



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE ARQUITETURA, ENGENHARIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

GABRIEL DI BERTI ROCHA LIMA

**DEFINIÇÃO DA ETIQUETA PARCIAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (ENCE) NO
BLOCO D (FAET)**

CUIABÁ – MT
DEZEMBRO, 2022

GABRIEL DI BERTI ROCHA LIMA

**DEFINIÇÃO DA ETIQUETA PARCIAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (ENCE) NO
BLOCO D (FAET)**

Trabalho Final de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Mato Grosso, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador:
Prof. Dr. Rogério Lucio Lima

CUIABÁ – MT
DEZEMBRO, 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

L732d Lima, Gabriel Di Berti Rocha.

Definição da etiqueta parcial de eficiência energética (ENCE) no bloco D (FAET) [recurso eletrônico] / Gabriel Di Berti Rocha Lima. -- Dados eletrônicos (1 arquivo : 18 f., il. color., pdf). -- 2022.

Orientador: Rogério Lúcio Lima.

TCC (graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Cuiabá, 2022.

Modo de acesso: World Wide Web: <https://bdm.ufmt.br>.

Inclui bibliografia.

1. Interface computacional, Rádio enlace, correção, simulação. I. Lima, Rogério Lúcio, *orientador*. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

DESPACHO

Processo nº 23108.105298/2022-64

Interessado: @interessados_virgula_espaco@

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA MONOGRAFIA:

DEFINIÇÃO DA ETIQUETA PARCIAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (ENCE) NO BLOCO D (FAET).

ALUNO: GABRIEL DI BERTI ROCHA LIMA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da Universidade Federal de Mato Grosso, como requisito para a obtenção de grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em 16 de dezembro de 2022.

Nota: 8,90.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Rogério Lúcio Lima

Orientador

Prof. Joelma Sebastiana de Azevedo.

Examinadora



Documento assinado eletronicamente por **ROGERIO LUCIO LIMA, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 19/12/2022, às 15:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOELMA SEBASTIANA DE AZEVEDO, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 19/12/2022, às 17:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5387095** e o código CRC **228C48DC**.

RESUMO

A pesquisa se propõe a definir a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) do bloco D da Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia (FAET), através da utilização de manuais produzidos pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), a análise do edifício consiste em avaliar a iluminação e condicionamento de ar, partiu-se da escolha de análise destes dois quesitos por serem mais simples de adequações e eventuais retrofits visando um nível de eficiência maior. Para avaliação foi utilizado o método prescritivo de etiquetagem do PROCEL – Edifica, método este descrito no RTQ-C.

Palavras-chave: Eficiência Energética, ENCE, Certificação, RTQ-C.

ABSTRACT

Keywords: The research proposes to define the National Energy Conservation Label (ENCE) of the D block of the College of Architecture, Engineering and Technology (FAET), through the use of manuals produced by the National Institute of Metrology, Standardization and Industrial Quality (INMETRO). The analysis of the building consists in evaluating the lighting and air conditioning, the analysis of these two items was chosen because they are simpler to adapt and possible retrofits aimed at a higher level of efficiency. For the evaluation the PROCEL - Edifica prescriptive labeling method was used, which is described in the RTQ-C.

Keywords: Energy Efficiency. ENCE. Certification. RTQ-C.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Selo PROCEL. Fonte: PROCEL INFO, 2006	16
Figura 2 - ENCE geral. Fonte: RTQ-C.....	16
Figura 3 - Classificação Geral.	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espessura mínima (cm) de isolamento de tubulações para sistemas de refrigeração.	
Fonte: RTQ-C	17
Tabela 2 - Pré-requisitos e níveis de eficiência.	18
Tabela 3 - Área e Potência instalada térreo.	18
Tabela 4 - Área e potência instalada Piso Superior.	18
Tabela 5 - Piso Inferior	19
Tabela 6 - Piso Superior	19

