

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA  
APLICADA AOS PROCESSOS PRODUTIVOS**

**Sinara Furlani**

**SISTEMA DE GESTÃO ENERGÉTICA EM UMA EDIFICAÇÃO  
PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE VILA MARIA/RS:  
ILUMINAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO**

**Camargo, RS  
2017**

**Sinara Furlani**

**SISTEMA DE GESTÃO ENERGÉTICA EM UMA EDIFICAÇÃO PÚBLICA NO  
MUNICÍPIO DE VILA MARIA/RS: ILUMINAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos (EaD), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Especialista em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos**.

**Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup>. Flávio Dias Mayer**

**Camargo, RS  
2017**

**Sinara Furlani**

**SISTEMA DE GESTÃO ENERGÉTICA EM UMA EDIFICAÇÃO PÚBLICA NO  
MUNICÍPIO DE VILA MARIA/RS: ILUMINAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos (EaD), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Especialista em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos**.

**Aprovado em 24 de novembro de 2017:**

---

**Flávio Dias Mayer, Dr. (UFSM)**  
(Orientador)

---

**Claudio Roberto Losekann, Dr. (UFSM)**  
(Co-orientador)

---

**Ronaldo Hoffmann, Dr. (UFSM)**  
(1º Avaliador)

Camargo, RS

2017

## RESUMO

### SISTEMA DE GESTÃO ENERGÉTICA EM UMA EDIFICAÇÃO PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE VILA MARIA/RS: ILUMINAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO

AUTORA: Sinara Furlani  
ORIENTADOR: Flávio Dias Mayer

Este estudo teve como objetivo principal realizar a fase de planejamento de um sistema de gestão de energia, através de um diagnóstico “*in loco*” em um edifício público no município de Vila Maria/RS, nos setores de iluminação e climatização. No trabalho, é criada uma equipe de gestão de energia, definida uma política energética e, em seguida, realizado o planejamento energético. Para isso foram realizadas visitas ao local e identificados os ambientes e equipamentos que mais consomem energia e comparado com outros edifícios públicos. Em seguida, foram propostas soluções e novas tecnologias para reduzir o consumo, aumentar a eficiência energética, e possibilitar maior conforto visual e térmico aos usuários. Com as alternativas sugeridas, foi realizada uma análise de viabilidade econômica do investimento, criando um fluxo de caixa para o projeto. Através de critérios como VPL e TIR, concluiu-se que o investimento seria viável, proporcionando uma redução significativa de gastos no edifício. Ressalta-se que além dos benefícios econômicos, a substituição por tecnologias mais eficientes se traduz em respeito ao meio ambiente, segurança energética e condições térmicas e lumínicas mais adequadas. Ao final, foi elaborado um plano de ação, utilizando a ferramenta de qualidade 5W2H, com o propósito de definir estratégias e metas que facilitem a implementação do sistema de gestão.

Palavras-chave: Gestão Energética. Eficiência Energética. Economia.

## **ABSTRACT**

### **ENERGY MANAGEMENT SYSTEM FOR LIGHTING AND AIR CONDITIONING IN A PUBLIC BUILDING IN THE CITY OF VILA MARIA/RS**

**AUTHOR:** Sinara Furlani  
**ADVISOR:** Flávio Dias Mayer

This study had as main objective to carry out a planning phase of an energy management system, through an in situ diagnosis in a public building in the city of Vila Maria, RS, in the lighting and air conditioning sectors. At work, an energy management team is set up, defined an energy policy and then accomplished the energy planning. To do this, make site visits and identify them in environments and equipment that consume energy and compared with other public buildings. From this, this study presented solutions and new technologies to reduce consumption, increase energy efficiency and provide greater visual and thermal comfort to users. With the suggested alternatives, an economic feasibility analysis of the investment was carried out, creating a cash flow for the project. Through criteria such as NPV and IRR, it was concluded that the investment is feasible, providing a significant reduction of expenses in the building. It should be noted that in addition to the economic benefits, a substitution for more efficient technologies means respect for the environment, energy security and more adequate thermal and lighting conditions. In the end, an action plan was drawn up, using a 5W2H methodology, with the purpose of defining strategies and goals to facilitate the implementation of the management system.

**Keywords:** Energy Management. Energy Efficiency. Economy.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
1.1	OBJETIVOS.....	7
1.1.1	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>7</b>
1.1.2	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>7</b>
1.3	JUSTIFICATIVA.....	7
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
2.1	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL.....	9
2.2	CONSUMO ENERGÉTICO EM EDIFICAÇÕES.....	10
2.2.1	<b>A influência da envoltória construtiva no consumo de energia.....</b>	<b>12</b>
2.3	SISTEMAS DE GESTÃO ENERGÉTICA.....	13
2.3.1	<b>A ABNT ISO 50001.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO EM ESTUDO.....	18
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
4.1	SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA NO EDIFÍCIO.....	23
4.1.1	<b>Criação de equipe de gestão de energia.....</b>	<b>23</b>
4.1.2	<b>Definição de uma política energética.....</b>	<b>24</b>
4.2	PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.....	24
4.2.1	<b>Revisão energética: análise do uso e consumo de energia.....</b>	<b>24</b>
4.2.2	<b>Comparação do consumo energético com outros edifícios públicos.....</b>	<b>30</b>
4.2.3	<b>Identificação de oportunidades de melhoria do desempenho energético.....</b>	<b>32</b>
4.2.3.1	Ginásio.....	32
4.2.3.2	Bloco de Serviços.....	34
4.2.3.3	Outras soluções importantes.....	36
4.2.4	<b>Análise de viabilidade econômica: substituição de lâmpadas e ar condicionado.....</b>	<b>37</b>
4.2.5	<b>Plano de ação.....</b>	<b>40</b>
4.2.6	<b>Conscientização e sensibilização.....</b>	<b>42</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>43</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>44</b>
	<b>APÊNDICE.....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o setor de edificações está entre os maiores consumidores de energia, responsável pelo consumo de cerca de 50 % do total da eletricidade consumida no país (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA, 2015). Diante da crise energética e a escassez dos recursos naturais, é imprescindível que as edificações sejam energeticamente eficientes e que o impacto ambiental produzido por elas seja o menor possível. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2014b), há indicações de um potencial de redução do consumo de 30% para edificações existentes, se implantadas tecnologias mais eficientes, e de 50% para novos prédios se adotadas soluções efetivas ainda na fase de projeto.

Utilizando estratégias arquitetônicas e equipamentos ecologicamente corretos é possível garantir condições adequadas de climatização e reduzir o consumo de energia elétrica durante seu uso. Por sua vez, a inadequada concepção arquitetônica do ponto de vista bioclimático e o uso de equipamentos ineficientes pode trazer sérios danos ao conforto dos usuários, além de haver um consumo significativo de energia elétrica.

Além disso, nos últimos anos, políticas e programas de eficiência energética têm surgido no país, a fim de promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia, por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia.

Tendo em vista a importância da eficiência energética dentro desse contexto, este trabalho buscará planejar um sistema de gestão energética em um edifício público em Vila Maria/RS. O edifício tem cerca de 30 anos e divide-se em dois blocos principais, sendo que um deles é um Ginásio Municipal, e a outra parte conta com diferentes serviços públicos, como: Delegacia, Conselho Tutelar, Associação Comercial, Associação de Estudantes Universitários e Câmara de Vereadores. Neste trabalho, através de uma análise criteriosa, será realizado um diagnóstico energético em relação à climatização e iluminação, e serão apresentadas algumas soluções para melhorias na eficiência energética, redução de gastos, além dos benefícios socioambientais.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem como principal propósito realizar a fase de planejamento de um sistema de gestão energética em uma edificação pública no município de Vila Maria/RS, nos setores iluminação e climatização, indicando soluções que possam otimizar o uso final de energia.

### 1.1.2 Objetivos específicos

A presente pesquisa contemplará os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar o atual consumo de energia no edifício, quanto à iluminação e climatização;
- Identificar os ambientes de uso significativo de energia e propor ações eficientes;
- Apresentar soluções que visem a redução de custos relacionados ao consumo energético;
- Analisar a viabilidade econômica do investimento.
- Propor um Sistema de Gestão de energia, a fim de evitar desperdícios e proporcionar melhorias no desempenho energético, baseando-se na ferramenta PDCA, e contemplando apenas a fase de planejamento e plano de ação.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo o relatório Balanço Energético Nacional (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2017), no setor comercial e público a eletricidade é responsável por 91,3% e 92,4 %, respectivamente, do consumo energético total nesses edifícios, algo que nos leva a repensar hábitos de consumo e preferir equipamentos mais eficientes, que se mostrando como ações ecologicamente corretas, também implicam em maior economia de energia.

No edifício a ser proposto o plano de gestão energética, o sistema de iluminação é em parte antigo, a climatização é insuficiente, devido às temperaturas elevadas durante o verão, e o custo mensal com energia elétrica é expressivo.



Assim, para proporcionar maior conforto aos usuários e minimização de desperdícios, este trabalho buscou analisar o atual consumo energético, em busca de alternativas tanto na troca de equipamentos, limpeza ou alterações ligadas à aspectos climáticos e arquitetônicos, desde que sejam viáveis economicamente e garantam o cumprimento dos objetivos.

Além disso, o fato de trabalhar na Prefeitura Municipal do município de Vila Maria, além de se tornar uma motivação para a elaboração deste estudo, que pode ser aplicado com sucesso ao setor público, contribuindo para o conceito de qualidade e eficiência em organizações públicas, também foi o que possibilitou o levantamento de dados referente ao consumo de energia elétrica.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo é imprescindível para um melhor embasamento e conhecimento sobre eficiência energética de edifícios, caracterização do consumo energético em edificações, planos de gestão energética, além da abordagem da norma ISO NBR 50001 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011).

### 2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

A eficiência energética é um tema recente no país. Em agosto de 1997 foi regulamentada a Lei nº 9.478, restabelecendo os princípios e objetivos da “Política Energética Nacional” que define, em seu artigo 1º, a competência do Estado brasileiro quanto à proteção ao meio ambiente e à promoção da conservação de energia, dentre outros assuntos (BRASIL,1997). Esta lei instituiu o Conselho Nacional de Política Energética – CNPE. Porém esse assunto teve maior notoriedade em 2001, quando o Brasil passou por uma crise de abastecimento de energia elétrica. Foi a partir daí que deu-se início as primeiras ações ligadas à eficiência energética e incentivo à outras energias alternativas.

Entre alguns programas existentes, está o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), que conforme Souza *et al.* (2009), se destacam ações nas áreas de iluminação pública, industrial, saneamento, educação, edificações, prédios públicos, gestão energética municipal, informações, desenvolvimento tecnológico e divulgação, e o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), que fornece informações sobre o desempenho dos produtos, considerando atributos como a eficiência energética, o ruído e outros critérios que podem influenciar a escolha dos consumidores que, assim, poderão tomar decisões de compra mais conscientes (BRASIL, 2017a). Dentro do PBE, foi criada a Etiqueta PBE Edifica, que avalia o desempenho de edificações comerciais, de serviços, públicas, e residenciais. Além desses, há o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET), que, segundo o próprio Institucional do site, busca promover o desenvolvimento de uma cultura antidesperdício no uso dos recursos naturais não renováveis no Brasil; o Plano Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC), que segundo Souza *et al.* (2009), visa incentivar o desenvolvimento e aprimoramento de ações de mitigação no Brasil, colaborando com o esforço mundial de redução das emissões de gases de efeito estufa, bem como objetiva

a criação de condições internas para lidar com os impactos das mudanças climáticas globais; entre outros programas.

