

## **GRUPO DE ESTUDO DE GERAÇÃO TÉRMICA - GGT**

### **SIMULAÇÃO DE ETIQUETAGEM DO PBE-EDIFICA DE EDIFÍCIOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE**

**ALINE SANTANA GALLINA(1); LUCAS MATHEUS DE SOUSA LIMA(1); THIAGO MELO DE LIMA(1); NADINE DA FONSECA ARAUJO DOS SANTOS(1); RAFAEL DAVID(1); VINICIUS OLIVEIRA CEEAC(1)**

#### **RESUMO**

Este trabalho apresenta a simulação de etiquetagem PBE-Edifica de 42 blocos da Universidade Federal do Acre, na intenção de tornar nítido o processo de etiquetagem de edifícios públicos, e avaliar possíveis melhorias para essas edificações utilizando o simulador WebPrescritivo. Para o sistema de envoltória, os edifícios portaram classes C e E. No sistema de iluminação, classificaram-se integralmente classe C. Para o condicionamento de ar, majoritariamente os edifícios se categorizaram na classe B, sendo apenas três edifícios classe A e quatro na classe C. Na etiqueta geral, a simulação mostrou que dentre as edificações analisadas 28,57% estariam categorizados na classe C e 71,43% com etiqueta classe B.

#### **PALAVRAS-CHAVE**

Eficiência Energética; Etiquetagem; Edifícios Públicos.

#### **1.0 INTRODUÇÃO**

Atualmente, o Brasil é conhecido internacionalmente pelas políticas de eficiência energética. As primeiras leis e decretos foram estabelecidas na década de oitenta, a exemplo da Portaria Interministerial nº 1.877 de dezembro de 1985(3), que criou o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (1)(2), que tem como objetivo integrar ações para conservação de energia elétrica.

No ano seguinte, em 17 de outubro, foi publicada a Lei nº 10.295, conhecida como Lei da Eficiência Energética, que é considerada um marco para o avanço do Brasil no uso racional de energia. Esta lei visava a utilização eficiente dos recursos energéticos e a preservação do meio ambiente, definindo a política nacional de conservação e uso racional da energia (3).

No Brasil as ações de eficiência estão distribuídas em vários organismos que buscam incentivar e utilizar estratégias para a redução do consumo de energia, estabelecendo melhorias na iluminação, conforto térmico e eficiência energética nas edificações (4).

Um exemplo é o Programa Brasileiro de Etiquetagem que, junto com o Procel, criou o PBE-Edifica, um programa de etiquetagem para edifícios, classificando-os segundo os pré-requisitos para envoltória, iluminação e condicionamento de ar, conforme a eficiência energética. O PBE-Edifica foi criado para atender apenas os setores público, comercial e de serviços (1).

O consumo final de energia do setor público e comercial correspondeu a 25,1% do consumo total do Brasil, em 2018. O crescimento do consumo de eletricidade pelo setor público foi de 1,89% em relação ao ano de 2017, maior que o industrial que cresceu 0,6% (5). Este crescimento justifica a busca por redução do consumo de energia no setor público e comercial, principalmente devido à maior facilidade de redução de consumo neste setor, pois ao utilizar instruções da Etiquetagem PBE Edifica para reforma de edifícios existentes pode-se atingir uma economia de 30%, e para construção de novos edifícios a economia pode ser de até 50% (6).

Para compreender e analisar as melhorias que podem ser feitas nos edifícios da Universidade Federal do Acre, foi realizada a simulação de etiquetagem de edifícios do Campus sede da instituição segundo o programa PBE-Edifica, pela metodologia prescritiva.

## 2.0 PEB-EDIFICA

O Procel Edifica foi criado em novembro de 2003, com o objetivo de desenvolver e apoiar projetos na área de conservação de energia em edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas. Atualmente, baseia-se em seis vertentes: Capacitação, Tecnologia, Disseminação, Regulamentação, Habitação e Eficiência Energética e, por fim, Suporte (Marketing e Apoio) (1).