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PBE-INMETRO	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia
ENCE	Etiqueta Nacional de Eficiência Energética
FAET	Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso
MME	Ministério de Minas e Energia
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
CGIEE	Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética
RTQ-C	Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos
RTQ-R	Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais
RAC	Requisitos Técnicos de Avaliação da Conformidade
OIA	Organismo de Inspeção Acreditado
DPI	Densidade de Potência Instalada
DPIL	Densidade de Potência Instalada Limite

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO	15
II. DESENVOLVIMENTO	15
<i>A.</i> PROCEL e PBE edifica	16
<i>B.</i> Passos para a obtenção da etiqueta.....	16
<i>C.</i> Iluminação	17
<i>D.</i> Condicionamento de ar	17
III. DEFINIÇÃO DA ETIQUETA	18
<i>A.</i> Pontuação do sistema de iluminação	18
<i>B.</i> Pontuação do sistema de condicionamento de ar.....	19
IV. CONCLUSÕES.....	19
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
ANEXOS.....	21

DEFINIÇÃO DA ETIQUETA PARCIAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (ENCE) NO BLOCO D (FAET)

Gabriel Di Berti Rocha Lima
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
Cuiabá, Mato Grosso, Brasil
E-mail: dibertigabriel@gmail.com

Resumo - A pesquisa se propõe a definir a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) do bloco D da Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia (FAET), através da utilização de manuais produzidos pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), a análise do edifício consiste em avaliar a iluminação e condicionamento de ar, partiu-se da escolha de análise destes dois quesitos por serem mais simples de adequações e eventuais retrofits visando um nível de eficiência maior. Para avaliação foi utilizado o método prescritivo de etiquetagem do PROCEL – Edifica, método este descrito no RTQ-C.

Palavras-chave: Eficiência Energética. ENCE. Certificações. RTQ-C.

DEFINITION OF THE PARTIAL ENERGY EFFICIENCY LABEL (ENCE) IN BUILDING D (FAET)

Abstract - The research proposes to define the National Energy Conservation Label (ENCE) of the D block of the College of Architecture, Engineering and Technology (FAET), through the use of manuals produced by the National Institute of Metrology, Standardization and Industrial Quality (INMETRO). The analysis of the building consists in evaluating the lighting and air conditioning, the analysis of these two items was chosen because they are simpler to adapt and possible retrofits aimed at a higher level of efficiency. For the evaluation the PROCEL - Edifica prescriptive labeling method was used, which is described in the RTQ-C.

Keywords: Energy Efficiency. ENCE. Certifications. RTQ-C.

I. INTRODUÇÃO

Vários são os motivos dessa grande diversidade de ações (em relação à eficiência energética), ressaltando-se dentre eles interesses econômicos e políticos de momento, a perversa distribuição da riqueza entre as nações e suas classes sociais, o ceticismo sobre as consequências da continuidade do modelo atual de desenvolvimento, o crescimento populacional, a cultura voltada ao consumo, etc. (Romeró, Reis. 2012). O Brasil possui iniciativas relacionadas a eficiência energética como: o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE-INMETRO) e o Programa Nacional de

Conservação de Energia (PROCEL). A respeito de edifícios públicos, a Instrução Normativa nº 2 de 2014, dispõe a respeito das regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela Administração Pública Federal, e o uso da Etiqueta Nacional de Conservação de energia (ENCE) nos projetos e edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit, visando a obtenção da ENCE “A”. Além disso faz-se necessário a melhor alocação de recursos possível, visto que ano após ano o Brasil enfrenta altas nos preços da conta de energia no período de seca, o desperdício ou má utilização da energia acarreta em desperdício de recursos (naturais e financeiros), tais programas tem como ideal promover o uso eficiente da energia elétrica. O bloco D da FAET (UFMT) é um edifício antigo onde no momento de projetar e construir não houve como norte a orientação voltada a eficiência energética, além disso, durante os anos, várias intervenções foram feitas no edifício. O estudo a seguir busca analisar o sistema de iluminação e condicionamento de ar do prédio de forma a definir a ENCE Parcial do respectivo edifício.