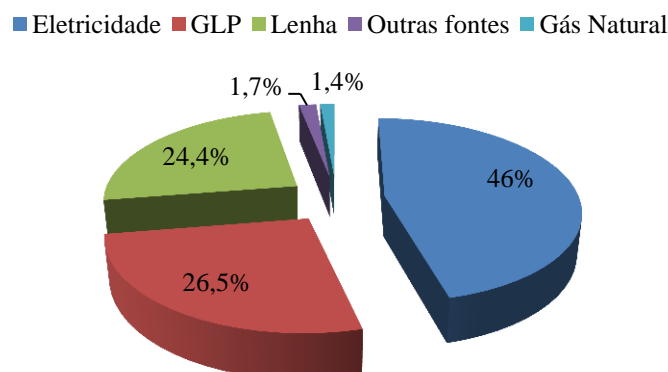
Diante desse contexto, é indiscutível que o país apresenta uma valorização e preocupação em relação ao uso de energia e sua conservação. Cabe à sociedade o fortalecimento da conscientização quanto à produção e uso de energia, e uma busca constante de melhorias energéticas em cada setor da economia.

## 2.2 CONSUMO ENERGÉTICO EM EDIFICAÇÕES

Segundo o Balanço Energético Nacional (EPE, 2017), o setor residencial somado ao setor de serviços, são responsáveis por 14,6% do consumo de energia do país, sendo 4,9% apenas do setor de serviços. Além disso, houve uma variação de -1,6% do setor de serviços de 2015 à 2016. Dentre as fontes energéticas, o uso da eletricidade sofreu uma variação de -5,5% nesse mesmo período de tempo. Essa diminuição provavelmente é fruto dos inúmeros programas e ações de combate ao desperdício e uso de alternativas mais eficientes.

Contudo, nas edificações residenciais, entre todas as fontes de energia, a eletricidade, no ano de 2016, foi a mais utilizada, representando um percentual de 46%, seguida pelo consumo de GLP, com 26,5%, lenha, com 24,4%, outras fontes, com 1,7% e por último, o gás natural, com 1,4%. Esses dados podem ser vistos no Gráfico 1.

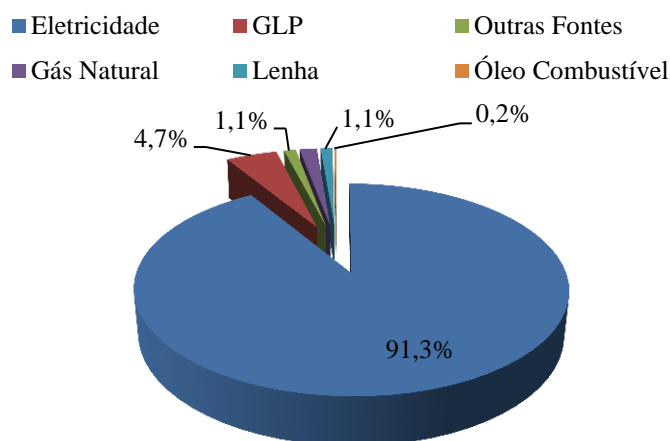
Gráfico 1 – Consumo energético no setor residencial, em 2016.



Fonte: Adaptado de EPE, 2017.

Já no setor comercial, apresentado no Gráfico 2, a eletricidade representou 91,3% do consumo de energia, seguida pelo GLP, com 4,7%, gás natural, com 1,6%, lenha, com 1,1%, outras com 1,1% também, e por último óleo combustível, com 0,2%.

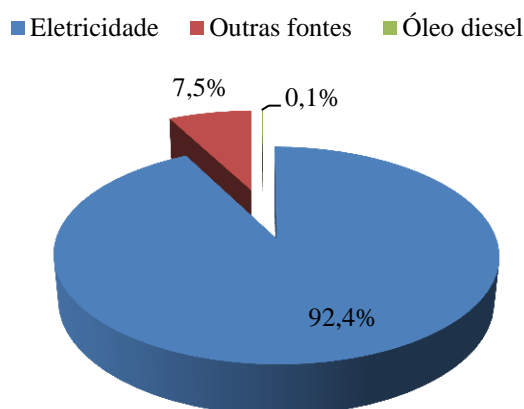
Gráfico 2 – Consumo energético no setor comercial, em 2016.



Fonte: Adaptado de EPE, 2017.

No setor público, não é muito diferente, já que a eletricidade foi responsável por 92,4% do consumo energético, seguida por outras com 7,5%, e óleo diesel com 0,1%, como pode ser visto no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Consumo energético no setor público, em 2016.



Fonte: Adaptado de EPE, 2017.

Além disso, no setor público em 2007, o percentual de eletricidade era de 81,5%, o que significou um aumento de 10,9% nesses 9 anos.

### **2.2.1 A influência da envoltória construtiva no consumo de energia**

Muitas vezes, as paredes e a cobertura tem a função de “envelope construtivo”. Esse envelope recebe diferentes fatores que determinam o conforto térmico, como por exemplo, a radiação solar, que exerce grande influência no interior dependendo das características dos materiais construtivos e entorno, o que interfere significativamente no consumo de energia no local, principalmente na climatização artificial.

Além disso, as características dos fechamentos opacos e transparentes têm uma enorme importância na incidência de calor na edificação. Lamberts *et al.* (1997) afirmam que pode-se reduzir consideravelmente as trocas de calor em um fechamento opaco empregando materiais com condutividades mais baixas ou até construindo fechamentos com múltiplas camadas. Outro fator importante a se considerar é a diferença de emissividade ( $\epsilon$ ) de materiais metálicos e não-metálicos, ou seja, a capacidade de emissão de energia por radiação da sua superfície. Enquanto fechamentos metálicos possuem emissividade de 0,05 a 0,30, os não-metálicos apresentam emissividade de 0,85 a 0,90. Contudo, se um material metálico for pintado com tinta não-metálica, sua emissividade será compreendida entre 0,85 a 0,90, uma solução simples que representa uma mudança significativa no conforto térmico.

Quanto aos fechamentos transparentes das edificações – que compreendem vidros de janelas e portas, claraboias, etc – algumas variáveis arquitetônicas como orientação e tamanho da abertura, proteção solar como brises e o tipo de vidro irão determinar a exposição e bloqueio ao sol (LAMBERTS *et al.*, 1997).

Assim, fica evidente que ao utilizar estratégias arquitetônicas adequadas ao clima local, é possível sim amenizar desconfortos térmicos, reduzindo o consumo de energia elétrica. Muitas vezes, o simples uso de vegetação no entorno do edifício, pode trazer benefícios no interior da edificação. Segundo Romero (2000, p. 55), a vegetação em relação à radiação atua como um filtro das radiações absorvidas pelo solo e pelas superfícies construídas, refrescando os ambientes próximos, uma vez que a folhagem das árvores atuam como anteparos protetores das superfícies que se localizam imediatamente abaixo e nas proximidades.

## 2.3 SISTEMAS DE GESTÃO ENERGÉTICA

A gestão de energia tem por objetivo a busca contínua de eficiência energética, e a minimização de perdas de energia. Esse tema tem uma enorme importância do ponto de vista econômico e ambiental, já que se preocupa com a segurança energética, com a redução de gases de efeito estufa, e possibilita maior rendimento e redução de custos.

Segundo Mathias (2014), sistemas de gestão energética desenvolvem atividades que permitem avaliar, quantificar e qualificar o consumo da energia na organização, possibilitando a preservação dos recursos energéticos, além de conscientizar as pessoas, priorizando e descentralizando as ações para a redução de consumos energéticos específicos. É possível analisar cenários e planejar as demandas de energia, garantindo que os benefícios decorrentes da eficiência energética sejam percebidos de forma permanente e continuada.

Um outro conceito apresentado no guia técnico de gestão energética (ELETROBRÁS, 2005) é de que um sistema de gestão energética permite conhecer informações relacionadas ao fluxo de energia, regras, contratos e ações que afetam esses fluxos; os processos e atividades que usam energia, gerando um produto ou serviço mensurável; e as possibilidades de economia de energia; acompanha índices como consumo de energia, custos específicos, preços médios, entre outros; e mede itens de controle, indica correções, implementa ações de melhorias e redução do consumo energético, e divulga ações e resultados. Contudo, um SGE sem o devido acompanhamento, não gera valor ou consistência ao longo do tempo.

Os conceitos de gestão de energia podem ser aplicados em qualquer tipo de organização, independentemente do seu segmento de negócio, tamanho ou perfil de uso e consumo de energia. Não se exclui também a sua ampla aplicação nos setores residencial e público. Embora os setores industrial e comercial sejam aqueles com o mais significativo potencial de economia de energia, o setor público, em todo o mundo, tem dado exemplos valiosos de como tal conceito pode ser utilizado em segmentos pouco usuais. (SGARBI E FOSSA, 2017)

Segundo o manual de Gestão de Energia, da GEEPMEs - Gestão de Energia Elétrica em PME's (ENTIDADE REGULADORA DOS SERVIÇOS ENERGÉTICOS, 2014), a organização deve definir claramente quais são os limites e fronteiras do SGE.

Na realização de um SGE, uma ferramenta muito utilizada é o ciclo PDCA – “Plan, Do, Check, Act” -, ou, em português, “Planejar, Fazer, Checar e Agir”, que é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Ciclo PDCA.



Fonte: SGARBI e FOSSA (2017)

Na fase do planejamento é realizada uma avaliação energética e comparado o desempenho energético com uma referência do setor. Esta fase inicial compreende a identificação do problema, os objetivos, metas e planos de ação necessários para obter-se os resultados esperados. A etapa “Do”, permite implantar os planos de ação do sistema de gestão de energia. Em seguida, na etapa “Check”, é realizada a medição do consumo de energia e outros indicadores de controle, análise das principais características que influenciam no desempenho energético do processo, indicação de correções, capacitação dos usuários, e divulgação das medidas adotadas. A última fase refere-se à implantação de ações para melhorar continuamente o desempenho energético e o sistema de gestão.

Ainda, segundo Samed *et al.* (2011), na elaboração de um Plano de Ação e Monitoramento, pode-se fazer uso de um *check-list* para garantir que a operação seja conduzida sem nenhuma dúvida por parte da chefia ou dos subordinados. Esse *check-list* é chamado de 5W2H, que em português, significa, “O quê”, “Quem”, “Por quê”, “Quando”, “Onde”, “Como” e “Quanto”. Esta ferramenta pode ser aplicada a várias áreas do conhecimento, servindo como base de planejamento, como, por exemplo, para planejamento de qualidade, de aquisições, de recursos humanos, de riscos, entre outras em que se mostre necessário.

### 2.3.1 A ABNT ISO 50001

A ISO 50000, no Brasil, denominada como ABNT ISO 50001 (ABNT, 2011), tem uma enorme importância no estabelecimento de sistemas e processos necessários para melhorar o desempenho energético nas organizações, incluindo eficiência energética, uso e consumo de energia. A norma apresenta alguns requisitos gerais na implantação de um sistema de gestão de energia, e em seguida são abordadas as seguintes fases: Responsabilidade da Direção, Política Energética, Planejamento Energético, Implementação e Operação, Verificação, e por último, Análise Crítica da Direção.

Segundo o Manual de Gestão de Energia (GEEPMEs, Portugal, 2014), no âmbito “Responsabilidade da direção”, deve ser criada uma equipe de gestão de energia, definindo a política energética, procedendo à revisão do sistema, definindo o âmbito e fronteiras do SGE, comunicando, sensibilizando e ministrando formação, e definindo metas e objetivos e o plano de eficiência energética assentes num procedimento.

Na fase da implementação da política energética, deve-se primeiramente defini-la e comunicar à todos os níveis da organização, e atualizar as versões da documentação. A gestão deve elaborar uma breve declaração, adequada, acessível e extensível a todas as atividades de trabalho, sendo que, a política energética deve estar dentro do âmbito e fronteiras do uso e consumo da energia definidos.

A etapa do planejamento energético deve proceder a uma avaliação energética, identificando os aspectos energéticos, requisitos legais e outros aplicáveis, e definindo metas, objetivos e o plano de ação, sempre atualizando as versões da documentação. Para medir e monitorizar o desempenho energético, a organização deve identificar indicadores de desempenho energético, compará-los com o consumo energético de referência e atualizá-los.

