

DANIELE BERTOLINI

VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE CERTIFICAÇÃO LEED – CATEGORIA
ENERGIA E ATMOSFERA EM UMA AGROINDÚSTRIA DO OESTE DO
PARANÁ

CASCADEL
PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO – 2020

DANIELE BERTOLINI

VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE CERTIFICAÇÃO LEED – CATEGORIA
ENERGIA E ATMOSFERA EM UMA AGROINDÚSTRIA DO OESTE DO
PARANÁ

Dissertação apresentada à Universidade
Estadual do Oeste do Paraná, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Energia na Agricultura, para
obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dra. Maritane Prior

CASCADEL
PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO – 2020

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de
Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Bertolini, Daniele

Viabilidade de implantação de certificação LEED ? Categoria
energia e atmosfera em uma agroindústria do oeste do Paraná/
Daniele Bertolini; orientador(a), Maritane Prior, 2020.

83 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do
Paraná, Campus de Cascavel, Centro de Ciências Exatas e
Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Energia na Agricultura, 2020.

1.Certificação ambiental. 2. Auditoria energética. 3. Sistema
de gestão ambiental. 4. LEED. I. Prior, Maritane. II. Título.

DANIELE BERTOLINI

Viabilidade de implantação de certificação LEED – Categoria energia e atmosfera
em uma agroindústria do Oeste do Paraná

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia
de Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do
título de Mestra em Engenharia de Energia na Agricultura, área de concentração
Agroenergia, linha de pesquisa Fontes Renováveis e Racionalização de Energia Na
Agroindústria e Agricultura, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:


Orientador(a) - Maritane Prior

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)


Hitomi Mukai

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)


Aurea Lúcia Vendramin
Universidade Presbiteriana Mackenzie (MACKENZIE)


Fulvio Natercio Feiber
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Cascavel, 10 de março de 2020

“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade.” Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me guiar em todos os momentos;

À mãe de todas as mães, Maria, por passar na frente em tantos momentos difíceis nos últimos tempos;

À curiosidade que habita em mim e que me faz ter sede de conhecimento;

Aos meus pais, por todo amor para comigo e pelo apoio nas decisões na minha vida;

Aos amigos, por todos os momentos de alegria;

À CAPES, pelo incentivo;

À UNIOESTE, por fornecer ensino público, gratuito e de qualidade;

À minha orientadora, prof^a. Dra. Maritane Prior, e ao prof. Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira, pelo incentivo à pesquisa, orientação e compreensão;

Aos amigos que fiz no programa de mestrado, por todo o suporte e ajuda, principalmente no último ano;

À todos que, direta ou indiretamente, participaram desta jornada junto comigo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Linha do tempo de programas e mecanismos de fomento à eficiência energética no Brasil.....	6
Figura 2 - Consumo final energético 2018 por setores - ano base 2017	6
Figura 3 - Metodologia de certificação LEED	23
Figura 4 – Mapa das Unidades Climáticas do Brasil	29
Figura 5 – Diagrama Psicrométrico e as 12 zonas de conforto da carta bioclimática de Givoni Fonte: Lamberts et al, 2006.....	32
Figura 6 – Pontos primordiais na qualidade da iluminação	33
Figura 7 - Localização da indústria.....	36
Figura 8 – Indústria Existente Alfama Alimentos LTDA.....	37
Figura 9 – Tela de trabalho do Software WineLux	41
Figura 10 – Interface do Software Lumisoft.....	42
Figura 11 – Energia Gerada pelo Sistema (kWh/mês)	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões analisadas no processo de certificação LEED O+M.....	22
Tabela 2 – Auditoria ASHRAE <i>Walk-through</i> (ou Avaliação do sítio): Nível 1..	25
Tabela 3 – Exposição diária máxima em locais frigorificados segundo a NR-29	30
Tabela 4 – Requisitos mínimos de iluminação na Indústria conforme NBR ISO 8995-1 e NR 17	35
Tabela 5 – Período de Funcionamento da Indústria.....	37
Tabela 6 – Média dos meses de jan. à dez. de 2019 de Matérias Primas	37
Tabela 7 - Média dos meses de jan. à dez. de 2019 de Produtos Fabricados pela Indústria	37
Tabela 8 – Histórico de Consumo, Demanda e Fatura de Energia Elétrica em 2019	48
Tabela 9 – Potência, Quantidade, Modelo e Média de Lux em todos os Ambientes Industriais.....	50
Tabela 10 – Adequações a NBR 8995-1 e NR 17 nos ambientes.....	52
Tabela 11 – Consumo de GLP na Indústria no ano de 2019	53
Tabela 12 – Capacidade de Geração do Sistema Fotovoltaico	56
Tabela 13 – Economia gerada pela usina solar	58
Tabela 14 – Temperatura na indústria e Mapa Brasil Climas.....	59
Tabela 15 – Média da Temperatura nos Ambientes Climatizados 24 horas	61
Tabela 16 – Média da Temperatura e Umidade Relativa do Ar nos Ambientes Climatizados Conforme Horário de Funcionamento da Indústria	61
Tabela 17 – Médias da Temperatura e Umidade Relativa do Ar nos Ambientes com Ventilação Natural	61

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira De Normas Técnicas
ANELL	Agência Nacional De Energia Elétrica
ASHRAE	The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
CE	Certificações Energéticas
CLT	Consolidação Das Leis Do Trabalho
COPEL	Companhia Paranaense De Energia Elétrica
EA	Energia E Atmosfera
EPA	Enviromental Protection Agency
EPE	Empresa De Pesquisa Em Energia
EPI	Equipamentos De Proteção Individual
GBC	Green Building Council
GBCI	Green Business Certification Inc
GEE	Gases De Efeito Estufa
HVAC	Aquecimento, Ventilação E Ar Condicionado
IBGE	Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística
iNDC	Intenção De Contribuição Nacional Determinada
LED'S	Lâmpadas De Descarga ou Indução
LEED	Leadership In Energy And Environmental Design
MT	Ministério Do Trabalho
NBR	Norma Brasileira
NR	Normas Regulamentadoras
OIE	Oferta Interna De Energia
OLED'S	Diodo Orgânico Emissor De Luz
UC	Unidade Consumidora
UNFCCC	Quadro Convenção Das Nações Unidas Sobre Mudança Do Clima
USD	Dolar americano
USGBC	United States Green Building Council

BERTOLINI, Daniele. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, fevereiro de 2020. **Viabilidade de implantação de certificação LEED – Categoria energia e atmosfera em uma agroindústria do oeste do Paraná.** Prof^a. Dr^a. Maritane Prior.

RESUMO

Políticas energéticas ao redor do mundo são cada vez mais voltadas a eficiência e a economia produzida ao abastecer os diversos setores da sociedade. As certificações ambientais surgiram com intuito de contribuir para a mitigação de impactos ambientalmente gerados por empreendimentos, desde as fases de projeto, construção, reformas e ampliação, operação e manutenção. O mercado do agronegócio é um grande consumidor de energia ao redor do mundo e, também no Brasil, porém, é um setor estratégico economicamente e em constante crescimento e promissora expansão. Este trabalho realiza uma análise de critérios de sustentabilidade baseando-se na certificação *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) para edificações existentes (LEED O+M), ao verificar a viabilidade de implantação em uma agroindústria do setor alimentício, no oeste do Paraná. A metodologia consistiu em verificar as atribuições exigidas para a categoria Energia e Atmosfera, pré-requisito de Práticas de Gestão de Eficiência Energética, que aborda a auditoria energética Walk-through à nível 1; com cinco itens atendidos, do levantamento a identificação de medidas de eficiência que requerem estudos adicionais e estimam a redução no consumo e nos custos da edificação. Foram também apresentados níveis adequados de conforto ambiental, na avaliação indicaram um percentil de 78,43 para a zona climática mesotérmica branda e 64,29 pela NBR 15220 e NR 17. Os resultados mostraram-se satisfatórios ao que foi proposto, sendo assertivo em dizer que esta indústria é apta em atender o pré-requisito de caráter obrigatório; Práticas de Gestão de Eficiência Energética estabelecido dentro da Dimensão Energia e Atmosfera da categoria LEED O+M.

PALAVRAS-CHAVE: certificação ambiental; auditoria energética; sistema de gestão ambiental; LEED

BERTOLINI, Daniele. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, fevereiro de 2020. **Viability of implementing LEED certification – Energy and atmosphere category in an agrobusiness in western Paraná.** Prof^a. Dr^a. Maritane Prior.

ABSTRACT

Energy policies around the world are increasingly focused on efficiency and the economy produced by supplying the various sectors of society. Environmental certifications arose in order to contribute to the mitigation of environmental impacts generated by projects, from the design, construction, renovation and expansion phases, operation and maintenance of these buildings. The agribusiness market is a major consumer of energy around the world and, also in Brazil, however, it is a strategic sector economically and in constant growth and promising expansion. This work carries out an analysis of sustainability criteria based on the Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) certification for existing buildings (LEED O + M), when verifying the feasibility of implantation in an agroindustry in the food sector, in western Paraná . The methodology consisted of verifying the attributions required for the Energy and Atmosphere category, a prerequisite for Energy Efficiency Management Practices, which addresses the level 1 Walk-through energy audit; with five items met, the survey identified the identification of efficiency measures that require additional studies and estimate the reduction in consumption and building costs. Adequate levels of environmental comfort were also presented, the evaluation indicated a percentile of 78.43 for the mild mesothermic climatic zone and 64.29 for NBR 15220 and NR 17. The results were satisfactory to what was proposed, being assertive in saying that for this industry it is able to meet the mandatory prerequisite; Energy Efficiency Management Practices established within the Energy and Atmosphere Dimension of the LEED O + M category.

KEY WORDS: environmental certification; energy audit; environmental management system; LEED

"This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001"

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo geral	4
2.2 Objetivos específicos	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 Eficiência energética na indústria brasileira	5
3.2 Avaliações de desempenho	8
3.3 Certificação energética ou desempenho energético	10
3.3.1 Certificação LEED - Liderança em Energia e Design Ambiental ..	13
3.3.2 Critérios de avaliação e pontuação LEED	17
3.3.3 Organismos de certificação LEED	17
3.3.4 Aquisição do selo LEED	18
3.3.5 Custos para aquisição da certificação LEED	19
3.3.6 Categoria LEED O+M: Edificações Existentes	20
3.3.6.1 Dimensão energia e atmosfera	23
3.3.6.1.1 Pré-requisito: Práticas de gestão de eficiência energética.	24
3.4 Conforto ambiental na indústria	26
3.5 Conforto lumínico na indústria	32
4. MATERIAL E MÉTODOS	36
4.1 Campo de estudo	36
4.2 Coleta de dados.....	38
4.2.1 Pré-requisito: práticas de gestão de eficiência energética - Análise Walk-through - Item 1.....	39
4.2.2 Pré-requisito: práticas de gestão de eficiência energética - Análise Walk-through - Item 2.....	39
4.2.3 Pré-requisito: Práticas de gestão de eficiência energética - Análise Walk-through - Item 3.....	39
4.2.4 Pré-requisito: práticas de gestão de eficiência energética - Análise Walk-through - Item 4.....	42
4.2.5 Pré-requisito: práticas de gestão de eficiência energética - Análise Walk-through - Item 5.....	42
4.2.6 Determinação do nível de conforto ambiental	44

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1 Resultados do pré-requisito: práticas de gestão de eficiência energética - Análise <i>Walk-through</i> - Item 1	46
5.2 Resultados do pré-requisito: práticas de gestão de eficiência energética - Análise <i>Walk-through</i> - Item 2	47
5.3 Resultados do pré-requisito: práticas de gestão de eficiência energética - Análise <i>Walk-through</i> - Item 3	47
5.3.1 Energia elétrica.....	47
5.3.2 Sistema de iluminação.....	49
5.3.3 Gás Liquefeito de Petróleo	53
5.4 Resultados do pré-requisito: práticas de gestão de eficiência energética - Análise <i>Walk-through</i> - Item 4 e 5	54
5.5 Resultados da análise de conforto ambiental	59
5.6 Considerações finais	63
6. CONCLUSÃO	65
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
Anexo A.....	80
Anexo B.....	81
Anexo C.....	82
Anexo D.....	83

1. INTRODUÇÃO

Os debates sobre políticas energéticas no mundo são voltados cada vez mais na melhoria da eficiência, e na economia da energia gerada para abastecer os diversos setores; indústrias, uso público, transportes, residências, setor energético, comércio, serviços e agricultura.

Durante a COP21 (21ª Convenção das Partes sobre Mudança do Clima, 2015) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, 2015), o Brasil, assinou o Acordo de Paris que visa reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE), e cujas medidas e metas, passam a valer para todos os 195 países signatários do acordo a partir de 2020, sendo que cada país estabeleceu sua Intenção de Contribuição Nacional Determinada (iNDC), no caso do Brasil, comprometeu-se a reduzir as emissões de GEE em 37% em relação às aos níveis de 2005, com data limite para 2025, com indicativo de reduzir 43% das emissões até 2030 (UNFCCC, 2015).

Para atender a iNDC, dentre os vários os setores da sociedade, destaca-se o setor de energia e industrial, com previsões de: Aumento da participação da bioenergia sustentável na matriz energética brasileira para 18% até 2030; Alcançar à participação de 45% de energias renováveis na matriz energética em 2030; ao expandir o uso de fontes renováveis na matriz, além da energia hídrica, para cerca de 28% a 33%; Expandir o uso doméstico de fontes de energia não fóssil, aumentando a parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive pelo aumento da participação de eólica, biomassa e solar; Aumentar em 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030; Para o setor industrial, a busca está em promover novos padrões de tecnologias limpas e ampliar medidas de eficiência energética e de infraestrutura de baixo carbono.

Tendo em vista que, o ciclo de vida dos edifícios consome cerca de 40% da energia global e 12% da água potável, além de ser responsável por cerca de 30% das emissões globais de GEE relacionadas à energia gera 40% dos resíduos sólidos do planeta, segundo dados do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Edifícios e Construções Sustentáveis (UNEP, 2018), é pertinente afirmar que novas alternativas de construção e uso de edifícios tornam-se necessários, sendo possível a implantação de metodologias de avaliação de desempenho ambiental através de certificações energéticas (CE)

como ferramentas importantes para garantir o emprego da sustentabilidade no setor da construção civil.

As CE's são fundamentais ao que tangem a complementação de instrumentos de avaliação de sustentabilidade, sendo, interlocutoras simplificadas entre as partes de interesse, a qual propõe-se desde a fase inicial inserir aos processos de planejamento (WANGEL *et al.*, 2016).

Nesse sentido, o *United States Green Building Council* (USGBC), surge em 1993 nos Estados Unidos, com o objetivo de avaliar o nível de sustentabilidade em edificações, além de incentivar a conscientização nessa área, atualmente é um dos certificados com reconhecimento internacional, aplicado em cerca de 160 países.

O *Leadership in Energy and Environmental Design*, Liderança em Energia e Design Ambiental (LEED) é um sistema de certificação voluntário no qual é medido o nível de eficiência da edificação por meio de várias dimensões que serão abordadas ao longo deste trabalho. Assim, o projeto que pleiteia a certificação opta por uma das tipologias e em seguida busca atender os requisitos. Estes são divididos entre pré-requisitos, que possuem caráter obrigatório, e os créditos de caráter opcional. Para cada crédito é atribuída uma pontuação específica e para que o edifício seja certificado é necessário que atinja, pelo menos, 40 pontos (USGBC, 2018).

Fuerst e McAllister (2011) argumentam que, à medida que mais e mais órgãos reguladores fomentam a obtenção de um sistema de certificação voluntário como um requisito para aprovação regulatória, as etiquetas estão se tornando quase obrigatórias em alguns países, como acontece com LEED.

Há uma falta de literatura que caracterize as práticas de construção verde no Brasil, o que dificulta uma compreensão holística da política energética do país (ZHAO, 2019).

A energia consumida pelo setor agrícola gira em torno de 30% da demanda mundial (IEA, 2017). No Brasil não é diferente, é um setor que tem um grande consumo da matriz energética, de caráter fundamental para a estrutura econômica, principalmente ao mercado de exportações. Ao pensar sobre esse alto consumo energético, atrelado a um setor tão importante da nação é preciso estudos voltados a essa cadeia do agronegócio, e uma forma de viabilizar a

redução energética, prevendo fontes de energia renováveis é a certificação LEED nas agroindústrias.

Realizou-se estudo de caso utilizando uma agroindústria do setor alimentício situada em Cascavel, Paraná. Neste estudo, foram verificadas as atribuições exigidas para a categoria energia e atmosfera, pré-requisito de práticas de gestão de eficiência energética, que aborda a auditoria energética *walk-through* à nível 1; com cinco itens atendidos, do levantamento a identificação de medidas de eficiência que requerem estudos adicionais e estimam a redução no consumo e nos custos da edificação. Foram também avaliados níveis adequados de conforto ambiental dentro da indústria, adotando parâmetros da zona climática mesotérmica branda e da NBR 15220 e NR 17.

Por conseguinte, ao cumprir exigências da certificação LEED foram cumpridas medidas de mitigação de impacto ambiental que resultaram em implementação de estratégias eficazes em termos de custos e energias renováveis para aumento da eficiência e alcance de melhor desempenho.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a viabilidade de implantação de certificação energética em uma agroindústria na região oeste do estado do Paraná, Brasil, utilizando de sistema de certificação e orientação ambiental de edificações: LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), sob o aspecto da categoria LEED O+M, de edificações existentes dentro do pré-requisito de Práticas de Gestão de Eficiência Energética e o conforto ambiental no âmbito industrial sob aspecto térmico.

2.2 Objetivos específicos

- Apresentar os requisitos da certificação LEED e formas de implementação, através de análise de categoria pertinente a uma agroindústria para aplicação da certificação LEED O+M, dimensão energia e atmosfera, pré-requisito - Práticas de gestão de eficiência energética;
- Levantar a carga e custos energéticos consumidos na agroindústria;
- Verificar a viabilidade da promoção do desempenho energético da indústria através de medidas de eficiência energética; medição e otimização e possibilidade de implantação de fontes renováveis de energia;
- Analisar o conforto ambiental dentro de uma agroindústria.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Eficiência energética na indústria brasileira

O pacto sobre mudanças climáticas, Acordo de Paris, trouxe a preocupação mundial sobre a redução da camada de ozônio (UNFCCC, 2015), e de acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA, 2017) conservação de energia pode contribuir com quase 50% na mitigação de emissões de gases de efeito estufa.

A estratégia de atendimento à demanda futura de energia pondera ações sob a ótica tanto da expansão da oferta quanto da redução da demanda específica de energia para a efetivação dos serviços energéticos indispensáveis para a produção de bens e serviços, ou para ofertar mobilidade e/ou conforto aos consumidores (EPE, 2013).

O consumo energético pode acontecer de forma mais eficaz por meio de um progresso autônomo, isto é, com iniciativa do mercado e sem interferência de políticas públicas, e/ou através de um progresso induzido, que considera a economia de energia ao ser obtida através de mecanismos legais (governo) de incentivo à eficiência energética (MME, 2011). O incremento dos níveis de eficiência energética na indústria, no contexto geral, acontecem por uma série de ações de caráter técnico.

Programas e mecanismos de fomento à eficiência energética vem sendo criados pelo Brasil, figura 1 (BUSTAMANTE, 2018), porém houve poucos avanços principalmente no setor industrial e ainda há grandes potenciais de alcance nessa área (Bajay *et al.*, 2009).

De acordo com o apontado por Bajay *et al.* (2018), tais iniciativas não tem impactado o planejamento de energia de longo prazo do sistema energético brasileiro, por acabarem fraturadas e assim decrescendo sua efetividade, como consequência, talvez uma das maiores dificuldades encontradas seja a falta de uma política de eficiência energética abrangente, a qual permeie metas econômicas energéticas atreladas as principais partes interessadas.

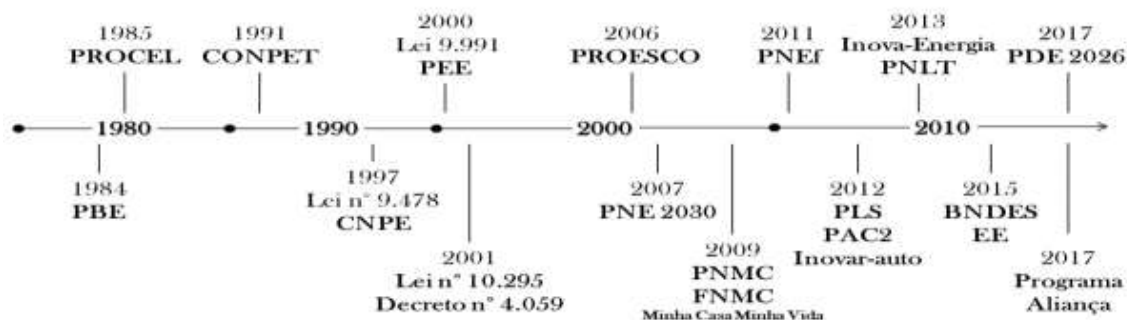


Figura 1 – Linha do tempo de programas e mecanismos de fomento à eficiência energética no Brasil

Fonte: Bustamante, 2018.

Os setores da economia brasileira de serviços e indústria podem ser apontados como principais, se levar em consideração o Produto Interno Bruto (PIB), que no último ano totalizaram 76% (EPE, 2018). O setor industrial abrange uma série de atividades onde a matéria prima é transformada mediante vários processos de produção, e é formada por diversos segmentos: alimentos e bebidas, siderurgia, indústria mecânica, indústria química, indústria têxtil, indústria de papel e celulose, entre outros. Este setor está diretamente ligado ao setor de serviços, que corresponde as atividades de comércio e transportes, um codepende do outro para o desempenho dos mesmos.

A produção industrial e transportes correspondem por aproximadamente 66% do consumo de energia do país, conforme figura 2.

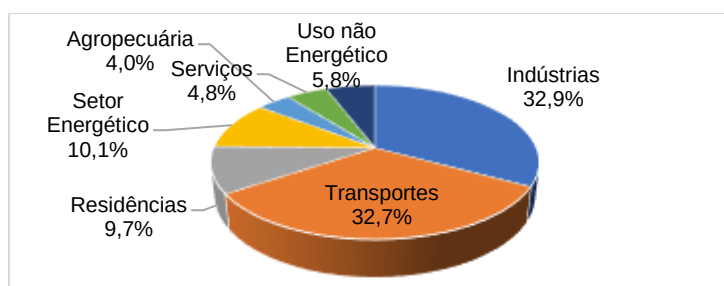


Figura 2 - Consumo final energético 2018 por setores - ano base 2017

Fonte: Adaptado de EPE, 2018.

Dentro do setor industrial, a demanda de consumo energético é maior nas atividades de transformação, metalurgia e alimentos e bebidas responsáveis por cerca de 62% da demanda (EPE, 2018).

A indústria de alimentos é uma das principais indústrias transformadoras do país, em relação tanto de valor bruto da produção quanto de participação no PIB. “A estrutura de produção agrega mais de 850 tipos de produtos em

incessante renovação e um universo de 42 mil plantas industriais, responsáveis por cerca de 12 milhões de postos de trabalho diretos, que são multiplicados por três quando se levam em conta os empregos indiretos” (CNI, 2009).

A eficiência energética é possível de ser aperfeiçoada de três formas principais: eficiência em empregos de tecnologias, trocar por um procedimento mais eficiente e transformar em combustíveis alternativos ou rotas de produção/ transporte/ consumo que equipem o mesmo serviço consumindo com menor quantidade energética (DE MELLO SANTANA e BAJAY, 2016).

A busca por melhorias nos níveis de eficiência energética na indústria pode focar em equipamentos, processos ou fábricas inteiras, e/ou, ainda, envolver a implantação de técnicas de gerenciamento de atividades energéticas (TANAKA, 2011).

É apontado por CNI (2009) e EPE (2010), que na indústria de alimentos e bebidas envolve um grande número diversos de processos industriais nos vários segmentos que a compõem. Pode ser relatado de forma resumida, que as principais operações consumidoras de energia térmica são: secagem, processos de separação (evaporação e destilação), cozimento, esterilização com aplicação de calor.

As principais operações consumidoras de energia elétrica são: refrigeração, resfriamento e congelamento que na maioria das vezes por compressão mecânica de vapor, extrusão por pressurização mecânica do produto através dos bocais, moagem, trituração ou pulverização e bombeamento de fluidos.

As demais operações consumidoras de energia na indústria de alimentos e bebidas, acontecem no; aquecimento, fornecimento de vapor, ou da água quente; assamento, tostagem com aquecimento em atmosfera controlada; branqueamento com imersão em vapor ou em água fervendo para ajudar a preservação ou descascamento e concentração por evaporação a vácuo com uso do calor e vácuo para retirar água de uma solução; desidratação que geralmente é pela aplicação de calor, mas também por alternativas que incluem a liofilização, a aplicação de microondas e de vácuo; fermentação com aquecimento brando por períodos longos com fermento; fritura; mistura; separação com pré-concentração de líquidos utilizando filtração mecânica. Inclui, também, peneiramento, filtração, ultra-filtração, uso de membranas e pressão osmótica; limpeza com lavagem a quente de máquinas e instalações,

frequentemente com água sob alta pressão; aquecimento ou calefação, iluminação e condicionamento de ar em instalações prediais.

É importante ressaltar que somente alguns equipamentos, como motores elétricos, possuem índices mínimos de eficiência regulamentados, e sendo este o principal consumidor de energia elétrica dentro da indústria, chegando a representar 89% do consumo global (CEMIG, 2008, BUSTAMANTE, 2018, KAWANO, 2013).

3.2 Avaliações de desempenho

Avaliação de Desempenho é o processo para construir conhecimento no decisor, a respeito do contexto específico que se propõe avaliar, a partir da percepção do próprio decisor por meio de atividades que identificam, organizam, mensuram ordinalmente e cardinalmente, e sua integração e os meios para visualizar o impacto das ações e seu gerenciamento (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012).

Diante dos impactos ambientais do uso inadequado dos recursos naturais pelo setor da construção civil, evidencia-se a necessidade de implantação de um sistema de gestão ambiental para amenizar os resultados nocivos causados por esta indústria; para estimular a responsabilidade social; priorizar a saúde dos funcionários e promover políticas públicas (CAMPOS *et al.*, 2015).

De acordo com Wade, Kallemeyn (2020), a necessidade de avaliar os edifícios sustentáveis originou as metodologias à avaliação de seu desempenho ambiental. Estas ferramentas avaliam por meio de critérios e subcritérios pré-estabelecidos e atribui-se aos empreendimentos uma classificação; além de auxiliar os profissionais engenheiros, arquitetos e projetistas a elaborar edifícios sob os parâmetros da sustentabilidade.

O entendimento comum para avaliar o desempenho do edifício é o de um conceito que permite comparar e contrastar as necessidades do usuário com o comportamento de um edifício específico ou, em outras palavras, um conceito que permite quantificar o desempenho de um edifício (DE WILDE, 2019).

No caso das construções, há métodos de análise que objetivam o uso da energia no edifício, outros, no clima interno, outros, nos materiais de construção com elementos perigosos, além de outros fatores. Os métodos podem ter caráter

integrado ou fragmentado considerando partes do edifício ou o edifício por inteiro (FORSBERG; MALMBORG, 2004).

Segundo Reijnders; Van Roekel (1999) e Severo; Sousa (2016), existem duas abordagens que merecem destaque na avaliação ambiental: a quantitativa e a qualitativa. A primeira delas é a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), que trabalha com dados quantitativos de fluxo energético. A segunda apresenta métodos que usam sistemas de pontuação ou conceitos para análise dos dados qualitativos. Tais ferramentas são denominadas *eco-labellings*, etiquetagem sustentáveis.

A avaliação de desempenho é um passo importante para aumentar a eficiência energética das edificações. Existem dois métodos para avaliar o desempenho de edificações já construídas: avaliação operacional baseada no uso real de energia ou classificação energética baseada no potencial de eficiência da edificação incluindo a envoltória, os equipamentos e os sistemas (KRÜGER; MORI, 2012).