II. DESENVOLVIMENTO

As edificações são importantes consumidoras de energia, bem como geradoras de resíduos. De acordo com o Balanço Energético Nacional (MME/EPE, 2017), o consumo atual de energia elétrica em edificações representa 51% do total do país. Segundo o guia interativo de eficiência energética (2019), estima-se que retrofits de eficiência energética ou a construção de edifícios projetados para serem mais eficientes podem levar a uma redução de 30 a 50% de seu consumo de energia.

A eficiência energética pode ser entendida como um atributo inerente à edificação representante do seu potencial em possibilitar conforto térmico, visual e acústico aos usuários com baixo consumo de energia (LAMBERTS et al, 2014). Define-se como edifício eficiente aquele que possui a capacidade de atender as demandas dos utentes com o mínimo consumo de energia e/ou se possível também, dispondo de sistemas de geração de energia. As edificações de permanência prolongada como a universidade, onde várias pessoas transitam durante o dia e noite e passam longos períodos no mesmo ambiente devem proporcionar o conforto térmico aos usuários, ou seja, o bem-estar físico e mental da pessoa com o ambiente térmico ao redor. Variáveis como a temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do ar e temperatura ambiente constituem as influências ambientais que proporcionam o conforto térmico, já as influências individuais referem-se à atividade metabólica, vestimenta e particularidades físicas de cada pessoa. Tais fatores são

relevantes pois a envoltória do prédio pode definir de formas gerais algumas características relacionadas ao conforto térmico como: a exposição ao sol, circulação de ar, cobertura das áreas de circulação das pessoas, etc.

O Brasil começou a desenvolver políticas de incentivo à eficiência energética na década de 1980. Em 1981 houve a criação do Programa Conserve, que tinha como objetivo promover a conservação de energia na indústria, desenvolver produtos eficientes e substituir energéticos importados por fontes nacionais. Em 1985 os Ministérios de Minas e Energia e o Ministério da Indústria e Comércio Exterior, instituíram através da Portaria Interministerial N.1877 o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) com a missão de promover o uso racional de energia elétrica em todo o país, dentre as suas iniciativas está a criação do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).

A. PROCEL e PBE edifica

O PROCEL tem por objetivo promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício. Desde sua criação, as ações do Procel contribuem para o aumento da eficiência dos bens e serviços, para o desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente da energia (MME, 2021). No início da década de 2000, com a publicação da Lei n. 10.295/2011, cuja lançou a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, estabeleceu-se que o ficaria a cargo do Poder Executivo desenvolver mecanismos que promovam a eficiência energética de máquinas e equipamentos fabricados e comercializados no Brasil. Nos anos seguintes, houve avanços relevantes no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). O governo lançou o programa de certificação de eficiência energética para edifícios comerciais, públicos e de serviços em 2009, e para edifícios residenciais em 2010 (ALTOÉ, ET AL, 2017).



Figura 1 - Selo PROCEL. Fonte: PROCEL INFO, 2006

O selo Procel (Figura 1) instituído em 1993, constitui-se de uma ferramenta eficaz que permite ao consumidor identificar entre os equipamentos disponíveis no mercado quais são os mais eficientes. Para isso, são estabelecidos índices de consumo e desempenho para cada categoria de equipamento. Cada equipamento candidato ao Selo deve ser submetido a ensaios em laboratórios indicados pela Eletrobras. Apenas os produtos que atingem esses índices são contemplados com o Selo Procel (PROCEL INFO, 2006).

A criação do Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE) deu-se através do Decreto nº 4059/2001 que regulamentou a Lei nº 10.295/2001 e especificamente para edificações, foi criado o Grupo

Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País (GT-Edificações), tal medida foi tomada visando regulamentar e elaborar os procedimentos para a avaliação da eficiência energética de edificações e o uso racional da energia

elétrica. A partir daí desenvolveu-se documentos contendo os requisitos necessários para classificar o nível de eficiência energética das edificações, os documentos são:

- Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) sendo sua primeira versão lançada em 2009;
- O Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) lançado em 2010;
- Documentos complementares, os Requisitos Técnicos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações (RAC) e os manuais para aplicação do RTQ-C e do RTQ-R.

