

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

BRUNA PAULA SILVA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA CONFORME O MANUAL  
RTQ-C/PROCEL EDIFICA: um estudo de caso no Ministério Público do  
Trabalho de Campo Mourão-PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO  
2015

BRUNA PAULA SILVA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA CONFORME O MANUAL  
RTQ-C/PROCEL EDIFICA: um estudo de caso no Ministério Público do  
Trabalho de Campo Mourão-PR.**

Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Engenharia Ambiental do Departamento Acadêmico de Ambiental (DAAMB), do Câmpus Campo Mourão, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Barachel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Cristina R. Halmeman.

CAMPO MOURÃO

2015



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Campo Mourão  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Departamento Acadêmico de Ambiental - DAAMB  
Curso de Engenharia Ambiental



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### **ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA CONFORME O MANUAL RTQ-C/PROCEL EDIFICA: um estudo de caso no Ministério Público do Trabalho de Campo Mourão-PR**

por

BRUNA PAULA SILVA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 01 de Dezembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Cristina R. Halmeman

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Paula Cristina de Souza

---

Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup> Radames J. Halmeman

"O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do  
Curso de Engenharia Ambiental"

## AGRADECIMENTOS

É difícil agradecer todas as pessoas que de algum modo, fizeram ou fazem parte desta etapa da minha vida, tanto nos momentos de dificuldade e angústia como nos momentos serenos e felizes, por isso agradeço à todos de coração.

Dediquei este trabalho primeiramente aos meus pais Ivonete e Nilton que mesmo quando perdi a fé e fiquei sem chão, não desistiram e continuaram acreditando no meu potencial. Aproveito também para agradecer aos meus irmãos Ana e João que mesmo nas mais difíceis circunstâncias, tiveram paciência, confiança e sempre muito carinho dedicado.

Agradeço aos meus avós maternos João e Maria, de forma especial para minha avó pelas orações a mim dedicadas que sem dúvida alguma fizeram grande diferença em todos os momentos da minha trajetória, minha eterna gratidão.

Agradeço aos bons e velhos amigos “Carol, Halana, Lu, Renata e Thainara” pelo companheirismo, paciência, pela ajuda prestada inúmeras vezes sem hesitação. Obrigada por tornar os meus dias mais suportáveis.

Agradeço também aos amigos que mesmo distantes, através de palavras de incentivo e carinho me confortaram por muitas vezes: “Eloana, Fabiana, Lauane, Poliane, Thiago e Yasmim.

Agradeço também aos amigos que fiz em outros semestres “Dominique, Mariane, Rafael e Tatiane” pelo companheirismo, carinho, autenticidade e amizade, sempre ao meu lado nos momentos tristes, alegres, enfim na cumplicidade do dia-a-dia.

Agradeço à coordenadora do Curso de Engenharia Ambiental Professora Dr<sup>a</sup> Cristiane Kreutz, por ter acreditado e ajudado a tornar isso tudo possível.

Agradeço aos professores que desempenharam com dedicação as aulas ministradas.

Agradeço à minha querida orientadora Professora Dr<sup>a</sup> Maria Cristina R. Halmeman, que com paciência e pouco fôlego, conseguiu desempenhar um excelente papel, sendo essenciais as suas contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à todos os funcionários da Universidade, que atenciosamente atenderam as minhas necessidades.

Agradeço em especial ao Professor Drº Marcelo G. Caxambu que me acolheu nas dependências do Herbário deste Câmpus. Obrigada pela paciência, dedicação, orientação, enfim por todas as contribuições, que sem dúvida foram essenciais na minha formação acadêmica.

E finalmente agradeço a Deus, por proporcionar estes agradecimentos à todos que tornaram esse momento possível, e além de ter me dado uma família e amigos maravilhosos, também proporcionou oportunidades as quais me trouxeram até aqui.

## RESUMO

SILVA, Bruna P. **Análise da eficiência energética conforme o manual RTQ-C/Procel Edifica: Um estudo de caso no Ministério Público do Trabalho de Campo Mourão-PR.** 2015. 36 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

Diante de um cenário global de degradação ambiental, escassez de recursos naturais, água, energia, aliado ao aumento exponencial da população, a eficiência energética ganhou grande importância nos últimos anos, devido, principalmente, à sua associação com esses vários fatores. Desta forma o presente estudo discorre sobre os procedimentos e requisitos necessários para avaliar uma edificação a nível de eficiência correspondente ao seu projeto e ao aproveitamento das condições naturais do ambiente. Para realizar essa análise, seguiu-se o regulamento técnico de eficiência RTQ-C, elaborado pelo Procel em parceria com outros órgãos do setor. O qual além de ter o intuito de criar um modelo técnico para a avaliação da eficiência de edificações, objetiva difundir o tema de maneira a ampliar seus conceitos e especificações. A edificação analisada neste estudo foi o Ministério Público do Trabalho, em Campo Mourão-PR. Sendo assim, constatou-se que de acordo com os requisitos de classificação do RTQ-C o edifício enquadra-se como: nível A para Envoltória, nível D para Sistema de Iluminação, nível B para o Sistema de Condicionamento de Ar, e em relação a Classificação Geral alcançou o nível B de classificação em relação a eficiência energética da edificação. Ainda foram apresentadas propostas de melhorias, as quais baseiam-se em diversos fatores, vinculados principalmente as questões ambientais de maneira a elencar a sua importância atual, e ampliar as opções disponíveis de melhoria em uma edificação em relação ao seu impacto no meio ambiente.

**Palavras-chave:** Edificação. Conforto ambiental. Meio ambiente. Certificação Energética. Impacto ambiental.

## ABSTRACT

SILVA, Bruna P. **Análise da eficiência energética conforme o manual RTQ-C/Procel Edifica: Um estudo de caso no Ministério Público do Trabalho de Campo Mourão-PR.** 2015. 36 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

Faced with a scenario of global environmental degradation, scarcity of natural resources, water, energy, coupled with the exponential increase in population, energy efficiency has gained great importance in recent years, mainly due to its association with these various factors. Therefore, the present study discusses the procedures and requirements necessary to evaluate a building at the level corresponding to its efficient design and the use of natural environmental conditions. To perform this analysis, was followed by the technical regulation of RTQ-C efficiency, prepared by Procel in partnership with other agencies of the sector. Which in addition to the goal of creating a technical model for the assessment of building efficiency, aims to spread the theme in order to broaden their concepts and specifications. The building analyzed in this study was the Ministry of Labor in Mourao-PR field. Therefore, it was found that according to the classification requirements of RTQ-C building fits as level A for envelopment, level D to Illumination System, level B for Air Conditioning System, and for General Classification reached the B level rating relative energy efficiency of the building. Further proposals for improvements were presented, which are based on several factors, mainly related environmental issues so as to list your current importance, and expand the options available to improve in a building in relation to its impact on the environment.

