



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**

**LEANDRO DE QUADROS**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA EMPRESA EQS ENGENHARIA**

Palhoça

2022

**LEANDRO DE QUADROS**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA EMPRESA EQS ENGENHARIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Jorge Alberto Lewis Esswein Junior, Me. Eng.

Palhoça

2022

**LEANDRO DE QUADROS**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA EMPRESA EQS ENGENHARIA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Eletricista e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Cidade, 29 de novembro de 2022.

---

Professor e orientador Jorge Alberto Lewis Esswein Junior, Me. Eng.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Professor Anderson Soares André, Dr. Eng.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Adriano Passos de Aguiar, Eng.  
EQS Engenharia S.A

Dedico este relatório a minha esposa Gislaine, pelos momentos que estive ausente. Aos meus gêmeos Pedro Henrique e João Vicente, de 2 anos, pelos momentos que não pude dar a devida atenção. E aos meus pais Osni e Isabel que são parte fundamental da pessoa que sou hoje.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela saúde, força de vontade de vencer, paciência, perseverança e sabedoria nesta longa e exaustiva jornada.

A minha esposa, Gislaine, e meus gêmeos Pedro Henrique e João Vicente, de dois anos, pelo apoio, ajuda e principalmente pela compreensão nos muitos momentos de ausência, seja pela minha vida acadêmica ou pela minha jornada de trabalho.

Ao meu orientador, Jorge Alberto Lewis Esswein Junior, que esteve sempre disposto a ajudar, apontando caminhos e ideias, o que colaborou para meu crescimento acadêmico e profissional.

O meu agradecimento a empresa EQS Engenharia S.A que me oportunizou a realização deste trabalho, disponibilizando suas instalações e informações necessárias.

A todos o meu muito obrigado, por fazerem parte desta minha trajetória.

“A persistência é o caminho do êxito.” (Charles Chaplin)

## RESUMO

As reservas energéticas estão ficando cada vez mais escassas, por conta disso surge a necessidade de usa-las da forma mais eficiente possível. O assunto Eficiência Energética vem crescendo e tem se tornado cada vez mais abordado. Este trabalho tem por finalidade a redução no consumo de energia elétrica com uso eficiente da mesma, apresentando melhorias no sistema de iluminação e climatização, onde a empresa estudada vem com crescimento exponencial, dessa maneira verificar, avaliar e apontar sugestões relacionadas a eficiência energética, ao consumo racional, afim de evitar problemas de sobrecargas na empresa, novas mudanças no padrão de entrada, de desperdício de energia e reduzir a fatura de energia. Além de enquadrar-se na norma ISO14000:2015 consumindo menos recursos naturais, e podendo ser um diferencial da empresa diante a concorrência. Será apresentado um estudo de eficiência na empresa EQS Engenharia S.A. Onde foram coletadas informações, realizado comparativos entre os atuais sistemas e marcas similares no mercado com características de melhor eficiência energética, além de realizar o estudo da viabilidade econômica dessas possíveis mudanças. Desta forma o estudo aponta os benefícios da troca dos atuais sistemas por sistemas de melhor eficiência energética, com foco na iluminação que atualmente é basicamente fluorescente e na climatização com aparelhos em sua grande maioria convencionais. Foi verificado o balanceamento de fases da empresa no qual constatou-se a necessidade de uma adequação neste item para não por em dúvida este estudo. Verificados aparelhos de melhor eficiência energética em comparação aos atuais instalados, onde se é verificado que existe uma redução no consumo de energia, entregando o mesmo serviço, que é a premissa da eficiência energética. Verificado a que a instalação de um sistema fotovoltaico atende os requisitos de eficiência energética assim como a atende a viabilidade financeira do projeto. E para a iluminação é verificado que a substituição do atual sistema por um de melhor eficiência, reduz o consumo de energia além de ter viabilidade financeira para a mudança. Já para o sistema de climatização mesmo atendendo as questões de eficiência energética ele não tem viabilidade financeira.

Palavras-chave: Eficiência Energética. Redução. Uso eficiente.

## ABSTRACT

Energy reserves are becoming increasingly scarce, so there is a need to use them as efficiently as possible. The subject Energy Efficiency has been growing and has become increasingly addressed. This work aims to reduce the consumption of electric energy with efficient use of it, presenting improvements in the lighting and air conditioning system, where the company studied comes with exponential growth, in this way to verify, evaluate and point out suggestions related to energy efficiency, by rational consumption, in order to avoid problems of overloads in the company, new changes in the standard of entry, waste of energy and reduce the energy bill. In addition to complying with the ISO14000:2015 standard, consuming less natural resources, and can be a competitive differential. An efficiency study will be presented in the company EQS Engenharia S.A. Where information was collected, comparisons were made between current systems and similar brands on the market with characteristics of better energy efficiency, in addition to carrying out the study of the economic feasibility of these possible changes. In this way, the study points out the benefits of exchanging current systems for systems with better energy efficiency, focusing on lighting that is currently basically fluorescent and on air conditioning with mostly conventional appliances. The balance of the company phases was verified and confirmed the need for an adjustment in order to not affect this study. Devices with better energy efficiency were verified compared to the current ones installed, where it is verified that there is a reduction in energy consumption, delivering the same service, which is the premise of energy efficiency. It was verified that the installation of a photovoltaic system meets the energy efficiency requirements as well as the financial viability of the project. For lighting, it is verified that the replacement of the current system by a more efficient one, reduces energy consumption and it has financial viability. Otherwise, for the air conditioning system, even taking into consideration the energy efficiency, it is not financially viable.

Keywords: Energy Efficiency. Reduction. Efficient use.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Capacidade Instalada de Geração e Consumo de Eletricidade, Antes do Apagão de 2001 .....	22
<b>Figura 2</b> – Evolução dos Investimentos na Indústria do Setor Elétrico Brasileira, nos Anteriores ao Apagão de 2001 .....	22
<b>Figura 3</b> – Evolução das Lâmpadas.....	26
<b>Figura 4</b> – Ondas Eletromagnéticas.....	26
<b>Figura 5</b> – Espectro Eletromagnético Visível ao Olho Humano .....	27
<b>Figura 6</b> – Equação de Iluminância .....	27
<b>Figura 7</b> – Iluminância x Luminância .....	28
<b>Figura 8</b> – Representação de Iluminância, Fluxo Luminoso, Intensidade Luminosa e Curva de Distribuição de Luz .....	29
<b>Figura 9</b> – Temperatura de Cor das Lâmpadas.....	29
<b>Figura 10</b> – Equação de Eficiência Luminosa.....	30
<b>Figura 11</b> – Equivalência Entre as Lâmpadas Pela Potência Ativa.....	31
<b>Figura 12</b> – Comparativo Entre Potência, Vida Útil, Gasto e Eficiência.....	31
<b>Figura 13</b> – Tecnologia Convencional e <i>Inverter</i> , (a) Rotação do Compressor, e (b) Relação de Economia.....	34
<b>Figura 14</b> - Consumo 9000BTU convencional e <i>inverter</i> .....	35
<b>Figura 15</b> – Controle de Temperatura para os Modelos Convencional e <i>Inverter</i> .....	35
<b>Figura 16</b> – Desempenho do Compressor Convencional em Relação a Temperatura de Conforto .....	36
<b>Figura 17</b> – Desempenho do Compressor <i>Inverter</i> em Relação a Temperatura de Conforto .	36
<b>Figura 18</b> – Tempo de Operação do Convencional Para Atingir a Temperatura de Conforto	37
<b>Figura 19</b> – Tempo de Operação do <i>Inverter</i> Para Atingir a Temperatura de Conforto .....	37
<b>Figura 20</b> – Dimensionamento de Componentes da Entrada de Energia Elétrica – Tensão de Fornecimento de 380/220V e 440/220V .....	42
<b>Figura 21</b> – Triângulo de Potência .....	43
<b>Figura 22</b> – EQS Engenharia – Matriz .....	46
<b>Figura 23</b> – Medidor de kWh do G2 .....	47
<b>Figura 24</b> – Disjuntor Junto da Medição do G2 .....	47
<b>Figura 25</b> – Medidor de kWh do G1 .....	48
<b>Figura 26</b> – Disjuntor Junto da Medição do G1 .....	48

<b>Figura 27</b> – Área Onde Será Criado Mezanino em 04/04/2022 .....	49
<b>Figura 28</b> – Mezanino em montagem em 05/05/2022.....	49
<b>Figura 29</b> – Soquete de Base G13 .....	55
<b>Figura 30</b> - Calha lâmpadas T10 / T8.....	55
<b>Figura 31</b> - Leitura em abril de 2022, no G1 .....	72
<b>Figura 32</b> – Leitura em abril de 2022, no G1 .....	73
<b>Figura 33</b> – Fase 1 em 27/10/2022, no G1 (59,1A).....	74
<b>Figura 34</b> - Fase 2 em 27/10/2022, no G1 (55,2A) .....	74
<b>Figura 35</b> - Fase 3 em 27/10/2022, no G1 (38,4A) .....	75
<b>Figura 36</b> - Tensão na linha 1 e 2 em 27/10/2022 (341V) .....	75
<b>Figura 37</b> - Tensão na linha 1 e 3 em 27/10/2022 (340V) .....	76
<b>Figura 38</b> - Tensão na linha 2 e 3 em 27/10/2022 (339V) .....	76
<b>Figura 39</b> - Tensão na fase 1 em 27/10/2022 (197V).....	77
<b>Figura 40</b> - Tensão na fase 2 em 27/10/2022 (195V).....	77
<b>Figura 41</b> - Tensão na fase 3 em 27/10/2022 (198V).....	78
<b>Figura 42</b> - Níveis de tensão em 20/04/2016.....	78
<b>Figura 43</b> - Correntes em 20/04/2016.....	79
<b>Figura 44</b> - Correntes em 27/10/2022, no G2 (40,9A; 48,1A; 33,7A).....	79
<b>Figura 45</b> - Injeção de corrente do sistema fotovoltaico em 27/10/2022 (14,4A).....	80

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Consumo em kWh no G1 .....	51
<b>Gráfico 2</b> – Consumo em kWh no G2 .....	52
<b>Gráfico 3</b> – Geração Fotovoltaica, Excedente de Energia Gerada Injetada na Rede da Celesc .....	53

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Ar condicionado – Galpão 1 .....	54
<b>Tabela 2</b> – Sistema de iluminação – galpão 1 – G1.....	56
<b>Tabela 3</b> – Ar condicionado – Galpão 2 .....	56
<b>Tabela 4</b> – Sistema Iluminação – Galpão 2 .....	57
<b>Tabela 5</b> – Iluminação LED G1 .....	58
<b>Tabela 6</b> – Iluminação LED G2.....	58
<b>Tabela 7</b> - Climatização <i>inverter</i> G1 .....	59
<b>Tabela 8</b> - Climatização <i>inverter</i> G2 .....	60
<b>Tabela 9</b> - Sistema Fotovoltaico G1 .....	61
<b>Tabela 10</b> - Redução da potência instalada aplicando iluminação LED .....	62
<b>Tabela 11</b> - Redução do consumo da iluminação aplicando LED.....	62
<b>Tabela 12</b> – Valor monetário (R\$) da redução .....	63
<b>Tabela 13</b> - Investimento G1 .....	63
<b>Tabela 14</b> - Investimento G2 .....	63
<b>Tabela 15</b> – Viabilidade do projeto – G1 .....	64
<b>Tabela 16</b> – Viabilidade do projeto G2 .....	64
<b>Tabela 17</b> - Verificação da corrente de iluminação sobre o disjuntor .....	65
<b>Tabela 18</b> - Redução de potência com inverter (dados de placa) .....	65
<b>Tabela 19</b> - Investimento <i>inverter</i> para o G1 .....	66
<b>Tabela 20</b> - Investimento <i>inverter</i> para G2.....	67
<b>Tabela 21</b> - Economia com a aplicação <i>inverter</i> G1.....	68
<b>Tabela 22</b> - Economia com a aplicação <i>inverter</i> G2.....	69
<b>Tabela 23</b> - Economia anual com inverter.....	69
<b>Tabela 24</b> – Viabilidade econômica do projeto G1 .....	70
<b>Tabela 25</b> - Viabilidade econômica do projeto G2.....	70
<b>Tabela 26</b> - Sistema Fotovoltaico .....	71
<b>Tabela 27</b> - Investimento x <i>Payback</i> .....	71

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	16
1.2	OBJETIVO GERAL .....	16
1.3	OBJETIVO ESPECÍFICO .....	17
1.4	RESULTADOS ESPERADOS.....	17
1.5	EQS ENGENHARIA.....	17
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	18
1.7	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO .....	18
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>20</b>
2.1	HISTÓRIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	20
2.2	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	23
2.3	ILUMINAÇÃO.....	24
<b>2.3.1</b>	<b>Luz .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Eficiência energética iluminação.....</b>	<b>27</b>
2.4	CLIMATIZAÇÃO .....	32
<b>2.4.1</b>	<b>Eficiência energética em equipamentos de ar condicionado .....</b>	<b>33</b>
2.5	ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA .....	37
<b>2.5.1</b>	<b>Método do valor presente líquido .....</b>	<b>38</b>
<b>2.5.2</b>	<b>Método da taxa interna de retorno.....</b>	<b>39</b>
<b>2.5.3</b>	<b><i>Payback</i>.....</b>	<b>40</b>
2.6	NORMA DA CELESC EM CONSIDERAÇÃO – PADRÃO DE ENTRADA.....	41
2.7	EQUAÇÕES E DEFINIÇÕES DE APOIO .....	42
<b>2.7.1</b>	<b>Definições básicas .....</b>	<b>42</b>
<b>2.7.2</b>	<b>Equações básicas de apoio .....</b>	<b>43</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>45</b>
3.1	ENTENDIMENTO DA INFRAESTRUTURA DA EQS ENGENHARIA .....	45
3.2	LEVANTAMENTO DO ATUAL PARQUE INSTALADO .....	54
<b>3.2.1</b>	<b>Levantamento dos sistemas .....</b>	<b>54</b>
3.2.1.1	Sistema de climatização no G1.....	54
3.2.1.2	Sistema de iluminação no G1 .....	55
3.2.1.3	Sistema de climatização no galpão 2 – G2.....	56
3.2.1.4	Sistema de iluminação no G2.....	57

3.3 EQUIPAMENTOS DE MESMAS CARACTERÍSTICAS OU SUPERIORES DE MELHOR EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	57
<b>3.3.1 Iluminação.....</b>	<b>57</b>
<b>3.3.2 Climatização .....</b>	<b>59</b>
3.4 BALANCEAMENTO DE FASES .....	60
3.5 INSTALAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	60
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>62</b>
4.1 ILUMINAÇÃO.....	62
4.2 SISTEMA CLIMATIZAÇÃO .....	65
4.3 SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	71
4.4 BALANCEAMENTO DE FASES .....	71
<b>4.4.1 Balanceamento de fases no G1 .....</b>	<b>71</b>
<b>4.4.2 Balanceamento de fases no G2 .....</b>	<b>79</b>
<b>5 CONCLUSÃO E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>81</b>
5.1 ILUMINAÇÃO G1 .....	81
5.2 ILUMINAÇÃO G2 .....	81
5.3 CLIMATIZAÇÃO G1 .....	82
5.4 CLIMATIZAÇÃO G2 .....	82
5.5 SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	83
5.6 BALANCEAMENTO DE FASES – G1 E G2 .....	83
5.7 CATEGORIA DA NORMA DA CELESC NO QUAL MELHOR SE ENQUADRA O G1 E O G2 .....	84
5.8 AÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA EQS ENGENHARIA .....	85
5.9 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS .....	86
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXO A – Orçamento ANDRA .....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXO B – Orçamento Santa Rita.....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO C – Orçamento Dufrio .....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO D – Inverter 9000 BTU/h .....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO E – Inverter 12000 BTU/h .....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO F – Inverter 18000 BTU/h .....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO G – Cassete 48000 BTU/h .....</b>	<b>98</b>
<b>ANEXO H – Piso teto 60000 BTU/h .....</b>	<b>99</b>

**ANEXO I – Orçamento Intelbras – Sistema Fotovoltaico de 20kW 380V..... 100**

## 1 INTRODUÇÃO

Por muitos anos no Brasil a questão de economia ou ainda a eficiência energética não tinha grande relevância, pois a matriz energética é muito baseada em fontes renováveis, principalmente as hidrelétricas, o que gerou certo comodismo nos gestores e responsáveis pelo setor, acreditando tratar-se de uma fonte inesgotável e ainda, que naquele momento não se fazia necessário investimentos na matriz energética.

O cenário começou a mudar no final da década de 80. E teve um agravamento principalmente no ano de 2001 quando se teve o prolongamento da estiagem do final dos anos 90, somando a falta de investimento no setor elétrico, com geração e a transmissão de energia, e aliado ao aumento da demanda por eletricidade, o país passou a sofrer com apagões.

De acordo com o ponto de vista de Guitarrara (2022) “a escassez de chuvas e a falta de planejamento do governo federal, aliadas à dependência do país para com a hidreletricidade, foram fatores causadores da crise”.

O que resultou em enorme prejuízo em todos setores da economia. Conforme Voitch (2009) “o apagão elétrico de 2001 custou R\$ 54,2 bilhões, segundo auditoria do Tribunal de Contas da União finalizada em julho de 2001”.

Este evento fez com que governos, gestores e empresas do ramo, passassem a perceber que a questão da eficiência energética era um ponto importante a ser considerado, além dos investimentos necessários no setor, para se evitar novos apagões e novos prejuízos a cadeia econômica. Desta forma uma das iniciativas criadas para questões de eficiência energética o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – (PROCEL), que foi instituído em 30 de dezembro de 1985, pela portaria interministerial nº1.877 (PROCELINFO, 2006), passou a ter maior relevância para a indústria, comércio, demais setores da economia e também aos usuários residenciais.

Mas o que é eficiência energética? Segundo Seixas (2020, p. 8) “ao falarmos de energia, especificamente na eficiência energética, precisamos gerar a mesma quantidade de energia com menos recursos naturais, ou seja, obter o mesmo serviço com menos energia”.

Com esta premissa e importância, este conceito foi incorporado no mercado atual, onde por exemplo, qualquer indústria, que queira ser competitiva ou ter uma vantagem perante a concorrência, a questão de ser mais eficiente energeticamente que as demais, pode ser o seu diferencial e lhe trazer bons frutos, além de contribuir com a economia dos recursos naturais durante o processo de geração da energia elétrica.

E este vale para empresas de prestação de serviço, que é o caso da EQS Engenharia S.A, empresa com mais de 30 anos no mercado de prestação de serviços, focada em gestão de contratos por todo o Brasil, onde se ela tiver uma boa eficiência energética em sua matriz, filiais, e salas técnicas. Poderá representar uma melhor competitividade diante das demais prestadoras de serviços e poderá ser uma vantagem em uma situação de melhor valor a ser apresentado ao contratante além de contribuir na diminuição do consumo dos recursos naturais.

O estudo de caso será realizado na matriz da EQS Engenharia S.A, afim de verificar e apontar possíveis pontos de melhoria, nas quais podem ser aplicadas na integra ou partes nas filiais e salas técnicas da EQS pelo Brasil.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos a EQS Engenharia S.A vem se destacando no cenário nacional, sendo apontada inclusive em revistas especializadas como uma das empresas de maior crescimento no Brasil, em 2013 ficando na décima posição das empresas que mais cresceram no país (EQS ENGENHARIA, 2020).

Esse crescimento exponencial trouxe junto o aumento de pessoas, máquinas, insumos e por consequência o aumento do consumo de energia elétrica. Este aumento, fez com que em épocas de maior calor ou eventos atípicos na empresa, o consumo de energia ultrapassasse os valores da proteção da medição da concessionária, ocorrendo o desarme desta proteção, e logo a ausência de energia elétrica na EQS. E com isso perca da produtividade, apreensão do pessoal da TI, para se o *nobreak* teria autonomia até o restabelecimento da energia da concessionária e a insatisfação de gestores e diretores.

Onde entra a justificativa deste trabalho, pois como houve o crescimento da empresa, então verificar, avaliar e apontar sugestões relacionadas a eficiência energética, ao consumo racional da energia, afim de evitar problemas de sobrecargas na EQS, de desperdício de energia e reduzir a fatura de energia.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo de caso é verificar e apontar pontos de melhoria na EQS Engenharia S.A, afim de promover uma melhor eficiência energética, apresentar em que categoria da norma da Celesc, melhor se encaixará, esta categoria será abordada mais adiante. E por consequência um menor consumo de energia, com uma fatura reduzida, evitar riscos de

sobrecargas, mantendo-se o crescimento da empresa. Além de enquadrar-se na norma ISO14000 consumindo menos recursos naturais, e podendo ser um diferencial da empresa diante a concorrência.

### 1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Verificar o sistema de climatização, splits e similares;
- Verificar sistema de iluminação, interna e externa;
- Averiguar o balanceamento de fases, que poderá auxiliar nas avaliações necessárias;
- Analisar a viabilidade técnica e econômica de um sistema fotovoltaico;
- Propor ações de eficiência energética na EQS Engenharia;
- Avaliar o impacto econômico das ações de eficiência energética propostas;

### 1.4 RESULTADOS ESPERADOS

Com este estudo de caso busca-se deixar o parque da empresa com características de melhor eficiência energética, que a fatura da empresa tenha redução e também que a curto e médio prazo não se tenha necessidades de novas intervenções em mudanças no ramal de alimentação da empresa, atuando com maior eficiência. E por consequência reduzindo o risco de desarme da proteção de entrada da empresa por sobrecarga.

### 1.5 EQS ENGENHARIA

O estudo será realizado na EQS Engenharia S.A, uma empresa, que desde sua criação foi focada em prestação de serviço, com o nome de Equisul Equipamentos Eletrônicos Ltda, uma das cinco empresas do grupo Equisul. E que em 2010 parte do grupo foi adquirido pela WEG, incluindo a marca, onde passou a ter o atual nome e ainda o mesmo foco de quando foi criada em 19 de janeiro 1988.

Em outubro de 2018, a empresa deixa de ser Ltda, passando a ser S.A, após sociedade com o fundo de investimentos *Alothon Group*.

A empresa vem ano a ano buscando ganhar mais espaço no cenário nacional prestando serviços dos mais diversificados, nas mais diversas empresas, dos mais diversos ramos de atuação tais como: Petrobras, Banco do Brasil, Caixa Econômica, Itaipu, Engie,

Claro/Embratel, Telefônica/Vivo, Oi, Correios, Brf, Floripa Airport, Gru Airport, Renner, Receita Federal, Arcelormittal, UFRGS, Grupo Big, Faber Castell, entre outros.

Com uma estrutura de em torno de 4000 colaboradores espalhados pelo Brasil, alocados deste a matriz, nas filiais e salas técnicas espalhadas pelo país.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 traz a apresentação inicial do trabalho contextualizando e destacando a justificativa e os objetivos propostos.

No capítulo 2, traz as referências bibliográficas, os conceitos e embasamentos que deram apoio e sustentação ao desenvolvimento do tema proposto.

A metodologia é apresentada no capítulo 3, onde traz os parâmetros para as avaliações, cálculos, considerações, comparativos e itens relacionados a pesquisa de campo.

Em seguida temos o capítulo 4, que expõe os resultados obtidos e avaliações.

E o quinto e último capítulo trata por finalidade realizar a conclusão do trabalho, verificando se os resultados atenderam os objetivos iniciais, além de apresentar sugestões para trabalhos futuros.

## 1.7 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Neste trabalho não serão verificados ou considerados a possível geração de fluxo reativo, que ocasionam baixo fator de potência, harmônicas na rede, elevando a corrente eficaz nas fases e no condutor neutro em função da eletrônica aplicada nos inversores de frequência utilizado nos condicionadores *inverter* (SANTILIO, 2017). Assim como a eletrônica no *driver* das lâmpadas LED. Estarão sendo considerados fabricantes de renome, com equipamentos de alto rendimento, com eficiência energética considerada e fator de potência adequados as normas e partindo do princípio que estes fabricantes já embutiram as devidas correções em seus equipamentos.

Não estará sendo levado em consideração se a atual carga térmica instalada ou quantidade de máquina de condicionadores de ar instalados é a adequado as dependências da empresa.

Não estará sendo considerado se a quantidade de lâmpadas está adequada para atender o fluxo luminoso necessário para os ambientes da empresa, mesmo assim poderão aparecer ressalvas neste estudo de caso.

Não serão efetuados levantamentos e dimensionamentos a título de projeto, tanto para o sistema de iluminação, climatização e ao novo sistema fotovoltaico proposto, onde neste último estará sendo verificado com empresas especializadas no ramo e estaremos incorporando a este estudo de caso, uma vez que estará sendo tratado apenas a questão de eficiência energética.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresentará a fundamentação teórica da eficiência energética, com breve comentário histórico, alguns conceitos e definições. E posteriormente passando a fundamentar os itens de terço a relevância em nosso estudo, que é a iluminação e a climatização.

### 2.1 HISTÓRIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Historicamente, o desperdício de energia nunca foi uma prioridade, uma vez que o custo a se pagar por um gestor de energia que pudesse reduzir os gastos desnecessários era bem maior que a economia que esse sistema de gestão poderia produzir. Em geral o valor de energia consumida para produção era considerado muito pequeno. (PICCININI, 1994)

O gerenciamento de energia começou a ser levado em conta no cenário mundial a partir da segunda crise do petróleo em 1979, que surgiu, pois o Irã segundo maior produtor de petróleo na época passava por instabilidade política. Com os preços do barril de petróleo disparando chegando a até dobrar o seu preço original ocorreu um grande impacto no aumento dos preços que atingiu tanto a indústria quanto os consumidores. A crise teve seu início após a Organização dos Países Exportadores de Petróleo, OPEP, decidir não só por um significativo aumento no preço do petróleo, mas também por uma redução na quantidade da produção. Tal crise trouxe ao mundo uma discussão não explorada anteriormente: O uso eficiente de nossas fontes de energia. (FREIRE, 2019)

Em 1988, foi realizada a Conferência Mundial sobre o clima, em Toronto no Canadá. Essa conferência trouxe à tona novamente o debate sobre o uso eficiente das fontes de energia, porém dessa vez agregou-se ao debate o fator do impacto que a queima de combustíveis fósseis estaria causando na atmosfera. Essa conferência foi uma resposta ao profundo interesse aos problemas na atmosfera, e englobou além das pautas de mudança climática também as pautas sobre os prejuízos causados a camada de ozônio e o transporte de longo alcance dos poluentes da atmosfera. (PICCININI, 1994)

Apesar das crises do petróleo, na época pouco foi feito a respeito das práticas de gestão de energia. Somente quando o preço da energia elétrica aumentou na Europa entre os anos de 2000 e 2015 foi que o gerenciamento da energia foi visto com mais prioridade e se entendeu que a criação de programas voltados para eficiência energética pode ser o diferencial para produzir mais e gastar menos. (FREIRE, 2019)

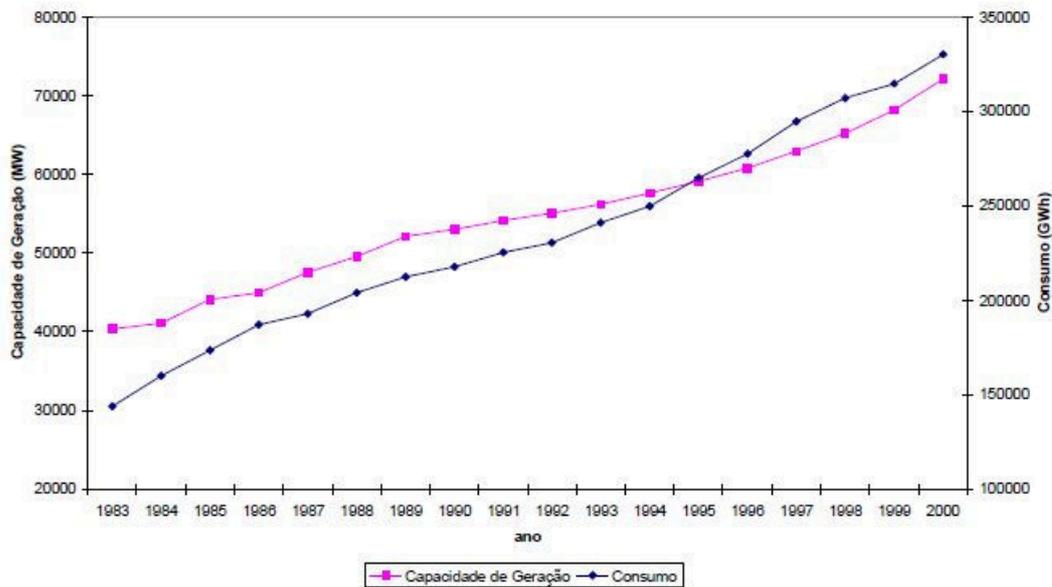
No ano de 2000, no Brasil o governo instituiu a obrigatoriedade de investimentos em programas de conservação de energia pelas concessionárias que ficariam obrigadas a aplicar, anualmente o montante de, no mínimo, um por cento de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico, excluindo-se, por isenção, as empresas que gerem energia exclusivamente a partir de instalações eólicas, solares, de biomassa e pequenas centrais hidroelétricas. (BATISTA, 2011)

Em 2001, o Brasil se viu em uma situação complicada pois um grande período de estiagem ocasionou na maior crise no abastecimento de energia elétrica que o já havia sido presenciada pelo país. Tal crise reforçou a necessidade de racionalizar a energia elétrica e foi então que o governo se viu obrigado a implantar uma política emergencial de racionamento que foi iniciado em 16 de maio de 2001 e teve seu término em 28 de fevereiro de 2012. A combinação dessa estiagem com a falta de investimentos no setor de geração e transmissão de energia agravou ainda mais a situação que forçou o brasileiro a se adequar a uma cota de consumo mensal de energia podendo ser penalizado na tarifa caso ultrapassasse essa cota, ocorrendo multa e até mesmo correr o risco de sofrer um corte de luz na sua residência. Dentre as medidas adotadas pelo governo para evitar uma futura crise, estavam o investimento em fontes alternativas de energia, como, por exemplo, usinas termelétricas. Foi feito ainda investimentos em novas hidrelétricas na Amazônia, para garantir para o país um abastecimento contínuo e seguro. (PROCEL, 2007)

A Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, iniciou um novo capítulo na história do uso de energia elétrica no Brasil, e por isso, ficou conhecida como a lei da eficiência energética. Ela tinha como objetivo “A alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente” (Art. 1). Esta lei declarava que o poder executivo ficaria responsável por estabelecer níveis máximos de um consumo específico de energia, ou estabelecer um nível mínimo de eficiência energética, para qualquer aparelho consumidor de energia fabricado ou comercializado no Brasil. Após a instituição desta lei, o PBE, coordenado pelo Inmetro, passou a exigir a obrigatoriedade na etiquetagem de todos os aparelhos e máquinas consumidores de energia elétrica onde o Inmetro será responsável pela fiscalização e pelo acompanhamento dos programas de avaliação da conformidade das máquinas e aparelhos consumidores de energia a serem regulamentados.

