

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**RAFAEL AUGUSTO PAVEZI**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA EM INSTITUIÇÃO  
PÚBLICA DE ENSINO SUPERIOR: UMA ANÁLISE DO BLOCO H DA UTFPR  
CAMPO MOURÃO**

**CAMPO MOURÃO**

**2021**

**RAFAEL AUGUSTO PAVEZI**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA EM INSTITUIÇÃO  
PÚBLICA DE ENSINO SUPERIOR: UMA ANÁLISE DO BLOCO H DA UTFPR  
CAMPO MOURÃO**

**Energy efficiency and conservation in public college institution: an analysis of  
UTFPR Campo Mourão – Building H**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientador: Prof. Esp. Evandro Luis Volpato

**CAMPO MOURÃO**

**2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**RAFAEL AUGUSTO PAVEZI**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA EM  
INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO SUPERIOR: UMA ANÁLISE DO  
BLOCO H DA UTFPR CAMPO MOURÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Data de aprovação: 02 / dezembro / 2021

---

Prof. Me. Roberto Widerski  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Dr. Ewerton Clayton Alves da Fonseca  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Esp. Evandro Luis Volpato  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
***Orientador***

**CAMPO MOURÃO**

**2021**

Dedico este trabalho a meus pais e amigos, pelo  
apoio imensurável.

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer primeiramente a meu orientador, Professor Evandro Luis Volpato, que de forma categórica compartilhou de seu conhecimento e me norteou neste momento tão difícil.

Também não posso deixar de agradecer a todo o corpo docente da UTFPR que me ajudou a crescer de maneira indescritível.

A todos meus colegas de Campo Mourão que me ajudaram sendo a segunda, senão a primeira família. Em especial à República Sobradinho que me acolheu e me ajudou em um momento difícil.

Gostaria de agradecer a todos que conheci e compartilhei momentos nesta etapa que está se encerrando, seja dividindo a sala de aula, seja no basquete, na bateria, tomando café nos intervalos e jogando conversa fora ou até mesmo quem conheci quando eu fui esporadicamente a um bar.

Também gostaria de agradecer ao Billie Joe, Kevin Garnett e André Matos que me inspiram a mais de uma década.

Por falar em década, esta década de UTFPR foi incrível e estar terminando este período é doloroso, porém gratificante.

*Anything is possible!*

(Kevin M. Garnett, 2008)

## RESUMO

Levando em conta o aumento no consumo de energia elétrica a partir do crescimento da estrutura da UTFPR Campo Mourão – PR, faz-se necessário atenuar gastos com este recurso além de promover um ambiente sustentável focando em energia limpa e eficiente energeticamente. O presente trabalho realiza um estudo para aplicação de adaptações visando eficiência energética, conservação e geração de energia no bloco H do *campus*. São feitas avaliações, análises e levantamentos de dados da estrutura, lâmpadas instaladas e ambientes do bloco para listagem de propostas, em seguida pesquisas em empresas do Paraná e São Paulo para viabilidade, orçamentos reais e implementação dos métodos. A mão de obra também conta com valores reais de profissionais consultados, aliando a parte teórica com a prática. Como resultado pode-se observar além do custo do investimento e métodos de instalação, os seus benefícios e o tempo de recuperação do investimento. Por fim, pode-se concluir que é um processo necessário e vantajoso em vários aspectos, no entanto meta, investimento e empenho são considerados fundamentais para tal realização.

**Palavras-chave:** sustentabilidade; desenvolvimento sustentável; energia solar; conservação de energia.

## ABSTRACT

Before the increase in the electricity consumption due to the development of the UTFPR Campo Mourão – PR structure, it is necessary to reduce the expenses of this resource and promote a sustainable environment, focusing in a clean and electrically efficient energy. This paper performs a study towards application of adaptations aiming at energy efficiency, conservation and generation of energy in the campus' "Building H". There are made evaluations, analysis and surveys of structure data, lamps installed and building's locations for listing of proposals, and research in Paraná and São Paulo's companies for viability, real budgets and method implementation. The workforce also have the real budget of professionals consulted, attaching both theory and practice. As a result, it's possible to note, in spite of the investment and instalation methods' cost, its benefits and profits long-term. Therefore, this work concludes that it is a necessary and beneficial process in several aspects, but it's fundamental goal, investment and effort.

**Keywords:** sustainability; sustainable development; solar energy; energy conservation.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fotografia 1 - Visão Superior Blocos UTFPR.....	27
Fotografia 2 - Visão Superior/Lateral Blocos UTFPR Campus Campo Mourão .....	28
Fotografia 3 - Área do telhado favorável .....	34
Fotografia 4 - Lateral voltada para noroeste .....	38
Fotografia 5 - Lateral voltada para sudeste.....	39
Fotografia 6 - Teste Medidor de Transparência .....	41
Fotografia 7 - Película Prata Instalada .....	42
Figura 1 - Nascente Poente e inclinação do Sol Verão/Inverno .....	22
Figura 2 - Módulo 545W.....	36
Gráfico 1 - Demanda .....	43
Quadro 1 - Análise Temperaturas .....	24
Quadro 2 - IRS Campo Mourão.....	35
Quadro 3 - Fatores de Correção .....	35
Quadro 4 - Itens Sistema Fotovoltaico .....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lâmpadas e Potência Instalada Bloco H.....	28
Tabela 2 - Seleção do valor recomendado de iluminância .....	30
Tabela 3 - Lâmpadas LED e Fluorescente .....	31
Tabela 4 - Potência por Ambiente para 32W e 18W .....	32
Tabela 5 - Dimensões e Áreas telhados UTFPR.....	33
Tabela 6 - Dimensões das Janelas .....	40
Tabela 7 - Troca Fluorescente 32W para LED 18W.....	45
Tabela 8 - Tempo de Recuperação do Investimento Total.....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C.A	Corrente Alternada
C.C	Corrente Contínua
COECI	Coordenação do Curso de Engenharia Civil
DACOC	Departamento Acadêmico de Construção Civil
DAFIS	Departamento Acadêmico de Física
DAHUM	Departamento Acadêmico de Humanidades
DEPRO	Departamento de Projetos e Obras
ECO-92	Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente
GEE	Gases do Efeito Estufa
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
IRS	Irradiação Solar
IV	Infravermelho
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
MEC	Ministério da Educação
NBR	Norma Brasileira
PET	Programa de Educação Tutorial
PR	Paraná
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
SP	São Paulo
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UV	Ultra Violeta

## LISTA DE SÍMBOLOS

kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt-hora
Lm	Lúmen
W	Watt
B	Boro
P	Fósforo
K	Kelvin
V	Volt
kVA	Kilovolt-ampere
nm	Nanômetro

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1</b>	<b>Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Construção Sustentável .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2</b>	<b>Sustentabilidade dos Materiais .....</b>	<b>19</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Lâmpadas LED.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Energia Solar Fotovoltaica .....</b>	<b>21</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Tipos de Radiação e Películas de Proteção Solar .....</b>	<b>22</b>
<b>4.3</b>	<b>Conservação e uso eficiente de energia .....</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA .....</b>	<b>26</b>
<b>5.1</b>	<b>Revisão bibliográfica .....</b>	<b>26</b>
<b>5.2</b>	<b>Propostas do projeto .....</b>	<b>27</b>
<b>5.3</b>	<b>O Bloco H.....</b>	<b>27</b>
<b>5.4</b>	<b>Eficiência das lâmpadas .....</b>	<b>28</b>
<b>5.5</b>	<b>Projeto Fotovoltaico.....</b>	<b>33</b>
<b>5.6</b>	<b>Películas.....</b>	<b>38</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>45</b>
<b>6.1</b>	<b>Eficiência das lâmpadas .....</b>	<b>45</b>
<b>6.2</b>	<b>Projeto fotovoltaico.....</b>	<b>46</b>
<b>6.3</b>	<b>Aplicação de películas .....</b>	<b>46</b>
<b>6.4</b>	<b>Payback aglutinado.....</b>	<b>47</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>48</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>
	<b>ANEXO A – FATURAS UTILIZADAS .....</b>	<b>53</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A ideia de desenvolvimento sustentável começou a se consolidar em 1972 na Conferência de Estocolmo, na Suécia. Foi a primeira vez que discussões sobre questões ambientais tiveram âmbito global. No ano seguinte, mais especificamente em outubro de 1973, ocorreu a crise do petróleo, quando o preço do barril quadruplicou e mostrou a dependência que os países compradores de petróleo tinham dos países árabes. Para atenuar essa dependência, as políticas energéticas começaram a ser revistas e o termo desenvolvimento sustentável ganhou ainda mais valor e espaço.

Em 1992, a sustentabilidade apareceu como eixo central na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento ou “ECO-92”. Nesse evento, 179 países assinaram o tratado da Agenda 21, que buscava coordenar desenvolvimento econômico com cooperação ambiental e social.

Segundo Corrêa (2009), “as características de uma construção sustentável interferem diretamente na relação homem/meio-ambiente com questões que podem ser minimizadas quando se resolve investir em um planejamento adequado.” É este o planejamento que será proposto no presente trabalho utilizando-se de conceitos de construção sustentável e reforma verde.

Reforma Verde, descrita por Filho (2015), é uma técnica para adaptar edifícios a partir de materiais modernos e ecológicos para se obter maior eficiência energética. Além disso, deve ser realizado um grande estudo técnico para tal reforma.

O presente estudo pretende facilitar o processo destas adaptações para que o Bloco H seja mais eficiente energeticamente, bem como às construções e ampliações futuras do campus.

No entanto existem barreiras para tal aplicação como aponta Yudelson (2013, p.97):

É surpreendente que os principais obstáculos à adoção generalizada das edificações sustentáveis continuem sendo os altos custos percebidos e a falta de consciência da diversidade de benefícios da construção e das operações sustentáveis.

