificar e selecionar quais parâmetros nos modelos deveriam ser utilizados para o cálculo da classificação, quais deles eram originais no banco de dados do *Revit*® e quais deveriam ser criados. Outro objeto de pesquisa foi formular como essas propriedades deveriam ser extraídas e apresentadas nos resultados finais.

Os parâmetros novos adicionados ao modelo foram atribuídos a categorias, como portas e janelas, para serem utilizados nos cálculos. Esses parâmetros juntaram-se a outros já existentes e foram exportados para o *SQL Server*®. Os parâmetros criados, categorias atribuídas e para qual sistema foi necessário são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros criados.

Parâmetro	**Categoria adicionada**	**Sistema**
Orientação	Paredes	Envoltória
AVS, AHSdir e AHSesq	Portas e Janelas	Envoltória
Zona Bioclimática	Informações de Projeto	Envoltória
Condição	Forros e Pisos	Envoltória
Uso da edificação	Informações de Projeto	Iluminação
lum-independente	Ambientes	Iluminação
Ambiente	Luminárias	Iluminação
EficiênciaAVAC	Eq. Mecânicos	Condicionamento de ar
COP Aquecimento	Eq. Mecânicos	Condicionamento de ar
Potência	Eq. Mecânicos	Condicionamento de ar
AC	Ambientes	Geral
APT	Ambientes	Geral

Fonte: Autor.

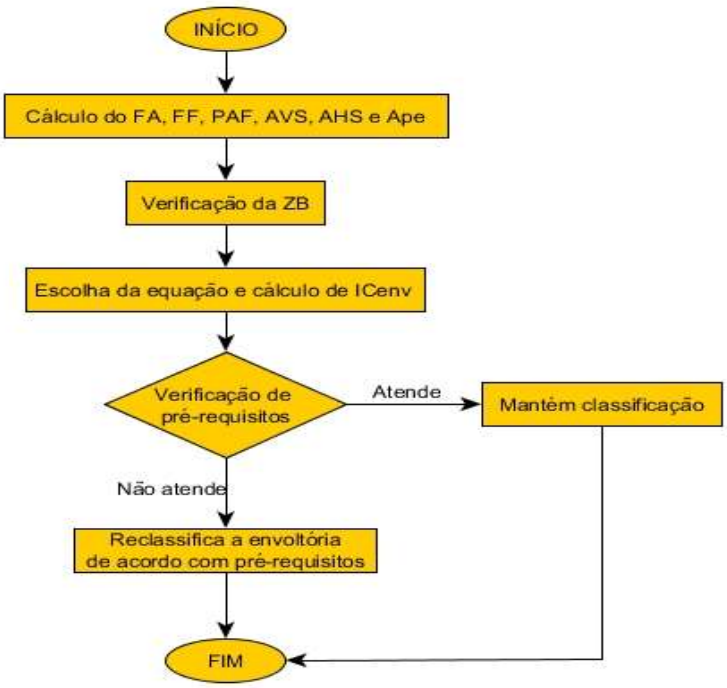
O preenchimento desses parâmetros requer que o projetista tenha conhecimento da disciplina de eficiência energética e, de acordo com os princípios BIM, trabalhar colaborativamente com os responsáveis pelas disciplinas de arquitetura e instalações elétricas e mecânicas.

A ferramenta busca os dados no SGBD, que, por sua vez, recebeu informações do programa de modelagem. O projetista, ao atingir um LOD (nível de desenvolvimento, do inglês *Level of Development*) adequado ao processo de etiquetagem, realiza a rotina de exportação de banco de dados do *Revit*® para o *SQL Server*® e, em seguida, aciona a ferramenta criada para classificação do nível de eficiência energética da edificação.

A classificação do sistema de envoltória é o primeiro a ser calculado, seguindo o fluxograma da Figura 5. Todos os dados necessários para esse cálculo são oriundos do modelo. Com isso, o resultado é imediato, incluindo a verificação dos pré-requisitos específicos do sistema.