O Procel Edifica, em parceria com o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), disponibiliza um processo de etiquetagem de edificações. Este processo se tornou obrigatório após a publicação da Instrução Normativa SLTI n.º 2/2014 para prédios públicos novos ou que são submetidos a um retrofit. A metodologia atualmente utilizada no processo de etiquetagem foi adotada em 2009 e é aplicável para edifícios comerciais, de serviços e públicos (1), (7).

Segundo a metodologia, avalia-se o projeto do edifício pelo método prescritivo ou pelo método da simulação. Para edifícios já construídos a avaliação é feita por inspeção in loco (8). São analisados os sistemas de envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Deste modo, a etiqueta pode ser concedida parcialmente (8).

Como pode ser visto na Figura 1, a etiqueta ENCE disponibiliza o conhecimento do nível de eficiência energética da edificação. Além disso, indica o atendimento de requisitos em normas e regulamentos técnicos (RTQ'S), e classifica em um intervalo de mais eficiente (A) a menos eficiente (E). Os OIAs – Organismos de Inspeção Acreditado pelo Inmetro, são as instituições autorizadas a avaliar as edificações e emitir a etiqueta (8).



FIGURA 1 - Selo Procel Edificações e Etiqueta ENCE (9)

Além desta etiqueta, o Procel disponibiliza o Selo Procel Edificações, admitido pela Eletrobras, identificando as edificações com melhores classificações de eficiência energética. Este selo é concedido na etapa de projeto e também para edificações já construídas, como a etiqueta ENCE. No entanto, para obter o selo é necessário ter a ENCE classe A, para os três sistemas (9).

Para receber o Selo Procel Edificações, é preciso estar dentro do Regulamento para Concessão do Selo Procel de Economia de Energia para Edificações, baseado no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais (RTQ-R) do Programa Brasileiro de Edificações – PBE Edifica (9).

## 2.1 Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos

Este regulamento apresenta os métodos para a classificação de edifícios quanto à eficiência energética, aplicáveis para prédios comerciais, de serviço e públicos. O objetivo destes métodos é o de especificar os requisitos para a etiquetagem do nível de eficiência energética dos edifícios avaliados, mas não excluindo a necessidade de que os edifícios também atendam às normas da ABNT para construção civil (10).

Segundo o regulamento, pode-se usar o método prescritivo, baseado na análise de simulações de casos por meio de regressão, ou o método de simulação em locais que o percentual de abertura das fachadas seja alto, o sombreamento seja diferenciado por orientação e os vidros tenham alto desempenho (10).

Seguindo a RTQ-C, o Selo Procel Edificações e a ENCE avaliam os níveis de três sistemas individuais: Envolvória, Iluminação e Condicionamento de ar. Cada sistema pode ser nivelado de mais eficiente (A) a menos eficiente (E). Além disso, as parcelas de edificações, iluminação e condicionamento de ar, também podem ser avaliadas individualmente. No entanto, ao avaliar um desses dois sistemas a envoltória deve ser avaliada juntamente. Por fim, a classificação geral do edifício é dada pela avaliação dos sistemas individuais, no entanto as avaliações parciais recebem peso, sendo: Envolvória 30%; Iluminação 30%; e Condicionamento de ar 40%. Além disso, as avaliações parciais devem ser realizadas segundo a Tabela 1(10).

TABELA 1 - Combinações de métodos de avaliação para obtenção da classificação Geral (10)

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

Os pré-requisitos gerais para a etiquetagem do edifício vão além dos três sistemas individuais. Sendo assim, são considerados requisitos mínimos: Circuito Elétrico, que deve ser separado por uso final ou possuir equipamento de medição por uso final; E Aquecimento de água, em edifícios que este requisito seja responsável por 10% ou mais da demanda de energia deve ser apresentado uma estimativa de consumo de água quente (10). Além disso, os sistemas individuais são divididos em pré-requisitos específicos, com valores máximos e mínimos para cada nível de eficiência (11).

A respeito da Envolvória os pré-requisitos específicos, ou indicadores de desempenho, são Transmitância Térmica, Cores e Absorvência de Superfície e Iluminação Zenital. De modo que, para obtenção dos níveis C e D não são necessários os dois últimos requisitos, além disso alguns requisitos são mais rigorosos para o nível A do que para o nível B (11).