Pode-se concluir a partir do relato, o quanto é válido ressaltar e difundir os benefícios das edificações sustentáveis, visto isso, além das propostas para

eficiência e conservação de energia, serão apresentados no presente trabalho o custo adicional, as vantagens e o tempo de recuperação do investimento.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Identificar potencialidades para aplicação de conceitos de eficiência energética e conservação de energia no Bloco H da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Campo Mourão.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar a demanda energética;
- Avaliar as lâmpadas do Bloco H e sua eficiência;
- Apresentar propostas para maior eficiência energética, conservação e energia elétrica gerada no local (*in situ*);
- Estimar o tempo de recuperação do investimento (payback).



### 3 JUSTIFICATIVA

Conforme dados publicados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, publicado em 2019 a partir dos dados do número de alunos de 2018), a UTFPR tornou-se em 2019 a universidade federal com mais alunos na região Sul e o *campus* Campo Mourão contribui neste resultado. Desde que a instituição deu início as suas atividades discentes em 1995, o número de cursos e alunos aumentou e não é diferente para sua estrutura e demanda energética.

A demanda no *campus* Campo Mourão da UTFPR aumentou de 342,7 kW (Anexo A, novembro de 2013) para 579,54 kW (Anexo A, novembro de 2019), um aumento de aproximadamente 69,11%. Já o consumo de energia elétrica para os mesmos meses de referência aumentou de 62.797 kWh para 87.136 kWh, um aumento de aproximadamente 38,8%. Em dinheiro, a fatura aumentou para os mesmos meses de referência de R\$ 23.411,39 para R\$ 75.274,10 um aumento de 221,53%. O que impulsiona maneiras de atenuar tal consumo e gastos de dinheiro público, buscando eficiência e conservação de energia.

Utilizando-se de energia renovável para abaixar o custo da tarifa do *campus* também pretende-se estabelecer uma autoprodução local de energia solar, que será uma das opções sustentáveis desenvolvidas no projeto.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável

Conforme Bacha *et al* (2010, p.5): “O termo sustentabilidade remete ao vocábulo sustentar no qual a dimensão longo prazo se encontra incorporada”. Ou seja, aquilo que pode ser mantido ao longo do tempo.

Desde o final da década de 1960, momento em que foi ganhando mais espaço no meio acadêmico e político, a palavra sustentabilidade vem se consolidando e apresenta ambiguidade, além de ser considerada abrangente podendo ter vários enfoques, dentre eles: sustentabilidade socioambiental, sustentabilidade política, sustentabilidade financeira, sustentabilidade empresarial, sustentabilidade cultural. Visto isso, vale à pena salientar que no presente trabalho a sustentabilidade será relacionada com desenvolvimento sustentável, construção sustentável e sustentabilidade ambiental.

Conforme os recursos naturais tornam-se mais escassos, a preocupação em gerenciá-los prudentemente fica ainda maior, por isso o conceito de sustentabilidade vem se tornando mais usual com o passar do tempo. O tempo e as gerações são relacionados com a ideia de desenvolvimento sustentável no relatório *Our Common Future*, também conhecido como Relatório Brundtland (1987, p.24):

*“A humanidade tem o dever de promover o desenvolvimento sustentável para garantir que ele atenda as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades”<sup>1</sup>*

O relatório Brundtland foi um grande marco e anos após, mais especificamente em 1994, John Elkington criou o Tripé da Sustentabilidade também conhecido por 3Ps da Sustentabilidade. Este identifica três aspectos que devem se relacionar harmonicamente, são eles: social, ambiental e financeiro.

No entanto Barbosa (2007) complementa a teoria e relaciona igualdade social, proteção ao meio ambiente e crescimento econômico aos pilares do

---

<sup>1</sup> Humanity has the ability to make development sustainable to ensure that it meets the needs of present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.

desenvolvimento sustentável, surgindo após as empresas deixarem de ter lucro como único foco e passaram a ter maior preocupação com o entorno.

Com bom planejamento a engenharia civil tem o poder e a responsabilidade de promover este desenvolvimento alinhado ao tripé sustentabilidade.

Como sugere Motta (2009), o conceito possui escala bem maior quando explorado:

O surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável veio da percepção do problema do desenvolvimento na nossa civilização. O problema do desenvolvimento possui escala global. Portanto, apesar da busca de ações locais direcionadas a sustentabilidade, devemos sempre ter no horizonte a relação com o processo global.

Podemos então considerar que a preocupação e aplicação do desenvolvimento sustentável tornam-se positivas para o nosso meio e vai além disso, são positivas para todo o mundo.

#### 4.1.1 Construção Sustentável

A construção sustentável, também conhecida por construção verde, tem como prioridade a preocupação com o meio ambiente, pretende-se causar o mínimo possível de impacto no mesmo. Dessa forma, existe um processo cuidadoso de projeto, construção, pós construção e até mesmo desconstrução.

Conforme a explicação de Yudelson (2013, p.19):

Uma edificação sustentável é aquela que considera seu impacto sobre a saúde ambiental e humana e, então, o diminui. Ela consome uma quantidade consideravelmente menor de energia e água em relação a uma edificação convencional, tem menos impactos sobre o terreno e, em geral níveis mais altos de qualidade do ar interior. Também se preocupa em parte com os impactos do ciclo de vida dos materiais de construção, móveis e acessórios.

Podemos concluir que além do gerenciamento de água e energia, temos que a escolha dos materiais também tem papel de extrema importância.

Além disso, a construção sustentável é extremamente abrangente como podemos conferir no trecho a seguir.

Começou-se a perceber que a construção sustentável não é um modelo para resolver problemas pontuais, mas uma nova forma de pensar a própria construção e tudo que a envolve. Trata-se de um enfoque integrado da própria atividade, de uma abordagem sistêmica em busca de um novo paradigma: o de intervir no meio ambiente, preservando-o e, em escala evolutiva, recuperando-o e gerando harmonia no entorno. (ARAUJO, 2008, p,1).

A partir deste esclarecimento também podemos ressaltar que o desenvolvimento sustentável depende de boas táticas e aplicações da construção sustentável.

## **4.2 Sustentabilidade dos Materiais**

Segundo Pacheco (2010), a escolha dos materiais sustentáveis procura minimizar a extração de matérias primas não renováveis além de privilegiar materiais: não tóxicos; com baixa energia incorporada; recicláveis; que possam permitir o reaproveitamento de resíduos de outras indústrias; que provenham de fontes renováveis; que estejam associados a baixas emissões de GEE; duráveis; escolhidos levando em consideração seu ciclo de vida.

No entanto, em muitos casos onde há limitações econômicas e/ou a sustentabilidade não é o foco principal, os materiais considerados favoráveis a causa acabam sendo deixados de lado. Podemos fazer uma breve comparação de materiais da construção sustentável com o papel reciclado; este é ecologicamente correto, mas é mais caro que o papel comum, pois os métodos utilizados são mais recentes e dispendiosos comparados ao método usual de fabricar papel virgem (que possui um mercado mais estruturado); há falta de incentivo e menos empresas trabalhando com esse material, o que aumenta o preço por falta de concorrência.

Acontece de maneira parecida com os materiais da construção e a própria construção: materiais mais caros e métodos de construção não usuais tendem a causar certa resistência à implementação. Desse modo, se as vantagens dos materiais e medidas eficientes não forem expostas, difundidas e desmistificadas, o cliente vai, na maioria das vezes, se confrontar com a mesma dúvida que tem ao se deparar com o papel reciclado na vitrine: “Se é mais caro, por que vou comprar?”

Visto isso, a seguir teremos os materiais escolhidos para incorporação no presente projeto e suas vantagens.

#### 4.2.1 Lâmpadas LED

A Lâmpada LED do inglês *Light Emitting Diode* possui um componente eletrônico que transforma luz elétrica em energia luminosa. Emite luz a partir de semicondutores e não emite infravermelho ou ultravioleta. Dessa forma, interferem menos no aumento de temperatura do ambiente e são destaque em relação a fluorescentes que possuem metais pesados na composição e incandescentes que funcionam a partir de um filamento.

A lâmpada transforma energia elétrica em luz e sua eficiência é medida relacionando o fluxo luminoso e a potência para gerar tal fluxo como exposto na seguinte fórmula:

$$Eficiência = \frac{Fluxo Luminoso (lm)}{Potência (W)}$$

Os LEDs brancos são relacionados a temperaturas de cor conforme explica Baptista (2016, p.22):

Na prática, denominamos a cor segundo nossa condição psicológica, ou seja, chamamos Quente a cor mais amarelada, relacionando-a ao calor do sol na zona tropical, e de Fria a cor mais azulada, relacionando-a ao frio do gelo nos polos da terra. No entanto, fisicamente, quanto mais quente a temperatura de cor em Kelvin, mais azulada será essa cor e quanto mais fria, mais amarelada.

São dispostas basicamente em quatro categorias, são elas:

Branco Quente: de 2600 Kelvin a 3500 Kelvin;

Branco Neutro: de 4000 Kelvin a 4500 Kelvin;

Branco Luz do dia: de 5000 Kelvin a 5500 Kelvin;

Branco Frio: acima de 6000 Kelvin.

#### 4.2.2 Energia Solar Fotovoltaica

A energia elétrica obtida a partir da radiação solar é dada pelo efeito fotovoltaico ou fotoelétrico, os fótons incidem em um material semicondutor (silício) purificado e dopado. O silício em estado natural apresenta impurezas por isso a necessidade de ser purificado e a fim de ter características de semicondutor (dopagem), precisa ter a adição de elementos como boro (B) e fósforo (P).