**Keywords:** Building. Environmental comfort. Environment. Energy certification. Environmental impact.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fachada principal do Ministério Público do Trabalho .....	16
Figura 2 - Layout Geral da parte interna (Ministério Público do Trabalho).....	17
Figura 3 - Zona Bioclimática 3 .....	19



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros do $IC_{máxD}$ e $IC_{mín}$ .....	21
Tabela 2 – Limites dos intervalos dos níveis de eficiência .....	21
Tabela 3 – Limites Máximos e Mínimos de Indicadores de consumo da envoltória .....	28

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resultados obtidos para transmitância térmica(U), Capacidade térmica ( $C_T$ ) e Atraso térmico ( $\phi$ ) de um componente. ....	25
Quadro 2 – Resultados obtidos para cores e absorvância ( $\alpha$ ).....	26
Quadro 3 – Áreas correspondentes da envoltória.....	26
Quadro 4 – Resultados obtidos para as variáveis de cálculo da envoltória.....	27
Quadro 5 – Resultados para Percentual de abertura das fachadas .....	27
Quadro 6 – Resultado dos índices de consumo e intervalo(i) da envoltória .....	27
Quadro 7 – Densidade de Potência limite para cada nível .....	29
Quadro 8 – Valores de Potência de iluminação instalada na edificação para cada atividade ....	29
Quadro 9 – Valores de Potência limite para nível de classificação pretendido .....	30
Quadro 10 – Equipamentos e suas respectivas classificações conforme INMETRO E RTQ-C..	30
Quadro 11 – Coeficientes de ponderação para cada unidade do sistema e seus resultados finais .....	31
Quadro 12 – Equivalentes numéricos e pesos atribuído a cada componente avaliado.....	31

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>9</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>10</b>
3.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES .....	10
3.2 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO MUNDO .....	11
3.3 PROCEL EDIFICA .....	12
3.4 REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE PARA O NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS (RTQ- C) .....	12
3.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E MEIO AMBIENTE .....	13
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
4.1 MATERIAL .....	16
4.2 MÉTODO.....	18
4.2.1 Envoltória .....	18
4.2.2 Sistemas de Iluminação .....	22
4.2.3 Sistemas de Condicionamento de Ar .....	22
4.2.4 Classificação Geral do Nível de Eficiência .....	23
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>25</b>
6.2 ENVOLTÓRIA .....	25
6.3 SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO .....	28
6.4 SISTEMAS DE CONDICIONAMENTO DE AR.....	30
6.5 CLASSIFICAÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO.....	31
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Primeiramente deve-se entender o conceito de eficiência energética (EE), o qual diz respeito basicamente a maneiras de consumir menos energia para realizar a mesma quantidade de serviço, ou seja, significa diminuir a quantidade de energia primária destinada a produzir um bem ou serviço de energia. Ainda podendo ampliar esta definição de EE para incluir também a substituição de energéticos tais como: gás, energia solar, e outros. Onde se comprove menores custos tanto sociais, ambientais, como financeiros para a produção de um bem ou serviço. O padrão de consumo está diretamente aliado com o estilo de vida, o usuário final é elemento fundamental para um sistema energético eficiente. Sendo que dele dependem decisões importantes como compra, instalação e operação de equipamentos e processos que consomem menos energia (JANNUZZI, 2008).

Sendo assim, é de extrema importância ressaltar o fato de que o uso racional e a conservação de energia é um dos principais motivos de competitividade no cenário global. Em muitas empresas o uso de energia chega a quase 20 % do seu faturamento. A maioria destas apresentam potencial para reduzir estes gastos, desde a elaboração das plantas comerciais até seu uso final, o que necessita que sejam adotados tecnologias energeticamente eficientes para os mais diversos tipos de utilização (PENNA et al. 2001).

A crise do petróleo ocorrida na década de 70 serviu como alerta para que muitos países pesquisassem novas fontes de energia. Como as fontes disponíveis apresentavam custos mais altos e exigiam longos períodos para implantação, o uso racional de energia passou a ser encarado como a opção mais vantajosa, na medida em que a redução do consumo evitaria a instalação de novos parques geradores (LABORATÓRIO..., 2012).

O Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL), desde sua fundação em dezembro de 1985, promove a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica para que se eliminem os desperdícios e se reduzam os custos e os investimentos setoriais, atendendo ao crescimento da demanda de energia sem que a oferta seja ampliada na mesma proporção (CAMPOS; MORAES, 2012).

O Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (PROCEL EDIFICA) veio como forma de organizar e ampliar os conceitos de conservação de energia elétrica aplicados a edificações, através da avaliação dos requisitos do Regulamentos Técnicos e de conformidade especificados pelo programa. O objetivo principal do PROCEL EDIFICA é provocar um impacto no mercado imobiliário e na medida em que existam prédios etiquetados e outros não, as pessoas iriam dar preferência a esse instrumento (CAMARGO, 2013).

Quando se pensa na importância de uma certificação energética no Brasil de forma efetiva e eficaz, não podemos deixar de citar que o consumo de energia elétrica nas edificações corresponde a cerca de 45% do consumo faturado no país e o potencial de redução deste consumo é de 50% para novas edificações e de 30% para aquelas que promoverem reformas que contemplem os conceitos de eficiência energética em edificações. (PROCEL INFO, 2006).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a eficiência energética no Ministério Público do Trabalho de Campo Mourão-PR, conforme requisitos do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética (RTQ-C).

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcance do objetivo geral, conforme os três requisitos que o regulamento especifica, são propostos os seguintes objetivos específicos:

- Estabelecer o nível de eficiência da envoltória;
- Determinar o nível de eficiência do sistema de iluminação;
- Avaliar o nível de eficiência dos sistemas de condicionamento de ar;

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

No âmbito atual da economia mundial altamente competitiva, exige das empresas maior eficiência em suas atividades. A redução de custos não é a única vantagem no uso eficiente da energia elétrica, mas também a redução nos impactos ambientais. Observa-se ainda que a eficiência energética está diretamente ligada a melhoria na qualidade do ambiente de trabalho e do processo produtivo (LABORATÓRIO..., 2012).

O uso de energia nas edificações é, de um modo geral muito ineficiente, causado por um conjunto de ações que se multiplicam tornando-se cada vez mais expressivas. Tais como o uso de aparelhos ineficientes para converter a energia comercial em serviços de energia, da utilização inadequada ou insuficiente de sistemas de supervisão e controle, a operação inadequada dos equipamentos existentes, o não aproveitamento da energia renovável como a energia do sol sob a forma de calor, luz e vento disponibilizada pela natureza no local, ou ainda, o comportamento inconsciente ou desinformado dos usuários (FERNANDES et al., 2013).

É quase impossível evitar desperdícios, visto que perdas ocorrem sempre que se utiliza qualquer forma de energia, mas algumas podem ser contornadas ou mitigadas, no entanto, essas questões necessitam de normas que impeçam desperdícios, e ainda atuem de forma efetiva desde a planejamento até a utilização final, visando sempre cumprir um dos principais objetivos da eficiência energética que é oferecer condições de economia de energia, sem afetar a qualidade, conforto e condições de saúde (GRÜNBERGI et al., 2014).

### 3.2 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO MUNDO

Conforme (GRÜNBERGI et al., 2014), a necessidade por mudanças no setor da construção civil visando a adequação às questões de sustentabilidade, motivou o desenvolvimento, em vários países, de sistemas de certificação ambiental de edificações, também conhecidos como selos verdes para edifícios. Com o intuito de mostrar a importância destes programas de certificação de melhor desempenho para edificações, foram selecionados dois sistemas de certificação, por se tratarem dos mais usuais no mundo e ambos foram adaptados e aplicados no Brasil.