Quando ao indicador Cores e Absorvência de Superfície, a RTQ-C especifica que, para paredes externas e coberturas, deve-se utilizar materiais de baixa absorvência solar ( $\alpha < 0,50$  do espectro solar), principalmente para as Zonas Bioclimáticas de 2 a 8. Quando há inviabilidade de medição, a cor é utilizada como indicação, no qual as cores mais claras têm absorvências mais baixas (11).

A Iluminação Zenital, técnica para entrada de luz natural pela cobertura, deve ser de no máximo 5% da área total das coberturas em projeção (PAZ), para garantir que não haverá alta entrada da radiação solar, ocasionando elevação da carga térmica (11).

Para o Sistema de Iluminação, a Tabela 2 demonstra os pré-requisitos específicos para os níveis. Observa-se que a exigência diminui do nível A para o C. Sendo o único requisito em comum para os três níveis a Divisão dos circuitos, que implica que cada ambiente fechado deve ter pelo menos um dispositivo de controle de acionamento de iluminação interna que seja independente, manual e de fácil acesso. Além disso, para ambientes de mais de 250 m<sup>2</sup> é necessário um dispositivo de controle para cada 250 m<sup>2</sup>, se a área for de até 1000 m<sup>2</sup>, ou um dispositivo para cada 1000 m<sup>2</sup>, caso a área seja maior que 1000 m<sup>2</sup> (10).

TABELA 2 - Relação de pré-requisitos específicos para Iluminação e níveis de eficiência (10)

Nível A	Nível B	Nível C
Divisão dos circuitos	Divisão dos circuitos	Divisão dos circuitos
Contribuição da luz natural	Contribuição da luz natural	-
Desligamento automático do sistema de iluminação	-	-

Sobre a Contribuição da luz natural, a RTQ-C determina que as luminárias próximas às aberturas voltadas ao meio externo devem possuir um dispositivo de controle independentemente do restante do sistema, com o intuito de não utilizar a iluminação artificial quando a luz natural for suficiente (10), (11).

Em relação ao desligamento automático do sistema de iluminação, necessário para a obtenção do nível de eficiência A, utiliza-se em ambientes internos com áreas maiores que 250 m<sup>2</sup>. O equipamento de controle pode ser programado para o desligamento em horário pré-determinado, ou para o desligamento após 30 minutos da saída de todos os ocupantes ou, ainda, pode-se utilizar um sistema de alarme que indique que não há pessoas no ambiente (10).

Por último, tem-se o sistema individual de condicionamento de ar. Este possui pré-requisitos apenas para o nível A, e são: Isolamento Térmico para Tubulações, Condicionamento de ar por aquecimento artificial, Sistemas de condicionamento de ar regulamentados pelo INMETRO e Sistemas de condicionamento de ar não regulamentados pelo INMETRO (11).

No entanto, em fevereiro de 2021, foi publicado a Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C), que aprimora e substitui a RTQ-C, especificando critérios e métodos para a classificação dos edifícios, baseada no consumo primário de energia.

### 2.1.1 Iluminação

Em agosto de 2011, o Procel EPE (Eficiência Energética nos Prédios Públicos) publicou o Manual de Iluminação, que além de considerar todos os critérios da norma (12), também busca a eficiência energética. Deste modo, indica as etapas que devem ser seguidas para realizar um projeto de iluminação eficiente em interiores. As etapas são: determinação dos objetivos e efeitos da iluminação, coleta dos dados necessários, análise dos fatores que influenciam a qualidade da iluminação, cálculo da iluminação, adequar os resultados ao projeto, calcular a iluminação média, definir os pontos de iluminação e avaliar o consumo energético (2).

Na etapa de apuração de dados pertinentes ao ambiente, é indicado o uso de cores claras para parede, teto e piso, a fim de aumentar o rendimento do sistema. Além disso, deve-se avaliar a contribuição da luz natural, em busca de reduzir o uso da iluminação artificial. Nesta etapa também são avaliados os componentes: luminária, lâmpada e reator. Nos quais, a indicação é buscar o que apresenta maior eficiência. Ademais, é necessário considerar o tempo de funcionamento do local, e a utilização de sensores de presença (2).