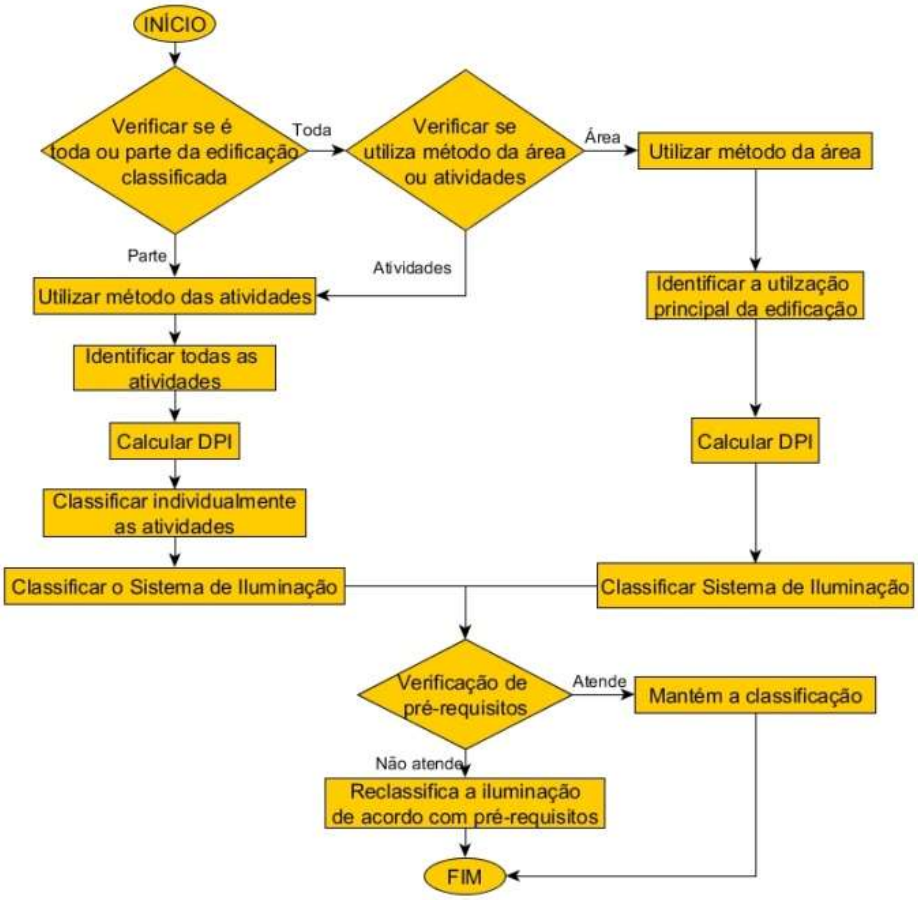
Em sequência, o cálculo do sistema de iluminação é iniciado, questionando-se o qual parcela da edificação será avaliada. O método de cálculo é dependente desta resposta, pois se a avaliação for para parte da edificação, calcular-se-á o nível pelo método das atividades e, caso seja toda edificação, o método será definido de acordo com a quantidade de atividades exercidas no edifício. O fluxograma da Figura 6 ilustra a concepção do processo de cálculo deste sistema.

Figura 5 - Fluxograma de cálculo para o sistema de envoltória.



Fonte: Autor.

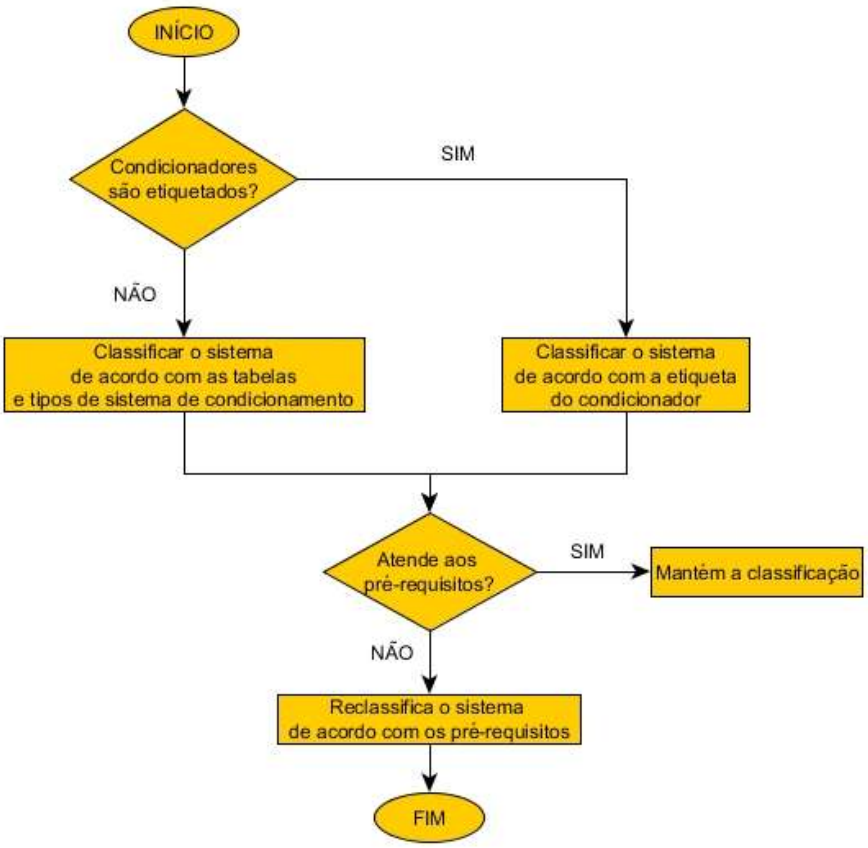
Figura 6 - Fluxograma de cálculo para o sistema de iluminação.