Além do longo período de estiagem que o país passou do final dos anos 90 e agravado no ano de 2001, teve o aumento do consumo de energia elétrica (ARAÚJO, 2001), conforme demonstra a Figura 1.

**Figura 1** - Capacidade Instalada de Geração e Consumo de Eletricidade, Antes do Apagão de 2001



Fonte: ARAÚJO (2001, Pg.4).

Ainda conforme Araújo (2001), o somatório da longa estiagem, com aumento do consumo de energia elétrica e a falta de investimento no setor elétrico, de acordo com a Figura 2, ao longo dos anos foram determinantes para crise energética sofrida pelo país.

**Figura 2** – Evolução dos Investimentos na Indústria do Setor Elétrico Brasileira, nos Anteriores ao Apagão de 2001



Fonte: ARAÚJO (2001, Pg.6).

## 2.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Eficiência energética trata do uso eficiente de todo tipo de energia, ou seja, tem como objetivo a redução de perdas ou eliminação de desperdícios executando a mesma atividade mantendo a qualidade e o desempenho. Os investimentos em projetos de eficiência energética podem economizar recursos aumentando a competitividade da empresa e aliviar a pressão sobre o aumento da demanda de energia. Dentro de uma empresa é possível encontrar diversos problemas relacionados ao uso ineficiente da energia elétrica, que cada vez mais corresponde a uma parcela maior dos custos de uma empresa. (SEIXAS, 2020)

De acordo com o pensamento de Batista (2011, p. 48):

promover o estudo e aplicação de métodos que evite desperdício da energia elétrica é um dos caminhos a ser adotado para o desenvolvimento econômico de uma empresa, assim a utilização de conhecimentos adquiridos são de suma importância para que se possa explorar o melhor rendimento energético ao mesmo tempo em que se proporcione redução no consumo de energia sem afetar a produção da empresa.

De acordo com Seixas (2020, p. 64) “quando falamos em eficiência energética, estamos nos referindo a um eficiente uso de todas as formas de energia, não incluindo somente a energia elétrica.”

Na visão de Piccinini (1994, p. 56):

o significado literal para a palavra eficiência pode ser definido como fazer algo de forma competente, produtiva. Por ser um conceito tão fundamental, definir energia é sem dúvida mais difícil já que a energia pode se apresentar de diversas formas, que podem ser convertidas entre si.

A energia elétrica, o enfoque principal do trabalho, é mais frequentemente associada à circulação de cargas elétricas através de um campo elétrico. Outra forma energética com importantes variações é a energia mecânica, que pode ser potencial ou cinética. As formas anteriormente apresentadas não esgotam todas as maneiras de se considerar a energia, que existirá sempre que houver possibilidade de promover alguma mudança de estado, em uma ampla acepção. (BATISTA, 2011)

Para Piccinini (1994, p. 57):

para certificar que um determinado sistema atinja seu potencial máximo energético da maneira mais eficiente possível é necessário garantir que todas as formas de energia estão sendo transportadas, armazenadas e distribuídas evitando desperdícios e reduzindo ao máximo possíveis perdas.

A ISO 50001:2018, fornece ferramentas já testadas para que se possa melhorar o gerenciamento de energia em suas variadas formas e uso. Essa ferramenta prevê instruções que reforçam a implementação técnica e criação de estratégias que tem como objetivo a redução de custos com energia. Em outros termos, é preciso um diagnóstico da realidade energética, para que então possa estabelecer as prioridades e implementar os projetos de melhoria e de redução de perdas acompanhando seus resultados.

É importante destacar que muitos dos procedimentos realizados para evitar o desperdício de energia são muitas vezes ações de custo baixo para a empresa o que reforça a necessidade de implementar políticas de eficiência energética em qualquer tipo de organização para assim melhorar o desempenho e a competitividade. No âmbito da discussão sobre a eficiência energética de uma empresa não é levado em conta somente o uso eficiente de sua energia elétrica, mas também a forma de relacionamento que a mesma possui com o ambiente e as leis ambientais. (BATISTA, 2011)

Para Lamberts (2014, pg. 15):

nos traz que para superar a crise, a produção de energia teve que aumentar muito, porém, com isto veio junto o impacto ambiental, com a construção de novas hidrelétricas, a poluição com as termoelétricas e o possível risco a segurança pública no caso das nucleares. Isto tudo com grande investimento do governo neste segmento e deixando de suprir outras necessidades como saúde, educação, habitação e segurança.

Onde uma alternativa que se mostra mais adequada é aumentar a eficiência no uso da energia, reduzindo os gastos do setor público e afins, que serão repassados aos fabricantes de equipamentos e ao consumidor final os investimentos necessários. LAMBERTS (2014, pg. 15), ainda aponta que a geração de energia passa por quatro fases: geração, transmissão, distribuição e consumo, onde cada uma destas fases puder contar com o melhor desempenho de seus equipamentos, menores serão as perdas de energia e com isto já teríamos uma eficiência energética em outro nível, pois “é mais barato economizar energia do que fornecê-la”.

### 2.3 ILUMINAÇÃO

A iluminação permite ao ser humano a primeira percepção do ambiente. A partir da luz é que se pode perceber formas, tamanhos, cores, texturas, além da sensação de movimento e temperatura. Sendo assim, a utilização da luz é um aspecto fundamental de qualquer projeto, parte essencial a ser levada em conta durante o processo de projetar, seja relacionada ao conforto ambiental ou utilizada como material construtivo. (FELICIANO, 2019, p. 65)

A luz sempre desempenhou um papel primordial na vida do ser humano: é sabido que a luz controla inúmeros processos bioquímicos corporais (LOSS, 2013, p. 46), além impactar visivelmente todos os outros aspectos da existência humana.

Antes da luz elétrica, o homem vivia e exercia suas atividades quase exclusivamente durante o dia, dependente da luz natural, mesmo com a domesticação e uso do fogo para aquecer e iluminar. A criação desta modificou as dinâmicas do ser humano e permitiu que o homem conquistasse a noite e a escuridão e também controlasse a luz. (LOSS, 2013, p. 45)

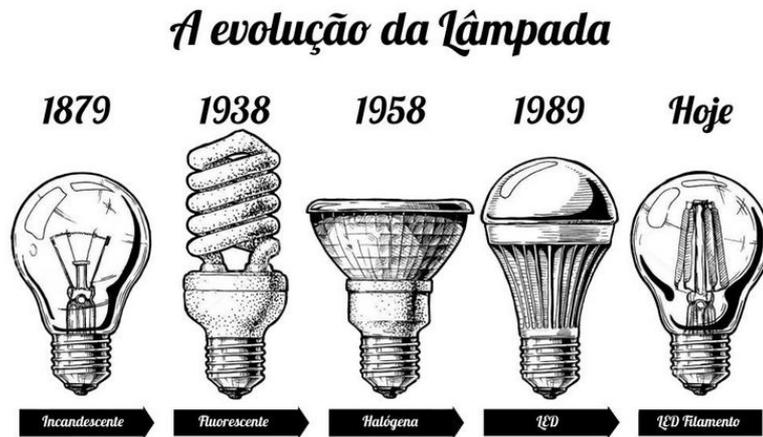
A iluminação artificial assumiu tremenda importância para a sociedade moderna e contemporânea e continua a transformar a rotina das pessoas. Além disso, a utilização da energia elétrica e iluminação artificial está intimamente ligada à ideia de progresso e qualidade de vida. (FELICIANO, 2019, p. 66)

A importância da iluminação se dá a partir da relação mútua entre luz e espaço (FELICIANO, 2019, p. 43). Nascimento (2014, p. 67) traz a iluminação como “ferramenta fundamental de apresentação do produto”; acrescenta ainda que a aplicação correta dessa ferramenta estimula os sentidos dos usuários e defende que haja um cuidado especial com esse aspecto no ato de projetar para que não se perca ou se distorça a identidade do projeto em si e que esta não se afaste do cliente. Não obstante, a iluminação é um elemento que pode exaltar ou não a estética de um edifício e trazer diversas sensações aos seus usuários.

Por volta de 1800 após a invenção da bateria elétrica, o inglês Humphry Davy, acabou descobrindo que ao passar corrente elétrica por um filamento metálico ele atingia sua incandescência emitindo calor e luz, ficou conhecido como lâmpada de arco, que era algo ineficiente, produzia muito calor, mas foi o embrião para inúmeros pesquisadores darem suas contribuições, até que em 21 de outubro de 1879 Thomas Edison fez seu experimento funcionar por mais de 40 horas ininterruptas, e logo o mesmo começou a sua comercialização. (PINELLI, 2016)

Após 46 anos de sua comercialização teve uma grande evolução nas lâmpadas com a criação da lâmpada fluorescente através de Nikola Tesla, que foi uma alternativa mais eficiente devido a economia de energia. Depois em 1958 teve a criação da lâmpada halógeno, e em 1989 veio a grande revolução, as lâmpadas LED, a Figura 3 representa a evolução das lâmpadas. (GLIGHT, 2020)

**Figura 3** – Evolução das Lâmpadas



Fonte: GLIGHT (2020).

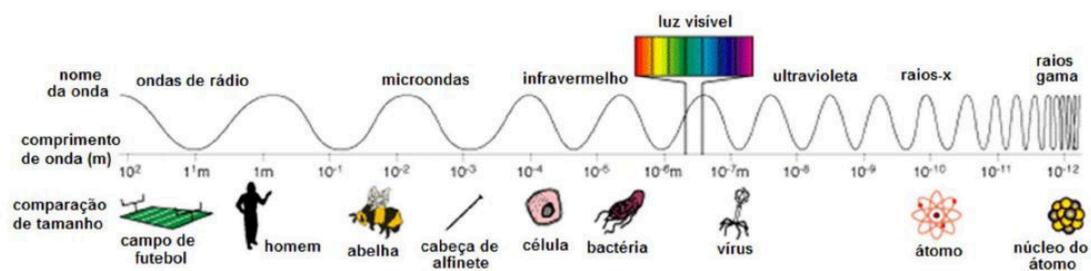
### 2.3.1 Luz

Dentro do espectro eletromagnético existe uma faixa chamada de espectro eletromagnético visível, que é a luz visível, percebidas pelo olho humano e interpretadas pelo cérebro, ou seja, a luz é uma onda eletromagnética. (HELERBROCK, 2020)

Estas ondas têm uma frequência que se estendem de  $4,3 \cdot 10^{14}$  Hz até  $7,5 \cdot 10^{14}$  Hz, em um comprimento de onda que vai de 380nm a 780nm. (HELERBROCK, 2020)

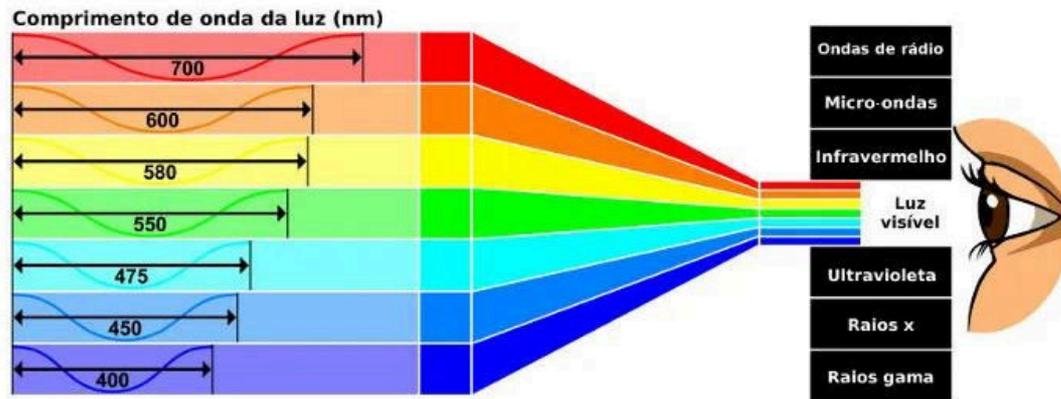
Figuras 4 e 5 exemplificam este.

**Figura 4** – Ondas Eletromagnéticas



Fonte: SERRA (2019, pg.15).

**Figura 5** – Espectro Eletromagnético Visível ao Olho Humano



Apenas uma pequena fração do espectro eletromagnético pode ser percebida pelo olho humano.

Fonte: HELERBROCK (2020).

### 2.3.2 Eficiência energética iluminação

Para entendermos e avaliarmos a eficiência de sistemas de iluminação, primeiramente deve-se ter o domínio de alguns conceitos, conforme RESENDE (2021, pg. 5):

**Fluxo luminoso ( $\Phi$ ):** Quantidade de radiação visível emitida por uma fonte de luz em todas as direções por unidade de tempo, medido em lúmen (lm);

**Intensidade luminosa (**I**):** Fluxo luminoso irradiado numa determinada direção. A sua unidade é a candela (cd);

**Iluminância ou iluminação (**E**):** Fluxo luminoso que incide sobre uma determinada superfície a uma dada distância da fonte de luz. É expressa em lux (lx), equação 1, representada na Figura 6;

**Luminância (**L**):** Intensidade luminosa refletida numa superfície, medida em  $\text{cd}/\text{m}^2$ ; Na Figura 7 para demonstrar a diferença entre Iluminância e Luminância.

**Curva de distribuição luminosa (CDL):** Representação gráfica da intensidade luminosa em todos os ângulos em que ela é direcionada num plano.

**Figura 6** – Equação de Iluminância

$$E = \frac{\Phi(\text{lm})}{\text{área}(\text{m}^2)} (\text{lux}) \quad (1)$$

Onde:

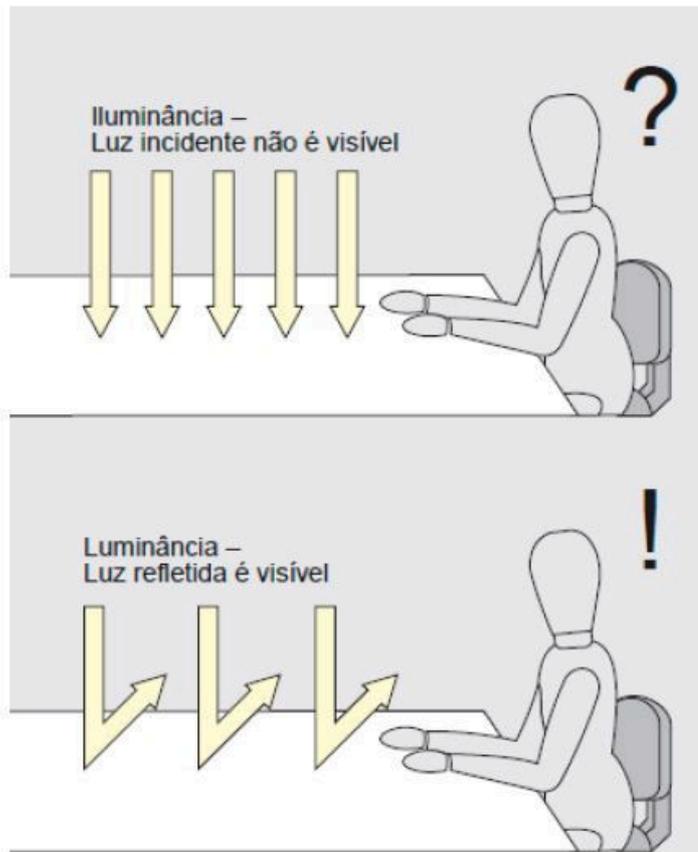
$E$  = nível de iluminação (lux);

$\Phi$  = fluxo luminoso (lm);

área = área do ambiente ( $\text{m}^2$ ).

Fonte: SÁ (2017, p. 5).

**Figura 7 – Iluminância x Luminância**



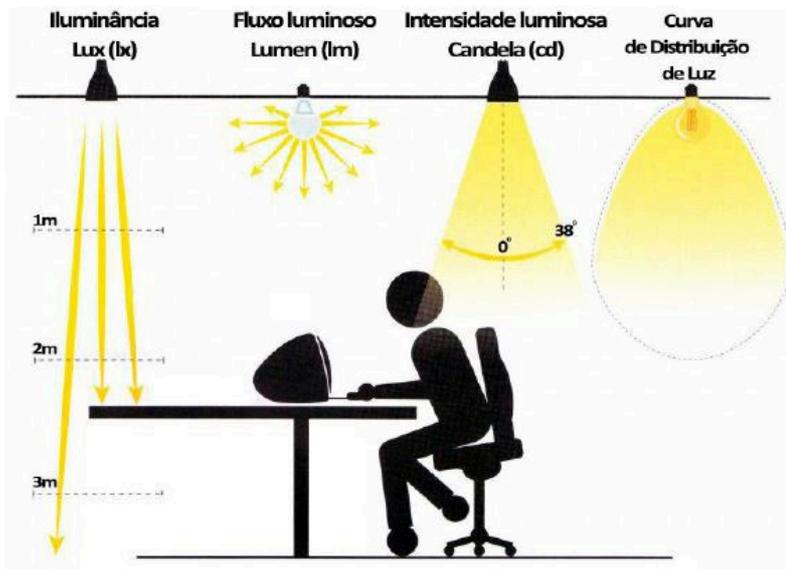
Fonte: RESENDE (2021, p. 6).

Diferenciando na prática lúmen, candela e lux (POWER LUME, 2019):

Lúmen é quantidade de luz medida através de um ponto emissor de luz. Já o Lux trata-se da incidência de luz de um ponto. Por definição 1 lúmen tem a capacidade de iluminar a equivalência de 1 lux em 1 metro quadrado. A Candela é definida pela intensidade luminosa, seria a distribuição uniforme que incide de um ponto a um determinado local.

A Figura 8, abaixo, representa estes quatro conceitos acima.

**Figura 8** – Representação de Iluminância, Fluxo Luminoso, Intensidade Luminosa e Curva de Distribuição de Luz



Fonte: RESENDE (2021, p. 5).

Como características das lâmpadas (RESENDE, 2021, pg. 5):

**Temperatura de cor (T):** Indica a aparência da cor da luz emitida por uma lâmpada. Quanto mais clara é a tonalidade da luz, maior é a temperatura de cor, expressa em Kelvin (K), a Figura 9 ilustra;

**Índice de reprodução de cores (IRC):** Caracteriza o grau de fidelidade com que as fontes luminosas revelam as cores dos objetos iluminados em comparação à aparência dessas cores quando iluminadas pela luz natural do dia. É representado numa escala de 0 a 100, sendo 100 o valor ideal;

**Eficiência luminosa ( $\eta_w$ ):** É a razão entre fluxo luminoso e potência consumida pela lâmpada. Quanto maior é a radiação emitida por watt, maior é a eficiência da lâmpada. A sua unidade é o lúmen por watt (lm/W), a Figura 10 demonstra esta equação 2.

**Figura 9** – Temperatura de Cor das Lâmpadas



Fonte: OZLI (2019).

**Figura 10** – Equação de Eficiência Luminosa

$$\eta = \frac{\Phi(lm)}{P(W)} (lm / W) \quad (2)$$

Onde:

$\eta$  = rendimento;

$\Phi$  = fluxo luminoso (lm);

$P$  = potência absorvida (W).

Fonte: SÁ (2017, p. 5).

Com domínio destas informações pode-se começar em pensar na troca das lâmpadas por outras de maior eficiência, mas deve ser levado em consideração também outros fatores que afetam negativamente os gastos com a iluminação, que são: Iluminação em excesso; Falta de aproveitamento da iluminação natural; Falta de comandos (interruptores) das luminárias; ausência de manutenção, depreciando o sistema; hábitos de uso inadequados. (SOBREIRA, 2017, pg. 30)

Após verificado estes conceitos, pode-se verificar a eficiência energética do sistema de iluminação realizando comparações entre as mais comuns, conforme GLIGHT (2019):

**a) Lâmpada incandescente**

Deixou de ser fabricada e comercializada no Brasil em 2016;

Quando a corrente elétrica passa por seu filamento de tungstênio ele esquentando e incandesce liberando energia que se transforma em 95% de calor e 5% de luz;

Apresentava baixo custo, fornecia luz agradável com temperatura de cor de 2700K, com IRC de 100;

Aceitava dimerização, ou seja, variação de fluxo luminoso;

Vida útil de 1000 horas.

**b) Lâmpada Fluorescente**

Emitem luz pela passagem de corrente elétrica através do gás argônio e do vapor de mercúrio acondicionados em tubo selado;

Fornecer luz agradável com temperatura de cor que pode variar de 2700K até 6500K;

Custo mediano;

Vida útil pode chegar a 10.000 horas

**c) Lâmpada LED**

Trata-se de um semicondutor, impregnado com diferentes materiais, e quando aplicado uma tensão no led, faz com que ocorra movimentação dos elétrons, onde está liberada uma determinada quantidade de energia em forma de luz.

Tem custo maior;

Vida útil que pode chegar a 50.000 horas;

Geração de minicandelas pela potência é cada vez maior o que assegura um desempenho melhor que as fluorescentes;

Led não emite calor, não tem mercúrio;

O apagar e acender não compromete o led;

Abaixo será apresentado as Figuras 11 e 12, que demonstra a eficiência das atuais lâmpadas LED, em comparação a suas antecessoras.

**Figura 11** – Equivalência Entre as Lâmpadas Pela Potência Ativa

EFICIÊNCIA		Menos		Mais	
TIPO					
	COMUM	HALÓGENA	CFL	LED	
CONSUMO	40 W	28 W	8 W	4 W	
	60 W	42 W	12 W	6 W	
	75 W	53 W	15 W	8 W	
	100 W	70 W	20 W	10 W	
DURABILIDADE	1 ano	1-3 anos	6-10 anos	15-25 anos	
ECONOMIA	×	até 30%	até 80%	até 95%	

Fonte: BLOG LIGAÇÃO HOME CENTER (2015).

**Figura 12** – Comparativo Entre Potência, Vida Útil, Gasto e Eficiência

**COMPARAÇÃO LÂMPADAS**  
Consumo, vida útil e preço variam entre os modelos

	INCANDESCENTES	FLUORESCENTE COMPACTA	LED
Potência, por lâmpada (equivalente)	60W	15W	7W
Vida Útil (Média)	1.000 horas	8.000 horas	50.000 horas
Preço (em média)	R\$ 2	R\$ 11	R\$ 20
Gasto Mensal (Uso de 6h diárias)	R\$ 5,48	R\$ 1,37	R\$ 0,64
Eficiência por modelo	<b>Baixa</b> Gasta mais energia com calor do que com luz	<b>Média</b> É quatro vezes mais econômica que a incandescente	<b>Alta</b> Em média, é sete vezes mais eficiente que a incandescentes

Fonte: SOUSA, Marcio Roney Neves (2015).

O exemplo que Seixas (2020, p. 8) apresenta em sua obra, é exatamente o aplicado em praticamente toda EQS “uma calha de lâmpada fluorescente composta de duas lâmpadas de 40W e um reator eletrônico tem consumo aproximado de 100W o conjunto”.

## 2.4 CLIMATIZAÇÃO

Hoje possuímos condicionadores devido ao engenheiro norte americano formado pela Universidade de Cornell, Willis Haviland Carrier, que desenvolveu, no ano de 1902 um processo mecânico para condicionar o ar, tornando realidade o almejado controle climático em ambientes fechados. (CREDER, 1990, p. 54)

Esta invenção foi inicialmente criada para enfrentar um grande problema da indústria gráfica, a absorção da umidade pelo papel. A partir da década de 1920 o ar condicionado começou realmente a se popularizar nos EUA, onde foi colocado em vários órgãos públicos, como a Câmara dos Deputados, o Senado Americano e os escritórios da Casa Branca. Os modelos de aparelhos de ar condicionados residenciais apenas começaram a ser produzidos em massa em 1950, ano em que Willis Carrier faleceu. (WEBARCONDICIONADO, 2013)

Conforme a visão de Creder (1990, p. 54) “com isso, se inicia, não apenas nos EUA, mas em amplitude mundial, um novo mercado, em constante expansão e espaço para desenvolvimento tecnológico.”

O objetivo do ar condicionado é deixar os ambientes internos com temperaturas agradáveis, que segundo a NR17 varia entre 20°C e 23°C. (WEBARCONDICIONADO, 2013)

O fluido refrigerante sai do compressor em alta pressão e alta temperatura e segue para o condensador. No condensador ele perde calor (condensa) até chegar no dispositivo de expansão onde o fluido refrigerante baixa a pressão e temperatura. No evaporador o fluido refrigerante evapora retirando o calor do ambiente a ser resfriado. (TORREIRA, 1983).

De acordo com Torreira (1983, p. 84) “os principais elementos de um ciclo de refrigeração são: Evaporador, Compressor, Condensador e Dispositivo de Expansão.”

Para Stoecker (1985, p. 43):

a manutenção adequada de condicionadores de ar envolve conservar os equipamentos e outros dispositivos em boas condições para operação, visando assegurar o máximo aproveitamento do sistema; o menor consumo de energia e custo de operação; a menor chance de interrupção de operação do sistema por acidentes ou falhas; e aumentar a vida útil.

O elemento que garante a boa qualidade do ar nos ambientes climatizados são os filtros, portanto o Plano de Manutenção de Operação e Controle (PMOC) deve contemplar a limpeza

periódica deste elemento. Os filtros são classificados por classes. A classe “A” são filtros para poeira grossa, a classe “B” são filtros de grau médio e os de classe “C” são filtros de alta eficiência. Geralmente as instalações de ar condicionado são equipadas com filtros classe C. (TORREIRA, 1983)

#### 2.4.1 Eficiência energética em equipamentos de ar condicionado

De acordo com Antonioli (2020):

quando se fala de eficiência energética em ar condicionado, revela-se a necessidade de entregar conforto na forma de BTU/h, TR, kW ou HP, com menor consumo de energia possível. A ordem é otimizar, ou seja, fazer o “clássico” mais com menos. Ao longo dos anos, muito tem sido falado sobre crise energética e a necessidade de entregar projetos de alta eficiência energética. Os três principais parâmetros no projeto de ar condicionado focado na melhoria de eficiência energética são:

- 1) Melhoras respostas no rendimento elétrico dos componentes, como motores de ventiladores, bombas e compressores.
- 2) As propriedades do ciclo do fluido refrigerante adotado – R-410A, R-134A e R-407C como exemplos – utilizando trocadores de calor que possam trabalhar com menor troca superficial ente as temperaturas saturadas e os fluidos na forma de ar ou água. Como resultado buscar o menor consumo de energia no deslocamento do fluido.
- 3) Verificar a efetividade no fluido ar ou água com menor resistência possível ao passar por seus trocadores de calor, de forma a otimizar a gestão da carga térmica e a potência nos motores.

O trabalho das engenharias de produto é contínuo na busca de melhores COP, EER, kW/TR, IPLV e NPLV. Mas como se chegam em novos patamares de melhor eficiência energética? Com muita inovação, respeitando os limites mecânicos, elétricos e eletrônicos para entregar confiabilidade. Sempre devemos encontrar o equilíbrio entre custos e benefícios para justificar a entrega de performance no mundo real.

Há pouco mais de 25 anos houve a viabilização da utilização de painéis micro processados, placas eletrônicas e sensores, que abriram, as portas para otimizar os componentes e eliminar as ineficiências dos sistemas. No ciclo ph dos fluidos refrigerantes aconteceu uma melhora *approach* de trocadores. Obtivemos menores cargas com a utilização de dispositivos eletrônicos de expansão, além de possibilidade de reduzir o LIFT, que é a diferença entre as pressões saturadas na alta e baixa pressão de trabalho. Menores LIFT significam menos consumo de energia na compressão para deslocar o fluido refrigerante através dos componentes do sistema.

Além disso, houve a viabilização ampla e incondicional com a utilização da tecnologia dos sensores. Estamos na era dos sensores, o que nos permite resposta rápida e precisa. O compressor inverter ou com variação de frequência fez uma verdadeira revolução para buscar ótimos resultados na eficiência energética e, como tenho apontado, com espetacular confiabilidade.”

Ainda conforme Antonioli (2020):

com base em um condicionador de ar *split system* 9.000BTU/h e levando em conta uma tarifa de energia de R\$0,35 por kWh/mês, a troca do aparelho de baixa eficiência por um selo A economiza por ano por volta de R\$125 em comparação com modelos mais antigos.