O *Leadership in energy and Environmental Design* (LEED) que foi elaborado no Estados Unidos em 1996 e colocado em prática em 1998 pela Green Building Council (USGBC), um conselho americano de construção sustentável, instituição que busca promover edifícios sustentáveis e lucrativos, bem como lugares saudáveis para se viver e trabalhar, buscando passar tais conceitos para os profissionais e para a indústria de construção. No Brasil foi criado o *Green Building Council Brasil* (GBCB) em 2007, órgão não governamental devidamente vinculado ao USGBC, um dos objetivos do GBCB é difundir os parâmetros sustentáveis em habitações, buscando a viabilidade econômica, criação de ambientes mais saudáveis, redução da extração de recursos naturais do ambiente e conscientização da demanda do setor residencial (NASCIMENTO; MACIEL, 2011).

E o HQE que visa melhorar a qualidade ambiental dos edifícios novos e existentes, para prover conforto e qualidade de vida, visando o mínimo de impactos sobre o meio ambiente em todo o ciclo. É uma abordagem baseada no fato de que a construção deve primeiro conhecer a utilização e garantir a estrutura adequada de vida de seus usuários. O processo AQUA é uma certificação internacional da construção sustentável desenvolvido a partir da certificação francesa HQE e aplicado no Brasil pela Fundação Vanzolini, voltado para sustentabilidade nas construções brasileiras, os referenciais técnicos foram desenvolvidos considerando a cultura, o clima, as normas técnicas e a regulamentação presentes no Brasil, buscando sempre uma melhoria contínua de seus desempenhos. Sem mudar a base conceitual francesa (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2013).



### 3.3 PROCEL EDIFICA

Conforme o Centro Brasileiro de informação de Eficiência Energética (PROCEL INFO, 2006), o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (PROCEL EDIFICA), teve início em 2003 pela ELETROBRAS/PROCEL. Surgiu com objetivo de ampliar e organizar as ações do PROCEL, de forma a incentivar o uso racional da energia elétrica em edificações, promovendo a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais nas edificações, reduzindo os desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente.

Para aplicar esses conceitos foram elaborados métodos de avaliação da conformidade e critérios técnicos específicos que estão contidos no Regulamento para Concessão do Selo Procel de Economia de Energia para Edificações, e nos Regulamentos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais (RTQ-R), bem como usando o método descrito no Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RAC-C) e Edifícios Residenciais (RAC-R), do Programa Brasileiro de Edificações (PBE) (CAMARGO, 2013).

### 3.4 REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE PARA O NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS (RTQ-C)

O regulamento especifica requisitos técnicos, bem como os métodos para classificação de edifícios comerciais, de serviços e públicos quanto à eficiência energética. Seu objetivo é criar condições para a etiquetagem do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos.

É de caráter voluntário para edificações novas e existentes e passará a ter caráter obrigatório para edificações novas em prazo a definir. Os edifícios

submetidos a este regulamento devem atender a todas as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT - vigentes e aplicáveis.

A concessão da etiqueta será realizada tanto para as fases de projeto de nova edificação ou edificação existente. É aplicável a edifícios com área total útil mínima de 500 m<sup>2</sup> e/ou com tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3 kV, incluindo edifícios condicionados, parcialmente condicionados e não condicionados.

A etiquetagem de eficiência energética de edifícios deve atender aos requisitos relativos ao desempenho da envoltória, à eficiência e potência instalada do sistema de iluminação e do sistema de condicionamento do ar. Então o presente regulamento especifica a classificação do nível de eficiência de edificações, dividida nesses três requisitos. Para obter a classificação geral do edifício, as classificações por requisitos devem ser avaliadas e para isso, pesos são atribuídos para cada requisito, resultando numa classificação final.

Todos os requisitos incluindo a classificação geral têm níveis de eficiência que variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) e são apresentadas na Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE). Um edifício com classificações A nos três requisitos parciais: envoltória, iluminação e condicionamento de ar, está em condições de obter o Selo Procel.

### 3.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E MEIO AMBIENTE

Segundo (BARBOSA, 2013), o Brasil está em 34º lugar no *ranking* geral como país com o sistema de energia elétrica mais eficiente no mundo, segundo levantamento feito pelo Conselho Mundial de Energia (WEC). No ano de 2013, o Índice de Sustentabilidade Energética avaliou o desempenho de mais de 100 países em três quesitos, sendo eles: segurança energética, equidade no acesso à luz e redução do impacto ambiental. No qual o Brasil apresentou as seguintes colocações Segurança energética (27º), Equidade no acesso à energia (86º), Redução do impacto ambiental (17º). Esta avaliação visa ter um sistema elétrico confiável, de alta qualidade e baixo custo econômico e ambiental.

O estudo destaca a necessidade de se avaliar melhor os efeitos sobre o meio ambiente e trabalhar para reduzir os riscos. Sugere ainda que o Brasil

explora melhor as possibilidades apresentadas pela biomassa, as quais devem trazer impactos positivos e mudar o papel do país no mercado global de energia.

Uma das consequências naturais do progresso tecnológico é a busca por maior eficiência energética, pode ser até mesmo entendida como uma reação dos consumidores ao aumento de preços de energia e mesmo como parte dos esforços de redução de custos nos setores mais competitivos da economia. Apesar do apoio governamental a essas atividades, tendo como principais participantes, os órgãos governamentais, como o PROCEL, concessionárias públicas de eletricidade, ONGs e empresas privadas de serviços de eletricidade. Não parecem ser suficiente para sozinhos mobilizar as ações necessárias para promoção de maior eficiência energética (JANNUZZI, 2008).

O Governo do Brasil buscou preservar o apoio político e financeiro para melhorar a eficiência energética, ao privatizar e reestruturar o setor de eletricidade. Sendo umas das formas de emprego destas políticas a exigência de que as empresas de distribuição de energia elétrica no Brasil apliquem parte de sua receita anual líquida em medidas e programas relacionados à eficiência energética, garantindo que recursos continuem sendo alocados para a eficiência energética no setor elétrico atual do país.

De acordo com a *World Wildlife Fund - BRASIL (WWF-BRASIL) (2007)*, os benefícios da eficiência energética são bastante conhecidos, podemos assim elencar alguns bem conhecidos: ajudam a reduzir gastos, evitar emissões e impactos ambientais, além de poderem ser implantadas mais rapidamente que o aumento da oferta de energia. Ainda quando se pensa no meio ambiente, temos a eficiência energética como componente importante das ações para estabilização de emissões de gases estufa. Desta forma uma maior eficiência e redução do desperdício no fornecimento e uso final de energia ajudariam a preservar o meio ambiente, na medida em que restringem a quantidade de energia que precisa ser gerada. O fornecimento e uso de energia afeta o meio ambiente em razão da extração de combustível e transporte, implantação de usinas de geração de eletricidade, refinarias e emissões na atmosfera. A redução do desperdício de energia elétrica e melhor gerenciamento do setor de transportes podem ajudar o Brasil a melhorar a qualidade do ar local, além de contribuir para os esforços globais visando a redução dos gases de efeito-estufa como já mencionado anteriormente.

Em contrapartida aos investimentos bilionários em novas fontes de energia limpa, a eficiência energética aparece como uma alternativa muito mais barata e como seu nome já diz mais eficiente. Poupano recursos naturais, diminuindo os custos de produção, bens e produtos serão cada vez mais baratos sem prejuízo de suas qualidades, e ainda reduz o investimento em geração de energia (SASSON, 2011).