Fonte: Autor.

O fluxo de cálculo prossegue com a rotina para a classificação do sistema de condicionamento de ar, representado pelo fluxograma da Figura 7. A ferramenta solicita que o usuário informe se o equipamento é ou não etiquetado pelo INMETRO. Caso seja etiquetado, a classificação do sistema seguirá a do aparelho utilizado. Caso contrário, a ferramenta classificará o sistema de acordo com a eficiência de resfriamento (COP) do aparelho, comparando-a com índices tabelados em BRASIL (2010). A seguir, a ferramenta verifica os pré-requisitos específicos para o nível calculado.

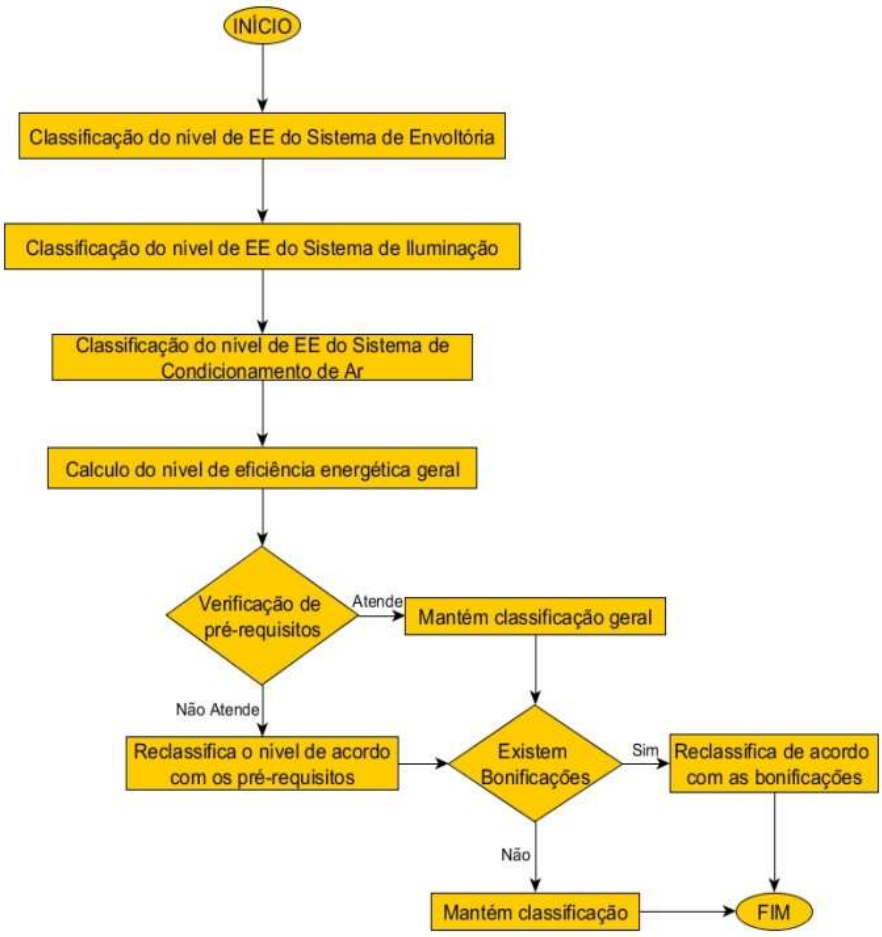
Figura 7 - Fluxograma de cálculo para o sistema de condicionamento de ar.



Fonte: Autor.

Tendo os três sistemas classificados, a ferramenta realiza o cálculo do nível de eficiência energética geral da edificação, ponderando os níveis dos três sistemas. Envoltória contribui com 30%, iluminação, com mais 30% e o condicionamento de ar com 40%. A Figura 8 mostra o fluxograma para este cálculo. Em seguida são verificados os pré-requisitos gerais que, em caso de não atendimento, há um decréscimo do nível calculado. A ferramenta não contemplou as bonificações, sendo uma sugestão de trabalho futuro. Essas bonificações podem elevar a classificação de eficiência energética da edificação.

Figura 8 - Fluxograma de cálculo para a classificação geral.



Fonte: Autor.

Para apresentar os resultados, foram estudados dois casos nesta pesquisa. O primeiro caso foi oriundo do material de apoio do PROCEL. Esse material é um tutorial disponibilizado página eletrônica do PROCEL que explica, com um Edifício Exemplo, como são realizados os cálculos para a classificação de eficiência energética de uma edificação comercial, de acordo com o RTQ-C. São fornecidos a planta baixa do prédio, características das paredes e coberturas, as quantidades e tipos de lâmpadas do projeto luminotécnico, e quantidades e tipos de condicionadores de ar. Esta edificação foi utilizada para elaborar a ferramenta e pontuar que dados são necessários na modelagem para a correção nos cálculos e classificação.