Na fase de implementação e operação, deve-se estabelecer procedimentos e planos de ação para o efeito. Deve-se inclusive controlar e reduzir os impactos adversos aos usos significativos de energia na organização. Em instalações, equipamentos, sistemas e processos, sejam novos ou modificados, e que possam ter impacto significativo no desempenho energético, a organização deve considerar as oportunidades de melhoria do desempenho energético e do controlo operacional. Além disso, a organização deve definir e documentar critérios de compra de energia, serviços energéticos, produtos e equipamentos relacionados com energia. Deve ser comunicado aos fornecedores que a eficiência energética é um dos



fatores importantes a ter em conta na compra de energia, de serviços energéticos e de produtos relacionados com energia.

A penúltima fase é a da verificação, onde é definido revisto periodicamente os meios e métodos de monitorização e medição apropriados. A organização deve monitorizar, medir e analisar periodicamente os usos significativos de energia e variáveis, como os resultados da avaliação energética, a eficácia dos planos de ação e a avaliação do consumo real de energia face ao esperado. Todos os desvios significativos no desempenho energético devem ser investigados e solucionados.

Por fim, deve ser realizada a revisão pela gestão, que deve rever periodicamente o SGE da organização, abrangendo todo o âmbito do SGE, atualizando a documentação e comunicando possíveis alterações.

### 3 MÉTODOS

Como metodologia para este estudo, foram realizadas duas etapas. A primeira etapa consistiu em visitar o local para realizar uma avaliação energética, levantando dados do setor de iluminação e climatização. Foram identificados dispositivos consumidores de energia elétrica (lâmpadas e aparelhos de ar-condicionado), horário de funcionamento, atual situação de consumo, além de características do edifício, como os materiais construtivos e a orientação solar, e a influência do entorno (arborização, prédios vizinhos, etc.). Também foi aplicado um questionário aos funcionários para obter mais informações e avaliar o conhecimento quanto à eficiência energética de edifícios.

Na segunda etapa, foram elaboradas as fases iniciais de um sistema de gestão de energia, com base na revisão da literatura e na ABNT NBR ISO 50001 (2011), e na ferramenta de gestão PDCA (Planejar, Fazer, Checar e Agir). Porém, o estudo contemplou apenas a etapa “P” do ciclo PDCA, que compreende o planejamento do SGE. Nessa fase, foi criada uma equipe de gestão de energia, definida uma política energética, e em seguida, realizado o planejamento energético. Quanto às fronteiras, limites e escopo do SGE, ressalta-se que foi contemplada a gestão da iluminação e climatização artificial do prédio, excluindo os demais usos de energia elétrica, onde o objetivo principal será o aumento da eficiência energética.

O planejamento energético foi a fase mais importante da segunda etapa, que consistiu na identificação do problema com ênfase para o desperdício de energia, análise do consumo atual e comparação com outros edifícios públicos, apresentação de oportunidades de melhoria e análise de viabilidade da situação proposta. Para o cálculo do consumo mensal no bloco de serviços, foi levado em conta um uso médio de 8 horas ao dia durante 20 dias/mês para as lâmpadas e para o ar condicionado uma média de 3,5 horas diárias num período de 20 dias. Já para o cálculo do consumo mensal do ginásio, considerou-se o acionamento das lâmpadas por 8 horas durante os finais de semana (sábado e domingo à noite) e 20 horas de segunda a sexta (4 horas durante 5 dias), totalizando 112 horas/mês. Com esses dados, multiplicou-se pela potência total consumida, obtendo-se assim o consumo energético mensal. Para a análise de viabilidade econômica, considerou-se uma correção anual de 5% da tarifa de energia, partindo da tarifa de Julho/2017 que é de R\$ 0,6749, além de custos de aquisição das novas lâmpadas e ar condicionado, obtidos no mercado atual. A partir disso foi calculado o VPL (Valor Presente Líquido) e a TIR (Taxa Interna de Retorno), considerando um período de tempo de 10 anos,

uma taxa mínima de atratividade de 7% ao ano, previsão para o final de 2017, e com um custo de manutenção de R\$1650,20 ao ano. Também foi estimado um reajuste anual para esses custos, sendo 6% para custos com limpeza e 5% para custos com energia elétrica. Além disso, foi calculado o quanto de energia que seria economizada com a utilização das novas lâmpadas e aparelhos de climatização.

Com os resultados obtidos, foi elaborado um Plano de Ação, com a definição de estratégias e metas a serem cumpridas, através da ferramenta de gestão 5W2H, onde foi descrito o que poderia ser feito para a economia de energia, por quem, quando, onde, de que forma, e quanto custaria. Além disso, como parte do SGE foi abordado sobre a importância da conscientização dos ocupantes do prédio quanto ao consumo de energia.

Por se tratar de um estudo teórico, as fases de implementação do sistema, medição e verificação, onde é revista a eficácia do plano de ação, e a fase da análise crítica da direção não foram realizadas.

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO EM ESTUDO

A edificação em estudo é de caráter público, localizada no Estado do Rio Grande do Sul, no município de Vila Maria, na zona urbana, na latitude  $28^{\circ} 32'09.13''$  Sul e longitude  $52^{\circ} 09'17.89''$  Oeste, em uma esquina, sendo constituída por dois blocos interligados. O entorno do prédio caracteriza-se por edifícios de altura semelhante, e ausência de vegetação. Abaixo, na Figura 2, segue a localização do edifício.

Figura 2 – Localização do edifício em estudo.



Coordenadas geográficas:  $28^{\circ} 32'09.13''$  S  $52^{\circ} 09'17.89''$  O  
 Fonte: Google Maps (2017).

Um dos blocos é o Ginásio Municipal, composto pelos seguintes ambientes: quadra, arquibancada, mezanino, banheiros e vestiários, bar e cozinha e depósito. O outro bloco, possui diferentes serviços como Conselho Tutelar, Associação Industrial e Comercial de Vila Maria, Delegacia, Associação de Universitários, Câmara de Vereadores, Plenário, cozinha, banheiro, Secretaria do Esporte, além de duas salas atualmente desocupadas. Na Figura 3 é apresentada a fachada principal do prédio, com orientação Noroeste.

Figura 3 – Fachada Principal.

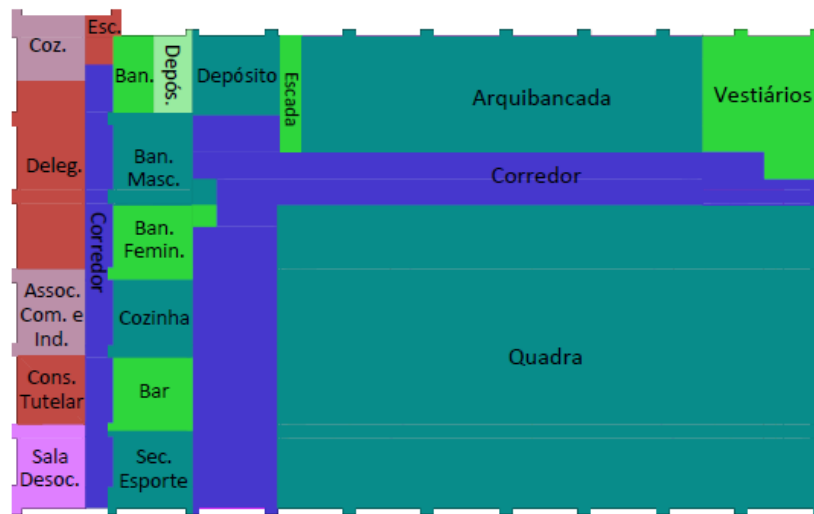


Fonte: O autor.

A entrada principal do bloco anexo ao Ginásio é por um corredor aberto e coberto, que dá entrada para as salas térreas, e ao fundo do mesmo, há uma escada em concreto que dá acesso às salas do segundo pavimento. No térreo, as portas e janelas são voltadas para esse corredor, impossibilitando insolação na maior parte do dia, enquanto que no segundo pavimento, as janelas são voltadas para a fachada nordeste. Apenas duas salas atualmente desocupadas, localizadas no térreo e segundo pavimento, possuem suas janelas voltadas para a fachada principal, conforme ilustra a Figura 3.

O bloco do ginásio municipal é de pé direito duplo, totalizando uma altura interna de 10,10 metros. No ginásio a maioria das salas localizam-se à esquerda, com as janelas voltadas para o corredor formado pela junção dos dois blocos; os vestiários localizam-se na outra extremidade, com as janelas na fachada sudoeste; e para a iluminação e ventilação da quadra, corredor, arquibancada e mezaninos, a fachada principal conta com portas e janelas maxim-ar. As Figuras 4 e 5 ilustram plantas baixas simplificadas com a disposição dos ambientes.

Figura 4 – Planta baixa do pavimento térreo.



Fonte: O autor.

Figura 5 – Planta baixa do segundo pavimento.



Fonte: O autor.

Os dados relacionados à iluminação e climatização foram obtidos no dia 21 de setembro, no qual foi utilizada uma planilha para registrar todas as informações necessárias para o diagnóstico energético, como número de lâmpadas por ambiente, modelo, marca e potência. Para essa etapa, o electricista que faz a manutenção da iluminação do prédio há alguns anos, soube passar a potência e o modelo de várias lâmpadas do local. Porém, alguns modelos e potências não puderam ser identificados, como algumas LED e algumas

fluorescentes compactas. Por isso foi pesquisado em catálogos de fabricantes, um modelo similar e a potência. Além disso, foi possível ter acesso a tarifas de energia elétrica dos últimos anos, consumo e custo do kWh.

Após o levantamento desses dados, foram analisados os principais problemas relacionados ao uso final de energia, e então foi possível descrever soluções que conduzam à eficiência energética na edificação. Ao final, foi feito um estudo de viabilidade econômica através de critérios como VPL e TIR, revelando a atratividade do investimento.

A seguir, as Figuras 6, 7, 8, e 9 ilustram alguns dos modelos de lâmpadas e ar condicionado verificados nos ambientes.

Figura 6 – Lâmpadas tubulares fluorescentes encontradas em algumas salas.



Fonte: O autor.

Figura 7 – Lâmpadas LED do local.



Fonte: O autor.

Figura 8 – Lâmpadas vapor de mercúrio.



Fonte: O autor.

Figura 9 – Ar Condicionado Split.



Fonte: O autor.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA NO EDIFÍCIO**

Conforme o Guia prático: conceitos e ferramentas de gestão e auditoria energéticas (BRASIL, 2015), esse tipo de sistema permite desenvolver e implementar uma política energética, estabelecer objetivos, metas e planos de ação que consideram requisitos legais e informações relacionadas com o consumo substancial de energia. Um Sistema de Gestão de Energia trabalha com a dinâmica do Planejar, Fazer, Checar e Agir. Segundo a metodologia da norma ISO 50001, a criação de um SGE começa com a definição de uma política energética para a companhia, seguida do planejamento energético e da implementação e operação das medidas identificadas. Assim, para o SGE deste trabalho, será definida uma política energética e planejamento energético, almejando economia e sustentabilidade, além de conscientização dos ocupantes do prédio.

A seguir, são abordados os seguintes itens: criação de equipe de gestão de energia, definição de uma política energética, o planejamento energético, ou seja, o diagnóstico do problema, e a forma como será feita a aquisição, instalação, e manutenção das novas tecnologias, e por último, meios de sensibilização aos ocupantes do prédio.

#### **4.1.1 Criação de equipe de gestão de energia**

Deverá ser criada uma equipe multidisciplinar para a implementação do SGE, monitoramento e atendimento à norma ABNT NBR ISO 50001, além da divulgação dos resultados.

Propõe-se, para este SGE, uma equipe composta por engenheiro elétrico, eletricitista, comprador de novos materiais, além de um gerente de projetos, que será responsável pela condução do projeto. Torna-se importante a participação dos funcionários do prédio, e de algum gestor público, já que as contas do prédio são administradas pela Prefeitura Municipal. Além disso, se houver a substituição e descarte de aparelhos ou lâmpadas, deverá haver um responsável pela gestão de resíduos e destinação correta desses materiais.