Sendo assim, é de vital importância citar uma das políticas públicas mais importantes no cenário atual brasileiro, a qual se trata da Portaria nº 23, publicada pelo governo federal no dia 13 de fevereiro de 2015 no Diário Oficial da União, que estabelece medidas para reduzir o consumo de energia elétrica e água em órgãos da administração pública federal. De acordo com a portaria, as entidades e os órgãos federais devem adotar práticas responsáveis de consumo, como o uso consciente dos aparelhos de ar condicionado, de lâmpadas, além de evitar o desperdício de água. Tais práticas segundo o ministro de Minas e Energia, Eduardo Braga, devem ter como o objetivo diminuir o consumo em cerca de 30% nestas edificações.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL

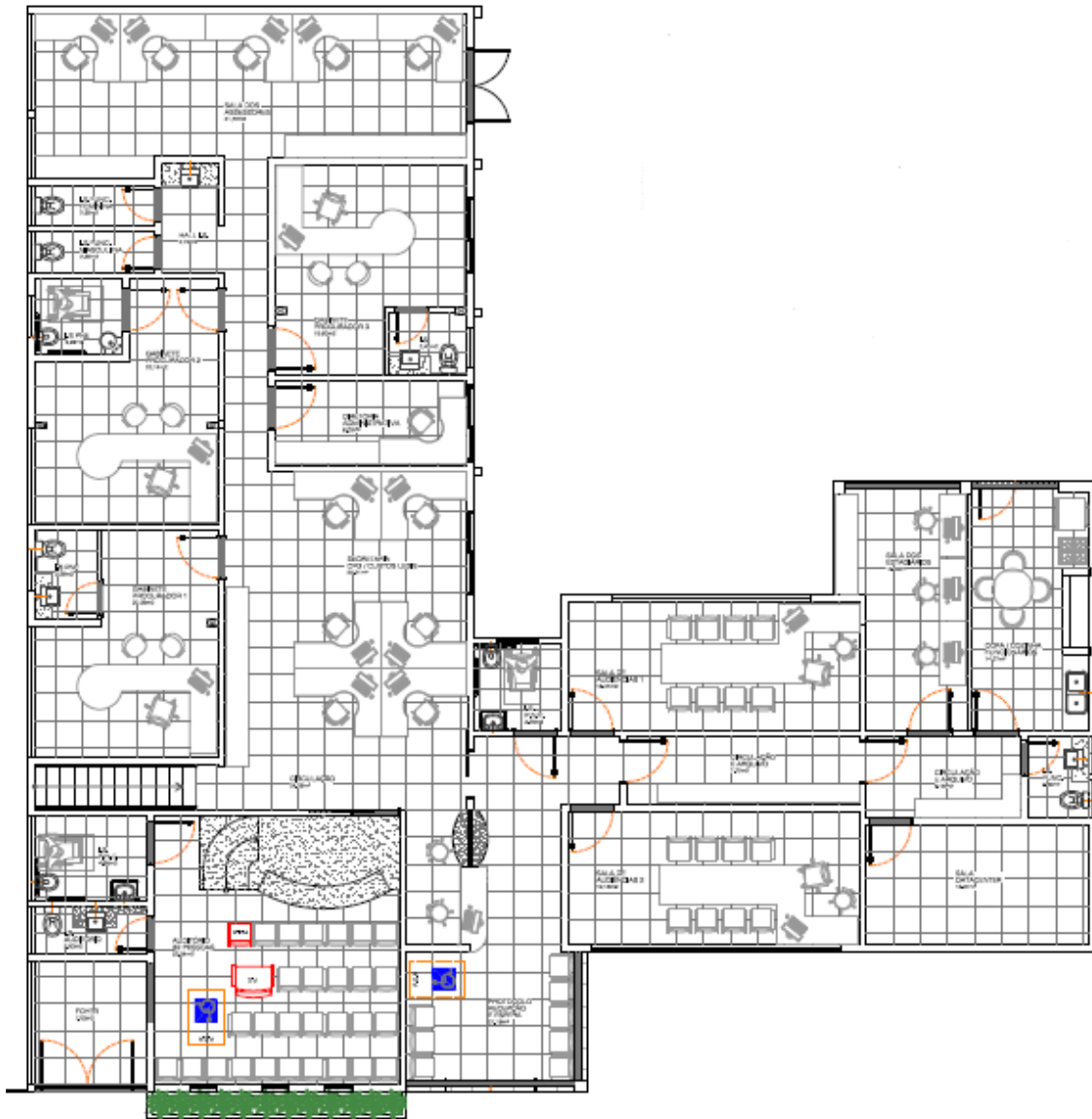
O trabalho foi realizado no Ministério Público do Trabalho (MPT), que é destinado à comunidade que abrange 9ª Região, e está situada na cidade de Campo Mourão-PR conforme figura 1. O MPT é um ramo do Ministério Público da União (MPU) que tem como atribuição fiscalizar o cumprimento da legislação trabalhista quando houver interesse público, procurando regularizar e mediar as relações entre empregados e empregadores. Cabe ao MPT promover a ação civil pública no âmbito da Justiça do Trabalho para defesa de interesses coletivos, quando desrespeitados direitos sociais constitucionalmente garantidos aos trabalhadores. Também pode manifestar-se em qualquer fase do processo trabalhista, quando entender existente interesse público que justifique (MINISTÉRIO..., 2014).



**Figura 1 - Fachada principal do Ministério Público do Trabalho**  
Fonte: Autoria Própria

O MPT está localizada nas coordenadas 24°02'18.59"S e 52°21'57.89" O, conforme o *layout* do projeto arquitetônico (Figura 2):

COL



**Figura 2 - Layout Geral da parte interna (Ministério Público do Trabalho)**  
 Fonte: Adaptado do projeto Arquitetônico do Ministério Público do Trabalho (2013)

Para este trabalho analisaram-se as questões de eficiência energética no ambiente público através da regulamentação proposta pelo PROCEL EDIFICA conforme regulamento técnico RTQ-C.

A edificação está dividida em vários ambientes, sendo cada setor com diferentes finalidades:

- Auditório;

- Sala de espera;
- Sala de audiência;
- Circulação;
- Cozinha;
- Escritórios;
- Instalações sanitárias;

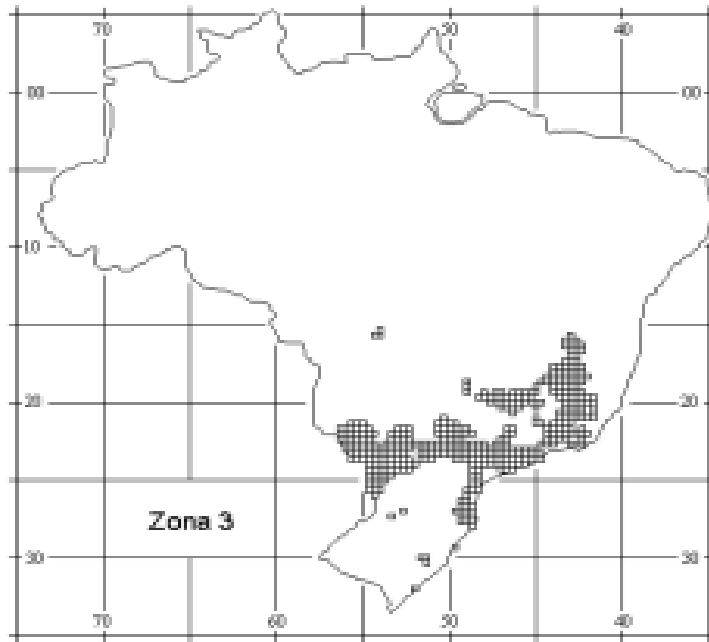
## 4.2 MÉTODO

Para estabelecer o nível de eficiência energética da edificação foi utilizado o método prescritivo do RTQ-C(2013), cuja classificação poderá ser obtida através de uma equação fornecida para ambientes condicionados.