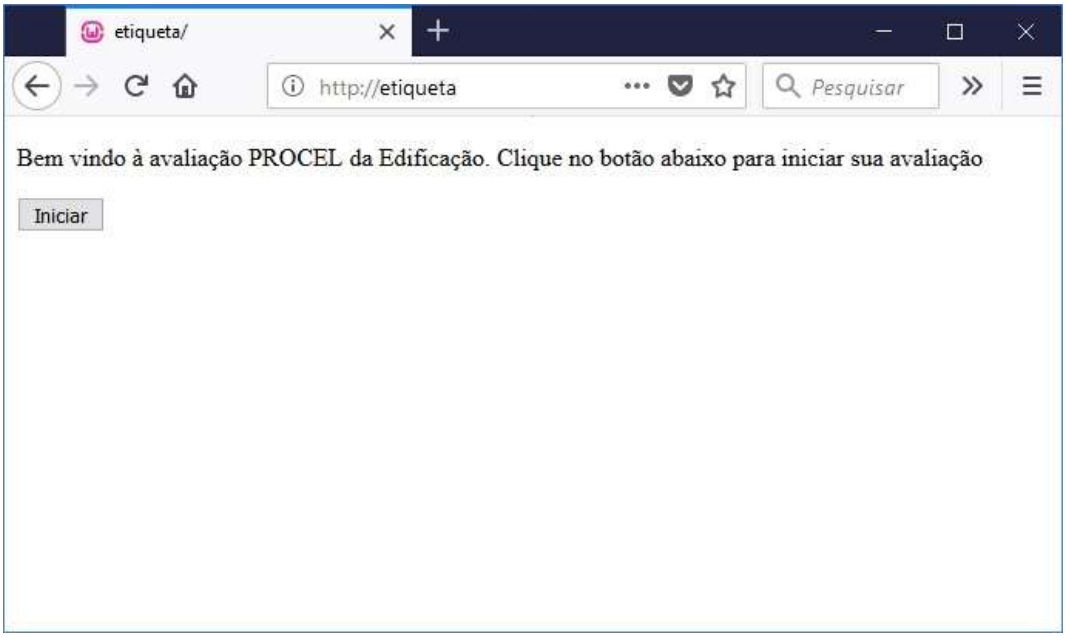
O segundo caso consiste em uma edificação construída pelo Exército Brasileiro, na cidade de Rio Negro, Paraná. O projeto foi realizado pela Comissão Regional de Obras de Curitiba (CRO/5). Foram fornecidos para a pesquisa os projetos básicos de arquitetura, elétrico e de condicionamento de ar, especificações técnicas e toda a documentação para a emissão da etiqueta indicativa de classificação de eficiência energética do prédio, a ENCE. Este é, até o presente momento, a única edificação do EB com a ENCE emitida por um organismo acreditado

pelo INMETRO. Esta edificação foi utilizada para validar a ferramenta formulada com o caso anterior.

As figuras a seguir apresentam o resultado obtido com o artefato, classificando a eficiência energética da edificação modelada para o segundo caso de estudo.

A Figura 9 mostra a tela de boas-vindas, dando início à avaliação do nível de eficiência energética de uma edificação.

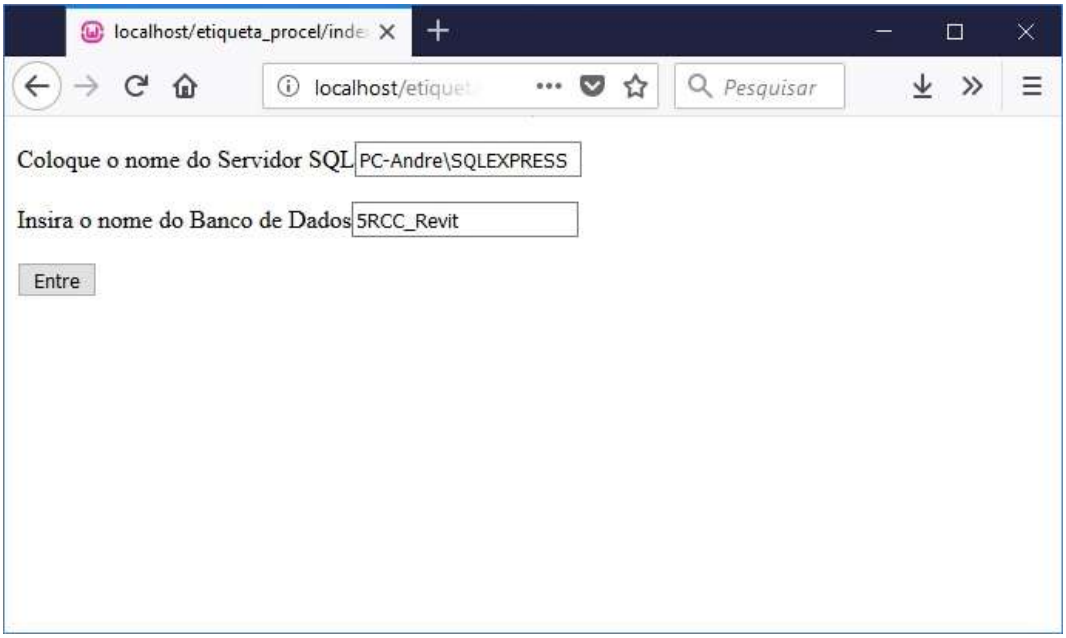
Figura 9 - Tela de boas-vindas da ferramenta.