#### 4.1.2 Definição de uma política energética

Propõe-se também a criação de uma política energética, seguindo princípios que visem economia de energia, conscientização e redução de consumo, e refletindo a posição da alta direção da organização, que neste caso, poderá ser feita pelos funcionários do prédio, já que trata-se de um prédio com funções públicas distintas. Assim, deverá ser criada uma declaração com as intenções gerais, ações e compromissos relacionados à melhoria do desempenho energético no setor de iluminação e climatização.

Para essa declaração é proposto as seguintes medidas:

- Conscientização quanto ao consumo de iluminação e ar condicionado;
- Apoio à implementação de novas tecnologias e aprimoramento daquelas existentes, promovendo o uso eficiente de energia;
- Verificação do sistema de energia e melhorias contínuas visando a eficiência energética;
- Promoção da proteção ao meio ambiente e recursos naturais, e redução de emissões de gases de efeito estufa, dentro do possível.

#### 4.2 PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Esta fase é muito importante em um SGE, visto que permite conhecer o consumo de energia dentro do edifício, no escopo definido. Por isso, é realizada a seguir uma análise dos dados de energia, consumo, e em seguida são propostas alternativas de melhoria a serem implementadas, objetivando melhor eficiência energética. Por fim, são traçados objetivos, metas e plano de ação, onde estão detalhados os recursos necessários para concluir as atividades, o prazo e as pessoas responsáveis pela execução.

##### 4.2.1 Revisão energética: análise do uso e consumo de energia

Após as visitas *in loco*, foi criada uma tabela com os principais dados relacionados à iluminação e climatização dos ambientes, tanto do ginásio como do bloco de serviços. Infelizmente não pôde-se consultar a potência dos reatores, porém geralmente ela é bem mais baixa quando comparada à potência da lâmpada em si, por isso não foi um fato que atrapalhou

na identificação das lâmpadas que mais consomem energia. A seguir, na Tabela 1, pode-se analisar essas informações.

Tabela 1 – Dados levantados de climatização e iluminação.

Ambiente	Número de lâmpadas	Tipo	Potência	Potência total	Ar cond.	Potência total
<b>Ginásio</b>						
<b>Ginásio/Arquibancada/ Mezaninos</b>	24	VAPOR DE MERCÚRIO	400	9600		
	8	FLUORESCENTE TUB.	40	320		
<b>Bar</b>	4	FLUORESCENTE COMPACTA	15	60		
<b>Cozinha do Bar</b>	1	FLUORESCENTE COMPACTA	15	15		
<b>Banheiro Feminino</b>	3	FLUORESCENTE COMPACTA	15	45		
<b>Banheiro Masculino</b>	3	FLUORESCENTE COMPACTA	15	45		
<b>Bar (utilizado como depósito)</b>	1	FLUORESCENTE COMPACTA	15	15		
<b>Vestiários</b>	6	FLUOR. TUBULAR	40	240		
	1	FLUOR. COMPACTA	15	15		
<b>Esporte</b>	3	FLUORESCENTE COMPACTA	15	45		
<b>Bloco Serviços</b>						
<b>Conselho Tutelar</b>	4	TUBULAR FLUORESCENTE	40	160	CONSUL SPLIT	638
<b>Sala 1 e 2 (Térreo)</b>	4	TUBULAR FLUORESCENTE	40	160	Obs.: Não utilizadas	
<b>Associação Comercial</b>	2	LED	7	14		
<b>Delegacia</b>	12	TUBULAR FLUORESCENTE	40	480	GREE	1085
<b>Cozinha</b>	2	TUBULAR FLUORESCENTE	40	80	GREE	1085
<b>Banheiro + Depósito</b>	3	FLUORESCENTE COMPACTA	15	45		
<b>Corredor (2º Pav.)</b>	4	LED (em arandelas)	7	28	Obs.: Não utilizadas	
<b>Recepção Câmara Vereadores</b>	12	FLUORESCENTE COMPACTA	15	180	SAMSU NG	819
<b>Apoio Câmara Vereadores</b>	2	TUBULAR FLUORESCENTE	40	80		
<b>Câmara de Vereadores</b>	2	TUBULAR FLUORESCENTE	40	80		
<b>Associação de Universitários</b>	2	TUBULAR FLUORESCENTE	40	80		
<b>Apoio (não utilizada)</b>	2	TUBULAR FLUORESCENTE	40	80		
<b>Corredor (Térreo)</b>	6	LED	7	42		
<b>Escada</b>	0		0	0		
			TOTAL LÂMP.:	11909	TOTAL AR COND.:	3627

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o cálculo do consumo mensal no bloco de serviços, foi levado em conta um uso médio de 8 horas ao dia durante 20 dias/mês para as lâmpadas, totalizando 160 horas/mês. Ao somar a potência total de iluminação nas salas do bloco de serviços, tem-se 1509 W ou 1,50 kWh. Multiplicando o valor de 1,50kWh por 160 horas/mês, tem-se um consumo energético mensal de 241,44 kWh/mês. Quanto ao consumo do ar condicionado, foi realizado um questionário a fim de verificar sua taxa de uso no verão. Verificou-se que das salas que dispõem de ar-condicionado, 33,33 % utilizam o ar por 2 horas diárias, enquanto no restante das salas o ar-condicionado permanece ligado por 4 horas diárias. Para efeito de cálculo considerou-se uma média de 3,5 horas diárias num período de 20 dias. O resultado do consumo energético para climatização foi de 253, 89 kWh/mês. Para esse cálculo foi feito  $3627 \text{ W}$  (obtido na Tabela 1) x 3,5 horas x 20 dias, em seguida dividiu-se por 1000 para obter o resultado em kWh.

No ginásio, a iluminação nem sempre é acionada durante o dia, já que há uma boa iluminação natural. Por isso, considerou-se o acionamento das lâmpadas por 8 horas durante os finais de semana (sábado e domingo à noite) e 20 horas de segunda a sexta (4 horas durante 5 dias) , totalizando 112 horas/mês. Com esses dados, multiplicou-se potência total consumida de 10400 W (somando a potência dos ambientes desse bloco na Tabela 1) pelo consumo mensal, e dividiu-se por 1000, resultando em um consumo energético mensal de 1164,80 kWh/mês.

Portanto, quanto à climatização o consumo energético analisado é de 253,89 kWh/mês, e quanto à iluminação, os dois blocos somam um consumo de 1406,24 kWh/mês. Somando-se os dois, tem-se um consumo energético total em climatização e iluminação de 1660,13 kWh/mês.

Ao analisar o histórico de consumo do último ano da conta de energia elétrica, verificou-se um consumo de 3154 kWh no mês Julho de 2017, um valor bem acima do encontrado, incluindo o adicional de bandeira amarela. Contudo, isso explica-se pelo trabalho não considerar outros equipamentos elétricos do local, como geladeiras, computadores, impressoras, TV's antigas, e telefones. O mês que mais se aproximou do consumo calculado foi fevereiro de 2017, com 1823 kWh, talvez por alguns usuários estarem em período de férias. Na Tabela 2 é possível ver o histórico de consumo de julho/2016 até julho/2017.

Tabela 2 – Histórico de Consumo do prédio.

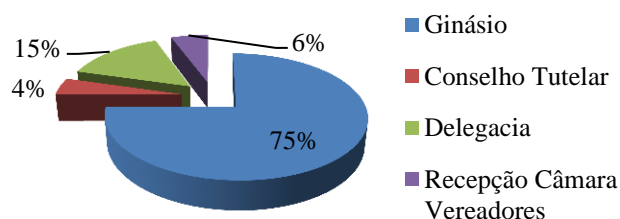
<b>Período</b>	<b>kWh</b>
<b>Julho/2016</b>	3202
<b>Agosto/2016</b>	3129
<b>Setembro/2016</b>	3083
<b>Outubro/2016</b>	2973
<b>Novembro/2016</b>	3316
<b>Dezembro/2016</b>	3075
<b>Janeiro/2017</b>	2127
<b>Fevereiro/2017</b>	1823
<b>Março/2017</b>	2342
<b>Abril/2017</b>	2672
<b>Mai/2017</b>	3266
<b>Junho/2017</b>	3762
<b>Julho/2017</b>	3154

Fonte: Adaptado da Conta de Energia Elétrica (RGE,2017).

Quanto a tarifa com tributos obtida na conta de energia elétrica, observa-se o preço de R\$ 0,67495245. O consumo mensal de iluminação e climatização, 1660,13 kWh, representa um custo mensal de R\$ 1120,50. Considerando bandeira amarela, a esse valor soma-se R\$ 2,00 a cada 100 kWh consumidos, ou seja R\$ 33,20, totalizando o custo mensal em R\$ 1.153,71.

A partir disso, foi feita uma análise do uso significativo de energia (USE), reconhecendo dentre todos os ambientes, os que consomem mais energia. Constatou-se que os maiores consumidores estavam o ginásio, a delegacia, a recepção da câmara de vereadores e o conselho tutelar. A energia consumida pelos outros ambientes foi pouco significativa. No Gráfico 4, foi feita uma comparação entre esses 4 ambientes quanto ao consumo de energia.

Gráfico 4 – Principais consumidores de energia na edificação: iluminação e climatização



Fonte: Elaborado pelo autor.

Através da análise do Gráfico 4, percebe-se que o ginásio é o ambiente responsável pelo maior consumo energético dos equipamentos analisados, isso se deve às 24 lâmpadas de vapor de mercúrio de 400 W e 8 fluorescentes tubulares de 40W. Nesse caso, torna-se necessário repensar a tecnologia de iluminação instalado no ginásio, desde que lâmpadas faça um iluminamento adequado ao local, que apresenta um pé-direito total de 10,10m. Segundo Nogueira (2011), enquanto uma luminária LED flexibiliza a instalação e possui vida útil de até 70 mil horas, as vapor de sódio duram até 24 mil horas e as lâmpadas a vapor de mercúrio ou a vapor metálico, duram em média 10 mil horas.

A delegacia também é um ambiente que pode ser alvo de consumo exacerbado, uma vez que conta com dois aparelhos de ar- condicionado, e 12 lâmpadas fluorescentes.

Após feita essa análise, foi calculado a DPI – densidade de potência de iluminação ( $W/m^2$ ) - para cada ambiente, ou seja, a razão entre o somatório da potência de lâmpadas e reatores e a área de um ambiente. A área da quadra de esportes foi classificada como 2, indicada para estádios e ginásios de jogos classificatórios, considerando a presença de espectadores. Os resultados podem ser vistos na Tabela 3.

Tabela 3 – Cálculo de DPI.

(continua)

Ambiente	Área (m <sup>2</sup> )	Potência de Iluminação (W)	DPI (W/m <sup>2</sup> )
<b>Bloco Ginásio</b>			
<b>Quadra</b>	751,00	8400	11,19
<b>Arquibancadas e Mezanino</b>	396,93	1520	3,83
<b>Circulação do ginásio</b>	147,92	1200	8,11
<b>Bar</b>	20,15	60	2,98
<b>Cozinha do Bar</b>	20,91	15	0,72
<b>Banheiro Femin.</b>	19,95	45	2,26
<b>Banheiro Masc.</b>	21,15	45	2,13
<b>Vestiários</b>	46,15	255	5,52
<b>Bar (utilizado como depósito)</b>	26,59	15	0,56
<b>Sala Esporte</b>	28,05	45	1,60
<b>Bloco Serviços</b>			
<b>Conselho Tutelar</b>	17,00	160	9,41
<b>Sala 1 e 2 (Térreo)</b>	15,36	160	10,42
<b>Associação Comercial</b>	21,00	14	0,67
<b>Delegacia</b>	51,89	480	9,25
<b>Cozinha</b>	8,91	80	8,98

(conclusão)

Ambiente	Área (m <sup>2</sup> )	Potência de Iluminação (W)	DPI (W/m <sup>2</sup> )
Banheiros + Depósito	23,10	45	1,95
Corredor (Seg. Pavimento)	19,80	28	1,41
Recepção Câmara Vereadores	21,50	180	8,37
Apoio Câmara Vereadores	17,00	80	4,71
Câmara de Vereadores	19,80	80	4,04
Associação de Universitários	17,00	80	4,71
Apoio (não utilizada)	30,13	80	2,66
Corredor (Térreo)	48,79	42	0,86
Escada	5,40	0	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando os valores acima com os valores da Tabela 4, onde estão indicados alguns números limite de DPI, conforme a norma ASHRAE/IESNA 90.1 (Adendo 2007 *apud* RAMOS e LAMBERTS, 2010) e também conforme o máximo permitido pelo RTQ-C (BRASIL, 2010) para obtenção do nível A de eficiência energética em iluminação, percebe-se que o único ambiente no qual o DPI está desconforme é a circulação do ginásio, que é de 8,11 W/m<sup>2</sup>, ultrapassando os 7,1 W/m<sup>2</sup>. Para o cálculo da iluminação da circulação foi levado em conta 3 lâmpadas vapor de mercúrio de 400W que ficam a quase 10 metros de altura, um pé-direito relativamente alto.