Desse modo, analisam-se separadamente os três requisitos descritos no manual, sendo estes: envoltória, sistemas de condicionamento de ar e sistemas de iluminação. Cujas parciais são combinadas na equação final que determina o nível de eficiência geral.

### 4.2.1 Envoltória

Através da NBR 15220- 3 Anexo A (normativo), define-se que o edifício está localizado na Zona Bioclimática 3 (ZB3), que abrange a cidade de Campo Mourão-PR, conforme figura 3 (Associação..., 2005).



**Figura 3 - Zona Bioclimática 3**  
**Fonte: NBR 15220-3 (2005)**

Em seguida além do exigido pelo método de classificação de eficiência da envoltória, que baseia-se em um indicador de consumo obtido através de uma equação 1, analisam-se alguns requisitos específicos para classificação do nível de eficiência da envoltória, que deverão ser atendidos de acordo com o nível de eficiência pretendido, ou seja, de A (ótimo) à E (menos eficiente), sendo:

→ **Transmitância térmica:**

Foi obtida a transmitância térmica da edificação de acordo com o tipo de material que compõe a envoltória da mesma, visto que os materiais podem diferenciar-se ao longo da cobertura e fachada. A transmitância térmica deve ser obtida utilizando os valores extraídas da NBR 15220-2(2005), que trata do desempenho térmico de edificações.

Feito isso verificou-se de acordo com os limites de cada nível de classificação existente no RTQ-C.



→ Cores e absorvância da superfície:

Da mesma forma que na transmitância térmica é obtida a absorvância referente a cada material que compõe cobertura ou fachada da edificação. Analisou-se a tabela da NBR 15220-2(2005), que apresenta os valores de absorvâncias e emissividades referentes a diversos materiais.

→ Indicador de Consumo da envoltória( $IC_{env}$ ):

Para o procedimento de determinação da eficiência da envoltória, calculou-se o Indicador de Consumo da Envoltória ( $IC_{env}$ ), através da equação 1, com base nas variáveis do projeto em que:

Como o MPT está situado na Zona bioclimática 3, e possui área de projeção do edifício ( $A_{pe}$ ) > 500 m<sup>2</sup>, portanto Utilizou-se a Equação 1:

$$IC_{env} = -14,14.FA - 113,94.FF + 50,882PAFt + 4,86.FS - 0,32.AVS + 0,26.AHS - \frac{35,75}{FF} - 0,54.PAFt.AVS + 277,98 \quad (1)$$

$A_{pe}$ : Área de projeção do edifício (m<sup>2</sup>);

$A_{tot}$ : Área total construída (m<sup>2</sup>);

$A_{env}$ : Área da envoltória (m<sup>2</sup>);

$A_{pcob}$ : Área de projeção da cobertura (m<sup>2</sup>);

AVS: Ângulo Vertical de Sombreamento

AHS: Ângulo Horizontal de Sombreamento

FF: Fator de Forma, ( $A_{env}/ V_{tot}$ );

FA: Fator Altura, ( $A_{pcob}/ A_{tot}$ );

FS: Fator Solar;

PAF<sub>T</sub>: Percentual de Abertura na Fachada total: média do percentual de aberturas existentes;

V<sub>tot</sub>: Volume total da edificação (m<sup>3</sup>);

Em seguida calculou-se os limites máximo e mínimo do indicador de consumo para a volumetria do projeto em questão (IC<sub>máxD</sub> e IC<sub>mín</sub>), também por meio da Equação 1, mas utilizando os parâmetros de entrada fornecidos pela Tabela 1 conforme RTQ-C (2013):

**Tabela 1 – Parâmetros do IC<sub>máxD</sub> e IC<sub>mín</sub>**

PAF <sub>T</sub>	FS	AVS	AHS
0,60	0,61	0	0
0,05	0,87	0	0

Fonte: RTQ-C (2013)

Os limites IC<sub>máxD</sub> e IC<sub>mín</sub> representam o intervalo dentro do qual a edificação proposta deve se inserir, este é dividido em quatro partes (i), sendo que cada parte se refere a um nível de classificação numa escala de desempenho que varia de A a E. Através da Equação 2 calcula-se o valor de (i) que será utilizado para preencher a Tabela 2, e então identificar o nível de eficiência da envoltória.

$$i = \frac{IC_{máxD} - IC_{mín}}{4} \quad (2)$$

**Tabela 2 – Limites dos intervalos dos níveis de eficiência**

Eficiência	A	B	C	D	E
Lim. Mín	-	IC <sub>MáxD</sub> - 3i + 0,01	IC <sub>MáxD</sub> - 2i + 0,01	IC <sub>MáxD</sub> - i + 0,01	IC <sub>MáxD</sub> + 0,01
Lim. Máx	IC <sub>MáxD</sub> - 3i	IC <sub>MáxD</sub> - 2i	IC <sub>MáxD</sub> - i	IC <sub>MáxD</sub>	-

Fonte: RTQ-C (2013)

Por fim compara-se o IC<sub>env</sub> obtido com as variáveis do projeto com a Tabela 2, onde identificou-se o nível de eficiência da envoltória.

#### 4.2.2 Sistemas de Iluminação

Para os sistemas de iluminação, utilizou-se o método das atividades por ambiente do edifício para calcular a densidade de potência da iluminação interna de acordo com o nível proposto no RTQ-C(2013) em que:

- Identificou-se as atividades principais do edifício
- Identificou-se também a potência de iluminação limite DPiL ( $W/m^2$ ) para cada nível de eficiência
- Determinou-se a área iluminada do edifício ( $m^2$ )
- Para encontrar a potência limite do edifício, multiplicou-se a área iluminada pela DPiL ( $PL = A \times DPiL$ )
- Por fim comparou-se a potência total instalada no edifício e a potência limite para determinar o nível de eficiência do sistema de iluminação

#### 4.2.3 Sistemas de Condicionamento de Ar

Para analisar os sistemas de condicionamento de ar, avaliou-se o pré-requisito específico em cada ambiente separadamente que, para obter os níveis de eficiência A, condicionadores de ar do tipo de janela ou unidades condensadoras de condicionadores do tipo *Split* devem estar sombreados permanentemente e com ventilação adequada para não interferir em sua eficiência.

Classificou-se então os equipamentos de condicionamento de ar através do nível de eficiência que o INMETRO atribui a cada modelo, as tabelas atualizadas estão presentes no próprio INMETRO com as classes de eficiência energética com os requisitos mínimos de eficiência para cada categoria. Esta classificação

possibilita uma maior segurança na avaliação do material., visto que as informações contidas no site do INMETRO são dinâmicas e podem ser atualizadas constantemente (acesso ao site realizado nos meses de outubro e novembro de 2015).

- Categoria 1: Condicionadores de Ar tipo Janela
- Categoria 2: Condicionadores de Ar tipo Split.