Semple e Jenkins (2019) definem que avaliações energéticas são amplamente utilizadas em todo o mundo e entre todos os tipos de construção e fornecem uma poderosa ferramenta informativa aos usuários de edifícios, proprietários e formuladores de políticas ao prever, calcular, ou estimar as características reais da edificação.

Edifícios eficientes energeticamente possuem maior valor econômico, têm menor custo de operação e proporcionam melhor conforto térmico ao usuário (KRARTI; DUBEY; HOWARTH, 2019).

Para o desenvolvimento de métodos com a finalidade de avaliar energeticamente uma edificação, destacam-se: o balanceamento entre o custo e a precisão de coleta dos dados; o estabelecimento de uma modelagem simplificada e robusta; a seleção de um modelo de aferição (*benchmark*) adequado e a apresentação da classificação de forma clara (SCOFIELD; DOANE, 2018).

Os métodos de avaliação de edificações existentes priorizam a dimensão ambiental, pois tem como base os modelos gerados por países desenvolvidos. A premissa desses países é de que a sociedade já encontrou equilíbrio de qualidade de vida, igualdade social e distribuição de renda, e então, a primazia passa a ser o restabelecimento dos recursos naturais (SILVA; AGOPYAN, 2004; SEMPLE; JENKINS, 2019).

Além de normas e regulamentos, as pesquisas em eficiência energética também englobam o mapeamento e caracterização das edificações existentes. Através de levantamentos e estudos, é possível catalogar as características predominantes da envoltória, das rotinas e da carga interna de cada tipologia de edificação. Utilizando os bancos de dados resultantes e conhecimentos na área de simulação computacional, é possível representar cada tipologia de edificação através do desenvolvimento de modelos de referência (CAMARASA *et al.*, 2019).

3.3 Certificação energética ou desempenho energético

*Green Buildings*¹ ou edificações sustentáveis é a prática de criar estruturas e usar processos que sejam ambientalmente responsáveis e eficientes em termos de recursos ao longo do ciclo de vida de um edifício, desde a localização até o projeto, construção, operação, manutenção, renovação e desconstrução (FLOREZ, 2020).

Na primeira década do século XXI, começam a nascer edificações denominadas *green buildings*, empreendimentos cujos problemas ambientais causados na fase projetual, de construção ou operação do edifício são suavizados sem danificar o atendimento das necessidades dos usuários. Passou a ser utilizada de forma a abarcar todos os projetos destinados à criação de construções que usam os recursos de forma eficiente, proporcionando assim, conforto, e então, obtém vida útil aumentada e consistem em serem flexíveis às mudanças de necessidades pessoais (AMARAL, 2013).

Edifícios verdes são populares em todo o mundo e inevitavelmente utilizam-se de tecnologias avançadas e recursos humanos, portanto a viabilidade econômica desses recursos se torna uma das considerações mais cruciais para as partes interessadas na construção quando elas determinam se adotam ou não essas construções (LI *et al.*, 2020).

A certificação de desempenho energético foi reconhecida como uma metodologia e uma ferramenta eficaz de avaliação para gerenciar sistematicamente o consumo de energia e melhorar o desempenho energético (CAI, 2019).

¹ Para esse mesmo termo designa-se edifícios/edificações sustentáveis, construções sustentáveis, edifício/edificação verde todos com o mesmo significado.

A avaliação energética da edificação, com parâmetros desde a sua concepção até sua vida útil fomentam resultados satisfatórios de economia, desde que haja planejamento em todas as etapas. Para tal, existem duas maneiras; regulação de energia através de estabelecimento de índices mínimos de desempenho energético e certificação energética (C.E) que destinam o desempenho energético de forma mais eficiente (CASALS, 2006; LOPES *et al.*, 2016).

Para qualquer metodologia de cálculo empregado em uma C.E, deve-se analisar as seguintes características; térmicas, orientação solar, ventilação, envoltória das edificações, sistemas de aquecimento e arrefecimento, iluminação, fontes de energias renováveis e condições de qualidade do ar interior (PINHEIRO, 2017).

A Certificação Energética deve fornecer valores de referência claros e detalhados como padrões legais, e benchmarks para os consumidores compararem e avaliarem o desempenho energético de um edifício (rotulagem energética), a qual permite a comparação direta entre diferentes edificações (WONG; KRUGER, 2017).

De modo geral, as metodologias avaliam as edificações por meio de *checklists* (lista de verificação) e/ou *softwares* específicos para obtenção de informações globais dos edifícios, tais como: projeto, local, orientação e configuração, energia e atmosfera, materiais e recursos, envoltória dos edifícios, ventilação, água, iluminação, sistemas mecânicos, qualidade ambiental interna, dentre outras. Subsequentemente ocorre o tratamento e sistematização dos dados e então, o edifício obtém uma classificação final (PRIZIBELA, 2011).

Quando bem implementada abrange conceitos projetuais, através de resolução por meio da arquitetura bioclimática, aquecimento solar, ventilação passiva e integração de energias renováveis, objetivando redução do potencial de consumo de energia (GAN *et al.*, 2020).

Na prática, agrega-se valores às edificações, famílias podem economizar dinheiro aumentando o nível de eficiência energética dos bens duráveis que eles compram - uma chamada “lacuna na eficiência energética” (STALDEMANN, 2017).

Define-se indicador (certificação/desempenho energético) como um parâmetro simplificado, de informação e comunicação, sobre fenômenos complexos. Por si só o indicador não é capaz de gerar melhoria de desempenho.

Contudo é capaz de apresentar um cenário, sobre o qual será possível realizar ponderações mais criteriosas, e enfim tomar decisões objetivas e fundamentadas (como metas e desempenhos de referência pré-estabelecidos) (DOULOS *et al.*, 2019).

Os indicadores têm por objetivo avaliar uma determinada situação para uma possível intervenção, e assim atender à uma demanda específica. Visam o auxílio à uma boa intervenção nos espaços urbanos, e possuem ao menos 04 categorias de abrangência: a social, a econômica, a ambiental e a institucional (BARBOSA, 2013).

As ferramentas de classificação de edifícios verdes são desenvolvidas para fornecer um parâmetro para medir o desempenho. A sustentabilidade em determinados aspectos e a aplicação dos indicadores poderá culminar na obtenção de certificados (ILLANKOON, 2017), como é o caso do modelo de certificação LEED.

Para a inserção dessa certificação, há diversas limitações, podendo-se citar: a ausência de informação-base e de critérios significativos para a seleção de alguns indicadores; as dificuldades, na aplicação em determinadas áreas (como o ordenamento do território e da paisagem), na definição de expressões matemáticas (que traduzam da melhor maneira os parâmetros escolhidos), e na prática de obter dados; na perda de informações nos processos de agregação de dados (pela demasia de simplificação e prejuízo de informações essenciais); e na definição dos limites de variação do indicador com base em diferentes critérios (SIQUEIRA, 2019).

Os desafios que envolvem esta sistemática compreendem da quantificação ou qualificação da sustentabilidade por meio de metodologias de avaliação, que adequem às próprias realidades e características de cada local (sociais, econômicas, ambientais, culturais e institucionais). Outro desafio diz respeito à controvérsia técnica/científica e as eventuais perdas de informação, as quais podem ocorrer devido às simplificações metodológicas dos indicadores (KEMERICH; RITTER; ORBA, 2014).

Na Europa a certificação energética está atrelada a diretiva 2010/31/CE do Parlamento Europeu, que tem por premissa o uso prudente, racional e eficiente da energia, objetivando a diminuição da emissão de dióxido de carbono

e reduzir o consumo de energia nas edificações, através de Certificações de Desempenho Energético e aproximar as diferenças entre os países membros.

Em relação a países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, os desenvolvidos, Alemanha e Portugal, investem em pesquisa sobre eficiência energética há mais tempo, e, com isso, apresentam resultados mais consolidados nesta área.

No caso do Brasil há esforços para que as diferentes escalas sejam atendidas pelos indicadores de sustentabilidade, entretanto se pode dizer que os critérios e metodologias adotados nem sempre são replicáveis (BARATELLA, 2011). Assim, os indicadores de sustentabilidade devem ainda abranger os interesses do poder público, bem como aos dos cidadãos, onde é indispensável avaliar a eficiência e eficácia das políticas adotadas, utilizando-se disso como instrumento de cidadania.

3.3.1 Certificação LEED - Liderança em Energia e Design Ambiental

Em 1996, o *United States Green Building Council, Conselho de Construção Verde dos Estados Unidos da América*, (USGBC), desenvolveu a Liderança em Energia e Design Ambiental (LEED), um sistema de classificação de desempenho e orientação ambiental, voltado para o mercado, com o intuito de acelerar o desenvolvimento e a implementação de práticas de projeto e construção ambientalmente responsáveis, portanto, sustentáveis (USGBC, (2018); LIMA, (2018)).

O LEED é o sistema de classificação de edifícios verdes mais popular e mais utilizado no mundo (SHAD, 2017). É uma certificação que avalia a sustentabilidade de uma edificação, por meio do seu processo, sendo possível conhecer o quanto uma edificação é sustentável e em quais áreas o seu desempenho é satisfatório ou bom, é sendo possível fazer melhorias para aumentar o nível de sustentabilidade da edificação.

Desde a inauguração do sistema de classificação LEED em 2000, a mesma já foi utilizado em mais de 160 países (USGBC, 2018). Por se tratar, de uma certificação detalhada e flexível, possibilita aplicação a todo tipo de edifício em qualquer etapa do seu ciclo de vida, permitindo às equipes de projeto, decidir a melhor maneira de atender às suas exigências.

Ao proporcionar um ambiente interno de melhor qualidade, os edifícios energeticamente eficientes e sustentáveis também contribuem para a saúde e o bem-estar dos ocupantes, como as escolas com luz natural adequadas em níveis ideais, aumentam a frequência (em até três dias por ano por aluno), com taxas de aprendizado de 20% a 26% mais rápidas e melhoria de 5% a 14% nas notas em exames (WARGOCKI; WYON, 2017).

Scofield (2018), analisou dados de referência de Chicago/EUA com o banco de dados de projetos LEED do USGBC de edificações certificadas, ao total de 132 propriedades; escritórios, escolas de ensino fundamental e médio e residências multifamiliares para saber se essas edificações utilizam menos energia do que os edifícios convencionais semelhantes, educação de cerca de 10% no consumo de energia no local do que os edifícios convencionais.

Na cidade de São Francisco/EUA é exigido desde 2008, que edifícios novos e modernos obtenham maior eficiência energética e seja vinculado aos sistemas de classificação de edifícios verdes LEED e *GreenPoint* (TOZER, 2020).

Pellizzeti (2017) comparou edificações proponentes a certificação ambiental de habitações *LEED for Homes* na América Latina e constatou diferenças consideráveis de gestão de projeto em relação ao escopo tradicional na construção residencial brasileira. A metodologia foi considerada complexa e bastante rigorosa, por este motivo tem certo valor destacado no mercado e que as novas atividades agregam valor de qualidade para o empreendimento com melhor eficiência energética com redução de até 60%, eficiência hídrica dos sistemas instalados com economia de até 80%, 70% na geração de resíduos sólidos além de propiciar reduções de perdas de materiais e equipamentos, redução dos custos operacionais, qualidade dos ambientes internos, perdas de materiais e equipamentos e bem-estar do usuário, durante o ciclo de vida da habitação.

Cossich (2015), trouxe um estudo com construtoras em Maringá/PR que verificava o grau de conhecimento das empresas entrevistadas sobre a certificação LEED e sustentabilidade e quão dispostas estariam para a implementação da mesma em seus empreendimentos. As construtoras demonstraram possuir conhecimento mínimo sobre os benefícios e importância da sustentabilidade na construção civil, algumas citaram haver realizado

algumas ações em seus empreendimentos, porém, ainda não compreendiam a totalidade de implementação, benefícios ao longo do tempo e o potencial de economia de seus empreendimentos, como consumo de água e energia.

De acordo com Kern *et al.* (2016), em um estudo dos primeiros anos da fase pós-ocupação de um edifício comercial brasileiro, certificado pelo LEED, nível ouro, versão 2.2, ao analisar aspectos de consumo de água e energia, e o comprometimento dos usuários na adoção de práticas sustentáveis e na percepção do edifício certificado, apontam que o consumo medido é bem mais alto do que o previsto no projeto, no entanto, mostram uma tendência de redução ao longo do tempo, alguns dos créditos obtidos devido à solução do projeto não são eficazes durante a pós-ocupação e a maioria dos usuários que foram entrevistados está satisfeito com o conforto térmico e acreditam que tem maior qualidade do trabalho.

Moura *et al.* (2018) aponta que uma empresa multinacional do ramo de bebidas, inaugurou em 2009 uma fábrica de chás que foi a primeira no Brasil a ser construída dentro dos padrões LEED, localizada em Fazenda Rio Grande/PR. A sustentabilidade adquirida através da certificação foi nos sistema de coleta de águas pluviais, a utilização de materiais com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis, na aquisição de, pelo menos, 10% do orçamento de materiais de obra em produtos com conteúdo reciclado e de rápida renovação. O consumo de água foi reduzido em 36%, devido ao reaproveitamento da água da chuva utilizada nos banheiros, limpeza e irrigação. Os custos construtivos foram compensados em apenas cinco anos, além de menor impacto com o meio ambiente e proporcionou melhor conforto aos funcionários e consequentemente melhorou a produção.

A certificação LEED fornece verificação independente dos recursos sustentáveis de um edifício ou do bairro, permite ao projeto, construção, operações e manutenção de edifícios que se tornem eficientes em termos de recursos; visando uma alta performance de desempenho, mas que tenham ambientes saudáveis e sejam viáveis economicamente. Não há especificação quanto a fase a ser avaliada. Como consequência, a maior parte dos edifícios agrupa-se na fase projetual e não na operacional. Em 2015, o sistema de classificação LEED v4 tinha 358 projetos registrados para novas construções na fase de projeto, enquanto apenas 122 projetos foram registrados para certificação de operação e de manutenção (DING *et al.*, 2018).

A certificação funciona como um guia para desenvolver os aspectos sustentáveis da edificação, ao adequar aos critérios do sistema, ou seja, obter a certificação, possibilita a edificação a garantia de uma construção que atende critérios sustentáveis e, portanto, haverá economia no consumo de recursos durante a sua operação, o que resultará em bons índices econômicos para seus usuários.

Todavia, com um retorno econômico favorável que uma edificação certificada possa apresentar, soma-se ganhos ecológicos e sociais no entorno da construção e para os agentes compreendidos no processo da construção (WORDEN, 2019).

Uma edificação certificada com o selo LEED, também possui vantagens comerciais, pois ao diminuir os custos operacionais, torna-se um bom atrativo para vender ou alugar imóveis ao originar competitividade no mercado. Aos usuários então, obtêm-se ganhos com conforto, bem-estar, saúde e mitigação dos impactos gerados durante a obra sobre a comunidade no entorno e o meio ambiente (GBCB, 2018).

Os imóveis com classificação LEED e Green Star geralmente recebem valores maiores quando alugados com percentual de até 17% se comparados aos que não possuem (WGBC, 2013).

As certificações energéticas ambientais também estão apoiando a capacitação de maneiras que possibilitam o aumento e a consolidação de práticas de diminuição do uso de carbono (TOZER, 2020).

Ao considerar uma obra que visa a aplicação da certificação LEED, analisando através dos itens a serem cumpridos, nota-se que a criatividade é um dos quesitos de pontuação da norma LEED, ou seja, a metodologia adota a utilização de materiais e tecnologias inovadoras e a aquisição de materiais fornecedores próximos a localização da obra, portanto, reduzindo a necessidade de deslocamento, o que evita a emissão de poluentes, e assim contribui para o desenvolvimento econômico local e regional (MAZZOLA *et al.*, 2017).

O LEED oferece uma variedade de sistemas de classificação baseados no mercado, edificação e construção. Possui sete categorias, que consideram as diferentes necessidades para cada tipo de empreendimento; Novas Construções (LEED BD+C); Design de Interiores (LEED ID+C); Edificações Existentes (LEED O+M); Bairros (LEED ND); Residências (LEED HOMES);

Cidades e Comunidades (LEED C+C); Emissões Zero de Carbono (LEED ZERO) (USGBC, 2018).

3.3.2 Critérios de avaliação e pontuação LEED

O sistema da certificação LEED é baseada em critérios e *benchmarks*, baseados em exigências de princípios advindos das normas e recomendações de organismos norte-americanos com credibilidade reconhecida como, por exemplo, a ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*), a ASTM (*American Society for Testing and Materials*), EPA (*U.S. Environmental Protection Agency*) e o DOE (*U.S. Department of Energy*), para estimular estratégias em prol da sustentabilidade (SCOFIELD; DOANE, (2018); FOSSATI, (2008).

Na C.E LEED, independente da categoria a qual pertencer deverá atender as sete dimensões que concernem o sistema de avaliação das edificações; Localização e Transporte, Terrenos Sustentáveis, Eficiência Hídrica, Energia e Atmosfera, Materiais e Recursos, Qualidade Ambiental Interna e Inovação e pontuam de acordo com pré-requisitos e créditos (GURGUN *et al.*, 2016).

Os pré-requisitos são consideradas práticas obrigatórias que devem constar em qualquer projeto certificado pelo LEED e créditos que são recomendações que consistem em estratégias adotadas pelos gestores para obter pontos na certificação. Para garantir a certificação, é imprescindível cumprir todos os pré-requisitos e obter uma quantidade mínima de créditos, ainda que leve variação, e, estar sujeito ao tipo de edifício e sistema de avaliação utilizado (PLEBANKIEWICZ *et al.*, 2019).

À medida que atendidos, garantem pontos à edificação e o nível da certificação é definido, variam de 40 a 110 pontos. Os níveis são: Platino de 80-110 pontos; Ouro de 60-79 pontos; Prata de 50-59 pontos e Certificado de 40-49 pontos (USGBC, 2019).

3.3.3 Organismos de certificação LEED

A certificação LEED é acreditada pelo *Green Business Certification Inc.* (GBCI), nos Estados Unidos, a qual é, uma organização independente que faz supervisão de programas de credenciamento profissional e certificação de

projetos relacionados com *green buildings* e no Brasil, a certificação é acreditada pelo *Green Building Council Brasil* (VERITAS, 2015).

A certificação dos empreendimentos através das categorias acima citadas está a responsabilidade do USGBC, no Brasil é o GBCB, e todo o processo de documentação é realizado online, em inglês, pelo site da entidade, com exceção das duas últimas categorias (PARTICELLI, 2018).

As categorias Residências e Emissões Zero de Carbono são auditadas internamente no Brasil, em parceria com o Bureau Veritas, organização internacional de avaliação de conformidade e certificação (VERITAS, 2015).

3.3.4 Aquisição do selo LEED

De acordo com GBCB (2018), o processo de obtenção do selo ocorre em 5 etapas e Leite (2011) descreve as etapas da certificação LEED que são definidas;

1) por meio da plataforma online deve-se realizar o registro do projeto junto ao USGBC, enviando um formulário de registro e pagando-se a taxa de Certificação ao USGBC;

2) ocorre a coleta de informações pela equipe de projeto: são informadas todas as atividades do projeto, inclui o registro e a documentação de conformidade do crédito, que coleta os dados fornecidos pela equipe sobre o projeto. Documenta-se e comprova-se através de cálculos e evidências, todos os pré-requisitos e créditos, e essas informações devem ser fornecidas no LEED Online;

3) quando o material estiver todo reunido e a equipe pronta para a revisão, o administrador do projeto deve submeter a documentação para análise. A documentação pode ser enviada toda ao final da construção do projeto, ou pode-se enviar parte da documentação após a fase de projeto e o restante após o final da construção.

4) é feita a análise da documentação enviada, podendo ser necessário enviar informações adicionais ou fazer esclarecimentos, caso o revisor do GBCI faça a solicitação;

5) após a conclusão da análise do material enviado, a equipe do projeto pode recorrer e fazer uma solicitação de revisão de qualquer crédito individual, mediante ao pagamento de uma taxa adicional ao GBCI. Após o fim deste

processo é feita a certificação ao projeto, com nível correspondente à pontuação atingida.

Desde 2009, o USGBC exige que todos os edifícios certificados reportem ao consumo anual de energia do USGBC por cinco anos após a certificação. Isso se aplica a todos os edifícios certificados sob a versão 3 do LEED (v2009) ou versão 4 (SCOFIELD, 2018).

3.3.5 Custos para aquisição da certificação LEED

Ao analisar os custos incorridos com a certificação, Plebankiewicz *et al.* (2019), distinguiu em três tipos os custos da certificação LEED; custos relacionados diretamente à certificação (em relação à autoridade de certificação), custos relacionados ao projeto (introdução de soluções adequadas à documentação do projeto, análises e estudos adicionais, consultoria) e custos relacionados à implementação e construção de uma instalação certificada (relacionada à introdução de soluções ecológicas na implementação).

De acordo com dados da biblioteca de políticas públicas do USGBC, as despesas relacionadas à construção de edifícios com certificação LEED podem aumentar o custo de um projeto em cerca de 10 a 30%, destes a certificação pode representar de 5 a 15% das despesas totais de construção.

Já Cassidy (2010), apresenta que os profissionais da construção civil, arquitetos e engenheiros geralmente exigem taxas mais altas para projetos sustentáveis, com certificação LEED, o valor agregado é em torno de 1 a 2% a mais por um projeto e estes números não incluem as taxas de um profissional ser credenciado pelo LEED (obrigatórios este na fase de acreditação, que pode aumentar as taxas de projeto em 10 a 15%), as taxas de inscrição na certificação ou os custos associados ao monitoramento e relatório do desempenho da construção.

Vamosi (2011) relata que a certificação de um novo hospital ultrapassou USD 1 milhão, no estado americano da Califórnia e em um edifício comercial de 11148365 m² com um orçamento de USD 400 milhões tiveram estimativa de que o custo da certificação LEED foi de 0,27% do custo total, o que representou um adicional de USD 1,08 milhão.

Coelho (2010), Franco (2017), Fujihara (2012), Plebankiewicz *et al.* (2019) e Vamosi (2011), citam que os custos de obtenção do certificado LEED, variam

em ser membro ou não da USGB e são divididos conforme etapas do processo e depende da categoria que está inserido. A categoria LEED O+M, para não membros tem o registro inicial de cadastro com o valor de 1500 USD, após é pré certificado e passa a uma taxa fixa por edifício de 5000 USD e caso queira-se uma revisão acelerada, reduzir de 20 a 25 dias úteis para 10 a 12 dias, se houver disponibilidade dentro da base de capacidade de análise do USGB.

Em seguida acontece a etapa de revisão de certificação, válida por 3 anos, que é distinta em; área bruta do piso², ABP, (excluindo área de estacionamento) com área menor de 23225,76 m², o valor é de 0,0274/0,092 m² USD, com o valor mínimo de 1350 USD; ABP de 23225,76 a 46451,42 m², o valor é de 0,0252/0,092 m² USD, com o valor mínimo de 6850 USD; ABP de 46451,52 a 69677,18 m², o valor é de 0,0216/0,092 m² USD, com o valor mínimo de 12600 USD, ABP de 69677,19 m² ou maior, é necessário solicitar um orçamento com USGC.

Nessa etapa também há possibilidade de uma revisão acelerada, com redução de 20 a 25 dias úteis para 10 a 12 dias, se houver disponibilidade dentro da base de capacidade de análise do USGB o valor cobrado é de 10000 USD.

Podem ocorrer custos adicionais da certificação, resultantes das características do processo, como, caso ocorra explicações do organismo de certificação a respeito de interpretações de requisitos e regras LEED individuais é taxado 220 USD para cada emissão, se houver verificação pelo organismo de certificação do cumprimento de um crédito ou revisão acelerada, independentemente do processo de certificação, 500 USD para a taxa de emissão e se tratar-se de créditos complexos o valor é de 800 USD e ainda se houver averiguação dos critérios selecionados após a concessão do certificado em o processo de recurso o valor passa a ser de 500, 1000 ou 2000 USD.

3.3.6 Categoria LEED O+M: Edificações Existentes

² A área bruta do piso considerada pela Certificação LEED é a soma das áreas do piso dos espaços dentro do edifício, incluindo porões, mezaninos e camadas de piso intermediário e coberturas com altura de 2,2 metros ou superior. As medidas devem ser tomadas a partir das faces externas das paredes externas ou da linha central das paredes que separam os edifícios. São excluídas áreas cobertas e não cobertas de passagens exteriores cobertas, varandas, terraços ou degraus, saliências no telhado e recursos semelhantes. Exclui eixos de ar, dutos, chaminés e área do piso dedicada ao estacionamento e circulação de veículos automotores.

É imperativo que edifícios projetados e construídos adequadamente sejam operados e mantidos para que funcionem com a máxima eficiência e eficácia ao longo de seu ciclo de vida. O desempenho e o gerenciamento do ciclo de vida do ambiente urbano devem ser otimizados para maximizar o retorno do investimento, considerando os impactos de saúde, segurança, funcionalidade, durabilidade, econômico, ambiental e social (ÁLVAREZ, 2016).

A promoção de eficiência energética nas edificações através de estratégias simples e inovadoras, como por exemplo nas simulações energéticas, medições, comissionamentos de sistemas e utilização de equipamentos e sistemas eficientes mitigam os impactos ambientais da sociedade atual (ALIGLERI *et al.*, 2016).

O LEED O+M foi projetado para edificações existentes que estão passando por obras de melhoria ou pouca ou nenhuma construção, inclui algum material relacionado à manutenção da infraestrutura, como comissionamento de edifícios existentes, e pesquisa de conforto dos ocupantes. Pode se afirmar que cria uma série de caracteres que envolvem diversos setores do mercado ao diminuir impactos ambientais gerados pela demolição de um edifício existente e construção de um novo, mesmo se o novo for mais eficiente. As operações e manutenção nesta categoria são atividades relacionadas ao desempenho de ações rotineiras, preventivas, preditivas, programadas e não programadas, destinadas a prevenir falhas ou rejeições de equipamentos, com o objetivo de aumentar a eficiência, confiabilidade e a segurança (ZHANG; MOHSEN, 2018).

E ao se tratar de edificações existentes, são considerados grandes consumidores de energia, pois não atendem a requisitos de desempenho energético mínimos e emitem mais gases de efeito estufa do que novos, devido a inevitáveis deteriorações no desempenho físico, consequentemente, a modernização de edifícios existentes é considerada essencial para redução do consumo energético e GEE (CHO; KIM, (2019); GANGOLELLS *et al.*, (2016)).

Essa categoria, portanto, visa contemplar edificações que queiram realizar grandes modificações à fim de torná-la mais eficiente do ponto de vista operacional, sem haver significativas alterações em projeto e construção, com foco na operação e manutenção e envolve seis subcategorias; edificações existentes, escolas, hospedagem, áreas de varejo, data centers, armazéns e centros de distribuição e é necessário re-certificar a cada 3 anos (MAZZOLA *et al.*, 2017).

Segundo a *Green Building Council* Brasil (2018); “O edifício mais sustentável é aquele que já está construído”, pois é possível mitigar os impactos ambientais causados por ele sem ter a necessidade de realizar uma grande reforma ou demolição, o que acarretaria em uma demanda grande de tempo, muitas vezes anos para acontecer, principalmente em edificações antigas, as quais são grandes consumidoras de água e energia.

A obtenção do selo através do LEED O+M se faz através da operação confiável dos sistemas internos, como iluminação, aquecimento e refrigeração, e pelo fornecimento e retorno de sistemas de água e ar para limpeza, reparo e reabastecimento de vários componentes (GARCIA, 2017).

Com base no Manual LEED O+M (USGBC, 2018), para edificações existentes, é possível observar as sete dimensões a serem avaliadas da edificação na tabela 1, onde foram analisadas as informações e verificando as exigências requeridas para cada crédito ou pré-requisito. Após a edificação pontuar é entregue junto a demais documentações comprobatórias uma tabela com o score pontuado, que é disponibilizado pelo USGBC, conforme anexo A.