Tabela 4 – DPI limite da ASHRAE/IESNA 90.1 e RTQ-C

Ambiente	DPI limite conforme ASHRAE/IESNA 90.1	DPI limite para nível A - RTQ-C - Método atividades da edificação
Depósito - Material Leve	10,2	10,2
Banheiros	10,5	5
Circulação	7,1	7,1
Cozinhas	10,7	10,7
Escadas	7,4	7,4
Escritório	11,9	11,9
Arquibancada	4,6	7,5
Quadra de Esportes - Classe 2	20,7	20,7
Lanchonete/Café	7	7
Sala de Reuniões/Multiuso	13,2	11,9
Vestiário	8,1	8,1

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.2 Comparação do consumo energético com outros edifícios públicos

Segundo o Relatório Técnico de Desenvolvimento de Benchmarks, elaborado no âmbito do Projeto 3E pelo Ministério do Meio ambiente (BRASIL, 2017b), no qual foram analisados 20 prédios, edificações públicas possuem um alto consumo energético, devido ao uso intenso de computadores e centrais de processamento de dados, com densidade de consumo variada, apresentando valores de 41 a 405 (kWh/m<sup>2</sup>/ano). No caso da edificação em estudo, considerando a área total construída de 1742,99 m<sup>2</sup> e um consumo elétrico total de 3.154 kWh/mês, obtido na conta de energia do mês de julho/2017, a densidade de consumo é de 21,714 kWh/m<sup>2</sup>/ano, um valor inferior aos edifícios analisados.

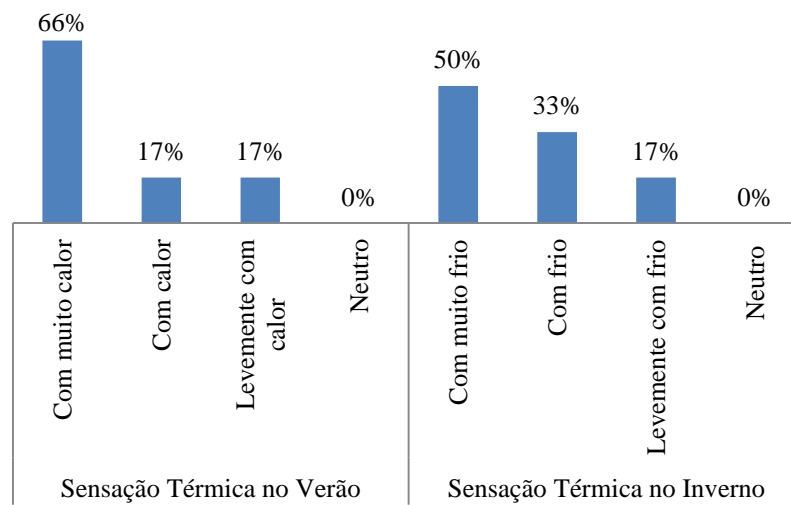
Além disso, também notou-se exigências relacionadas ao conforto térmico, com aproximadamente 70% da área útil condicionada. Em relação aos tipos de sistemas de ar condicionado utilizados, splits e ar condicionado de janela (ACJ) foram os mais encontrados, principalmente em edificações mais antigas, seguido por centrais de água gelada (CAG) com chiller, e depois pelo sistema de Variable Refrigerant Flow (VRF). Já no edifício em estudo, apenas 3 salas são climatizadas, com ar condicionado do tipo Split quente e frio.

Na parte de iluminação da área de escritórios, a maioria dos edifícios apresentaram luminárias com 2 lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W e 40W. A iluminação com LED foi encontrada em poucos edifícios. Sobre a densidade de potência de iluminação (DPI) encontrada, foi identificada uma variação de 6 W/m<sup>2</sup> a 17 W/m<sup>2</sup> nas áreas administrativas, com a média de 10 W/m<sup>2</sup>. No edifício em estudo, a média é de 4,20 W/m<sup>2</sup>, e os valores variam muito, como 0 W/m<sup>2</sup> (áreas iluminadas pela luz solar), 0,56 W/m<sup>2</sup> a 10,42 W/m<sup>2</sup>, e um máximo de 11,19 W/m<sup>2</sup>, no ginásio.

Quanto ao nível de conforto nos 20 edifícios estudados, a maioria dos edifícios visitados tiveram níveis de conforto térmico geralmente adequados, porém 30% demonstraram uma falta de capacidade de condicionador de ar, resultando em uma sensação de calor perceptível, confirmada por relatos de reclamações de calor dos usuários. Visando obter algumas informações relacionadas ao conforto térmico do edifício para a elaboração do diagnóstico deste trabalho, foi entregue um questionário aos ocupantes do bloco de serviços. Ao questionar os ocupantes das salas não climatizadas se considerariam a instalação de ar-condicionado como necessária para amenizar o calor no verão, 66 % responderam que sim, enquanto os outros 34 % afirmou não ser necessário. Também foi questionada a sensação térmica dos ocupantes, sem uso do ar-condicionado. Como pode ser visto no Gráfico 5, no

verão, 66 % dos usuários afirmam se sentir com muito calor, 17 % com calor e o restante levemente com calor. No inverno, considerando a sensação térmica de frio, numa situação sem ar-condicionado, 50% das pessoas se sentem com muito frio. Essa questão foi fundamental já que demonstra que os ambientes não estão se comportando de maneira satisfatória quanto ao conforto térmico, e a implantação de estratégias bioclimáticas e tecnologias eficientes torna-se essencial para amenizar o desconforto, além de reduzir os gastos com energia elétrica.

Gráfico 5 – Sensação Térmica dos ocupantes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Também foi feita uma questão relacionada à iluminação natural do edifício, já que é um aspecto muito importante na economia de energia dos ambientes, e constatou-se que em 50% das salas atualmente ocupadas não há insolação. Nos questionários, as pessoas que responderam que não há insolação trabalham em salas localizadas no pavimento térreo, onde as janelas e portas estão voltadas para o corredor interno, não recebendo assim a luz solar. Além de impossibilitar a iluminação natural das salas, no inverno, esse fato torna as temperaturas internas mais frias.

A aplicação dos questionários foi imprescindível para obter indicadores quantitativos e qualitativos ligados à eficiência energética da edificação, contribuindo para a escolha de alternativas que promovam um melhor energético no local.



### 4.2.3 Identificação de oportunidades de melhoria do desempenho energético

#### 4.2.3.1 Ginásio

A partir do diagnóstico energético da iluminação e climatização, foram levantadas algumas alternativas, através da literatura e de novas tecnologias existentes no mercado, para garantir uma maior eficiência e conseqüente redução de custos.

Em relação à iluminação, observou-se no diagnóstico que as lâmpadas vapor de mercúrio de 400 W do ginásio são responsáveis por um alto consumo de energia. No mercado atual, novas tecnologias na área de iluminação tem surgido, exemplo disso são os Diodos Emissores de Luz (LED), que, segundo Pinto (2008), são dispositivos semicondutores desenvolvidos na década de 1960. Seu funcionamento, assim como os diodos tradicionais, se deve pela passagem de corrente elétrica em apenas um sentido, com esta polarização direta resultando na emissão de luz.

Devido à sua eficiência energética em comparação as lâmpadas convencionais, a LED seria uma boa alternativa para a iluminação do ginásio, substituindo as lâmpadas vapor mercúrio. Segundo o catálogo da SunLaB Power, uma empresa do ramo, enquanto uma lâmpada vapor mercúrio 400 W possui vida útil de 9000 horas e uma eficiência luminosa (lm x W) de 55,0, uma lâmpada LED de 90W possui uma durabilidade de 90000 horas e uma eficiência luminosa de 104,4, ou seja, quase o dobro da vapor mercúrio, proporcionando uma economia de energia de 78%.

O IRC (Índice de Reprodução de Cor) também é um fator importante na escolha das lâmpadas adequadas. Segundo Nagem *et. al.* (2015), quanto mais próximo de 100%, mais fielmente a lâmpada irá reproduzir as cores do objeto iluminado. A Tabela 5 apresenta uma comparação de diferentes lâmpadas e seus respectivos IRC, e a Tabela 6 o IRC adequado para cada tipologia de ambiente.

Tabela 5 – Comparação de IRC.

Fonte de Luz	IRC (%)
<b>Incandescente</b>	100
<b>Halógenas</b>	100
<b>Fluorescente Compacta</b>	80
<b>Vapor Metálico</b>	70
<b>Mercúrio</b>	40
<b>LED Branco</b>	70 - 90

Fonte: Adaptado de Pinto (2008).

Tabela 6 – IRC adequado para cada ambiente.

<b>Qualificação</b>	<b>IRC (%)</b>	<b>Aplicação</b>
<b>Excelente</b>	90 – 100	Testes de cor, escritórios, residências, lojas,
<b>Muito Bom</b>	80 - 89	floricultura
<b>Bom</b>	70 – 79	Áreas de circulação, escadas, oficinas,
<b>Razoável</b>	60 - 69	ginásios esportivos
<b>Regular</b>	40 - 49	Depósitos, postos de gasolina, pátios industriais
<b>Insuficiente</b>	20 - 39	Vias de tráfego, canteiros de obra, estacionamento

Fonte: Adaptado de Pinto (2008).

Analisando as Tabelas acima, nota-se que o IRC das lâmpadas mercúrio (40 %) estão abaixo do nível indicado para ginásios esportivos, que é de 60 a 79 %. Além disso, considerando o consumo médio de 112 horas ao mês, a potência consumida pelas lâmpadas de mercúrio é de 1075,2 kWh, representando um custo significativo, de R\$ 725,70 mensais.

Após uma análise de catálogos de lâmpadas, a fim de obter qual seria mais adequada e eficiente para iluminar o ginásio, foi feita uma comparação entre lâmpadas vapor mercúrio de 400 W, lâmpada mista de 260 W e lâmpadas LED de 80 W. Essa comparação pode ser vista na Tabela 7.

Tabela 7 – Comparação de vapor mercúrio 400 W, luz mista 260 W e LED 90 W.

(continua)

<b>Lâmpada de Vapor de Mercúrio 400W E40 Ovóide - Philips</b>	<b>Lâmpada Luz Mista 260 W E27 Ovóide - Philips</b>	<b>Lâmpada de LED Alta Potência 80 W bivolt – Golden E40</b>
Potência: 400 Watts + Reator	Potência: 260 W	Potência: 80 Watts
Vida útil (até 50% de falhas): 16.000 horas	Vida útil (até 50% de falhas): 10.000 horas	Vida útil: 25000 horas
Temperatura de cor: 4200 K	Temp. de cor: 3400 K	Temperatura de cor: 6500 K
IRC: 50 %	IRC: 63 %	IRC: 80 %
Fluxo Luminoso: 22.000 lm	Fluxo Luminoso: 5.500 lm	Fluxo Luminoso: 7200 lm

(conclusão)

<b>Lâmpada de Vapor de Mercúrio 400W E40 Ovóide - Philips</b>	<b>Lâmpada Luz Mista 260 W E27 Ovóide - Philips</b>	<b>Lâmpada de LED Alta Potência 80 W bivolt – Golden E40</b>
Eficiência luminosa: 55 lm/W	Eficiência lum.: 21 lm/W	Eficiência lum.: 90 lm/W
Consumo (no ginásio): 1075,2 kWh/mês	Consumo (no ginásio): 688,12 kWh/mês	Consumo (em substituição): 215,04 kWh/mês
Custo na conta de energia: R\$ 725,70/mês	Custo na conta de energia: R\$ 464,45/mês	Custo na conta de energia: R\$ 145,14

Fonte: Philips (2017), Golden Iluminação (2017), Energilux (2017).