Então os níveis de eficiência foram encontrados e seus equivalentes numéricos presentes no manual, ponderados pelas áreas dos ambientes atendidos por seu respectivo sistema, a fim de estimar o equivalente numérico final e, portanto, o nível de eficiência do sistema de condicionamento de ar do edifício.

#### 4.2.4 Classificação Geral do Nível de Eficiência

Para obter a classificação geral do edifício, avaliou-se as classificações por requisitos, resultando na classificação final. Para isso, pesos são atribuídos para cada requisito, de acordo com a pontuação final. Para determinar a eficiência energética geral de Pontuação Total (PT), utilizou-se a Equação 3:

$$Pt = 0,30 \left\{ \left( EqNumenv * \frac{AC}{AU} \right) + \left( \frac{APT}{AU} * 5 + \frac{ANC}{AU} * EqNumV \right) \right\} + 0,30 * (EqNumDPI) + 0,40 \left\{ \left( EqNumCA * \frac{AC}{AU} \right) + \left( \frac{APT}{AU} * 5 + \frac{ANC}{AU} * EqNumV \right) \right\} + b \quad (3)$$

Em que:

- 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 ventilados naturalmente;
- APT: área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados ( $m^2$ );
- 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 da simulação ( $m^2$ );
- AC: área útil dos ambientes condicionados ( $m^2$ );
- AU: área útil ( $m^2$ );
- b: pontuação obtida pelas bonificações, que varia de zero a 1.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.2 ENVOLTÓRIA

Utilizou-se a norma NBR 15220 (2005) – parte 2, que dispõe sobre as propriedades térmicas de diversos tipos de materiais, para calcular as transmitâncias térmicas, como mostra o Quadro 1:

Descrição do Material		Resultados Obtidos
Cobertura do edifício	Telha de barro com laje de concreto de 2,00 cm, e Espessura de 1,0 cm.	U = 1,84 W/ m <sup>2</sup> K C <sub>T</sub> = 458 KJ/m <sup>2</sup> K φ = 8,0 horas
Paredes do edifício	Tijolos maciços aparentes: Dimensões (10 x 6 x 22) cm Espessura (10,0) cm	U = 3,7 W/ m <sup>2</sup> K C <sub>T</sub> = 149 KJ/m <sup>2</sup> K φ = 2,4 horas
	Tijolos 6 furos circulares: Dimensões (10 x 15 x 20) cm Espessura argamassa (10,0) cm Espessura emboço (2,5) cm Espessura parede (15,0) cm	U = 2,28 W/ m <sup>2</sup> K C <sub>T</sub> = 168 KJ/m <sup>2</sup> K φ = 3,7 horas

**Quadro 1 – Resultados obtidos para transmitância térmica(U), Capacidade térmica (C<sub>T</sub>) e Atraso térmico (φ) de um componente.**

Para cores e absorvância térmica também utilizou-se a NBR 15220(2005), visto que há poucas informações no manual RTQ-C. Vale ressaltar ainda que a absorvância deveria de preferência ser obtida através de medições em laboratório para obter dados mais precisos e específicos para cada componente da envoltória, porém é inviável devido as definições do próprio manual referido (RTQ-C) não convêm que sejam feitas essas análises em virtude da viabilidade econômica.

Desta forma, o trabalho apresenta aproximações de valores de absorvância durante a metodologia utilizada para poder seguir os procedimentos abordados pelo RTQ-C, os valores obtidos para cores e absorvância estão dispostos no Quadro 2:

Descrição do Material		Resultados Obtidos
Cobertura do edifício	Telha de barro	$\alpha = 0,75$
Fachadas do edifício	Transparentes	$\alpha = 0,25$
	Tijolo aparente	$\alpha = 0,65$
	Parede + Pintura branca	$\alpha = 0,20$

**Quadro 2 – Resultados obtidos para cores e absorvância ( $\alpha$ ).**

Em relação as fachadas de vidro, estas não possuem contato com a parede, logo não é necessário calcular a absorvância entre o vidro e a parede.

Os resultados obtidos para transmitância e absorvância, serão utilizados para verificar o atendimento aos pré-requisitos de classificação impostos pelo manual, após o cálculo do  $IC_{env}$ .

→ Indicador de Consumo da Envoltória

Foram feitas as medições das áreas de cada parte que compõem a edificação, de forma a determinar as variáveis do cálculo (Quadro 3):

Fachada	Área da envoltória
Frontal	87,51 m <sup>2</sup>
Lateral esquerda	59,75 m <sup>2</sup>
Lateral direita	74,56 m <sup>2</sup>
Fundos	86,28 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>308,10 m<sup>2</sup></b>

**Quadro 3 – Áreas correspondentes da envoltória**

Em seguida foi possível obter as variáveis de cálculo da envoltória (Quadro 4):

Descrição da área	Resultados obtidos
Área de projeção da cobertura ( $A_{pcob}$ )	576,76 m <sup>2</sup>
Área de projeção do edifício ( $A_{pe}$ )	819,14 m <sup>2</sup>
Área útil ( $A_u$ )	366,66 m <sup>2</sup>
Área Total ( $A_{Tot}$ )	819,14 m <sup>2</sup>
Volume total da edificação	1093,03 m <sup>3</sup>
Fator de altura (FA)	0,527
Fator de forma (FF)	0,704

**Quadro 4 – Resultados obtidos para as variáveis de cálculo da envoltória**

Verificou-se então o percentual de abertura das fachadas (PAFT), conforme Quadro 5:

Fachadas	Área da envoltória (m <sup>2</sup> )	Área de aberturas (m <sup>2</sup> )	PAFT (%)
Frontal	87,51	21,84	24,95
Lateral esquerda	59,75	19,76	33,07
Lateral direita	74,56	15,49	20,77
Fundos	86,28	8,65	10,02
<b>Total</b>	<b>308,10</b>	<b>65,74</b>	<b>21,33</b>

**Quadro 5 – Resultados para Percentual de abertura das fachadas**

→ Indicador de Consumo ( $IC_{env}$ )

Para este cálculo foi considerado uma  $A_{pe} > 500$  m<sup>2</sup>, e ZB3 na qual o edifício está inserido, para definir o indicador de consumo ( $IC_{env}$ ), e também  $IC_{máx}$  e  $IC_{mín}$ , e intervalo (i) (Quadro 6):

Descrição	Resultados obtidos
$IC_{mín}$	197,08
$IC_{máx}$	223,77
Intervalo	6,67
$IC_{env}$	201,14

**Quadro 6 – Resultado dos índices de consumo e intervalo(i) da envoltória**



Com os resultados obtidos, foi possível preencher a tabela proposta pelo RTQ-C a qual determina os limites para os índices de consumo máximos e mínimos de cada nível de eficiência, considerando o  $IC_{env}$  conclui-se o nível ao qual a edificação se enquadra para a envoltória (Tabela 3).

**Tabela 3 – Limites Máximos e Mínimos de Indicadores de consumo da envoltória**

<b>Eficiência</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>Lim Mín</b>	-	203,77	210,44	217,11	223,78
<b>Lim Máx</b>	203,76	210,43	217,10	223,77	-

Portanto a edificação analisada está atendendo aos requisitos de classificação segundo o RTQ-C para o nível A. Porém nota-se que as transmitâncias da cobertura e paredes excedem o limite para a classificação A, o que sugere a investigação quanto aos materiais utilizados e possíveis propostas de intervenção, visando uma readequação do edifício, sem alterar o propósito de maior conforto humano simultâneo a melhor eficiência energética.