Na última etapa, é utilizado o índice “Densidade de Potência Relativa” para analisar o grau de eficiência energética do local. Para isso, é necessário calcular a potência instalada, que é o somatório das potências de todos os aparelhos instalados na iluminação (2), dada pela Eq. (1):

$$P_t = \frac{n * w}{100} (W) \quad (1)$$

Onde:  $P_t$  é a potência instalada;  $n$  é o número de luminárias;  $W$  é a potência do conjunto luminária, lâmpadas e reator.

Com isso, pode-se calcular a Densidade de Potência Relativa, Eq. (2), onde  $A$  é a área em questão:

$$D = \frac{P_t * 1000}{A} (W) \quad (2)$$

Para utilizar esse índice faz-se uma comparação do sistema de iluminação já instalado com o projeto, tendo em vista que os dois devem apresentar o mesmo nível médio de iluminância. Deste modo, um sistema de iluminação é dito mais eficiente se apresentar menor densidade de potência para o mesmo nível médio de iluminância (2).

## 3.0 UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE

A Universidade Federal do Acre (UFAC) abrange alguns municípios do Acre, como Cruzeiro do Sul, Feijó, Brasiléia e outros. No entanto, o Campus Sede, localizado na capital do estado, detém o maior número de cursos de graduação e pós-graduação, sendo assim conta com a maior porcentagem de alunos e servidores.

O Campus Sede disponibiliza por ano mais de 8 mil vagas de graduação, divididas em 36 cursos. Além disso, em 2018 disponibilizou 920 vagas de pós-graduação, para 32 cursos, dos quais 5 são de doutorado (13).

O espaço ocupado pelo Campus Sede é de 292,3478 ha, dos quais 68.828,87 m<sup>2</sup> são de área construída, dividida em 66 blocos, entre salas de aula, administração e demais locais, como piscina, quadra coberta, teatros e anfiteatros (14).

#### 4.0 METODOLOGIA

Para realizar a simulação de etiquetagem dos prédios da UFAC foi utilizado o simulador WebPrescritivo, do PBE Edifica, que é uma ferramenta de avaliação da ENCE pelo método prescritivo para edifícios comerciais, públicos e de serviços (20). Para utilizá-lo o usuário deve fornecer os parâmetros de projeto de envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Deste modo, a ferramenta gera o resultado da classificação de eficiência parcial para os três sistemas e também a etiqueta geral da edificação (15).

Os pré-requisitos gerais do WebPrescritivo, que são divididos em duas áreas: Circuitos elétricos e Aquecimento de água. Após inicia-se os três sistemas que são analisados individualmente: envoltória, iluminação e condicionamento de ar.

O primeiro a ser respondido pelo usuário é a envoltória, os pré-requisitos são: Transmitância Térmica da Cobertura para a área condicionada ( $U_{COB-AC}$ ), Transmitância da Cobertura para a área não condicionada ( $U_{COB-ANC}$ ), Transmitância Térmica da Parede externa ( $U_{PAR}$ ) e o Percentual de Abertura Zenital (PAZ). Além disso, são inseridas a Absortância Solar da Cobertura ( $a_{COB}$ ), a Capacidade Térmica das Paredes ( $CT_{PAR}$ ) e a Absortância Solar da Parede ( $a_{PAR}$ ).

Também para envoltória são necessários os dados dimensionais da Edificação que são: área total construída, área da projeção da cobertura, área da projeção do edifício, volume total do edifício e a área da envoltória. Por fim, tem-se as características das Aberturas, Fator Solar (FS) do material utilizado na abertura, Percentual de Área de Abertura na Fachada Total ( $PAF_T$ ), Percentual de Área de Abertura na Fachada Oeste ( $PAF_O$ ), Ângulo Vertical de Sombreamento (AVS) e o Ângulo Horizontal de Sombreamento (AHS).

O segundo sistema analisado é a iluminação, há duas opções para a avaliação da iluminação podendo ser pela área do edifício ou pela atividade do edifício, a primeira será utilizada neste trabalho. Ao escolher pela área, selecionam-se os pré-requisitos de acordo com o edifício, se há divisão de circuitos (atende ou não atende), se ocorre a contribuição de luz natural (atende, não atende ou não se aplica) e se há desligamento automático (atende, não atende ou não se aplica). Caso atenda todos os pré-requisitos, resta necessário informar a atividade principal do edifício, o número de unidades, a potência instalada do sistema de iluminação e a área do edifício.