Nota-se que as lâmpadas LED de 80 W são totalmente viáveis, já que além de apresentarem um IRC mais adequado, a eficiência luminosa também seria bem pertinente ao local, 90 lm/W, sem contar a maior vida útil, economia e maior eficiência energética. Além disso, segundo a empresa GOLDEN (2017), os modelos de alta potência com tecnologia LED apresentam baixa geração de calor, pois têm um design e dissipadores de ponta que facilitam a dissipação de calor. Sua temperatura de cor de 6.500K produz uma luz estimulante ideal para locais fechados como estacionamentos, galpões, igrejas, shoppings, supermercados e condomínios, entre outros.

#### 4.2.3.2 Bloco de Serviços

No Bloco de Serviços, uma das salas que mais consome energia é a delegacia, que subdivide-se em algumas salas menores, contando com 2 aparelhos de ar condicionado de 1085 W, além de 12 lâmpadas fluorescentes tubulares de 40 W. Como ilustra a Tabela 6, para a atividade escritórios, o nível de IRC indicado varia de 80 a 100%. Segundo o catálogo da SubLab Power, lâmpadas fluorescentes de 40 W (T10), apresentam um IRC de 70%, ou seja, abaixo do indicado para esse tipo de ambiente. Em comparação com lâmpadas tubulares LED de 18 W, a economia de energia é de 59% e a durabilidade é de 60000 horas, enquanto nas T10 a durabilidade é de apenas 6000 horas.

Na Tabela 7 pode-se ver uma comparação das lâmpadas T10 da Philips, marca encontrada na Delegacia, e lâmpadas LED de 18 W, que segundo o próprio site, são substitutas das lâmpadas T10.

Tabela 7 – Comparação de fluorescente tubular 40 W e LED tubular 18 W.

<b>Lâmpada T10 Plus 40 W/765 1SL/25 - Philips</b>	<b>Lâmpada Essential LEDTube 1200 mm 18 W 865 T8C W G - Philips</b>
Potência: 40 Watts + Reator	Potência: 18 Watts
Vida útil: 20000 horas	Vida útil: 25000 horas
Temperatura de cor: 6500 K	Temperatura de cor: 6500 K
IRC: 72 %	IRC: 82 %
Fluxo Luminoso: 2500 lm	Fluxo Luminoso: 1850 lm
Consumo (na Delegacia): 76,8 kWh/mês	Consumo (se substituídas): 34,56 kWh/mês
Custo na conta de energia: R\$ 51,83/mês	Custo na conta de energia: R\$ 23,32
	Preço de 12 lâmpadas: R\$ 455,40

Fonte: Philips (2017), Santil (2017).

Como pode-se ver na Tabela 7, ao substituir as lâmpadas da delegacia por lâmpadas LED, os benefícios seriam bem significativos, como o IRC adequado para a atividade exercida, além de maior eficiência energética e economia ao final do mês. Também foi possível calcular a eficiência luminosa de cada lâmpada, dividindo o fluxo luminoso pela potência, e enquanto a fluorescente apresentou uma eficiência luminosa de 62,5 %, na LED a eficiência luminosa foi de 102,66 %.

Quanto à climatização artificial da Delegacia, os dois aparelhos de 1085 Watts cada (12000 BTU), consumindo, em média, 75,95 kWh/mês. Para saber qual a potência ideal para cada ambiente, muitos fabricantes recomendam 600 BTU's para cada metro quadrado. Segundo o site MULTIAR (2017), são necessários 600 BTU's para cada metro quadrado e para cada pessoa adicional e para cada equipamento eletrônico também é somado 600 BTU's. A área principal da delegacia, formada pela recepção e a sala do delegado, onde estão os aparelhos de ar condicionado, apresentam uma área de 19,12 m<sup>2</sup>. Naquele local trabalham duas pessoas, e os equipamentos encontrados no local são um computador Dual Core 4 GB, aparelho telefônico, impressora multifuncional, impressora laser, e um monitor 18,5 LED. Assim, tem-se (19,12 m<sup>2</sup> x 600) somado a (1 x 600) mais (5 x 600), totalizando a necessidade de 15072 BTU's. Segundo o índice antigo da tabela de eficiência energética dos condicionadores de ar Split Hi-Wall fornecido pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (BRASIL, 2014a), a faixa de classificação dos modelos existentes no local é A, porém não a necessidade de dois aparelhos de 12.000 BTU's na recepção e na sala

do delegado. Uma alternativa é substituí-los por um aparelho de 7000 BTU's na menor área e um de 9000 BTU's na maior área, mantendo um total de 16.000 BTU's para a área total de 19,12 m<sup>2</sup>. Os dois aparelhos de 12000 BTU's existentes no local, por estarem em boas condições poderiam ser utilizados em outras salas sem climatizadores, como a Associação Comercial e a Associação de Universitários.

A Tabela 8 faz uma comparação da energia que seria economizada com a substituição dos aparelhos de ar condicionado na Delegacia.

Tabela 8 – Economia de energia com a substituição do ar condicionado na Delegacia.

<b>Situação existente</b>	<b>Proposta de substituição</b>
Ar Condicionado quente/frio	Ar Condicionado quente/ frio
Quantidade: 2	Quantidade: 2
Potência: 1085 W (x2)	Potência: 814 W e 633 W
BTU/h: 12000 (x2)	BTU/h: 9000 e 7000
Consumo (baseado em 3,5h/dia/20 dias): 151,9 kWh/mês	Consumo (baseado em 3,5h/dia/20 dias): 101,29 kWh/mês
Custo no final do mês: R\$ 102,52	Custo no final do mês: R\$ 68,36
	Economia/ano: R\$ 409,88

Fonte: Elaborado pelo autor.

Fica evidente a economia de energia que seria gasta, desconsiderando custos de aquisição dos equipamentos, item que será detalhado no próximo capítulo.

Contudo, se considerarmos a oportunidade de utilização dos aparelhos de ar condicionado da Delegacia na Associação Comercial e Associação de Universitários, o custo energético mensal do edifício será maior, uma vez que essas salas não possuem climatização artificial, e seu uso é primordial para amenizar o calor do verão. Porém, essas salas possuem maior área, de 21 m<sup>2</sup> e 17 m<sup>2</sup>, fazendo que o uso dos aparelhos existentes seja adequado e eficiente.

#### 4.2.3.3 Outras soluções importantes

Outros fatores para efficientizar a iluminação e climatização do edifício em estudo merecem ser destacadas. Um importante dado é a cobertura do corredor do bloco de serviços,

formada por chapas metálicas intercaladas com telhas translúcidas, de duas águas, possibilitando uma iluminação natural no corredor do segundo pavimento, e dispensando na maior parte do tempo o uso de lâmpadas, porém o estado é precário e uma limpeza seria importante para proporcionar melhor iluminação no corredor.

Segue abaixo algumas outras estratégias que seriam eficazes nesse sentido.

- limpeza das luminárias do local;
- alterações na estrutura do prédio, como por exemplo, posicionar as aberturas do bloco de serviços na fachada nordeste ao invés do corredor, proporcionando passagem da luz solar, ganhos térmicos e energéticos; além de inserir aberturas na fachada sudoeste do ginásio, garantindo maior ventilação cruzada;
- Sombreamento da fachada através de alguma vegetação, amenizando o calor provocado pelos raios solares;
- Substituição da cobertura com telhas metálicas simples no ginásio por uma cobertura do tipo sanduíche, proporcionando maior conforto térmico.

Apesar de algumas estratégias requererem um alto custo, a vegetação na fachada e a limpeza das luminárias são opções viáveis e de baixo custo, que certamente proporcionariam melhorias termo energéticas.

#### **4.2.4 Análise de viabilidade econômica: substituição de lâmpadas e ar condicionado**

A partir do levantamento de alternativas, foi feito um estudo de viabilidade econômica considerando a substituição das lâmpadas vapor mercúrio do ginásio, e das lâmpadas e ar condicionado da delegacia, visto que são os ambientes que mais consomem energia, em relação à iluminação e climatização.

Para a análise de viabilidade considerou-se uma correção anual de 5% da tarifa de energia, partindo da tarifa de Julho/2017 que é de R\$ 0,6749, além de custos de aquisição das novas lâmpadas e ar condicionado, obtidos no mercado atual. Não foi considerado para essa análise o valor da bandeira da tarifa de energia, justificado pelo valor de apenas R\$ 2,00 a cada 100 kW consumidos, no entanto, no capítulo do plano de ação, na Tabela 12, foi considerado a taxa de bandeira amarela para melhor compreensão.

A partir disso foi analisado o tempo de retorno do investimento, o VPL e a TIR, sendo que os valores adotados para o cálculo de viabilidade foram de um período de tempo de 10

anos. Também foi estimado um custo de manutenção de R\$1.650,20 ao ano, sendo R\$ 420,00 com a limpeza do sistema de iluminação e climatização, e R\$1.230,20 com o custo de energia elétrica no consumo dos dois aparelhos de ar condicionado marca Gree, que seriam removidos da Delegacia e utilizados em outras duas salas. A taxa de consumo para essas salas foi calculada como nas outras, com 3,5 horas de uso durante 20 dias ao mês. Também foi estimado um reajuste anual para esses custos, sendo 6% para custos com limpeza e 5% para custos com energia elétrica.

Também foi calculado o quanto de energia que seria economizada com a utilização das novas lâmpadas e aparelhos de climatização. A Tabela 9 ilustra a economia de energia no primeiro ano.

Tabela 9 – Economia de energia no primeiro ano.

<b>Gasto anual com ar-condicionado na Delegacia (Situação atual)</b>	<b>Gasto anual com o funcionamento de ar-condicionado mais eficiente – Delegacia (Situação proposta)</b>	<b>Economia (R\$)</b>
<b>R\$ 1.230,20</b>	<b>R\$ 820,32</b>	<b>R\$ 409,88</b>
<b>Gasto anual com lâmpadas fluorescente – Delegacia (Situação atual)</b>	<b>Gasto anual com o funcionamento de lâmpadas LED – Delegacia (Situação proposta)</b>	<b>Economia (R\$)</b>
<b>R\$ 621,98</b>	<b>R\$ 279,89</b>	<b>R\$ 342,09</b>
<b>Gasto anual com lâmpadas vapor de mercúrio – Ginásio (Situação atual)</b>	<b>Gasto anual com lâmpadas LED – Ginásio (Situação proposta)</b>	<b>Economia (R\$)</b>
<b>R\$ 8.707,82</b>	<b>R\$ 1.741,56</b>	<b>R\$ 6.966,26</b>
<b>TOTAL DE ECONOMIA:</b>	<b>R\$ 7.718,23</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 10 apresenta os principais custos do investimento.

Tabela 10 – Custos do investimento.