### 6.3 SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO

Utilizou-se o método das atividades do edifício para análise dos sistemas de iluminação. Verificou-se as informações descritas do manual para obter os limites aceitáveis de Densidade de Potência limite para cada nível (DPil) (Quadro 7):

<b>Ambiente</b>	<b>DPil A (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>DPil B (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>DPil C (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>DPil D (W/m<sup>2</sup>)</b>
Sala de espera	8,50	10,20	11,90	13,60
Sala de audiência	7,10	8,52	9,94	11,36
Circulação	10,70	12,84	14,98	17,12
Instalações Sanitárias	6,00	7,20	8,40	9,60
Cozinha	11,90	14,28	16,66	19,04

Escritórios	11,90	14,28	16,66	19,04
Auditórios	5,00	6,00	7,00	8,00

**Quadro 7 – Densidade de Potência limite para cada nível**

Sendo os componentes de iluminação artificial encontrados foram:

- Lâmpadas Fluorescentes de 40 W;
- Lâmpadas Fluorescentes de 20 W;

Desta forma para calcular a Potência instalada verificou-se no total de lâmpadas em cada ambiente e sua respectiva potência instalada (Quadro 8):

Ambiente	Área (m <sup>2</sup> )	Lâmpadas	Potência Instalada
Sala de espera	27,18	12 lâmpadas 40 W	480 W
Sala de audiência	37,59	12 lâmpadas 40 W	480 W
Circulação	38,15	10 lâmpadas 40 W	400 W
Instalações Sanitárias	27,19	20 lâmpadas 20 W	400 W
Cozinha	14,07	4 lâmpadas 40 W	160 W
Escritórios	148,67	62 lâmpadas 40 W	2480 W
Auditórios	39,34	24 lâmpadas 40 W	960 W

**Quadro 8 – Valores de Potência de iluminação instalada na edificação para cada atividade**

Com os valores de Densidade de potência de iluminação limite e suas respectivas áreas, foi possível obter a Potência limite das atividades para cada nível de classificação de acordo com o manual RTQ-C ( $Pot. Limite = Área \times DPil$ ), apresentados no Quadro 9:

Ambiente	Área (m <sup>2</sup> )	Pot. Limite (A)	Pot. Limite (B)	Pot. Limite (C)	Pot. Limite (D)
Sala de espera	27,18	334,39 W	401,26 W	468,14 W	535,02 W
Sala de audiência	37,59	270,86 W	325,04 W	379,21 W	433,38 W
Circulação	38,15	150,55 W	180,66 W	210,76 W	240,87 W
Instalações Sanitárias	27,19	163,08 W	195,69 W	228,31 W	260,92 W

Cozinha	14,07	447,32 W	536,78 W	626,25 W	715,71 W
Escritórios	148,67	1769,17 W	2123,00 W	2476,84 W	2830,67 W
Auditórios	39,34	135,95 W	163,14 W	190,3 W	217,52 W
<b>Total</b>	<b>332,19</b>	<b>3271,32 W</b>	<b>3925,57 W</b>	<b>4579,81 W</b>	<b>5234,39 W</b>

**Quadro 9 – Valores de Potência limite para nível de classificação pretendido**

Comparando a Potência instalada (5360 W) com a Potência limite (5234,39 W) tem-se que: (5360 > 5234,39) W (Nível D), ou seja, o MPT teve o pior resultado para os Sistemas de iluminação, ultrapassando até mesmo o limite do nível D. Sugere-se que seja realizado a troca destes componentes. Neste caso o simples fato de trocar as lâmpadas do tipo fluorescentes por lâmpadas com tecnologia *Led*, por exemplo, **pode** reduzir o consumo que está edificação apresenta em torno de quase 50% do total.

#### 6.4 SISTEMAS DE CONDICIONAMENTO DE AR

Verificou-se os equipamentos de refrigeração e condicionamento de ar instalados nos ambientes levando em consideração as suas especificações e classificação presentes das tabelas do INMETRO, as quais são atualizadas sempre que necessário pelo próprio site, e seus equivalentes números presentes no manual (QUADRO 10):

Ambiente	Tipo	Potência(BTU/h)	Quantidade	Eficiência	Equivalente numérico
Sala de espera	Split-teto	12000	2	B	4
Sala de audiência	Split-teto	18000	2	B	4
Cozinha	Split-teto	12000	1	B	4
Escritórios (1)	Split-teto	12000	7	B	4
Escritórios (2)	Split-teto	24000	1	C	3
Auditório	Split-teto	36000	1	C	3

**Quadro 10 – Equipamentos e suas respectivas classificações conforme INMETRO E RTQ-C.**

Desta maneira foi possível obter o coeficiente de ponderação de cada unidade do sistema de condicionamento e ar (Quadro 11):

<b>Ambiente</b>	<b>Potência(BTU/h)</b>	<b>Coeficiente de Ponderação</b>	<b>Resultado ponderado</b>
Sala de espera	12000	0,111	0,444
Sala de audiência	18000	0,167	0,668
Cozinha	12000	0,055	0,22
Escritórios (1)	12000	0,389	1,556
Escritórios (2)	24000	0,111	0,333
Auditório	36000	0,167	0,501
<b>Total</b>	<b>210000</b>	<b>1,000</b>	<b>3,722</b>

**Quadro 11 – Coeficientes de ponderação para cada unidade do sistema e seus resultados finais**

Obtendo um total ponderado de 3,722, este resultado é então comparado na tabela de classificação contida no RTQ-C. Portanto, o edifício atingiu o nível B para os Sistemas de condicionamento de ar.

## 6.5 CLASSIFICAÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO

Para chegar no nível de classificação geral no edifício são atribuídos pesos a cada item avaliado de acordo com o RTQ-C, então utilizou-se os equivalentes numéricos também prescritos no RTQ-C de acordo com o nível atingido em cada item avaliado (Quadro 12):

<b>Item avaliado</b>	<b>Equivalente numérico</b>	<b>Peso atribuído</b>
Envoltória	5,0 (nível A)	30%
Sistemas de Iluminação	2,0 (nível D)	30%
Sistemas de condicionamento de ar	4,0 (nível B)	40%

**Quadro 12 – Equivalentes numéricos e pesos atribuído a cada componente avaliado**

Por fim, através da equação de Pontuação Total (PT) determinou-se a classificação geral do edifício quanto à sua eficiência energética. O valor obtido para  $PT = 3,758$  indica que a edificação enquadra-se no nível B segundo a tabela de classificação geral presente no manual.

Esses resultados proporcionam análise geral da eficiência energética, o que possibilita ao MPT solicitar futuramente a avaliação de conformidade juntamente ao PROCEL EDIFICA, de maneira a angariar recursos que proporcionem a melhoria da eficiência nos pontos críticos desta edificação e, posteriormente requerer o Selo Procel para edificações. Visando também adequar-se as novas políticas públicas que estabelecem medidas as entidades e os órgãos federais, que devem adotar práticas responsáveis de consumo, com o objetivo diminuir o consumo em pelo menos de 30% nestas edificações.

De forma geral, eficiência energética trata basicamente de ações que resultam na redução da energia necessária para atender às demandas da sociedade por serviços de energia. Então, seu objetivo é atender às necessidades da economia com menor uso de energia primária e, portanto, menor impacto ambiental. Tornando os processos eficientes, produzindo mais serviços e produtos com menor consumo de energia.