Tabela 1 - Dimensões analisadas no processo de certificação LEED O+M

Requisito	Descrição	Pré-Requisitos	Créditos	Pontuação Máxima
Localização e Transporte	Incentiva a redução do efeito estufa pela utilização de automóveis e a localização dos terrenos em áreas que ofereçam variedades de transporte alternativo.	1	–	14
Terrenos Sustentáveis	Encoraja estratégias que minimizam o impacto no ecossistema durante a implantação da edificação e aborda questões fundamentais de grandes centros urbanos, como redução do uso de automóveis e das ilhas de calor.	–	4	4
Eficiência Hídrica	Promove inovações para o uso racional da água, cujo foco é a redução do consumo de água potável e alternativas de tratamento e reuso dos recursos.	1	–	15
Energia e Atmosfera	Promove eficiência energética nas edificações por meio de estratégias simples e inovadoras, como por exemplo: simulações energéticas, medições, comissionamento de sistemas e utilização de equipamentos e sistemas eficientes.	3	2	35
Materiais e Recursos	Encoraja o uso de materiais de baixo impacto ambiental (reciclados, regionais, recicláveis, de reuso, etc.) e reduz a geração de resíduos, além de promover o descarte consciente, desviando o volume de resíduos gerados dos aterros sanitários.	3	1	9
Qualidade Ambiental Interna	Promove a qualidade ambiental interna do ar, essencial para ambientes com alta permanência de pessoas, com foco na escolha de materiais com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis, controle de sistemas, conforto térmico e priorização de espaços com vista externa e luz natural.	4	2	22
Inovação	Incentiva a busca de conhecimento sobre <i>green buildings</i> , assim como, a criação de medidas projetais não descritas nas categorias do LEED. Pontos de desempenho exemplar estão habilitados para esta categoria.			1
Pontuação Total (pontos)				100

Fonte: A autora, 2019.

As obrigаторiedades podem ser únicas, quando há somente uma opção para que o empreendimento pontue no crédito, ou variadas, quando existem duas ou mais opções. Quando o crédito possui mais de uma opção, existe a alternativa de serem complementares ou exclusivas. O empreendimento pode pontuar nas duas ou somente em uma delas. O manual de referência utiliza-se das conjunções “ou” para aquelas que são exclusivas e “e/ou” para aquelas que podem ser complementares. A figura 3 esquematiza a metodologia utilizada pelo selo para certificação dos empreendimentos.

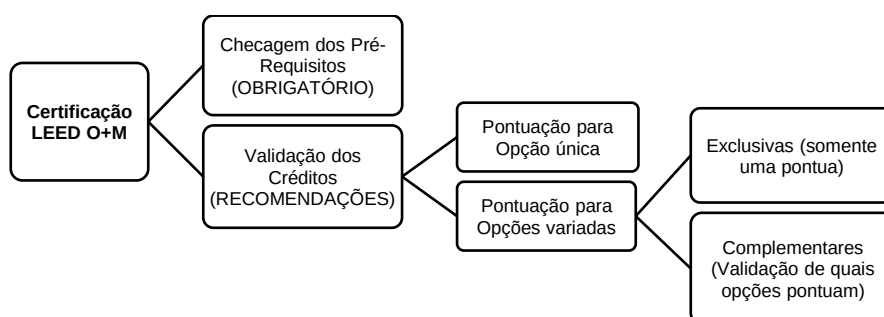


Figura 3 - Metodologia de certificação LEED

Fonte: A autora, 2019.

Para as pontuações acima de dois pontos, não existe pontuação relativa. Quando o empreendimento satisfaz as especificações indicadas pela opção, é atribuída a pontuação inteira. Para os critérios que consideram o resultado em porcentagens, são especificadas a quantidade de pontos relativa ao fator percentual e nenhum outro critério recebe pontuação parcial.

3.3.6.1 Dimensão energia e atmosfera

Dentro do estabelecido pela categoria LEED O+M, a dimensão de energia e atmosfera é a que considera a eficiência energética e as estratégias de consumo que estimulam o uso consciente da energia, além de julgar o uso de instrumentos de medição e sistemas eficientes (NEGRAO, 2016).

É a dimensão que concentra a maior pontuação dentro da categoria LEED O+M, subdivide-se em 3 pré-requisitos; Práticas de Gestão de Eficiência Energética, Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes, Desempenho Energético e, 2 créditos; Harmonização da Rede e Gerenciamento Aprimorado de Gases Refrigerantes, que geram um total de até 38 pontos (USGBC, 2019).

De maneira geral os pré-requisitos envolvem análise, teste e verificação do desempenho mínimo de energia e otimização do mesmo, como; simulações

energéticas, onde compara-se a edificação real com a edificação proposta pelo baseline, de acordo com a AHSRAE 90.1-2007 (*Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*), medições, comissionamentos de sistemas, auditoria energética e utilização de equipamentos e sistemas eficientes, há também, o gerenciamentos de gases refrigerantes que possibilitem a diminuição de GEE, enquanto os créditos apontam para sistemas eficientes de participação em tecnologias e programas de resposta à demanda visando os sistemas de geração e distribuição de energia mais eficientes, ações que possibilitem a diminuição de GEE, sem ou baixo impacto de utilização de gases refrigerantes, através de cálculos do impacto do refrigerante (RASTOGI, (2017); PASSOS; BRUNA (2019)).

Ao que tange sobre a execução de auditoria energética é recomendável que na identificação de áreas em operação não eficientes energeticamente, concentradas nos itens de pré-requisitos: práticas de gestão de eficiência energética, desempenho energético, gerenciamento fundamental de gases refrigerantes, identifique como os sistemas da edificação consomem energia (COLLETO, 2018).

3.3.6.1.1 Pré-requisito: Práticas de gestão de eficiência energética

De acordo com Krarti, Dubey e Howarth (2019) e USGBC, (2019), é necessário nesse pré-requisito promover uma análise energética que garanta a gestão de eficiência energética e que seja possível a continuidade das informações a fim de garantir que as estratégias operacionais eficientes sejam mantidas e forneçam uma base para futuras análises e treinamentos.

De acordo com o disposto no manual LEED O+M (USGBC, 2019), é necessário realizar uma auditoria energética que atenda tanto aos requisitos da análise preliminar de uso de energia da ASHRAE para *Análise Walk-through – AWT*, (ou Avaliação do sítio), Nível 1, identificada nos procedimentos da *ASHRAE-Procedures for Commercial Building Energy Audits* (2011), norma para auditorias de energia predial comercial ou equivalente.

A fim de uma melhor compreensão sobre auditorias, o termo “auditoria energética” propriamente dito que é amplamente utilizado, não há uma definição padrão; a expectativa de auditorias de energia é diferente de acordo com os casos de uso específicos. Pode ser definida como um processo de avaliação de

um edifício que utilize energia e seja passível de identificar oportunidades de redução do consumo. Os tipos de auditorias energéticas realizadas podem ser diferenciados baseadas nos níveis de esforços (Thumann; Younger (2010), NIU; LEICHT, (2016)).

A ASHRAE (2011), estabeleceu diretrizes para quatro níveis de esforço para auditorias comerciais de energia (Kelsey e Pearson 2011), que incluem no nível 0, uma análise preliminar do consumo de energia, que é o cálculo do indicador de consumo de energia (kWh/m²), sendo o ponto de entrada para qualquer um dos níveis de auditoria de energia e representa o aspecto mais fundamental no uso de energia de um edifício.

Com a auditoria nível 1, *Análise Walk-through*, poderá atestar os padrões de uso e operação do edifício, bem como suas características de consumo energético, seguindo o pontos os itens elencados na tabela 2:

Tabela 2 – Auditoria ASHRAE *Walk-through* (ou Avaliação do sítio): Nível 1

Item	Descrição
01	Breve levantamento da edificação
02	Reunião com proprietário para levantar problemas especiais e previsões de reforma
03	Análise da função espacial dos ambientes, características operacionais da edificação
04	Estimativa da redução de consumo com medidas sem custo ou baixo custo
05	Identificação de medidas de eficiência que requerem estudos adicionais e estimar a redução no consumo e nos custos

Fonte: Adaptado de ASHRAE, 2011.

São disponibilizados formulários específicos que orientam todo o processo de auditoria, porém por sua complexidade e grande detalhamento exigidos, são mais adequados para auditorias mais completas, como as de Nível 2, que é realizada uma pesquisa de energia e análise, que inclui um levantamento e energia construindo análises mais detalhadas, com divisão do consumo por uso final, com análise de custo/benefício das medidas de eficiência energética e recomendações específicas de eficácia de custo para cada medida de eficiência energética recomendada e Nível 3 que prevê uma análise refinada por sistema, detalhada de modificações intensivas em capital, onde dados de campo mais detalhados são coletados com medidas de eficiência adicionais e simulações do consumo para fornecer um alto nível de confiança suficiente para as principais decisões de investimento de capital (NIU; LEICHT, (2016); COLLETO, 2018)).

Ainda o manual LEED O+M, dispõe que é necessário preparar e manter os requisitos e o plano de manutenção e operações que contenham informações indispensáveis para o projeto tornar-se eficiente. A auditoria deverá incluir: uma

sequência atualizada do funcionamento da edificação; o cronograma de ocupação do projeto; horários de funcionamento de equipamentos; pontos de ajuste para todos os equipamentos HVAC; pontos de ajuste de iluminação em todo o projeto; requisitos mínimos de qualidade do ar exterior; quaisquer alterações nos horários ou pontos de ajuste para diferentes estações do ano, dias da semana e horários do dia; uma descrição dos sistemas e equipamentos mecânicos e elétricos do projeto; um plano de manutenção preventiva dos sistemas e equipamentos descritos na narrativa dos sistemas.

WANG *et al.* (2016) apontou que em edifícios existentes, para realizar uma auditoria energética, nem sempre há o mínimo de informações necessárias, quanto mais antiga for a edificação dificilmente são encontrados, instalados, muito poucos ou mesmo nenhum submedidor energético, geralmente há somente um medidor geral do consumo total de energia. Sem os dados detalhados de uso e desempenho de energia de sistemas individuais, o desempenho energético não pode ser avaliado e/ou diagnosticado a nível geral, sem mencionar em níveis específicos.

3.4 Conforto ambiental na indústria

Em indústrias de alimentos de matérias primas de carnes precisam de manutenção da temperatura em toda a sua cadeia produtiva, setores de produção e armazenamento, são primordiais pois garantem a qualidade do produto e o fator microbiológico do mesmo (MENEZHINI, SAATKAMP, 2017).

A refrigeração é o método mais comum para manter alimentos perecíveis e apresenta como benefício o único meio onde o alimento é armazenado em seu estado natural, e faz se necessário encontrar um meio que permita com satisfatório sucesso a operacionalização de um sistema que garanta a conservação de alimentos (CHIARELLI, (2018); OLIVEIRA *et al.*, (2016)).

Os locais mais importantes nesse tipo de indústria são os ambientes que tem por objetivo garantir a armazenagem de modo refrigerado ou congelado. Para refrigeração, a temperatura do produto deverá ser próxima de 0°C, enquanto no congelamento, a temperatura do produto deverá ser menor que a temperatura de seu congelamento. No entanto, é indispensável que haja um correto dimensionamento da rede de frio na câmara frigorífica. Este dimensionamento está atrelado a fatores intrínsecos e extrínsecos do produto,

tais quais as características químicas e físicas, fluxo de entradas e saídas, quantidade diária fabricada e armazenada, temperaturas internas, tempo de permanência dos produtos sob refrigeração ou congelamento, entre outros (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Em ambientes quando a temperatura e a umidade são muito elevadas, ocorrerá um desconforto térmico, condição de estresse térmico, por vezes localizado numa parte específica do corpo, tanto o calor extremo, bem como o frio extremo, têm impacto maior sobre a saúde humana, causam uma redução significativa do desempenho, pois para um ambiente ser considerado confortavelmente térmico, deverá ter conjunto de variáveis térmicas que influenciam as trocas de calor entre o ser humano e o meio ambiente envolvente (ISO 7730, (2005); GOBO, (2018)).

O conforto térmico é alcançado quando um indivíduo permanece em uma condição de equilíbrio com o ambiente que o rodeia (temperatura do corpo humano aproximadamente constante, próxima de $37^{\circ}\text{C} \pm 0,8^{\circ}\text{C}$), o que significa que é possível a manutenção da temperatura dos tecidos constituintes do corpo, em um domínio de variação estrito, sem que ocorra esforço adicional. Este é o caso ideal o qual satisfaz a um ambiente neutro ou confortável. Fora deste ambiente pode existir alterações fisiológicas no ser humano. É imprescindível assegurar que os trabalhadores não se deparem com situações de desconforto térmico uma vez que daqui resultam riscos desnecessários (TALAIA, TEIXEIRA, TAVARES, (2018); COSTA *et al.*, (2011)).

De acordo com Lamberts (2011), existem 3 condições para que se possa atingir o conforto térmico: caso a pessoa se encontre em neutralidade térmica, que ocorre quando a pessoa possuir uma temperatura corporal neutra, descrita como aquela em que o mesmo não prefira sentir nem mais frio e nem mais calor no ambiente e nem necessite utilizar seu mecanismo de termorregulação; que a temperatura de sua pele, e sua taxa de secreção de suor, estejam dentro de certos limites compatíveis com sua atividade ou que a pessoa não esteja sujeita a desconforto localizado, sujeita a alguma corrente de ar localizada, ou ainda estar sobre algum tipo de piso frio ou aquecido, e assim sendo, não estar em condição de conforto térmico.

No Brasil (2013), a legislação alusiva à exposição ao frio, não estabelece nenhum método de avaliação paramétrico das condutas de trabalho frente à exposição ao frio. A responsabilidade pelo estabelecimento das normas de

proteção, segurança e saúde do trabalhador é conforme a Constituição do Brasil e legislação ordinária é de encargo do Ministério do Trabalho e Emprego, através da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), que propõe diretrizes, normas regulamentadoras (NR), relativas à segurança e medicina do trabalho, de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas, que possuam empregados regidos pela mesma.

A NR 15 dispõe que as atividades ou operações executadas no interior de câmaras frigoríficas, ou em locais que apresentem condições similares, que exponham os trabalhadores ao frio, sem a proteção adequada, serão consideradas insalubres em decorrência de laudo de inspeção realizada no local de trabalho (BRASIL, 2015).

De acordo com a CLT, é considerado artificialmente frio o que for inferior, na 1ª, 2ª e 3ª zonas climáticas do mapa oficial do MT³, a 15°C, na quarta zona a 12 °C e sexta e sétima zonas a 10 °C. Os parâmetros de acordo com Mapa de Clima do Brasil (figura 4), para fins de classificação conforme zonas e tipos climáticos, define-se como 1ª, 2ª e 3ª zonas climáticas do mapa oficial do MT, a zona climática quente; como 4ª zona, a zona climática subsequente; e como 5ª, 6ª e 7ª zonas, a zona climática mesotérmica (branda ou mediana).

A legislação impõe a pausa de recuperação térmica para todos que laborem em atividades em ambientes artificialmente frios (interior das câmaras frigoríficas) e também para os que movimentam mercadorias do ambiente quente ou normal para o frio e vice-versa. Depois de uma 1h40min de trabalho contínuo, deve ocorrer um período mínimo de 20 minutos de repouso, computado esse intervalo como o de trabalho efetivo e a pausa deve ser usufruída, obrigatoriamente, fora dos locais de trabalho, em ambientes que ofereçam conforto térmico e acústico.

³ Segundo a Portaria SSST/MTE 21, de 26/12/94, o Mapa Oficial do MT, a que se refere o Art. 253 da CLT, a ser considerado é o mapa de clima do Brasil, Figura 4 do IBGE que define as zonas climáticas brasileiras, de acordo com a temperatura média anual, a média anual de meses secos e o tipo de vegetação.

Tabela 3 – Exposição diária máxima em locais frigorificados segundo a NR-29

Matérias Primas	Kg/mês
Faixa de Temperatura de Bulbo Seco (°C)	Máxima Exposição Diária Permissível para Pessoas Adequadamente Vestidas para Exposição ao Frio.
+15,0 a -17,9 *	Tempo total de trabalho no ambiente frio de 6h:40 min, sendo quatro períodos de 1h:40 min alternados com 20 min de repouso e recuperação térmica fora do ambiente de trabalho.
+12,0 a -17,9 **	
+10,0 a -17,9 ***	
-18,0 a -33,9	Tempo total de trabalho no ambiente frio de 4h alternando-se 1h de trabalho com 1 hora para recuperação térmica fora do ambiente frio.
-34,0 a -56,9	Tempo total de trabalho no ambiente frio de 1 h, sendo dois períodos de 30 min com separação mínima de 4 h para recuperação térmica fora do ambiente frio.
-57,0 a -73,0	Tempo total de trabalho no ambiente frio de 5 min sendo o restante da jornada cumprida obrigatoriamente fora de ambiente frio.
Abaixo de -73,0	Não é permitida a exposição ao ambiente frio, seja qual for a vestimenta utilizada.

(*) faixa de temperatura válida para trabalhos em zona climática quente, de acordo com o mapa oficial do IBGE.

(**) faixa de temperatura válida para trabalhos em zona climática sub-quente, de acordo com o mapa oficial do IBGE.

(***) faixa de temperatura válida para trabalhos em zona climática mesotérmica, de acordo com o mapa oficial do IBGE.

Fonte: Adaptado de NR 29, 2019.

A NR 36 estabelece requisitos mínimos para a avaliação, controle e monitoramento dos riscos existentes nas atividades desenvolvidas na indústria de abate e processamento de carnes e derivados destinados ao consumo humano, de forma a garantir permanentemente a segurança, a saúde e a qualidade de vida no trabalho, aponta ainda, que devem ser adotadas medidas preventivas individuais e coletivas: técnicas, organizacionais e administrativas, em razão da exposição em ambientes artificialmente refrigerados e ao calor excessivo, para propiciar conforto térmico aos trabalhadores. As medidas de prevenção devem envolver, no mínimo: controle da temperatura, da velocidade do ar e da umidade; manutenção constante dos equipamentos; uso de EPI e vestimenta de trabalho compatível com a temperatura do local e da atividade desenvolvida; devem ser adotadas medidas de controle da ventilação ambiental para minimizar a ocorrência de correntes de ar aplicadas diretamente sobre os trabalhadores. O processo de refrigeração e manutenção permite temperatura entre 0°C e 4°C dos produtos (carcaças, cortes ou recortes, miúdos e/ou derivados), com tolerância de 1°C medidos no interior dos mesmos. Nas câmaras frias cuja temperatura for igual ou inferior a -18° C devem possuir indicação do tempo máximo de permanência no local. Porém, Gallois (2002), é conclusivo em dizer que a normativa se limita a instruções e considerações que não ofertam especificidade quantitativa em relação à exposição ao frio.

Para condições ambientais adequadas, a NR 17 - Ergonomia, que traz parâmetros no âmbito industrial, aponta índice de temperatura efetiva entre 20°C e 23°C, com umidade relativa inferior a 40%. Outra norma, a ISO 9241,

estabelece que o ideal é manter a temperatura entre 20 e 24 graus no verão e 23 e 26 no inverno, com umidade relativa entre 40% e 80%.

A fim de verificar o conforto termo ambiental, tem-se vários estudos, como Givoni, que relacionou a temperatura do ar com a umidade relativa, considerando a diferença existente entre o ambiente externo e o interno do edifício. Ao estudar o gráfico de Olgyay, ele indica estratégias de melhoria do conforto “Relacionando as alterações das condições climáticas externas através de princípios básicos de projeto da edificação, juntamente com propriedades de sua envoltória” (RUSSI *et al.*, 2012).

Em seguida Givoni erigiu sua carta bioclimática sobre o diagrama psicrométrico, o qual relaciona vários parâmetros, são eles: temperatura do termômetro de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, umidade relativa do ar, umidade absoluta, ponto de orvalho, volume específico e entalpia. Sobre estes dados, Givoni estabelece uma zona de conforto térmico humano especificando diretrizes de projeto para maximizar o conforto no interior de edifícios para países desenvolvidos, que se localiza entre 20% e 80% de umidade e entre 18°C a 29°C de temperatura (SPAGNUOLO, (2019); FAGUNDES, (2016)).

O diagrama indica um espaço da relação entre as variáveis que determina uma zona de conforto. A região é variável entre 18° a 25° graus para temperaturas no inverno e de 20° a 27° no verão, com a umidade absoluta abaixo de 10 g/kg. Quanto maior for a umidade, diminui o limite da temperatura até o limiar de 15 g/kg. É ponderada uma diferenciação entre as extremidades deste zoneamento para países desenvolvidos e para países em desenvolvimento, sendo assertivo que nos países em desenvolvimento é tolerado uma faixa de 2°C mais elevada e uma quantidade maior de vapor d'água ampliada em 2 g/kg considerado tolerável para seu conforto térmico. Nestes parâmetros, a zona de conforto para os países em desenvolvimento vai até 29,7° C, com velocidade do ar de 1,5m/s, e umidade absoluta em 17 g/kg (FERREIRA, 2019).

A partir dos estudos de Givoni (1992), foi adaptada uma carta bioclimática para a Norma Brasileira de Desempenho Térmico em Edificações, NBR 15220 - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. Para a construção da carta foi utilizado um diagrama psicrométrico, referenciando as relações de umidade e da temperatura

do ar. Divide-se a carta em 12 zonas de estratégias, associando informações sobre a zona de conforto térmico, o comportamento climático do local e as recomendações de projeto indicadas, conforme figura 5 (WEILLER, 2008).

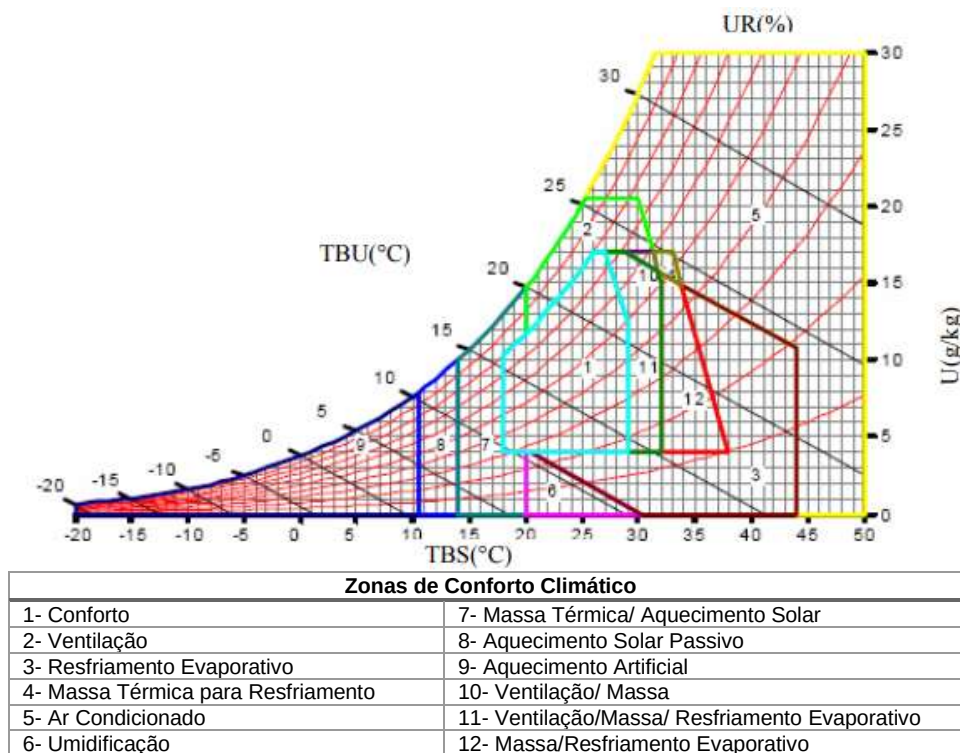


Figura 5 – Diagrama Psicrométrico e as 12 zonas de conforto da carta bioclimática de Givoni

Fonte: Lamberts *et al*, 2006.

3.5 Conforto lumínico na indústria

Para criar luz, outra forma de energia deve ser fornecida. O longo caminho desde as primeiras técnicas de iluminação interna, fundamentadas no uso de velas e lâmpadas de óleo, até os modernos dispositivos baseados nos princípios quânticos, estiveram paralelos ao desenvolvimento de atividades críticas para o ser humano (KALYANI; DHOBLE, 2012).

Desde a descoberta do fogo onde surgiram as primeiras formas de iluminação portáteis como tochas a partir da madeira de troncos de árvores, as maneiras do emprego da luz evoluíram, e a partir daí foram criadas as primeiras lâmpadas primitivas com recurso a óleo, gorduras vegetais e animais, seguindo-se a criação das velas e da lâmpada a óleo. Mas é notório que consideráveis progressos foram se desenvolvendo a partir do século XVIII, a partir da lâmpada a óleo com a descoberta de matérias-primas mais adequadas para o combustível

e novas aplicações sendo usadas na indústria, iluminação pública, iluminação residencial e em veículos (SALGUEIRO,(2015); MONTOYA *et al*, 2017).

Desde a introdução das lâmpadas incandescentes que várias tecnologias foram desenvolvidas para sistemas de iluminação. Assim foram surgindo novos tipos de lâmpadas com outras características luminotécnicas e, principalmente para os tempos de hoje, menor consumo de energia e consequentemente, preservação ambiental. As lâmpadas podem ser agrupadas nas seguintes categorias: Lâmpadas Incandescentes; Lâmpadas de Descarga; Lâmpadas de Indução; LED's, OLED's e Plasma (KALTHOUM, (2016); GOLASI, (2019)).

Os objetivos de qualquer iluminação devem incluir a melhor iluminação possível, baseando-se em três pontos fundamentais: o bem-estar individual, a arquitetura e o aspecto financeiro (MACHMICKI, (2011); CARDOSO, (2015)).

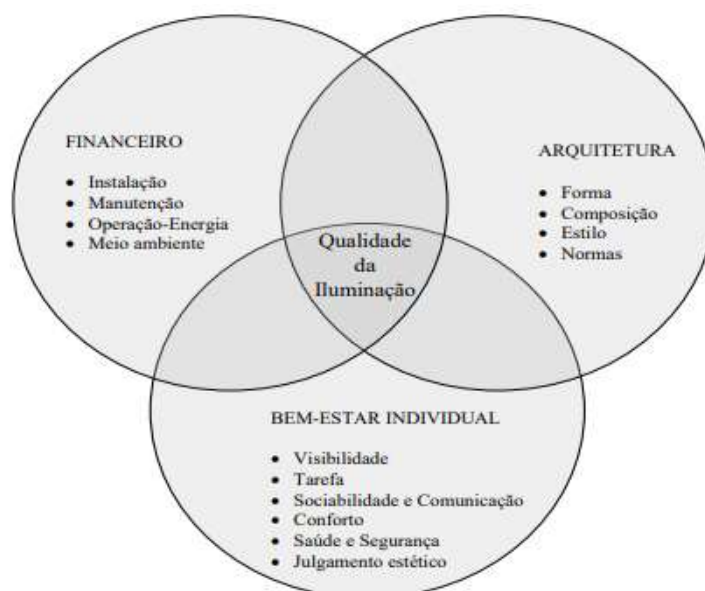


Figura 6 – Pontos primordiais na qualidade da iluminação
 Fonte: Adaptado de Cardoso, 2015.

O desenvolvimento dos componentes de iluminação está relacionado diretamente com a evolução das tecnologias disponíveis no momento, desde a lâmpada incandescente até às LED's atuais. A luminária como unidade completa contém a fonte de luz, equipamento auxiliar (balastro, condensador, etc), componentes óticos (refletores, refratores, lentes, etc), conjunto mecânico de suporte, caixa e conexões. Se houver o correto posicionamento da fonte luminosa, é possível o controlo e distribuição da luz para prover iluminação onde for necessário, aumenta deste modo a eficiência da instalação (CARDOSO, 2015).