Fonte: Autor.

O nome do servidor SQL e do banco onde ficaram armazenados os dados do modelo a ser analisado, devem ser inseridos na segunda tela, representada na Figura 10.

Figura 10 - Entrada do servidor do sistema de gerenciamento de banco de dados e nome do banco de dados.



Fonte: Autor.

Ao dar prosseguimento na ferramenta, após a inserção dos dados requeridos na tela anterior, o artefato já apresenta o resultado do nível de eficiência energética do sistema de envoltória, conforme mostra a Figura 11. Este resultado provém de dados diretamente extraídos do modelo, não necessitando de nenhuma interação direta do usuário, como apresentados nos outros sistemas a seguir.

Na tela apresentada na Figura 11, também é iniciada da avaliação do sistema de iluminação, questionando se esta será para toda a edificação ou somente parte dela. De acordo com o RTQ-C, o método de cálculo utilizado para a classificação deste sistema, depende dessa resposta.

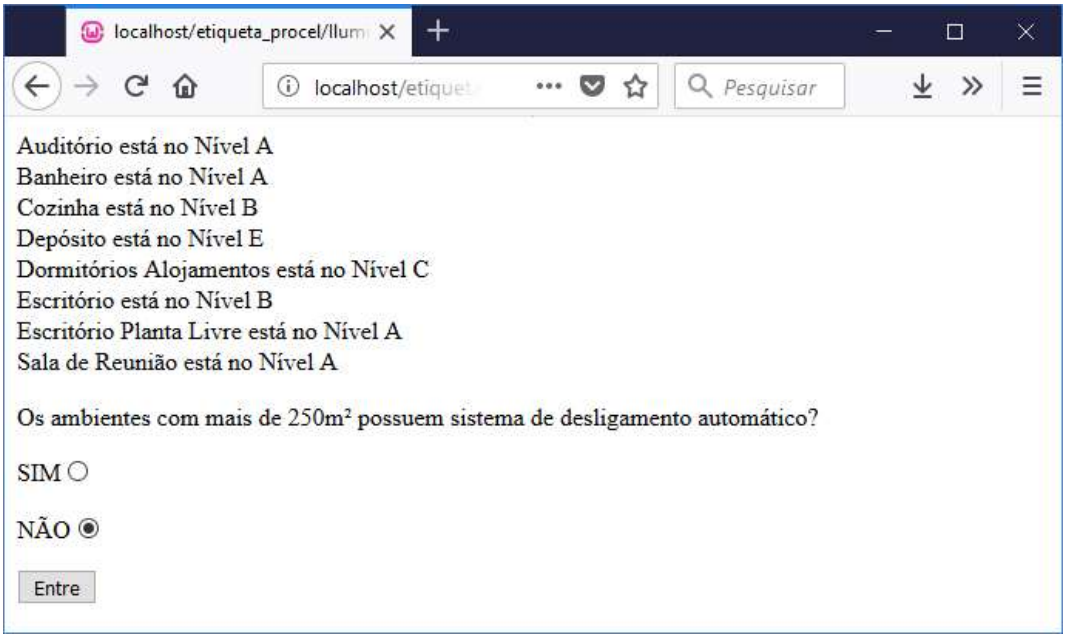
Figura 11 - Resultado do sistema de envoltória e primeira tela da avaliação do sistema de iluminação.

Fonte: Autor

A Figura 12 apresenta os resultados dos níveis de eficiência energética de cada atividade exercida na edificação em questão. Para ter o resultado da eficiência final do sistema de iluminação, a verificação dos pré-requisitos é necessária. Com isso, a ferramenta verificou a existência de ambientes com dimensões superiores a 250 m², questionando ao usuário se as luminárias instaladas em tais ambientes possuem desligamento automático, sob as condições impostas no regulamento.