O silício para uso em microeletrônica que é utilizado na obtenção dos monocristais precisa ser de extrema pureza, contendo elementos estranhos a níveis raramente igualados nas outras áreas tecnológicas ou científicas. Tipicamente os níveis máximos permitidos estão em torno de um átomo de impureza para um bilhão de átomos de silício. (Andrade, 2000, p.1)

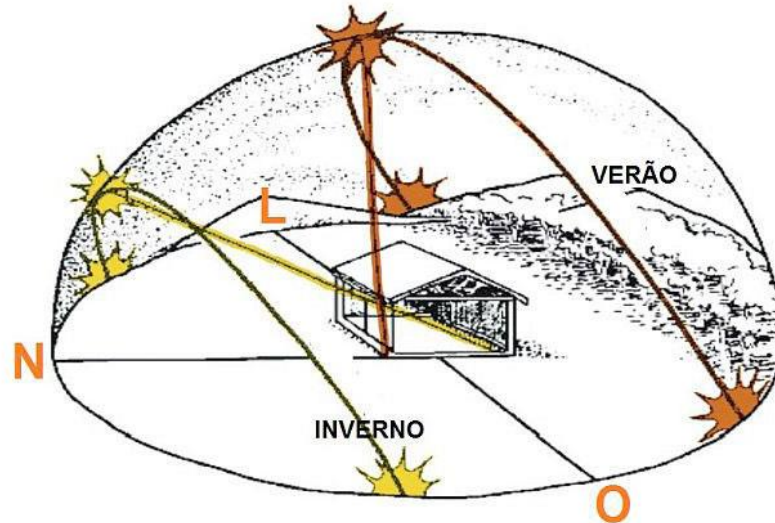
Será tratado no presente trabalho um projeto de sistema solar fotovoltaico conectado a rede elétrica (*On-grid*). É conectado a rede por conta do sistema não armazenar a energia gerada, dessa forma o que for gerado e não for consumido pelo usuário, será enviado para a rede e convertido em créditos de energia elétrica.

No sistema *on-grid* são utilizados inversores descritos por Galdino (2014, p. 216) “Um inversor é um dispositivo eletrônico que fornece energia elétrica em corrente alternada (c.a) a partir de uma fonte de energia elétrica em corrente contínua (c.c).”

Dessa forma a energia gerada em corrente contínua poderá ser utilizada a partir da conversão em corrente alternada.

No hemisfério Sul o Sol nasce no Leste e se põe no Oeste, mas sobe inclinando-se à direção Norte. Como representado na figura 1 a seguir.

**Figura 1 - Nascente Poente e inclinação do Sol Verão/Inverno**



Fonte: Site Portal Solar (2021)

Dessa forma, o Portal Solar descreve que os painéis voltados para o Norte Geográfico são mais eficientes quanto à geração de energia. A inclinação das placas pode ser relacionada com a latitude, Campo Mourão tem latitude 24°, portanto inclinações próximas a esse valor serão mais produtivas.

#### 4.2.3 Tipos de Radiação e Películas de Proteção Solar

Conforme aponta Batista (2021), a radiação solar é uma radiação eletromagnética, dessa forma pode ser analisada considerando seu espectro eletromagnético, ou seja, as suas frequências.

Dessa forma para melhor compreensão ela é dividida em três tipos, relacionadas ao seu comprimento de onda.

Segundo dados de Fogaça, a que possui menor comprimento de onda é a radiação ultravioleta (UV), que variam entre 100 e 400 nm. Esta ainda é dividida em UVC (entre 100 e 280 nm) que por ser mais curta é totalmente absorvida pela atmosfera e não chega a superfície; UVB (entre 280 e 315 nm) e UVA (entre 315 e 400 nm), as duas últimas são capazes de causar danos a nossa pele e desgaste em materiais.

A radiação visível possui intervalo de comprimento de 400 a 700 nm, por ser a única visível relaciona-se com o conforto visual.

Por fim a radiação infravermelha (IV) possui comprimento de onda entre 700 e 1000 nm, não é perceptível pelos olhos humanos, no entanto esta ligada a vibração molecular e por isso é relacionada diretamente à sensação de calor.

Dessa forma podemos relacionar os três tipos de radiação ao uso de películas.

“O principal objetivo das películas de controle solar é alterar as propriedades dos vidros, reduzindo significativamente a energia captada para o espaço interior, minimizando os consumos energéticos associados a sistemas de climatização, mas sem afetar significativamente os valores de transmitância visível de forma a minimizar os consumos energéticos relacionados com sistemas de iluminação artificial.” (BARBOSA, 2008, p.2).

Pode-se concluir que elas podem ajudar a controlar a passagem de radiação solar pelo vidro, no entanto as necessidades de utilização dos vidros variam e por isso existem diversas películas para se adequar a elas. Serão citados tipos de películas a seguir, definidas por Giovane Bruno (2020).

- Película Transparente: protege contra a radiação solar, diminuiu a temperatura interna e não interfere na transparência do vidro.
- Película Fumê: protege contra a radiação solar, diminui a temperatura interna e diminui a incidência de luz no ambiente.
- Película Espelhada: protege contra a radiação solar, diminui a temperatura interna e permite que o interior não seja visto pelo lado de fora.
- Película Antivandalismo: protege contra a radiação solar, diminui a temperatura interna, possui espessura maior que protege contra estilhaçamentos e a quebra do vidro.
- Película Decorativa: protege contra a radiação solar, diminui a temperatura interna e aumentam a privacidade com decorações modernas.
- Película de Nanocerâmica: reduz a temperatura interna em até 60% e aproximadamente 100% da radiação solar.
- Película Blackout: protege contra a radiação solar, diminui a temperatura interna e bloqueia a visibilidade completamente.



Para o presente trabalho a película de interesse é a que possua grande taxa de filtro UV e IV e baixa taxa de filtro da radiação visível.

Um estudo feito por Barbosa (2008) demonstra a eficiência da película em relação à temperatura, fluxo de calor e iluminância de interiores analisando três ambientes sem película com outros três ambientes com a película PDLC (película onde a matriz é um polímero).

Os resultados estão expressos na figura 3 são relacionados à temperatura.

**Quadro 1 - Análise Temperaturas**

<b>Temperatura sem Película (°C)</b>			
<b>Gabinetes</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Média</b>	29,4°	30°	29,6°
<b>Máxima</b>	36,7°	36,2°	36,4°
<b>Mínima</b>	25,7°	26	26,2°
<b>Temperatura Com Película</b>			
<b>Gabinetes</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Média</b>	25,4°	26,6°	26,4°
<b>Máxima</b>	30,9°	32,8°	30,9°
<b>Mínima</b>	22,6°	23,3°	23,9°

**Fonte: Barbosa (2018, p. 40)**

O quadro mostrou que a diferença de temperatura dos ambientes em que o vidro não possui película para os ambientes do vidro com película é de até 5,5°C.

Pode-se concluir que esses valores irão influenciar de maneira significativa nos gastos em energia para funcionamento de climatizadores.

### 4.3 Conservação e uso eficiente de energia

Eficiência energética é definido por Baptista (2016) como uma atividade que busca melhorar o uso das fontes de energia utilizando-a de maneira eficiente para chegar a um resultado.

A eficiência está relacionada a dois grandes processos da energia, transformação e utilização. Vamos nos atentar no presente trabalho à utilização, onde cabe a adoção de medidas para melhor aproveitamento.

Esta utilização também é destacada por Raoli (2020), e relacionada às construções:

Podemos dizer que eficiência energética é atingir o melhor grau de utilização/aproveitamento de um equipamento ou construção, com o menor gasto possível de energia. Para se chegar a este ponto de equilíbrio deve ser aplicado um conjunto de ações e estratégias que buscam o aproveitamento ótimo, evitando assim o alto consumo.

Também vale ressaltar que atingir este grau não é algo simples e provém de vários estudos e determinação.

Tratando-se de uma edificação pronta, a eficiência energética é dada a partir da utilização de sistemas para atingir melhor desempenho levando em conta as características de uma construção já definida.

Para chegar a tal desempenho, é válido analisar a envoltória da edificação, a iluminação, a capacidade de geração de energia *in loco*, as características dos equipamentos e propor melhorias.

Em meados da década de 1980 o governo criou o selo PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), no site do selo pode-se observar suas definições, dentre elas promover incentivo, políticas públicas e projetos em vários segmentos como por exemplo edificações; iluminação pública; equipamentos elétricos; indústria e comércio. O programa foi utilizado no desenvolvimento do presente trabalho para auxiliar na escolha de lâmpadas mais eficientes.

Conservação e eficiência energética se relacionam, visto que uma das maneiras de atingir eficiência energética é conservando e fazendo o uso racional da mesma.

## **5 METODOLOGIA DE PESQUISA**

Inicialmente o método de pesquisa utilizado foi de pesquisa de campo dentro do bloco H da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campo Mourão para determinar quais propostas de eficiência, conservação e geração caberiam; o departamento de projetos disponibilizou plantas baixas para auxiliar na pesquisa, a partir das plantas baixas foram extraídas cotas das áreas dos telhados, área útil e construída dos blocos. O número e características das lâmpadas foram obtidos pessoalmente após visita em todos os ambientes do bloco H, o mesmo ocorreu para determinar as áreas das janelas.

Em sequência, pesquisas em empresas na cidade de Maringá – PR, Campo Mourão – PR e Teodoro Sampaio – SP para busca, viabilidade e orçamento dos materiais e tecnologias propostos. A partir das pesquisas, foram feitos estudos, novamente dentro do bloco H, para demonstrar a compatibilidade do local com as adaptações consideradas viáveis.

### **5.1 Revisão bibliográfica**

Tanto na identificação das propostas viáveis, quanto no desenvolvimento das mesmas, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre construção sustentável, reforma verde e eficiência energética. A revisão foi feita em livros e artigos de processos de construção sustentável, além de normas, selos de certificação e processos para obter eficiência energética, conservação e maior desempenho de geração de energia. Além disso, buscou-se estudos que comprovam a credibilidade e discriminam as vantagens das propostas do presente projeto.

## 5.2 Propostas do projeto

Serão apresentadas propostas para Maior Eficiência das Lâmpadas; Projeto Fotovoltaico e Aplicação de Películas de Alto Desempenho a fim de obter eficiência energética, conservação e geração de energia.