A iluminação em ambientes industriais, tem como premissa o investimento e os níveis de eficiência lumínicos, onde são necessários atender parâmetros mínimos, uma vez que os custos de operação e a vida útil do sistema impactam diretamente nos custos, sendo que a ergonomia influencia na produtividade dos funcionários, se mal projetados pode acarretar no aumento da fadiga dos funcionários devido ao ofuscamento ou baixa visibilidade. Fatores de manutenção, operação e segurança dos sistemas de iluminação tem grande importância na escolha do sistema de iluminação (MORGADO, 2018).

Garlet *et. al* (2015), afirmaram que a busca por novas alternativas que visem o máximo de seu desempenho no mercado econômico têm movido muitas indústrias a acometerem altos valores em produtos tecnológicos que admitam reduzir custos, aumentem sua lucratividade e garantam a eficácia ao desempenho de seus colaboradores nos processos produtivos. Constataram vantagens que uma iluminação adequada pode ofertar, ao analisar um estudo de caso de uma indústria de grande porte da região noroeste do Rio Grande do Sul, atuante no setor metalomecânico, ao aprimorar a produtividade de seus colaboradores e diminuir os custos operacionais da indústria ao utilizar se de maneira sustentável a iluminação natural acoplada à iluminação artificial e, reduzindo também, futuros problemas de saúde dos funcionários.

No Brasil a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), estabelece e padroniza as normas técnicas de iluminação de ambientes em locais de trabalho, atualmente em vigor é a NBR ISO 8995-1 Iluminação de Ambientes de Trabalho – Parte 1, de março de 2013, que traz requisitos mínimos de iluminação que cada ambiente, em diferentes atividades devem possuir e também é necessário atender o estabelecido na NR 17. Baseada nas diretrizes de ambas, apresenta-se na tabela 4.

Tabela 4 – Requisitos mínimos de iluminação na Indústria conforme NBR ISO 8995-1 e NR 17

NBR ISO 8995-1			
Iluminância min. a ser mantida (lux)	Índice limite de ofuscamento unificado (UGR _L)	Índice de reprodução de cor mínimo (Ra)	Ambiente
300	25	80	Triagem e lavagem de produtos, moagem, mistura, embalagem
500	25	80	Locais de trabalho e zonas para abatedouros, açougues, leiteiras, área de filtragem, em refinarias de açúcar e fabricação de alimentos finos, cozinha
100	25	60	Depósito, estoques, câmara fria
100	28	40	Áreas de circulação e corredores
200	22	80	Refeitório/Cantinas
200	25	80	Vestiários, banheiros, toaletes
300	22	60	Expedição
300	22	80	Recepção
500	19	80	Salas de reunião e conferência
500	19	80	Escrever, teclar, ler, processar dados

Fonte: Adaptado de 19NBR ISO 8995-1.

A refletância é definida como a relação entre o fluxo luminoso incidente e o refletido. Ela é diretamente relacionada com a cor, pois quanto maior a refletância, melhor será a distribuição do fluxo e maior será a iluminância do recinto. A NBR ISO 8995-1 sugere as seguintes faixas de refletância úteis para as principais superfícies internas: teto: 0,6 a 0,9; paredes: 0,3 a 0,8; planos de trabalho: 0,2 a 0,6 e piso: 0,1 a 0,5.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Campo de estudo

Essa dissertação tem como base a pesquisa exploratória na forma de um estudo de caso, onde o universo da pesquisa compreende o agronegócio, uma indústria do setor de alimentos no segmento de processamento de proteína animal. A escolha ocorreu por tratar-se de uma indústria existente, com início das atividades em 23 de outubro de 2018, conforme figura 8 e 9, a qual visa o mercado de exportação principalmente europeu, considerando que está em vias de finalização de liberação pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Brasileiro, onde seus produtos terão o selo do Serviço de Inspeção Federal. Destaca-se que, o processo de construção não foi embasado em nenhum selo verde de construção sustentável.

Está localizada nas coordenadas geográficas: Latitude 24° 58' 26.79" S e Longitude 53° 22' 34.92" O, Altitude 743m, sistema de coordenadas WGS 1984, projeção UTM na zona 22 S, no Município de Cascavel, Estado do Paraná (Figura 8) e está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri.



Figura 7 - Localização da indústria
Fonte: Adaptado Google Maps, 2019.



Figura 8 – Indústria Existente Alfama Alimentos LTDA

Fonte: A autora, 2019.

Conta com área de terreno de 6681,00 m², área construída da indústria de 1566,01 m², área anexas de escritórios de 125,19 m², área de Central de gás liquefeito de petróleo (GLP) de 67,40 m², caldeira 42,00 m² e área de casa de máquinas e reservatório de 55,40 m², no anexo B e C. A empresa mantém suas atividades de rotina de segunda à sábado (tabela 5).

Tabela 5 – Período de Funcionamento da Indústria

Dias da Semana	Horário (horas)	Total de horas por dia
Segunda à Sexta	08:00 às 12:00	17:48
	13:00 às 18:00	
	18:00 às 22:00	
	23:00 às 03:48	
Sábados	08:00 às 12:00	04:00

A indústria é especializada em fornecer soluções em proteína animal, atua nos segmentos industriais e *food service*, na Tabela 6 apresenta-se as matérias primas utilizadas para a produção e produtos produzidos e Tabela 7.

Tabela 6 – Média dos meses de jan. à dez. de 2019 de Matérias Primas

Matérias Primas	Kg/mês
Retalho de peito de frango	30000,00
Carne bovina sem osso congelada e resfriada	65000,00
Carcaça de bovino	189000,00
Média	94666,67

Tabela 7 - Média dos meses de jan. à dez. de 2019 de Produtos Fabricados pela Indústria

Produtos Fabricados	Kg/dia	Kg/mês
Hamburguer Bovino	3000,00	63000,00
Carne Moída Bovina	8000,00	168000,00
Carne Seca Bovina Desfiada	6000,00	120000,00
Peito de Frango Desfiado	6000,00	120000,00
Média	5750	117750,00

A linha de produção segue fluxograma distintos, mas de maneira geral a matéria prima é recepcionada e armazenada na câmara de matéria prima de congelados ou de resfriados, após é verificado a produção para o dia seguinte:

hamburger, carne moída bovina, carne seca bovina desfiada ou peito de frango desfiado e é separado a matéria prima e quantidades necessárias, é então encaminhada para a câmara de descongelamento, posterior segue para o pré-preparo da carne realizando os cortes adequados na sala de desossa e após para a sala de preparo ou cozimento. Dependendo do produto final passa pelo túnel de congelamento e após segue para a embalagem e destina-se para a câmara de estocagem de congelados e finalizando na pré expedição com o transporte do produto final ao seu destino.

Há grande consumo energético em toda a cadeia de produção, que será observado através das cargas instaladas (potência instalada) na indústria, bem como os usos finais relacionados, que estão divididos em força motriz, equipamentos de informática, iluminação, refrigeração, aquecimento e condicionamento de ar.

É importante ressaltar que os ambientes de produção e estocagem permanecem constantemente climatizados, portanto, a temperatura no interior da indústria é variável e depende do ambiente, já a temperatura externa depende de variáveis ambientais, mas segundo a classificação (Köppen e Geiger) o clima em Cascavel é quente e temperado do tipo Clima Subtropical Úmido (Cfa) e segundo o Mapa Brasil Climas é considerado mesotérmico brando. Os índices de pluviosidade são significativos ao longo do ano, onde a média anual é de 1822 mm e a temperatura média de 18.2°C, média do mês mais quente superior a 22°C e no mês mais frio inferior a 18°C (CLIMATE DATA ORG, 2019).

4.2 Coleta de dados

Para verificar a dimensão de Energia, Pré-Requisito: Práticas de Gestão de Eficiência Energética foi realizado o levantamento de dados visando atribuir conformidade aos requisitos e critérios descritos no manual LEED. Desta forma, foi realizada uma análise de dados associada ao manual da USGBC, cuja tipologia do selo é para construções existentes, categoria LEED O+M, Edificações Existentes, v4.1.

Foi realizado uma auditoria energética, análise preliminar e análise *Walk-through*, nível 1 da ASHRAE. A fim de, atender aos itens, foram necessários preparar e manter os requisitos e operações atuais e o plano de manutenção e operações que continham as informações indispensáveis visando a eficiência do

projeto. Para esse parâmetro foram avaliados os itens: 4.2.1. Análise *Walk-through* - Item 1, 4.2.2. Análise *Walk-through* – Item2, 4.2.3. Análise *Walk-through* - Item 3, 4.2.4. Análise *Walk-through* - Item 4 e 4.2.5. Análise *Walk-through* - Item 5.

4.2.1 Pré-requisito: práticas de gestão de eficiência energética - Análise *Walk-through* - Item 1

Foram realizadas entrevistas com os profissionais responsáveis pelos projetos arquitetônicos e *layout* industrial da indústria, a coleta de informações sobre a execução dos projetos e obra, através de; Planta de situação, Projeto Arquitetônico, Planta de cobertura e Cortes.

4.2.2 Pré-requisito: práticas de gestão de eficiência energética - Análise *Walk-through* - Item 2

Foram realizadas reuniões com proprietário e equipe técnica afim de levantar problemas especiais e previsões de futuras reformas visando o atendimento de melhorias na eficiência energética.

4.2.3 Pré-requisito: Práticas de gestão de eficiência energética - Análise *Walk-through* - Item 3

Através das plantas técnicas (anexos B e C) e do levantamento in loco foi averiguado a função espacial dos ambientes e seus usos, pelos registros visuais, e fotográficos. Foram, entrevistados os responsáveis dos setores de supervisão e controle de qualidade e setor de manutenção da indústria, sendo averiguados a funcionalidade, ocupação dos ambientes da edificação, o período de funcionamento da indústria (tabela 5) e equipamentos, volume de entrada de matéria prima (tabela 6) e a quantidade mensal dos produtos finais: hambúrguer bovino, carne moída bovina, carne seca bovina desfiada, peito de frango desfiado (tabela 7). Os processos produtivos da chegada da matéria prima aos processos de transformação até o produto final através do *layout*, verificação dos sistemas de consumo energético, ventilação, iluminação, caldeira, verificação e análise do uso da Central GLP.

As medição das grandezas elétricas na indústria foram realizadas através de dados coletados em campo e dados fornecidos pela indústria; produção, insumos, consumo e demanda de energia elétrica. No transformador foram

coletados dados de placa (tensões nominais, potência), nos equipamentos elétricos foram identificadas as características dos equipamentos, local instalado, nome e função do mesmo e dados de placa (potência), quantificação.

A metodologia adotada para avaliar o sistema de iluminação é baseada na avaliação e comparação de níveis de iluminância, uniformidade de distribuição e estimativa de consumo de energia de sistemas de iluminação artificial, através de resultados obtidos por simulação computacional. Para tanto todas as dependências da indústria foram visitadas com intuito de quantificar as luminárias e lâmpadas, potência, modelo das luminárias e tipo de lâmpadas e analisar os tipos que utilizam, e, foram realizadas medições de lux com o termo-higrômetro luxímetro digital portátil modelo THDL – 400 *Environment Meter* da marca *Instrutherm*, que realiza medições de luxímetro com ampla faixa de medição de 0,01 a 200000 *lux*. Para tanto, foram coletados 3 pontos distintos, cujas coletas das amostras aconteceram em dias aleatórios de fevereiro de 2020, em todos os ambientes, na altura das estações de trabalho e equipamentos operados, 1,20m do nível do piso e calculado a média de cada ambiente.

Para verificar o atendimento dos requisitos mínimos que a indústria deverá ter em cada ambiente, ao se tratar de iluminação, seguiu-se os dispostos na NBR ISO 8995-1, para tanto foram adotados os parâmetros das diferentes tipologias arquitetônicas, conforme o ambiente da indústria; comprimento, largura e altura (anexo A e B) e inseridas as médias de *lux* de cada ambiente, utilizando o software “WinElux”; desenvolvido pela Empresa de Equipamento Elétrico S.A. (2019). De acordo com a mesma, permite que o usuário selecione e posicione as lâmpadas no teto, e caso deseje atingir uma iluminância prescrita na superfície de trabalho, o programa efetua um cálculo que dimensiona a quantidade de lâmpadas a ser utilizada, através do método dos lumens.

O método dos lúmens é fundamentado em uma formulação algébrica, a qual, considera a determinação pelo fluxo luminoso total emitido pelas fontes luminosas, ou seja, o fluxo luminoso gerado pelas lâmpadas instaladas no teto deve ser igual ao fluxo luminoso desejado no plano de trabalho (MONTEIRO, 2019).

Em um ambiente gráfico, o programa calcula a iluminância da superfície de trabalho e apresenta os resultados em um gráfico de superfície. O método

utilizado para o cálculo da iluminância é denominado ponto-a-ponto, no qual a iluminação de um ponto é determinada através de ângulos de incidência, no qual as superfícies recebem um fator de reflexão de acordo com a cor e textura das superfícies, conforme apresenta a figura 9 (CASSOL, 2009; EEE, 2019).

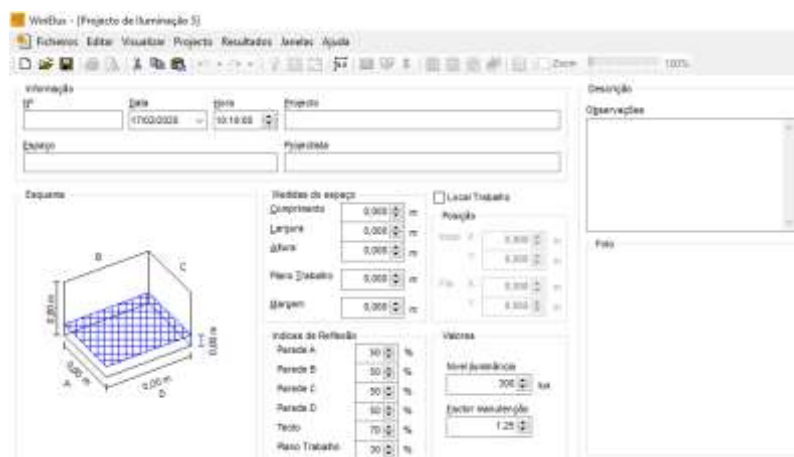


Figura 9 – Tela de trabalho do Software WineLux

Também foi usado o Lumisoft, que é um *software* de cálculo de iluminação de ambientes, muito útil para a realização de readaptação da iluminação de ambientes. Possibilita a restrição do número de linhas e/ou colunas a serem utilizadas no projeto de iluminação, dessa forma ao se realizar um projeto de readaptação da iluminação em um ambiente já existente, pode-se utilizar o mesmo posicionamento das luminárias existentes, procurando utilizar novos tipos de luminárias capazes de gerar a distribuição e o fluxo luminoso ideal ao ambiente e baseia-se no método dos lúmens e no de ponto-a-ponto. Esse software também apresenta, para cada uma de suas luminárias, a curva de distribuição luminosa e a determinação do fator de utilização, além de suas dimensões e detalhes construtivos. Entretanto, não apresenta a curva de luminâncias e nem os dois tipos de quadro do fator de utilização (LUMICENTER, (2020), FOLSTER *et al.*, (2016)). A interface do programa utilizado é apresentada na figura 10.



Figura 10 – Interface do Software Lumisoft

Ainda foram coletados dados da central de gás liquefeito de petróleo (GLP) que é composta por duas unidades de cilindros estacionários P-2000H, com capacidade individual de gás de 1744 kg, e individual volumétrica de 2,00 m³, totalizando a capacidade de gás com 3488 kg e volumétrica de 4,00m³. Conta com vaporizador elétrico de GLP, modelo VCE 150 da Fabricante Tec Calor, com tensão de alimentação de 220V, trifásico, potência de 24 Kw e filtro.

Também foram coletados dados da caldeira de marca *Arautherm*, modelo CVS-HP 800, caldeira de vapor saturado horizontal. A capacidade da caldeira é de até 800kg/h de vapor, possui potência térmica de 0,6 Kw e consumo máximo de gás GLP de 51,4 kg/h, para verificar a eficácia do sistema de caldeira.

4.2.4 Pré-requisito: práticas de gestão de eficiência energética - Análise *Walk-through* - Item 4

Nesse item, foram analisadas e correlacionadas às medidas construtivas e procedimentos sustentáveis passíveis de serem adotados pela indústria com os conceitos da Certificação LEED e buscando propostas de melhorias, visando a eficiência energética, através da possibilidade de uma estimativa da redução de consumo com medidas sem custo ou baixo custo, com ajustes no sistema de iluminação, alterações nos horários ou pontos de ajuste para diferentes estações do ano, dias da semana e horários do dia.

4.2.5 Pré-requisito: práticas de gestão de eficiência energética - Análise *Walk-through* - Item 5

Consiste em identificar as medidas de eficiência que requerem estudos adicionais e realizar recomendações estimativas da redução no consumo e nos custos, através de um plano de manutenção preventiva dos equipamentos elétricos que deverá ser elaborado junto ao setor de manutenção e financeiro da indústria, elencando os custos de cada equipamento elétrico ou a gás adquirido e seguir os seguintes programas (FINOCCHIO, 2013);

- Plano mestre de manutenção: contenha a distribuição de todas as rotinas de manutenção ao longo do ciclo determinado.
- Programas de manutenção: documentos que permitam a programação, para cada dia do período básico da organização, da manutenção preventiva constante do planejamento estabelecido para o ciclo.
- Tabelas e cartões de manutenção: documentos em formato padronizado, extremamente detalhados, e que consistem nos instrumentos para a execução de rotinas de manutenção.
- Registros diversos: permitem registrar o cumprimento ou não das rotinas de manutenção; as informações relevantes para o histórico dos sistemas e equipamentos; e demais dados de interesse para o plano de manutenção preventiva.
- Quadros diversos: finalidade de permitir a programação, divulgação e acompanhamento da manutenção planejada, através da apresentação visual e de fácil acesso aos interessados.
- Instruções para o funcionamento: estabelecem o ciclo de operação e o período básico do plano de manutenção preventiva; os níveis de operação; a composição hierárquica das rotinas de manutenção; descrição do sistema; e finalmente as instruções e fluxograma de funcionamento.

Para identificar as medidas de eficiência que requerem estudos adicionais e realizar recomendações estimativas da redução no consumo e nos custos, foi realizado um plano de implementação das medidas de viabilidade financeira, através de uma fonte de energia renovável: energia solar, apresentando um estudo de viabilidade econômica tornando-a mais eficientes quanto a utilização da energia para o uso racional, de forma adequada e ordenada.

Para conhecer em quanto tempo retornará o investimento, é utilizado o *payback*, mas é necessário descontar a taxa de juros que representa o risco estimado do empreendimento (MOTTA; CALÔBA, 2002). Pode considerar-se, conforme (FIALHO; GOMES, 2017; RODRIGUES *et al.*, 2016), *payback* simples e *payback* descontado, como observado na equação 1:

$$\text{Payback Simples} = \frac{FC_0}{FC}$$

Payback simples = o tempo que é necessário para que os fluxos de caixa positivos amortizem os fluxos de caixa negativos do projeto, sendo demonstrado normalmente em meses ou anos.

Payback descontado = calcula o tempo de retorno ajustando os fluxos de caixa por uma taxa de juros.

FC= fluxo de caixa

FC₀= fluxo de caixa em um determinado tempo

4.2.6 Determinação do nível de conforto ambiental

A fim de, determinar o nível de conforto térmico, foi avaliado a temperatura e a umidade relativa do ar nos ambientes internos da indústria, verificando se está em conformidade com base no diagrama bioclimático de Givoni (1992) e através de análise qualitativa foram observados as exigências térmicas dos ambientes de acordo com os indicativos brasileiros; CLT, NR's.

Para tanto, ocorreram coletas de 3 amostras em dias aleatórios dos meses de janeiro e fevereiro de 2020, para a realização das mesmas, foi utilizado termômetro portátil com alarme e sonda externa: Termômetro Digital Portátil AKA 904, marco AKSO, que possui faixa de medição entre -50 a 200 °C, resolução 0.1°C, exatidão ±0.5°C (de -20 a 120 °C), ±1.0°C (de 120 a 150 °C), ±1.5°C (restante da faixa), ajuste de temperatura de 2 pontos (Lo e Hi), alarme sonoro ajustável, ambiente de operação 0 a 50 °C, umidade de operação 5 a 80 %UR (sem condensação) e para a medição da umidade relativa do ar foi utilizado um termo-higrômetro THDL – 400 *Environment Meter* da marca Instrutherm. O sensor de medição de umidade relativa permite medir valores na faixa de 25% a 95%, após foi calculado a média de temperatura e umidade relativa do ar de cada ambiente, assim verificou-se por meio dos pontos inseridos, o diagrama psicrométrico bioclimático, como mostra figura 6.

De posse destes dados, foram determinados quais ambientes se encontravam dentro da zona de conforto térmico: temperatura e umidade relativa do ar.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são fundamentados na auditoria energética, análise *Walk-through*: nível 1 e análises de Conforto Ambiental nos ambientes industriais, apresentados a seguir.

5.1 Resultados do pré-requisito: práticas de gestão de eficiência energética - Análise *Walk-through* - Item 1

Os resultados se baseiam na auditoria energética, análise *Walk-through* nível 1. Para a AE, análise preliminar e AWT, no item 1, com entrevistas com os profissionais responsáveis pelos projetos arquitetônicos e *layout* industrial da indústria, coletou-se informações sobre a execução dos projetos e obra, e o resultado foram as plantas técnicas.

Planta de situação: através desta verificou-se a implantação da obra no terreno indicado, acessos, posição e orientação da edificação e principais, elementos arquitetônicos (estacionamentos, área técnicas (casa de máquinas, central GLP, caldeira), recuos e afastamentos, cotas e níveis principais e quadro, geral de áreas (totais, por setor, pavimento e/ou bloco, construída);

Projeto Arquitetônico: concebendo a compartimentação interna da obra indicando, a localização, com o inter-relacionamento e dimensionamento finais (cotas, níveis acabados e áreas) de todos os pavimentos, ambientes, circulações e acessos. Representando a estrutura, alvenarias, teto, revestimentos, esquadrias (com sistema de abertura), conjuntos sanitários e estudo de *layout* industrial com localização dos equipamentos e máquinas.

Planta de cobertura: através desta percebe-se a configuração arquitetônica por meio do telhado.

Cortes: definiram, no plano vertical, a compartimentação interna da obra e a configuração arquitetônica da cobertura indicando a designação, localização, inter-relacionamento e dimensionamento alturas e níveis acabados de pavimentos, ambientes, circulações e elementos arquitetônicos significativos.

A representação gráfica das plantas técnicas encontram-se nos anexos B e C.

5.2 Resultados do pré-requisito: práticas de gestão de eficiência energética - Análise *Walk-through* - Item 2

Para atendimento do item 2, nas reuniões com proprietário e equipe técnica da indústria, foram levantadas a possibilidade de previsões de futuras reformas visando o atendimento de melhorias arquitetônicas, dos sistemas elétricos, GLP e de operação visando a eficiência energética.

5.3 Resultados do pré-requisito: práticas de gestão de eficiência energética - Análise *Walk-through* - Item 3

Para a análise deste item, diante dos resultados obtidos na análise preliminar e itens 1 e 2 e constatações do levantamento in loco, averiguou-se a função espacial dos ambientes e seus usos, através de registros visuais, fotográficos, as entrevistas com os responsáveis técnicos verificou-se o processo industrial e funcionalidade dos sistemas e dos dados do período de funcionamento da indústria (tabela 5) e equipamentos, volume de entrada de matéria prima (tabela 6) e a quantidade mensal dos produtos finais (tabela 7).

Com a verificação dos insumos energéticos que provem o pleno funcionamento da indústria; as fontes de eletricidade e GLP, dividiu-se em três etapas os resultados que atestem os padrões de uso e operação do edifício, suas características de consumo energético, possibilitando oportunidades de redução do consumo.

5.3.1 Energia elétrica

O fornecimento de energia elétrica para a agroindústria é realizado em tensão primária de distribuição, 36,2 kV e está enquadrada no subgrupo tarifário A3a, sendo faturada pela tarifa horossazonal verde, com tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia (postos tarifários) e de uma única tarifa de demanda de potência. A tabela 8 apresenta o histórico de consumo e demanda de energia elétrica, bem como os valores da fatura de energia elétrica.

De acordo com a concessionária que administra a distribuição de energia elétrica, COPEL (Companhia Paranaense de Energia) e ANELL (Agência Nacional de Energia Elétrica), tem classificado das 17:00 às 18:00 horas, como

horário intermediário 1, horário de ponta das 18:00 as 21:00n horas e das 21:00 as 22:00 como horário intermediário 2.

Tabela 8 – Histórico de Consumo, Demanda e Fatura de Energia Elétrica em 2019

2019	Consumo			Demanda		Consumo Reativo (R\$)	Demanda e Consumo Reativos (R\$)	Fatura de Energia (R\$)
	Ponta	Fora da Ponta	Total	Registrada	Contratada			
	(kWh/mes)	(kWh/mes)	(kWh/mês)	(kW)	(kW)			
Jan	4.797	54.482,00	59.279	178,49	200	706,06	27310,50	44.628,71
Fev	5.485	58.886,00	64.371	196,4	200	791,94	33907,54	49.318,66
Mar	6.143	58.976,00	65.119	179,18	200	180,97	30742,76	47.746,17
Abril	7.123	65.294,00	72.417	185,48	200	0,00	33307,59	53.846,79
Mai	4.975	63.341,00	68.316	201,03	200	0,00	31589,41	49.320,78
Jun	5.873	66.881,00	72.754	190,99	200	0,00	34593,50	53.101,42
Julho	4.435	66.942,00	71.377	205,55	200	0,00	32932,03	49.958,35
Ago	4.651	69.131,00	73.782	215,79	200	0,00	32495,38	54.587,63
Set	4.641	63.215,00	67.856	203,39	200	0,00	32517,11	51.893,38
Out	4.604	63.839,00	68.443	208,6	200	0,00	34498,08	51.528,08
Nov	4.442	65.531,00	69.973	209	200	4,65	33800,69	49.581,26
Dez	5.099	67.481,00	72.580	196,3	200	1,64	27310,50	54.111,90
Média	5.189	63.666,58	68.856	197,5166	200	140,44	32083,76	50.801,93

Fonte: Adaptado de COPEL (2019).

Pelo histórico apresentado na Tabela 8, o consumo de eletricidade na indústria possui variações no decorrer do ano. No mês de agosto de 2019 teve o maior histórico de consumo do ano com 73.782 (kWh/mês). No mês de fevereiro registrou o maior excedente reativo na fatura de energia elétrica, culminou com a cobrança de R\$ 791,94. A média anual de demanda foi de 197,52 kW e não ultrapassou a demanda contratada que é de 200 kW e o consumo médio mensal de energia elétrica em 2019: 68.856 kWh.

A empresa possui um transformador da fabricante Romagnole, com potência aparente de 750 kVA, tensão primária de 36,2 kV, tensão de placa (fase-fase) de 380 V, tensão de placa (fase-neutro) de 220 V e corrente máxima secundária de 455 A.

Arelado ao consumo energético, tem-se a carga instalada na indústria, que é a soma das potências nominais de todos os equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, atrelando aos usos finais relacionados com a força motriz, equipamentos de informática, iluminação, refrigeração, aquecimento e condicionamento de ar, com total instalado de 239,82 kW (anexo D).

5.3.2 Sistema de iluminação

Através do levantamento *in loco*, verificou-se que a indústria possui os seguintes modelos de luminárias e lâmpadas;

1. O modelo LHT24-S6000840 da marca Lumicenter, é de luminária hermética de sobrepor a LED, possui índice de proteção (IP) 66, corpo de policarbonato injetado na cor cinza, difusor injetado em policarbonato transparente, presilhas injetadas em policarbonato reforçado com fibra de vidro, difusores externo em policarbonato transparente microtexturizado (prismático) e interno em policarbonato texturizado flexível, fluxo luminoso constante de 6510 lm. para cada luminária, temperatura de cor de 4000 k, branco neutro, com eficiência de 114 lm/W, IRC >80. Possui LEDs SMD de alto desempenho aplicados sobre placa de circuito impresso e driver multitemperatura não dimerizável com alto fator de potência e baixo THD e potência de 57W de consumo total (LED + Driver).