(continua)

<b>Custos com a aquisição e implantação - iluminação e climatização</b>	
<b>Item</b>	<b>Preço</b>
24 lâmpadas LED Alta Potência 80 W bivolt - Golden E40	R\$ 6.696,00
Lâmpada Essencial LEDTube 1200mm 18 W 865 T8C W G - Philips	R\$ 455,40

(conclusão)

Ar Condicionado Quente/Frio Springer Midea Split 9000 BTU's 814 W	R\$	1.239,00
Ar Condicionado Quente/Frio Electrolux Split 7000 BTU's 633 W	R\$	1.199,00
<b>Total</b>	R\$	<b>9.589,40</b>
<b>Custos de manutenção</b>		
Limpeza e manutenção do sistema de iluminação e climatização	R\$	420,00
Operação dos dois aparelhos de ar cond gree 12000 Btus	R\$	1.230,20
<b>Total</b>	R\$	<b>1.650,20</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a análise do fluxo de caixa do investimento, foi considerada uma taxa de depreciação, obtido nos bens relacionados na Nomenclatura Comum do MERCOSUL, onde para o bem “instalações”, a taxa anual de depreciação é de 10%. A seguir, na Tabela 11, é apresentado o fluxo de caixa do investimento para um período de 10 anos. Com o fluxo de caixa calculado, pode-se observar, na coluna de fluxo de caixa acumulado, que o investimento se paga em 2 anos após a aquisição dos equipamentos, quando os valores tornam-se positivos.

Tabela 11 – Fluxo de Caixa.

Fluxo de Caixa						
Anos	Custo de implantação (R\$)	Economia de energia (R\$)	Custo após a implantação do projeto (R\$)	Depreciação (R\$)	Fluxo de Caixa (R\$)	Fluxo de caixa acumulado
<b>0</b>	9.589,40					(-)R\$ 9.589,40
<b>1</b>		7.718,23	1.650,20	958,94	5.109,09	(-)R\$ 4.480,31
<b>2</b>		8.104,15	1.736,91	863,04	5.504,20	R\$ 1.023,89
<b>3</b>		8.509,36	1.828,21	776,74	5.904,41	R\$ 6.928,30
<b>4</b>		8.934,82	1.924,34	699,06	6.311,43	R\$ 13.239,73
<b>5</b>		9.381,57	2.025,56	629,16	6.726,85	R\$ 19.966,58
<b>6</b>		9.850,64	2.132,14	566,24	7.152,27	R\$ 27.118,84
<b>7</b>		10.343,18	2.244,36	509,62	7.589,19	R\$ 34.708,04
<b>8</b>		10.860,34	2.362,54	458,65	8.039,15	R\$ 42.747,18
<b>9</b>		11.403,35	2.486,98	412,79	8.503,58	R\$ 51.250,76
<b>10</b>		11.973,52	2.618,03	371,51	8.983,98	R\$ 60.234,75

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com essas informações, calculou-se o Valor Presente Líquido e a Taxa Interna de Retorno, através das ferramentas do Excel. A TIR foi positiva, de 59%, e o VPL, baseado em



uma taxa mínima de atratividade de 7%, foi de R\$ 37.787,16 demonstrando a viabilidade do projeto.

#### 4.2.5 Plano de ação

A partir dos dados levantados, foram definidos os procedimentos para que as metas e objetivos iniciais possam ser alcançados. Segundo o Guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 50001: gestão de energia (FOSSA e SGARBI) estes planos são a base sobre a qual todas as atividades diretamente relacionadas à melhoria do desempenho energético da organização são executadas. Assim foi elaborado um plano de ação para o sistema de gestão de energia no prédio estudado, apresentado no Quadro 1, onde está definido o objetivo principal, a meta, as principais ações para o aumento de eficiência energética, quem irá fazer, quais os recursos necessários, além do prazo estimado.

Quadro 1 – Plano de Ação.

Objetivo	Metas	Ações	Responsáveis	Recursos necessários	Prazo
Aumentar a eficiência energética nos sistemas de iluminação e ar condicionado.	Reduzir o custo anual em 40% em relação ao último ano.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substituir lâmpadas vapor de mercúrio do ginásio por LED.</li> <li>- Substituir lâmpadas fluorescentes por LED e ar condicionado da Delegacia por outro adequado ao ambiente;</li> <li>- Limpeza das luminárias existentes;</li> <li>- Limpeza da cobertura translúcida do Bloco de Serviços.</li> <li>- Instalar os dois climatizadores da Delegacia em outras duas salas.</li> </ul>	Equipe de manutenção;	R\$ 9589,40	3 meses

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do plano de ação em mãos, foi relacionado no Quadro 2, um check-list do que será realizado no local, com as principais estratégias, utilizando a ferramenta 5W2H.

Quadro 2 – Ferramenta 5W2H para o plano de ação.

O que será feito (What?)	Onde (Where?)	Por quê (Why?)	Quando (When?)	Quem? (Who?)	Como (How)	Quanto (How Much?)
Substituir lâmpadas vapor de mercúrio por LED 80 W bivolt - Golden E40	No Ginásio	Porque apresentam baixa eficiência energética, altos custos e IRC baixo.	A partir de 15/01/2018. (Estimativa)	A equipe de manutenção das instalações do prédio.	Através de instruções da equipe de gestão de energia.	R\$ 6.696,00
Substituir lâmpadas tubulares fluorescentes por Lâmpadas Essencial LEDTube 1200mm 18 W 865 T8C W G - Philips	Na Delegacia (Bloco de Serv.)	Porque apresentam baixa eficiência energética, altos custos e IRC baixo.	A partir de 15/01/2018. (Estimativa)	A equipe de manutenção das instalações do prédio.	Através de instruções da equipe de gestão de energia. (Funcionários da Prefeitura.)	R\$ 455,40
Substituir aparelhos de ar condicionado na Delegacia pelos modelos Quente/Frio Springer Midea Split 9000 BTU's 814 W	Na Delegacia (Bloco de Serviços)	Porque os existentes possuem quantidade de BTU's inadequado para o ambiente, e desperdiçam energia.	A partir de 15/03/2018. (Estimativa)	Idem.	Através de instruções da equipe de gestão de energia, instruções do fabricante e vendedor do produto.	R\$ 2438,00
Retirar os aparelhos de ar condicionado existentes da Delegacia e instalá-los em outras duas salas.	Na Sala de Esporte e Associação de Universit.	Porque há um forte calor no verão, proporcionando desconforto térmico.	A partir de 15/01/2018. (Estimativa)	Idem.	Através de instruções da equipe de gestão de energia e instruções do fabricante.	R\$ 0,00
Limpeza de lâmpadas, luminárias, e cobertura translúcida.	Em todos os ambientes.	Porque a má conservação diminui sua vida útil	A cada 3 meses.	Equipe responsável pela limpeza.	De acordo com o manual de manutenção e limpeza.	R\$ 0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 12, para melhor entendimento, traz informações quanto ao custo operacional/ano atual da iluminação e climatização, e o custo operacional/ano após a implementação do SGE, considerando a bandeira amarela na tarifa de energia. Além disso, na coluna “Custo anual do novo sistema” está incluído o consumo dos dois climatizadores existentes da delegacia, na Sala de Esporte e Associação de Universitários. Pode-se ver que o custo anual atual gasto com iluminação e climatização é de R\$ 13.844,51, e desse valor R\$

10.855,21 é o custo com as lâmpadas do ginásio, iluminação e climatização da delegacia. Substituindo esses aparelhos que consomem bastante energia pelas novas soluções propostas, o valor de R\$ 10.855,21 baixa para R\$ 4.184,63. No final, somando todos os dispositivos de iluminação e climatização do edifício, o valor que antes era de R\$13.844,51 passa para R\$ 7.171,93, representando uma redução de custos de 48,18 %, e assim, alcançando a meta do plano.

Tabela 12 – Diferença entre os custos de operação entre o sistema atual e o sistema proposto.

Custo anual atual de todo sistema de iluminação/climatização	Custo anual dos equipamentos existentes a serem substituídos	Custo anual do novo sistema	Custo anual total (iluminação e climatização) depois de implantado
R\$ 13.844,51	R\$ 10.855,21	R\$ 4.184,63	R\$ 7.173,93

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.6 Conscientização e sensibilização

Para que o projeto de eficiência energética se concretize se forma eficaz, a simples substituição de equipamentos não é suficiente. É imprescindível que todos os usuários do prédio tenham consciência das suas ações para a redução de consumo de eletricidade, cooperem juntos e reconheçam os benefícios advindos do SGE implantado, ou seja, é necessária uma mudança de comportamento. Nesse sentido, palestras e workshops são totalmente viáveis aos funcionários do prédio, permitindo uma sensibilização coletiva. Segundo o Guia Prático: conceitos e ferramentas de gestão e auditoria energéticas (BRASIL, 2015), estudos internacionais indicam que medidas de educação e de treinamento em empresas resultam na redução do consumo de energia de até 5%.

Com um consumo consciente, como o desligamento de lâmpadas do corredor ou da cozinha quando não necessário, é possível reduzir custos e alcançar melhores resultados no sistema de gestão.

## 5 CONCLUSÕES

Este trabalho, que buscou analisar o consumo de energia da iluminação e climatização de um prédio público, e contemplou as fases iniciais de um sistema de gestão de energia, apresentou resultados viáveis para uma futura implementação. Ao analisar o consumo energético do local, foi possível apresentar soluções que podem otimizar o uso final de energia, evitando desperdício e aumentando a eficiência. Com a substituição de algumas lâmpadas ineficientes, troca de ar condicionado e também a reutilização dos existentes em outros ambientes, foi possível proporcionar uma redução de custos anuais de até 41,89 %, uma economia muito significativa.

Além disso, concluiu-se que em um planejamento energético, fatores relacionados à conscientização e sensibilização dos ocupantes do prédio são muito importantes, para que haja o reconhecimento da importância da eficiência energética no dia-a-dia. A necessidade da utilização de tecnologias eficientes é importante, porém, caso o projeto for implementado, é imprescindível uma mudança de comportamento com vista ao respeito ao meio ambiente e economia benéfica a todos.

Como este trabalho contemplou apenas as fases de planejamento de um SGE, sugere-se para desenvolvimentos futuros, as etapas de Implementação e Operação, Verificação e Análise Crítica da Direção.

Por fim, pode-se concluir que ao implantar um plano de gestão de energia, os ganhos não são só econômicos, mas também se relacionam à uma iluminação mais adequada, melhor rendimento no trabalho, maior conforto térmico, e principalmente, preocupação com a segurança energética e respeito ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 50001: Sistemas de gestão de energia – Requisitos com orientações para uso.** Rio de Janeiro, 2011. 24 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. **O Consumo de Energia Elétrica nas Edificações no Brasil.** Agosto, 2015. Disponível em <<http://www.abesco.com.br/pt/novidade/o-consumo-de-energia-eletrica-nas-edificacoes-no-brasil/>> Acesso em: 03 de Mai. 2017.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **O Programa Brasileiro de Etiquetagem.** 2017a. Disponível em <[http://www2.inmetro.gov.br/pbe/conheca\\_o\\_programa.php](http://www2.inmetro.gov.br/pbe/conheca_o_programa.php)>. Acesso em: 02 de Out. 2017.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Portaria nº 372, de 17 de setembro de 2010. **Requisitos Técnicos da Qualidade Para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.** Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001599.pdf>>. Acesso em: 24 de Abr. 2017.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Tabelas de Eficiência Energética: Condicionadores de ar Split Hi-Wall - Índice antigo.** 2014a. Disponível em <[http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/condicionadores\\_ar\\_split\\_hiwall\\_indiceantigo.pdf](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/condicionadores_ar_split_hiwall_indiceantigo.pdf)>. Acesso em: 05 de Out. 2017.