## 5.3 O Bloco H

O local adotado para referência no presente estudo foi o Bloco H localizado na UTFPR – Campo Mourão. Possui dois pavimentos e 14 salas, que se dividem em salas de aula teórica, departamentos e laboratórios, além de banheiros masculinos e femininos (nos dois pavimentos). O bloco tem área útil de 1495m<sup>2</sup>. A sua disposição dentro do Campus pode ser observada na fotografia 1 e fotografia 2.

Fotografia 1 - Visão Superior Blocos UTFPR

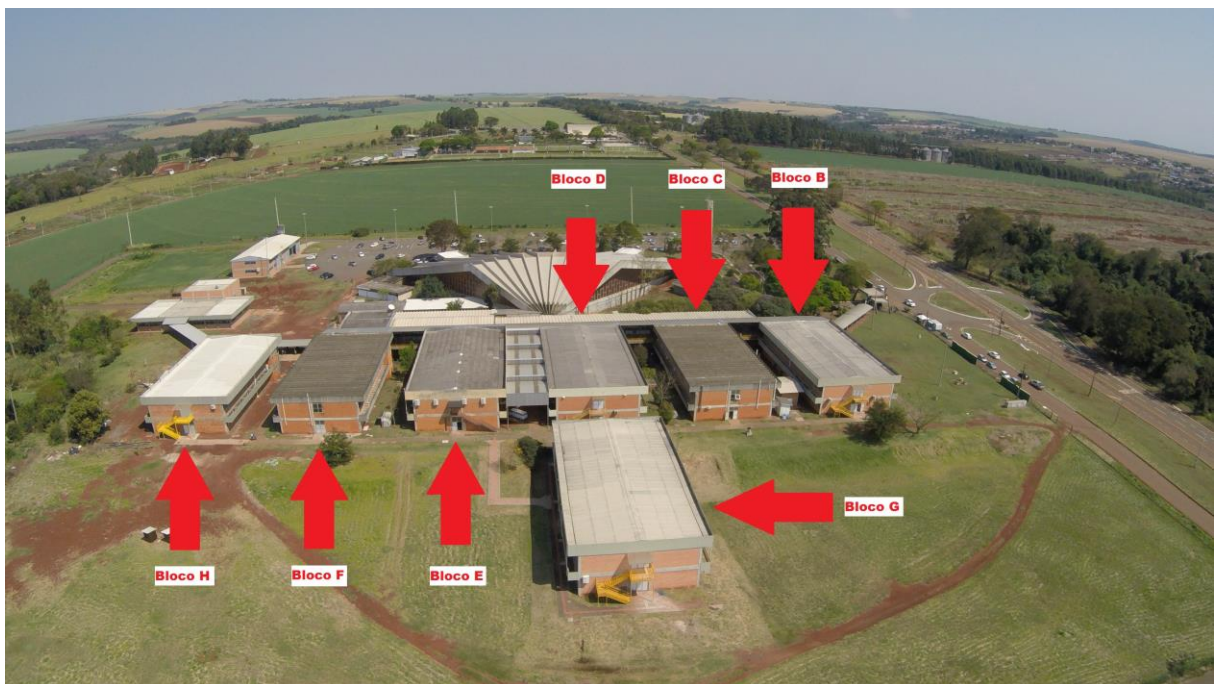


Foto: Eivelton Fernando (2015)

**Fotografia 2 - Visão Superior/Lateral Blocos UTFPR Campus Campo Mourão**



**Foto: Elivelton Fernando (2015)**

#### 5.4 Eficiência das lâmpadas

Primeiramente, foi considerado o tipo de lâmpada utilizado nas salas e corredores do bloco. Constatou-se a utilização de lâmpadas tubulares fluorescentes tipo T8 32W 2350 lumens e optou-se por uma análise e comparação com lâmpadas LED.

A tabela 1 contém o número de lâmpadas, a potência instalada e área de cada ambiente.

**Tabela 1 - Lâmpadas e Potência Instalada Bloco H**

(continua)

Sala	Pavimento	Nº de Lâmpadas	Área (m <sup>2</sup> )	Potência (W)
H001 - Laboratório de Hidráulica	Térreo	36	111,91	1152W
H002 - Laboratório de Fenômeno de Transportes	Térreo	42	111,37	1344W
H003 - Laboratório de Física 3	Térreo	30	74,42	960W

(conclusão)				
Sala	Pavimento	Nº de Lâmpadas	Área (m <sup>2</sup> )	Potência (W)
H004 - Laboratório de Física 1	Térreo	30	93,56	960W
H005 - Laboratório de Física 2	Térreo	30	93,02	960W
Almoxarifado	Térreo	6	37,26	192W
Corredor	Térreo	26	128,34	832W
H101 – Laboratório de Instalações Elétricas	Segundo	30	93,70	960W
H102 – DAHUM – Departamento Acadêmico de Huminades	Segundo	18	55,50	576W
H103 – PET – Programa de Educação Tutorial	Segundo	12	36,40	384W
H104 – Sala de Aula Teórica	Segundo	18	55,50	576W
H105 – Sala de Aula Teórica	Segundo	18	55,80	576W
H106 – DEPRO – Departamento de Projeto e Obras	Segundo	20	55,80	640W
H107 – DAFIS – Departamento Acadêmico de Física	Segundo	30	55,50	960W
H108 – DACOC/COECI	Segundo	24	107,27	768W
Corredor	Segundo	26	121,20	832W

**Fonte: Autoria Própria (2021)**

Na tabela 1 foram consideradas todas as salas do bloco e os corredores dos dois pavimentos, banheiros do bloco não possuem lâmpada tubular e não entraram no estudo; serão adicionadas nos cálculos de custos, duas lâmpadas tubulares da entrada do bloco e quatro lâmpadas tubulares da escadaria.

A iluminação deve estar de acordo com a NBR 5413 (1992), que determina os níveis máximos, médios e mínimos de iluminância artificial de interiores.

Os valores para os ambientes compreendidos no Bloco H são determinados pela norma como sugere a tabela 2:

**Tabela 2 - Seleção do valor recomendado de iluminância**

<b>Local</b>	<b>Min</b>	<b>Med</b>	<b>Max</b>
Salas de Aula	200	<b>300</b>	500
Laboratórios	300	<b>500</b>	750
Corredores	75	<b>100</b>	150
Depósitos	100	<b>150</b>	200

**Fonte: Autoria Própria (2021)**

A partir dos fatores determinantes da iluminância adequada será considerado paredes brancas na análise de refletância (superior a 70%), velocidade e precisão importante e idade dos usuários superior a 55 anos. (mesmo não sendo a idade predominante). Dessa maneira a iluminância deve ser igual ou superior aos valores médios da tabela 2. (segunda coluna em negrito).

Levando em consideração que a iluminância atual do bloco H está de acordo com a norma, foi feito um estudo para alcançar o mesmo resultado em iluminação a partir de menos potência instalada. (maior eficiência energética).

Foram analisadas cinco tipos de lâmpadas LED e suas especificações, além da fluorescente instalada no bloco conforme tabela 3.

**Tabela 3 - Lâmpadas LED e Fluorescente**

Tipo	Soquete/base e tamanho	Potência em Watts	Fluxo Luminoso (Lumens)	Lumens/W	Valor em reais
Lâmpada Led T-8 opção 1	G13 120cm	20W	1800	90	R\$ 16,90
Lâmpada Led T-8 opção 2	G13 120cm	18W	1850	102,77	R\$ 16,90
<b>Lâmpada Led T-8 opção 3</b>	<b>G13 120cm</b>	<b>18W</b>	<b>2300</b>	<b>127,77</b>	<b>R\$ 54,45</b>
Lâmpada Led T-5 opção 1	G-5 115cm	18W	1850	102,77	R\$ 27,90
Lâmpada Led T-5 opção 2	G-5 115cm	15W	1850	123,33	R\$ 80,90
Lâmpada Fluorescente	G-13 120cm	32W	2350	73,43	R\$ 9,90

**Fonte: Autoria Própria (2021)**

As lâmpadas Led T-8 opção 1, Led T-8 opção 2, Led T-5 opção 1, foram as 3 primeiras encontradas no mercado e analisadas, no entanto, mesmo possuindo uma eficiência maior, o seu fluxo luminoso era muito mais baixo (1800-1850lm) que o atualmente instalado no Bloco H (2350lm). Dessa forma inviáveis. O mesmo aconteceu com a lâmpada Led T-5 opção 2; é ainda mais eficiente que as anteriores porém seu fluxo luminoso não foi aceitável.

Dessa maneira foi feito um novo estudo a partir da lista das lâmpadas certificadas pelo selo Procel de eficiência e foi encontrada a lâmpada tubular Led T-8 opção 3. (em negrito tabela 3). Esta possui a mesma temperatura de cor da fluorescente atualmente instalada no bloco (4000K), eficiência maior e fluxo luminoso de apenas 50lm mais baixo. A partir dessa escolha foram feitas as próximas considerações.



Na tabela 4 foi feito um comparativo entre a potência de todas as lâmpadas fluorescentes 32W e 2350 lumens (atual instalada) com a potência caso todas as lâmpadas fossem trocadas por lâmpadas LED de 18W e 2300 lumens.