O RTQ-C e o RTQ-R possuem as premissas necessárias para classificar o nível de eficiência energética das edificações e o RAC expõe os procedimentos para avaliação, direitos e deveres dos envolvidos e o modelo da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), os documentos necessários e os modelos de formulários para preenchimento, este documento é o que permite a obtenção da ENCE do Inmetro.



Figura 2 - ENCE geral. Fonte: RTQ-C

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (Figura 2) valida o atendimento aos requisitos de desempenho estabelecidos em normas e regulamentos técnicos não apenas de edifícios, mas também de equipamentos e automóveis.

Tal classificação é evidenciada pelas letras de “A” (mais eficiente) até “E” (menos eficiente). Para o caso de edifícios, é possível obter a ENCE geral ou a ENCE Parcial, a geral se propõe a inspecionar três aspectos: envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Já para o caso da ENCE Parcial, apenas um sistema ou dois destes são analisados.

B. Passos para a obtenção da etiqueta

A ENCE é obtida através de uma avaliação da edificação realizada por um Organismo de Inspeção Acreditado (OIA) que utiliza dos requisitos contidos no RTQ-C e seguindo as regras estabelecidas no RAC. Este processo é composto por duas etapas, inspeção de projeto e inspeção da edificação construída, no caso de edificações existentes como a que este trabalho se propõe a definir é permitida apenas a ENCE da edificação construída. A inspeção de projeto pode ser feita conforme dois métodos – prescritivo ou simulação termo energética – já a inspeção da edificação construída é feita

apenas através da inspeção in loco. O método prescritivo avalia os parâmetros a partir das regras estabelecidas no RTQ-C ou RTQ-R através do cálculo que leva em consideração os equipamentos instalados e o local em que a edificação foi construída. Uma opção ao método prescritivo é o método de simulação baseada na simulação de dois modelos computacionais, um modelo da edificação proposta em projeto e outro modelo de referência baseado no método prescritivo, a classificação é obtida ao comparar o consumo anual de energia elétrica simulado para tais modelos, sendo o consumo do modelo do edifício proposto em projeto menos do que o modelo de referência para a classe de eficiência pretendida.

Para o método prescritivo cada um dos sistemas recebem uma porcentagem de classificação final: envoltória 30%, iluminação 30% e o condicionamento de ar 40%, também é possível receber bonificações por eventuais iniciativas tomadas para melhor desempenho da edificação, como por exemplo: sistemas de uso racional da água, fontes de energias renováveis, sistemas de cogeração, inovações técnicas ou aproveitamento da iluminação natural. A etiqueta não é aplicável a plantas industriais ou aquelas sem uso humano, salvo estas condições ela pode ser aplicada a qualquer edifício.

C. Iluminação

A iluminação artificial é imprescindível para o funcionamento dos edifícios, seja comercial, público ou residencial, pois permite a utilização destes espaços em locais distantes da fachada e em horários em que não há luz natural, por isso, é importante garantir níveis corretos de iluminação nos ambientes internos dos edifícios permitindo o desempenho de suas tarefas por parte dos usuários. Devido a isso a NBR 5413 define níveis aceitáveis de iluminância para diferentes tipos de atividades.

Em contraponto o sistema de iluminação artificial consome energia elétrica e gera carga térmica, ou seja, o sistema de iluminação consome energia de duas maneiras, diretamente, utilizando a eletricidade para gerar luminosidade, e indiretamente, decorrente do calor gerado no processo. Calor este que deve ser retirado do ambiente, gerando um maior gasto do sistema de condicionamento de ar, aumentando o consumo geral de energia. Desta maneira, um edifício com um sistema eficiente de iluminação gera níveis adequados de iluminância para determinadas tarefas consumindo o mínimo de energia e gerando a menor carga térmica possível. Os sistemas são definidos através da densidade de potência instalada (DPI) do sistema de iluminação, em adição, há outros aspectos utilizados na análise, os pré-requisitos específicos.