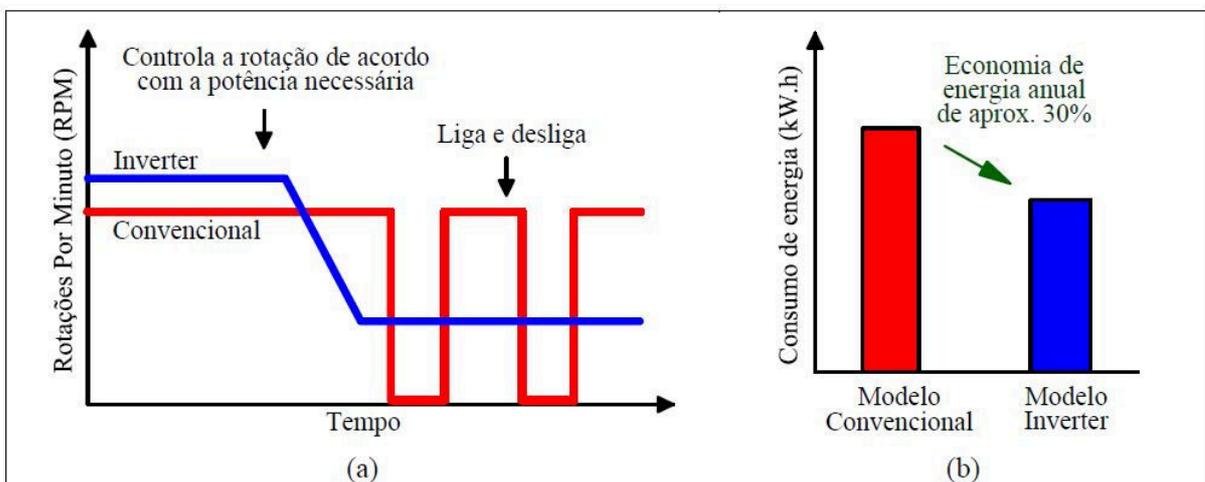
Para entendermos a eficiência energética em sistemas de climatização, no caso os *splits*, precisamos entender o funcionamento destes aparelhos, conforme Marangoni (2015, pg. 4):

podemos fazer uma analogia com o funcionamento de uma geladeira, onde na maioria das vezes é possível de ouvir o motor (compressor) em funcionamento, onde este compressor faz parte do sistema responsável em baixar a temperatura dentro da mesma. E o tempo que este compressor permanece ligado depende da temperatura externa, da temperatura dos alimentos que acabaram de ser guardados e também da quantidade de vezes que a porta da geladeira é aberta. E este princípio é válido para os aparelhos de climatização, onde os compressores atuam até que o ambiente atinja a temperatura desejada.

Neste trabalho iremos tomar como base as tecnologias, convencional aquela que o compressor permanece ligado em rotação e potência máxima até que o ambiente atinja a temperatura desejada, onde o mesmo desliga e retorna a ligar quando a temperatura do ambiente sai da margem de estabelecida para o ambiente. E a tecnologia *inverter*, que atua de forma diferente, onde após atingir a temperatura desejada, através de seu inversor de frequência, ele baixa a rotação do compressor sem que este seja desligado. E ao ambiente sair da margem de temperatura desejado o inversor vai aumentando a rotação do compressor gradativamente até que o ambiente atinja novamente a temperatura desejada, ou até que se atinja a rotação máxima do compressor para que a temperatura do ambiente volte a desejada, ou seja, se consegue controlar a potência no compressor. (MARANGONI 2015, pg. 4)

A Figura 13, representa a operação do compressor em ambas tecnologias, bem como a estimativa de economia.

**Figura 13** – Tecnologia Convencional e *Inverter*, (a) Rotação do Compressor, e (b) Relação de Economia



Fonte: MARANGONI (2015, p. 5).

Em seu estudo, Paiva (2021) comparou o modelo convencional e o *inverter* de 9000BTU/h, onde obteve o consumo de 6247Wh para o convencional e de 4870 para o *inverter*, representando redução de 22%. Demonstrado na figura abaixo.

**Figura 14** - Consumo 9000BTU convencional e *inverter*

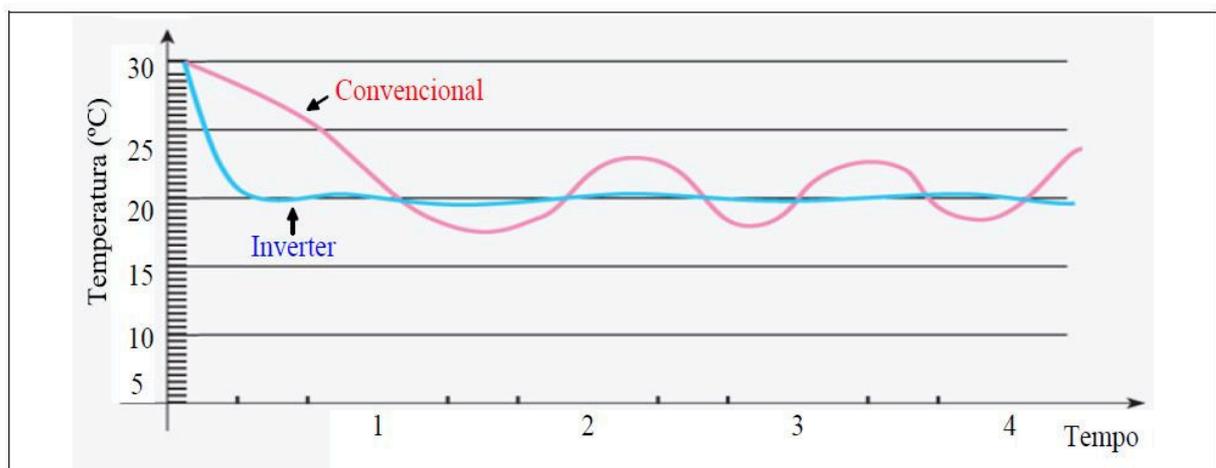


Fonte: ENGENHARIA ARQUITETURA (2021)

Segundo o fabricante Pioneer (2015 *apud* Marangoni 2015, pg. 6) “a precisão no controle de temperatura para o modelo convencional pode variar entre +- 3° Celsius, já no *inverter* o controle é de +- 0,5° Celsius”.

A Figura 15, demonstra estas variações no convencional e no *inverter*.

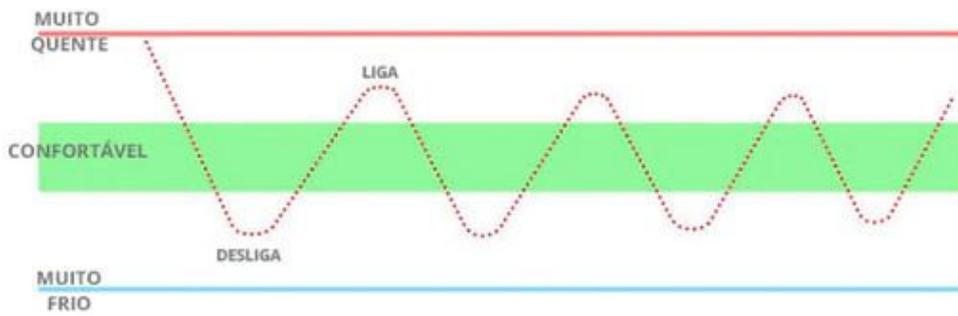
**Figura 15** – Controle de Temperatura para os Modelos Convencional e *Inverter*



Fonte: MARANGONI (2015, p. 6).

As Figuras 16 e 17 exemplificam a relação de desempenho e de tempo para se atingir a temperatura selecionada entre as tecnologias.

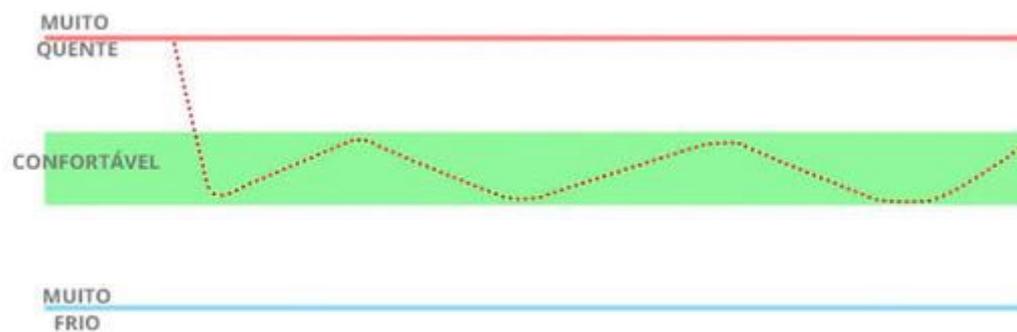
**Figura 16** – Desempenho do Compressor Convencional em Relação a Temperatura de Conforto



Fonte: FRIGELAR (2022).

Na figura acima, nota-se que o compressor trabalha em faixas de temperatura acima e abaixo da temperatura de conforto ou a selecionada pelo usuário, onde ocorre o desligamento quando esta temperatura baixa dentro de um percentual confortável, e retorna a ligar quando a temperatura supera um percentual da selecionada, e esta ação de ligar ocorrer os picos de correntes característicos em motores e que acabam aumentando o consumo de energia, comparado a tecnologia *inverter*. Ainda na mesma figura, nota-se que os primeiros ciclos, seus períodos são mais longos, justamente para climatizar o ambiente desejado com maior rapidez e depois os ciclos tornam-se mais curtos para manter a temperatura de selecionada.

**Figura 17** – Desempenho do Compressor *Inverter* em Relação a Temperatura de Conforto

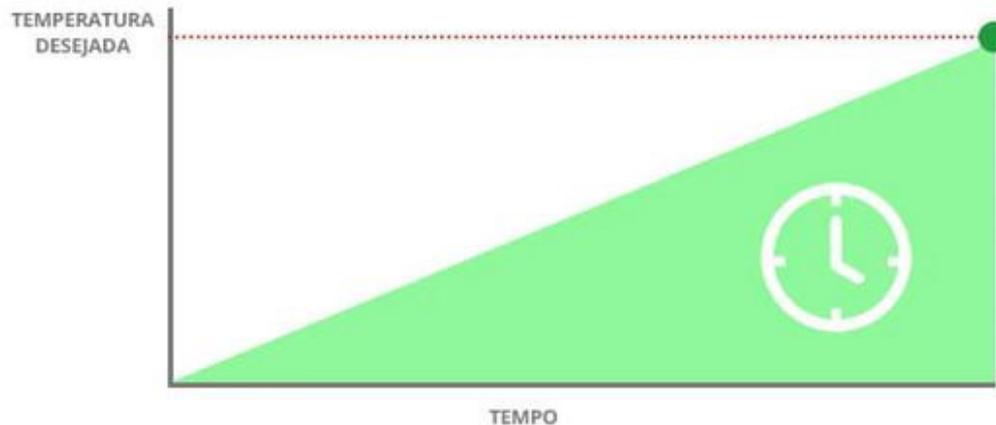


Fonte: FRIGELAR (2022).

Na figura acima, demonstra o compressor *inverter* trabalhando e com maior rapidez chegando na temperatura de conforto, e já dentro da faixa de conforto, sua tecnologia diferenciada mantém o compressor operando em baixa potência e mantendo-se dentro da temperatura de conforto, não existindo neste o liga-desliga e por consequência os picos de correntes da tecnologia anterior.

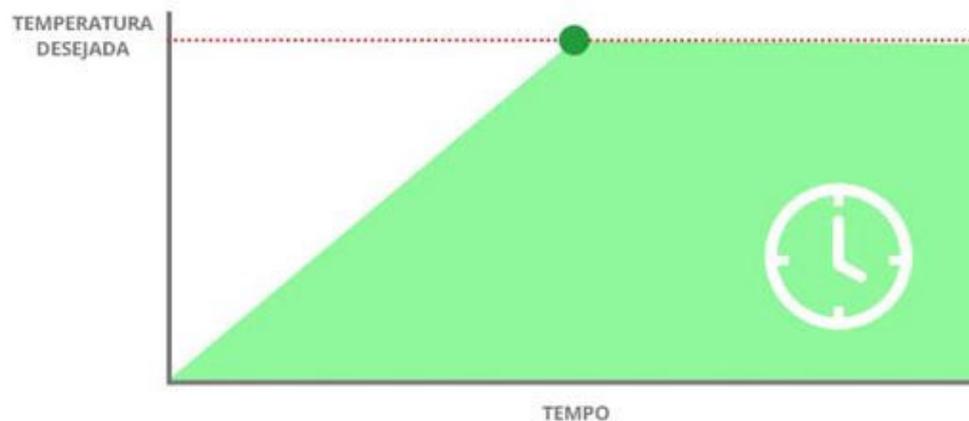
Já as Figuras 18 e 19 demonstram que o *inverter* atinge a temperatura desejada muito mais rápido que o convencional, o que indica que o compressor já pode baixar sua potência de operação.

**Figura 18** – Tempo de Operação do Convencional Para Atingir a Temperatura de Conforto



Fonte: FRIGELAR (2022).

**Figura 19** – Tempo de Operação do *Inverter* Para Atingir a Temperatura de Conforto



Fonte: FRIGELAR (2022).

## 2.5 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

As decisões de investimento em alternativas e projetos de economia e uso eficiente de energia passam, necessariamente, por uma análise de viabilidade econômica. Tais questões podem se apresentar de duas formas: ou deseja-se decidir sobre a escolha entre duas alternativas mutuamente excludentes, ou deseja-se conhecer a economicidade de uma dada alternativa (RIBEIRO, 1999).

Para Silva (2001, p.67) “por meio da análise econômica foi possível avaliar o potencial de conservação da energia elétrica. Para validar a viabilidade deste estudo foram utilizados os seguintes métodos”:

- Método do valor presente líquido (VPL);
- Método da taxa interna de retorno (TIR);
- *Payback*.

Com os dados disponíveis será realizada uma avaliação, com valores estimados, será avaliado o custo e benefício baseado em análises de campo, experiências anteriores, cálculos de engenharia e avaliações de preços no mercado (RIBEIRO, 1999).

### 2.5.1 Método do valor presente líquido

O método do Valor Presente Líquido (VPL) avalia a viabilidade de projetos, transferido para o momento presente todas as variações esperadas no caixa, em seu período de desenvolvimento, descontando a taxa de atratividade. Trata-se de uma metodologia que transfere para a data zero todos os custos e despesas esperados em um novo projeto, com desconto da taxa de juros à qual é direcionado (SILVA, 2001).

Para Guerra (2006, p.98) o VPL é obtido a partir da Equação 3:

$$\text{VPL} = (\text{FC}_1)/(1+i) + (\text{FC}_2)/(1+i)^2 + \dots + (\text{FC}_j)/(1+i)^j + \dots + (\text{FC}_n)/(1+i)^n - \text{FC}_0 \quad (3)$$

Onde:

VPL = Valor Presente Líquido;

$\text{FC}_j$  = fluxo de caixa de ordem  $j$ , para

$j = 1, 2, 3, \dots, n$ ;

$i$  = Taxa de desconto;

$\text{FC}_0$  = fluxo de caixa no momento zero (fluxo de caixa inicial)

De acordo com Ribeiro (1999, p. 45) “o Fator de Valor Presente (FVP) transporta para zero o valor futuro do capital deste investimento, levando em consideração a taxa de juros sobre o período de aplicação”.

A fórmula do VPL para um fluxo de caixa é apresentada por Bruni (2008) é obtido a partir da Equação 4:

$$VPL_{\infty} = FC_1 / (TMA - g) - FC_0 \quad (4)$$

Em que:

TMA = Taxa mínima de atratividade, ou taxa de desconto;

g = taxa de crescimento anual do fluxo de caixa;

$FC_0$  = fluxo de caixa no momento zero (fluxo de caixa inicial);

$FC_1$  = fluxo de caixa no período 1.

Na visão de Ribeiro (1999, p. 46) “o valor final para o VPL pode resultar em três situações de análises diferentes:

- a) Valor de VPL maior que zero. Isso indica que o projeto pode ser aceito, pois haverá retorno sobre o investimento.
- b) Valor de VPL igual a zero. Nesse caso, haverá somente a modernização do sistema. Não haverá retorno sobre o investimento, como também não há despesas extras sobre o capital investido.
- c) Valor de VPL menor que zero. O projeto deve ser rejeitado, pois ao longo do tempo os custos serão maiores com o novo sistema proposto”.

### 2.5.2 Método da taxa interna de retorno

A Taxa Interna de Retorno (TIR) corresponde à taxa de juros que torna equivalentes as receitas de um projeto com o seu investimento, ou seja, a taxa de juros que torna nulo o Valor Presente Líquido do projeto. Corresponde, então, à taxa de remuneração do capital investido num projeto. Para determinar tal taxa, deve-se aplicar a Equação 5 (SILVA, 2001).

$$TIR = \frac{A}{I} \quad (5)$$

Em que:

I = Investimento de capital;

A = Custo evitado / benefício auferido;

Analisando o valor obtido, a TIR deve ser maior que a taxa mínima de atratividade. Para este trabalho foi considerado como taxa mínima de atratividade a taxa Selic para o ano de 2022, no valor de 13,75% ao ano. Se for menor, o projeto deve ser desconsiderado (SILVA, 2001).

### 2.5.3 *Payback*

Período de Recuperação do Investimento, ou *Payback*, é outro indicador de risco utilizado para avaliar a viabilidade de um investimento. A tendência do mercado é de mudanças contínuas e por vezes acentuadas na economia, com isso, não se pode aguardar por muitos períodos para se recuperar o capital investido (SOUZA; CLEMENTE, 2004, p. 91).

Segundo Souza & Clemente (2004, p. 91) “o *Payback* nada mais é do que o número de períodos necessários para que o fluxo de benefícios supere o capital investido”. Souza & Clemente (2004, p. 93) destacam ainda que “o risco do projeto aumenta à medida que o *Payback* se aproxima do final do horizonte de planejamento”.

Cabe ressaltar que existem duas formas diferentes de se calcular o *Payback*. Existe o *Payback* simples, que calcula o tempo de retorno do investimento sem considerar nenhuma taxa de desconto, sendo este método, de fácil aplicação e fácil interpretação, mas que não considera o valor do dinheiro no tempo, como o VPL. E existe também o *Payback* descontado, este utiliza em seu cálculo uma taxa de desconto para os fluxos de caixa de cada período, trazendo seus valores a valores presentes, que considera o custo do dinheiro no tempo a aplicação de uma taxa mínima de atratividade (FAMÁ; BRUNI, 2003).

Neste estudo de caso será abordado o *Payback* Descontado.

Para a obtenção do *payback* descontado aplica-se a Equação 6:

$$PV = FV / (1 + i)^n \quad (6)$$

Em que:

PV = Valor descontado;

FV = Valor futuro;

i = Taxa;

n = Período.

## 2.6 NORMA DA CELESC EM CONSIDERAÇÃO – PADRÃO DE ENTRADA

Em Santa Catarina a empresa responsável pela distribuição de energia ao consumidor final é a CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina). E assim como no Brasil, os consumidores são classificados em dois grupos, do tipo A e B.

Os do grupo A, são os que recebem fornecimento de energia com nível de tensão maior ou igual a 2,3kV. E os do grupo B que recebem em nível abaixo de 2,3kV. (TELECO, 2022)

Na CELESC dentre suas normas técnicas, tem a N-321.0001 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição, revisão julho de 2019. E esta tem por finalidade de estabelecer os padrões de entrada de energia nas unidades consumidoras individuais ligadas ao sistema elétrico em tensão secundária. (CELESC, 2019)

Neste estudo, será verificado esta N-321.0001, mais especificamente os itens da tabela de Dimensionamento de Componentes da Entrada de Energia Elétrica – Tabela 1 – Tensão de Fornecimento de 380/220V e 440/220V, na página 41 da norma.

Uma vez que a EQS Engenharia se enquadra no grupo tipo B, recebendo a tensão de 380V/220V. Então verificar se com a atual carga instalada a EQS enquadra-se na categoria correta, ou ainda, se com as ações de eficiência energética neste estudo, existe a necessidade desta mudança de categoria.

A tabela em questão está sendo apresentada abaixo na Figura 20.

**Figura 20** – Dimensionamento de Componentes da Entrada de Energia Elétrica – Tensão de Fornecimento de 380/220V e 440/220V

Tipo e Tensão	Categoria	Carga Total Instalada na Unidade Consumidora (kW)	Demanda (kVA)	Proteção Geral Disjuntor (A)		Número de		Ramal de Ligação e Carga		Ramal de Entrada e Saída		Condutor de Proteção Aterramento	Eletroducto		Pontaleta de Ferro Galvanizado	
				IEC/DIN	NEMA	Fases	Fios	Aéreos multiplexados		Método de instalar embutido (B1) ou subterrâneo (D) NBR 5410 - Cobre			Cobre	Tamanho Nominal (pol)		Tamanho Nominal (pol)
								Cobre	Alumínio	XLPE/HEPR /EPR 90°C	Isolação PVC 70°C					
Monofásico 220V Ver nota 7	A1	$0 < C \leq 8$		40	40	1	2	10	10	10	10	10	3/4	1	1 1/2	
	A2	$8 < C \leq 11$		50	50	1	2	10	10	10	10	10	3/4	1	1 1/2	
	A3	$11 < C \leq 13$		63	60	1	2	10	10	10	16	10(16) <sup>4</sup>	3/4(1) <sup>8</sup>	1	1 1/2	
	A4	$13 < C \leq 15$		70	70	1	2	10	16	10	16	10(16) <sup>4</sup>	3/4(1) <sup>8</sup>	1	1 1/2	
Monofásico 440/220V Ver Nota 7	M1	$0 < C \leq 17$		50	50	1	3	10	10	10	10	10	1	1 1/2	1 1/2	
	M2	$17 < C \leq 22$		63	60	1	3	10	10	10(16) <sup>4</sup>	16	10(16) <sup>4</sup>	1	1 1/2	1 1/2	
	M3	$22 < C \leq 30$		70	70	1	3	10	16	16	25	16	1 1/4	1 1/2	NÃO	
	M4	$30 < C \leq 40$		80/90 <sup>1,9</sup>	90 <sup>1</sup>	1	3	16	25	25	35	16	1 1/4	1 1/2	NÃO	
	M5	$40 < C \leq 50$		100 <sup>1,3</sup>	100 <sup>1,3</sup>	1	3	16	25	25	35	16	1 1/4	1 1/2	NÃO	
Bifásico 380/220V Ver nota 7	B1	$15 < C \leq 20$		50	50	2	3	10	10	10	10	10	1	1 1/2	2	
	B2	$20 < C \leq 25$		63	60	2	3	10	10	10(16) <sup>4</sup>	16	10(16) <sup>4</sup>	1	1 1/2	2	
Trifásico 380/220V Ver nota 6	C1	$25 < C \leq 50$	$0 < D \leq 20$	40	40	3	4	10	10	10	10	10	1	1 1/2	2	
	C2		$20 < D \leq 30$	50	50	3	4	10	10	10	10	10	1	1 1/2	2	
	C3		$30 < D \leq 38$	63	60	3	4	10	16	10(16) <sup>4</sup>	16	10(16) <sup>4</sup>	1 1/4	2	NÃO	
	C4		$38 < D \leq 45$	70	70	3	4	16	25	16	25	16	1 1/2	2	NÃO	
	C5	$50 < C \leq 75$	$45 < D \leq 55$	80/90 <sup>1,9</sup>	90 <sup>1</sup>	3	4	25	35	25	35	16	1 1/2	2	NÃO	
	C6		$55 < D \leq 65$	100 <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	3	4	25	35	25	35	16	1 1/2	2	NÃO	
	C7		$65 < D \leq 75$	125 <sup>1</sup>	125 <sup>1</sup>	3	4	35	50	35(50) <sup>4</sup>	50(70) <sup>4</sup>	16(25/35) <sup>4</sup>	2	3	NÃO	

NOTAS: 1. Utilizar caixa específica tipo MEE de 680 x 550 x 250mm (A x L x P) ou de policarbonato agrupada para trifásico.  
2. Também utilizar a caixa MEE na tensão 440/220V quando for instalado o disjuntor tipo em caixa moldada.  
3. Para agrupamento com mais de três medições consultar a norma para edifícios de uso coletivo.  
4. Aplicável a atendimento de unidade consumidora com transformador exclusivo de 37,5 kVA ou 50kVA na tensão de 440/220V.  
5. Usar cabo de maior seção quando ramal for subterrâneo, agrupado com 02 ramais ou com isolação em PVC 70°C. O cabo isolado em PVC 70°C não se aplica ao kit postinho.  
6. Carga instalada acima de 75 kW, o atendimento deve ser em tensão primária de distribuição, observadas as exceções previstas no Art. 13 da Resolução ANEEL 414/2010.  
7. Para ligação trifásica em 380/220V deverá ser calculada a demanda para o dimensionamento a critério do projetista, limitada a carga instalada de 75 kW.  
8. Para ligação monofásica em 440/220V, bifásica em 380/220V e trifásica, utilizar caixa para medidor trifásico. Caixa monofásica somente até 15 kW.  
9. Utilizar a maior bitola do eletroducto quando for utilizado cabo de 16mm<sup>2</sup>.  
10. Utilizar disjuntor IEC/DIN de 90 A quando disponível no mercado.

Fonte: CELESC (2019, p. 41).

## 2.7 EQUAÇÕES E DEFINIÇÕES DE APOIO

Serão apresentadas equações básicas da elétrica que poderão dar sustentabilidade as informações, dados obtidos ou medidos. Além de definições básicas:

### 2.7.1 Definições básicas

Conforme Engelétrica (2011):

Potência: capacidade de produzir trabalho na unidade de tempo;

Energia: Utilização da potência num intervalo de tempo;

Potência Ativa (W – Watts): É a que realmente produz trabalho útil;

Energia Ativa (kWh – Quilo watts hora): Uso da potência ativa num intervalo de tempo;

Potência Reativa (VAR – Volt-ampere reativo): É usada para criar o campo eletromagnéticos das cargas;

Energia Reativa (kVA<sub>rh</sub> – Quilo volt-ampere reativo hora): Uso da potência reativa num intervalo de tempo;

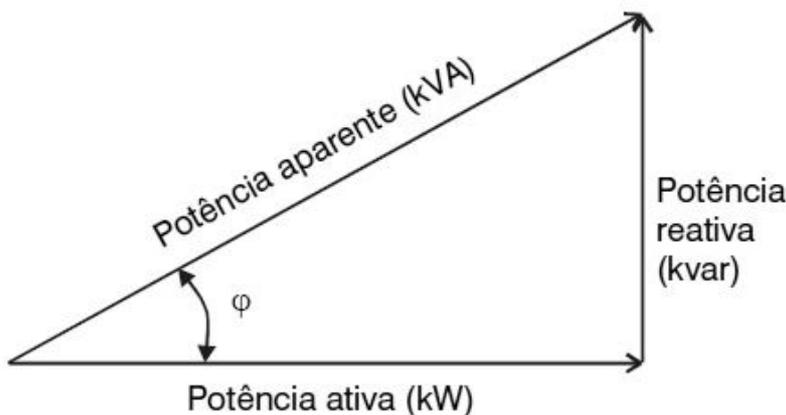
Potência Aparente (VA – Volt-ampere): Soma vetorial das potências ativa e reativa, ou seja, é a potência absorvida pela instalação;

Fator de Potência ou  $\cos\phi$ : Razão entre Potência Ativa e Potência Aparente;

Ainda conforme Engelétrica (2011):

enquanto a potência ativa é sempre consumida na execução de trabalho, a potência reativa, além de não produzir trabalho, circula entre a carga e a fonte de alimentação, ocupando um espaço no sistema elétrico que poderia ser utilizado para fornecer mais energia ativa. Definição: o fator de potência é a razão entre a potência ativa e a potência aparente. Ele indica a eficiência do uso da energia. Um alto fator de potência indica uma eficiência alta e inversamente, um fator de potência baixo indica baixa eficiência energética. Um triângulo retângulo é frequentemente utilizado para representar as relações entre kW, kVA<sub>r</sub> e kVA, conforme a Figura 21.

**Figura 21** – Triângulo de Potência



Fonte: Engelétrica (2011).

Ou seja, para eficiência energética procura-se equipamentos com baixo consumo de reativo, pois atenderá a ideia da eficiência energética de entregar o mesmo trabalho com menos consumo de energia.

### 2.7.2 Equações básicas de apoio

Conforme Mattede (2020), segue equações que darão apoio e sustentação neste trabalho.

Fórmulas de potência ativa.

$$P = V \times I \text{ (W)} \quad (7)$$

$$P = V \times I \times \cos \phi \text{ (W)} \quad (8)$$

$$P = S \times FP \text{ (W)} \quad (9)$$

Fórmulas de potência reativa

$$Q = V \times I \times \text{Sen } \varphi \text{ (VAr)} \quad (10)$$

$$Q = S \times \text{Sen } \varphi \text{ (VAr)} \quad (11)$$

$$Q^2 = S^2 - P^2 \text{ (VAr)} \quad (12)$$

Fórmulas de potência aparente

$$S = V \times I \text{ (VA)} \quad (13)$$

$$S = P / \text{FP (VA)} \quad (14)$$

$$S^2 = P^2 + Q^2 \text{ (VA)} \quad (15)$$

Fórmula de fator de potência, conforme Engelétrica (2011).

$$\text{FP} = P / S = \text{Cos } \varphi = \text{Cos (arc tg (Q / P))} \quad (16)$$

$$\text{FP} = P / \sqrt{(Ph^2 + Qh^2)} \quad (17)$$

Fórmula energia ativa

$$\text{Consumo} = P \text{ (W)} \times \text{Horas (h)} \times \text{dias} / 1000 \text{ (kWh)} \quad (18)$$

Potências Trifásicas Ativa (P), Reativa (Q) e Aparente (S)

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \text{cos}\varphi \text{ (W)} \quad (19)$$

$$P_{3\phi} = 3 \times V_f \times I_f \times \text{cos}\varphi \text{ (W)} \quad (20)$$

$$Q_{3\phi} = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \text{sen}\varphi \text{ (VAr)} \quad (21)$$

$$Q_{3\phi} = 3 \times V_f \times I_f \times \text{sen}\varphi \text{ (VAr)} \quad (22)$$

$$S_{3\phi} = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \text{ (VA)} \quad (23)$$

$$S_{3\phi} = 3 \times V_f \times I_f \text{ (VA)} \quad (24)$$

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentado a metodologia utilizada no desenvolvimento deste estudo de caso. E que será o quantitativo, que segundo Mathias (2022): “é o método conclusivo e tem como objetivo quantificar um problema e entender a dimensão dele. Em suma, esse tipo de pesquisa fornece informações numéricas”.