**Tabela 4 - Potência por Ambiente para 32W e 18W**

<b>Sala</b>	<b>Potência Atual Instalada</b>	<b>Potência para LED 18W e 2300 lm</b>	<b>Economia em Potência instalada</b>
H001 - Laboratório de Hidráulica	1152W	648W	504W
H002 - Laboratório de Fenômeno de Transportes	1344W	756W	588W
H003 - Laboratório	960W	540W	420W
H004 - Laboratório	960W	540W	420W
H005 - Laboratório	960W	540W	420W
Almoxarifado	192W	108W	84W
Corredor Térreo	832W	468W	364W
H101 – Laboratório de Instalações Elétricas	960W	540W	420W
H102 - DAHUM	576W	324W	252W
H103 – PET	384W	216W	168W
H104 – Sala de Aula Teórica	576W	324W	252W
H105 – Sala de Aula Teórica	576W	324W	252W
H106 – DEPRO	640W	360W	280W
H107 – DAFIS	960W	540W	420W
H108 – DACOC/COECI	768W	432W	336W
Corredor Superior	832W	468W	364W
$\Sigma$	<b>12672W</b>	<b>7128W</b>	<b>5544W</b>

**Nota: Em Potência Instalada foi considerado apenas a potência das lâmpadas.**

**Fonte: Autoria Própria (2021)**

## 5.5 Projeto Fotovoltaico

Primeiramente foi feita uma análise das áreas construídas dos blocos A, B, C, D, E, F, G, H e Restaurante Universitário. A partir das plantas baixas foram encontradas as dimensões e áreas expostas na tabela 5:

**Tabela 5 - Dimensões e Áreas telhados UTFPR**

Bloco	Largura (m)	Profundidade (m)	Área Térreo (m <sup>2</sup> )	Área Total (m <sup>2</sup> )
A1	8,5m	55m <sup>2</sup>	467.5m <sup>2</sup>	467.5m <sup>2</sup>
A2	8m	120m	960m <sup>2</sup>	960m <sup>2</sup>
B	21,55m	40,30m	868,465m <sup>2</sup>	1.736,93m <sup>2</sup>
C	21,00m	40,40m	848,4m <sup>2</sup>	1.696,8m <sup>2</sup>
D	21,00m	40,30m	846,3m <sup>2</sup>	1.692,6m <sup>2</sup>
E	21,00m	40,40m	848,4m <sup>2</sup>	1.696,8m <sup>2</sup>
F	21,00m	40,40m	848,4m <sup>2</sup>	1.696,8m <sup>2</sup>
G	21,55m	60,30m	1.299,465m <sup>2</sup>	2.598,93m <sup>2</sup>
H	21,55m	40,30m	868,465m <sup>2</sup>	1.736,93m <sup>2</sup>
RU	20,5m	35m	717,5m <sup>2</sup>	717.5m <sup>2</sup>
Σ				15.000,79m <sup>2</sup>

**Fonte: Autoria Própria (2021)**

Para determinar a demanda média do ano foram utilizadas as faturas de 12 meses, (última fatura do anexo A, consumo de 12/2018 até 11/2019) e feita uma média simples. O resultado foi de 64264kWh de consumo médio mensal. No entanto precisamos estimar a demanda somente do bloco H; visto que o consumo não é medido separadamente iremos relacionar o consumo com a área construída. O consumo médio de 64264kWh foi dividido pela área total de 15.000,79m<sup>2</sup> (Σ tabela 5) e definido assim o consumo por metro quadrado. Em seguida esse consumo (4,284kWh/m<sup>2</sup>) foi multiplicado pela área do bloco H e o resultado foi 7441kWh/mês.

A cobertura do bloco H possui duas águas e uma delas é mais favorável a geração de energia solar. A face voltada pra Noroeste detalhada em azul na fotografia 3.

**Fotografia 3 - Área do telhado favorável**

Fonte: Adaptado de Arquivo Pessoal Elivelton Fernando (2015)

A área total da cobertura é de  $868,465\text{m}^2$ . A face voltada para Noroeste é metade, totalizando  $434,23\text{m}^2$ . O sombreamento ocasionado pela platibanda foi considerado e descartado 1 metro de largura e 40,30m de profundidade, totalizando  $40,30\text{m}^2$ . Dessa forma a nova área para estudo é de  $393,93\text{m}^2$ .

O projeto da quantidade de placas do sistema será feito levando em conta a intenção de levar o bloco H a um balanço energético zerado (*net zero energy*).

Para isso, foi avaliado a irradiação solar de campo mourão de cada mês e feita a média simples conforme quadro 2.

**Quadro 2 - IRS Campo Mourão**

<b>Mês</b>	<b>IRS Campo Mourão (kWh/m<sup>2</sup>/dia)</b>
Janeiro	6,085
Fevereiro	4,539
Março	5,257
Abril	5,729
Maio	3,584
Junho	3,164
Julho	3,395
Agosto	4,332
Setembro	4,565
Outubro	5,279
Novembro	6,106
Dezembro	6,473
Média	4,87

**Nota: Considerando coordenadas geográficas de Campo Mourão: -24.00,-52.35  
Fonte: Autoria Própria a partir do Site mapa solar Labren (2021)**

Por se tratar de uma cidade com latitude 24°, a inclinação ótima é próxima a esse valor. Vamos considerar um projeto com suportes de inclinação que nos leve a inclinação ótima e utilizar o quadro 3 para estimar a irradiação a partir do fator de correção segundo uma inclinação e orientação dada.

**Quadro 3 - Fatores de Correção**

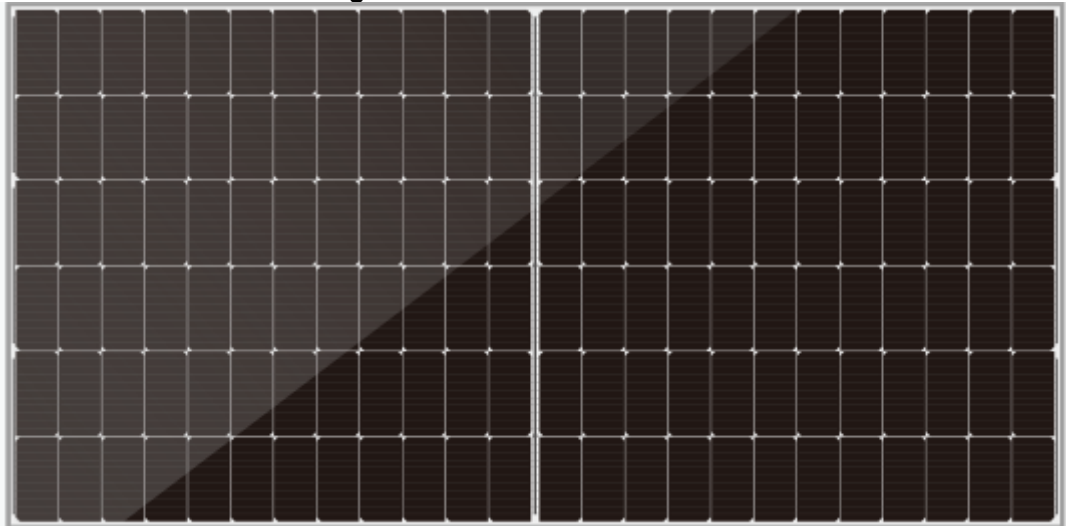
<b>Fatores de Correção Segundo uma Inclinação e Orientação Dada</b>										
<b><math>\gamma/\beta</math></b>	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0	0,962	0,991	1,000	0,988	0,956	0,903	0,834	0,749	0,652	0,549
±25°	0,962	0,988	0,993	0,978	0,944	0,891	0,823	0,740	0,649	0,553
±50°	0,962	0,980	0,978	0,958	0,920	0,866	0,798	0,720	0,635	0,549
±90°	0,962	0,952	0,925	0,884	0,832	0,770	0,703	0,633	0,562	0,493

**Fonte: Adaptado de Zilles et al. (2012, p. 42)**

No quadro 3, os elementos da primeira coluna, ( $\gamma$ ) são os azimutes. Azimute  $0^\circ$  para Norte,  $90^\circ$  para Leste, Noroeste/Nordeste  $45^\circ$  (iremos aproximar para  $50^\circ$  que consta na tabela). E a primeira linha, ( $\beta$ ) são as inclinações. Levando em conta a inclinação ótima de  $20^\circ$  e telhado voltado para NO, iremos multiplicar o IRS pelo fator de correção 0,978. Ou seja, estima-se 2,2% de perda de desempenho do sistema de placas fotovoltaicas por conta da orientação do telhado.

Os módulos escolhidos para o projeto são os DAH 545W MONO de dimensões 2256x1133x35mm e peso de 28,5Kg.

**Figura 2 - Módulo 545W**



Fonte: Dah Solar PV (2021, p. 1)

Para estimar o número de placas iremos multiplicar o novo IRS encontrado a partir do fator de correção ( $4,76\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ ) pela potência de uma placa ( $0,545\text{kW}$ ), cada placa gera portanto,  $2,59\text{kWh}/\text{dia}$ . Vamos multiplicar este valor por 30 para obter a geração de uma placa por mês e o valor encontrado dividirá a média de consumo mensal do bloco H segundo a expressão a seguir.

$$\text{número de placas} = \frac{7441}{2,59 \times 30} = 95,76$$

Portanto para que o bloco H tenha um balanço energético zerado serão necessárias 96 placas de 545W. (arredondando para o maior valor inteiro positivo).

Este sistema ocuparia cerca de 250m<sup>2</sup>, portanto o telhado possui superfície suficiente para o dimensionamento.

O sistema também conterà um inversor SOFAR 50000TL que converte a energia gerada nos painéis de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA).

Por se tratar de um inversor trifásico e a faculdade não atender 380V, é necessário um AUTOTRANSFORMADOR 380/220 de 60KVA.

Lista completa de itens do projeto constam no quadro 4.

**Quadro 4 - Itens Sistema Fotovoltaico**

<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>
MODULOS DAH 545W MONO	96 UNIDADES
INVERSOR SOFAR 50000TL	1 UNIDADE
AUTOTRANSFORMADOR 380/220V 60 KVA	1 UNIDADE
STRING BOX BRASSUNNY	1 UNIDADE
CABO SOLAR 6MM (PRETO)	INCLUSO
CABO SOLAR 6MM (VERMELHO)	INCLUSO
CONECTORES MC4 MULTI-CONTACT MACHO/FEMEA	INCLUSO
ESTRUTURA FIXAÇÃO TELHADO	INCLUSO
MATERIAL ELÉTRICO	INCLUSO
SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DO SISTEMA	INCLUSO
MONITORAMENTO DO SISTEMA VIA WEB	INCLUSO

**Fonte: Autoria Própria (2021)**

## 5.6 Películas

Para a implantação de películas no bloco H foi avaliada a incidência de raios solares, a face voltada para noroeste e a face oposta voltada para sudeste foram escolhidas para aplicação nas janelas das salas de aula teórica, departamentos e laboratórios.