Para a determinação do nível de eficiência, cada classificação possui pré-requisitos específicos, são eles:

1. Divisão de circuitos;
2. Contribuição da luz natural;
3. Desligamento automático do sistema de iluminação.

Cada ambiente fechado deve possuir pelo menos um dispositivo de controle manual para o acionamento independente da iluminação interna do ambiente, sendo cada interruptor de fácil acesso e localizado de maneira que seja possível identificar todo o sistema de iluminação que está sendo controlado. Para o aproveitamento da luz natural, os ambientes com abertura voltada para o ambiente externo, átrio não coberto ou cobertura translúcida devem possuir um controle instalado, seja manual ou automático para o acionamento da fileira de luminárias mais próxima à abertura, de forma a proporcionar o aproveitamento da luz natural. O desligamento automático do sistema de iluminação leva em consideração o tamanho do ambiente, ambientes maiores que 250 m² devem possuir um dispositivo de controle automático para desligamento, o dispositivo deve funcionar de acordo com umas das opções:

- Sistema automático com desligamento em um horário pré-definido;
- Sensor de presença que desligue 30 minutos após a saída dos ocupantes;
- Sinal de outro controle ou sistema de alarme que indique que a área está desocupada.

Ambientes onde propositadamente devem funcionar 24 horas por dia, ambientes onde existe tratamento ou repouso de pacientes ou onde o desligamento automático pode comprovadamente oferecer riscos à integridade física dos usuários são exceções à regra.

D. Condicionamento de ar

O sistema de condicionamento de ar, terceiro item a se analisar para obtenção da etiqueta ENCE Geral, trata-se do processo de tratamento de ar que visa controlar a temperatura e umidade do ambiente garantindo conforto térmico. Para a definição do nível de eficiência do sistema, deve-se levar em consideração os níveis de eficiência do equipamento (já etiquetados) e o cumprimento dos pré-requisitos que, neste caso existem apenas para o nível de eficiência A. O pré-requisito para o nível A, é a isolamento térmico dos dutos de ar conforme tabela 1.

Tabela 1 - Espessura mínima (cm) de isolamento de tubulações para sistemas de refrigeração. Fonte: RTQ-C

Faixa de temperatura do fluido (°C)	Condutividade do isolamento		Diâmetro nominal da tubulação (mm)				
	Condutividade térmica (W/mK)	Temperatura de ensaio (°C)	<25	25 a 40	40 a 100	100 a 200	≥200
4<T<16	0,032 a 0,040	24	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
T<4	0,032 a 0,040	10	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0

III. DEFINIÇÃO DA ETIQUETA

A classificação geral do edifício é calculada de acordo com a equação 1:

$$PT = 0,3 \left\{ \left(EqNumEnv \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot EqNumV \right) \right\} + 0,3 (EqNumDPI) + 0,4 \left\{ \left(EqNumCA \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot EqNumV \right) \right\} + b \frac{1}{6}$$

Onde:

EqNumEnv: equivalente numérico da envoltória;

EqNumDPI: equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla DPI, de Densidade de Potência de Iluminação;

EqNumCA: equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;

EqNumV: equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou não ventilados naturalmente;

APT: área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados;

ANC: área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de percentual de horas ocupadas de conforto por ventilação natural (POC) através do método de simulação;

AC: área útil dos ambientes condicionados;

AU: área útil;

b: pontuação obtida pelas bonificações, que varia de zero a 1.

Sendo a classificação geral condicionada ao intervalo da pontuação obtida conforme a figura 3:

CLASSIFICAÇÃO FINAL	PT
A	≥4,5 a 5
B	≥3,5 a <4,5
C	≥2,5 a <3,5
D	≥1,5 a <2,5
E	<1,5

Figura 3 - Classificação Geral.