Sendo aplicado a pesquisa empírica, ou também conhecida como pesquisa de campo “que é aquela que é necessário comprovação prática de algo, seja através de experimentos ou de observação de determinado contexto para coleta de dados em campo”. (ENGO ACADEMY, 2020)

Onde buscou-se as informações no atual parque instalado da empresa e verificando no mercado possibilidades de um parque de equipamentos de melhor eficiência corroborando com o objetivo deste estudo, entre estes de uma fatura de energia reduzida.

Seguindo-se as etapas:

- a) Fazer levantamento do atual parque;
- b) Verificar o balanceamento de fases;
- c) Verificar equipamentos de mesmas características ou superiores, porém de melhor rendimento e que atendam ao tema deste estudo;
- d) Verificar a instalação de sistema fotovoltaico, caracterizando o menor consumo dos recursos naturais renováveis e de diminuição na fatura;
- e) Apresentar para empresa os resultados obtidos;

#### 3.1 ENTENDIMENTO DA INFRAESTRUTURA DA EQS ENGENHARIA

A matriz da EQS Engenharia S.A é situada na área industrial de São José (SC), é composta por dois galpões, os conhecidos pelos membros da EQS como G1, que é o galpão 1 e administrativo da empresa. E o galpão 2, conhecido como G2, galpão operacional.

Cada galpão com sua medição de energia distinta, e é desta forma pois o G2 foi adquirindo em 2014, quando a EQS começou a expandir e precisava de espaço físico.

É composta ainda por uma sede social, um campo de futebol e uma área de descarte recicláveis, alimentados através do G1. Ainda de quatro *containers* para serviços de manutenção, alimentados pelo G2, além do estacionamento que tem a iluminação através dos G1 e G2.

Em destaque na Figura 22 a localização da matriz da EQS, bem como a localização dos itens citados anteriormente.

**Figura 22** – EQS Engenharia – Matriz



Fonte: Do Autor (2022).

Dentro da norma da N-321.0001, O galpão G2 está enquadrado na categoria C2. CELESC (2019, pg. 41). Onde sua proteção geral é um disjuntor de 50A. Neste G2, sua carga instalada já está passando a capacidade do disjuntor e por vezes, em dias de calor principalmente, ocorrem desarmes do mesmo.

O G2, conta ainda com um sistema fotovoltaico de 5000VA, monofásico conectado a rede da CELESC.

Figura 23 trata-se da medição de energia do G2, medição bidirecional em função do sistema fotovoltaico instalado neste galpão. Já a Figura 24, demonstra a imagem do disjuntor geral do G2.

**Figura 23** – Medidor de kWh do G2



Fonte: Do Autor (2022).

**Figura 24** – Disjuntor Junto da Medição do G2



Fonte: Do Autor (2022).

O G1 estava enquadrado na categoria C4, CELESC (2019, pg. 41), com disjuntor de 70A. E de uma forma abrupta, sem um planejamento a longo prazo, ou uma avaliação técnica mais criteriosa, a EQS passou para a categoria C6, com disjuntor de 100A. Figuras 25 e 26 demonstram o medidor e disjuntor do G1, respectivamente.

**Figura 25** – Medidor de kWh do G1



Fonte: Do Autor (2022).

**Figura 26** – Disjuntor Junto da Medição do G1



Fonte: Do Autor (2022).

Porém, já está em processo de criação de um mezanino no G1, de uma área de 150m<sup>2</sup>, onde irá aumentar a iluminação, climatização, pontos elétricos e poderá voltar a sobrecarregar, o agora, disjuntor de 100A.

As Figuras 27 e 28 demonstram a área antes e durante a montagem do mezanino.

**Figura 27** – Área Onde Será Criado Mezanino em 04/04/2022



Fonte: Do Autor (2022).

**Figura 28** – Mezanino em montagem em 05/05/2022



Fonte: Do Autor (2022).

Então onde entra o estudo de caso proposto neste trabalho, para que seja verificado, avaliado e sugerido melhorias com relação a eficiência energética da EQS Engenharia, evitando ter que passar o G1 para categoria C7, em pouco tempo após a implantação da categoria C6, ou ainda já ter que investir e partir para a aquisição de energia em média tensão, passando para o grupo A, com alimentação em 13,8kV.

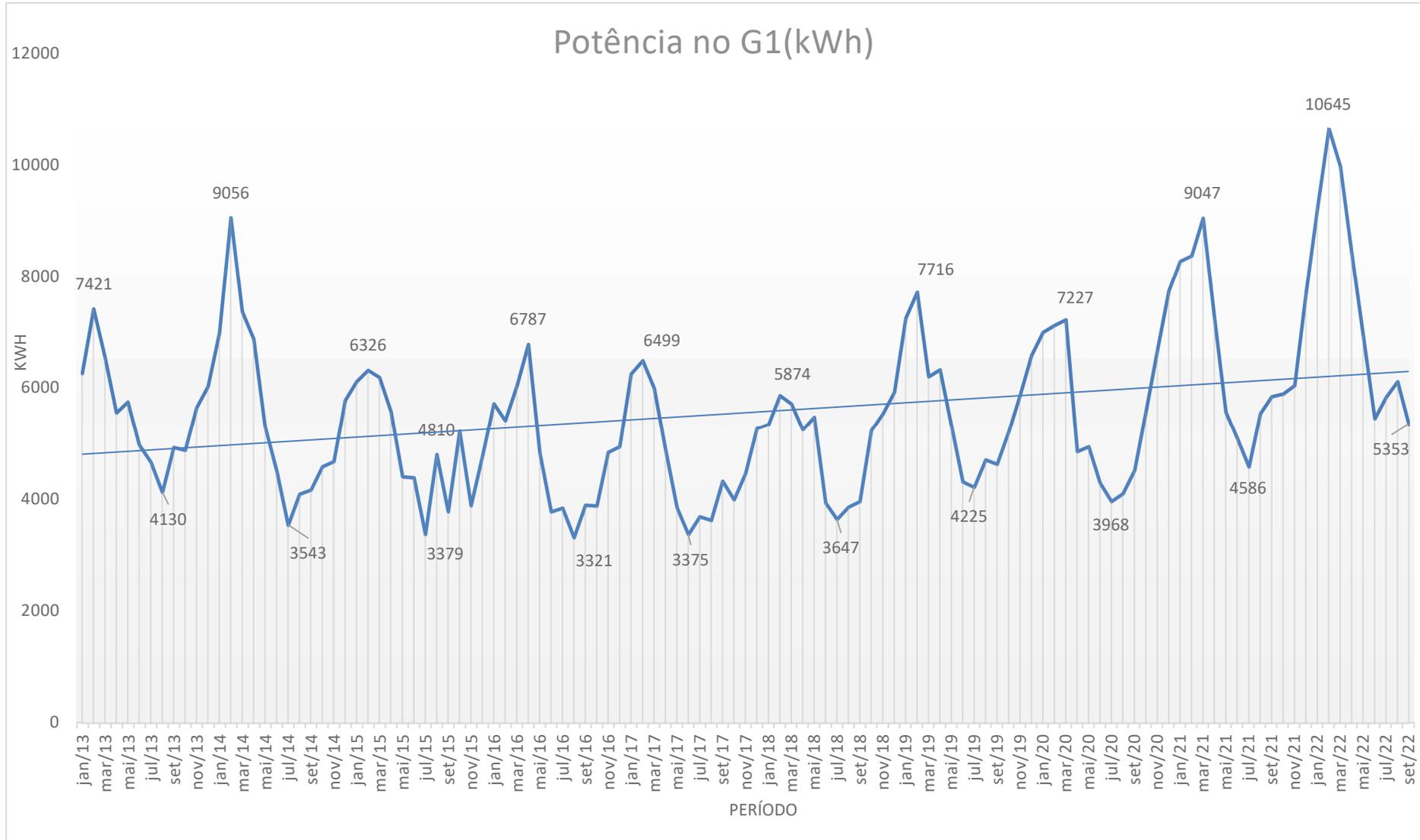
E no G2, verificar se as possíveis melhorias com a eficiência energética surtirão efeito, ou se de fato já se deve trocar de categoria em função do aumento de carga desde a aquisição do galpão.

Será apresentado o Gráfico 01, que se trata do consumo de energia no G1, Gráfico 02 consumo de energia no G2, onde se percebe o aumento do consumo de energia ao longo do tempo.

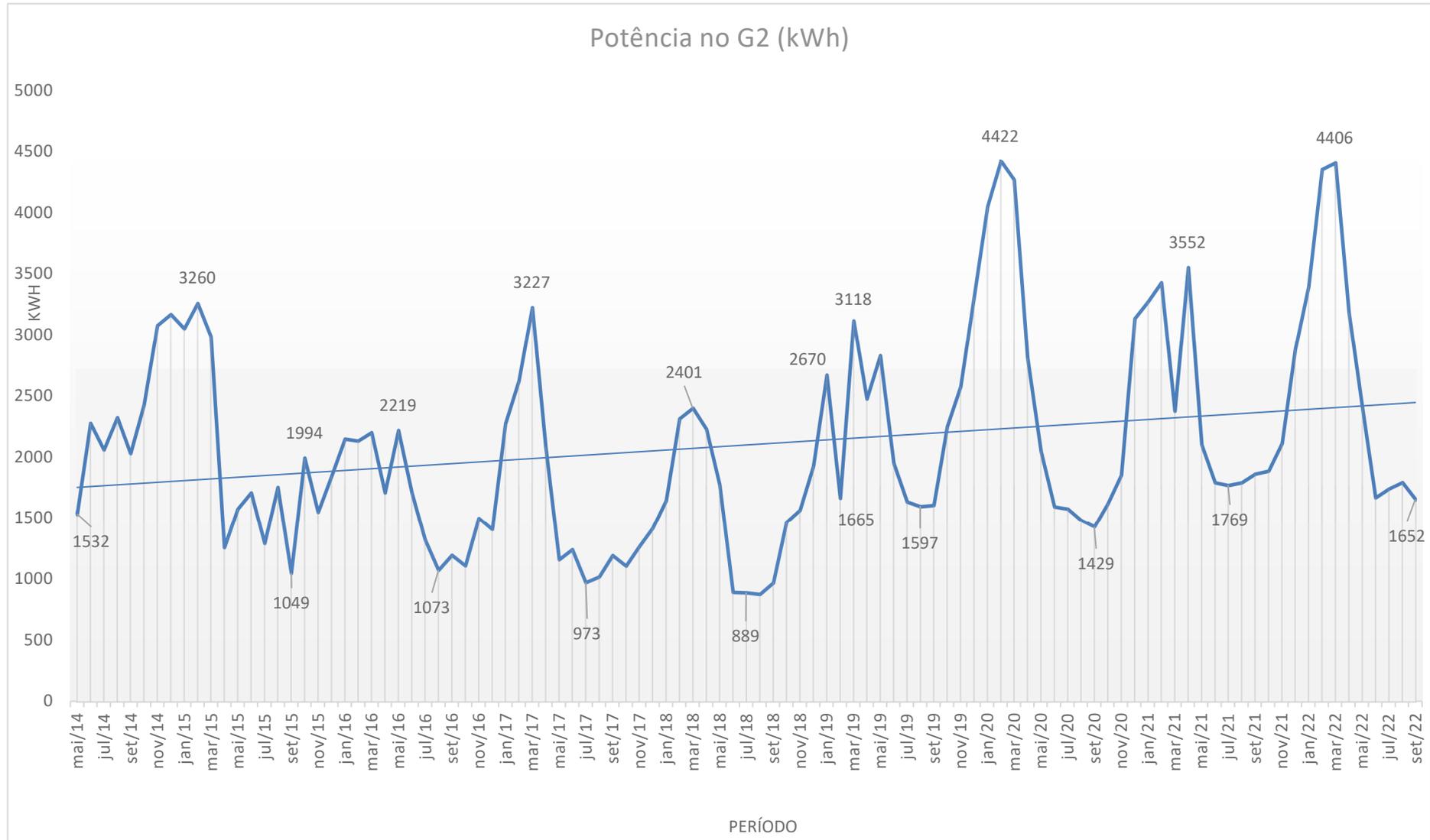
Além do o Gráfico 03 que demonstra o excedente de energia gerado pelo atual sistema de energia fotovoltaico da empresa. Onde pode-se notar uma redução de energia entregue à rede da concessionária, o que podemos caracterizar, sem um grande estudo sobre o mesmo, que conforme se tem o aumento do consumo de potência no G2, devido as suas cargas, iluminação, climatização, computadores, entre outros. Menos o sistema fotovoltaico entrega o excedente a rede da concessionária, pois praticamente quase tudo que é produzido já é consumido instantaneamente.

Valores destes gráficos são retirados das faturas mensais de energia.

**Gráfico 1 – Consumo em kWh no G1**

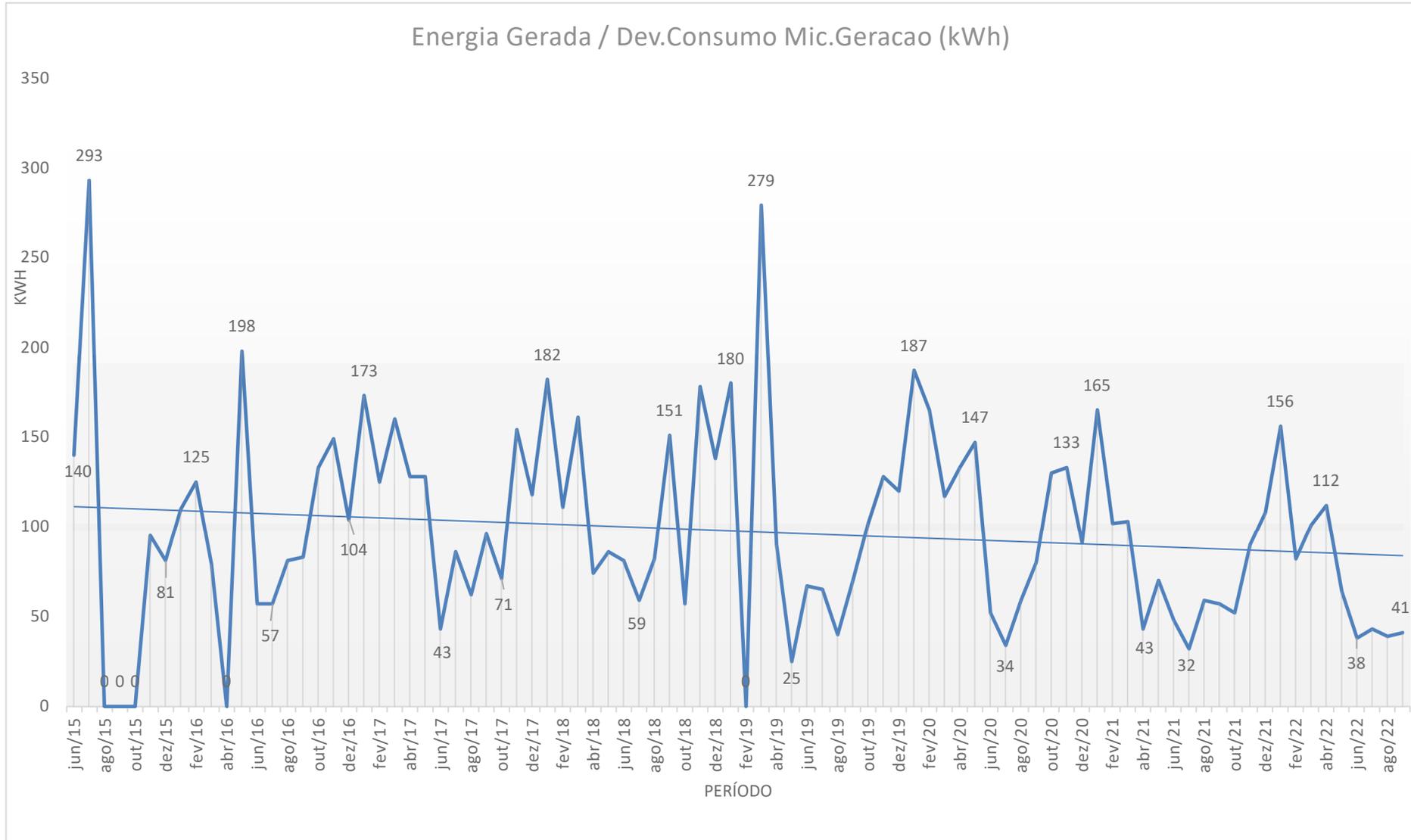


Fonte: Do Autor (2022).

**Gráfico 2 – Consumo em kWh no G2**

Fonte: Do Autor (2022).

**Gráfico 3 – Geração Fotovoltaica, Excedente de Energia Gerada Injetada na Rede da Celesc**



Fonte: Do Autor (2022).

## 3.2 LEVANTAMENTO DO ATUAL PARQUE INSTALADO

Neste, será apresentado os elementos de iluminação e climatização presentes na empresa

### 3.2.1 Levantamento dos sistemas

#### 3.2.1.1 Sistema de climatização no G1

O G1 é distribuído conforme Tabela 1.

**Tabela 1** – Ar condicionado – Galpão 1

AR CONDICIONADO - GALPÃO 1							
id.	LOCALIZAÇÃO	PAVIMENTO	TIPO	FABRICANTE	POTÊNCIA BTU'S	POTÊNCIA (W)	CORRENTE (A)
1	DIRETORIA ADM	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	AUSTIN	18000	1890	8,9
2	DIRETOR TÉCNICO	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	AUSTIN	9000	800	3,7
3	DIRETOR COMERCIAL*	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	AGRATTO*	12000	1085	5
4	DIRETOR ESTRAT.	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	SPRINGER	18000	1742	7,92
5	DIRETOR FINANCEIRO	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	SPRINGER	9000	855	3,98
6	RECEPÇÃO DIRET.	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	AUSTIN	9000	800	3,7
7	SALA REUN. DIRET.*	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	CARRIER*	18000	1547	7,5
8	SALA REU. DIR. FINAN	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	SPRINGER	9000	814	3,89
9	GERENTE GERAL	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	AUSTIN	9000	800	3,7
10	ADM RH E DEMAIS	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	AUSTIN	18000	1890	8,9
11	ADM RH E DEMAIS	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	AUSTIN	18000	1890	8,9
12	ADM RH E DEMAIS*	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	ELETROLUX*	18000	1628	7,5
13	ADM RH E DEMAIS*	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	ELETROLUX*	18000	1628	7,5
14	ADM RH E DEMAIS	SUPERIOR	SPLIT CASSETE	HITACHI	48000	5120	8,64
15	ADM RH E DEMAIS	SUPERIOR	PISO TETO	ELGIN	60000	7569,06	11,5
16	SALA REU. COMER	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	PHILCO	9000	830	3,77
17	SALA REUNIÃO RH	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	KOMEKO	9000	829	3,77
18	SALA REUNIÃO ADM	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	AUSTIN	18000	1890	8,9
19	SALA SERVIDOR	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	SPRINGER	12000	1110	5,02
20	SALA REU LARANJA	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	KOMEKO	9000	815	3,7
21	SALA REU VERMELHA	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	KOMEKO	9000	815	3,7
22	SALA REU AZUL	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	KOMEKO	9000	815	3,7
23	SALA REU AMARELA	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	KOMEKO	9000	815	3,7
24	SALA TÉCNICA*	TÉRREO	SPLIT HI WALL	SAMSUNG*	12000	1232	5,6
25	AUDITORIO	TÉRREO	PISO TETO	SPRINGER	60000	7569,06	11,5
26	FINANCEIRO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	AUSTIN	18000	1890	8,9
27	FINANCEIRO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	MIDEA	12000	1243	5
28	FINANCEIRO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	SPRINGER	18000	1742	7,92
29	DOCUMENTOS	TÉRREO	SPLIT HI WALL	MIDEA	12000	1243	5
30	DOCUMENTOS	TÉRREO	SPLIT HI WALL	SPRINGER	18000	1742	7,92
31	RECEPÇÃO EQS - G1	TÉRREO	SPLIT HI WALL	AUSTIN	12000	1080	5
POTÊNCIA DE PLACA E/OU CALCULADA (W)						55718,12	

\* Equipamento *inverter* e não serão substituídos.

Fonte: do Autor (2022).

### 3.2.1.2 Sistema de iluminação no G1

O sistema de iluminação alimentado pelo G1 é composto conforme Tabela 2, no qual as lâmpadas tubulares fluorescentes utilizam soquete de base G13, exemplificados na Figura 29. E calhas que alojam o conjunto de lâmpadas, reatores, soquetes, exemplificados na Figura 30.

**Figura 29** – Soquete de Base G13



Fonte: Imagens site de busca Google – Base G13 (2022).

**Figura 30** - Calha lâmpadas T10 / T8



Fonte: Imagens site de busca Google – Calha T10 / T8 (2022).

**Tabela 2** – Sistema de iluminação – galpão 1 – G1

GALPÃO 1 - G1								
Localização	Qdade Luminárias	Qdade Lâmpadas por Luminária	Qdade Lâmpadas	Tipo da Lâmpada	Potência de cada Lâmpada (W)	Fluxo Luminoso por Lâmpada	Potência Reator (W)	Potência Instalada (W)
Piso Superior	72	2	144	T10 120cm	40	2500	20	7200
Piso Inferior	58	2	116	T10 120cm	40	2500	20	5800
Piso Inferior	21	1	21	Ar111 Led	12	950	0	252
Piso Inferior	16	1	16	Fluor Espiral	26	1475	0	416
Illum. Externa	5	1	5	Fluor Espiral	150	3776	0	750
Illum. Fachada	2	1	2	Fluor Espiral	26	1475	0	52
Lateral Muro	5	1	5	Led bulbo 12	12	806	0	60
Sede Social	22	1	22	Vela Incand	40	340	0	880
Sede Social	14	1	14	Led bulbo 12	12	1080	0	168
Sede Soc Ext.	8	1	8	Fluor Espiral	26	1475	0	208
Potência Instalada (W)								15786

Fonte: Do Autor (2022).

### 3.2.1.3 Sistema de climatização no galpão 2 – G2

O G2 é distribuído conforme a Tabela 3.

**Tabela 3** – Ar condicionado – Galpão 2

AR CONDICIONADO - GALPÃO 2							
id.	LOCALIZAÇÃO	PAVIMENTO	TIPO	FABRICANTE	POTÊNCIA BTU'S	POTÊNCIA (W)	CORRENTE (A)
32	OPERAÇÕES TÉRREO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	KOMECO	9000	815	3,7
33	OPERAÇÕES TÉRREO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	1740	8,4
34	OPERAÇÕES TÉRREO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	1740	8,4
35	SALA ALMOX	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	1740	8,4
36	CENTRO DE REPAROS	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	1740	8,4
37	SALA ENFERMARIA*	TÉRREO	SPLIT HI WALL	SPRINGER*	9000	1100	5
38	OPERAÇÕES MEZAN.	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	1740	8,4
39	OPERAÇÕES MEZAN.	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	1740	8,4
40	OPERAÇÕES MEZAN.	SUPERIOR	PISO TETO	ELGIN	60000	7569,06	11,5
41	SALA REUNIÃO 1*	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	AGRATTO*	9000	770	3,8
42	SALA REUNIAO 2	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	1740	8,4
POTÊNCIA DE PLACA E/OU CALCULADA (W)						22434,06	

\* Equipamento *inverter* e não serão substituídos.

Fonte: Do Autor (2022).

### 3.2.1.4 Sistema de iluminação no G2

O sistema de iluminação alimentado pelo G2 é composto conforme Tabela 4, onde as fluorescentes tubulares utilizam a base G13, exemplificados na Figura 29, bem como as calhas exemplificadas na Figura 30.

**Tabela 4 – Sistema Iluminação – Galpão 2**

GALPÃO 2 - G2								
Localização	Qdade Luminárias	Qdade Lâmpadas por Luminária	Qdade Lâmpadas por Luminária	Tipo da Lâmpada	Potência de cada Lâmpada (W)	Fluxo Luminoso por Lâmpada	Potência Reator (W)	Potência Instalada (W)
Mezanino	21	2	42	T10 120cm	40	2500	20	2100
Piso Inferior	59	2	116	T10 120cm	40	2500	20	5820
Piso Inferior	17	1	17	Fluor Espiral	26	1475	0	442
Ilumin Exter	5	1	5	Fluor Espiral	150	3776	0	750
Ilumin Exter	4	1	4	Led bulbo 12	12	1080	0	48
Ilumin Exter	3	1	3	Led Refletor	100	10000	0	300
Área Descarte	1	1	1	Led Refletor	100	10000	0	100
Área Descarte	1	1	1	Fluor Espiral	26	1475	0	26
Área Descarte	2	2	4	T10 120cm	40	2500	20	200
Containers	14	2	28	T10 120cm	40	2500	20	1400
Potência Instalada (W)								11186

Fonte: Do Autor (2022).

### 3.3 EQUIPAMENTOS DE MESMAS CARACTERÍSTICAS OU SUPERIORES DE MELHOR EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Será apresentado sugestão de equipamentos de melhor eficiência energética comparado ao atual parque instalado.

#### 3.3.1 Iluminação

Para as lâmpadas tubulares apresentadas na sequência, foi escolhido as de modelo T8, pois sua base de conexão elétrica é a mesma da T10, ou seja, a base G-13. E com isso não existe a necessidade de investir neste acessório, bem como pode manter-se as atuais calhas de lâmpadas.

A Tabela 5, abaixo, apresentará a sugestão de lâmpadas do tipo LED para ser aplicada ao G1.

**Tabela 5 – Iluminação LED G1**

LED - GALPÃO 1 - G1							
Localização	Qdade Luminárias	Qdade Lâmpadas por Luminária	Qdade Lâmpadas	Tipo da Lâmpada	Potência de cada Lâmpada (W)	Fluxo Luminoso por Lâmpada	Potência Instalada (W)
Piso Superior	72	2	144	OSRAM LED T8	18	1850	2592
Piso Inferior	58	2	116	OSRAM LED T8	18	1850	2088
Piso Inferior	21	1	21	Ar111 Led*	12	950	252
Piso Inferior	16	1	16	Led bulbo 12	12	1080	192
Ilum. Externa	5	1	5	led 50W	50	4000	250
Ilum. Fachada	2	1	2	Led bulbo 12	12	1080	24
Lateral Muro	5	1	5	Led bulbo 12*	12	1080	60
Sede Social	22	1	22	Led bulbo 12	12	1080	264
Sede Social	14	1	14	Led bulbo 12*	12	1080	168
Sede Soc Exter.	8	1	8	Led bulbo 12	12	1080	96
Potência Instalada (W)							5986

\* Equipamento que se manterá do atual parque, pois já atende questões de melhor eficiência energética  
Fonte: Do Autor (2022).

A Tabela 6, abaixo, apresentará a sugestão de lâmpadas do tipo LED para ser aplicada ao G2.

**Tabela 6 – Iluminação LED G2**

LED - GALPÃO 2 - G2							
Localização	Qdade Luminárias	Qdade Lâmpadas por Luminária	Qdade Lâmpadas por Luminária	Tipo da Lâmpada	Potência de cada Lâmpada (W)	Fluxo Luminoso por Lâmpada	Potência Instalada (W)
Mezanino	21	2	42	OSRAM LED T8	18	1850	756
Piso Inferior	59	2	118	OSRAM LED T8	18	1850	2124
Piso Inferior	17	1	17	Led bulbo 12	12	1080	204
Ilumin Externa	5	1	5	led 50W	50	4000	250
Ilumin Externa	4	1	4	Led bulbo 12*	12	1080	48
Ilumin Externa	3	1	3	led refletor	100	10000	300
Área Descarte	1	1	1	led refletor	100	10000	100
Área Descarte	1	1	1	Led bulbo 12	12	1080	12
Área Descarte	2	2	4	OSRAM LED T8	18	1850	72
Containers	14	2	28	OSRAM LED T8	18	1850	504
Potência Instalada (W)							4370

\* Equipamento que se manterá do atual parque, pois já atende questões de melhor eficiência energética  
Fonte: Do Autor (2022).

### 3.3.2 Climatização

Para o sistema de climatização foi adotado modelos *inverter* do fabricante LG. Cujo as características estão nos anexos D, E, F, G e H, de livre acesso na internet, porém estes disponibilizados pelo distribuidor que forneceu o orçamento do anexo C.

As tabelas 7 e 8, demonstram algumas destas características que serão adotadas neste estudo.

**Tabela 7 - Climatização *inverter* G1**

INVERTER LG - GALPÃO 1							
id.	LOCALIZAÇÃO	PAVIMENTO	TIPO	FABRICANTE	POTÊNCIA BTU'S	POTÊNCIA (W)	CORRENTE (A)
1	DIRETORIA ADM	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	1630	7,4
2	DIRETOR TÉCNICO	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	815	4,5
3	DIRETOR COMERCIAL*	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	12000	1085	6
4	DIRETOR ESTRAT.	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	1630	7,4
5	DIRETOR FINANCEIRO	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	815	4,5
6	RECEPÇÃO DIRET.	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	815	4,5
7	SALA REUN. DIRET.*	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	CARRIER*	18000	1547	7,5
8	SALA REU. DIR. FINAN	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	815	4,5
9	GERENTE GERAL	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	815	4,5
10	ADM RH E DEMAIS	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	1630	7,4
11	ADM RH E DEMAIS	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	1630	7,4
12	ADM RH E DEMAIS*	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	ELETROLUX*	18000	1540	7,4
13	ADM RH E DEMAIS*	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	ELETROLUX*	18000	1540	7,4
14	ADM RH E DEMAIS	SUPERIOR	SPLIT CASSETE	LG	48000	4250	19,4
15	ADM RH E DEMAIS	SUPERIOR	PISO TETO	LG	60000	5010	22,8
16	SALA REU. COMER	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	815	4,5
17	SALA REUNIÃO RH	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	815	4,5
18	SALA REUNIÃO ADM	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	1630	7,4
19	SALA SERVIDOR	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	12000	1085	6
20	SALA REU LARANJA	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	815	4,5
21	SALA REU VERMELHA	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	815	4,5
22	SALA REU AZUL	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	815	4,5
23	SALA REU AMARELA	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	815	4,5
24	SALA TÉCNICA*	TÉRREO	SPLIT HI WALL	SAMSUNG*	12000	1085	7,5
25	AUDITORIO	TÉRREO	PISO TETO	LG	60000	5010	22,8
26	FINANCEIRO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	1630	7,4
27	FINANCEIRO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	12000	1085	6
28	FINANCEIRO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	1630	7,4
29	DOCUMENTOS	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	12000	1085	6
30	DOCUMENTOS	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	1630	7,4
31	RECEPÇÃO EQS - G1	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	12000	1085	6
POTÊNCIA DE PLACA E/OU CALCULADA (W)						47412	

\* Equipamento que se manterá do atual parque, pois já atende questões de melhor eficiência energética  
Fonte: Do Autor (2022).