As janelas possuem cortinas escuras que barram a incidência de raios solares, no entanto a cor azul escuro acaba absorvendo muita energia por conta de um índice de albedo baixo e isto interfere na temperatura interna. Além disso, a luminosidade natural também é bloqueada nos ambientes quando as cortinas estão abertas. Dessa forma, a aplicação de películas ocasionará conforto térmico e proteção sem bloquear totalmente a luminosidade natural.

As janelas, vidros e fixos superiores estão explícitos nas fotografias 4 e 5:

**Fotografia 4 - Lateral voltada para noroeste**



Fonte: Autoria Própria (2021)

**Fotografia 5 - Lateral voltada para sudeste**



**Fonte: Autoria Própria (2021)**



A lateral voltada para noroeste possui 48 folhas, dentre elas 24 fixas e 24 móveis, 96 fixos superiores e 32 vidros de três dimensões diferentes na escadaria.

A lateral voltada para sudeste possui 64 folhas dentre elas 32 fixas e 32 móveis e 128 fixos superiores.

As dimensões estão definidas na tabela 7.

**Tabela 6 - Dimensões das Janelas**

Tipo	Dimensão menor	Dimensão maior	Quantidade	Área Total (m <sup>2</sup> )
Folhas	105cm	125cm	112	147 m <sup>2</sup>
Fixos superiores	20cm	105cm	224	47,04 m <sup>2</sup>
Tipo 1 escadaria	55cm	110cm	8	4,84 m <sup>2</sup>
Tipo 2 escadaria	100cm	110cm	8	8,8 m <sup>2</sup>
Tipo 3 escadaria	75cm	110cm	16	13,2 m <sup>2</sup>
$\Sigma$				220,88 m <sup>2</sup>

**Fonte: Autoria Própria (2021)**

A película escolhida para aplicação foi a película prata de auto desempenho da marca Garware; as especificações descritas pelo fabricante eram: bloqueio de 100% da radiação ultravioleta (UVR), 90% de bloqueio da radiação infravermelho (IRR) e valor de transmissão de luz visível de aproximadamente 5%.

Foi realizado um teste para comprovar tais especificações com um aparelho medidor de transparência da marca Linshang, modelo LS162.

O teste comprovou a eficiência da película conforme fotografia 6; promovendo passagem de 6.6% de luminosidade (VLT fotografia 6), 100% de bloqueio da radiação ultravioleta (UVR fotografia 6) e 93,4% de bloqueio da passagem de radiação infravermelho (IRR fotografia 6).

Dessa forma, a película causará proteção total contra raios UV que relacionam-se à danos a nossa pele e desgaste de materiais, e barreira na ordem de mais de 93% da passagem de IV, que relaciona-se com o aquecimento do ambiente.

Fotografia 6 - Teste Medidor de Transparência



Fonte: Autorial Própria (2021)

Além de proteção, a película causa uma mudança estética como pode ser observado na fotografia a seguir da película prata após instalação.

**Fotografia 7 - Película Prata Instalada**



**Fonte: Insulfilm Maringá (2021)**

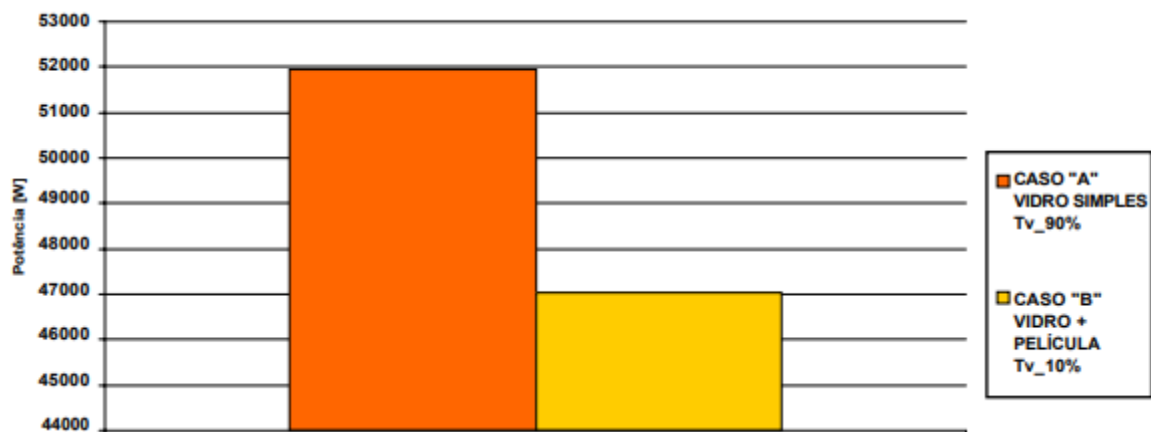
Foi escolhida uma empresa de Maringá, o orçamento para aplicação da película escolhida nos 220,88m<sup>2</sup> de janelas do bloco H (faces Noroeste e Sudeste), é de R\$ 19.800,00.

Para estimar o payback será feita a utilização dos dados de uma pesquisa científica que analisa as economias no consumo de energia elétrica após a aplicação de película de controle solar. A pesquisa feita em porto Alegre será utilizada pois apresenta orientação de metade das janelas de -45° em relação ao Norte verdadeiro, ou seja, Noroeste. Orientação comum a de metade das faces do

Bloco H da UTFPR – Campo Mourão. Além disso, no projeto que tomaremos para comparação, a potência de lâmpadas instaladas é quase coincidente, 12100W enquanto o bloco H possui potência instalada de lâmpadas de 12672W.

Os vidros representam 100% da superfície das faces e a partir da aplicação de películas o consumo elétrico mensal diminuiu 10% no consumo com refrigeração como podemos observar no gráfico a seguir.

**Gráfico 1 - Demanda**



Fonte: Monografia Schwieder (2004, p. 13)

A área de vidros é 100% de duas faces de uma construção de dois pavimentos, (comum também ao Bloco H) que possui comprimento e largura de 17,6m. Desta forma a superfície de vidros representa 50% da superfície total.

As duas faces do Bloco H que vão receber películas representam 65% das faces totais e aproximadamente 60% de vidros nas faces em relação a alvenaria. Desta forma os vidros representam aproximadamente 40% da superfície total.

Dessa forma a fim de compatibilizar os resultados, a economia encontrada por Schwieder será multiplicada por 0,8 a partir da relação encontrada. Estimaremos assim um potencial de economia de 80% do encontrado.

No entanto pela média de temperatura anual de Campo Mourão ser cerca de 3°C maior, espera-se uma economia maior com refrigeração do que a encontrada em Porto Alegre.

Schwieder define 10% de economias com refrigeração e 16% no consumo elétrico total. Dessa forma usaremos o consumo em kWh do Bloco H e estimar uma economia de 12,8%.

Por fim o Payback é dado pela seguinte equação.

$$\textit{Payback} = \frac{\textit{Custo do investimento (películas)}}{\textit{Consumo Bloco H} \times 12,8\% \times \textit{preço por kWh}}$$

$$\textit{Payback} = \frac{R\$ 19800}{7441\textit{kWh} \times 12,8\% \times 0,863} = 24,08 \textit{ meses}$$

Portanto Payback em aproximadamente 2 anos e 1 mês.

## 6 RESULTADOS

Neste tópico serão discorridos os resultados e estimativas de *payback* a partir das propostas de troca de lâmpadas para maior eficiência; projeto fotovoltaico e aplicação de películas. Além disso, será apresentado o *payback* aglutinado.

### 6.1 Eficiência das lâmpadas

As lâmpadas LED possuem um driver integrado que elimina a necessidade de utilização do reator, que é necessário para as fluorescentes atualmente instaladas.

O conector/soquete e tamanho das lâmpadas é compatível para troca. O modelo de lâmpada necessita de alimentação unilateral, dessa maneira após a retirada do reator a fase e neutro deverão ser conectadas do mesmo lado.

A mão de obra encontrada em Campo Mourão para essa adaptação é de R\$ 25,00 para cada luminária. Totalizando R\$ 5.025,00.

A tabela 5 expõe os dados considerando a troca de todas as lâmpadas tubulares do bloco H.

**Tabela 7 - Troca Fluorescente 32W para LED 18W**  
**Economia Trocando Fluorescente T-8 32W por LED T-8 18W**

Custo por Lâmpada:	R\$ 54,45
Quantidade de Lâmpadas:	402 lâmpadas
Custo investimento	R\$ 21.888,90
Mão de obra para troca e adaptação	R\$ 5.025,00
Horas de uso por ano	2100 horas
Economia (kWh/ano)	11818,80 kWh/ano
Economia (R\$/ano)	R\$ 10.199,00
Payback	2 anos e 8 meses

**Notas: Horas de uso por ano considerando 10 horas de uso por dia em 210 dias letivos.**  
**Considerando para o cálculo de payback: R\$ 0,863 para cada kWh**  
**Fonte: Autoria Própria (2021)**

## 6.2 Projeto fotovoltaico

Foi escolhida uma empresa de Campo Mourão para orçamento.

O custo do investimento é de R\$ 275.443,11

Para o *payback* foi utilizado o valor da demanda estimado de 7441 kWh/mês e o valor pago para cada kWh segundo a fatura do anexo A conforme apresentado na fórmula a seguir.

$$\textit{Payback Fotovoltaico} = \frac{275.443,11}{7441 \times 0,863} = 43 \textit{ meses}$$

Portanto, *payback* em 3 anos e 7 meses.