2. O modelo VS-860/880 da marca INTRAL, é de luminária hermética de sobrepor para lâmpadas T8 (2X18W), corpo em policarbonato cinza, refletor em chapa de aço tratada e pintada, difusor em policarbonato transparente texturizado, soquete tipo push-in G-13 de engate rápido, rotor de segurança em policarbonato e contatos em bronze fosforoso, fluxo luminoso de 3700 lm., para cada luminária, temperatura de cor de 6500 k, branco frio.

3. Nos ambientes da indústria, exceto câmara de matéria prima resfriada, congelada, câmara pulmão, câmara de estocagem de congelados, são utilizadas lâmpadas de LED da marca INTRAL, modelo tubo LED VD 6660, com potência de 18W, fluxo luminoso de 1850 lm., temperatura de cor de 6500 k, cor branco frio, com eficiência de 102,7 lm/W, ângulo de abertura de 200°. Possui difusor em policarbonato para controle de ofuscamento e com distribuição de luz uniforme, utiliza LED com certificação LM80, tem expectativa de vida superior a 25.000 horas, considerando uma temperatura média do ambiente de 25°, IRC >80 com $R9^2 > 0$, cromaticidade especificada conforme ANSI C78.377, corpo em vidro e conta com dimensões e formato são equivalentes às lâmpadas fluorescentes tubulares T8.

4. Nos ambientes de câmara de matéria prima resfriada, congelada, câmara pulmão, câmara de estocagem de congelados são utilizados projetores de LED da marca INTRAL, com características técnicas do modelo luna, projetor

LED com potência de 30W, cor branco frio, fluxo luminoso de 1750 lm., temperatura de cor de 6500 k, com eficiência de 75 lm/W, ângulo de abertura de 120°, expectativa de vida superior a 25.000 horas, não necessitando a manutenção dos componentes elétricos, corpo em alumínio e difusor de vidro, utiliza driver integrado à luminária, tensão de funcionamento: 100 a 242Vac, frequência de alimentação: 50/60Hz, IP 65.

5. Nos ambientes externos da indústria são utilizados projetores de LED da marca INTRAL, com características técnicas do modelo luna, projetor LED com potência de 100W, cor branco frio, fluxo luminoso de 8500 lm., temperatura de cor de 6500 k, com eficiência de 95 lm/W, ângulo de abertura de 120°, expectativa de vida superior a 25.000 horas, não necessitando a manutenção dos componentes elétricos, corpo em alumínio e difusor de vidro, utiliza driver integrado à luminária, tensão de funcionamento: 100 a 242Vac, frequência de alimentação: 50/60Hz, IP 65.

6. O modelo 6797 Linea LED, da marca Lumicenter, é de luminária de sobrepor a LED, possui índice de proteção (IP) 20, difusor leitoso para controle de ofuscamento e distribuição de luz uniforme, fluxo luminoso de 2000 lm., temperatura de cor de 6500 k, branco frio, com eficiência de 87 lm/W. Possui driver de corrente interno de alta eficiência e confiabilidade que garante um funcionamento livre de manutenção por toda sua expectativa de vida e potência de 23W.

Posterior, foram levantadas as quantidades das lâmpadas e luminárias de acordo com o modelo e local onde estão inseridas, potência e dados das médias de lux e horas por dia, demonstrando a situação atual do sistema de iluminação da indústria, identificando o consumo total de energia elétrica para este uso, conforme apresenta a tabela 9.

Tabela 9 – Potência, Quantidade, Modelo e Média de Lux em todos os Ambientes Industriais

Local	Ambiente	P. Total (kW)	Quantidade existente	Lâmpada (Modelo)	Média (lux)
Indústria	Pré Expedição 01	57	4	1	103
Indústria	Câmara Estocagem Resfriados	30	4	3	106
Indústria	Dep. de Embalagem Secundária (Papelão)	57	4	1	108,67
Indústria	Dep. de Embalagem Primária (Plástico) + Estação de Trabalho	57	4	1	103,33
Indústria	Central de Higienização	57	2	1	62,33
Indústria	Guarda de Material Higienizado	57	2	1	62,47
Indústria	Dep. de ingredientes	57	4	1	143,67
Indústria	Preparação de Kits	57	2	1	81,00
Indústria	Câmara de Descongelamento	30	4	3	108,00

Indústria	Expedição 02	36	8	2	103,33
Indústria	Câmara de Matéria Prima Congelada	30	8	3	108,00
Indústria	Câmara de Matéria Prima Resfriada	30	6	3	108,00
Indústria	Corredor de Acesso Principal	36	13	2	110,33
Indústria	Corredor de Acesso Principal 2	36	10	2	110,33
Indústria	Barreira Sanitária	57	1	1	77,33
Indústria	Preparo para Cozimento Linha 1	57	8	1	641,33
		36	1	2	
Indústria	Câmara Pulmão Linha 1	30	2	3	108,00
Indústria	Cozimento	57	8	1	165,00
Indústria	Barreira Sanitária 02	57	1	1	354,67
Indústria	Embalagem Primária 01	57	11	1	601,00
Indústria	Embalagem Primária 02	57	6	1	632,33
Indústria	Câmara de Estocagem de Congelados	30	8	3	106,00
Indústria	Embalagem Secundária	57	5	1	423,33
Indústria	Guarda de Caixas Higienizadas	57	6	1	111,00
Indústria	Túnel de Congelamento 03	30	2	3	107,00
Indústria	Túnel de Congelamento 02	30	2	3	107,00
Indústria	Túnel de Congelamento 01	30	2	3	107,00
Indústria	Antecâmara	57	4	1	109,00
Indústria	Preparação de Carnes	57	20	1	742,67
Indústria	Câmara Pulmão Linha 2	30	2	3	108,00
Indústria	Câmara para carnes e Sala de Preparo Linha 2	57	8	1	416,33
Indústria	Circulação	36	10	2	120,33
Indústria	Refeitório	23	6	5	842,67
Indústria	Controle de Qualidade	57	4	1	217,33
Indústria	Sala Fiscal	36	1	2	184,33
RH	Escritório 01	36	1	2	353,00
RH	Sala Reuniões	36	2	2	535,67
Escritório	Sala Geral - escritório	36	6	2	421,33
Escritório	Sala 01	36	2	2	486,33
Escritório	Sala 02	36	2	2	486,33
Indústria	Cozinha e Depósito da Cozinha	36	2	2	302,33
Indústria	Vestiário Feminino	36	6	2	282,67
Indústria	Vestiário Masculino	36	6	2	306,00
Indústria	Sala de Uniformes	36	1	2	253,33
Indústria	Sala Fiscal	36	2	2	184,33
Indústria	Vestiário Visitante	36	1	2	244,33
Indústria	Sanitário Fem.	36	2	2	308,33
Indústria	Sanitário Masc.	36	2	2	284,33
Indústria	Sala de Máquinas	36	5	2	149,33
RH	Recepção	23	3	5	916,33
Área Ext.	Iluminação externa	100	10	4	300,00
Caldeira	Iluminação	36	3	2	103,00

*Modelo 01 – Luminária hermética a LED- LHT24-S6000840, Lumicenter.

*Modelo 02 – Conjunto Luminária hermética VS-860/880 e lâmpada tubo LED VD 6660, INTRAL.

*Modelo 03 – Projetor de LED, LUNA 30W, marca INTRAL.

*Modelo 04 – Projetor de LED, LUNA 100W, marca INTRAL.

*Modelo 05 – Luminária 6797 Linea LED, Lumicenter.

Conforme o cálculo luminotécnico realizado pelo software Lumisoft e Winelux, verificou-se a quantidade de luminárias existentes e o índice limite de ofuscamento unificado conforme a especificação técnica de cada, determinou-se então, o número de luminárias a inserir em cada ambiente e o índice de UGR de acordo com estabelecidos na tabela 4, e então elaborou-se a tabela 10 com o resultado de quantidade de lâmpadas e iluminância a serem instaladas em cada ambiente.

Tabela 10 – Adequações a NBR 8995-1 e NR 17 nos ambientes

Atende (S/N)	Ambiente	Quantidade de Lâmpadas Necessárias no ambiente	Iluminância min para atender (lux)
S	Pré Expedição 01	-	-
S	Câmara Estocagem Resfriados	-	-
S	Depósito de Embalagem Secundária (Papelão)	-	-
N	Depósito de Embalagem Primária (Plástico) +Estação de Trabalho	6	300
N	Central de Higienização	6	300
N	Guarda de Material Higienizado	6	300
S	Depósito de ingredientes	-	-
N	Preparação de Kits	4	300
S	Câmara de Descongelamento	-	-
S	Expedição 02	-	-
S	Câmara de Matéria Prima Congelada	-	-
S	Câmara de Matéria Prima Resfriada	-	-
S	Corredor de Acesso Principal	-	-
N	Barreira Sanitária	2	100
S	Preparo para Cozimento Linha 1	-	-
S	Câmara Pulmão Linha 1	-	-
N	Cozimento	11	500
S	Barreira Sanitária 02	-	-
S	Embalagem Primária 01	-	-
S	Embalagem Primária 02	-	-
S	Câmara de Estocagem de Congelados	-	-
S	Embalagem Secundária	-	-
S	Guarda de Caixas Higienizadas	-	-
S	Túnel de Congelamento 03	-	-
S	Túnel de Congelamento 02	-	-
S	Túnel de Congelamento 01	-	-
S	Antecâmara	-	-
S	Preparação de Carnes	-	-
S	Câmara Pulmão Linha 2	-	-
N	Câmara para carnes e Sala de Preparo Linha 2	13	500
S	Circulação	-	-
S	Refeitório	-	-
N	Controle de Qualidade	8	500
N	Escritório 01	4	500
S	Sala Reuniões	-	-
N	Sala Geral – escritório	11	500
N	Sala 01	4	500
N	Sala 02	4	500
N	Cozinha e Depósito da Cozinha	5	500
S	Vestário Feminino	-	-
S	Vestário Masculino	-	-
S	Sala de Uniformes	-	-
N	Sala Fiscal	4	500
S	Vestário Visitante	-	-
S	Sanitário Fem.	-	-
S	Sanitário Masc.	-	-
S	Sala de Máquinas	-	-
S	Recepção	-	-
S	Caldeira	-	-
S	Iluminação externa	-	-

Fonte: A autora, 2020.

Com o quadro energético lumínico apresentado é possível afirmar que 72,55% dos ambientes enquadraram-se nos pressupostos da NBR 8995-1 e NR 17, e uma parcela menor de 27,45% necessita de adequações.

Nos ambientes Depósito de Embalagem Primária (Plástico) e estação de Trabalho, Central de Higienização, Guarda de Material Higienizado, Preparação

de Kits, Barreira Sanitária, cozimento, Câmara para carnes e Sala de Preparo Linha 2, Controle de Qualidade, Escritório 01, Sala Geral – escritório, Sala 01, Sala 02, Cozinha e Depósito da Cozinha e Sala Fiscal serão necessários acrescentar um número maior de luminárias, um total de 46 novas, e mante-se as existentes que apresentam níveis de eficiência satisfatórios e crescer de novos do mesmo modelo ou com a mesmas características de fonte luminosa.

Em âmbitos gerais a empresa enquadra-se em parâmetros de conforto lumínico e eficiência energética do sistema de iluminação.

5.3.3 Gás Liquefeito de Petróleo

Foram levantados os dados de quantidade de consumo (kg) e o valor consumido no ano de 2019, foi constatado que no mês de junho 2019, obteve os maiores valores de consumo que gerou um custo de R\$ 24.869,98 (tabela 11).

Tabela 11 – Consumo de GLP na Indústria no ano de 2019

Consumo de GLP			
2019	Quantidade (kg)	Valor de Consumo (R\$)	Média Mensal (R\$/kg)
Jan	2178	9.177,66	4,21
Fev	2781	11.718,58	4,21
Mar	2616	11.511,45	4,40
Abril	3338	15.370,49	4,60
Mai	1401	6.451,18	4,60
Jun	5401	24.869,98	4,60
Julho	2630	12.110,36	4,60
Ago	2726	11.661,01	4,28
Set	2861	12.645,91	4,42
Out	3000	13.260,30	4,42
Nov	3462	15.504,91	4,48
Dez	2523	11.351,73	4,50
Média	2909,75	12.969,46	4,45

Fonte: A autora, 2019.

No processo industrial, através das entrevistas com os responsáveis pelos setores de controle e qualidade e manutenção, verificou-se que o consumo é de 90% destinado a caldeira e 10% para abastecer a cozinha. Quanto ao sistema de distribuição de vapor a caldeira com capacidade de geração de até 800kg/h, atende aos processos na linha de produção, distribuído o consumo em: autoclave (cozimento) com 65%, água quente para higienização com 20% e na limpeza de caixas como lavadora com 15%.

A distribuição do percentil de quanto é utilizada por cada processo é dada pelo método de Eficácia Geral do Equipamento (OEE), que é uma das ferramentas usadas para melhorar o status e a eficácia do processo de produção. Essa ferramenta simples e prática identifica as fontes mais comuns e

importantes de perda de produtividade de fabricação e as categoriza em três grupos principais, a fim de melhorar a eficácia do equipamento: disponibilidade, qualidade e performance (AHIRE E RELKAR, 2012; IRANZADEH *et al.* 2019).

Segundo Alfama Alimentos (2019), as empresas com a melhor eficiência possuem índice de 85%, enquanto a grande maioria chega aos 60%. Ou seja, é possível aumentar a eficiência em 40% utilizando os mesmos recursos.

A caldeira por se tratar da maior consumidora de GLP, possui sistema de vapor com medidores apenas na saída da caldeira, ou seja, é possível avaliar a quantidade utilizada por toda a fábrica, mas não por áreas individuais. Assim, como a energia elétrica, os custos de vapor são distribuídos através de rateio.

5.4 Resultados do pré-requisito: práticas de gestão de eficiência energética - Análise *Walk-through* - Item 4 e 5

Foi constatado possibilidades uma estimativa da redução de consumo com medidas sem custo ou baixo custo, como ajustes nas alterações nos horários de atividades desenvolvidas na produção, do turno de trabalho das 18:00 às 22:00 horas, uma viabilidade seria a alternância de algumas atividades e horários, como início de um turno antes das 08:00 horas da manhã, ou mesmo da distribuição de atividades durante o dia. Outra medida sem custo, seria o treinamento e conscientização dos trabalhadores sobre as fontes de energia, consumo energético, pois foi constatado durante as visitas in loco, o mal uso de alguns equipamentos (porta aberta de câmaras frias sem estarem desenvolvendo atividades, luminárias acesas em ambientes vazios).

É recomendado pela norma, realizar o plano de manutenção preventiva dos equipamentos elétricos e gás, porém, esse item não foi viabilizado, devido a indústria não possuir todo os dados de custos e manutenção de equipamentos. Salienta-se que outros autores como Fabricio *et al.* (2016), constataram que o sistema de monitoramento de equipamentos elétricos, através da manutenção dos equipamentos, detecta precoce falhas sem prejuízo da linha de produção, gerando economia.

Esse critério portanto deverá ser verificado junto a indústria para promover o melhor desempenho, mesmo não sendo viabilizado o plano, pode-se constatar que há manutenção periódica do equipamentos e processos, principalmente o

sistema de caldeira, que é atrelado as linhas de produção onde a indústria possui metas diárias a cumprir de eficiência, disponibilidade e desempenho.

A planta industrial da empresa possui apenas 1,5 ano de uso, com bom estado de conservação, ainda está em processo de adequações das instalações devido ao Serviço de Inspeção Federal, portanto dados estimados de desempenho necessitarão de acompanhamento para verificação.

O sistema elétrico se comparado com outras agroindústrias do mesmo porte, como apresentado por Lawder (2012), considerando a área construída na faixa de 1500,00 a 3000,00 m², mostrava consumo médio mensal de energia elétrica no ano de 2010 de 158.192 kWh, já a agroindústria desse estudo, apresentou uma média de 68.856 kWh no ano de 2019 portanto, o sistema adotado pela agroindústria nas linhas de produção e equipamentos usados pode ser considerado eficiente.

Miyashiro (2016) e INMETRO (2014), afirmam que quanto maior a eficiência energética, indica maior luminosidade com menor consumo de energia. Para lâmpadas LED com potência menor ou igual a 15W deverão ter eficiência energética mínima de 55 lm/watt e lâmpadas com potência maior que 15W deverão ter eficiência energética de 60 lm/watt.

Pelo resultado do estudo do sistema de iluminação foi constatado eficiência quanto ao uso das lâmpadas. O modelo LHT24-S6000840, o conjunto luminária VS-860/880 e lâmpada LED VD 6660, apresentaram resultados satisfatórios de eficiência com níveis acima de 100 lm/w. Nos ambientes de câmara de matéria prima resfriada, congelada, câmara pulmão, câmara de estocagem de congelados são utilizados projetores de LED, atendem com eficiência de 75 lm/W.

Ao que tange a identificação das medidas de eficiência que requerem estudos adicionais e viabilidade de implantação para fonte de energia solar, foi realizado um estudo de viabilidade econômica que aponta para a implementação das medidas de eficiência energética.

Com a identificação dos consumos energéticos na agroindústria, verificou-se que mensalmente o consumo com energia elétrica em média é de 68.856 kW/mês, e custo de R\$ 50.801,93, nos meses de janeiro a dezembro de 2019, e custo diário médio de 2.295,20 kWh.dia⁻¹. Com a identificação dos devidos gastos, fez-se uma análise de viabilidade de implantação de uma fonte de energia fotovoltaica, para o mesmo foi consultado a empresa BM Energia Solar.

Será exposto de forma simplificada, o custo de adoção da energia fotovoltaica na indústria, que possibilita a visualização da economia obtida em reais (R\$) após a instalação, ao longo de um período de tempo.

A capacidade de geração do sistema fotovoltaico é apresentada na tabela 12, onde contará com 71984.48 kWh de produção média mensal do sistema.

Necessita de área para instalação de 3396,68 m², sendo que a indústria possui 1566,01 m² e áreas anexas (escritórios e casa de máquinas) de 180,59 m², portanto para o sistema ser implantado há necessidade de reuniões com os representantes da indústria a fim de averiguar a implantação em áreas sem uso ou em espaço como o estacionamento, propondo a instalação de estrutura de telhado que possa ser usada para a instalação das placas fotovoltaicas.

Os painéis fotovoltaicos devem ser posicionados em locais que não haja sombra, em um ângulo de inclinação adequado, igual à latitude do local para absorver a máxima quantidade e tirar proveito de energia solar o ano todo.

Tabela 12 – Capacidade de Geração do Sistema Fotovoltaico

Potência do Pannel	300 W
Produção média mensal do sistema	71984.48 kWh
Área necessária para instalação	3396.68 m ²
Potência total do sistema	571.89 kWp

Na figura 11 verifica-se que a energia gerada pelo sistema atenderá a demanda da indústria, exceto nos meses de maio e setembro com picos de baixa geração nos meses de junho e julho, não satisfazendo o consumo de kWh/mês.

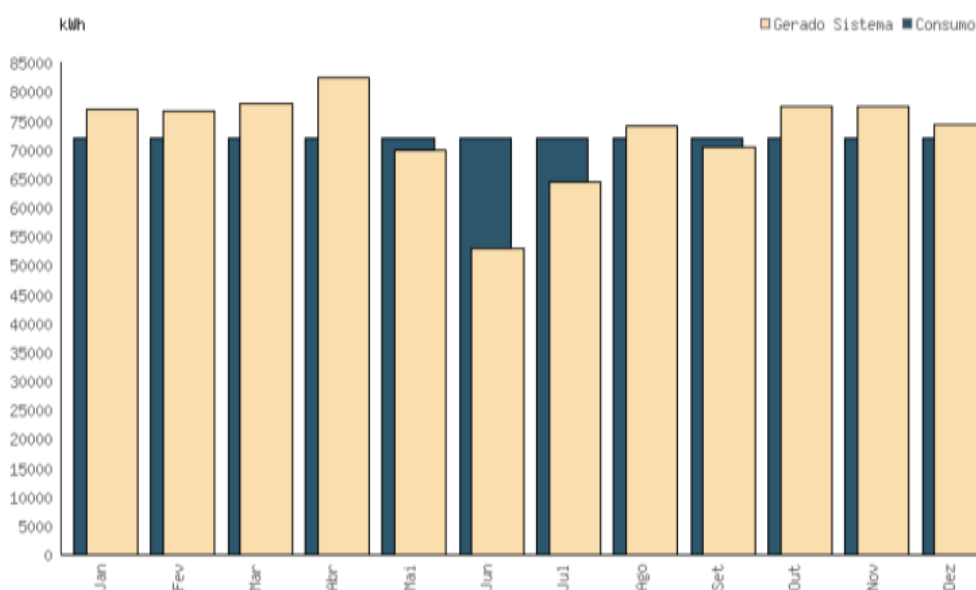


Figura 11 – Energia Gerada pelo Sistema (kWh/mês)

Fonte: BM Energia Solar, 2020.

O sistema fotovoltaico gerará valores em crédito acumulado de carbono, e atende o uso prudente, racional e eficiente da energia, atendendo a premissa maior da C.E LEED, independente da categoria que estiver inserida, que é a diminuição da emissão de dióxido de carbono e redução do consumo de energia nas edificações. Os valores acumulados serão em tonelada/ano, no 1º ano: 2.434.129 kg CO₂/ano, 5º ano o valor é de 12.170.645 kg CO₂/ano, 10º ano com 24.341.291 kg CO₂/ano e 15º ano com o valor de 36.511.936 kg CO₂/ano.

O sistema fotovoltaico proposto conta com os seguintes itens e equipamentos: painel solar fotovoltaico policristalino, fabricante Canadian de 330w e necessitara de 1733 unidades; inversor fotovoltaico, string de múltiplos MPPTs para sistema de 1.500 Vcc; da fabricante SUNGROW modelo SG250HX, com 2 unidades; *string box*, equipamento de proteção que isola o sistema de produção de energia fotovoltaica, com o propósito de impedir o risco de propagação de acidentes elétricos, como os curtos-circuitos e os surtos elétricos; cabo solar de 6mm, vermelho e preto, conector MC4 multi-*contact* UR PV-KBT4/6II-UR com acoplador fêmea e macho e demais materiais elétricos que porventura serão necessários a execução do sistema e estrutura e peças de junção em alumínio adequado ao telhado para suportar as placas fotovoltaicas.

Ao analisar a tabela 13, verifica-se o investimento inicial de R\$ 1.182.382,33 para obtenção da instalação do sistema fotovoltaico e *payback* com o retorno do investimento em 3 anos, em um sistema de 571.89 kWp, duração dos painéis de 25 anos (podem durar mais que isso) e inflação energética de 10% ao ano.

Tabela 13 – Economia gerada pela usina solar

Ano	Rend. Módulos	Geração Anual (kWh)	Geração Acumulada	% Reajuste Médio	Econ. Gerada (BxE)	ROI	Economia Acumulada
1º	99.3%	857.767,14	857.767,14	10%	446.038,91	-1.182.382,33	446.038,91
2º	98.6%	851.762,77	1.709.529,91	10%	442.916,64	-739.465,69	888.955,55
3º	97.9%	845.800,43	2.555.330,34	10%	439.816,22	-299.649,46	1.328.771,78
4º	97.21%	839.879,82	3.395.210,16	10%	436.737,51	137.088,04	1.765.509,28
5º	96.52%	834.000,66	4.229.210,82	10%	433.680,34	570.768,39	2.199.189,63
6º	95.84%	828.162,65	5.057.373,47	10%	430.644,58	1.001.412,96	2.629.834,20
7º	95.16%	822.365,51	5.879.738,98	10%	427.630,07	1.429.043,03	3.057.464,27
8º	94.49%	816.608,95	6.696.347,93	10%	424.636,65	1.853.679,68	3.482.100,92
9º	93.82%	810.892,68	7.507.240,61	10%	421.664,19	2.275.343,88	3.903.765,12
10º	93.16%	805.216,43	8.312.457,04	10%	418.712,54	2.694.056,42	4.322.477,66
11º	92.5%	799.579,91	9.112.036,95	10%	415.781,55	3.109.837,97	4.738.259,21
12º	91.85%	793.982,85	9.906.019,80	10%	412.871,08	3.522.709,06	5.151.130,30
13º	91.2%	788.424,97	10.694.444,77	10%	409.980,98	3.932.690,04	5.561.111,28
14º	90.56%	782.905,99	11.477.350,76	10%	407.111,11	4.339.801,16	5.968.222,40
15º	89.92%	777.425,64	12.254.776,40	10%	404.261,33	4.744.062,49	6.372.483,73
16º	89.29%	771.983,66	13.026.760,06	10%	401.431,50	5.145.493,99	6.773.915,23
17º	88.66%	766.579,77	13.793.339,83	10%	398.621,48	5.544.115,47	7.172.536,71
18º	88.03%	761.213,71	14.554.553,54	10%	395.831,13	5.939.946,60	7.568.367,84
19º	87.41%	755.885,21	15.310.438,75	10%	393.060,31	6.333.006,91	7.961.428,15
20º	86.79%	750.594,01	16.061.032,76	10%	390.308,89	6.723.315,80	8.351.737,04
21º	86.18%	745.339,85	16.806.372,61	10%	387.576,72	7.110.892,52	8.739.313,76
22º	85.57%	740.122,47	17.546.495,08	10%	384.863,68	7.495.756,20	9.124.177,44
23º	84.97%	734.941,61	18.281.436,69	10%	382.169,64	7.877.925,84	9.506.347,08
24º	84.37%	729.797,01	19.011.233,70	10%	379.494,45	8.257.420,28	9.885.841,52
25º	83.77%	724.688,43	19.735.922,13	10%	376.837,98	8.634.258,27	10.262.679,51

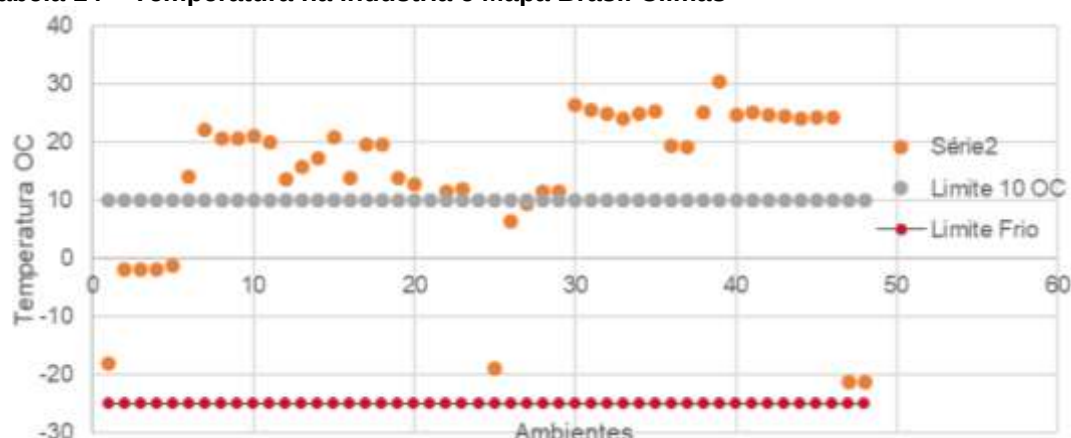
Fonte: BM Energia Solar, 2020.

Portanto, pode-se considerar a instalação do sistema viável analisando sob aspecto do selo verde, pois apresenta resultados satisfatórios de uma energia de fonte renovável.