Por fim, deve-se preencher os dados do sistema de Condicionamento do ar. Seleciona-se se o edifício possui ou não o isolamento de tubulações. Após, deve-se identificar os aparelhos condicionadores de ar, se houver etiqueta é necessário informar apenas o ambiente, a quantidade de aparelhos, o tipo do condicionador, sua capacidade e eficiência, e o programa gera automaticamente a Etiqueta. Além disso, deve-se preencher o item AU, que especifica a área útil, e o item AC, área condicionada.

Além da classificação com base nos sistemas, a edificação pode receber bonificações que são dadas se a mesma possuir sistemas e equipamentos que racionalizem o uso de água, sistemas ou fontes renováveis de energia, como aquecimento de água, energia eólica ou fotovoltaica, além de sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas, para todos estes deve-se inserir a economia em porcentagem. Ademais, se houver elevador no edifício é necessário inserir a classificação deste, podendo ser de A à E.

Por fim, o WebPrescritivo também gera uma simulação da etiqueta geral, que leva em consideração as etiquetas dos sistemas individuais simuladas. No entanto, outros dados também devem ser inseridos: APT (área de permanência transitória), ANC (área não condicionada), EqNumV (Equivalente Numérico de ambientes não condicionados e/ou não Ventilados), e b (pontuação obtida pelas bonificações).

#### 5.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram obtidas as etiquetas gerais de 42 edifícios a partir da análise de cada sistema individual. Para a envoltória, os prédios foram classificados em C e E, houveram 30 classe C e 12 classe E, como apresentado na Figura 2. A menor classe foi limitada pela transmitância térmica da cobertura da área condicionada. Os prédios que atingiram classe E, a obtiveram devido à transmitância térmica das áreas não condicionadas, que no caso não são forradas, aumentando este índice.

Sobre a iluminação, todos os prédios analisados receberam o retrofit da iluminação recentemente, o que diminui a potência instalada. No entanto foi atingida apenas a classe C, devido os edifícios não atenderem ao pré-requisito de

aproveitamento de luz natural. Além disso, o pré-requisito de desligamento automático não se aplicava a maioria dos edifícios analisados.

O sistema de condicionamento de ar atingiu a classe A em 03 prédios, classe B em 34 prédios e classe C em 05 prédios, como mostra a Figura 2. Os edifícios com melhor classificação neste sistema são o “CELA”, um dos blocos mais novo da universidade e que, por isso, apresenta equipamentos com etiqueta A e B, além dos blocos “Sintest” e “Laboratório de Hidráulica” que possuem poucos aparelhos de ar condicionados instalados, mais antigos, porém com boa classificação.