## 6.3 Aplicação de películas

Considerando os dados de economia de energia o *payback* será dado pela seguinte expressão:

$$\textit{Payback} = \frac{\textit{Custo do investimento (películas)}}{\textit{Consumo Bloco H} \times 12,8\% \times \textit{preço por kWh}}$$

$$\textit{Payback} = \frac{R\$ 19800}{7441\textit{kWh} \times 12,8\% \times 0,863} = 24,08 \textit{ meses}$$

Portanto *payback* em aproximadamente 2 anos e 1 mês.

## 6.4 Payback aglutinado

Para a estimativa final é válido utilizar os *payback* individuais e fazer o *payback* total.

**Tabela 8 - Tempo de Recuperação do Investimento Total**

Projeto	Custo do Investimento	Economia Mensal	Payback
Eficiência das Lâmpadas	R\$ 26.913,90	R\$ 850,00	2 anos e 8 meses
Projeto Fotovoltaico	R\$ 275.443,11	R\$ 6.421,58	3 anos e 7 meses
Películas de Controle Solar	R\$ 19.800,00	R\$ 822,00	2 anos e 1 mês
$\Sigma$	R\$ 322.157,00	R\$ 8.093,58	3 anos e 4 meses

**Fonte: Autoria Própria (2021)**

Dessa forma estima-se um tempo de recuperação do investimento (*payback*) a partir dos três projetos: 3 anos e 4 meses.



## 7 CONCLUSÃO

É válido ressaltar que as propostas apresentadas neste projeto de pesquisa fazem parte de um dos ramos da sustentabilidade chamado projeto integrado, onde vários profissionais com experiência no assunto trabalham por meses a fim de concluir e apresentar propostas eficientes para uma nova construção ou para adaptações em uma construção existente. No entanto a experiência adquirida e os resultados foram satisfatórios e notáveis.

Em relação a eficiência das lâmpadas, o custo de investimento foi de R\$26.913,90 com *payback* em menos de 3 anos mas existem valores não palpáveis que também merecem atenção: a troca de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED irá ocasionar mais conforto térmico, pois elas não emitem raios UV e IV e interferem menos no aumento de temperatura do ambiente.

Considerando o projeto de energia fotovoltaica, o custo inicial do investimento é alto; R\$ 275.443,11 no entanto levará o Bloco H a um balanço energético zerado e o *payback* em menos de 4 anos. O sistema continuará produzindo independente do custo de energia atual (inflação energética) e será vantajoso em relação diretamente proporcional ao valor da tarifa/kWh. Além de contribuir para uma matriz elétrica renovável e limpa.

As películas oferecerão proteção, conforto térmico e economia com refrigeração sem dispensar um design diferenciado.

Pode-se concluir que as propostas requerem uma meta definida, empenho para estudo de caso e pesquisa e grande investimento inicial, no entanto o *payback* total em apenas 3 anos e 4 meses. Além disso, a eficiência, economia de dinheiro público e a utilização de energias limpas são de grande benefício. Desse modo, são viáveis no bloco tratado e podem ser consideradas em construções futuras.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. M. **A tecnologia do silício, silício grau eletrônico, processos Czochralski e fusão zonal flutuante**. São Paulo. *E-Book*. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5418377/mod\\_resource/content/3/A%20tecnologia%20do%20sil%C3%ADcio%20Adnei%20M%20de%20Andrade%20v2.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5418377/mod_resource/content/3/A%20tecnologia%20do%20sil%C3%ADcio%20Adnei%20M%20de%20Andrade%20v2.pdf) Acesso em: 13 nov. 2020.

ARAÚJO, M. A. **A moderna construção sustentável**. Disponível em: [https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel\\_589](https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589) Acesso em: 12 out. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5413**: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro: ABNT. 1992.

BACHA, M. L.; SANTOS, J.; SCHAUN, A. **Considerações teóricas sobre o conceito de sustentabilidade**. 2010. Disponível em: [https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos10/31\\_cons%20teor%20bacha.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos10/31_cons%20teor%20bacha.pdf). Acesso em: 12 out. 2021.

BAPTISTA, F. T. **Impacto no sistema de energia pela troca de lâmpadas tradicionais por lâmpadas LED**. 2016. 129 p. Projeto de Graduação – Engenharia Elétrica Universidade Federal do Rio de Janeiro.

BARBOSA, P. R. **Estudo experimental do desempenho térmico e lumínico de envidraçados com películas de controlo solar**. Dissertação de Mestrado (Engenharia Civil) – Técnico Lisboa. Lisboa, 2018. 97 p.

BATISTA, C. **O que é radiação solar**. Disponível em: <https://www.significados.com.br/radiacao-solar/> Acesso em: 13 nov. 2021.

BRUNO, G. **Película para redução de calor: qual escolher**. Disponível em: <https://housefilme.com.br/pelicula-para-reducao-de-calor-qual-escolher/> Acesso em: 13 nov. 2021.

Buildin. **Tudo sobre construção sustentável**. Disponível em: <https://www.buildin.com.br/construcao-sustentavel/> Acesso em: 2 nov. 2020.

CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na construção civil**. 2009. 70 p.  
Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais.

FILHO, A. M. **Construção civil de baixo e médio padrão começa a obter certificados de sustentabilidade**. Disponível em:  
<http://www.blogdomacedo.com.br/2016/10/construcao-civil-de-baixo-e-medio.html>  
Acesso em: 13 out. 2021.

Folha Online. **O Primeiro choque do petróleo**. 2000. Disponível em:  
[https://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/petroleo\\_choque1.shtml#:~:text=18](https://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/petroleo_choque1.shtml#:~:text=18)  
O%20primeiro%20choque%20do%20petr%C3%B3leo%20ocorreu%20em%201973%2C%20quando%20os,65%20em%20apenas%20tr%C3%AAs%20meses  
. Acesso em: 2 nov. 2020.

IBERDOLA. **Radiação solar**: qual seu impacto no planeta e no ser humano.  
Disponível em: <https://www.iberdrola.com/compromisso-social/radiacao-solar> Acesso em: 13 out. 2021.

MAGALHÃES, L. **Agenda 21**. Toda Matéria. Disponível em:  
<https://www.todamateria.com.br/agenda-21/> Acesso em: 2 nov. 2020

MOTTA, S. **Sustentabilidade e processos de projetos de edificações**. Artigo científico. 2009. 119 f. (Gestão e Tecnologia de Projetos).

Mundo da Educação. **Luz solar e a radiação ultravioleta**. Disponível em:  
<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/luz-solar-radiacao-ultravioleta.htm>  
Acesso em: 13 nov. 2021.

NOGUEIRA, R. L. **Construção sustentável um desafio possível**. Disponível em:  
[https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/construcao-sustentavel-um-desafio-possivel.htm#indice\\_12](https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/construcao-sustentavel-um-desafio-possivel.htm#indice_12) Acesso em: 12 set. 2021.

PACHECO, T. **A sustentabilidade dos materiais de construção**. 2.ed.  
Vila Verde: TecMinho, 2010. 460 p.

Películas Brasil. **Película para residência: qual escolher? Tudo sobre películas Residencias**. Disponível em: <https://peliculasbrasil.com.br/pelicula-para-residencia/> Acesso em: 15 out. 2021.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2.ed. São José dos Campos: INPE, 2017. 80 p.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPTEL - CRESESB, 2014.

Portal Solar. **A Melhor direção do painel solar fotovoltaico**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/a-melhor-direcao-do-painel-solar-fotovoltaico.html> Acesso em: 13 nov. 2021.

PROCELINFO. **Selo Procel de economia de energia**. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B88A19AD9-04C6-43FC-BA2E-99B27EF54632%7D>. Acesso em: 13 nov. 2021.

RAOLI, R. **Eficiência energética das construções**. 2020. Disponível em: [https://cbic.org.br/en\\_US/artigo-eficiencia-energetica-das-construcoes/](https://cbic.org.br/en_US/artigo-eficiencia-energetica-das-construcoes/) Acesso em: 13 nov. 2021.

SCHWIEDER, A. O. **Análise termo energética da utilização de película nos vidros da fachada de um prédio comercial climatizado e sua viabilidade econômica**. 2004. 22 p. Trabalho de conclusão de graduação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/198657>. Acesso em: 10 nov. 2021.

SGARBI, V.S.; LIMA, M. T. A. de; SANTOS, C. de F. S. O.; FALCÃO, M. C. **Os jargões da sustentabilidade: uma Discussão a partir da Produção Científica Nacional**, engema 2008.

Stoodi. **Crise do Petróleo: o que foi, fases e consequências**. 2020. Disponível em <https://www.stoodi.com.br/blog/historia/crise-do-petroleo-o-que-foi/> Acesso em: 2 nov. 2020.

Toda Matéria. **Conferência de Estocolmo**. Disponível em:

<https://www.todamateria.com.br/conferencia-de-estocolmo/> Acesso em: 2 nov. 2020.

**UTFPR – Câmpus Campo Mourão**. Disponível em:

<http://www.utfpr.edu.br/campus/campomourao/sobre> Acesso em: 25 ago. 2020.

**UTFPR é a universidade federal com mais alunos na região Sul**. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/noticias/geral/utfpr-e-a-universidade-federal-commais-alunos-do-sul-do-pais> Acesso em: 25 ago. 2020.

YUDELSON, J. **Projeto integrado e construções sustentáveis**. Nova Iorque: Bookman, 2013. 284 p.

ZILLES, R.; MACÊDO, W. N.; GALHARDO, M. A. B.; OLIVEIRA, S. H. F. de. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 337 p.