**Tabela 8 - Climatização *inverter* G2**

INVERTER LG - GALPÃO 2							
id.	LOCALIZAÇÃO	PAVIMENTO	TIPO	FABRICANTE	POTÊNCIA BTU'S	POTÊNCIA (W)	CORRENTE (A)
32	OPERAÇÕES TÉRREO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	9000	815	4,5
33	OPERAÇÕES TÉRREO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	1630	7,4
34	OPERAÇÕES TÉRREO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	1630	7,4
35	SALA ALMOX.	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	1630	7,4
36	CENTRO DE REPAROS	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	1630	7,4
37	SALA ENFERMARIA*	TÉRREO	SPLIT HI WALL	SPRINGER*	9000	1100	5
38	OPERAÇÕES MEZAN.	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	1630	7,4
39	OPERAÇÕES MEZAN.	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	1630	7,4
40	OPERAÇÕES MEZAN.	SUPERIOR	PISO TETO	LG	60000	5010	22,8
41	SALA REUNIÃO 1*	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	AGRATTO*	9000	770	3,8
42	SALA REUNIAO 2	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	1630	7,4
POTÊNCIA DE PLACA E/OU CALCULADA (W)						19105	

\* Equipamento que se manterá do atual parque, pois já atende questões de melhor eficiência energética  
Fonte: Do Autor (2022).

### 3.4 BALANCEAMENTO DE FASES

As cargas da empresa são predominantemente monofásicas, então é extremamente importante que as fases estejam equilibradas, ou seja, balanceadas, afim de contribuir para que não ocorram desarme de disjuntores de proteção por este motivo, o que poderá por em dúvida o estudo em questão.

Estas leituras de verificação de cargas nas fases poderão ser feitas através de analisadores de energia, alicate wattímetros, alicate amperímetro, pinça amperimétrica para usar com multímetro.

Neste item, além de apontar a corrente nas fases, será verificado também o nível de tensão na rede da empresa, com auxilio de multímetro.

Onde o ideal é que as correntes encontradas em cada fase estejam muito parecidas entre si, sem grandes diferenças, caracterizando um sistema balanceado. Além de encontrar tensão de linha em 380V e tensão de fase em 220V.

### 3.5 INSTALAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

A geração de energia fotovoltaica é uma das formas de se obter uma melhor eficiência energética, pois enquadra-se com pensamento de Seixas (2020, p.8), que nos passa que para se ter eficiência energética, precisamos gerar a mesma quantidade de energia com menos recursos naturais para obter o mesmo serviço.

Logo a geração de energia fotovoltaica de determinada potência, significa dizer que para aquela potência gerada naquele instante pelo sistema, não estará sendo consumido recursos naturais como água, carvão, petróleo, etc. E entregando o mesmo serviço ou mesma potência requerida.

A EQS hoje já conta com um sistema de 5kW monofásico instalado no G2, onde pode-se verificar no Gráfico 3 o excedente de energia que é entregue na rede da concessionária e o restante da geração é consumido pelo galpão, na fase que o sistema está conectado.

Como já exposto anteriormente, a ideia deste estudo de caso não é calcular ou dimensionar um sistema fotovoltaico. E sim pegar orçamento de empresa especializada do mercado e realizarmos a verificação se atenderá as necessidades deste estudo.

Logo solicitamos a empresa Intelbras uma cotação de um sistema trifásico de 20kW, para ser instalado no G1. Onde os ganhos com este sistema seriam a eficiência energética, pois estaria sendo reduzindo o consumo de energia oriundo da concessionária e ainda entregue mesma potência ao sistema. Com isso ocorreria a diminuição da potência de entrada no G1, ou seja, afastando a corrente de entrada do limiar de desarme desta proteção.

Será avaliado a questão financeira deste sistema, para verificarmos a viabilidade de aquisição e instalação.

**Tabela 9 - Sistema Fotovoltaico G1**

GALPÃO	SISTEMA	POTÊNCIA	VALOR ORÇAMENTO	
G1	TRIFÁSICO 380V	20kW	R\$	93.948,09

Fonte: Do Autor (2022).

## 4 RESULTADOS

Será apresentado resultados parciais de cada um dos itens verificados.

Cabe uma observação antes de ser apresentado os resultados, todos os cálculos representados neste estudo relacionados a potência seja direta ou indiretamente, não foram considerados o fator de potência da carga, o que caracteriza o cálculo de potência aparente com unidade de medida em VA (Volt-Amper), porém, neste estudo manteve-se desta forma, demonstrando potência ativa em Watts (W) para ficar coerente com as informações obtidas de outras fontes bibliográficas e até mesmo com catálogos e placas de identificação dos equipamentos.

### 4.1 ILUMINAÇÃO

A tabela abaixo representa a redução da potência instalada, referente a troca das atuais lâmpadas, pela tecnologia LED.

**Tabela 10** - Redução da potência instalada aplicando iluminação LED

Galpão	Potência Atual Instalada de Iluminação (W)	Corrente para Atual Potência (A)	Potência Instalada Reduzida com Iluminação LED (W)	Corrente para LED (A)	Redução em Watts (W)	Redução de Corrente (A)	Percentual Reduzido (%)
G1	15786	23,98	5986	9,09	9800	14,89	62,08
G2	11186	17	4370	6,64	6816	10,36	60,93
G1+G2	26972	40,98	10356	15,73	16616	25,25	61,60

Fonte: Do Autor (2022).

A tabela a seguir demonstra a redução do consumo e seu percentual, quando aplicado iluminação LED. No qual foi aplicado a equação básica de apoio 18, onde para este estudo de caso será estabelecido que a iluminação estará em funcionamento das 07:30hs até as 18:30hs, totalizando 12 horas de operação diárias, por 20 dias no mês.

**Tabela 11** - Redução do consumo da iluminação aplicando LED

Galpão	Consumo Atual (kWh)	Consumo c/ LED (kWh)	Redução (kWh)	Redução Percentual (%)
G1	3788,64	1436,64	2352	62,08
G2	2684,64	1048,8	1635,84	60,93
G1+G2	6473,28	2485,44	3987,84	61,60

Fonte: Do Autor (2022).

A tabela a seguir demonstra o valor monetário atual e aplicando a iluminação LED, com valor do kWh fixo em R\$0,760001.

**Tabela 12** – Valor monetário (R\$) da redução

Valor do kWh - Utilizando valor fixo de R\$ 0,760001						
GALPÃO	Atual	Atual Anual	LED	Redução Mês (R\$)	Redução Ano (R\$)	Redução Percentual (%)
G1	R\$ 2.879,37	R\$ 34.552,44	R\$ 1.091,85	R\$ 1.787,52	R\$ 21.450,27	62,08
G2	R\$ 2.040,33	R\$ 24.483,95	R\$ 797,09	R\$ 1.243,24	R\$ 14.918,88	60,93
G1+G2	R\$ 4.919,70	R\$ 59.036,39	R\$ 1.888,94	R\$ 3.030,76	R\$ 36.369,15	61,60

Fonte: Do Autor (2022).

Conforme cotação de mercado, apresentado nos anexos A e B, segue tabelas abaixo referente ao investimento para o G1 e G2.

**Tabela 13** - Investimento G1

INVESTIMENTO G1				
MODELO	QDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)		VALOR (R\$)
T18W	260	R\$	14,92	R\$ 3.879,20
LED 12W	48	R\$	7,90	R\$ 379,20
LED 50W	5	R\$	65,45	R\$ 327,25
INVESTIMENTO TOTAL (R\$)				R\$ 4.585,65

Fonte: Do Autor (2022).

**Tabela 14** - Investimento G2

INVESTIMENTO G2				
MODELO	QDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)		VALOR (R\$)
T18W	192	R\$	14,92	R\$ 2.864,64
LED 12W	18	R\$	7,90	R\$ 142,20
LED 50W	5	R\$	65,45	R\$ 327,25
INVESTIMENTO TOTAL (R\$)				R\$ 3.334,09

Fonte: Do Autor (2022).

Segue tabelas referente a viabilidade econômica do projeto, para G1 e G2. Onde na coluna fluxo colocamos variação de 5%, da redução gerada aplicando as condições apontadas anteriormente, usando o valor de kWh fixo, considerando ainda os sistemas ligados 12 horas por dia e 20 dias ao mês.

**Tabela 15 – Viabilidade do projeto – G1**

Investimento Inicial		R\$	4.585,65			
Taxa			5%			
ANO	FLUXO		FLUXO DESCONTADO		SALDO	
0	-R\$	4.585,65	-R\$	4.585,65	-R\$	4.585,65
1	R\$	21.450,27	R\$	20.428,83	R\$	15.843,18
2	R\$	20.377,75	R\$	18.483,22	R\$	34.326,40
3	R\$	19.358,87	R\$	16.722,92	R\$	51.049,32
4	R\$	18.390,92	R\$	15.130,26	R\$	66.179,58
5	R\$	17.471,38	R\$	13.689,28	R\$	79.868,86
Soma VPs (Ano 1 a 5)			R\$	84.454,51		
VPL			R\$	79.868,86		
TIR				462,71%		
Taxa de Lucratividade				18,42		
Tempo de Payback				0,14 anos		

Fonte: Do Autor (2022).

**Tabela 16 – Viabilidade do projeto G2**

Investimento Inicial		R\$	3.334,09			
Taxa			5%			
ANO	FLUXO		FLUXO DESCONTADO		SALDO	
0	-R\$	3.334,09	-R\$	3.334,09	-R\$	3.334,09
1	R\$	14.918,88	R\$	14.208,46	R\$	10.874,37
2	R\$	14.172,94	R\$	12.855,27	R\$	23.729,64
3	R\$	13.464,29	R\$	11.630,96	R\$	35.360,60
4	R\$	12.791,08	R\$	10.523,25	R\$	45.883,85
5	R\$	12.151,52	R\$	9.521,03	R\$	55.404,88
Soma VPs (Ano 1 a 5)			R\$	58.738,97		
VPL			R\$	55.404,88		
TIR				442,39%		
Taxa de Lucratividade				17,62		
Tempo de Payback				0,15 anos		

Fonte: Do Autor (2022).

Para apresentação da tabela a seguir assumira-se que o sistema de iluminação em ambos galpões estará balanceado, para verificar a redução da corrente sobre o disjuntor geral. E para auxiliar na verificação desta corrente será usado a equação de apoio básica 23.

**Tabela 17** - Verificação da corrente de iluminação sobre o disjuntor

Galpão	Potência Atual Instalada de Iluminação (W)	Corrente Atual Iluminação (A)	Potência com Iluminação LED (W)	Corrente Iluminação Led (A)	Redução em Watts (W)	Redução de Corrente (A)	Percentual Reduzido (%)
G1	15786	23,98	5986	9,09	9800	14,89	62,08
G2	11186	17,00	4370	6,64	6816	10,36	60,93

Fonte: Do Autor (2022).

#### 4.2 SISTEMA CLIMATIZAÇÃO

O sistema de climatização apresentou uma dificuldade a mais no levantamento dos resultados, pois a potência informada na placa de identificação das máquinas de fato não é a potência consumida durante todo o regime de funcionamento, pois as máquinas convencionais desligam e ligam, as *inverter* modifica a rotação do compressor e para ambas tudo dependerá da carga térmica do ambiente que muda a todo instante, logo o consumo de hoje será diferente do de amanhã.

Com isto, para o sistema de climatização foi adotado critérios fixos, para se poder realizar algumas estimativas. Foi adotado o valor do kWh de R\$0,760001, que as máquinas de ar irão funcionar 7 horas por dia, por 12 dias no mês. Foi adotado desta forma por entender que o consumo de cada máquina vai variar durante o dia de operação, dependerá da carga térmica naquele momento e também que algumas máquinas de ar como as de auditório, sala de reunião, de diretoria, assim como possivelmente outras não estão em operação diariamente.

Na tabela abaixo foi retirado somatório de potências das tabelas 1, 3, 7 e 8, para verificar a redução de potência informada de placa entre a tecnologia convencional e a *inverter*.

**Tabela 18** - Redução de potência com inverter (dados de placa)

REDUÇÃO DA POT INFORMADA EM PLACA							
	POT. PLACA OU CALCULADA ATUAL (W)	CORRENTE PLACA OU CALC ATUAL (A)	POT. PLACA <i>INVERTER</i> (W)	CORRENTE PLACA <i>INVERTER</i> (A)	REDUÇÃO (W)	REDUÇÃO DE CORRENTE (A)	REDUÇÃO PERCENTUAL (%)
G1	55718,12	84,65	47412	72,03	8306,12	12,62	14,91
G2	22434,06	34,08	19105	29,03	3329,06	5,05	14,84

Fonte: Do Autor (2022).

Abaixo será apresentado tabelas 19 e 20, de investimento para os modelos *inverter* do fabricante LG, cujo valor de orçamento consta no anexo C.

Para as tabelas de investimentos, as atuais máquinas que já são de tecnologia *inverter* não serão substituídas.

**Tabela 19** - Investimento *inverter* para o G1

INVERTER LG - GALPÃO 1						
id.	LOCALIZAÇÃO	PAVIMENTO	TIPO	FABRICANTE	POTÊNCIA BTU'S	INVESTIMENTO (R\$)
1	DIRETORIA ADM	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	R\$ 3.981,00
2	DIRETOR TÉCNICO	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	R\$ 2.473,00
3	DIRETOR COMERCIAL*	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	AGRATTO*	12000	
4	DIRETOR ESTRAT.	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	R\$ 3.981,00
5	DIRETOR FINANCEIRO	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	R\$ 2.473,00
6	RECEPÇÃO DIRET.	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	R\$ 2.473,00
7	SALA REUN. DIRET.*	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	CARRIER*	18000	
8	SALA REU. DIR. FINAN	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	R\$ 2.473,00
9	GERENTE GERAL	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	R\$ 2.473,00
10	ADM RH E DEMAIS	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	R\$ 3.981,00
11	ADM RH E DEMAIS	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	R\$ 3.981,00
12	ADM RH E DEMAIS*	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	ELETROLUX*	18000	
13	ADM RH E DEMAIS*	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	ELETROLUX*	18000	
14	ADM RH E DEMAIS	SUPERIOR	SPLIT CASSETE	LG	48000	R\$ 15.074,00
15	ADM RH E DEMAIS	SUPERIOR	PISO TETO	LG	60000	R\$ 14.381,00
16	SALA REU. COMER	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	R\$ 2.473,00
17	SALA REUNIÃO RH	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	R\$ 2.473,00
18	SALA REUNIÃO ADM	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	R\$ 3.981,00
19	SALA SERVIDOR	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	12000	R\$ 2.903,00
20	SALA REU LARANJA	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	R\$ 2.473,00
21	SALA REU VERMELHA	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	R\$ 2.473,00
22	SALA REU AZUL	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	R\$ 2.473,00
23	SALA REU AMARELA	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	9000	R\$ 2.473,00
24	SALA TÉCNICA*	TÉRREO	SPLIT HI WALL	SAMSUNG*	12000	
25	AUDITORIO	TÉRREO	PISO TETO	LG	60000	R\$ 14.381,00
26	FINANCEIRO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	R\$ 3.981,00
27	FINANCEIRO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	12000	R\$ 2.903,00
28	FINANCEIRO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	R\$ 3.981,00
29	DOCUMENTOS	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	12000	R\$ 2.903,00
30	DOCUMENTOS	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	R\$ 3.981,00
31	RECEPÇÃO EQS - G1	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	12000	R\$ 2.903,00
TOTAL INVESTIMENTO G1 (R\$)						R\$ 114.499,00

\*Equipamento *inverter* e não será substituído

Fonte: Do Autor (2022).

**Tabela 20** - Investimento *inverter* para G2

INVERTER LG - GALPÃO 2						
id.	LOCALIZAÇÃO	PAVIMENTO	TIPO	FABRICANTE	POTÊNCIA BTU'S	INVESTIMENTO (R\$)
32	OPERAÇÕES TÉRREO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	9000	R\$ 2.473,00
33	OPERAÇÕES TÉRREO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	R\$ 3.981,00
34	OPERAÇÕES TÉRREO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	R\$ 3.981,00
35	SALA ALMOXARIFADO	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	R\$ 3.981,00
36	CENTRO DE REPAROS	TÉRREO	SPLIT HI WALL	LG	18000	R\$ 3.981,00
37	SALA ENFERMARIA*	TÉRREO	SPLIT HI WALL	SPRINGER*	9000	
38	OPERAÇÕES MEZAN.	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	R\$ 3.981,00
39	OPERAÇÕES MEZAN.	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	R\$ 3.981,00
40	OPERAÇÕES MEZAN.	SUPERIOR	PISO TETO	LG	60000	R\$ 14.381,00
41	SALA REUNIÃO 1*	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	AGRATTO*	9000	
42	SALA REUNIAO 2	SUPERIOR	SPLIT HI WALL	LG	18000	R\$ 3.981,00
TOTAL INVESTIMENTO G2 (R\$)						R\$ 44.721,00

\*Equipamento inverter e não será substituído

Fonte: Do Autor (2022).

Para verificação financeira, que será apresentado nas tabelas 21 e 22, além de aplicar as informações fixas para gerar a estimativa (R\$ 0,760001 o kWh, máquinas em uso por 7 horas diárias, por 12 dias no mês), aplicará a título de comparação das atuais máquinas convencionais para as *inverter*, o estudo realizado por Paiva (2021), no qual ele aponta uma redução de 22% na utilização das máquinas *inverter* em seu estudo.

Será usado este valor de 22% como referência, mesmo os fabricantes apontados em seus equipamentos economias de 40%, outros de até 70%, porém não fica claro a que condições eles expuseram seus equipamentos para se obter estes valores. Além de outros autores ou próprio Marangoni (2015) na Figura 13 deste trabalho, apontando 30%.

**Tabela 21 - Economia com a aplicação *inverter* G1**

G1							
id.	LOCALIZAÇÃO	POTÊNCIA BTU'S	FABRICANTE	POTÊNCIA (W)	kWh/mês	Valor (R\$)	ESTUDO DE PAIVA (2021), REDUÇÃO DE 22%
1	DIRETORIA ADM	18000	AUSTIN	1890	158,76	R\$ 120,66	R\$ 94,11
2	DIRETOR TÉCNICO	9000	AUSTIN	800	67,2	R\$ 51,07	R\$ 39,84
3	DIRETOR COMERCIAL*	12000	AGRATTO*	1085	91,14	R\$ 69,27	R\$ 69,27
4	DIRETOR ESTRAT.	18000	SPRINGER	1742	146,328	R\$ 111,21	R\$ 86,74
5	DIRETOR FINANCEIRO	9000	SPRINGER	855	71,82	R\$ 54,58	R\$ 42,57
6	RECEPÇÃO DIRET.	9000	AUSTIN	800	67,2	R\$ 51,07	R\$ 39,84
7	SALA REUN. DIRET.*	18000	CARRIER*	1547	129,948	R\$ 98,76	R\$ 98,76
8	SALA REU. DIR. FINAN	9000	SPRINGER	814	68,38	R\$ 51,97	R\$ 40,53
9	GERENTE GERAL	9000	AUSTIN	800	67,2	R\$ 51,07	R\$ 39,84
10	ADM RH E DEMAIS	18000	AUSTIN	1890	158,76	R\$ 120,66	R\$ 94,11
11	ADM RH E DEMAIS	18000	AUSTIN	1890	158,76	R\$ 120,66	R\$ 94,11
12	ADM RH E DEMAIS*	18000	ELETROLUX*	1628	136,752	R\$ 103,93	R\$ 103,93
13	ADM RH E DEMAIS*	18000	ELETROLUX*	1628	136,752	R\$ 103,93	R\$ 103,93
14	ADM RH E DEMAIS	48000	HITACHI	5120	430,08	R\$ 326,86	R\$ 254,95
15	ADM RH E DEMAIS	60000	ELGIN	7569,06	635,801	R\$ 483,21	R\$ 376,90
16	SALA REU. COMER	9000	PHILCO	830	69,72	R\$ 52,99	R\$ 41,33
17	SALA REUNIÃO RH	9000	KOMEKO	829	69,64	R\$ 52,92	R\$ 41,28
18	SALA REUNIÃO ADM	18000	AUSTIN	1890	158,76	R\$ 120,66	R\$ 94,11
19	SALA SERVIDOR	12000	SPRINGER	1110	93,24	R\$ 70,86	R\$ 55,27
20	SALA REU LARANJA	9000	KOMEKO	815	68,46	R\$ 52,03	R\$ 40,58
21	SALA REU VERMELHA	9000	KOMEKO	815	68,46	R\$ 52,03	R\$ 40,58
22	SALA REU AZUL	9000	KOMEKO	815	68,46	R\$ 52,03	R\$ 40,58
23	SALA REU AMARELA	9000	KOMEKO	815	68,46	R\$ 52,03	R\$ 40,58
24	SALA TÉCNICA*	12000	SAMSUNG*	1232	103,488	R\$ 78,65	R\$ 78,65
25	AUDITORIO	60000	SPRINGER	7569,06	635,801	R\$ 483,21	R\$ 376,90
26	FINANCEIRO	18000	AUSTIN	1890	158,76	R\$ 120,66	R\$ 94,11
27	FINANCEIRO	12000	MIDEA	1243	104,412	R\$ 79,35	R\$ 61,90
28	FINANCEIRO	18000	SPRINGER	1742	146,328	R\$ 111,21	R\$ 86,74
29	DOCUMENTOS	12000	MIDEA	1243	104,412	R\$ 79,35	R\$ 61,90
30	DOCUMENTOS	18000	SPRINGER	1742	146,328	R\$ 111,21	R\$ 86,74
31	RECEPÇÃO EQS - G1	12000	AUSTIN	1080	90,72	R\$ 68,95	R\$ 53,78

\*Equipamento inverter e não será substituído

Fonte: Do Autor (2022).

**Tabela 22** - Economia com a aplicação *inverter* G2

G2							
id.	LOCALIZAÇÃO	POTÊNCIA BTU'S	FABRICANTE	POTÊNCIA (W)	kWh/mês	Valor (R\$)	ESTUDO DE PAIVA (2021), REDUÇÃO DE 22%
32	OPERAÇÕES TÉRREO	9000	KOMEKO	815	68,46	R\$ 52,03	R\$ 40,58
33	OPERAÇÕES TÉRREO	18000	LG	1740	146,16	R\$ 111,08	R\$ 86,64
34	OPERAÇÕES TÉRREO	18000	LG	1740	146,16	R\$ 111,08	R\$ 86,64
35	SALA ALMOX	18000	LG	1740	146,16	R\$ 111,08	R\$ 86,64
36	CENTRO DE REPAROS	18000	LG	1740	146,16	R\$ 111,08	R\$ 86,64
37	SALA ENFERMARIA*	9000	SPRINGER*	1100	92,40	R\$ 70,22	R\$ 70,22
38	OPERAÇÕES MEZAN.	18000	LG	1740	146,16	R\$ 111,08	R\$ 86,64
39	OPERAÇÕES MEZAN.	18000	LG	1740	146,16	R\$ 111,08	R\$ 86,64
40	OPERAÇÕES MEZAN.	60000	ELGIN	7569,06	635,80	R\$ 483,21	R\$ 376,90
41	SALA REUNIÃO 1*	9000	AGRATTO*	770	64,68	R\$ 49,16	R\$ 49,16
42	SALA REUNIAO 2	18000	LG	1740	146,16	R\$ 111,08	R\$ 86,64

\*Equipamento inverter e não será substituído  
Fonte: Do Autor (2022).

Segue tabela 23 que aponta a economia anual com base nos dados fixos apresentados para esta estimativa neste estudo.

**Tabela 23** - Economia anual com inverter

Galpão	Custo Mensal Atual (R\$)	Valor Redução de 22% (R\$)	Redução (R\$)	Redução Ano (R\$)
G1	R\$ 3.557,05	R\$ 2.874,50	R\$ 682,55	R\$ 8.190,62
G2	R\$ 1.432,19	R\$ 1.143,37	R\$ 288,82	R\$ 3.465,82

Fonte: Do Autor (2022).

Segue tabelas 24 e 25 da viabilidade financeira da aplicação *inverter* no G1 e G2 neste estudo.

**Tabela 24 – Viabilidade econômica do projeto G1**

G1			
Investimento Inicial		R\$	114.499,00
Taxa			5%
Ano	FLUXO	FLUXO DESCONTADO	SALDO
0	-R\$ 114.499,00	-R\$ 114.499,00	-R\$ 114.499,00
1	R\$ 8.190,62	R\$ 7.800,59	-R\$ 106.698,41
2	R\$ 7.781,09	R\$ 7.057,68	-R\$ 99.640,73
3	R\$ 7.392,04	R\$ 6.385,52	-R\$ 93.255,21
4	R\$ 7.022,43	R\$ 5.777,37	-R\$ 87.477,84
5	R\$ 6.671,31	R\$ 5.227,15	-R\$ 82.250,69
Soma VPs (Ano 1 a 5)		R\$	32.248,31
VPL		-R\$	82.250,69
TIR			-29%
Taxa de Lucratividade			0,28
Tempo de Payback			não haverá retorno neste projeto

Fonte: Do Autor (2022).

**Tabela 25 - Viabilidade econômica do projeto G2**

G2			
Investimento Inicial		R\$	44.721,00
Taxa			5%
Ano	FLUXO	FLUXO DESCONTADO	SALDO
0	-R\$ 44.721,00	-R\$ 44.721,00	-R\$ 44.721,00
1	R\$ 3.465,82	R\$ 3.300,78	-R\$ 41.420,22
2	R\$ 3.292,53	R\$ 2.986,42	-R\$ 38.433,79
3	R\$ 3.127,90	R\$ 2.702,00	-R\$ 35.731,79
4	R\$ 2.971,51	R\$ 2.444,67	-R\$ 33.287,13
5	R\$ 2.822,93	R\$ 2.211,84	-R\$ 31.075,28
Soma VPs (Ano 1 a 5)		R\$	13.645,72
VPL		-R\$	31.075,28
TIR			-28%
Taxa de Lucratividade			0,31
Tempo de Payback			não haverá retorno neste projeto

Fonte: Do Autor (2022).

### 4.3 SISTEMA FOTOVOLTAICO

Será considerado que o sistema fotovoltaico estará entregando 100% de sua capacidade, que seria em determinado dia de muito calor (com sol), onde o sistema elétrico da EQS estará ativo, iluminação e principalmente o sistema de climatização, ou seja, consumindo maior quantidade de energia da concessionária.

Com base nas fórmulas de apoio básicas chegamos que o sistema proposto de 20kW 380V, entregará a rede da EQS uma corrente de 30,39A. Com esta injeção de corrente elétrica no quadro geral do G1, reduz-se esta mesma corrente entrando pelo disjuntor geral e afastando este de seu limiar de desarme, que atualmente é de 100A.

**Tabela 26** - Sistema Fotovoltaico

GALPÃO	SISTEMA	POTÊNCIA	CORRENTE	DISJUNTOR GERAL
G1	TRIFÁSICO 380V	20kW	30,39A	100A

Fonte: Do Autor (2022).

Abaixo será apresentado tabela de investimento e tempo de retorno conforme proposta da empresa Intelbras.

**Tabela 27** - Investimento x *Payback*

Valor investimento	<i>Payback</i> (anos)
R\$ 93.948,09	4

Fonte: Do Autor (2022).

### 4.4 BALANCEAMENTO DE FASES

Será apresentado levantamento de leituras realizados recentemente, porém com temperaturas pouco amenas, o que poderá estar mascarando a real situação da divisão de cargas nas fases.

Será apresentado também algumas figuras deste problema em anos anteriores.

#### 4.4.1 Balanceamento de fases no G1

Para o G1, este item de balanceamento sempre foi item crítico, pois a empresa passou a crescer e foi adicionando as cargas sem um estudo adequado de onde as ligar.

Até ano de 2018 o galpão 1 da EQS estava enquadrado como C4, conforme Figura 20 deste estudo, e onde começou a ocorrer desarmes do disjuntor geral da empresa na época ainda de 70A. Depois desta data passou-se para a categoria C6, com disjuntor de 100A. E iniciou-se uma forma paliativa e discreta de tentar balancear as cargas.

Abaixo segue duas figuras de abril de 2022, onde não foi o maior consumo de energia mensal da EQS no período, que pode ser verificado no Gráfico 1. E que demonstra uma corrente elevada em uma das fases, demonstrando um desbalanceio nas fases.