BRASIL. Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. **Câmara dos Deputados.** Brasília, DF, 1997. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1997/lei-9478-6-agosto-1997-365401-norma-actualizada-pl.pdf>>. Acesso em: 06 de Out. 2017

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Relatório Técnico de Desenvolvimento de Benchmarks.** Brasília, 2017b. Disponível em <[http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80051/Benchmarking/Materiais%20didaticos/Relatorio\\_Desenvolvimento\\_Benchmarks\\_Maio\\_2017.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80051/Benchmarking/Materiais%20didaticos/Relatorio_Desenvolvimento_Benchmarks_Maio_2017.pdf)>. Acesso em: 10 de Out. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Estudo sobre o Estado de Arte dos mecanismos de contratação de serviços de eficiência energética em edificações no Brasil.** 2014b. 66 p. Disponível em <[file:///C:/Users/sinara/Downloads/estado-arte\\_contratos-eficiencia-energetica%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/sinara/Downloads/estado-arte_contratos-eficiencia-energetica%20(3).pdf)>. Acesso em: 10 de Out. 2017

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Guia prático: Conceitos e ferramentas da gestão e auditoria energéticas.** Brasília, 2015. ed. 1. 80 p. Disponível em <[https://ead08.proj.ufsm.br/moodle2\\_UAB/pluginfile.php/254852/mod\\_resource/content/2/Guia\\_Ferramentas\\_Gestao.pdf](https://ead08.proj.ufsm.br/moodle2_UAB/pluginfile.php/254852/mod_resource/content/2/Guia_Ferramentas_Gestao.pdf)>. Acesso em: 18 de Out. 2017.

BRASÍLIA. *Decreto nº 6.263, de 21 de novembro de 2007*. Plano Nacional sobre Mudança do Clima, Brasília. 132 p. Disponível em <[http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq\\_climaticas/\\_arquivos/plano\\_nacional\\_mudanca\\_clima.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf)>. Acesso em: 02 de Out. 2017.

CENTRALAR. **Catálogo de produtos**. 2017. Disponível em <<http://www.centralar.com.br/ar-condicionado-split-hi-wall-on-off-springer-midea-9000-btus-quente-frio-220v-1f-42maqa09s5.html>>. Acesso em: 19 de Out. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço Energético Nacional: Relatório Final**, 2017. Disponível em <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2017.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf)>. Acesso em: 03 de Out. 2017.

ENERGILUX. **Catálogo de produtos**. 2017. Disponível em <<https://www.energilux.com.br/lampada-de-led-alta-potencia-80w-golden-bivolt-e27/p>>. Acesso em: 15 de Out. 2017.

ENTIDADE REGULADORA DOS SERVIÇOS ENERGÉTICOS. **Manual de Gestão de Energia. Projeto Gestão de energia elétrica em PME's**. 2014. v. 01. Disponível em <[https://ead08.proj.ufsm.br/moodle2\\_UAB/pluginfile.php/254317/mod\\_resource/content/1/M anual\\_Gest%C3%A3o\\_GEEPMEs.pdf](https://ead08.proj.ufsm.br/moodle2_UAB/pluginfile.php/254317/mod_resource/content/1/M anual_Gest%C3%A3o_GEEPMEs.pdf)>. Acesso em: 18 de Out. 2017.

ELETROBRÁS. **Guia técnico – Gestão energética**. Rio de Janeiro, 2005. 188 p. Disponível em <[https://ead08.proj.ufsm.br/moodle2\\_UAB/pluginfile.php/254316/mod\\_resource/content/1/G uia\\_Gest%C3%A3o.pdf](https://ead08.proj.ufsm.br/moodle2_UAB/pluginfile.php/254316/mod_resource/content/1/G uia_Gest%C3%A3o.pdf)>. Acesso em: 15 de Out. 2017.

FOSSA, Alberto José; SGARBI, Felipe de Albuquerque. **Guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 50001 Gestão de Energia**. International Copper Association Brazil (ICA). 2017. Disponível em <[https://ead08.proj.ufsm.br/moodle2\\_UAB/pluginfile.php/254766/mod\\_resource/content/1/G uia\\_Gest%C3%A3o\\_50001.pdf](https://ead08.proj.ufsm.br/moodle2_UAB/pluginfile.php/254766/mod_resource/content/1/G uia_Gest%C3%A3o_50001.pdf)>. Acesso em: 21 de Out. 2017.

GOLDEN. **Lâmpada Alta Potência LED se transforma em luminária**. São Paulo. 2013. Disponível em <<http://www.lampadasgolden.com.br/mobile/releases/lampada-alta-potencia-led-se-transforma-em-luminaria>>. Acesso em: 15 de Out. 2017

GOOGLE MAPS. **Vila Maria, RS, Brasil**. 2017. Satélite. Escala: 50 m. Disponível em <<https://www.google.com.br/maps/@-28.5354769,-52.1531912,466m/data=!3m1!1e3>> Acesso em: 19 de Ago. 2017.

INSTRUÇÕES NORMATIVAS SRF nºs, 162/98 e 130/99- **Bens Relacionados na Nomenclatura Comum MERCOSUL-NCM**- Disponível em: <<http://www.mmcontabilidade.com.br/flash/taxasdepreciacao.htm>>. Acesso em: 06 de Set. 2017.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L; PEREIRA, F. O.R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 1 ed. São Paulo: PW Editores, 1997. V. 1. 192 p.

MATHIAS, Flávio Roberto de Carvalho. **Diagnóstico energético e gestão da energia em uma planta petroquímica de primeira geração**. 2014. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014. Disponível em <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/265954/1/Mathias\\_FlavioRobertodeCarvalho\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/265954/1/Mathias_FlavioRobertodeCarvalho_M.pdf)>. Acesso em: 20 de Out. 2017.

MULTIAR. **O que é BTUs: Como funcionam os BTUs do ar condicionado**. 2017. Disponível em <<http://www.multiar.com.br/o-que-e-btus>>. Acesso em: 02 de Nov. 2017.

NAGEM, André V; SOARES, Diego R; ARAÚJO, Hugo A. S.; CRESPI, Mateus N. **Plano de gestão de energia aplicado ao prédio do curso de Engenharia Ambiental – EESC/USP: Projeto final**. São Carlos, 2015. Universidade de São Paulo. 58 p. Disponível em <[file:///C:/Users/sinara/Downloads/Energia%206%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/sinara/Downloads/Energia%206%20(1).pdf)>. Acesso em: 14 de Out. 2017.

NOGUEIRA, Eduardo Santos. **Iluminação com LEDs: Alternativa de substituição da instalação existente da subestação Jataí**. 2011. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10003770.pdf>>. Acesso em: 06 de Out. 2017.

PINTO, Rafael Adaime. **Projeto e implementação de lâmpadas para iluminação de interiores empregando diodos emissores de luz (LED)**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008. Disponível em <[http://cascavel.ufsm.br/tede/tde\\_arquivos/7/TDE-2009-02-12T120630Z-1881/Publico/RAFAELADAIMEPINTO.pdf](http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_arquivos/7/TDE-2009-02-12T120630Z-1881/Publico/RAFAELADAIMEPINTO.pdf)> Acesso em: 20 de Out. 2017.

PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM. **O que é a etiqueta PBE Edifica?**. 2017. Disponível em <<http://www.pbeedifica.com.br/conhecendo-pbe-edifica>>. Acesso em: 02 de Out. 2017.

PROGRAMA NACIONAL DA RACIONALIZAÇÃO DO USO DOS DERIVADOS DO PETRÓLEO E DO GÁS NATURAL. *Ação global: Benefício global*. CONPET, 2012. Disponível em <[http://www.conpet.gov.br/portal/conpet/pt\\_br/conteudo-gerais/conpet.shtml](http://www.conpet.gov.br/portal/conpet/pt_br/conteudo-gerais/conpet.shtml)>. Acesso em: 02 de Out. 2017.

RAMOS, Greici; LAMBERTS, Roberto. **Relatório técnico do método de avaliação do sistema de iluminação do RTQ-C**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2010. Disponível em <[http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/Relatorio\\_Iluminacao\\_final.pdf](http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/Relatorio_Iluminacao_final.pdf)>. Acesso em: 12 de Out. 2017.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. CopyMarket.com, 2000.

SAMED, Marcia Marcondes Altimari; KATAYAMA, Jaline; LAURIS, Natalia; ESTEVES, Italo Henrique; SPAGNOLLI, Guilherme. **Sistema de gestão energética: Plano de ação e monitoramento visando a minimização do desperdício do uso final de energia em uma pequena indústria**. In: XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE

PRODUÇÃO. 2011, Belo Horizonte. *Anais eletrônicos*. Disponível em <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_TN\\_STO\\_143\\_902\\_18957.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_143_902_18957.pdf)>. Acesso em: 14 de Out. 2017.

SANTIL. **Catálogo de produtos**. 2017. Disponível em <<http://www.santil.com.br/produto/2004027/lampada-led-tubular-18w-6500k-luz-branca-fria-t8-bivolt-1850-lumens-certificada-ledtugla18w-mvc-philips>>. Acesso em: 15 de Out. 2017.

SOUZA, Hamilton Moss De; LEONELLI, Paulo Augusto; PIRES, Carlos Alexandre Príncipe; SOUZA JÚNIOR, Valdir Borges; PEREIRA, Roberto Wagner Lima. Reflexões sobre os principais programas em eficiência energética existentes no Brasil. **Revista Brasileira de Energia**, Vol. 15, n. 01. p. 7-26. 2009. Disponível em <[http://new.sbpe.org.br/wp-content/themes/sbpe/img/artigos\\_pdf/v15n01/v15n01a1.pdf](http://new.sbpe.org.br/wp-content/themes/sbpe/img/artigos_pdf/v15n01/v15n01a1.pdf)>. Acesso em: 03 de Out. 2017.

SUNLAB POWER. **Comparativo lâmpada LED x lâmpadas convencionais**. Revisão 1, São Paulo. [2017?]. Disponível em <<http://www.sunlab.com.br/datasheet/COMPARATIVO%20DE%20L%C3%82MPADAS%20LED%20rev1.pdf>>. Acesso em: 15 de Out. 2017.



## APÊNDICE

### A - QUESTIONÁRIO APLICADO: AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CONFORTO

Este questionário faz parte de uma pesquisa do Curso de Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos da UFSM, e tem como objetivo coletar informações relacionadas ao uso de ar condicionado e condições térmicas dos ambientes, para a realização de um estudo de melhorias no conforto térmico e consumo energético no prédio.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Sala em que trabalha: \_\_\_\_\_ Cargo ocupado: \_\_\_\_\_

- 1) Qual a localização da sua sala?  
 Térreo                       Segundo pavimento
  
- 2) Há ventilador de teto na sua sala?  
 Sim                       Não  
 Se você marcou sim, responda a próxima questão.
  
- 3) O ruído do ventilador, na sua opinião, é desconfortável?  
 Sim                       Não faz diferença
  
- 4) Há ar-condicionado no ambiente?  
 Sim                       Não
  
- 5) Se sim, no verão, quando as temperaturas são altas, qual o tempo de uso aproximado do ar-condicionado?  
 4 horas ao dia                       8 horas ao dia                       2 horas ao dia
  
- 6) Se não, você consideraria a colocação de ar condicionado como necessária para amenizar o calor?  
 Sim                       Não é necessário
  
- 7) Quanto às lâmpadas da sala, de que tipo são?  
 Fluorescentes                       Incandescentes                       LED                       Não sei
  
- 8) No verão, as janelas da sala ficam geralmente abertas ou fechadas?  
 Abertas                       Fechadas                       Não tem janela
  
- 9) Desconsiderando o uso de ar condicionado, como você se sente com a temperatura da sua sala, na maior parte do verão?  
 Com muito calor                       Com calor                       Levemente com calor                       Neutro
  
- 10) E no inverno?  
 Com muito frio                       Com frio                       Levemente com frio                       Neutro
  
- 11) Qual o tempo aproximado que sua sala recebe a luz do sol, no verão?  
 8 horas                       4 horas                       Não há insolação
  
- 12) Abaixo estão listadas algumas técnicas que contribuem para o conforto térmico e eficiência energética das edificações. Marque as alternativas que você conhece ou já ouviu falar:
 

<input type="checkbox"/> Proteções solares nas aberturas	<input type="checkbox"/> Telhado verde
<input type="checkbox"/> Adequada orientação solar do edifício	<input type="checkbox"/> Resfriamento evaporativo
<input type="checkbox"/> Ventilação natural	<input type="checkbox"/> Todas as anteriores
<input type="checkbox"/> Aquecimento solar	