**ANEXO A – FATURAS UTILIZADAS**

## FATURAS UTILIZADAS

 <p><b>COPEL</b> Copel Distribuição S.A. Rua José Izidoro Biazetto, 158 - Curitiba-PR - 81 200-240 CNPJ 04.368.898/0001-06 - IE: 90.233.073-99 - IM: 423.992-4</p>	página 1/1	 <p><b>www.copel.com</b> 0800 643 75 75</p>
	<p>UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CAIXA POSTAL:271 CAMPO MOURAO - PR - CEP: 87300-005</p> <p>VÍNCULO: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ Origem: MRG ROSALINA MARIA DOS SANTOS, 1233 - KM 0,5-CEFET PR UNIDADE DE ENSINO DE CAM CAMPO MOURAO - PR - CEP: 87301-899</p> <p>81584 01 720 301000 - CNPJ 75.101.873/0006-02</p>	
<b>EXTRATO DE FATURAMENTO HOROSSAZONAL - TARIFA VERDE</b>		

### Informações Técnicas

**Poder/Ppf-Adm Pública Em Geral**  
Término Período Úmido: 04/2013  
Término Período Seco: 11/2013  
Perdas de Transformação:0%

**Mês/Ano Consumo/Usado do Sistema: 11/2013**  
Data Provável Apresent 21/11/2013  
Data Real Leit Atual 16/11/2013  
Data Real Leit Anterior 16/10/2013  
Data Provável Prox Leitura 17/12/2013

EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO			
SAG 1681HD	kW	kWh	kvarh
Medidor	0031601088	0031601088	0031601088
Constante	0.864	0.216	0.216
Constante Excedente Reativo kW/kWh			0.216

### Grandezas e Valores para Faturamento

Produto	Leitura Anterior	Leitura Atual	Medido	Contratado	Faturado	Tarifa	Total
ENERGIA ELETRICA TE PONTA	655646	694829	8463		8463	0,327819	2.774,33
ENERGIA ELETRICA TE F PONTA	4803829	5055375	54333		54333	0,199639	10.846,98
ENERGIA ELETRICA USD F PONTA	4803829	5055375	54333		54333	0,026331	1.430,63
ENERGIA ELETRICA USD PONTA	655646	694829	8463		8463	0,677110	5.730,38
ENERGIA REAT EXCED TE PONTA	38	60	4		4	0,207500	0,83
ENERGIA REAT EXCED TE F PONTA	24	65	8		8	0,207500	1,66
DEMANDA USD	263	343	296,35	250	296,35	8,255609	2.446,55
DEMANDA USD ULTRAP11/11/13 - 13:15			46,35	0	46,35	16,511111	765,29
CONSUMO	5459475	5750204	62797				
ENER.REAT.INDUTIVA	990421	1050670	13013				

 <p><b>COPEL</b> Copel Distribuição S.A. José Izidoro Biazetto, 158 bl.C - Mossunguê - Curitiba PR - CEP 81200-240 CNPJ: 04.368.898/0001-06 - IE 90.233.073-99 - IM 423.992-4</p>	página 1 / 2	<p><b>www.copel.com</b> 0800 643 75 75</p>
	<p>UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ MRG ROSALINA MARIA DOS SANTOS, 1233 - UTFPR CAMPO MOURAO KM 05 AREA URBANA DE CAMPO MOURAO - CAMPO MOURAO - PR - CEP: 873</p> <p>81584 01 720 301000 CNPJ 75.101.873/0006-02</p>	
<b>Valores Faturados</b>		

### NOTA FISCAL/CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA Nº 107.225.557 - SÉRIE B

Emitida em 18/11/2019

Produto Descrição	Un.	Grandezas Faturadas	Valor Unitário	Valor Total	Base de Cálculo	Aliq. ICMS
ENERGIA ELET CONSUMO PTA	kWh	10896,00	1,969457	21.459,20	21.459,20	29,00
ENERGIA ELET CONSUMO F PTA	kWh	76239,00	0,519202	39.583,41	39.583,41	29,00
ENERGIA REAT EXC F PONTA	kWh	60,00	0,419000	25,14	25,14	29,00
DEMANDA	kW	439,77	21,041044	9.253,22	9.253,22	29,00
DEMANDA ULTRAPASSAGEM30/10/19 - 14:30	kW	139,77	42,081992	5.881,80	5.881,80	29,00
ENERGIA CONS. B AMARELA	kWh			1.066,03	1.066,03	29,00
ENERGIA CONS. B.VERMELHA	kWh			2.595,99	2.595,99	29,00
IRRF (1,20%)				-958,37		
PIS (0,65%)				-519,14		
COFINS (3,00%)				-2.395,94		
CSLL (1,00%)				-798,64		



**COPEL**

Copel Distribuição S.A.  
José Izidoro Biazzetto, 158 bl.C - Mossunguê - Curitiba PR - CEP 81200-240  
CNPJ: 04.368.898/0001-06- IE 90.233.073-99 - IM 423.992-4

página 1 /

www.copel.com  
0800 643 75 75

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
MRG ROSALINA MARIA DOS SANTOS, 1233 - UTFPR CAMPO MOURAO  
KM 05  
AREA URBANA DE CAMPO MOURAO - CAMPO MOURAO - PR - CEP: 873

81584 01 720 301000  
CNPJ 75.101.873/0006-02

Mês de Referência  
**Novembro/2019**

Unidade Consumidora  
**37184148**

VENCIMENTO  
**13/12/2019**

VALOR A PAGAR  
**R\$ 75.274,10**

FAT-01-20198475250351-48  
Emitida em 19/11/2019

**EXTRATO DE FATURAMENTO - TARIFA HORARIA VERDE**

**Informações Técnicas**

Mês/Ano Consumo/Usado do Sistema: 11/2019 Poder/Ppf-Educacao Superior - Graduação e Po  
Data de Emissão 18/11/2019 Perdas de Transformação: 0%  
Data Real Leit Atual 16/11/2019 Rel. Transform. Corrente: 30/5  
Data Real Leit Anterior 16/10/2019 Rel. Transform. Potencial: 13800/115  
Data Provável Prox Leitura 16/12/2019

EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO			
SAG 1681HD	kW	kWh	kvarh
Medidor	0031601088	0031601088	0031601088
Constante	0.86400	0.21600	0.21600
Constante Excedente Reativo kW/kWh			0.21600

**Grandezas e Valores para Faturamento**

Produto	Leitura Anterior	Leitura Atual	Medido	Contratado	Faturado	Tarifa	Total
ENERGIA ELET CONSUMO PTA	3211494	3261943	10896,00		10896,00	1,969457	21.459,20
ENERGIA ELET CONSUMO F PTA	22910467	23263426	76239,00		76239,00	0,519202	39.583,41
ENERGIA REAT EXC F PONTA	27489	27770	60,00		60,00	0,419000	25,14
DEMANDA	487	509	439,77	300,00	439,77	21,041044	9.253,22
DEMANDA ULTRAPASSAGEM30/10/19 - 14:30			139,77	0,00	139,77	42,081992	5.881,80
ENERGIA CONS. B.AMARELA							1.066,03
ENERGIA CONS. B.VERMELHA							2.595,99
ENERGIA ELETRICA CONSUMO	26121961	26525369	87136,00				
ENERGIA REAT EXC PONTA	4463	4463	0,00				
ENER. REAT. INDUTIVA	6049931	6172907	26562,00				

**DENUNCIE O FURTO DE FIOS! LIGUE 181.**

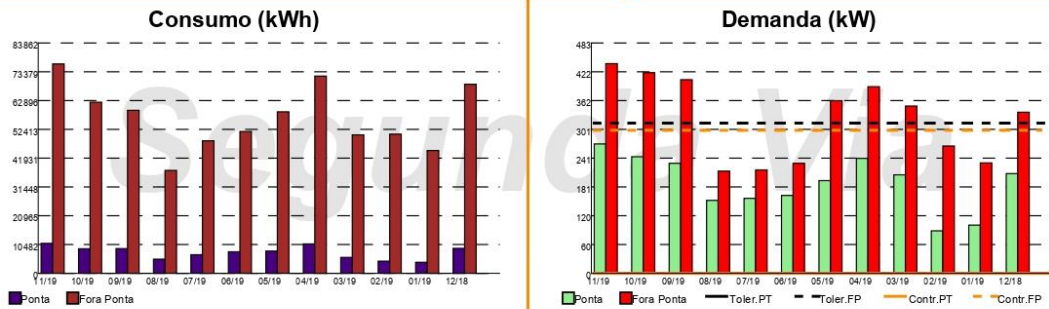
**Informações Suplementares**

Tarifas

CONSUMO F PONTA	0,339290
CONSUMO PTA	1,287010
DEMANDA	13,750000
DEMANDA ULTRAP.	27,500000

Tensão Contratada: 13200 volts  
Limite Adequado de Tensão: 12280 a 13860 volts

**Histórico de Consumo e Pagamentos**



Mês/Ano	Valor da Fatura	Data de Vencimento	Data de Pagamento	Consumo Ponta	Consumo Fora Pta.	Demanda Ponta	Demanda Dem. Cont. Ponta	Dem. Cont. Ponta	Dem. Tol. Ponta	Dem. Tol. Ponta
11/2019	75.274,10	13/12/2019	03/12/2019	10896	76239	271,29	439,77	0	300	0
10/2019	63.411,96	12/11/2019	06/11/2019	8931	62299	244,51	420,76	0	300	0
09/2019	62.167,94	15/10/2019	04/10/2019	8987	59349	230,68	406,08	0	300	0
08/2019	35.174,47	12/09/2019	05/09/2019	5153	37465	152,92	214,27	0	300	0
07/2019	42.452,22	13/08/2019	06/08/2019	6777	48244	157,24	216,86	0	300	0
06/2019	46.220,24	15/07/2019	04/07/2019	7841	51641	163,29	230,68	0	300	0
05/2019	54.742,81	12/06/2019	06/06/2019	8085	58800	194,4	362,01	0	300	0
04/2019	67.434,43	14/05/2019	09/05/2019	10698	71811	241,05	391,39	0	300	0
03/2019	46.750,63	12/04/2019	05/04/2019	5793	50415	206,49	350,78	0	300	0
02/2019	40.049,05	15/03/2019	08/03/2019	4429	50681	88,99	266,97	0	300	0
01/2019	37.028,73	12/02/2019	07/02/2019	4015	44703	101,08	231,55	0	300	0
12/2018	62.818,48	14/01/2019	31/12/2018	9087	68831	209,08	337,82	0	300	0