5.5 Resultados da análise de conforto ambiental

De acordo com os critérios da legislação e normas brasileiras, a partir da amostragem pesquisada ficaram evidentes algumas constatações, no que diz respeito às caracterizações da zona climática (mapa de climas do Brasil – Figura 4) e dos limites de tolerância (tabela 5), a tabela 14 apresenta os resultados relativos ao comportamento das temperaturas conforme o limite para caracterização de frio e do 1º limite para tempo de recuperação térmica:

Tabela 14 – Temperatura na indústria e Mapa Brasil Climas



Fonte: A autora, 2020.

Evidencia-se que 78,43% dos ambientes analisados na pesquisa, na zona climática mesotérmica branda (Cascavel) estavam situadas acima de 10 °C, logo todos os demais ambientes de trabalho são caracterizados como frio, e 21,57% dos ambientes destacando-se câmaras frias e tuneis de congelamento são submetidos a temperaturas inferiores a 10 °C, nestas situações estavam definidas condições de trabalho insalubre por parte da empresa, além da mesma fornecer o equipamento de proteção.

O cumprimento legal com a normatização brasileira, se mostrou positivo na empresa objeto de estudo, pois estão sendo respeitadas. No que prevê a lei, os ambientes de câmara de matéria prima resfriada, congelada, câmara pulmão, câmara de estocagem de congelados, antecâmara e preparação de carnes, devem receber proteção adequada por apresentarem a exposição a temperaturas menores que 10°C.

A análise da temperatura em instalações frigoríficas, como nos estudos de Takeda e Moro, (2016); Bonde et al., (2003) e Heck, (2013), afirmaram sobre a diversidade de ocorrências de acidentes e doenças causados no desenvolvimento de atividades em frigoríficos, principalmente devido ao risco da

exposição ao frio artificialmente controlado com ocorrência de maior número de trabalhadores devido o maior volume do processo produtivo necessitarem de temperaturas baixas nas salas de processamento dos produtos, a fim de garantir a qualidade e higiene do produto produzido.

Nesses ambientes com temperatura inferior a 10°C, a NR 29 sugere pausas de 20 minutos para a cada 1:40 minutos de trabalho em ambiente também abaixo dos 10°C.

A principal sugestão dentro do cenário de enquadramento legal brasileiro, é adesão das pausas de 20 minutos para os postos de trabalho abaixo de 10°C, nos ambientes antecâmara e preparação de carnes. Dentro da faixa de 10°C a -17,99°C, perderiam a classificação de insalubres, perante a verificação referente a NR 15 e gerariam economia financeira pois haveria redução dos 20% de insalubridade (grau médio, frio considerado insalubre em decorrência de inspeção realizada), porém não seria aplicável as temperaturas menores a -18°C, tornando-o insalubre mesmo com pausas.

Há necessidade de intervenções arquitetônicas a fim de adequar ambiente de descanso em temperatura ambiente para as pausas, pois atualmente não existe, conforme o observado nos anexos B e C.

Ao analisar o conforto ambiental sob aspecto da NBR 15220, os limites técnicos foram formulados a partir das considerações básicas, a análise sobre a zona de conforto depois de inseridos os dados na carta psicométrica, considerando nos ambientes a média da temperatura internas e umidade relativa do ar, obtidas com as medições in loco, ao apresentarem-se na da zona de conforto.

Os valores considerados termicamente aceitáveis de conforto, estabelecidos por Madeira (1999) e NBR 15220, para a carta psicométrica são de temperaturas entre 18 e 29°C e umidade relativa do ar entre 20 a 80%.

As tabelas 15,16 e 17 mostram um resumo das condições térmicas das unidades monitoradas e do ambiente que se encontram, bem como se atendem ou não a carta psicométrica, figura 6, a qual apresenta as intercepções das médias de temperatura com as médias de umidades relativas do ar das medições.

Tabela 15 – Média da Temperatura nos Ambientes Climatizados 24 horas

Ambientes Climatizados 24 horas					
Local	Ambiente	Média da Temperatura (°C)	Média da Umidade Relativa do Ar (%)	Atende a Carta Psicométrica – NBR 1520	
				°C	U%
Indústria	Pré Expedição 01	10,00	83,80	N	N
Indústria	Câmara Estocagem Resfriados	-1,17	-	-	-
Indústria	Depósito de Embalagem Secundária (Papelão)	14,03	87,50	N	N
Indústria	Depósito de Embalagem Primária (Plástico)	22,23	94,60	S	N
Indústria	Central de Higienização	20,60	93,20	S	N
Indústria	Guarda de Material Higienizado	20,60	93,20	S	N
Indústria	Depósito de ingredientes	21,10	84,00	S	N
Indústria	Preparação de Kits	20,00	85,43	S	N
Indústria	Câmara de Descongelamento	13,73	88,43	N	N
Indústria	Expedição 02	15,80	83,57	N	N
Indústria	Câmara de Matéria Prima Congelada	-18,00	-	-	-
Indústria	Câmara de Matéria Prima Resfriada	-2,00	-	-	-
Indústria	Corredor de Acesso Principal	17,23	81,87	S	N
Indústria	Barreira Sanitária	20,90	74,83	S	S
Indústria	Preparo para Cozimento Linha 1	13,83	75,37	N	S
Indústria	Câmara Pulmão Linha 1	-2,00	-	-	-
Indústria	Cozimento	19,50	90,30	S	N
Indústria	Barreira Sanitária 02	19,63	88,77	S	N
Indústria	Embalagem Primária 01	13,93	86,47	N	N
Indústria	Embalagem Primária 02	12,87	86,80	N	N
Indústria	Câmara de Estocagem de Congelados	-17,67	-	-	-
Indústria	Embalagem Secundária	11,50	86,00	N	N
Indústria	Guarda de Caixas Higienizadas	12,00	83,33	N	N
Indústria	Túnel de Congelamento 03	-21,17	-	-	-
Indústria	Túnel de Congelamento 02	-21,33	-	-	-
Indústria	Túnel de Congelamento 01	-18,90	-	-	-
Indústria	Antecâmara	6,47	76,83	N	S
Indústria	Preparação de Carnes	9,43	75,03	N	S
Indústria	Câmara Pulmão Linha 2	-2,00	-	-	-
Indústria	Câmara para carnes e Sala de Preparo Linha 2	11,60	78,33	N	S
Indústria	Circulação	11,60	87,27	N	N

Fonte: A autora, 2019.

Tabela 16 – Média da Temperatura e Umidade Relativa do Ar nos Ambientes Climatizados Conforme Horário de Funcionamento da Indústria

Ambientes Climatizados Conforme Horário de Funcionamento da Indústria					
Local	Ambiente	Média da Temperatura (°C)	Média da Umidade Relativa do Ar (%)	Atende a Carta Psicométrica – NBR 1520	
				°C	U%
Indústria	Refeitório	26,47	75,53	S	S
Indústria	Cozinha para Testes	25,50	77,27	S	S
Indústria	Sala Fiscal	24,87	68,50	S	S
RH	Escritório 01	24,17	64,93	S	S
RH	Sala Reuniões	24,97	65,03	S	S
Escritório	Sala Geral	25,33	50,00	S	S
Escritório	Sala 01	19,33	49,17	S	S
Escritório	Sala 02	19,27	48,53	S	S

Fonte: A autora, 2019.

Tabela 17 – Médias da Temperatura e Umidade Relativa do Ar nos Ambientes com Ventilação Natural

Ambientes com Ventilação Natural que permanecem com aberturas abertas conforme Horário de Funcionamento da Indústria					
Local	Ambiente	Média da Temperatura (°C)	Média da Umidade Relativa do Ar (%)	Atende a Carta Psicométrica – NBR 1520	
				°C	U%
Indústria	Corredor	25,07	74,63	S	S
Indústria	Cozinha e Depósito da Cozinha	30,50	80,23	N	N
Indústria	Vestiário Feminino	24,73	69,30	S	S
Indústria	Vestiário Masculino	25,13	69,30	S	S
Indústria	Sala de Uniformes	24,63	68,87	S	S

Indústria	Sala Fiscal	24,43	68,40	S	S
Indústria	Vestiário Visitante	24,17	68,53	S	S
Indústria	Sanitário Fem.	24,30	68,80	S	S
Indústria	Sanitário Masc.	24,27	68,63	S	S
Indústria	Sala de Máquinas	25,07	42,33	S	S
RH	Recepção	30,50	65,40	N	N
RH	W.C	24,73	65,40	S	S

Fonte: A autora, 2019.

Os dados obtidos revelam que dos 51 ambientes analisados, 9 deles (ambientes de câmara de matérias primas congelada e resfriada, câmara pulmão 01 e 02, câmara de estocagem de congelados e tuneis de congelamento 01 à 03), possuem temperaturas e umidade relativa do ar em situações específicas, são ambientes transitórios de permanência curta, exclusivos para armazenamento de produtos, portanto de acordo com a carta psicométrica não foram consideradas na avaliação que é voltada ao conforto térmico de seres humanos.

A indústria pode se considerar em zona térmica de conforto, tendo em vista que 64,29% dos ambientes traduziram índices de forma expectável para o padrão do ambiente térmico, e evidencia-se os ambientes onde existe maior desconforto térmico com um total de 35,71% pertencendo fora da zona aceitável de sensação térmica.

Um ambiente confortavelmente térmico cuja características termohigrométricas estejam adequadas é essencial para que qualquer trabalhador se sinta bem no seu local de trabalho, uma vez que contribui com o aumento do bem-estar e consequentemente da sua produtividade, mas considerando que algumas estações de trabalho são inviáveis de alterações de temperatura (câmara de matérias primas, câmara de estocagem de resfriados e tuneis de congelamento) que manteria níveis melhores de conforto, sugere-se estratégias de intervenção nos postos de trabalho e um melhor isolamento através do vestuário podendo ser a via para minimizar o arrefecimento da massa corporal, como já demonstrando por Talaia, Teixeira e Tavares (2018).

No entanto, além das medidas de prevenção ligadas às condições climáticas, metabolismo e vestuário, outras medidas devem ser adotadas para proporcionar o conforto do trabalhador, como, por exemplo, o controle da temperatura do produto manuseado, conforme for o tipo de produto. Como consequência direta, tem-se, por exemplo: exposição dos trabalhadores a baixas temperaturas, umidade e uso de equipamentos e ferramentas manuais.

Para que se tornem adequadas as normas e atendam aos requisitos estabelecidos para o Conforto Ambiental é necessário adotar medidas de melhorias no sistema de refrigeração e condicionamento do ar; principalmente nos ambientes com climatização contínua, que apesar de terem monitoramento periódico para garantir que esteja dentro da faixa de trabalho pré-estabelecida, necessitam de melhor controle e manutenção, sugerindo um estudo de aferição desses sistemas com auditores/profissionais externos devidamente habilitados.

Sugere-se que nos ambientes de cozinha e recepção do RH, por estarem com temperaturas acima da norma, sejam instalados equipamento de ar condicionado com tecnologia do tipo split inverter, por serem mais eficientes.

5.6 Considerações finais

As documentações da indústria juntamente com os estudos realizados e análises prévias das normativas, leis e manuais que poderiam atender os critérios, adequação às especificações requeridas da certificação LEED resultaram no diagnóstico final a qual categoria pertinente a indústria foi aplicada, LEED O+M para edificações existentes.

Ao utilizar de cálculos de consumo energético para obter um panorama real os resultado foram satisfatório com viabilidade de implantação de novas medidas, que a partir do levantamento da situação energética da indústria, constatou-se a possibilidade de implantação painéis fotovoltaicos como fonte de energia renovável, apontando através do “*payback* simplificado” a viabilidade da implantação do sistema em 3 anos.

A auditoria energética pode auxiliar, os proprietários ou profissionais de áreas envolvidos no processo, a integrar benefícios relacionados à energia em seu planejamento estratégico, implementando medidas de eficiência energética, bem como na melhoria dos métodos de gestão e avaliação de energia que contabilizam os impactos ambientais.

Em indústrias de alimentos, do setor frigorífico, os fatores de risco à segurança e à saúde dos trabalhadores são, em sua maioria, evidentes. Por isso, estudos de conforto ambiental dos trabalhadores, fornecem ferramentas para determinar medidas de prevenção e ajustes, nesse sentido, foi constatado que a indústria apresenta 78,43% dos ambientes de acordo com a temperatura

exigida pela normas regulamentadoras brasileiras e sob aspecto da NBR 15220, carta psicométrica apresentou resultado de 64,29% em situação de conforto.

E ao proposto de identificar a pontuação dentro do pré-requisito de práticas de gestão de eficiência energética, dentro da dimensão de energia e atmosfera, que é de caráter obrigatório e permeia diretrizes necessárias para os subsequentes pré-requisitos e créditos, é possível afirmar que é atendido.

6. CONCLUSÃO

A abordagem da C.E dentro de uma agroindústria do setor alimentício, sob aspecto de viabilidade de implantação do pré-requisito de Práticas de gestão de eficiência energética, através de auditoria energética *Walk-through* à nível 1; com cinco itens atendidos, do levantamento a identificação de medidas de eficiência que requereram estudos adicionais, estimaram a redução no consumo e nos custos da edificação, trouxeram novas perspectivas para necessidades existentes da indústria, tais como; concepção arquitetônica, *layout* industrial, à cadeia de produção, armazenamento e estocagem de alimentos, os fluxos de usuários, verificação e identificação dos perfis de consumo energético e análise da climatização com apontamentos a serem otimizados.

Além de ressaltar os apontamentos a serem otimizados, é necessário também reestruturação do organograma e da distribuição adequada de tarefas, a elaboração de documentos técnicos com exigências técnicas bem atreladas com os demais documentos burocráticos, a fim de garantir o devido controle nos processos para continuidade das dimensões analisadas no processo de certificação LEED O+M.

A pesquisa mostrou que através da certificação, reduz-se os danos causados pela construção e pelos usuários no meio ambiente, e também possibilita o emprego de novas tecnologias, remanejo e otimização de recursos existentes, bem como a utilização de novas fontes renováveis de energia.

A oferta de certificações, selos ou qualificações adaptadas a realidade do setor industrial brasileiro é porventura reduzida, evidenciando o espaço a ser preenchido no mercado brasileiro por ferramentas que visem a sustentabilidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHIRE, C.P.; RELKAR, A.S. Correlating failure mode effect analysis (FMEA) & overall equipment effectiveness (OEE). **Procedia Engineering**, v. 38, p. 3482-3486, 2012.

ALIGLERI, L.; ALIGLERI, L.A; KRUGLIANSKAS, I. **Gestão industrial e produção sustentável**. São Paulo: Saraiva, 2016.

ALTOÉ, L. *et al.* Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 285-297, 2017.

ÁLVAREZ, A. F. O. *et al.* **Edificaciones sustentables: edificio de posgrados un ejemplo de aplicación**. 2016. Tese de Doutorado. Universidad Libre Seccional Pereira. México, 2016.

AMARAL, M.A.T. **Green building: análise das dificuldades (ainda) enfrentadas durante o processo de certificação LEED no Brasil**. 2013. Dissertação (Mestrado). Programa de Mestrado Executivo em Gestão Empresarial, Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas. Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/11105>. Acesso em: 18 de nov. de 2019.

ASHRAE. **Procedures for Commercial Building Energy Audits, Second Edition**. Atlanta, 2011.

_____. ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 15220: **Desempenho Térmico de Edificações**. Rio de Janeiro, ABNT, 2003.

_____. ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 8995-1: **Iluminação de ambientes de trabalho**. Rio de Janeiro, ABNT, 2013.

BARATELLA, P.R.M. **Análise Do Desenvolvimento De Indicadores Para Avaliação De Sustentabilidade De Edifícios Brasileiros**. [s.l: s.n.].

BARBOSA, G. S. **O discurso da sustentabilidade expresso no projeto urbano**. Rio de Janeiro - RJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

BAJAY, S. V.; GORLA, F. D.; BORDONI, O. F. J. G. Os segmentos industriais energo-intensivos de maiores potenciais técnicos de conservação de energia no Brasil. **Rev. Bras. Energ**, v. 15, p. 89-107, 2009.

BAJAY, S. V.; JANNUZZI, G. M.; HEIDEIER, R. B.; VILELA, I. R., PACCOLA, J. A. e GOMES, R., **Geração distribuída e eficiência energética - Reflexões para o setor elétrico de hoje e do futuro First. 124 Campinas: International Energy Initiative – IEI Brasil, 2018**. Disponível em: <https://iei-brasil.org/wp-content/uploads/2018/01/Gera%C3%A7%C3%A3o-distribu%C3%ADda-e-efici%C3%Aancia-energ%C3%A9tica-Reflex%C3%B5es-para-o-setor-el%C3%A9trico-de-hoje-e-do-futuro.pdf>. Acesso em: 30 out 2019.

BRASIL. **Da conferência das nações unidas para o meio ambiente em Estocolmo, à Rio-92: agenda ambiental para os países e elaboração de documentos por Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.** SENADO. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/ario20/conferencia-das-nacoes-unidas-para-o-meio-ambiente-humano-estocolmo-rio-92-agenda-ambiental-paises-elaboracao-documentos-comissao-mundial-sobre-meio-ambiente-e-desenvolvimento.aspx>. Acesso em: 03 out. 2018.

_____. **NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, Agência. Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE.** 10 Módulos. Brasília – DF, 2018.

_____. **Agenda 21.** Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>. Acesso em: 03 out. 2018.

_____. **Construções Sustentáveis.** Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/item/8059>. Acesso em: 03 out. 2018.

_____. **Fundamentos para INDC brasileira.** Acordo de Paris. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris/item/10710.html>. Acesso em: 09 nov. 2018.

_____. **LEI Nº 12.546, DE 14 DE DEZEMBRO DE 2011- Institui o Regime Especial de Reintegração de Valores Tributários para as Empresas Exportadoras (Reintegra); dispõe sobre a redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) à indústria automotiva; altera a incidência das contribuições previdenciárias devidas pelas empresas que menciona.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12546.htm. Acesso em: 25 mai. 2019.

_____. **DE PESQUISA ENERGÉTICA, Empresa. Avaliação da eficiência energética na indústria e nas residências no horizonte decenal (2010-2019),** Rio de Janeiro, RJ, 2010.

_____. **Plano Nacional de Energia (PNE) 2050–Estudos da Demanda de Energia,** Brasília. 2013.

_____. **Balanço Energético Nacional 2018: Relatório Síntese – ano base 2017.** Rio de Janeiro, RJ, 2018.

_____. **Balanço Energético Nacional 2018.** Rio de Janeiro, RJ, 2018.

_____. **MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano Nacional de Eficiência Energética.** Brasília, 2011.

BUSTAMANTE, J. F. V. **Políticas e programas de eficiência energética para a indústria no Brasil: uma avaliação crítica e rotas para avanços.** 2018. 148 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Planejamento de Sistemas Energéticos, Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade

Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo. 2018. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/333474/1/Valencia-Bustamante_JuanFelipe_M.pdf. Acesso em: 30 out. 2019.

BHUTTA, F.M. Application of smart energy technologies in building sector- future prospects. **Proceedings of the 2017 International Conference on Energy Conservation and Efficiency (ICECE)**, Lahore, Pakistan, p. 7–10, 2017.

CAI, W. *et al.* Energy performance certification in mechanical manufacturing industry: A review and analysis. **Energy Conversion and Management**, v. 186, p. 415-432, 2019.

CAMARASA, C.; NAGELI, C.; OSTERMEYER, Y.; KLIPPEL, M. Diffusion of energy efficiency technologies in European residential buildings: A bibliometric analysis. **Energy and Buildings**, p. 109339, 2019.

CAMPOS, V.R; MATOS, N.S; BERTINI, A. A. Sustentabilidade e gestão ambiental na construção civil: análise dos sistemas de certificação LEED e ISO 14001. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**, vol.6. p. 1104 - 1118. Abril, 2015.

CASALS, X. G. Analysis of building energy regulations and certification in Europe: their role, limitations and differences. **Energy and Buildings**, Oxford, v. 38, p. 381-392, 2006.

CASSIDY, R. End the FSC vs. Wood battle. SFI on LEED. **Construction + Construction Project**, 2010. Disponível em: <http://www.bdcnetwork.com/article/end-battle-fsc-vs-sfi-wood-leed>

CASSOL, F. **Aplicação da análise inversa via otimização extrema generalizada em projetos de iluminação**. 2009. 100 f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2009. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/16307>. Acesso em: 04 de fevereiro de 2020.

CARDOSO, L. C. R. **Desenvolvimento de uma base de dados para manutenção de iluminação industrial**. 2015. 140 f. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Eletrotécnica, Instituto Politécnico de Coimbra. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Coimbra, Portugal. 2015. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/11687>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2020.

CEMIG. **Relatório de riscos e oportunidades no setor elétrico**. CEMIG, CEMIG, 2008.

CHIARELLI, G. **Microbiologia, higiene e segurança**. Indaial: UNIASSELVI, 2018 CNI. Eficiência energética na indústria: O que foi feito no Brasil, oportunidades de redução de custos e experiência internacional. Confederação Nacional das Indústrias, 2009.

CHO, K.H.; KIM, S.S. Energy Performance Assessment According to Data Acquisition Levels of Existing Buildings. **Energies**, v. 12, n. 6, p. 1149, 2019.

CLIMATE DATA ORG. **Location**. 2019. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/parana/cascavel-5965/>. Acesso em: 11 dez. 2019.

COELHO, L. Carimbo Verde. **Revista Técnica**, n. 155, p. 32-39, fev. 2010.

COLE, R.J. Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles. **Building Research & Information**, n. 35, p. 455-467, 2005.

COLLETO, G. M. **Modelagem da informação da construção para diagnósticos energéticos (BIM4EA)**. 2018. 198 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo. 2018. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/332367>. Acesso em: 30 out. 2019.

COSSICH, F.F. **Estudo da importância da sustentabilidade em construções civis baseado na Certificação LEED: aplicação prática em edificação certificada e avaliação da implementação da certificação em construtoras de Maringá-PR**. 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Mestrado em Tecnologias Limpas. Centro Universitário de Maringá. Maringá, Paraná. Disponível em: <http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/584>. Acesso em: 30 out. 2019.

COSTA, E. R. Q. *et al.* Hot thermal environment and its impact in productivity and accidents. In: **SHO 2011-International Symposium on Occupational Safety and hygiene**. Minho, Portugal, 2011.

DANA, A. C.; CATAI, R. E.; AMARILLA, D.R.S. Análise Ergonômica de Ruído e de Iluminância em Postos de Trabalho de uma Instituição Pública. **Revista ESPACIOS**, v. 37, n. 30, 2016.

DE MELLO SANTANA, Paulo Henrique; BAJAY, Sérgio Valdir. New approaches for improving energy efficiency in the Brazilian industry. **Energy Reports**, v. 2, p. 62-66, 2016.

DE WILDE, P. Ten questions concerning building performance analysis. **Building and Environment**, v. 153, p. 110-117, 2019.

DING, Z.; FAN, Z.; TAM, V.W.Y.; BIAN, Y.; LI, S.; I.M. ILLANKOON, C. S.; MOON, S. Green building evaluation system implementation. **Building and Environment**, v. 133, p. 32-40, 2018.

DING, Z. *et al.* Green building evaluation system implementation. **Building and Environment**, v. 133, p. 32-40, 2018.

DOULOS, L. T. *et al.* A decision support system for assessment of street lighting tenders based on energy performance indicators and environmental

criterias: Overview, methodology and case study. **Sustainable Cities and Society**, v. 51, p. 101759, 2019.

EEE, 2019. **Empresa de Equipamento Elétrico SA**. Águeda, Portugal. Disponível em: <http://www.eee.pt>.

ESTEVEES, M.N. **Estudo Comparativo de Impacto de consumo de Edifícios Certificados LEED e Procel**. 2016. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Faculdade de Tecnologia. Universidade de Brasília. Brasília, Distrito Federal. 2016. Disponível em: https://www.bdm.unb.br/bitstream/10483/17197/1/2016_MarianaNevesEsteves_tcc.pdf. Acesso em: 10 de fev. de 2020.

FAGUNDES, S. F. **Simulação termoenergética e proposta de melhoria em espaços de ensino e aprendizagem: estudo de caso campus Unisinos São Leopoldo**. 2016. 82 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, Rio Grande do Sul. 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/6269?locale-attribute=es>. Acesso em: 10 de jan. de 2020.

FERREIRA, C. A. **Eficácia das técnicas de climatização natural em um prédio de salas de aula: estudo de caso campus UFSM-CS**. 2019. 124 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/17037>. Acesso em: 10 de fev. de 2020.

FIALHO, J.; PINTO, P.; GOMES, A. L. Photovoltaic system for self-consumption—An economic viability study. **2017 International Conference in Energy and Sustainability in Small Developing Economies (ES2DE)**. IEEE, p. 1-6, 2017.

FLOREZ, L. Sustainability and Green Building Rating Systems: A Critical Analysis to Advance Sustainable Performance. **Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials**, v. 4, p. 211-220, 2020.

FOSSATI, M. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifício: o caso de escritórios em Florianópolis**. 2008. 313 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina. 2008. Disponível em: <http://labeeee.ufsc.br/node/128>. Acesso em: 17 jun. 2019.

FOLSTER, L. P., MADRUGA, G. G., FERREIRA, F. C., & STEFENON, S. F. Estudo Sobre a Eficiência no Sistema de Iluminação em Salas de Aula (UNIPLAC). **Revista Espacios**. Vol. 37, Ano 2016, número 21. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a16v37n21/16372124.html>.

HESS, G., MARQUES, J., PAES, L., & PUCCINI, A. (1985). **Engenharia Econômica**. São Paulo: Editora Forum.

FRANCO, L. J. C. **Aplicação de alguns critérios da certificação ambiental LEED em projeto do FNDE-Escola pública**. 2017. 95 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Curso de Engenharia Civil. Universidade de Santa Cruz do Sul. Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul. 2017. Disponível em: <https://repositorio.unisc.br/jspui/handle/11624/2048>. Acesso em: 13 jun. 2019.

FUERST, F., MCALLISTER, P. Eco-labeling in commercial office markets: Do LEED and Energy Star offices obtain multiple premiums?. **Ecological Economics**, v. 70, n. 6, p. 1220-1230, 2011.

FUJIHARA, M. C. Construção Sustentável e Certificação LEED no Brasil. 2012. Disponível em: http://iab-sc.org.br/concursofatmafpesc/wp-content/uploads/2012/08/16.00h-Maria_Carolina_Fujihara.pdf. Acesso em: 12 abr. 2019

GALLOIS, N.S.P. **Análise das condições de estresse e conforto térmico sob baixas temperaturas em indústrias frigoríficas de Santa Catarina**. 2002. 140 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina. 2002. Disponível em: http://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/dissertacoes/DISSERTACAO_Nelson_Simoes_Pires_Gallois.pdf. Acesso em: 12 abr. 2019

GAN, V.J.L. *et al.* Simulation Optimisation towards Energy Efficient Green Buildings: Current Status and Future Trends. **Journal of Cleaner Production**, p. 120012, 2020.

GANGOLELLS, M. *et al.* Energy mapping of existing building stock in Spain. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 3895-3904, 2016.

GARCÍA, M. M. B. **Construcción sostenible con contenedores**. 2017. 257 f. Tese (Doutorado). Departamento de Construcciones Arquitectónicas II (ETSIE). Universidade de Sevilla. Sevilla, Espanha. 2017. Disponível em: <https://idus.us.es/handle/11441/72329>. Acesso em: 12 jan. 2020

GARLET, E. *et al.* A iluminação natural como fator de desempenho em ambientes industriais. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, v. 8, p. 24-34, 2015.

GOBO, J. P. A. **Bioclimatologia subtropical e modelização do conforto humano: da escala local à regional**. 2018. 195 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. São Paulo, São Paulo. 2018. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-23022018-094537/en.php>. Acesso em: 26 de janeiro de 2020.

GOMES, M. F.; SOUZA, M. B. S. Acesso às jurisdição e o mandado de Segurança coletivo como meio de garantir a prevenção do meio ambiente de trabalho equilibrado em frigoríficos. **Revista Cidadania e Acesso à Justiça**, v. 4, n. 1, p. 74-97, 2018.