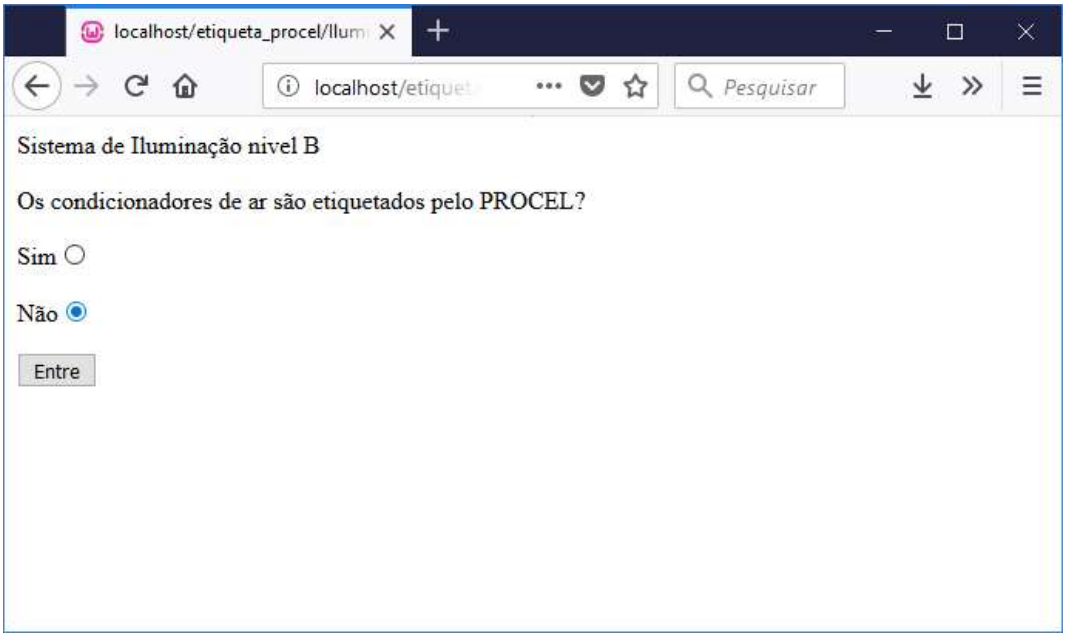
Com as respostas obtidas e com os dados oriundos do modelo, o artefato classifica o sistema de iluminação, conforme Figura 13, e já inicia a rotina para classificação do sistema de condicionamento de ar. Essa classificação pode ser dada de duas maneiras: com condicionadores já classificados pelo INMETRO em relação às suas eficiências energéticas ou de acordo com suas eficiências de resfriamento (COP), que são dados dos fabricantes.

Figura 12 - Nível de eficiência energética das atividades da edificação.



Fonte: Autor

Figura 13 – Nível de eficiência ene energética do sistema de iluminação e primeira tela do sistema de condicionamento de ar.



Fonte: Autor.

Quando os condicionadores não são classificados pelo INMETRO, o usuário deve indicar qual tipo foi utilizado no projeto, entre *split* ou VRF (*Variable Refrigerant Flow,* do inglês Fluxo de Refrigerante Variável), também conhecido como *multi-split*, conforme

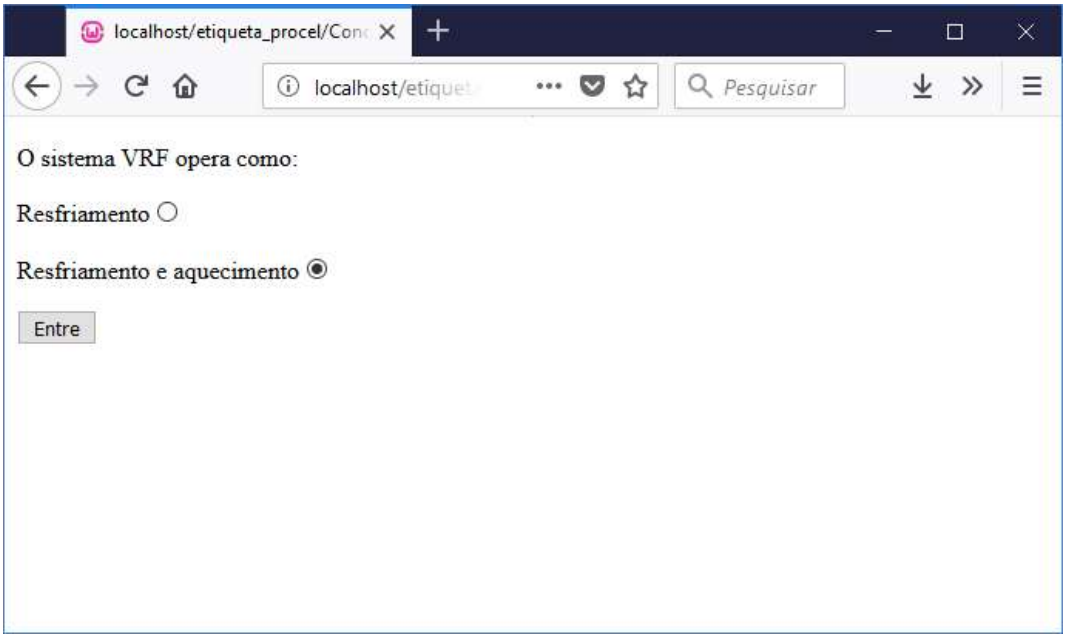
mostrado na Figura 14. Essa escolha direcionará o artefato para as tabelas correspondentes ao tipo de aparelho do sistema.