Fonte: Manual RTQ-C

A. Pontuação do sistema de iluminação

O sistema de iluminação do bloco D não atende a todos os pré-requisitos conforme a tabela 2:

Tabela 2 - Pré-requisitos e níveis de eficiência.

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

Fonte: Manual RTQ-C

Apesar de a divisão de circuitos ser necessária apenas para ambientes com mais de 250 m², ambientes como a sala de prancheta e sala ENE 124 que são algumas das maiores do edifício possuem este pré-requisito, ao mesmo tempo, nenhum ambiente seja de permanência prolongada ou de circulação possui algum sistema de desligamento automático, o que descarta o nível A de eficiência para o sistema de iluminação. Quanto a contribuição da luz natural, os ambientes de permanência prolongada (salas de aula) possuem as janelas com total isolamento de luz natural. Algumas salas possuem janelas próximas ao teto que permitem a contribuição da luz natural, apesar disto, o RTQ-C exige que as luminárias instaladas próximas a tais janelas devem possuir acionamento isolado do restante das lâmpadas, o que não ocorre, portanto, restando como nível máximo possível o Nível C.

Tomando como base as salas 124, sala de estudos e a sala de prancheta, é possível determinar a quantidade de luminárias de cada ambiente, visto que a configuração das salas e quantidade de pontos de iluminação possui um padrão por todo o edifício. A sala de estudos possui área de 41,7 m² com 4 luminárias, cada uma com duas lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W, a sala 124 possui área de 84,58 m² com 10 luminárias e a sala de prancheta possui área de 128,76 m² com 20 luminárias. A partir destes números, as dimensões de cada ambiente e considerando 7W como a potência de perda nos reatores, a potência instalada encontram-se nas tabelas 3 e 4 abaixo:

Tabela 3 - Área e Potência instalada térreo.

Térreo		
Local	Área	Potência Instalada
Labs. Eficiência/Máquinas/Industrial	330 m ²	1930 W
Labs. Conversão/Medidas, etc.	256 m ²	1842 W
Labs. Micro a informática.	543 m ²	4260 W

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Tabela 4 - Área e potência instalada Piso Superior.

Piso Superior

Local	Área	Potência Instalada
Espaço Salas de Prancheta.	256 m ²	2840 W
Salas 120/121/122/129.	256 m ²	1988 W
Salas 123/128/124/salas de estudo ENE e ENC.	256 m ²	1842 W

Fonte: Elaborado pelo Autor

São excluídos do cálculo, a iluminação da circulação externa conforme o Manual RTQ-C. A partir dos dados das tabelas acima, basta multiplicar a área iluminada pela DPIL, a fim de encontrar a potência limite do edifício, e então comparar a potência total instalada e a potência limite. Para edifícios que possuem a função Escola/Universidade a DPIL é a seguinte: 10,7 para nível A, 12,3 para nível B, 13,9 para nível C e 15,5 para nível D (trecho da tabela nos anexos).

A área total é de 1897 m², sendo a potência limite nível A de 20297,9, 23333,1 para nível B, 26368,3 para nível C e 29403,5 para nível D.

A potência total é de 14702 W, multiplicando por 1897 (área total), obtemos 27889,7

26368,3 (nível C) < **27889,7** < 29403,5 (nível D). O nível de eficiência para o sistema de iluminação é **D**, com EqNumDpi = 2.