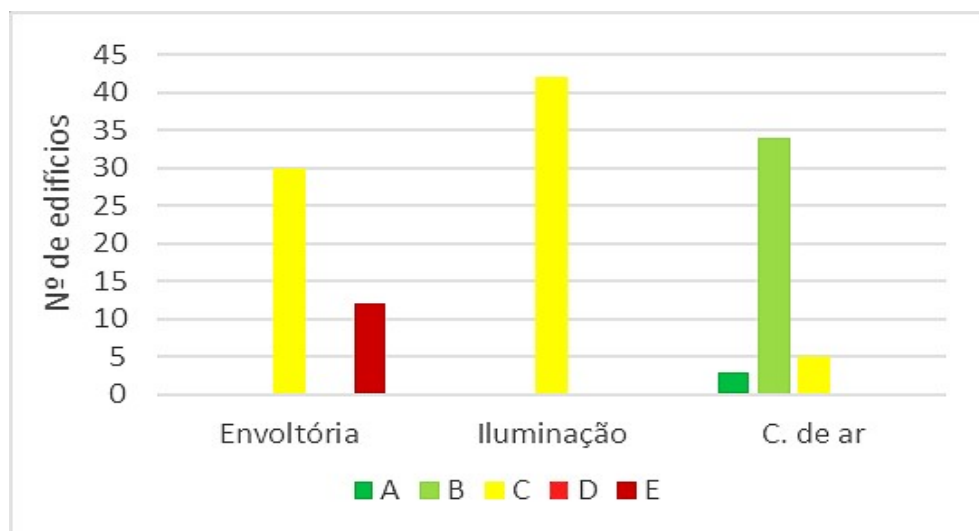


FIGURA 2 – Número de edifícios por etiquetas parciais

Na etiqueta geral a classe predominante foi a B (57,14%), visto que foram 29 edifícios que a atingiram, como pode ser visto na Figura 3. Dentre estes, a pontuação variou entre 3,51 e 4,02, sendo a média de 3,61, como mostra a Tabela 3. Os demais blocos foram classificados com a etiqueta simulada C, sendo a menor pontuação, de 2,75, da edificação “Centro de Convivência”.

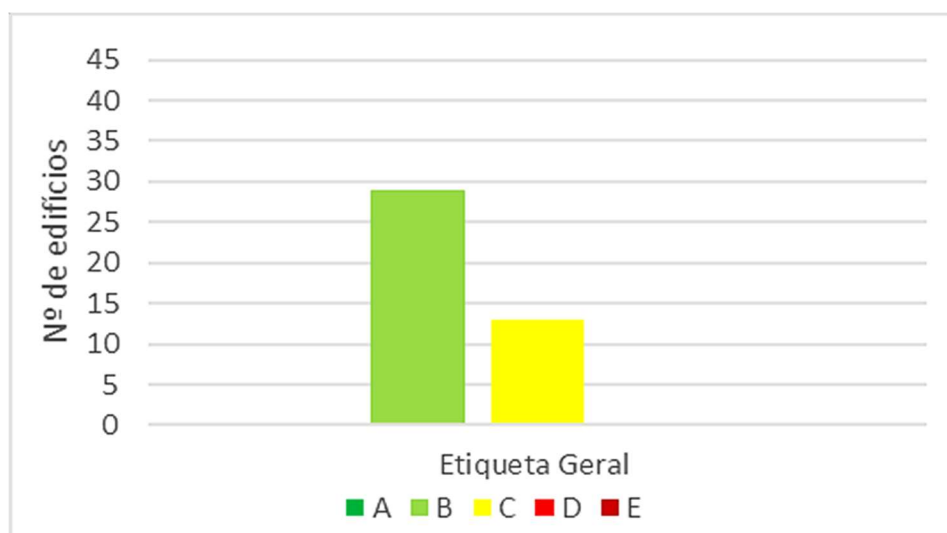


FIGURA 3 - Número de edifícios por etiqueta geral

TABELA 3 - Etiquetação de Edifícios da UFAC

Edifícios	Envoltória	Iluminação	C. de Ar	Etiqueta Geral/ Pontuação
Omar S. de Paula	C	C	B	B/ 3,53
Edilberto P. de S. Filho	C	C	B	B/ 3,78
Francisco C. Mangabeira	C	C	B	B/ 3,51

Geraldo G. de Mesquita	E	C	B	B/ 3,55
Francisco A. V. Nunes	C	C	B	B/ 3,72
Lab. Anatomia	E	C	B	C/ 3,36
Medicina	C	C	B	B/ 3,85
CELA	C	C	A	B/ 3,92
M. Rubens Ludwig	E	C	C	C/ 2,92
Elda Moreira	C	C	B	C/ 3,35
Pesquisa, pós-graduação e mestrado	C	C	B	B/ 3,73
Walter Félix I	C	C	B	B/ 3,54
Walter Félix II	C	C	B	B/ 3,61
Jersey N. de B. Nunes	C	C	B	B/ 3,85
NTI/NIEAD	C	C	B	B/ 3,52
S. José G. dos Santos	C	C	B	B/ 3,80
Esther de F. Ferraz	C	C	B	B/ 3,87
Jorge Kalume	C	C	B	B/ 3,83
Francisco W. Dantas	C	C	B	B/ 3,75
G. Joaquim Macedo	C	C	C	B/ 3,69
M. Mário D. Andreazza	C	C	B	B/ 3,88
ADUFAC	C	C	B	B/ 3,73
Sintest	C	C	A	B/ 3,82
Eng. Florestal II	C	C	C	C/ 3,36
Lab. Sementes	C	C	B	B/ 3,61
Djalma Batista	C	C	B	B/ 3,85
Áulio G. A. de Souza	E	C	B	C/ 3,46
Jarbas G. Passarinho	E	D	B	C/ 3,35
João M. Furtado	E	C	B	B/ 3,54
Elias M. Simeão F.	C	C	B	B/ 4,02
Música e Artes Cênicas	C	C	B	B/ 3,81
Biblioteca Central	C	C	C	C/ 3,23
Clóvis B. França	E	C	B	C/ 3,30
Centro de Convivência	E	C	B	C/ 2,75
Restaurante Universitário	C	C	B	B/ 3,74
Coordenações de Ed. Física	E	C	B	B/ 3,92
Academia e Ginástica	C	C	B	C/ 3,43
Anfiteatro Garibaldi C. Brasil	C	C	B	B/ 3,81
Euclides de O. Figueiredo	E	C	C	C/ 3,41
Lab. Agronomia	E	C	B	C/ 3,45
Lab. Hidráulica	E	C	A	C/ 3,41
Anatomia Vegetal	C	C	B	B/ 3,82