Figura 14 - Verificação do tipo de condicionador de ar utilizado.

Fonte: Autor

A ferramenta questiona se o sistema de ar condicionado funciona com aquecimento, além da refrigeração, de acordo com a Figura 15. Esse questionamento visa direcionar o cálculo para a tabela correta do RTQ-C, referente ao tipo de condicionador utilizado no projeto analisado. Além disso, também direciona, caso trabalhe com aquecimento, para a verificação de pré-requisito específico do sistema, relativo à eficiência de aquecimento do aparelho.

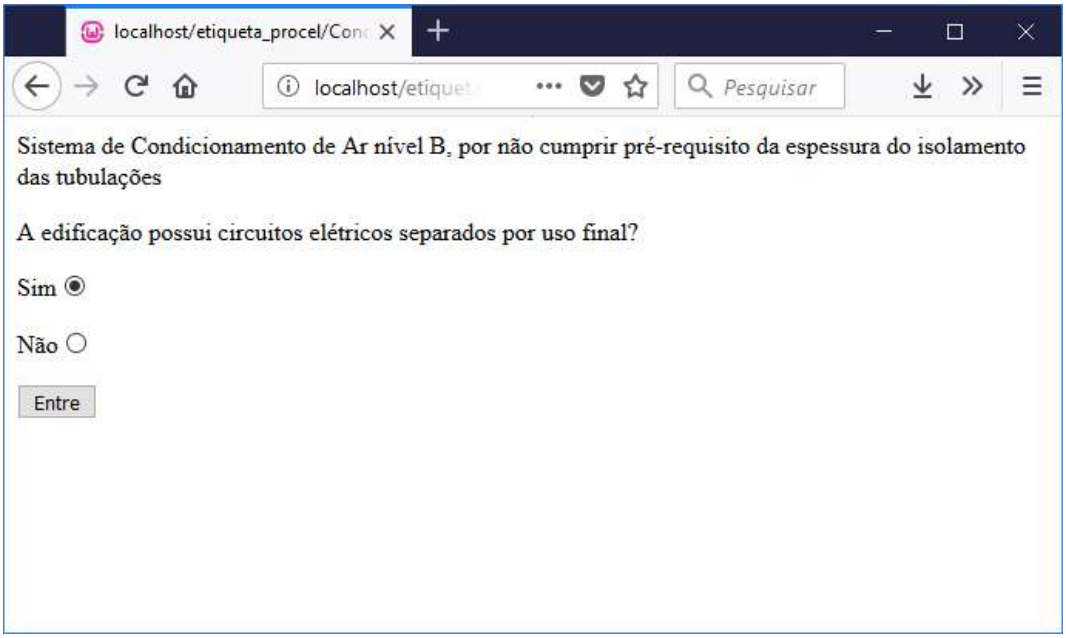
Figura 15 - Verificação de tipo de operação do condicionador de ar.



Fonte: Autor

Na Figura 16, é apresentado o resultado do nível de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar e sua indicação de não cumprimento de um pré-requisito específico verificado. Nesta mesma tela, a ferramenta inicia o cálculo da eficiência energética geral da edificação, verificando os pré-requisitos gerais, a respeito da existência de separação de circuitos elétricos para uso final e possibilidade de medições individuais de cada circuito.

Figura 16 - Resultado do sistema de condicionamento de ar e início da verificação de pré-requisitos gerais.