Essa questão ganha importância no que se refere aos maiores consumidores de energia elétrica no segmento das indústrias. Porém, ressalta-se que a eficiência energética não reflete positivamente apenas para a saúde financeira da indústria. Em geral ela beneficia toda a sociedade na medida em que promove ações que tornam a qualidade de vida melhor e mais sustentável. A indústria da eficiência energética gera empregos e contribui para melhorar a distribuição de renda. Além do que, tem-se a relação com meio ambiente, fundamental logo que, menos energia consumida significa menos emissões, bem como a postergação de investimentos em novos empreendimentos, o que significa menos impactos ambientais (MINISTÉRIO..., 2014).

## CONCLUSÃO

Conclui-se então que trata-se de um resultado relevante pois ressalta que a reforma anteriormente realizada no edifício preocupou-se com o conforto dos usuários atrelado ao consumo energético e adequação aos requisitos de eficiência.

A necessidade de intervenção em busca de melhorias deste caso torna-se facultativo, visto que para atingir um nível melhor de eficiência, ou seja, nível A seria necessário a implantação de uma série de projetos mais específicos financeiramente inviáveis e com incertezas quanto ao resultado final.

Porém, analisando separadamente os itens avaliados nota-se que o sistema de iluminação é o ponto crítico, cujo consumo pode ser reduzido mediante medidas de substituição de componentes como anteriormente citado. Sendo assim frisamos que está é uma medida cabível mesmo não mudando o nível de classificação no qual a edificação se enquadra, contribuirá de forma bastante positiva e significativa no orçamento do MPT. Ainda de forma outra opção para este ponto é a utilização de automação sem fio para cada ambiente do sistema de iluminação, a qual proporciona conforto, requinte, tranquilidade, segurança e economia.

Ainda salienta-se que o estudo realizada neste trabalho contempla apenas a primeira etapa proposta pelo Procel Edifica para que uma edificação possa receber o Selo Procel de eficiência, posterior a isso é necessário requerer juntamente ao Procel a avaliação de conformidade.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2**: Desempenho térmico de edificações Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

BARBOSA, Vanessa. Energia boa, segura e acessível. **Revista Exame.com**, Editora Abril S.A., São Paulo. 2013. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/noticias/os-paises-lideres-em-eficiencia-energetica-brasil-e-34o>>. Acesso em: 21 ago. 2015.

BRASIL. Portaria nº 23, de 13 de fevereiro de 2015. Estabelece boas práticas de gestão e uso de Energia Elétrica e de Água nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dispõe sobre o monitoramento de consumo desses bens e serviços. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 fev. 2015. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=13/02/2015&jornal=1&pagina=67&totalArquivos=304>>. Acesso em: 18 jul. 2015.

CAMARGO, Luiz F. S. X. **Eficiência Energética e Sustentabilidade em Edificações: um estudo de caso na biblioteca da Unesp de Guaratinguetá**. 2013. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013. Disponível em: <<http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/118474/000733205.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 3 mai. 2015.

CAMPOS, Adriana F., MORAES, Natália G. **Tópicos em Energia**: teoria e exercícios com respostas para concursos. Rio de Janeiro: Synergia, 2012.

FERNANDES, Almir.; SOUZA, Márcia S.; MILANEZ, Fernando.; MAIA, José L. P.; HOLLANDA, Jayme B.; MARQUES, Marcos J.; LOMARDO, Louise L.; OWEN, Elisa.; BRITTO, Osório. **Eficiência Energética Das Edificações**. INEE, 2013. Disponível em: <[http://www.inee.org.br/download/edif/Provoc2\\_edif.pdf](http://www.inee.org.br/download/edif/Provoc2_edif.pdf)>. Acesso em 20 abr. 2015.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **O Processo AQUA-HQE**. 2013. Disponível em: <[http://vanzolini.org.br/conteudo-aqua.asp?cod\\_site=104&id\\_conteudo=1159](http://vanzolini.org.br/conteudo-aqua.asp?cod_site=104&id_conteudo=1159)>. Acesso em: 02 abr. 2015.

GRÜNBERGI, Paula R. M.; MEDEIROS, Marcelo H. F.; TAVARES, Sergio F. Certificação ambiental de habitações: comparação entre LEED for Homes, Processo Aqua e Selo Casa Azul. **Revista Ambiente e Sociedade On-line**, São Paulo, v. 17, n. 2, abr/jun. 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2014000200013&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2014000200013&script=sci_arttext)>. Acesso em: 15 mai. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). **Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. Anexo da Portaria INMETRO nº 163/2009. 2009.

JANNUZZI, Gilberto de M. O que é eficiência energética?. Energia & Ambiente – Discussões sobre Produção e Uso Sustentável de Energia. **International Energy Initiative**. Campinas. 2008. Disponível em: <<https://gilbertomartino.wordpress.com/2008/07/19/o-que-eficincia-energtica/>>. Acesso em: 13 set. 2015.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. **Eficiência Energética em Edificações**. UFSC. Disponível em: <0>. Acesso em 02 abr. 2015. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Eficiência Energética**. 2014. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores/plano-nacional-de-eficiencia-energetica>>. Acesso em: 28 nov. 2015.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO NO PARANÁ. **Atribuições**. 2014. Disponível em: <<http://www.prt9.mpt.gov.br/mpt-pr/atribuicoes>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

NASCIMENTO, Admilson L.; MACIEL, Evandro. **Certificado Ambiental de Edifícios Aqua, Leed E Procel Edifica**. Leonardo Energy Brasil, Santo André, jun. 2011. Disponível em: <<http://www.leonardo-energy.org.br/wp-content/uploads/2011/06/CERTIFICADO-AMBIENTAL-DE-EDIF%C3%8DCIOS-AQUA-LEED-E-PROCEL-EDIFICA1.pdf>>. Acesso em: 18 mai. 2015.

PENNA, Cristiane.; AJEJE, Paulo C.; SCUCUGLIA, José W.; DANTAS, Fausto D.; OLIVEIRA, Luís C. O.; ROSSI, José C.; MELO, Gilvana A. **O impacto dos Programas de Eficiência Energética na Qualidade da Energia Elétrica**. Agência Nacional de Energia Elétrica. In: Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica, I., 2001. **Anais...** Brasília: ANEEL, 2001. Disponível em:



<<http://www.aneel.gov.br/biblioteca/Citenel2001/trabalhos%5C21.pdf>>. Acesso em 13 mai. 2015.

**PROCEL INFO**, 2006. Disponível em:

<<http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS623FE2A5ITEMIDC46E0FFDBD124A0197D2587926254722LUMISADMIN1PTBRIE.htm>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

SASSON, Jean M. Eficiência Energética e Meio Ambiente. **Revista Ambiente e Energia**, Rio de Janeiro, maio 2011. Disponível em: <

<https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2011/05/eficiencia-energetica-e-meio-ambiente/11412>>. Acesso em: 25 ago. 2015.

SASSON, Jean M. Eficiência Energética e Meio Ambiente. **AMBIENTE ENERGIA**. 2011. Disponível em:

<<https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2011/05/eficiencia-energetica-e-meio-ambiente/11412>>. Acesso em: 27 nov. 2015.

WWF - BRASIL. Cenários para um setor elétrico eficiente, seguro e competitivo. **Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo**, v. 21, n.59, jan./abr. 2007. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142007000100006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142007000100006)>. Acesso em: 11 set. 2015.