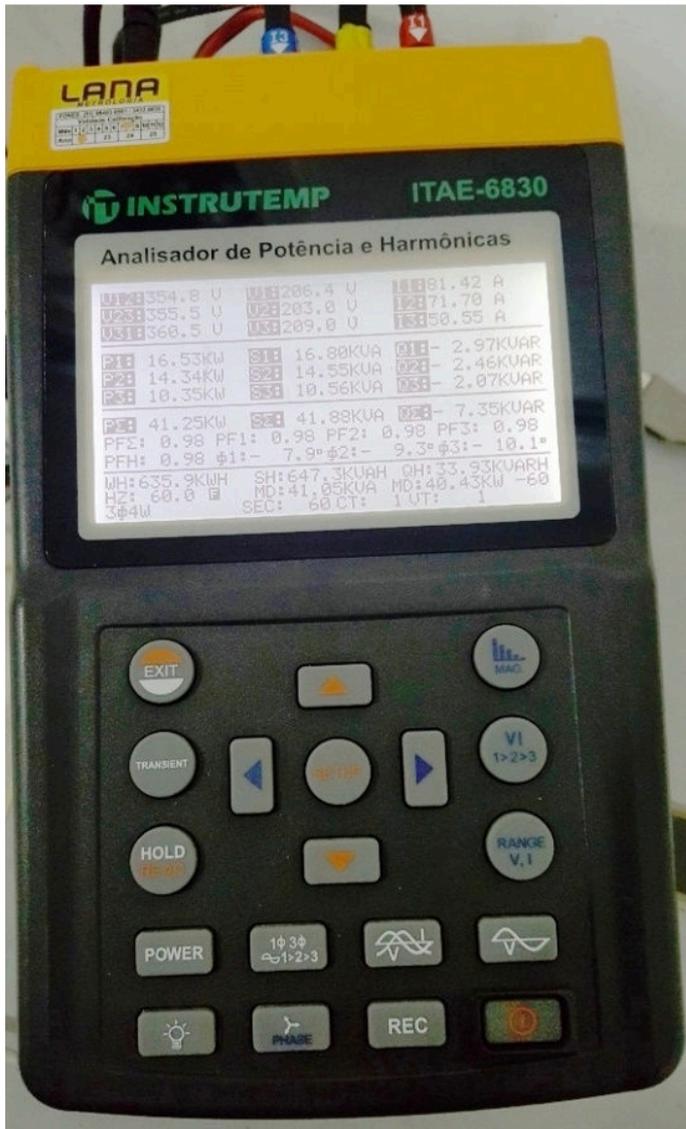
Ambas figuras também demonstram outro item que é crítico pois afeta o rendimento dos equipamentos instalados na empresa, que é a tensão baixa, onde o normal seria ter 380V entre linha, se tem em torno de 357V. E logo a tensão de fase seria o normal ter 220V, tensão esta que atenderia as cargas da EQS que em sua totalidade são cargas monofásicas, acaba ficando com tensão de 205V, que fica acima do que a CELESC aponta em suas faturas como limite mínimo de 202V e máximo de 231V, porém, com esta tensão baixa, afetará o rendimento de operação de toda carga que é projetada para trabalhar na tensão nominal da rede.

**Figura 31** - Leitura em abril de 2022, no G1



Fonte: Do Autor (2022).

Figura 32 – Leitura em abril de 2022, no G1



Fonte: Do Autor (2022).

E em 27 de outubro de 2022, foi realizado novas leituras onde constatou-se os mesmos problemas de tensão baixa. Conforme imagens a seguir. Porém, o consumo estava baixo, pois o clima na região ainda está ameno, constatou-se parte do sistema de climatização desligado. E ainda assim a tensão demonstrou-se estar muito abaixo, e agora abaixo dos níveis que a CELESC recomenda.

Conforme imagens abaixo, foi registrado as correntes de 59,1A, 55,2A e 38,4A. Para as tensões de linha foram registrados 341V, 340V, 339V e as tensões de fase na ordem de 197V, 195V e 198V.

**Figura 33** – Fase 1 em 27/10/2022, no G1 (59,1A)



Fonte: Do Autor (2022).

**Figura 34** - Fase 2 em 27/10/2022, no G1 (55,2A)



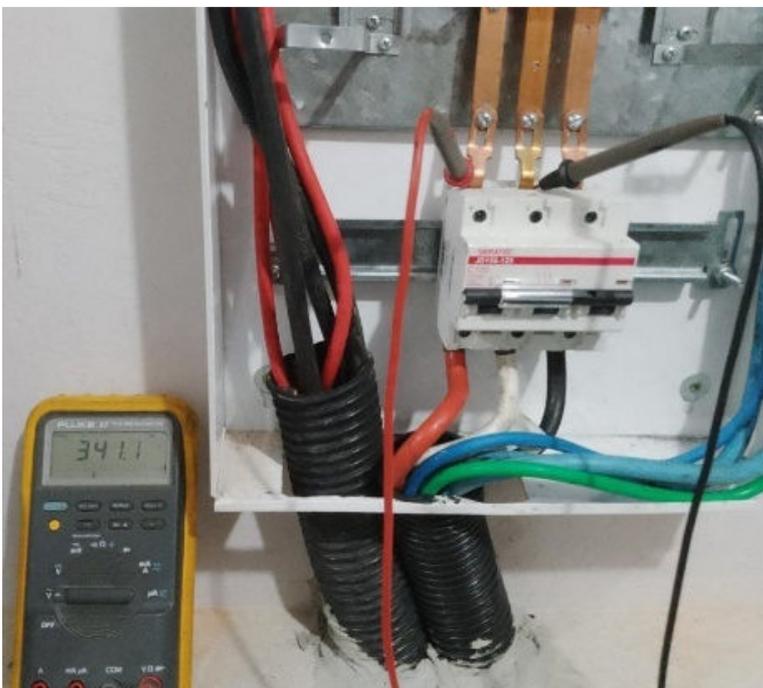
Fonte: Do Autor (2022).

**Figura 35** - Fase 3 em 27/10/2022, no G1 (38,4A)



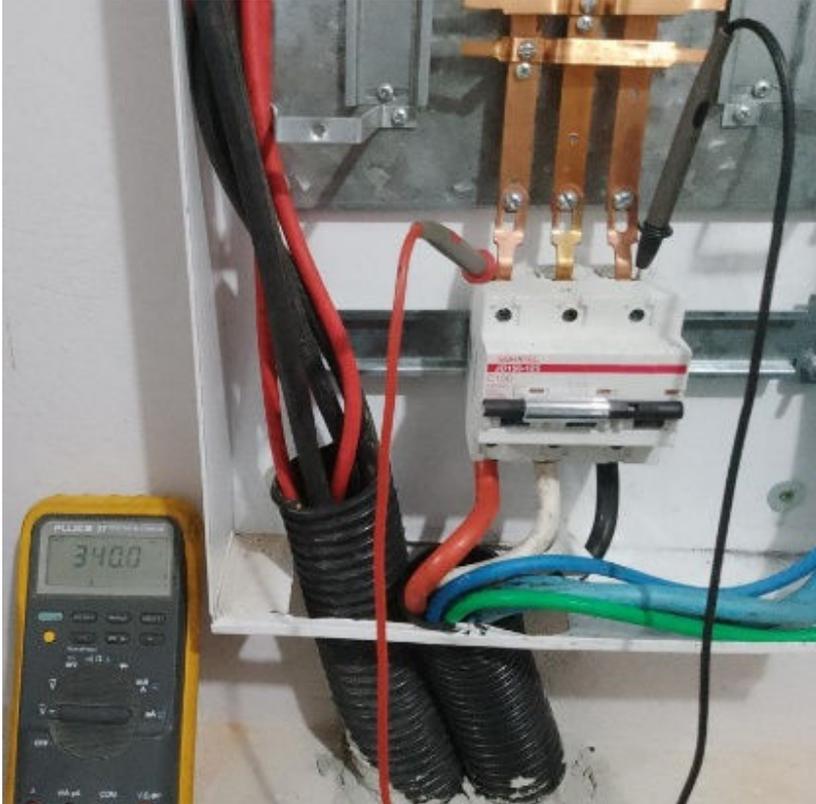
Fonte: Do Autor (2022).

**Figura 36** - Tensão na linha 1 e 2 em 27/10/2022 (341V)



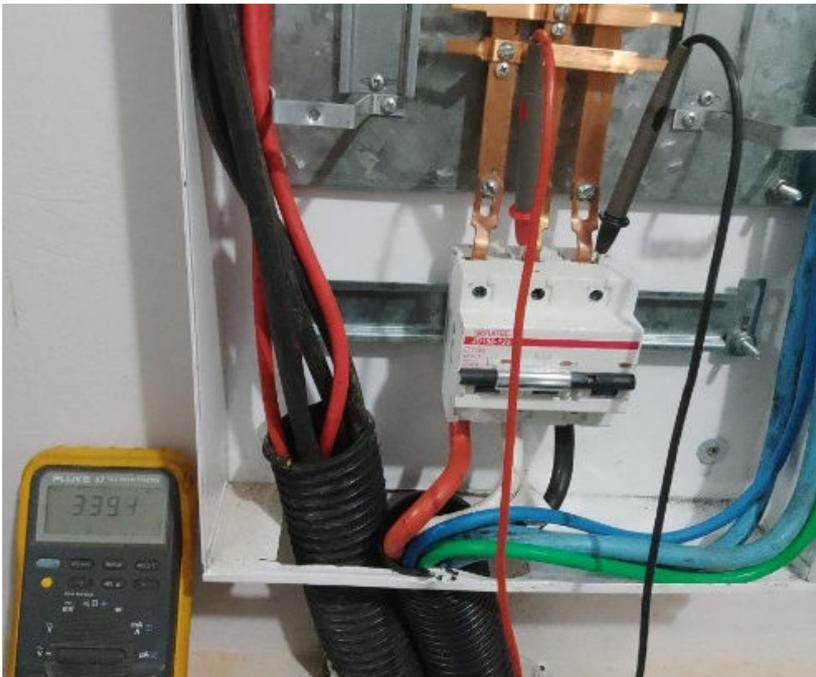
Fonte: Do Autor (2022).

**Figura 37** - Tensão na linha 1 e 3 em 27/10/2022 (340V)



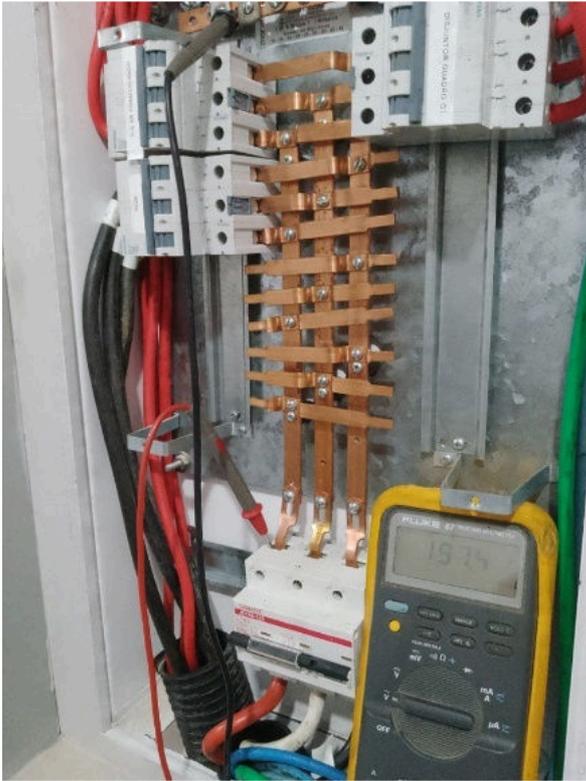
Fonte: Do Autor (2022).

**Figura 38** - Tensão na linha 2 e 3 em 27/10/2022 (339V)



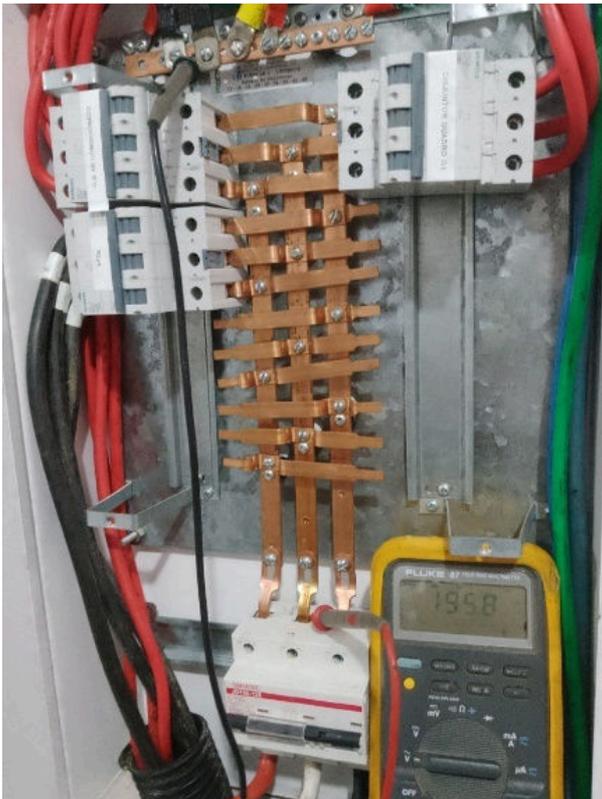
Fonte: Do Autor (2022).

**Figura 39** - Tensão na fase 1 em 27/10/2022 (197V)



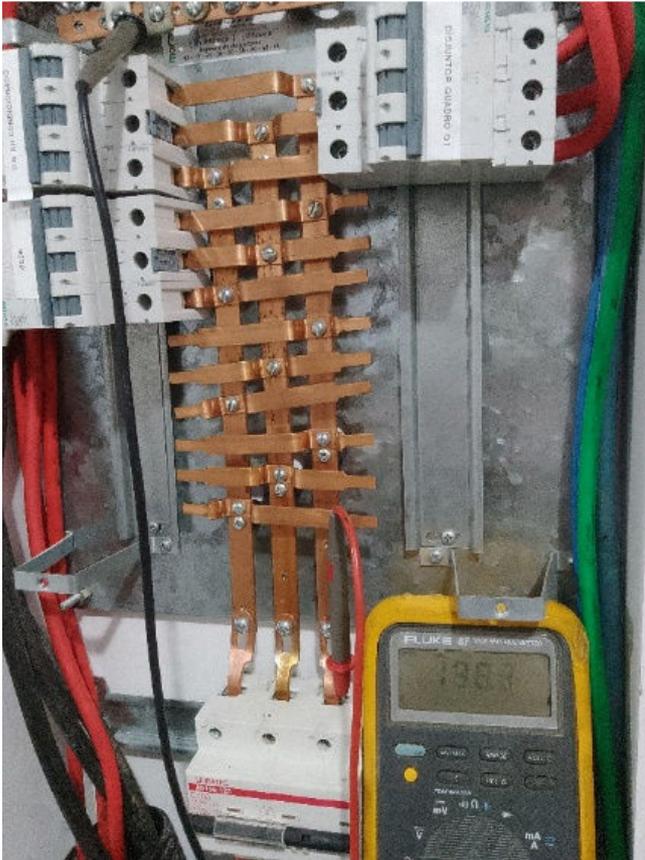
Fonte: Do Autor (2022).

**Figura 40** - Tensão na fase 2 em 27/10/2022 (195V)



Fonte: Do Autor (2022).

**Figura 41 - Tensão na fase 3 em 27/10/2022 (198V)**



Fonte: Do Autor (2022).

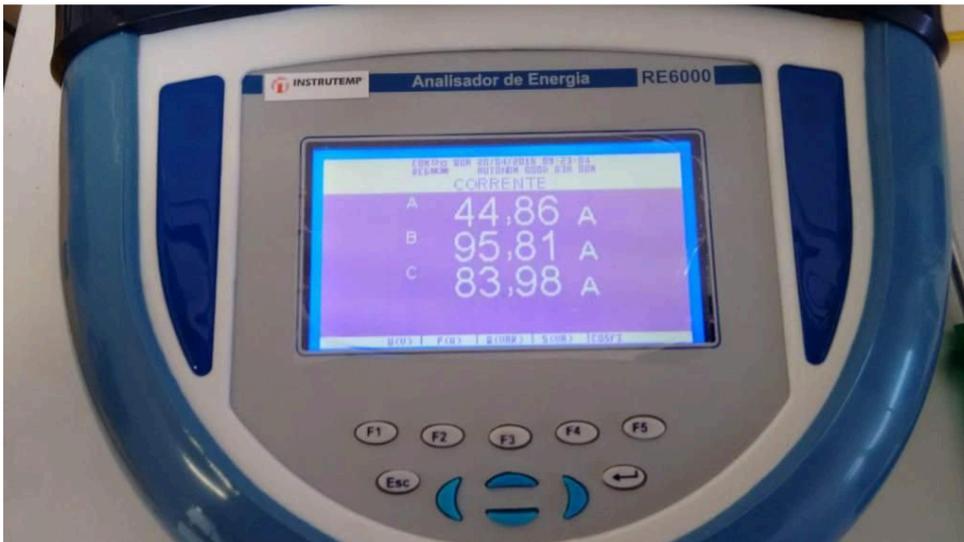
Historicamente este item de balanceio de fases é algo que afeta a empresa, conforme imagens registradas em 2016, que já demonstravam este problema, bem como a empresa ser atendida com níveis de tensões baixas, conforme figuras abaixo.

**Figura 42 - Níveis de tensão em 20/04/2016**



Fonte: Do Autor (2022).

**Figura 43** - Correntes em 20/04/2016



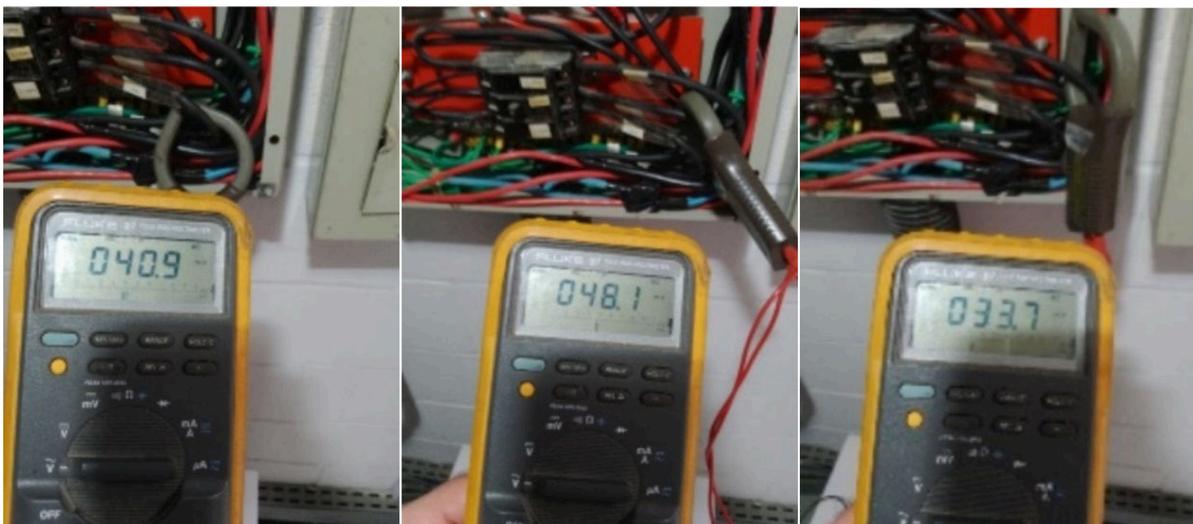
Fonte: Do Autor (2022).

#### 4.4.2 Balanceamento de fases no G2

O G2 está enquadrado na categoria C2, com disjuntor geral de 50A, conforme a Figura 20 deste trabalho, tem os mesmos problemas de tensão baixa, logo as máquinas e outros serão afetados quanto ao seu rendimento em operação.

E nota-se as correntes da figura abaixo em níveis próximos ao limiar de desarme da proteção com 40,9A; 48,1A; 33,7A.

**Figura 44** - Correntes em 27/10/2022, no G2 (40,9A; 48,1A; 33,7A)



Fonte: Do Autor (2022).

A figura abaixo trata-se da energia fotovoltaica gerada pelo atual sistema de 5kW 220V, que consta instalado no G2. Nota-se a injeção de 14,4A, na fase 1 do quadro geral do G2. Ou seja, esta injeção de corrente no quadro esta diminuindo o consumo que viria da concessionária e na falta desta injeção de corrente a fase 1 teria no momento da leitura os atuais 40,9A, somado a estes 14,4A, o que passaria a capacidade de 50A do disjuntor geral, e provocaria o desarme do mesmo.

**Figura 45** - Injeção de corrente do sistema fotovoltaico em 27/10/2022 (14,4A)



Fonte: Do Autor (2022).

## 5 CONCLUSÃO E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Será apresentado conclusões dos itens verificados.

### 5.1 ILUMINAÇÃO G1

Para o sistema de iluminação no G1 verificou-se que sua atual potência instalada é de 15786W, correspondendo a corrente de 23,98A. Nas quais somarão as demais correntes do G1 aproximando do valor de proteção do atual disjuntor geral de 100A.

Ao ser verificado com a sugestão de iluminação LED a potência instalada fica em 5986W. Correspondendo a corrente de 9,09A. Ou seja, terá uma redução sobre o disjuntor geral de 100A de 14,89A.

Para avaliação viabilidade financeira, conforme demonstrado nas tabelas o sistema de iluminação se paga muito antes de um ano de operação.

Logo, ele atende a redução de consumo de recursos naturais, entregando praticamente os mesmos serviços com pouca variação no fluxo luminoso, porém, nada a ser considerado. Atende a questões de viabilidade econômica, além de promover uma redução da corrente geral sobre o disjuntor geral do G1.

Com isso recomenda-se a instalação deste tipo de tecnologia no galpão 1 da EQS.

### 5.2 ILUMINAÇÃO G2

Para o sistema de iluminação no G2 verificou-se que sua atual potência instalada é de 11186W, correspondendo a corrente de 17A. Nas quais somarão as demais correntes do G2 aproximando do valor de proteção do atual disjuntor geral de 50A.

Ao ser verificado com a sugestão de iluminação LED a potência instalada fica em 4370W. Correspondendo a corrente de 6,64A. Ou seja, terá uma redução sobre o disjuntor geral de 50A de 10,36A.

Para avaliação viabilidade financeira, conforme demonstrado nas tabelas o sistema de iluminação se paga muito antes de um ano de operação.

Logo, ele atende a redução de consumo de recursos naturais, entregando praticamente os mesmos serviços com pouca variação no fluxo luminoso, porém, nada a ser considerado. Atende a questões de viabilidade econômica, além de promover uma redução da corrente geral sobre o disjuntor geral do G2.

Com isso recomenda-se a instalação deste tipo de tecnologia no galpão 2 da EQS.

### 5.3 CLIMATIZAÇÃO G1

Para o sistema de climatização a conclusão será baseada sobre os resultados obtidos, bem com as dificuldades apontadas no capítulo 4.

Realizando verificação de potência de placa entre as máquinas convencionais e as *inverter*, obtém-se a redução de 14,91%. Passando de uma potência de placa instalada de 55,7kW para 47,4kW, onde se reduz a corrente de 84,65A para 72,03A, ou seja, aqui atenderia a questão da eficiência energética, pois será entregue o mesmo trabalho, com menor consumo de energia. Atenderia também a questão de afastar um pouco mais o limiar de desarme do disjuntor geral do G1 de 100A.

Porém, como se trata de um sistema já instalado e em operação seu custo financeiro para modernização do parque torna inviável o projeto, conforme apontado nas tabelas de viabilidade econômica.

Onde para modelo/fabricante escolhido para o estudo teria um investimento de R\$114,499,00 e este não teria seu retorno financeiro em 5 anos como apontados nos cálculos apresentados, e também não teria seu retorno nem mesmo em 15 anos.

Desta forma, com os parâmetros apresentados neste estudo, não se recomenda a instalação deste sistema no G1.

### 5.4 CLIMATIZAÇÃO G2

Para o sistema de climatização a conclusão será baseada sobre os resultados obtidos, bem com as dificuldades apontadas no capítulo 4.

Realizando verificação de potência de placa entre as máquinas convencionais e as *inverter*, obtém-se a redução de 14,84%. Passando de uma potência de placa instalada de 22,4kW para 19,1kW, onde se reduz a corrente de 34,08A para 29,03A, ou seja, aqui atenderia a questão da eficiência energética, pois será entregue o mesmo trabalho, com menor consumo de energia. Atenderia também a questão de afastar um pouco mais o limiar de desarme do disjuntor geral do G2 de 50A.

Porém como já se trata de um sistema já instalado e em operação seu custo financeiro para modernização do parque torna inviável o projeto, conforme apontado nas tabelas de viabilidade econômica.

Onde para modelo/fabricante escolhido para o estudo teria um investimento de R\$44.721,00 e este não teria seu retorno financeiro em 5 anos como apontados nos cálculos apresentados, e também não teria seu retorno nem mesmo em 15 anos.

Desta forma, com os parâmetros apresentados neste estudo, não se recomenda a instalação deste sistema no G2.

## 5.5 SISTEMA FOTOVOLTAICO

Conforme proposta da Intelbras no anexo I, este sistema terá seu *payback*, ou seja, retorno para o investimento em 4 anos. Mostrando ser viável.

Para os dias de maior calor com sol, onde a EQS estará com maior consumo de energia, muito em função da grande demanda do sistema de climatização. Nestas condições climáticas também será um dia de produção de energia do sistema considerável, o que baixará a necessidade de consumir energia da concessionária, diminuindo assim o consumo dos recursos naturais. E afastando ainda mais a possibilidade de desarme por sobrecarga do disjuntor geral da empresa.

Logo, atende a viabilidade econômica, atende requisitos de eficiência energética, afasta ainda mais a corrente que passa pelo disjuntor geral da empresa de atingir o limiar do mesmo e o desarmando. Sendo recomendado sua instalação.

## 5.6 BALANCEAMENTO DE FASES – G1 E G2

Item de extrema importância a ser implementado em ambos galpões, pois mesmo realizando as adequações e sugestões propostas neste estudo, caso uma fase esteja com excesso de carga poderá por em risco e dúvidas este trabalho.

Logo recomenda-se antes mesmo de qualquer ação, efetuar este balanceamento de fases. Mapear as cargas atuais onde estão ligadas. E novas cargas a serem adicionadas a rede, passem antes por uma avaliação técnica de onde ligar, e atualizar o mapeamento das cargas.

Na figura 43, o G1 ainda estava na categoria C4, e aqueles níveis de correntes registrado no analisador de energia já demonstravam além do sistema estar desbalanceado, estar com sobrecarga.

Em leitura recente em outubro de 2022, a temperatura na cidade estava bem amena, logo nem todo sistema de climatização estava ligado, e os que estavam em operação poderiam não

estar a plena carga no momento da leitura, logo o resultado para a leitura de corrente, para este período ficou inconclusivo.

Para o G2, na data da leitura, pode-se observar que os níveis de corrente estão bem próximos do limiar do disjuntor geral, se desativar o sistema fotovoltaico já irá sobrecarregar a fase 1, ocorrendo o desarme do disjuntor geral. Pode-se ainda promover uma leve remoção de carga para a fase 3, que consta estar pouco menos carregada, ainda assim a leitura foi realizada em dia de temperatura amena na cidade, e antes de promover este seria interessante realizar leituras em dias de maior calor.

Recomenda-se para o G1 e para o G2, mapear e identificar todas cargas nos quadros elétricos, identificar seus circuitos, se não existe outras cargas ligadas ao mesmo circuito e separa-las. Para com estas informações fazer o balanceamento de fases, garantindo as ligações e passando certeza de onde ligar as novas instalações.

## 5.7 CATEGORIA DA NORMA DA CELESC NO QUAL MELHOR SE ENQUADRA O G1 E O G2

Como exposto o G1 estava até por volta de 2018 na categoria C4 da tabela de dimensionamento da CELESC, exposto neste estudo na Figura 20, e o galpão tinha constantes desligamentos durante os dias de maior calor. Então passou-se para a categoria C6.

Com o exposto de sugestão de melhorias para a melhor eficiência energética do G1, não deverá mais ocorrer estes desarmes, porém, como a empresa vem em grande crescimento nos últimos anos seria prudente estar no mínimo com processo, em andamento, para mudar para categoria C7, que é a última desta tabela da CELESC, e a partir deste apenas com fornecimento de energia da rede primária, ou seja, de média tensão da concessionária, aqui na região fornecida em 13,8kV.

Para o G2, que atualmente está na categoria C2, mesmo com as melhorias propostas os níveis e correntes ainda ficam muito próximas do limiar do disjuntor de 50A. E como a empresa está em grande crescimento sugerimos passar este galpão de forma meio urgente para categoria C6, onde deixaria com certa margem de folga ao crescimento proposto pelo departamento comercial da empresa, que é dobrar os contratos na região até primeiro semestre de 2023, ou seja, terão mais pessoas, mais equipamentos e logo maior demanda.

## 5.8 AÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA EQS ENGENHARIA

Aderir as sugestões propostas neste trabalho, principalmente para iluminação, para os climatizadores aderir a tecnologia *inverter* quando houver nova necessidade de novas aquisições para novas salas ou ambientes, ou ainda, quando as atuais máquinas passarem por uma ação de manutenção corretiva e onde o técnico laudar este equipamento como obsoleto ou sem conserto.

Realizar a aquisição do sistema fotovoltaico, que demonstrou-se ser viável financeiramente, atende as questões de eficiência energética com entrega do mesmo produto com menos consumo de recursos naturais, afastar o risco de desligamento do disjuntor geral, nos dias de maior consumo interno de energia, que é justamente no dia onde o sistema teria sua maior produção. Além de criar um marketing como empresa sustentável, etc.

Passar iluminação interna de setores como corredores ou locais onde não ficam pessoas trabalhando para o controle de iluminação por sensor de presença, evitando que este local fique com sistema ligado mesmo sem ninguém no local.

Criar rotina com colaboradores de manutenção interna da EQS, de verificarem todas as lâmpadas da empresa diariamente afim de identificar lâmpadas queimadas, ou lâmpadas externas acessas durante o dia, por um problema de fotocélula ou outro.