Fonte: Autor

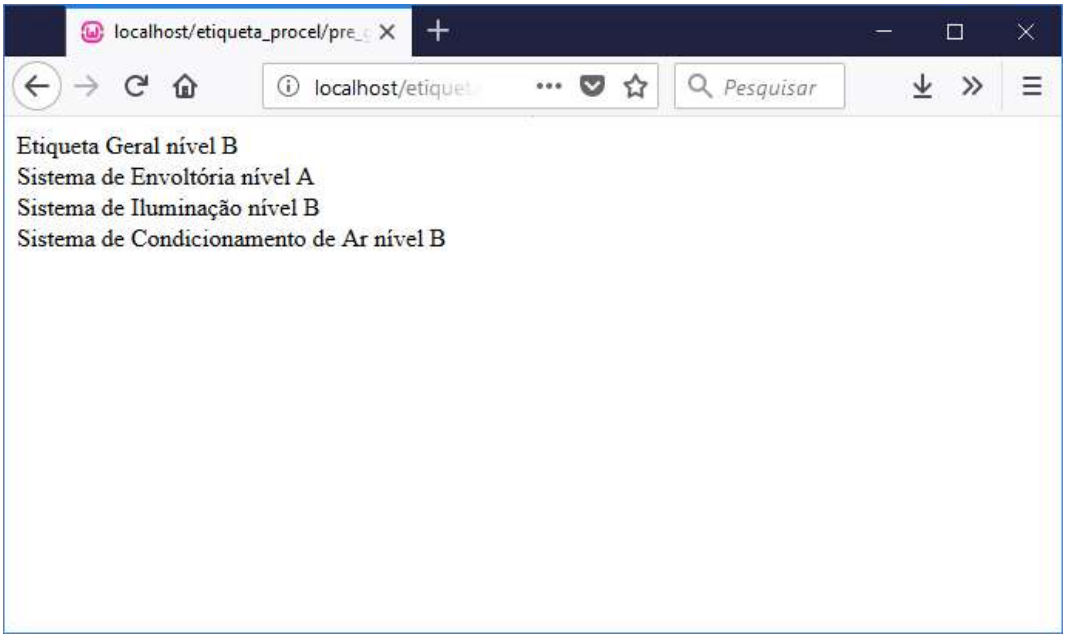
Na Figura 17, a segunda verificação de pré-requisito geral diz respeito à utilização de água quente. Caso a edificação tenha alta demanda de uso de aquecimento de água, tal como em hotéis e restaurantes, o sistema verifica se essa demanda é atendida por algum tipo de fonte alternativa de energia não elétrica, como aquecimento solar ou a gás. O percentual atendido depende do nível de eficiência energética alcançado nos cálculos iniciais.

Figura 17 - Verificação de segundo requisito geral.

Fonte: Autor

Por fim, a Figura 18 apresenta a tela com o nível de eficiência energética geral da edificação e de cada sistema calculado pela ferramenta.

Figura 18 - Classificação final de todos os sistemas e de nível geral da edificação.



Fonte: Autor.

Os resultados apresentados pela ferramenta são coerentes com os resultados apresentados por cálculos manuais, sendo que todos os dados, tanto de entrada de dados quanto de fórmulas e tabelas, foram checados com os projetos originais utilizados na pesquisa.

CONCLUSÃO

A presente pesquisa foi realizada utilizando dois casos de estudo, ou seja, dois projetos cujos resultados da classificação do nível de eficiência energética dos mesmos eram conhecidos através de seus cálculos manuais. Além disso, a ferramenta desenvolvida buscou solucionar um problema para obras militares, que tem como características a simplicidade em suas concepções arquitetônicas e materiais.

As aplicações apresentaram resultados coerentes com os encontrados em cálculos manuais, utilizando dados extraídos diretamente de um modelo BIM. Deve-se ressaltar que ferramentas de cálculo de nível de eficiência energética, baseadas nos regulamentos técnicos do PROCEL, não possuem aderência à tecnologia BIM, podendo-se citar, principalmente, o *Webprescritivo*, da UFSC, que utiliza entradas digitadas no sítio e o DOMUS, da PUC-PR, um programa que possui entrada por intermédio de uma plataforma de desenho própria.

Diante desses resultados, conclui-se que esta contribuição científica é útil para a indústria da arquitetura, engenharia e construção, pois insere uma ferramenta que realiza a classificação do nível de eficiência energética de uma edificação, utilizando o método

prescritivo de cálculo apresentado no RTQ-C, elaborado pelo PROCEL, de forma expedita e aderente à tecnologia BIM, símbolo do desenvolvimento tecnológico na área de planejamento, gerenciamento e controle de obras na atualidade.

REFERÊNCIAS

PROCEL. Programa Nacional de Eficiência Energética, 2017. URL http://www.procelinfo.com.br/main.asp. Visualizado em 19 abr 2017.

DOM. Diretoria de Obras Militares, 2017. URL http://www.dom.eb.mil.br/index.php/opus. [Visualizado em 19 abr 2017].

NASCIMENTO, A. F. D., FERREIRA, E. C. e PELLANDA, P. C. OPUS: o sistema de gestão de obras do Exército Brasileiro baseado em BIM - Building Information Modeling. Sugestões para o desenvolvimento urbano 2015, págs. 55 – 65, 2015.

WAZLAWICK, R. Metodologia de pesquisa para ciência da computação, volume 2. Elsevier Brasil, 2015.

LAMBERTS, R. Determinação do nível de eficiência energética de um edifício exemplo utilizando RTQ-C. PROCEL, 2016.

BRASIL. Portaria nº 372, de 17 de setembro de 2010. Dispõe sobre os Requisitos Técnicos necessários à avaliação da eficiência energética em edificações comerciais, de serviços e públicas Diário Oficial da União, Brasília, v.147, n. 182 p. 68, setembro 2010. Seção 1.