GOMES, A. P. **Avaliação do desempenho térmico de edificações unifamiliares em light Steel Framing**. 2007. 172 f. Tese (Doutorado). Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, Minas Gerais. 2007. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2238>. Acesso em: 26 de janeiro de 2020.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Certificação LEED**. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed>. Acesso em: 26 de setembro de 2018.

GURGUN, A.P.; POLAT, G.; DAMCI, A.; BAYHAN, H.G. Performance of LEED energy credit requirements in European countries. **Procedia engineering**, v. 164, p. 432-438, 2016.

HENSEN, J.L.M., LAMBERTS, R. Building Performance Simulation for Design and Operation. **Spon Press**, Nova York, EUA. 2011.

IEA. International Energy Agency. Energy Efficiency 2017. **Market Report Series**. Disponível em: <http://iea.org>; 2017. Acesso em: 05 de julho de 2018.

ILLANKOON, I.M.C.S. *et al.* Key credit criteria among international green building rating tools. **Journal of cleaner production**, v. 164, p. 209-220, 2017.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA, 2014. **Portaria nº 389**, de 25 de agosto de 2014. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002154.pdf>. Acesso em: 13 out. 2019.

IRANZADEH, S. *et al.* Investigating the relationship between RPN parameters in fuzzy PFMEA and OEE in a sugar factory. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 60, p. 221-232, 2019.

ISO, E. N. 7730: 2005. Ergonomics of the thermal environment. European Committee for Standardization, Brussels, België, 2005.

KALTHOUM, K. M. **Distorção harmónica causada pelos LEDs em iluminação pública-análise e proposta de soluções**. 2016. 179 f. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Mecânica. Instituto Superior de Engenharia do Porto. Porto, Portugal. 2016. Disponível em: <http://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/10417>. Acesso em: 02 de dezembro de 2019.

KALYANI, N. T.; DHOBLE, S. J. Organic light emitting diodes: Energy saving lighting technology—A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 5, p. 2696-2723, 2012.

KAWANO, B. R. *et al.* **Otimização na Indústria de Laticínios: Oportunidades de eficiência energética e econômica**. 2013. s.n. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Planejamento de Sistemas Energéticos,

Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo. 2013. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/264493/1/Kawano_BrunoRogora_M.pdf. Acesso em: 30 out. 2019.

KEMERICH, P. D. DA C.; RITTER, L. G.; ORBA, W. F. B. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista Monografias Ambientais - REMOA**, n. 5, p. 3723–3736, 2014.

KRARTI, M; DUBEY, K.; HOWARTH, N. Energy productivity analysis framework for buildings: a case study of GCC region. **Energy**, v. 167, p. 1251-1265, 2019.

KERN, A. P. *et al.* Energy and water consumption during the post-occupancy phase and the users' perception of a commercial building certified by Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). **Journal of cleaner production**, v. 133, p. 826-834, 2016.

KRÜGER, E.L.; MORI, F. Análise da eficiência energética da envoltória de um projeto padrão de uma agência bancária em diferentes zonas bioclimáticas brasileiras. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 3, p. 89-106, 2012.

LABEEE. **Classificação Bioclimáticas das Sedes dos municípios brasileiros**. Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/Classificacao_Municipios_Brasileiros.pdf. Acesso em: 10 de fev. de 2020.

LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Um estudo de caso sobre gerenciamento de portfólio de projetos e apoio a decisão multicritério. **Revista Gestão Industrial**, v. 6, n. 1, p. 01-28, 2010.

LAMBERTS, R. *et al.* **Conforto e stress térmico**. LabEEE, Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

LAWDER, J. H. **Análise energética e econômica em uma agroindústria de laticínios**. 2012. 93 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, Paraná. 2012. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/handle/tede/826>. Acesso em: 12 de janeiro de 2020.

LEITE, V. F. **Certificação ambiental na construção civil: sistemas LEED e AQUA**. 2011. 59 f. Monografia (Graduação). Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2011. Disponível em: <https://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/certificacoes-leed-e-aqua-trabalho-final-graduacao.pdf>. Acesso em: 12 de janeiro de 2020.

LI, S. *et al.* The economics of green buildings: A life cycle cost analysis of non-residential buildings in tropic climates. **Journal of Cleaner Production**, v. 252, p. 119771, 2020.

LIMA, L. M.D. **A prática do desenvolvimento sustentável por meio das certificações ambientais: uma proposta metodológica para certificação**

ambiental urbana. 2018. 287 f. Tese (Doutorado). Centro de Artes e Comunicação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/32971>. Acesso em: 18 de janeiro de 2020.

LOPES, A.C.P., FILHO, D. O., ALTOE, L., CARLO, J.C., LIMA, B.B. Energy efficiency labeling program for buildings in Brazil compared to the United States' and Portugal's. **Renewable Sustainable Energy Review**, v. 66, p. 207-219, 2016.

LUMICENTER, Engenharia de Iluminação. Informações Técnicas. Disponível em: <http://www.lumicenteriluminacao.com.br/pt/tecnologia/lumisoft.aspx>. Acesso em: 10 fev. 2020

MACHNOCKI, K. M. **Sistema de Gestão de Iluminação em Ambientes Industriais.** 2011. Dissertação (Mestrado). Departamento de Eletrônica, Telecomunicações e Informática, Universidade de Aveiro. Aveiro, Portugal. 2011.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de Metodologia Científica. 7. ed. **São Paulo: Atlas**, 2010. 423p.

MAZZAFERRO, L. **Análise das recomendações da ASHRAE standard 90.1 para a envoltória de edificações comerciais.** 2015. 97 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina. 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/169458>. Acesso em: 18 de janeiro de 2020.

MAZZOLA, E.; MORA, D.; PERON, F.; ROMAGNONI, P. Proposal of a methodology for achieving a LEED O+ M certification in historic buildings. **Energy Procedia**, v. 140, p. 277-287, 2017.

MENEGHINI, C.; SAATKAMP, D.H.S. Avaliação da eficiência energética do sistema de refrigeração de um frigorífico do meio oeste catarinense. **Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Joaçaba**, v. 2, p. e13400-e13400, 2017.

MIYASHIRO, M. M. **Avaliação da eficiência energética de lâmpadas LED.** 2016. 50 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologia. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, São Paulo. 2016. Disponível em: <http://tede.bibliotecadigital.puc-campinas.edu.br:8080/jspui/handle/tede/916>. Acesso em: 10 de fev. de 2020.

MONTEIRO, A. L. P. R. **Desenvolvimento de uma ferramenta computacional para otimização de cálculo luminotécnico de interiores baseado em algoritmo genético.** 2019. 80 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Pará. Belém, Pará. 2019. Disponível em: <http://200.239.66.58/jspui/handle/2011/12076>. Acesso em: 10 de fev. de 2020.

MONTOYA, F. G. *et al.* Indoor lighting techniques: An overview of evolution and new trends for energy saving. **Energy and buildings**, v. 140, p. 50-60, 2017.

MOREIRA, D. L. **Aplicabilidade de técnicas de drenagem de baixo impacto no campus da Universidade Federal de Santa Maria**. 2016. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2016. Disponível em: http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2016/TCC_DAVID%20LUERSEN%20MOREIRA.pdf. Acesso em: 13 jun. 2018.

MORGADO, L. M. R. **Desenvolvimento de um Simulador para Aumento da Eficiência Energética na Iluminação**. 2018. 88 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal. 2018. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/56392>. Acesso em: 10 de fev. de 2020.

MOTTA, R. R.; CALÔBA, G. M. Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais. **São Paulo: Atlas**, 2002.

MOURA, L.T. A. *et al.* Engenharia ambiental: um estudo de caso da nova fábrica padrão LEED da Coca-Cola. **Revista Campo do Saber**, v. 4, n. 3, 2018.

MUÑOZ-VILLAMIZAR, A. *et al.* Using OEE to evaluate the effectiveness of urban freight transportation systems: A case study. **International Journal of Production Economics**, v. 197, p. 232-242, 2018.

NAKAJIMA, S. An Introduction to TPM Productivity Press. Portland, OR (1988)

NEGRÃO, J. H. F. **Certificação ambiental na construção civil—o sistema LEED no Brasil**. 2016. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, Paraná. 2016. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/7846>. Acesso em: 14 de dez. 2019.

NIU, M.; LEICHT, R.M. Information exchange requirements for building walk-through energy audits. **Science and Technology for the Built Environment**, v. 22, n. 3, p. 328-336, 2016.

OLIVEIRA, E. S. F. *et al.* Dimensionamento do sistema frigorífico de câmaras-frias para congelamento e resfriamento de carnes. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 7, n. 1, 2016.

PASSOS, L. S.; BRUNA, G. C. CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL LEED: MAPEAMENTO EM SÃO PAULO. **MIX Sustentável**, v. 5, n. 3, p. 41-54, 2019.

PARTICELLI, T. **Aspectos práticos da Certificação LEED: exemplo de aplicação em unidade multifamiliar**. 2018. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2018. Disponível em:

<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10025519.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2019.

PELLIZZETTI, C. S. **Certificação ambiental de habitações Leed e as mudanças na gestão da construção civil sustentável na América Latina**. MIX Sustentável, v. 3, n. 1, p. 36-43, 2017. Disponível em: <http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/1712>. Acesso em: 06 de novembro de 2019.

PINHEIRO, A. P. O. A. **Reabilitação arquitetônica, sustentabilidade e design**. 2017. 696 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura. Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal. 2017. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/14115>. Acesso em: 12 de janeiro de 2020.

PLEBANKIEWICZ, E.; JUSZCZYK, M.; KOZIK, R. Trends, costs, and benefits of green certification of office buildings: A Polish perspective. **Sustainability**, v. 11, n. 8, p. 2359, 2019.

PRIZIBELA, S. C. C. **Aplicação de princípios de sustentabilidade em empreendimentos de grande porte: posicionamento dos arquitetos**. 2011. 208 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina. 2011. Disponível em: <http://www.tede.ufsc.br/teses/PARQ0146-D.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2018.

RASTOGI, A. *et al.* Impact of different LEED versions for green building certification and energy efficiency rating system: A Multifamily Midrise case study. **Applied energy**, v. 205, p. 732-740, 2017.

REIJNDERS, L.; VAN ROEKEL, A. Comprehensiveness and adequacy of tools for the environmental improvement of buildings. **Journal of Cleaner Production**, n. 7, p. 221-225, 1999.

RODRIGUES, S. *et al.* Economic feasibility analysis of small scale PV systems in different countries. **Solar Energy**, v. 131, p. 81-95, 2016.

RUSSI, M.; VETTORAZZI, E.; SANTOS, J. C. P.; ZÓFOLI, G. R.; SOARES, R. M. D. Estratégias construtivas na busca de conforto térmico e eficiência energética em edificações unifamiliares de interesse social nas zonas bioclimáticas 1, 2 e 3 brasileiras. **Revista de Arquitetura da IMED**, v. 1, n.2, p. 113-121, 2012. Disponível em: <https://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/article/view/1382/102>. Acesso em: 15 out. 2019.

SALGUEIRO, G.P. **Iluminação em Ambientes Fabris; Otimização e Análise Técnica e Económica**. 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado). Departamento de Eletrônica, Telecomunicações e Informática, Universidade de Aveiro. Aveiro, Portugal. 2015. Disponível em: <https://ria.ua.pt/handle/10773/15934>. Acesso em: 10 fev. 2020.

SEVERO, E.; SOUSA, H. Ferramentas Quantitativas e Qualitativas para Avaliação da Sustentabilidade das Edificações. **CIAIQ2016**, v. 4, 2016.

SEMPLE, S.; JENKINS, D. Variation of energy performance certificate assessments in the European Union. **Energy Policy**, p. 111127, 2019.

SHAD, R., KHORRAMI, M., GHAEMI, M. Developing an Iranian green building assessment tool using decision making methods and geographical information system: Case study in Mashhad city. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 67, p. 324-340, 2017.

SCOFIELD, J. H.; DOANE, J. Energy performance of LEED-certified buildings from 2015 Chicago benchmarking data. **Energy and Buildings**, v. 174, p. 402-413, 2018.

STALDEMANN, M. Mind the gap? Critically reviewing the energy efficiency gap with empirical evidence. **Energy Research & Social Science**, v. 27, p. 117-128, 2017.

SILVA, V. G.; AGOPYAN, V. Avaliação de edifícios no Brasil: Saltando de avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. São Paulo, BT/PCC/376, 12 p. 2004.

SIQUEIRA, A. C. H. **Evidências de Sustentabilidade Urbana em Projetos de Favelas com base nos indicadores LEED-ND**. 2018. 130 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Engenharia Urbana. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2018. Disponível em: <http://www.dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli2381.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2018.

SPAGNUOLO, A. Y. N. **Projeto padrão e conforto térmico: estudo de caso nas creches PROINFÂNCIA Tipo B**. 2019. 93 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Bauru, São Paulo. 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/181793>. Acesso em: 10 de fev. de 2020.

TALAIA, M., TEIXEIRA, L., TAVARES, I. Risco de fadiga em ambiente térmico frio: caso de uma indústria de peixe congelado. **Territorium**, n. 25 (I), p. 103-112, 2018.

TOZER, L. Catalyzing political momentum for the effective implementation of decarbonization for urban buildings. **Energy Policy**, v. 136, p. 111042, 2020.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED**. Disponível em: <https://new.usgbc.org/leed>. Acesso em: 26 de setembro de 2018.

_____. **LEED v4.1 for BUILDING OPERATIONS AND MAINTENANCE**. Rating System. p.50, Updated November, 2018.

_____. **LEED v4.1 OPERATIONS AND MAINTENANCE: GETTING STARTED GUIDE FOR BETA PARTICIPANTS.** Rating System. p.83, Updated April, 2019.

_____. **Checklist: LEED v4.1 for Building Operations and Maintenance.** USGBC, 2018. Disponível em: <https://www.usgbc.org/resources/checklist-leed-v41-building-operations-and-maintenance>. Acesso em: 09 de julho de 2019.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **The Paris Agreement.** Paris, 2015. Disponível em <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>. Acesso em: 15 setembro de 2018.

UNEP. United Nations Environment Program for Sustainable Buildings and Construction. Disponível em: <http://web.unep.org/10yfp/programmes/sustainable-buildings-and-construction-programme>. Acesso em: 26 de setembro de 2018.

VAMOSI, S. J. 2011. The True Cost of LEED-Certified Green Buildings. **Heating Plumbing Air Conditioning Magazine.** Disponível em: <https://www.hpac.com/archive/article/20926453/the-true-cost-of-leedcertified-green-buildings>. Acesso em: 26 de setembro de 2019.

WADE, J; KALLEMEYN, L. Evaluation capacity building (ECB) interventions and the development of sustainable evaluation practice: An exploratory study. **Evaluation and Program Planning**, v. 79, p. 101777, 2020.

WANG, H. *et al.* Methodology of comprehensive building energy performance diagnosis for large commercial buildings at multiple levels. **Applied Energy**, v. 169, p. 14-27, 2016.

WANGEL, Josefin *et al.* Certification systems for sustainable neighbourhoods: What do they really certify?. **Environmental impact assessment review**, v. 56, p. 200-213, 2016.

WARGOCKI, P.; WYON, D.P. Ten questions concerning thermal and indoor air quality effects on the performance of office work and schoolwork. **Building and Environment**, v. 112, p. 359-366, 2017.

WEILLER, G.C.B. **A influência de variáveis de entorno no desempenho térmico de habitações de interesse social.** 2008. 179 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, Centro de Tecnologia e Urbanismo. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, Paraná. 2008. Disponível em: <http://www.uel.br/pos/enges/dissertacoes/42.pdf>. Acesso em: 10 de fev. de 2020.

WGBC. The business case for green buildings: a review of the costs and benefits for developers, investors and occupants, a report by world green building Council. 2013. Disponível em: <http://www.worldgbc.org>. Acesso em: 26 de set. de 2019.

WONG, I.L., KRUGER, E. Comparing energy efficiency labelling systems in the EU and Brazil: Implications, challenges, barriers and opportunities. **Energy Policy**, v. 109, p. 310-323, 2017.

WORDEN, K. *et al.* Using LEED Green Rating Systems to Promote Population Health. **Building and Environment**, p. 106550, 2019.

ZHAO, D. *et al.* Framework for Benchmarking green building movement: A case of Brazil. **Sustainable Cities and Society**, v. 48, p. 101545, 2019.

ZHANG, Y.; MOHSEN, J. P. A project-based sustainability rating tool for pavement maintenance. **Engineering**, v. 4, n. 2, p. 200-208, 2018.

ANEXO A

Checklist LEED Operação e Manutenção de Edifícios Existentes


LEED v4.1 for Operations & Maintenance: Existing Buildings
 Scorecard

Y	?	N			
0	0	0	Location and Transportation	14	
6			Prereq	Transportation Performance	14
0	0	0	Sustainable Sites	4	
			Credit	Rainwater Management	1
			Credit	Heat Island Reduction	1
			Credit	Light Pollution Reduction	1
			Credit	Site Management	1
0	0	0	Water Efficiency	15	
6			Prereq	Water Performance	15
0	0	0	Energy and Atmosphere	35	
Y			Prereq	Energy Efficiency Best Management Practices	Required
Y			Prereq	Fundamental Refrigerant Management	Required
13			Prereq	Energy Performance	33
			Credit	Enhanced Refrigerant Management	1
			Credit	Grid Harmonization	1
0	0	0	Materials and Resources	9	
Y			Prereq	Purchasing Policy	Required
Y			Prereq	Facility Maintenance and Renovations Policy	Required
3			Prereq	Waste Performance	8
			Credit	Purchasing	1
0	0	0	Indoor Environmental Quality	22	
Y			Prereq	Minimum Indoor Air Quality	Required
Y			Prereq	Environmental Tobacco Smoke Control	Required
Y			Prereq	Green Cleaning Policy	Required
8			Prereq	Indoor Environmental Quality Performance	20
			Credit	Green Cleaning	1
			Credit	Integrated Pest Management	1
0	0	0	Innovation	1	
			Credit	Innovation	1
0	0	0	TOTALS	Possible Points: 100	
Certified: 40-49 points, Silver: 50-59 points, Gold: 60-79 points, Platinum: 80+ points					

ANEXO B

Disponível na versão digital, contendo: Planta de Localização, situação, cobertura, corte AA e corte BB da indústria,

ANEXO C

Disponível na versão digital, contendo: Planta baixa da indústria e Planta baixa, cobertura, corte AA e vista frontal do escritório e RH.

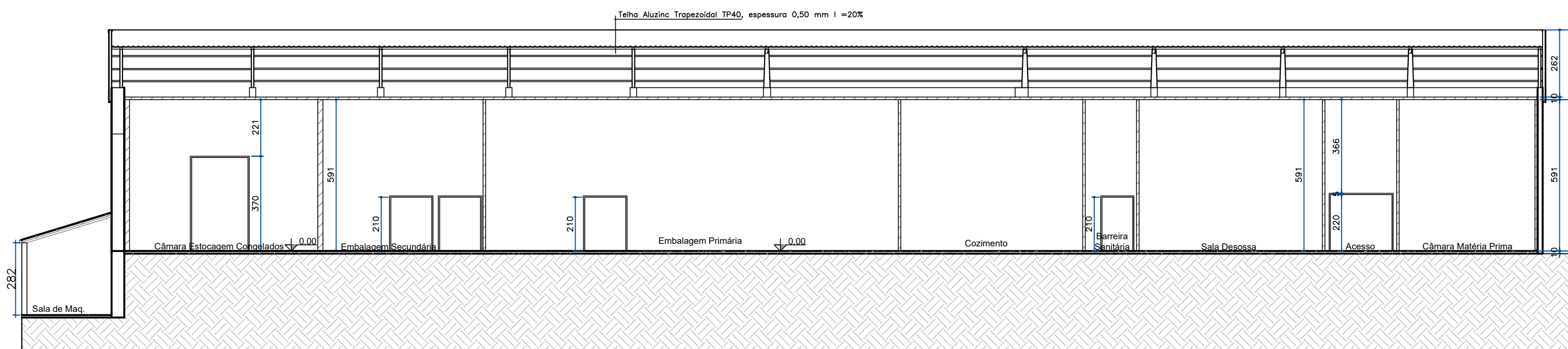
ANEXO D

Tabela de Carga Instalada na Indústria

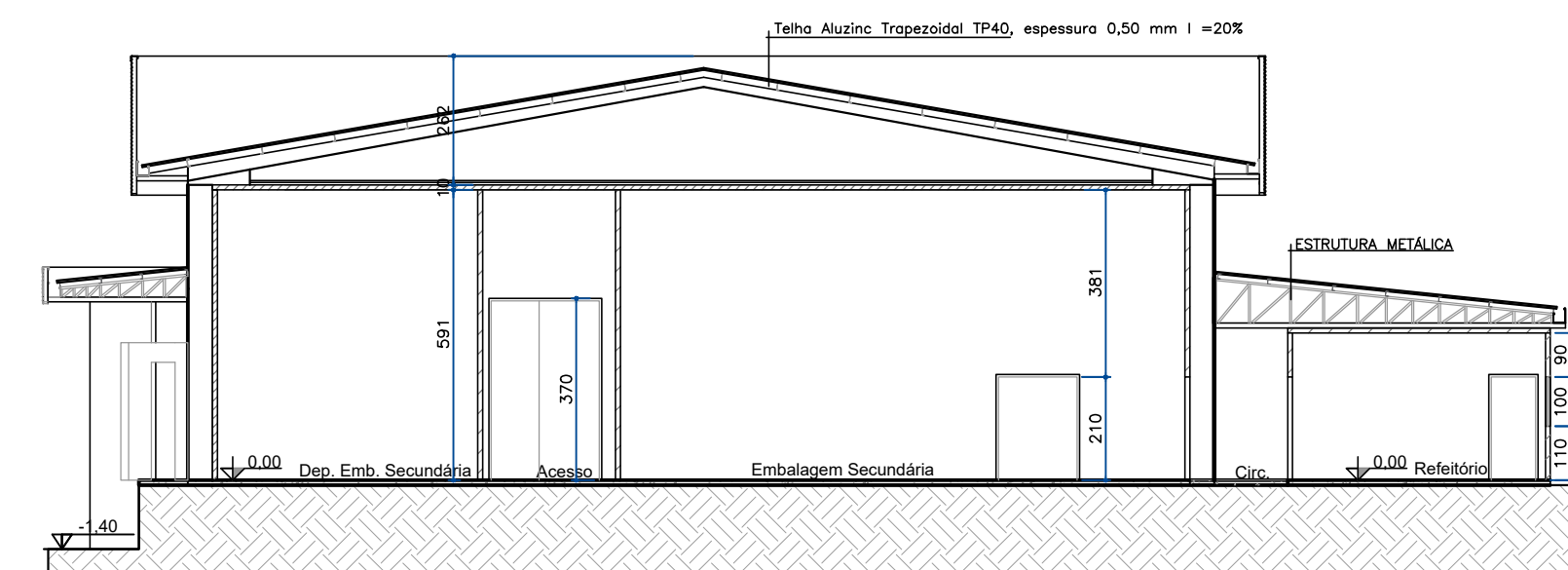
Local	Descrição	Potência (cv)	Potência (W)	Quant.	Potência Total
Linha 01	Iluminação pré-preparo		57w	9	0,513 kw
Linha 01	Evaporador pré-preparo		580w	2	1,160 kw
Linha 01	Injetora de tempero	5 cv		1	3,678 kw
Linha 01	Tumbler	8 cv		1	5,883 kw
Linha 01	Iluminação pulmão 01		77w	2	0,154 kw
Linha 01	Evaporador pulmão 01		250w	4	1 kw
Linha 01	Iluminação sala de cozimento		80w	8	0,640 kw
Linha 01	Sala de cozimento Autoclaves		40w	5	0,200 kw
Linha 01	Exaustor sala de cozimento		200w	1	0,200 kw
Linha 01	Barreira sanitária iluminação		80w	1	0,80 kw
Linha 01	Barreira sanitária lavador de botas	0,5 cv		1	0,367 kw
Linha 01	Barreira sanitária bebedouro		105 w	1	0,105 kw
Linha 01	Iluminação embalagem 1º		80 w	11	0,880 kw
Linha 01	Esteira 01 embalagem 1º	0,5 cv		1	0,367 kw
Linha 01	Desfiador embalagem 1º	04 cv		1	2,941 kw
Linha 01	Esteira 02 embalagem 1º	0,5 cv		1	0,367 kw
Linha 01	Esteira 03 embalagem 1º	0,5 cv		1	0,367 kw
Linha 01	Evaporador embalagem 1º		580w	3	1,740 kw
Linha 01	Iluminação embalagem 2º		57w	6	0,342 kw
Linha 01	Seladora baião	7,5 cv		1	5,516 kw
Linha 01	Seladora sermac	0,25 cv		2	0,368 kw
Linha 01	Evaporador embalagem 2º		580w	1	0,580 kw
Linha 02	Iluminação pré preparo		57w	8	0,456 kw
Linha 02	Evaporador pré preparo		580w	2	1,160 kw
Linha 02	Iluminação pulmão 02		77w	2	0,154 kw
Linha 02	Evaporador pulmão 02		250w	4	1 kw
Linha 02	Quebrador de blocos	20 cv		1	14,710 kw
Linha 02	Moedor de carne	75 cv		1	55,162 kw
Linha 02	Elevador de coluna	2,5 cv		2	3,677 kw
Linha 02	Misturador	10 cv		1	7,354 kw
Linha 02	Imbutideira handtmann		5500w	1	5,500 kw
Linha 02	Selovac cb 100		2500w	1	2,500 kw
Linha 02	Evaporador sala hamburguer		580w	3	1,740 kw
Linha 02	Iluminação sala hamburguer		57w	20	1,140 kw
Linha 02	Antecâmara iluminação		40w	4	0,320 kw
Linha 02	Evaporador antecâmara		580w	1	0,580 kw
Linha 02	Túnel 01 iluminação		77w	2	0,154 kw
Linha 02	Túnel 01 evaporador		580w	6	3,480 kw
Linha 02	Túnel 02 iluminação		77w	2	0,154 kw
Linha 02	Túnel 02 evaporador		580w	6	3,480 kw
Linha 02	Túnel 03 iluminação		77w	2	0,154 kw
Linha 02	Túnel 03 evaporador		580w	6	3,480 kw
Linha 02	Embalagem sec iluminação		57w	5	0,285 kw
Linha 02	Embalagem sec evaporador		580w	2	1,160 kw
Corredor	Iluminação corredores		40w	23	0,902 kw
Sala Qds	Sala de quadros iluminação		80w	2	0,160 kw
Sala Qds	Sala de quadros balanças		200w	1	0,200 kw
Sala maq	Câmara matéria prima		580w	6	3,480 kw
Sala maq	Câmara de resfriamento		580w	3	1,740 kw
Sala maq	Câmara produto cong.ac.		580w	6	3,480 kw
Sala maq	Câmara produto resfriado ac.		580w	3	1,740 kw
expedição	Computador expedição		40w	2	0,80 kw
Sala maq	Evaporador expedição		580w	2	1,160 kw
Expedição	Bomba água docas	1cv		2	1,472 kw
Expedição	Iluminação externa docas		40w	8	0,320 kw
Cozinha	Iluminação refeitório		40w	11	0,440 kw
Cozinha	Exaustor cozinha		90w	2	0,180 kw
Cozinha	Geladeira cozinha		580w	1	0,580 kw
Cozinha	Freezer cozinha		580w	1	0,580 kw
Sala QG	Sala QG exaustor		90w	1	0,90 kw
Sala QG	Sala QG computador		40w	5	0,200 kw
Sala QG	Sala QG luminária		80w	4	0,360 kw
Sala QG	Sala QG ar condicionado		1084w	1	1,084 kw
Vestiário	Vestiário feminino iluminação		40w	6	0,240 kw
Vestiário	Vestiário mas. iluminação		40w	6	0,240 kw
uniformes	Sala de uniformes		80w	2	0,160 kw

supervisão	Sala supervisão		80w	2	0,160 kw
visitantes	Vestiário visitantes		40w	1	0,40 kw
banheiro	Banheiro masculino		40w	2	0,160 kw
banheiro	Banheiro feminino		40w	2	0,160 kw
banheiro	Secador de mãos		90w	5	0,450 kw
corredor	Corredor entrada industria		40w	10	0,200 kw
RH	Iluminação		40w	6	0,240 kw
RH	Ar condicionado		1084	2	2,168 kw
RH	Computadores		40w	3	0,120 kw
Escritorio	Iluminação		40w	10	0,400 kw
Escritorio	Ar condicionado		1084w	3	3,251 kw
Escritorio	Computador		40w	8	0,320 kw
Área Est.	Iluminação externa		100w	10	1 kw
ETE	Bombas de circulação	01 cv		8	5,888 kw
ETE	Aerador	05 cv		1	3,680 kw
Caldeira	Bombas		1960w	2	3,920 kw
Caldeira	Iluminação		40w	3	0,120 kw
Sala maq	Evaporador resfriados cong.		2200w	8	17,600 kw
Sala maq	Evaporador resfriados cong.		3041w	7	21,287 kw
Sala maq	Compressor de ar		2944w	1	3,680 kw
Sala maq	Iluminação		40w	5	0,200 kw
Sala maq	Bomba poça artesiano		1104w	1	1,104 kw
Higienização	Higienização de caixas lavadora	23 cv		1	16,928 kw
Carga Total instalada					239,82 kW