Criar consciência e rotina com os funcionários de nos momentos de sua pausa, ausência de sua estação de trabalho, ou horário de almoço, desligar o monitor de seu computador, tirar da tomada carregadores e outros, apagar a iluminação do setor se for o último a sair.

Para setores com mais de um climatizador, estabelecer uma única temperatura de trabalho para todas máquinas do ambiente.

Nos horários de almoço, reduzir a quantidade de ar condicionados ligados, deixar o mínimo apenas para não se perder por completo a carga térmica local, e uns 5 minutos antes do retorno dos funcionários, restabelecer os equipamentos a condição de operação que estavam antes da parada.

Trabalhos de home office, existem departamentos na EQS que ficam todo em ambiente restrito, para estes setores poderia criar um dia de home office no departamento, desta forma aquele ambiente poderá ficar com a iluminação e o sistema de climatização desligados. E para outros setores onde se trabalha em áreas comuns poderia criar home office para colaboradores, não diminuiria a iluminação, porém, dependendo da quantidade de pessoas que ficaram de home office num determinado dia da semana, diminuirá a carga térmica do local, fazendo com que os climatizadores atinjam com menor tempo sua temperatura setada.

Instalar películas eficientes ao bloqueio de raios solares, para ajudar os climatizadores a atingirem com menor tempo a temperatura setada para operar. Assim como a instalação de brises, que tem como objetivo principal quebrar a incidência dos raios solares pelas janelas no ambiente, mais aqui poderia também ser usado para em dias mais amenos, que não precisaria ligar o sistema de ar condicionado, poderia abrir-se as janelas o que ajudaria inclusive a questão da iluminação do ambiente e dependendo da claridade criada com o brise e janela aberta, poderia ser desligado algumas calhas de lâmpadas.

Em áreas de almoxarifado no G1 e G2, aumentar a quantidade de telhas translucidas, que em dias ensolarados e claros o sistema de iluminação pode ser desligado.

Remover calhas de lâmpadas que estão ligadas sobre ambientes criados no G2, como o centro de reparos, administrativo do almoxarifado e a enfermaria, estas lâmpadas iluminam o teto dos ambientes de são fechados.

Instalação por todo pátio da empresa e estacionamento de postes de iluminação híbrido (fotovoltaico e eólico), sistema com baterias e isolados da rede elétrica da empresa.

Não foi tema deste estudo, mas acumular águas das chuvas, para regar plantas, lavar áreas externas ou ainda usar em mictórios e vasos sanitários, atenderia a questão da eficiência energética.

## 5.9 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

- Realizar estudo para passar a EQS para consumo em média tensão, ou seja, passar ao grupo A;
- Realizar estudo luminotécnico;
- Realizar estudo da capacidade térmica adequada para a empresa e/ou ainda a viabilidade financeira e técnica de instalar sistema de climatização central;
- Uma vez que a EQS tem filiais espalhadas por todo Brasil, realizar estudo de geração fotovoltaica de maior capacidade para que se possa abater nas faturas das filiais referente ao valor da energia elétrica.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Hariel, **A eficiência dos diferentes tipos de lâmpadas e quanto cada uma impacta na conta de energia**. 2017. Disponível em: <https://www.retecjr.com/single-post/2017/12/06/a-efici%C3%Aancia-dos-diferentes-tipos-de-l%C3%A2mpadas-e-quanto-cada-uma-impacta-na-conta-de-energ>. Acesso em 19 de abril de 2022.

ANTONIOLLI, João Carlos. **Eficiência energética em equipamentos de ar condicionado**, 2020. Disponível em: <https://revistapotencia.com.br/portal-potencia/artigos/eficiencia-energetica-em-equipamentos-de-ar-condicionado>. Acesso em 10 de abril de 2022.

ARAÚJO, João Lizardo de. **A questão do investimento no setor elétrico brasileiro: reforma e crise**. Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2001.

BATISTA, Oureste. **Gestão Energética Industrial: Uma abordagem frente à inteligência empresarial**. 2011. 86 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

BLOG DA LIGAÇÃO HOME CENTER. **Qual diferença entre lâmpada: incandescente, fluorescente e led?**. 2015. Disponível em: <https://blogligacaohomecenter.wordpress.com/2015/07/08/qual-a-diferenca-entre-lampada-incandescente-fluorescente-e-led/>. Acesso em 19 de abril de 2022.

BRUNI, A. L. **Avaliação de Investimentos**. São Paulo: Atlas, 2008.

CELESC, Distribuição S.A. **Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição. Norma Técnica N-321.0001**, 2019. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/padrao-de-entrada>. Acesso em 27 de março de 2022.

CREDER, Hélio. **Instalações de ar condicionado**. 4º ed. Rio de Janeiro: LTC, 1990.

ENAGO ACADEMY. **Pesquisa teórica vs. Pesquisa empírica**. 27 de fevereiro de 2020. Disponível: <https://www.enago.com.br/academy/pesquisa-teorica-vs-pesquisa-empirica/>. Acesso em 01/05/ 2022.

ENGELÉTRICA. 2011. **Manual de correção do fator de potência**. Disponível em: <http://www.engeletrica.com.br/fatordepotencia-manual-fatordepotencia.html>. Acesso em 29 de maio de 2022.

FAMÁ, Rubens; BRUNI, Adriano Leal. **As Decisões de Investimentos: com Aplicações na HP12C e Excel**. São Paulo: Atlas, 2003, v. 2.

FELICIANO, Camila Caetano. **Iluminação natural como fator de qualidade: uma abordagem perceptiva em três habitações de interesse social contemporâneas na cidade de São Paulo/SP/Brasil**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, Porto Alegre, 2018. Acesso em: 05 abril 2022.

FRIGELAR, **Ar condicionado: Convencional x Inverter**, 2022. Disponível em: <https://www.frigelar.com.br/convencional-ou-inverter>. Acesso em 16 de abril de 2022.

GLIGHT. **Diferença entre as lâmpadas de led, as incandescentes e as fluorescentes.** 1 de fevereiro de 2019. Disponível em: <https://www.glight.com.br/blog/diferenca-entre-as-lampadas-de-led-e-as-incandescentes/>. Acesso em 19 de abril de 2022.

GLIGHT. **Você conhece a história da lâmpada elétrica?** 30 de outubro de 2020. Disponível em: <https://www.glight.com.br/blog/voce-conhece-historia-da-lampada-eletrica/>. Acesso em 18 de abril de 2022.

GUITARRARA, Paloma. **"Apagão de 2001"**; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/historiab/apagao.htm>. Acesso em 26 de março de 2022.

GUERRA, F. **Matemática Financeira através da HP12C.** 3ª edição. Florianópolis: UFSC, 2006.

HELERBROCK, Rafael. **"Espectro eletromagnético"**; 2022. *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico.htm>. Acesso em 22 de abril de 2022.

JMC. **Qual a diferença entre lâmpadas incandescentes, fluorescentes e lâmpadas de led?** 2016. Disponível em: <https://jmc.com.br/fluorescente-lampadas-de-led/>. Acesso em 19 de abril de 2022.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura.** Ministério de Minas e Energia. 3ª ed. 2014.

LOSS, Juliana. **Iluminação Artificial Residencial: A percepção do usuário de Curitiba em ambientes de descanso.** 2013. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil) Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Acesso em: 05 abril 2020.

MARANGONI, Filipe; TELLINI, Tais; MORENA, Renan Paula Ramos; FERREIRA, Samir de Oliveira; KONOPATZKI, Evandro Andre. **Comparativo econômica entre condicionadores de ar com tecnologia convencional *inverter*.** 2015. Enegep

MATHIAS, Lucas. **Pesquisa Qualitativa e quantitativa: qual é a melhor opção?** 14 de fevereiro 2022. Disponível em: <https://mindminers.com/blog/pesquisa-qualitativa-quantitativa/>. Acesso em 01 de maio de 2022.

MATTEDE, Henrique. **Fórmulas de potência, quais são?** 2020. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/formulas-de-potencia-quais-sao/>. Acesso em 29 de maio de 2022.

NASCIMENTO, Cristhian Augusto Furquim do. **Iluminação artificial e seu impacto no ser humano: uma ferramenta indispensável aos arquitetos e projetistas de interiores.** Revista Especialize On-line IPOG, Goiânia, v. 1, p. 1-14, dez. 2014. Acesso em: 05 abril 2020.

NOSSA HISTÓRIA, **Eqs engenharia**, 2020. Disponível em: <https://www.eqsenharia.com.br/sobre#timeline>. Acesso em 27 de março de 2022.

O PROGRAMA. **Procelinfo**, 2006. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?Team=%7B505FF883%2DA273%2D4C47%2DA14E%2D0055586F97FC%7D>. Acesso em 26 de março de 2022.

OZLI. **O que é temperatura da cor da lâmpada**. 2019. Disponível em: <https://ozli.online/o-que-e-temperatura-da-cor-da-lampada/>. Acesso em 19 de abril de 2022.

PAIVA, M.A, PEIXOTO, R.A, MACEDO. G. D, FIORELLI. F, BESSA. C. Engenharia Arquitetura, Eficiência Energética. **Modelagem e simulação numérica de condicionadores de ar do tipo split inverter e n-off para avaliação de desempenho energético**, 15 de fevereiro 2021. Disponível em: <https://www.engenhariaearquitectura.com.br/2021/02/modelagem-e-simulacao-numerica-de-condicionadores-de-ar-do-tipo-split-inverter-e-on-off-para-avaliacao-de-desempenho-energetico>. Acesso em 15/10/2022.

PICCININI, Maurício. **Conservação de Energia na Indústria: As políticas adotadas na época de crise energética**. Revista do BNDES. Rio de Janeiro, V. 1. N. 2, P. 153-182, DEZ. 1994.

PINELLI, Natascha. **Há exatos 137 anos uma lâmpada elétrica foi acesa por Thomas Edison**. 21 de outubro de 2016. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Caminhos-para-o-futuro/Energia/noticia/2016/10/ha-137-anos-uma-lampada-eletrica-foi-acesa-por-thomas-edison.html>. Acesso em 18 de abril de 2022.

POWER LUME. **Lúmen, candela e lux, conceitos básicos**. 2019. Disponível em: <https://www.powerlume.com.br/lumen-candela-e-lux-conceitos-basicos/>. Acesso em 22 de abril de 2022.

PROCEL EDUCAÇÃO. **Eficiência Energética: Teoria & Prática**. Itajubá, 2007.

PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM – PBE. Tabelas de eficiência energética. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/tabelas-de-eficiencia-energetica>. Acessado em: 23/10/2022

PROVALE. **Comparação entre incandescentes, fluorescentes e LED**. 19 de fevereiro de 2019. Disponível em: <https://provaleenergia.com.br/comparacao-entre-incandescentes-fluorescentes-e-led/>. Acesso em 19 de abril de 2022.

RESENDE, Ivo Amaro da Silva. **Análise comparativa entre um sistema de controle on-off e um sistema de controle automático de fluxo luminoso**. Faculdade de ciência e tecnologia Universidade d Coimbra. 2021.

RIBEIRO, O. M. **Contabilidade Geral Básica**. 3<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Saraiva.1999.

SÁ, Thiago Lemes de. **Avaliação da eficiência energética de um sistema de iluminação por led: Estudo de caso**. Universidade Federal de Santa Maria. 2017.

SANTILIO, Fabricio Parra; VASCONCELLOS, Arnulfo Barroso de; SILVA, Roberto P. B. da; SCHLISCHTING, Marllon Welter. **Estudo do Fluxo de reativo dos condicionadores de ar split convencional e inverter no barramento das unidades consumidoras e da concessionária**. 2017. Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

SEIXAS, Paulo Sergio da Silva. **Eficiência energética.** [recurso eletrônico] / Paulo Sergio da Silva Seixas. Curitiba: Contentus, 2020. E-book. Acesso via Biblioteca Pearson.

SERRA, Antônio Aarão. **Espectroscopia.** 2019

SILVA, J. P. **Análise Financeira das Empresas.** 5ª Edição. São Paulo: Atlas, 2001.

SOBREIRA, Sandro Geraldo Alves. **Eficiência energética aplicada a iluminação.** Universidade de Ouro Preto. 2017.

SOUSA, Marcio R Neves. **Lâmpadas incandescentes deixam de ser vendidas a partir de julho.** 2015. Disponível em: <https://bacabanews.wordpress.com/2015/04/14/lampadas-incandescentes-deixam-de-ser-vendidas-a-partir-de-julho/>. Acesso em 19 de abril de 2022.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

STOECKER, Wilbert F.; JONES, Jerold W. **Refrigeração e ar condicionado.** Rio de Janeiro: Makron, 1985.

TELECO. **Data Center I: Consumo energético.** 2022. Disponível em: [https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialdatacenter1/pagina\\_5.asp](https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialdatacenter1/pagina_5.asp). Acesso em: 24 de abril de 2022.

TORREIRA, Raul Peragallo. **Elementos básicos de ar condicionado: para engenheiros, técnicos e especialistas do ramo.** São Paulo: Hemus, 1983.

VIANA, Augusto N. C; BORTONI, Edson da C; NOGUEIRA, Fábio J. H; HADDAD, Jamil; NOGUEIRA, Luiz A. H; VENTURINI, Osvaldo J; YAMACHITA, Roberto A. **Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações.** 1ª ed. Campinas SP, 2012.

VOITCH, Guilherme. “**Apagão de 2001 deu prejuízo de R\$ 54,2 bilhões**”; *Gazeta do povo*. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/apagao-de-2001-deu-prejuizo-de-r-542-bilhoes-bzjwzmng5707utyhm0gmbdyku/>. Acesso em 26 de março de 2022.

WEBARCONDICIONADO. **A história do ar-condicionado: linha do tempo completa.** Disponível em: <https://www.webarcondicionado.com.br/a-historia-do-ar-condicionado>. 2019. Acesso em: 05 abril 2020.

**ANEXOS**

## ANEXO A – Orçamento ANDRA

**Materiais Elétricos**

000001-06 - CLIENTE PADRAO SC

CNF/CJCF:

Para:

E-mail: andra@andra.com.br

Tel: -34197000

ANDRA SA ELECTRIC SOLUTIONS  
 RUA XV DE NOVEMBRO, 3935  
 GLORIA - JOINVILLE - SC 89216202  
 Tel:(47) 34197000 Fax:(47) 34197000  
 Cnpj: 47674429000551  
 Ie: 255146034  
 www.andra.com.br

Joinville, 11 de Outubro de 2022

Conforme solicitado, segue proposta comercial

**Orçamento: F60218/5**

Item	Qtd	Descrição dos Produtos	Mcm	U/m	Pr. Unit.	Pr. Total	Prev. Entrega	% Icms
01	450,00	LAMPADA LED TUBE 18W BIV 6500K 1850LM TB GLASS 701753970176 - OSRAM	6539,52,00	PC	14,92	6.714,00	11/10/22	17
02	75,00	LAMPADA LED BULB E-27 11W BIV 1018LM 6500K A80 038312 (NOVO) - PHILIPS	6539,52,00	PC	12,37	927,75	11/10/22	17

Total: 7.641,75

Forma de Pagamento : AVISTA  
 Valores em reais  
 Frete: CIF

Estamos a disposicao para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessarios.

Atenciosamente

Maria  
 maria@andra.com.br  
 47 3419 7000

## ANEXO B – Orçamento Santa Rita

		<b>SANTA RITA COMERCIO E SERVICOS LTDA</b>				
		CNPJ:15.042.661/0009-04 Rua Jacob Weingartner, 4147 CEP:88.131-400 TEL:48/32113128 <a href="http://www.santarita.com.br">www.santarita.com.br</a>				
		INSC:261524429 Centro Palhoca - SC Fax: palhoca@santarita.com.br				
Palhoca, 10 de Outubro de 2022. A(o) <b>EQS ENGENHARIA LTDA (464753-97)</b>		<b>Orçamento nr.: 024114</b>				
Atendendo à sua Solicitação, segue orçamento número: 024114 para sua apreciação:						
Item	Código	Descrição	Qtde.	Un.	Prc.Unit.	Total
01	1063021202	LED BULBO 12W/1018LM BC FRIO 6500K E27 BIVOLT - TASCHIBRA 11080473 / 8506	1,00	PC	7,90	7,90
02	1063021202	LED BULBO 12W/1018LM BC FRIO 6500K E27 BIVOLT - TASCHIBRA 11080473 / 8506	1,00	PC	7,90	7,90
03	1063021010	LED ALTA POTENCIA 50W/4500LM BC FRIO 6500K E27 BIVOLT - TASCHIBRA 11080397 / 7669	1,00	PC	65,45	65,45
04	1063020898	LED TUBULAR 20,5W/1850LM 6500K BC FRIO 120CM BIVOLT - TASCHIBRA 11080187 (IN) / 5938	450,00	PC	18,90	8.505,00
<b>VALOR TOTAL:</b>						<b>R\$ 8.586,25</b>
<p><b>Validade do Orçamento:</b> 12/10/2022  <b>Prazo de Entrega:</b> a combinar  <b>Condições de Pagamento:</b> à VISTA</p> <p><b>Observações:</b>                  1. Preços e condições comerciais válidas para o fechamento de todos os itens e quantidades deste orçamento.                  2. Prazo de entrega sujeito à verificação do estoque na data do fechamento.                  3. Venda a prazo e/ou cheque, sujeita à análise de crédito.</p> <p>Na expectativa de sua confirmação, agradecemos antecipadamente e colocamo-nos à disposição para eventuais esclarecimentos que se fizerem necessários.</p> <p>Atenciosamente,</p> <p>CLAUDIOMAR BORGES                  Consultor Comercial</p> <p style="text-align: right;">RAFAEL BEIRAO                  Gerente Comercial</p> <p style="text-align: center;"><b>Acompanhe a Santa Rita nas redes sociais e fique por dentro das nossas promoções, lançamentos e ações: @lojassantaria e tele vendas 4002-4600</b></p>						

## ANEXO C – Orçamento Dufrio



## Orçamento

VILA VELHA, 13 de Outubro de 2022

Pedido: PV018-015241466

Status do Pedido: Pedido Aberto

Página 1

13/10/2022

14:56:57

REFRIGERACAO DUFRIO COMERCIO E IMPOR  
RODOVIA DARLY SANTOS, 800, LOTE 1-B,  
JARDIM ASTECA, VILA VELHA - ES  
29104491 / BRA

CNPJ : 017542390018-68

IE ....: 083068252

Site ..: 0018

Vendedor: Willian Henrique Rodrigues

Telefone : 4132778200

Email ....: willian.rodrigues@dufrio.com.br

Cliente .....: 5990

Cond. Pagamento :28 DD BOLETO

Plano Pagamento : BOLETO

Valor Entrada .....:0,00

Adiantamento .....:0,00

Tipo Frete ..... REEMBOLSO | CIF REEMBOLSO

Transportadora . EMPRESA DE TRANSPORTES PAJUCARA LTD

Prezado (a) Cliente,

Conforme solicitação, apresentamos orçamento para fornecimento dos itens abaixo discriminados, visando o atendimento de vossa solicitação de acordo com as referências dos produtos, descrições, fabricantes/similaridades (onde autorizados) e quantidades informadas

Item	Nº	Código	Ref	Descrição	NCM	UN	Qtde	ICMS	PIS	COFINS	Vlr Unit.	IPI	ST	Total
1	7	10024541	S4NW09 WA51A,E B2GAMZ	SPLIT 9000 HW INV Q/F LG DUAL VOICE - EVAP	8415101	pC	14,00	1.330,56	182,95	842,69	792,00	0,00	0,00	11.088,00
2	8	10024541	S4UW09 WA51A,E B2GAMZ	SPLIT 9000 HW INV Q/F LG DUAL VOICE 220V-1 - COND	8415101	pC	14,00	2.824,08	388,31	1.788,58	1.881,00	0,00	0,00	23.534,00
3	1	10024543	S4UW12J A31A,EB2 GAMZ	SPLIT 12000 HW INV Q/F LG DUAL VOICE 220V-1 - COND	8415101	pC	8,00	1.378,52	189,88	873,70	1.918,00	0,00	0,00	11.496,00
4	0	10024543	S4NW12J A31A,EB2 GAMZ	SPLIT 12000 HW INV Q/F LG DUAL VOICE - EVAP	8415101	pC	8,00	710,84	97,71	450,07	987,00	0,00	0,00	5.922,00
5	5	10025862	S4NW18K L31B,EB2 GAMZ	SPLIT 18000 HW INV Q/F LG DUAL VOICE - EVAP	8415101	PC	18,00	2.838,24	390,26	1.797,55	1.314,00	0,00	0,00	23.652,00
6	6	10025862	S4UW18K L31B,EB2 GAMZ	SPLIT 18000 HW INV Q/F LG DUAL VOICE 220V-1 - COND	8415101	PC	18,00	5.760,72	792,10	3.648,46	2.667,00	0,00	0,00	48.006,00
7	4	10025408	ATNW48 GMLP0.A NWZBRZ	SPLIT 47000 K7 INV Q/F LG - EVAP + PAINEL	8415101	PC	1,00	591,00	81,26	374,30	4.925,00	0,00	0,00	4.925,00
8	5	10025408	ATUW48 GMLP0.A WGZBRZ	SPLIT 47000 K7 INV Q/F LG 220V-1 - COND	8415101	PC	1,00	1.217,88	167,46	771,32	10.149,00	0,00	0,00	10.149,00
9	9	10023487	AVNW80 GMZP0.A NWZBRZ	SPLIT 52000 TETO INV Q/F LG - EVAP	8415101	PC	3,00	1.675,44	230,37	1.061,11	4.654,00	0,00	0,00	13.962,00
10	0	10023488	AVUW80 GMZP0.A WGZBRZ	SPLIT 52000 TETO INV Q/F LG 220V-1 - COND	8415101	PC	3,00	3.501,72	481,49	2.217,76	9.727,00	0,00	0,00	29.181,00

Total Itens

181.915,00

Frete

6.545,32

Impostos S/Frete

0,00

Desc ZFM

0,00

Total

188.460,32

## ANEXO D – Inverter 9000 BTU/h

<a href="#">Home</a> <a href="#">https://www.lg.com/br/ar-condicionado-residencial/lg-S4-W09WA51A</a> <span>80%</span>						
Ar Condicionado LG DUAL Inverter VOICE 9.000 Quente/Frio 220V		VISÃO GERAL	ESPECIFICAÇÕES	COMENTÁRIOS	SUPORTE	ONDE COMPRAR
<b>R\$2.549,00</b> <del>R\$3.099,00</del> 17% de desconto						
<b>DESTAQUES</b>						
Compressor Dual Inverter	Sim	Economia de energia	Até 70% de economia			
Refrigeração Rápida	Até 40% mais rápida	Comfort Sleep	Sim			
Comando de Voz e conectividade com Alexa e Google assistente	Sim	Posicionamento da vane - 6 posições	Sim			
Serpentina de Cobre com tratamento Gold Fin	Sim					
<b>CONJUNTO</b>						
Ciclo	Quente/Frio	Modelo (família)	9.000			
Capacidade de Aquecimento (Mín/Nominal/Máx) [BTU/h]	3.580/9.000/10.000	Desumidificação [l/h]	0.8			
Alimentação elétrica [V/Hz/ph]	220/60/1	Potência (refrigeração) [W]	815			
Potência (Aquecimento) [W]	750	Corrente (refrigeração) [A]	4.5			
Corrente (Aquecimento) [A]	4.3	Consumo Mensal* [kWh/Mês]	17.1			
CCE [W/W]	3.24	Classificação Energética	A			
Gás Refrigerante	R-410A	Conexões Ø	1/4" - 3/8"			
Comprimento / desnível max. [m]	15/7	Controle remoto sem fio	Sim			
Conexão remota Wifi	Sim	Modo SLEEP (Até 7 horas)	Sim			
TIMER (Até 24 horas)	Sim	Função ENERGY SAVING	Sim			
JET MODE (Resfriamento Rápido)	Sim	Área do ambiente** [m²]	Até 15			
NCM	84151011-999	CST	4			

## ANEXO E – Inverter 12000 BTU/h

<a href="#">🏠</a> <a href="#">🔒</a> <a href="#">💬</a> <a href="https://www.lg.com/br/ar-condicionado-residencial/lg-S4-W12JA31A">https://www.lg.com/br/ar-condicionado-residencial/lg-S4-W12JA31A</a> <a href="#">📄</a> 80%			
LG DUAL Inverter VOICE 12.000 Quente/Frio 220V <b>R\$2.999,00</b> <del>R\$3.349,00</del> 10% de desconto			
<a href="#">VISÃO GERAL</a>		<a href="#">ESPECIFICAÇÕES</a>	
<a href="#">COMENTÁRIOS</a>		<a href="#">SUPORTE</a>	
<a href="#">ONDE COMPRAR</a>			
<b>DESTAQUES</b>			
Compressor Dual Inverter	Sim	Economia de energia	Até 70% de economia
Refrigeração Rápida	Até 40% mais rápida	Comfort Sleep	Sim
Comando de Voz e conectividade com Alexa e Google assistente	Sim	Posicionamento da vane - 6 posições	Sim
Serpentina de Cobre com tratamento Gold Fin	Sim		
<b>CONJUNTO</b>			
Ciclo	Quente/Frio	Modelo(familia)	12.000
Capacidade de Refrigeração (Nominal) [BTU/h]	12.000	Capacidade de Aquecimento (Mín/Nominal/Máx) [BTU/h]	3.000/12.000/13.800
Desumidificação [l/h]	0.8	Alimentação elétrica [V/Hz/ph]	220/60/1
Potência (refrigeração) [W]	1085	Potência (Aquecimento) [W]	975
Corrente (refrigeração) [A]	6	Corrente (Aquecimento) [A]	5.5
Consumo Mensal* [kWh/Mês]	22.8	CCE [W/W]	3.24
Classificação Energética	A	Gás Refrigerante	R-410A
Conexões Ø	1/4" - 3/8"	Comprimento / desnível max. [m]	15/7
Controle remoto sem fio	Sim	Conexão remota Wifi	Sim
Modo SLEEP (Até 7 horas)	Sim	TIMER (Até 24 horas)	Sim
Função ENERGY SAVING	Sim	JET MODE (Resfriamento Rápido)	Sim
Área do ambiente** [m²]	de 16 até 20	NCM	84151011-999

## ANEXO F – Inverter 18000 BTU/h

LG DUAL Inverter VOICE 18.000 Quente/Frio 220V					
VISÃO GERAL		ESPECIFICAÇÕES	COMENTÁRIOS		SUORTE
<b>DESTAQUES</b>					
Compressor Dual Inverter	Sim	Economia de energia	Até 70% de economia		
Refrigeração Rápida	Até 40% mais rápida	Comfort Sleep	Sim		
Comando de Voz e conectividade com Alexa e Google assistente	Sim	Posicionamento da vane - 6 posições	Sim		
Serpentina de Cobre com tratamento Gold Fin	Sim				
<b>CONJUNTO</b>					
Ciclo	Quente/Frio	Modelo(familia)	18.000		
Capacidade de Refrigeração (Nominal) [BTU/h]	18.000	Capacidade de Aquecimento (Mín/Nominal/Máx) [BTU/h]	3.685/19.000/20.800		
Desumidificação [l/h]	1.5	Alimentação elétrica [V/Hz/ph]	220/60/1		
Potência (refrigeração) [W]	1,630	Potência (Aquecimento) [W]	1,540		
Corrente (refrigeração) [A]	7.4	Corrente (Aquecimento) [A]	7		
Consumo Mensal* [kWh/Mês]	34.2	CCE [W/W]	3.24		
Classificação Energética	A	Gás Refrigerante	R-410A		
Conexões Ø	1/4" - 1/2"	Comprimento / desnível max. [m]	20/10		
Controle remoto sem fio	Sim	Conexão remota Wifi	Sim		
Modo SLEEP (Até 7 horas)	Sim	TIMER (Até 24 horas)	Sim		
Função ENERGY SAVING	Sim	JET MODE (Resfriamento Rápido)	Sim		
Área do ambiente** [m²]	de 21 até 30	NCM	84151011-999		

## ANEXO G – Cassete 48000 BTU/h

### LG - k7 47kbtu/h

- Modelo: ATUW48GMLP0.AWGZBRZ
- Voltagem: 220V
- Capacidade: 48000 BTUs
- Tecnologia: Inverter
- Função Jet Cool (apenas resfriamento): Sim
- Bomba de Dreno: Sim
- Operação para até 4,2m de altura do pé-direito: Sim
- Modo Sleep: SimTimer (On/Off): Sim
- Grelha de Auto Elevação (Opcional): PTEGM0
- Controle Remoto com Fio: PQWRHQ0FDB
- Capacidade (Min. - Nom. - Máx.) - Resfriamento (kW): 5,60 - 13,78 - 14,70
- Capacidade (Min. - Nom. - Máx.) - Resfriamento (kcal/h): 4,81 - 11,85 - 12,60
- Capacidade (Min. - Nom. - Máx.) - Resfriamento (BTU/h): 19.100 - 47.000 - 50.000
- Potência - Resfriamento (W): 4,250
- Corrente - Resfriamento (A): 19.40
- EER - Resfriamento (W/W): 3.24
- COP - Aquecimento (W/W): 3.51
- Classificação Energética: A
- Conexões da Tubulação - Líquido (mm (pol)): ø 9,52 (3/8)
- Conexões da Tubulação - Gás (mm (pol)): ø 19,05 (3/4)
- Fluxo de Ar - (A / M / B) (m³/min): 32,0 / 30,0 / 27,5
- Pressão Sonora - (A / M / B / SB) (dB(A)): 52 / 51 / 48
- Dimensões da Unidade Interna (LxAxP): 84 x 28.8 x 84 cm
- Peso da unidade interna (kg): 28 kg
- Dimensões da Embalagem (L x A x P) (mm): 90.2 x 33.5 x 90.2 cm
- Peso com Embalagem (kg): 34 kg
- Dimensões do Pannel (L x A x P): 95 x 2.5 x 95 cm
- Peso Líquido Pannel (kg): 5
- Dimensões da Unidade Interna Embalagem (LxAxP): 103.3 x 102.9 x 11.2 cm
- Peso Bruto (kg): 8.8
- Peso (kg): 90
- Dimensões da Embalagem da Unidade Interna (L x A x P): 103,0 x 49,2 x 102,3 cm
- Dimensões da Embalagem da Unidade Externa (LxAxP): 114 x 146.3 x 46.1 cm
- Peso com Embalagem (kg): 101 kg
- Comprimento da Tubulação (m): 50
- Desnível Máximo (m): 30
- Garantia: 12 meses

## ANEXO H – Piso teto 60000 BTU/h

### TETO 60kbtu/h -

#### Especificações Técnicas:

- Marca: LG
- Ciclo: Quente/Frio
- Capacidade: 60000 BTUs
- Voltagem: 220V
- Modelo: AVUW60GM2P0
- Controle do fluxo de ar (para cima e para baixo): Automático
- Função Jet Cool (apenas resfriamento): Sim
- Modo Sleep: Sim Timer (On/Off): Sim
- Controle Remoto sem Fio: PQWRCQ0FDB
- Capacidade (Min. - Nom. - Máx.) - Resfriamento (kW): 5,60 - 13,78 - 14,70
- Capacidade (Min. - Nom. - Máx.) - Resfriamento (kcal/h): 4,81 - 11,85 - 12,60
- Capacidade (Min. - Nom. - Máx.) - Resfriamento (BTU/h): 19.100 - 47.000 - 50.000
- Capacidade (Min. - Nom. - Máx.) - Aquecimento (kW): 6,10 - 15,30 - 16,50
- Capacidade (Min. - Nom. - Máx.) - Aquecimento (kcal/h): 5,24 - 13,16 - 14,19
- Capacidade (Min. - Nom. - Máx.) - Aquecimento (BTU/h): 20.800 - 52.210 - 56.300
- Potência - Resfriamento (W): 4,250
- Corrente - Resfriamento (A): 19.3
- Classe de Eficiência: B
- Gás Refrigerante: R410A
- Conexões da Tubulação - Líquido (mm (polegadas)): ø 9,52 (3/8)
- Conexões da Tubulação - Gás (mm (polegadas)): ø 19,05 (3/4)
- Fluxo de Ar - (A / M / B) (m³/min): 30 / 25 / 20
- Pressão Sonora - (A / M / B / SB) (dB(A)): 50 / 46 / 42 / 38
- Dimensões da unidade interna (L x A x P): 160 x 23.5 x 69 cm
- Peso (kg): 35
- Fluxo de Ar - (Máx.) (m³/min): 58 x 2
- Pressão Sonora (Resfriamento/Aquecimento) - (Nominal) (dB(A)): 55 / 57
- Dimensões da unidade externa (L x A x P): 95 x 138 x 33 cm
- Peso da unidade externa (kg): 90
- Comprimento da Tubulação - (m): 50
- Desnível Máximo - (m): 30
- Garantia: 12 meses

**ANEXO I – Orçamento Intelbras – Sistema Fotovoltaico de 20kW 380V**



## SOLUÇÕES INTEGRADAS EM ENERGIA SOLAR

R N E INSTALACOES ELETRICAS E

Contato: Sabrina Cembranel

E-mail: [rossatoenergiasolar@outlook.com](mailto:rossatoenergiasolar@outlook.com)

Telefone: (48) 9918-26971

Endereço: R JOSE JOAO BARCELOS - Nº 12, BELA VISTA - PALHOCA/SC,  
Brasil

Para EGS ENGENHARIA S.A.