B. Pontuação do sistema de condicionamento de ar

Para a determinação da eficiência do sistema de condicionamento de ar, é necessário possuir o equivalente numérico de cada ar-condicionado (A, B – 5 e 4 por exemplo) e a potência do equipamento. Encontra-se então a potência total e divide pela potência de cada unidade para obter o coeficiente de ponderação que será usado para determinar o EqNumCA. Este coeficiente de ponderação é então multiplicado pelo equivalente numérico a fim de encontrar o EqNumCA conforme descrito na tabela 5:

Tabela 5 - Piso Inferior

Térreo			
Local	Quantidade – AR	Potência a BTU	EqNumC A
Labs. Eficiência/Máquinas/Industrial	6	216 W	4
Labs. Conversão/Medidas, etc.	12	249 W	2,36
Labs. Micro a informática.	20	468 W	3,80

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Tabela 6 - Piso Superior

Piso Superior

Local	Quantidade – AR	Potência Instalada	EqNumCA
Espaço Salas de Prancheta.	14	384 W	3,45
Salas 120/121/122/129.	12	324 W	2,89
Salas 123/128/124/salas de estudo ENE e ENC.	10	216 W	2,5

Fonte: Elaborado pelo Autor

Com a média do EqNumCA de cada ambiente, a EqNumCA do edifício é de 3,14, ou seja, nível C ($\geq 2,5$ a $<3,5$).

IV. CONCLUSÕES

O trabalho permite analisar as condições das instalações do edifício, quanto à iluminação, a indicação do nível de eficiência ser D constata a necessidade de um retrofit no sistema, tecnologias mais modernas como o LED permitem um melhor aproveitamento dos recursos energéticos, além disso, apesar de possuir alguns dos pré-requisitos exigidos no Manual RTQ-C, a densidade de potência é elevada para a função que o edifício exerce, soma-se a isso a ineficiência da iluminação em proporcionar o nível de iluminância exigido para edifícios com estas funções. Tomando como base os trabalhos apresentados anteriormente, visto que as lâmpadas encontradas no edifício possuem a mesma potência durante esta pesquisa, a iluminação média das salas de aula não atende as normas da NBR ISO/CIE 8995-1:2013 que determina 500 luxes para estes ambientes, ou seja, a densidade de potência instalada no edifício é alta e mesmo assim não proporciona a iluminação média ideal.

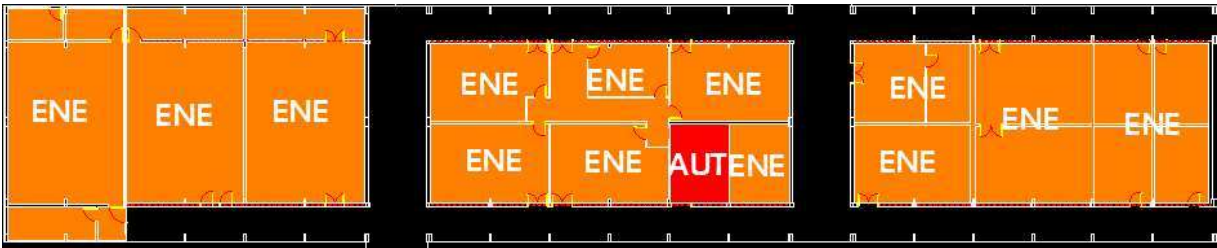
Quanto ao sistema de condicionamento de ar, foi possível observar durante a coleta dos dados que alguns aparelhos estavam em publicações mais recentes do INMETRO, indicando que o edifício possui aparelhos bem antigos e outros mais novos que proporcionam uma eficiência maior. Tais aparelhos constam em publicações de 2017 e possuem a etiqueta PROCEL mais elevada que os aparelhos das publicações mais antigas (de 2013), apesar disto hoje no mercado existem aparelhos ainda mais eficientes como os modelos inverter que poderiam ser instalados em uma eventual obra de retrofit. Para tornar o Bloco D um edifício com etiqueta A em iluminação e condicionamento de ar, os desafios estão além de utilizar aparelhos mais eficientes, deve-se levar em consideração também os níveis de iluminação média que novos dispositivos irão proporcionar e evitar sobredimensionamento dos aparelhos de ar-condicionado nos ambientes, visto que o edifício possui salas com a mesma área, porém com quantidades diferentes de aparelhos. Além disso, para a manutenção de tais medidas, é necessária uma gestão

da energia, ou seja, a gestão de que estes recursos estão sendo bem utilizados, certificando que os usuários do edifício respeitarão e auxiliarão nas boas práticas de utilização do espaço e seus recursos. Normas como a ISO 50001 somam-se aos documentos e manuais produzidos pelo Procel Edifica como uma maneira de implantação de medidas e a gestão das mesmas.