## 6.0 CONCLUSÃO

A etiquetagem de edifícios, usando o método prescritivo, é um processo meticuloso e extenso, uma vez que se faz necessário o conhecimento das características dos materiais utilizados na construção e as dimensões das edificações.

Sobre a envoltória dos 42 edifícios que foram realizadas as simulações de etiquetagem, notou-se que as classes foram C e E. No qual os prédios que atingiram a classe C foram limitados pela transmitância térmica da cobertura da área condicionada, de modo que para atingir a classe A é preciso reduzir o valor deste índice, o que só pode ser feito trocando toda estrutura da cobertura. Já os blocos que atingiram a classe E, foram limitados pela transmitância térmica da cobertura da área não condicionada, podendo atingir a classe C ao colocar forro nestas áreas.

Em relação ao sistema de iluminação, todos os prédios tiveram a etiqueta parcial classe C. Ainda que apresentando uma potência instalada baixa, nenhum bloco apresenta o pré-requisito de aproveitamento de luz natural, critério definido pela presença de um sistema de desligamento individual (manual ou automático) das luminárias próximas às aberturas que possibilitam a entrada da iluminação solar.

Para o sistema de condicionamento de ar, houveram três edifícios com classe A, cinco edifícios com classe C e os demais foram classe B. Principalmente, pela característica de grande parte dos aparelhos de ar condicionado terem alta capacidade de refrigeração e etiqueta de eficiência energética classe B, deste modo para os 39 edifícios apresentarem classe A, é necessário realizar o *retrofit* da refrigeração.

Ademais, para que as edificações do campus sejam melhores classificadas, estas podem receber benfeitorias que geram bonificações e somam pontos à nota final e garantem uma etiqueta geral de melhor nível. As bonificações podem ser alcançadas através da utilização de equipamentos de racionalização de água, o uso de fontes renováveis, além de sistemas com inovações técnicas.

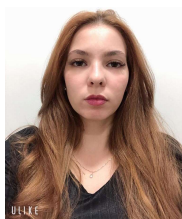
De modo geral, a simulação mostrou que dentre as edificações analisadas 28,57% de edifícios estariam classificados com etiqueta geral classe C e 71,43% com etiqueta classe B. A inserção de fontes renováveis que resultem em uma economia de 8%, no mínimo, já possibilitaria que os edifícios classificados com etiqueta B fossem reclassificados para etiqueta A, e os edifícios etiqueta C para B.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] PROCEL INFO. Procel Edifica - Eficiência Energética nas Edificações. Brasil, 2019.
- [2] PROCEL. Manual de Iluminação. Brasil, 2011.
- [3] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano Nacional de Eficiência Energética: Premissas e Diretrizes Básicas na Elaboração do Plano. Brasil, 2010.
- [4] M. N. ROSA. Estratégias para redução do consumo de energia elétrica na escola municipal maria da terra em Goiânia. Brasil, 2017.
- [5] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Balanço energético nacional: Ano base 2018. EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Brasil, 2019.
- [6] PROCEL INFO. Edificações. Brasil, 2019.
- [7] INMETRO. O Programa Brasileiro de Etiquetagem. Brasil, 2020.
- [8] PROCEL e INMETRO. Manual para etiquetagem de edificações públicas. Brasil, 2014.
- [9] PROCEL INFO. Selo Procel Edificações. Brasil, 2019.
- [10] INMETRO. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas. Brasil, 2010.
- [11] PROCEL e INMETRO. Manual para Aplicação do RTQ-C. Brasil, 2016.
- [12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho, Parte 1: Interior. Brasil, 2013.
- [13] UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE. Ufac em Números 2018. Brasil, 2018.
- [14] UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE. Infraestrutura física e instalações administrativas e acadêmicas. Brasil, 2015.
- [15] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA e LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. WebPrescritivo. Brasil, 2020.