Proposta Comercial nº PROJ2208508127 referente ao Gerador Solar On Grid 24.3kWp

Endereço de Instalação: Rua Judite Melo dos Santos, 133 - Distrito Industrial, São José - SC, Brasil

## 1. APRESENTAÇÃO

Acreditamos em um mundo melhor, mais limpo e sustentável, por isso oferecemos a solução mais eficiente e econômica para nossos clientes com o mínimo de impacto ao meio ambiente. Sistemas fotovoltaicos são capazes de gerar energia elétrica através da radiação solar, uma alternativa sustentável e econômica para obtenção de eletricidade. Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica operam em paralelo ao sistema de distribuição de energia elétrica e podem ser instalados em residências, comércios, indústrias, estádios, escolas, entre outros.

### 1.1. Solução completa

Nesse sistema, a medição de energia é realizada através de um medidor eletrônico bidirecional (que substitui o medidor convencional no momento da ativação do sistema pela concessionária), capaz de registrar o fluxo de energia nos dois sentidos, a energia que a unidade recebe e a energia que a unidade injeta na rede. Se a unidade consumidora estiver demandando mais energia do que está gerando, o complemento é realizado através da rede pública, e o medidor registra o consumo. Do contrário, se a geração de energia for maior que o consumo, o excedente é injetado na rede e registrado pelo medidor. Ao final do mês o consumidor pagará o que ficou registrado no medidor, ou seja, a diferença entre o que ele consumiu e o que gerou, conforme a Resolução ANEEL nº 482/14 – Compensação de Energia com Geração Distribuída.

### 1.2. Diferencial: marca Intelbras

Com a tecnologia e segurança de uma empresa líder e a experiência de mais de 40 anos de mercado, a Intelbras leva a sua marca para parceiros selecionados no Brasil e no mundo. Com um trabalho ético, comprometido e transparente, a Intelbras inova mais uma vez para oferecer soluções mais sustentáveis e eficientes e a máxima satisfação dos consumidores.

#### Sistema de monitoramento

Com o sistema de monitoramento o cliente tem acesso aos dados de geração de energia no seu celular ou no computador. Através do aplicativo, é possível ver dados de geração diários, mensais e anuais, além de ter controle de todos os benefícios ambientais possibilitados pelo sistema.

\*É necessário que o local de instalação do gerador solar tenha disponibilidade de internet e infraestrutura de rede adequada para que ocorra o monitoramento do sistema.

#### Os módulos fotovoltaicos

A alta qualidade e a confiabilidade dos módulos (ou painéis solares) da Intelbras caracterizam-se pelo design bem projetado e pelo rigoroso teste de qualidade de seus insumos. Os painéis fotovoltaicos da Intelbras possuem a classificação "A" do INMETRO no quesito de eficiência energética. Tecnologia testada e homologada para o mercado brasileiro.

#### Os inversores

A facilidade de monitoramento e o design sofisticado dos inversores Intelbras, tornam a instalação e manutenção extremamente eficientes. Os inversores Intelbras já possuem interface Pocket Wi-fi e podem ser usados para todos os sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica, desde unidades residenciais até instalações fotovoltaicas em grande escala. Inversores testados, aprovados e certificados pelo Inmetro.

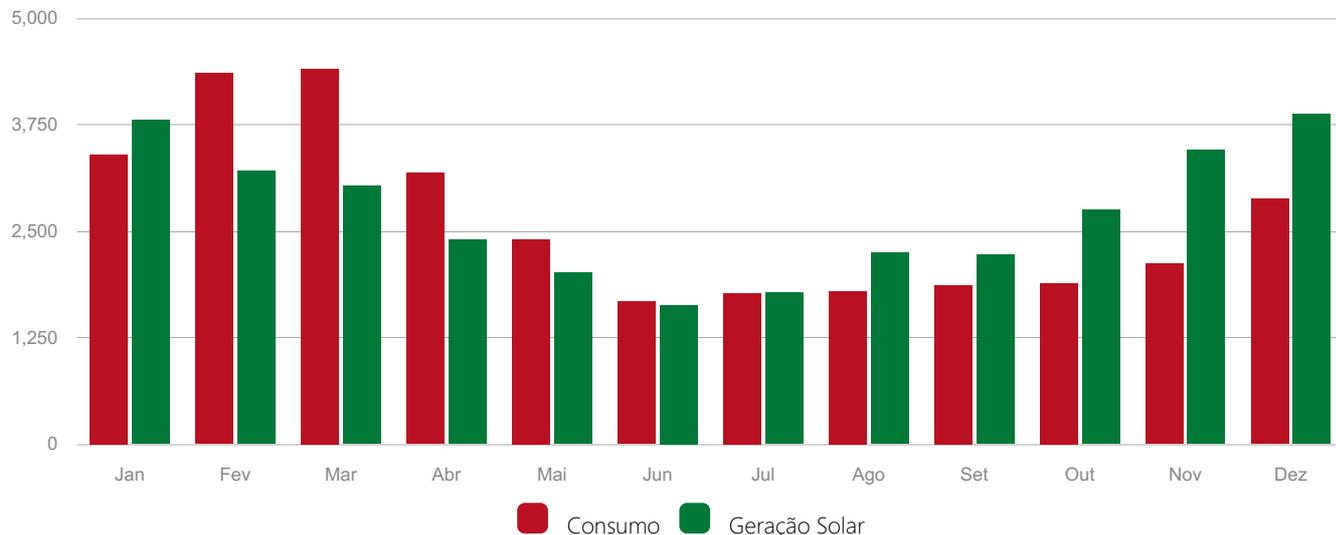
#### Principais diferenciais das revendas parceiras da Intelbras:

- Elaboração da documentação técnica dentro das normas técnicas da concessionária de energia;
- Registro do projeto no CREA + ART;
- Equipamentos certificados;
- Desembaraço do projeto junto à concessionária de energia local;
- Entrega - logística de entrega dos produtos;
- Sistema de monitoramento web da geração de energia;
- Instalação por equipe experiente e qualificada com emissão de ART;
- Monitoramento do processo de liberação para compensação de energia pela concessionária local;
- Atendimento e garantia em todo o Brasil.

## 2. ECONOMIA COM O PROJETO SOLAR

### 2.1 Geração Mensal Estimada\*

GRÁFICO DE CONSUMO



**Geração Solar Total:** de acordo com as informações adicionadas no projeto a geração anual estimada\* será de aproximadamente 32392,33 kWh/ano.

**Consumo Total:** de acordo com as informações adicionadas no projeto o consumo atual durante o período de um ano é de 31716,00 kWh/ano.

A **Geração Solar Total** será superior ao **Consumo Total** atual anual informado, desde que observado o apontamento para o norte, as condições climáticas do local (conforme indicado no manual do módulo).

\* A taxa mínima da concessionária não é contemplada como consumo

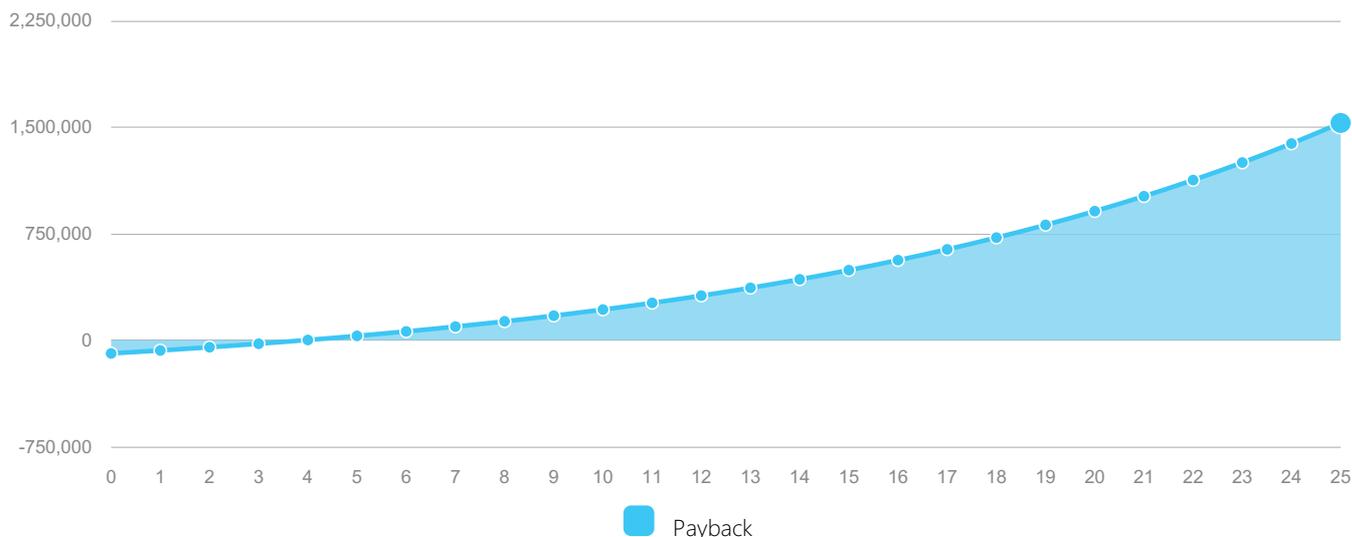
\* Geração calculada contemplando apontamento do sistema (módulos fotovoltaicos) para o norte e em plano Inclinado e sem sombreamento e com manutenção adequada (Limpeza, etc), conforme Manual do Produto.

\* Esses valores são de referência e podem variar considerando as condições climáticas do local (conforme indicado no manual do módulo).

MÊS	HSP MÉDIO	CONSUMO	GERAÇÃO
Jan	5,733	3.397,00	3.800,43
Fev	5,352	4.352,00	3.204,52
Mar	4,573	4.406,00	3.031,46
Abr	3,733	3.182,00	2.394,79
Mai	3,030	2.405,00	2.008,60
Jun	2,544	1.670,00	1.632,03
Jul	2,679	1.769,00	1.775,92
Ago	3,389	1.792,00	2.246,58
Set	3,464	1.863,00	2.222,23
Out	4,149	1.887,00	2.750,39
Nov	5,380	2.113,00	3.451,38
Dez	5,844	2.880,00	3.874,01

## 2.2 Retorno Financeiro\*

### GRÁFICO DE PAYBACK



- \* O payback foi calculado tendo como referência operações com pagamento à vista, desconsiderando as taxas e outros custos decorrentes de financiamento.
- \* Considerando taxa de aumento anual da tarifa de energia elétrica em 4,00%.
- \* Considerando performance linear mínima de 80% até o 25º ano conforme especificação técnica do produto.
- \* O cálculo de payback considera como data inicial o momento de ativação do gerador solar junto à concessionária.
- \* Esses valores são de referência e podem variar considerando condições climáticas, ajustes tarifários e fiscais.
- \* Os cálculos já consideram a taxa mínima da concessionária (valor cobrado mesmo que o consumo seja zero).

Tempo para retorno sobre o investimento (payback): 4 anos.

ANO	GERAÇÃO ANUAL (kWh/ano)	CUSTO DO kWh	ECONOMIA ACUMULADA	RETORNO DO INVESTIMENTO
1	31.194,04	R\$0,67	R\$20.900,01	-R\$73.048,08
2	31.034,07	R\$0,73	R\$22.664,18	-R\$50.383,90
3	30.874,10	R\$0,80	R\$24.576,62	-R\$25.807,29
4	30.714,13	R\$0,87	R\$26.649,71	R\$842,42
5	30.554,16	R\$0,95	R\$28.896,89	R\$29.739,32
6	30.394,19	R\$1,03	R\$31.332,70	R\$61.072,02
7	30.234,22	R\$1,12	R\$33.972,90	R\$95.044,92
8	30.074,25	R\$1,23	R\$36.834,53	R\$131.879,45
9	29.914,28	R\$1,34	R\$39.936,08	R\$171.815,52
10	29.754,31	R\$1,46	R\$43.297,54	R\$215.113,06
11	29.594,34	R\$1,59	R\$46.940,59	R\$262.053,65
12	29.434,37	R\$1,73	R\$50.888,67	R\$312.942,32
13	29.274,41	R\$1,88	R\$55.167,19	R\$368.109,51
14	29.114,44	R\$2,05	R\$59.803,64	R\$427.913,15
15	28.954,47	R\$2,24	R\$64.827,81	R\$492.740,96
16	28.794,50	R\$2,44	R\$70.271,91	R\$563.012,87
17	28.634,53	R\$2,66	R\$76.170,85	R\$639.183,72
18	28.474,56	R\$2,90	R\$82.562,39	R\$721.746,11
19	28.314,59	R\$3,16	R\$89.487,43	R\$811.233,54
20	28.154,62	R\$3,45	R\$96.990,21	R\$908.223,75
21	27.994,65	R\$3,76	R\$105.118,66	R\$1.013.342,41
22	27.834,68	R\$4,09	R\$113.924,60	R\$1.127.267,00
23	27.674,71	R\$4,46	R\$123.464,14	R\$1.250.731,15
24	27.514,74	R\$4,86	R\$133.798,02	R\$1.384.529,17
25	27.354,77	R\$5,30	R\$144.991,94	R\$1.529.521,11

## 3 Considerações Gerais

### 3.1. Alterações no projeto

Toda e qualquer modificação do projeto ou serviço inicial, solicitado pelo cliente, que implique em alterações de características específicas, funções adicionais, reinstalação, ampliação ou outros itens não especificados, serão considerados como adicionais ao produto, devendo seguir cronograma de execução e alocação de recursos, através de nova proposta técnica e comercial.

### 3.2. Responsabilidade da Revenda

Toda a negociação, cobrança e recebimento dos valores dos serviços; agendamento de entrega e dos serviços; instalação e desinstalação; prestação de assistência técnica dos produtos e serviços; prestação de serviços de manutenção e suporte técnico; atendimento de garantias; apresentações de ART e apresentação/acompanhamento\* das autorizações junto à Concessionária de Energia Elétrica local; serão de responsabilidade exclusiva da Revenda, e deverão ser realizados pela Revenda diretamente ao Cliente.

\*O acompanhamento da Revenda é exclusivo para o pedido de homologação junto à Concessionária, sendo que o prazo de resposta da Concessionária e a aprovação do pedido depende EXCLUSIVAMENTE da análise da Concessionária local, estando a Intelbras e a Revenda isentas de qualquer responsabilidade neste processo, conforme determina a legislação vigente.

### 3.3. Isenção de responsabilidade da Intelbras

A Intelbras não se responsabiliza por perdas, despesas e danos diretos e indiretos sofridos pelo Cliente em função da execução de serviços de instalação, manutenção, suporte, seja no período de garantia ou não, e também não se responsabiliza por problemas de outros equipamentos que não sejam de sua própria fabricação e marca.

### 3.4. Prazo de entrega dos Produtos Intelbras

Para a sua cidade (São José) o prazo médio de entrega dos produtos Intelbras adquiridos via Plataforma Solar Intelbras é de 20 dias úteis a partir da emissão da nota fiscal::

- **Financiamento direto** (BV Financeira, Santander) - aprovação da Instituição Financeira (depende da apresentação de todos documentos relacionados ao financiamento, análise e aprovação da instituição financeira, conforme seus procedimentos e prazos);
- **Financiamento indireto** (demais instituições) – pagamento total da Instituição Financeira para Intelbras.

Vale destacar que o prazo médio de entrega pode variar ainda conforme:

- i. da disponibilidade de **estoque do produto** na Intelbras e,
- ii. qualquer **caso fortuito** ou **força maior** que venha interferir, direta ou indiretamente no pedido, expedição e/ou transporte do Produto.

Para informações adicionais e em tempo real, o cliente poderá acompanhar o status do pedido pela Plataforma Solar Intelbras, com seu login e senha.

Importante destacar que os prazos indicados dependem que no ato da compra do Produto Intelbras, via Plataforma Solar, o Cliente indique o endereço completo e correto para entrega, sendo de sua inteira responsabilidade os dados apresentados. É imprescindível que o cliente tenha um espaço destinado ao recebimento do produto, em local protegido.

Os agendamentos para entrega devem ocorrer em turnos definidos conjuntamente entre a transportadora e Cliente, e em caso de duas tentativas de entrega nos dias agendados, sem sucesso, os custos de entrega passarão ao Cliente.

Todos os serviços decorrentes desta Proposta deverão ser agendados diretamente com a Revenda. Ao receber o instalador, o Cliente deve acompanhar o serviço, e assinar a Ordem de Serviço somente na conclusão definitiva dos serviços de instalação.

### 3.5. Ordem de Serviço

ATENÇÃO CLIENTE: SOMENTE ASSINAR A ORDEM DE SERVIÇO APÓS A FINALIZAÇÃO DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DA REVENDA DO GERADOR FOTOVOLTAICO NO LOCAL INDICADO NA PROPOSTA COMERCIAL. A ASSINATURA DA ORDEM DE SERVIÇO DECLARA QUE O SERVIÇO FOI EXECUTADO EM SUA INTEGRALIDADE E ESTÁ APROVADO PELO CLIENTE FINAL, CONFORME CONDIÇÕES CONTRATADAS NA PROPOSTA COMERCIAL.

### 3.6. Manutenção

A manutenção dos produtos deve ser realizada de acordo com o Manual do Produto. Em caso de dúvidas e suporte, contate a Revenda.

Geralmente as chuvas fazem a limpeza dos módulos tirando a sujeiras mais comuns, contudo nem sempre isso ocorre. Sujeiras na superfície do módulo podem levar a uma redução na produção energética do sistema. Desta forma, recomenda-se fazer a limpeza e manutenção da seguinte forma:

- Utilize uma esponja ou pano macio com água para realizar a limpeza dos vidros dos módulos fotovoltaicos. Nunca utilize palha ou esponja de aço ou algum material de limpeza com abrasivos, pois podem causar danos e prejudicar o funcionamento dos módulos.
- A limpeza dos módulos deverá ser realizada por uma equipe habilitada. Sugerimos entrar em contato com a empresa responsável pela instalação.
- Verifique as conexões elétricas dos módulos a cada 6 meses. Se necessário faça a limpeza dos conectores.

## 4. DAS GARANTIAS

As garantias dos produtos e serviços são divididas da seguinte forma:

Garantia contra defeitos	Prazo de Garantia
SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DA REVENDA	2 ano(s)
PRODUTOS – MÓDULOS INTELBRAS	12 (DOZE) anos*
PRODUTOS – INVERSORES INTELBRAS	10 (DEZ) anos
PRODUTOS – MICROINVERSORES INTELBRAS	10 (DEZ) anos
PRODUTOS – ESTRUTURAS DE FIXAÇÃO INTELBRAS	15 (QUINZE) anos
DEMAIS EQUIPAMENTOS (string box, cabos e conectores) INTELBRAS	1 (UM) ano

Os prazos de garantia serão contados a partir da data de emissão da respectiva Nota Fiscal e a garantia somente poderá ser acionada mediante apresentação da Nota Fiscal original correspondente ao serviço/produto com defeito. As condições de garantia e respectivas exclusões estão descritas nos Manuais dos Produtos, e deverão ser acionadas junto à Revenda de instalação dos serviços.

Além de todas as demais previsões dos Manuais dos Produtos e informações apresentadas pela Revenda, o Cliente deve estar ciente que qualquer alteração na estrutura, modificação e abertura dos equipamentos, reconfiguração, desinstalação do sistema gerador solar que não seja realizado diretamente pela Revenda que realizou os serviços de instalação, comprometerá a garantia de toda a solução.

\* Os módulos da Intelbras têm um prazo total de garantia de 25 anos, sendo 12 (DOZE) anos de fábrica e performance e mais 13 anos de performance. Quanto à capacidade de geração de energia, garante 90% da capacidade de geração durante os 12 (DOZE) primeiros anos e 80% nos outros 13 anos. (Para informação detalhada da garantia de performance, consulte o datasheet do módulo fotovoltaico.)

## 5. INVESTIMENTO

Compreende no orçamento do projeto Gerador Solar On Grid 24.3kWp\*:

Equipamento	Marca	Unidade	Quantidade
Módulo Fotovoltaico 144C EMSC 450BM HC Bifacial Monocristalino 144 células 450 W	INTELBRAS	Unit.	54
Inversor On Grid 20KW EGT 20000 MAX (380V) Aviso: Inversor Trifásico - 380V	INTELBRAS	Unit.	1
Perfil Metálico 4400x34mm p/Sistemas Fotovoltaicos(PAR) Kit - 1 PAR de Perfil para 4 MÓDULOS	INTELBRAS	Unit.	16
Estrutura Fixação p/Sistema Fotovoltaico Telha Fibrocimento Inclui: 8 suportes de fixação (incluindo parafusos e porcas), 4 grampos finais, 6 grampos intermediários e 1 terminal de aterramento. Kit para instalação de 4 módulos na posição retrato.	INTELBRAS	Unit.	16
Cabo Solar Vermelho 1kVCA 4mm Cabo Solar Vermelho 1kVCA 4mm	INTELBRAS	Metros	100
Cabo Solar Preto 1kVCA 4mm Cabo Solar Preto 1kVCA 4mm	INTELBRAS	Metros	100
Conector p/Cabo MC4 Par FM/MC 1Via 1,5kV 39A/Solar Conector p/Cabo MC4 Par FM/MC 1Via 1	INTELBRAS	Unit.	4
Grampo Intermediário p/ Junção de Estruturas Fotovoltaica Grampo Intermediário p/ Junção de Es	INTELBRAS	Unit.	10
Chapa Metálica p/ Junção de Estruturas Fotovoltaicas Chapa Metálica p/ Junção de Estrutur	INTELBRAS	Unit.	20
Serviço de instalação	Incluso no valor total		
Custo Total:	R\$93.948,09		

\* Este é um pré-orçamento e tem validade de 10 dias, ou enquanto durarem os estoques. A Intelbras pode, constatada a compra e a seu exclusivo critério, encaminhar um sistema com potencial de geração igual ou superior ao especificado acima, caso haja disponibilidade de estoque dos produtos, sem ônus adicional, estando o cliente ciente e de acordo com essas condições.

## 5.1. Condições de Pagamento

- Boleto (à vista)
- Financiamento bancário\*
  - BV Financeira
  - Santander
  - Faturamento Indireto (banco de relacionamento / preferência do cliente)
- Cartão de crédito em até 12x

Nos casos acima, estão disponíveis múltiplas formas de pagamento, as quais são:

- Boleto à vista + Um Cartão de Crédito;
- Dois Cartões de Crédito;
- Boleto à vista + Financiamento BV ou Santander;
- Um Cartão de Crédito + Financiamento BV ou Santander;

Caso prefira pagar a instalação diretamente à Revenda Instaladora, consultar as condições de pagamento disponíveis junto ao parceiro.

\*Sujeito à análise de crédito da instituição financeira.

## 5.2. Simulação Cartão de Crédito\*

Os valores abaixo são apenas uma referência de parcela.

1x de R\$93.948,09 s/ adicional
2x de R\$48.035,66 c/ adicional de 1,5% a.m
3x de R\$32.258,64 c/ adicional de 1,5% a.m
4x de R\$24.374,83 c/ adicional de 1,5% a.m
5x de R\$19.642,67 c/ adicional de 1,5% a.m
6x de R\$16.491,02 c/ adicional de 1,5% a.m
7x de R\$14.238,50 c/ adicional de 1,5% a.m
8x de R\$12.550,29 c/ adicional de 1,5% a.m
9x de R\$11.237,24 c/ adicional de 1,5% a.m
10x de R\$10.186,79 c/ adicional de 1,5% a.m
11x de R\$9.328,19 c/ adicional de 1,5% a.m
12x de R\$8.613,47 c/ adicional de 1,5% a.m

### 5.3. Simulação de Financiamento\*

Os valores abaixo são apenas uma referência de parcela.

Opções de financiamento: Valor Financiado: R\$93.948,09



12x de R\$8.428,09 a R\$9.535,74
24x de R\$4.462,84 a R\$5.604,71
36x de R\$3.147,22 a R\$4.347,64
48x de R\$2.493,99 a R\$3.756,67
60x de R\$2.105,66 a R\$3.429,70

12x de R\$9.260,27
24x de R\$5.268,06
36x de R\$3.956,25
48x de R\$3.303,18
60x de R\$2.927,43
72x de R\$2.710,69

\*Se você for correntista do Santander, terá condições diferenciadas.

O prazo de carência do contrato é de 90 dias a contar a partir da data de assinatura do cliente.

- O Valor da Parcela poderá variar para mais ou para menos de acordo com taxas atualizadas do BV.
- As taxas podem variar de acordo com o perfil do contratante, como pela quantidade de parcelas do financiamento.

## TERMO DE ACEITE DA PROPOSTA TÉCNICA-COMERCIAL INTELBRAS SOLAR

À R N E INSTALACOES ELETRICAS E

Referente proposta comercial nº PROJ2208508127

Valor de negociação: R\$93.948,09

Formas de pagamento:

Produtos Intelbras:

- Boleto (à vista)
- Cartão de crédito em até 12X (com juros)
- Financiamento bancário

Produtos Intelbras e Serviços:

- Financiamento bancário

Manifesto a aceitação da proposta referida, nos valores, quantidades e condições de pagamento previstas na Proposta Comercial em anexo.

Data:

Nome:

CPF:

Assinatura:

Considerando que o aceite firmado nesta presente proposta, seja de forma online na Plataforma Solar ou de forma física, na via impressa, obrigará as partes às condições e obrigações nela estabelecidas em uma relação contratual válida e irrevogável, as partes não poderão ceder ou transferir esta proposta ou quaisquer benefícios, interesses, direitos ou obrigações decorrentes do mesmo, no todo ou em parte, a quaisquer terceiros, sem o consentimento prévio e por escrito da outra parte.

A validade das condições desta proposta depende da disponibilidade de estoque e da confirmação de pagamento ou da assinatura do respectivo Contrato de Financiamento com a Instituição Bancária.

## Saiba Mais

---

Entenda detalhadamente o funcionamento de um sistema fotovoltaico:

### 1. Captação

Os módulos fotovoltaicos ou painéis captam a energia e a transformam em corrente contínua.

### 2. Conversão

Os inversores transformam a energia captada em corrente alternada (110V ou 220V) e sincronizam essa energia gerada com a energia da concessionária.

### 3. Distribuição

A energia gerada pelo inversor é conectada e distribuída na rede de energia da casa.

### 4. Utilização

A energia disponível é consumida por todos os equipamentos que estão conectados na rede elétrica.

### 5. Créditos

A energia que não for consumida retorna à rede da concessionária gerando créditos que podem ser usados em outro momento.