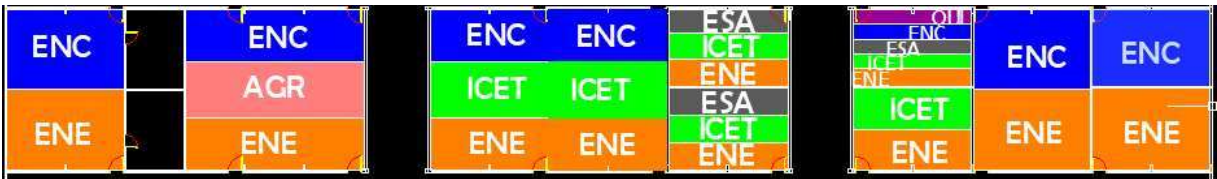
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Romeró, Marcelo de Andrade. Reis, Lineu Belico. Eficiência energética em edifícios. Barueri, SP. 2012.
- [2] LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. Eficiência Energética na Arquitetura. [3.ed.] PROCEL, ELETROBRAS, MME. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/publicacoes/livros>>. Acesso em: 26 jun. 2018.
- [3] Schinazi, Alexandre, et al. Guia Interativo de Eficiência Energética em Edificações. São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://www.guiaenergiaedificacoes.com.br/>>. Acesso em: 03/10/2022.
- [4] Instrução Normativa n.2, de 4 de junho de 2014. Dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (Ence) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit. Brasília: Diário Oficial da União, 2014.
- [5] Altoé, Leandra, et al. Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. Viçosa, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/vPxbFKL9Jvvg559c6cgCZWp/?lang=pt>>. Acesso em: 04/10/2022.
- [6] Procel Info. Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B88A19AD9-04C6-43FC-BA2E-99B27EF54632%7D>>. Acesso em: 04/10/2022.
- [7] Ministério de Minas e Energia. Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/procel-programa-nacional-de-conservacao-de-energia-eletrica-1>>. Acesso em: 26/06/2022
- [8] A.L. Ferrador Filho, A.O. Aguiar, C.T. Kniess. Eficiência energética com base nos critérios procel: estudo de caso em edifício público. SP, 2018.
- [9] Silva, André Gonçalo Sebastião. Eficiência Energética dos condicionadores de ar no campus da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT de Cuiabá, dos blocos: FAET, ICET, FAGEO e IF. MT, 2018.
- [10] Teixeira, Jackson Dias. Estudo e proposta para eficiência energética em ambientes de sala de aula do bloco D da FAET – UFMT utilizando tecnologia LED. MT, 2017.
- [11] Solange Maria Leder, Eliana de F. Costa Lima. Conforto ambiental e eficiência energética: Estudo de caso no Campus da UFPB. PB, 2012.
- [12] Equipe do Procel Edifica/Eletróbrás. Manual para Aplicação do RTQ-C. Versão 2. 2010.
- [13] Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C). INMETRO. Rio de Janeiro, 2013.
- [14] Equipe do Procel Edifica/Eletróbrás. Manual para Aplicação do RAC. Versão 1. 2013.

ANEXOS



ANEXO A – Planta baixa térreo Bloco D – FAET.



ANEXO B – Planta baixa piso 1 Bloco D – FAET.

Função da edificação	Densidade de Potência de Iluminação W/m2 (Nível A)	Densidade de Potência de Iluminação W/m2 (Nível B)	Densidade de Potência de Iluminação W/m2 (Nível C)	Densidade de Potência de Iluminação W/m2 (Nível D)
Escola/Universidade	10,7	12,3	13,9	15,5

ANEXO C – Trecho tabela 4.2 Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido – Método da área da edificação. Manual RTQ-C (2009).