## DADOS BIOGRÁFICOS



Bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Acre (2021). Atuou como bolsista no no Projeto Prioritário de Eficiência Energética e Estratégico de Pesquisa e Desenvolvimento denominado: Eficiência energética e uso racional de energia elétrica na Universidade Federal do Acre, desenvolvido pelo Centro de Excelência em Energia do Acre - Ceeac (2020). Atualmente é pesquisadora no Ceeac, executando o projeto intitulado Estruturação do Núcleo de Excelência em Iluminação Pública da Amazônia (Neipa), que é desenvolvido sob o convênio ECV-PRFP 001/2021 com o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel).

## (2) LUCAS MATHEUS DE SOUSA LIMA

Bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Acre. Pós graduando em Engenharia de Produção e Gerenciamento de Projetos pela Faculdade Única. Atualmente atua como pesquisador no Centro de Excelência em Energia do Acre - Ceeac, tendo sido participante no Projeto Prioritário de Eficiência Energética e Estratégico de Pesquisa e Desenvolvimento aprovado através da chamada pública ANEEL 001/2016, que tem como título: Eficiência energética e uso racional de energia elétrica na Universidade Federal do Acre. Co-idealizador e atuante na Estruturação do Núcleo de Excelência em Iluminação Pública da Amazônia, projeto executado no âmbito do convênio ECV-PRFP-001/2021 com a Eletrobras.

## (3) THIAGO MELO DE LIMA

Doutorando e Mestre em Ciências pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2018), com concentração na área de Sistemas de Potência, Bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Acre (2015). Atuou, por intermédio do Centro de Excelência em Energia do Acre, no Projeto Prioritário de Eficiência Energética e Estratégico de Pesquisa e Desenvolvimento aprovado através da chamada pública ANEEL 001/2016, que teve como título: Eficiência energética e uso racional de energia elétrica na Universidade Federal do Acre.

## (4) NADINE DA FONSECA ARAUJO DOS SANTOS

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Acre (2016) e especialização em Engenharia Elétrica com Ênfase em Instalações Residenciais pela Universidade Cândido Mendes (2019). Foi Mediadora de Aprendizagem em Curso Técnico de Eletrotécnica no Instituto Dom Moacyr (2017-2018). Trabalhou como Professora Substituta do Magistério Superior na Universidade Federal do Acre (2018-2020). Atualmente é Analista Administrativo/Projetos do Centro de Excelência em Energia do Acre.

## (5) RAFAEL DAVID

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense (2001), MBA em Gerência de Projetos pela FGV (2006), Especialização em Uso Racional da Energia pela Universidade Federal de Itajubá (2010) e Mestrado em Engenharia de Energia pela Universidade Federal de Itajubá (2013). Desde 08/2002 na Eletrobras, tem grande experiência em eficiência energética, sendo, por 8 anos, Gerente de Divisão responsável pelos Subprogramas do Selo Procel e Avaliação de Resultados do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - Procel. Atualmente trabalha na Área de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da Eletrobras e é Diretor de Desenvolvimento Tecnológico do Ceeac

## (6) VINICIUS OLIVEIRA

PhD candidate in sciences – area: power systems, in the program of electrical engineering at Escola Politécnica from USP . Master's in sciences - area: power systems in the program of electrical engineering at Escola Politécnica from USP (2015). Bachelor's in Mechanical Engineering from UNESP (2011).