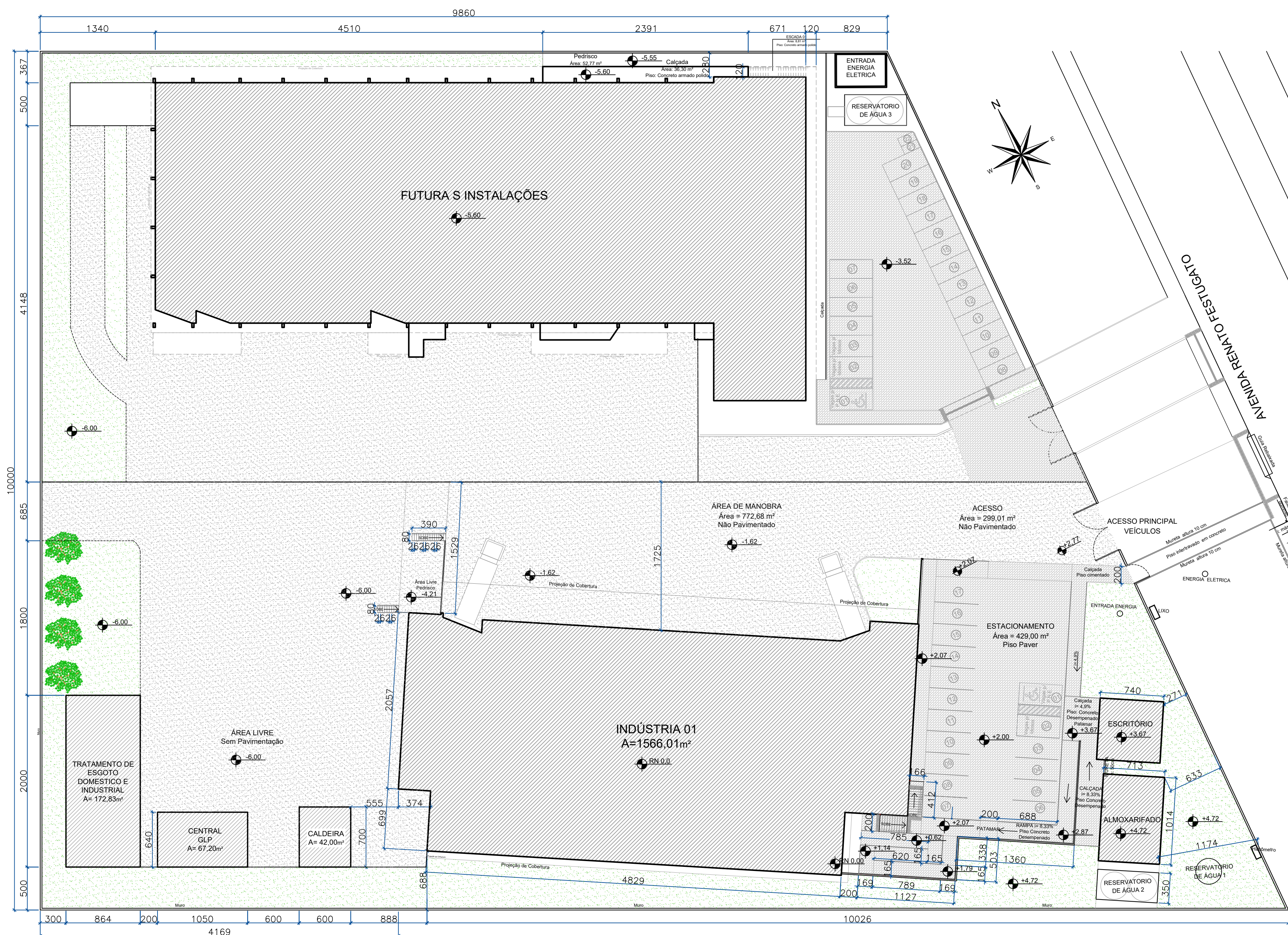
Fonte: Alfama Alimentos, 2019.



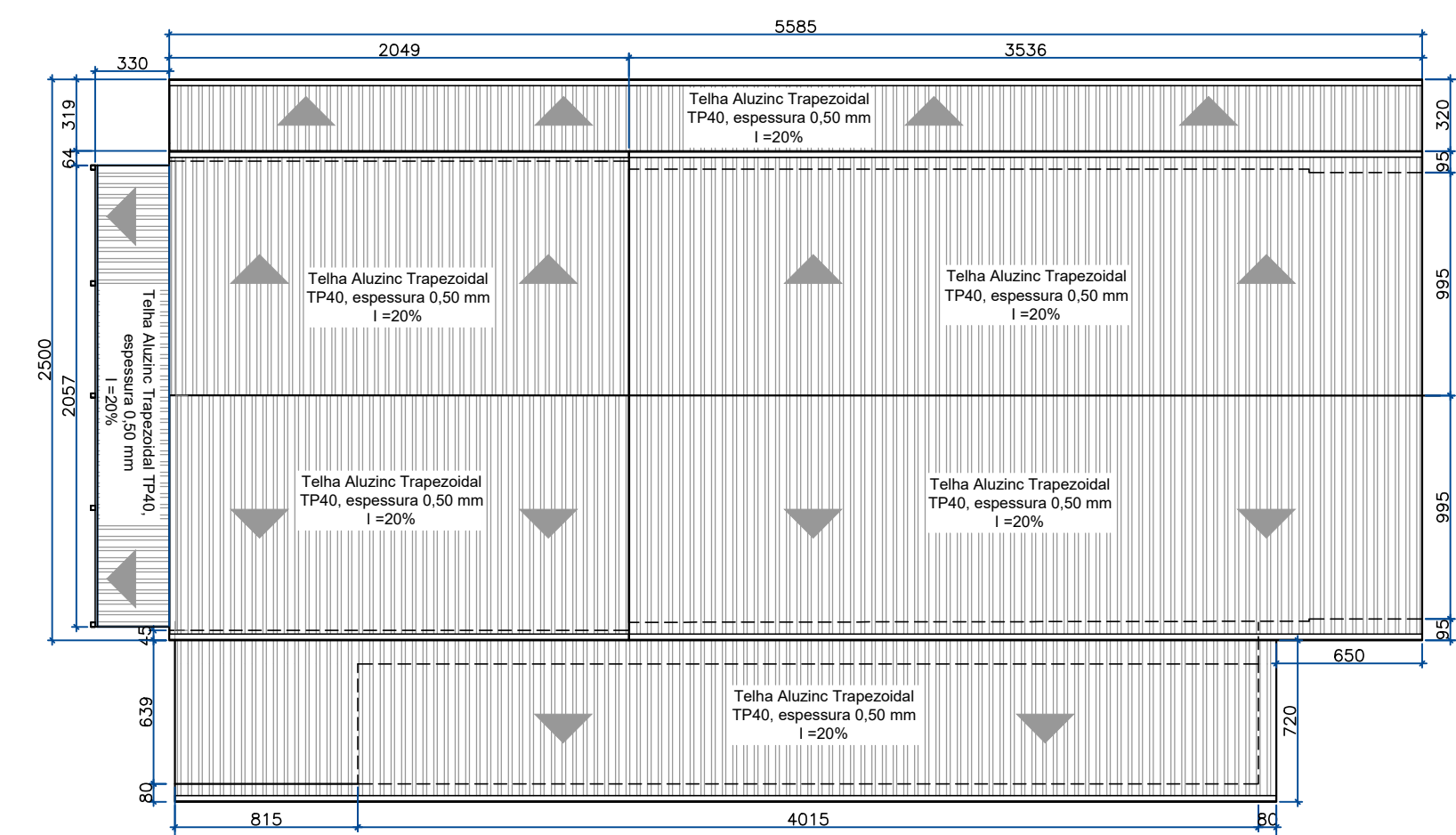
CORTE AA - INDÚSTRIA
ESCALA 1:150



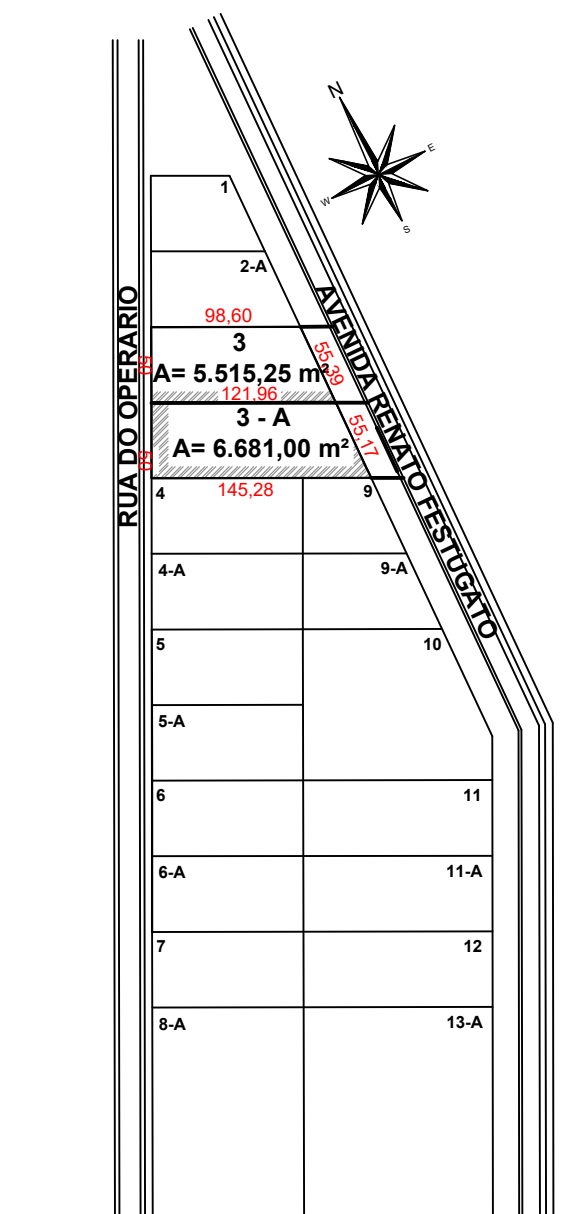
CORTE BB - INDÚSTRIA
ESCALA 1:150



SITUAÇÃO
ESCALA 1:300

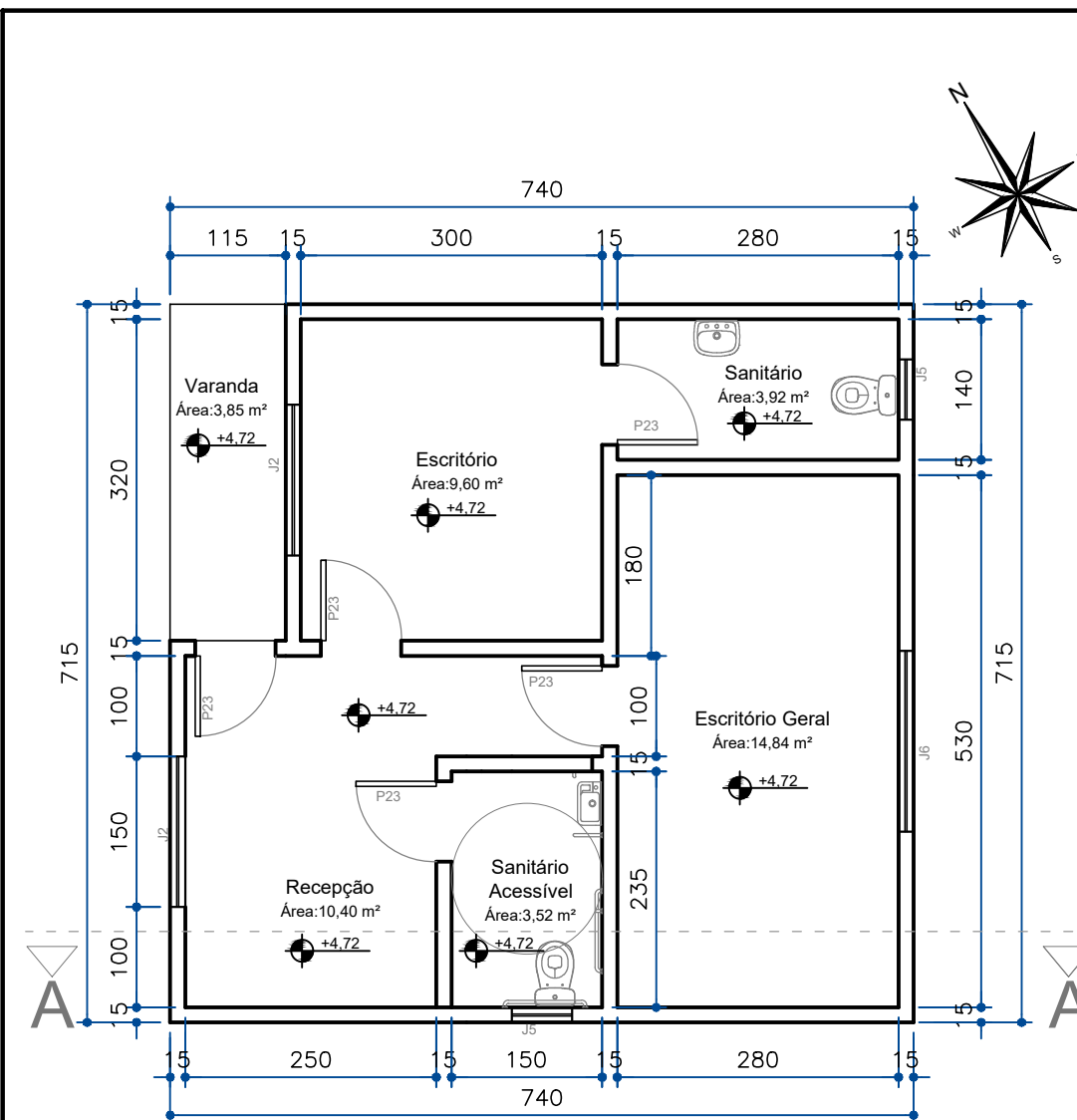


PLANTA BAIXA COBERTURA INDÚSTRIA
ESCALA 1:300

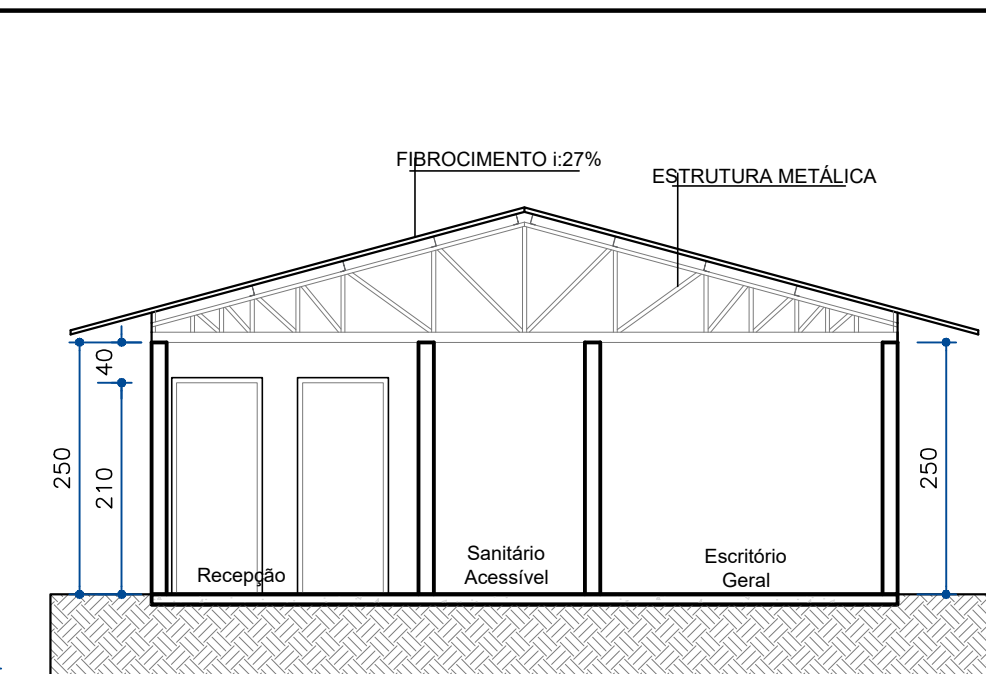


LOCALIZAÇÃO
ESCALA 1:5000

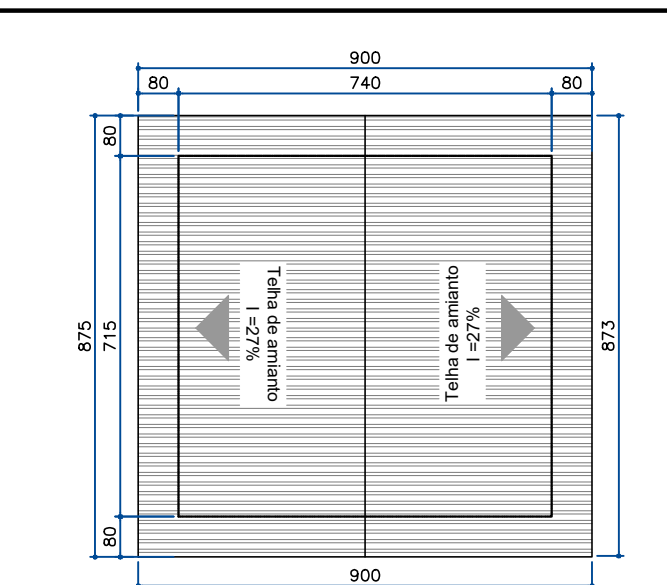
OBRA/ ENDEREÇO		ALFAMA ALIMENTOS LTDA Avenida Renato Festugato, nº 677, Lote 03 e 03-A, Quadra C Loteamento Industrial Domiciliado Theobaldo Bresolin - Cascavel/PR	
ÁREA	1856,00 m ²	OCUPAÇÃO	INDUSTRIAL
PRANCHA	LOCALIZAÇÃO SITUAÇÃO CORTE AA E BB INDÚSTRIA		
ANEXO B	CONTEÚDO DA PRANCHA		
PROPRIETÁRIO			
ALFAMA ALIMENTOS LTDA			
ESCALA	RESP. TÉCNICO		DATA
INDICADA	DANIELE BERTOLINI CAU AT3278-8		30/01/2020



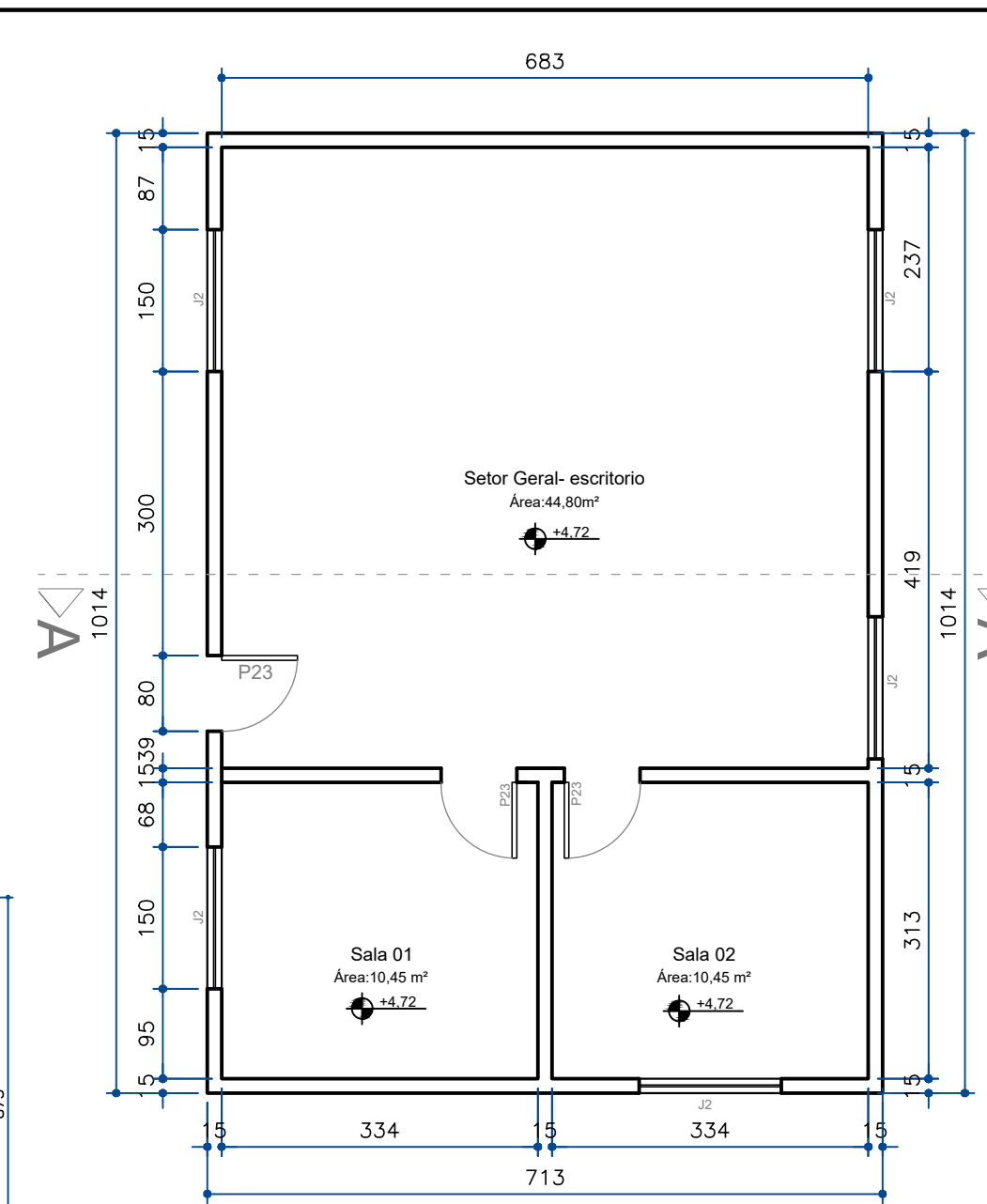
PLANTA BAIXA ESCRITÓRIO 1
ESCALA 1:75



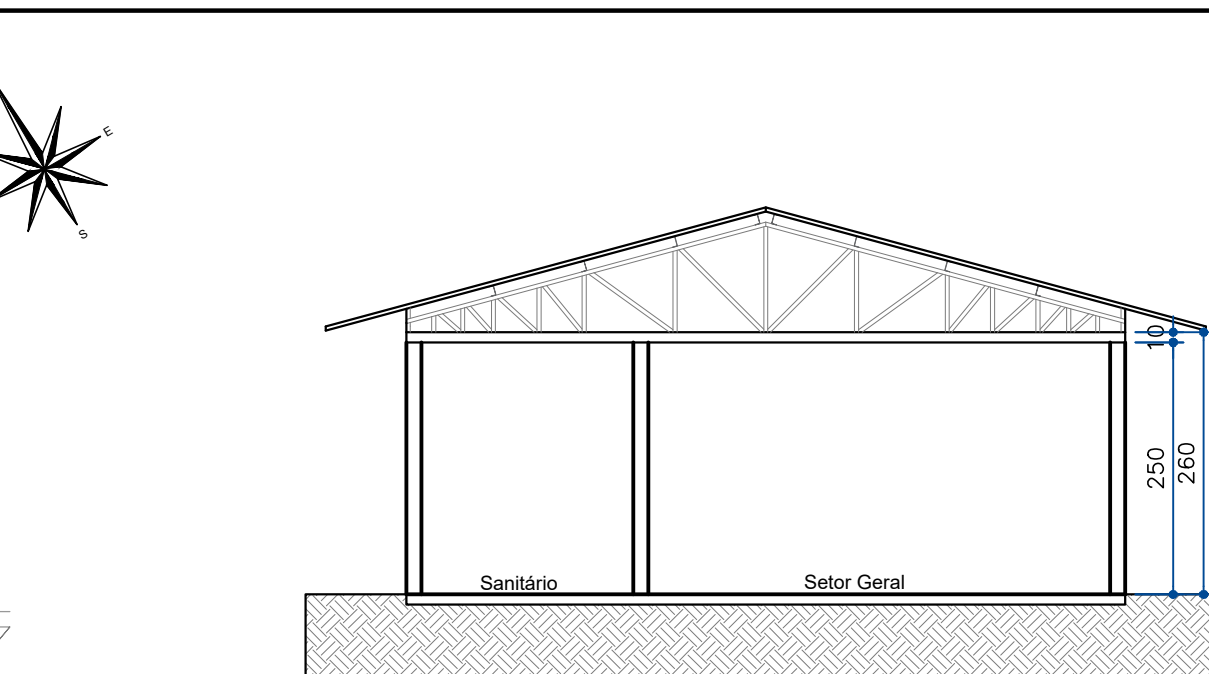
CORTE AA ESCRITORIO 1
ESCALA 1:75



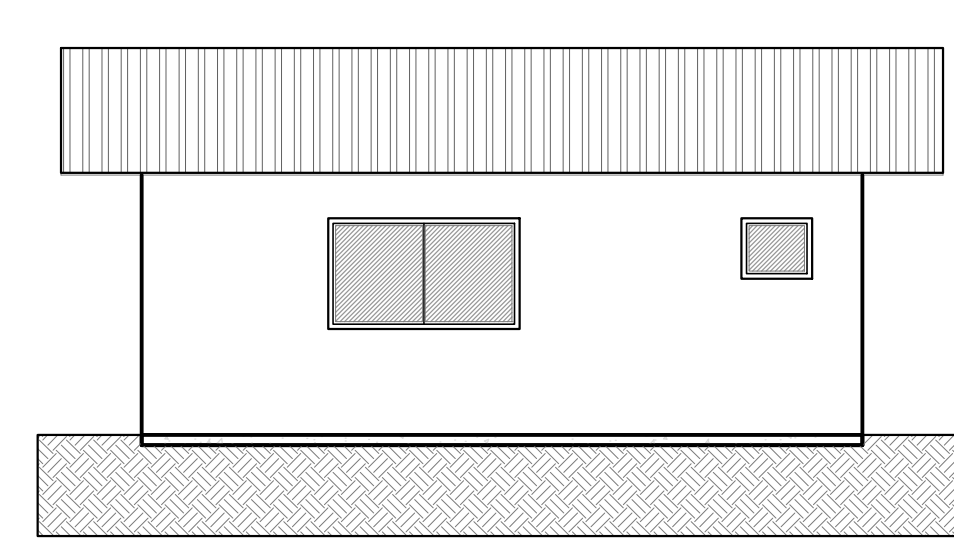
PLANTA DE COBERTURA ESCRITORIO 1
ESCALA 1:150



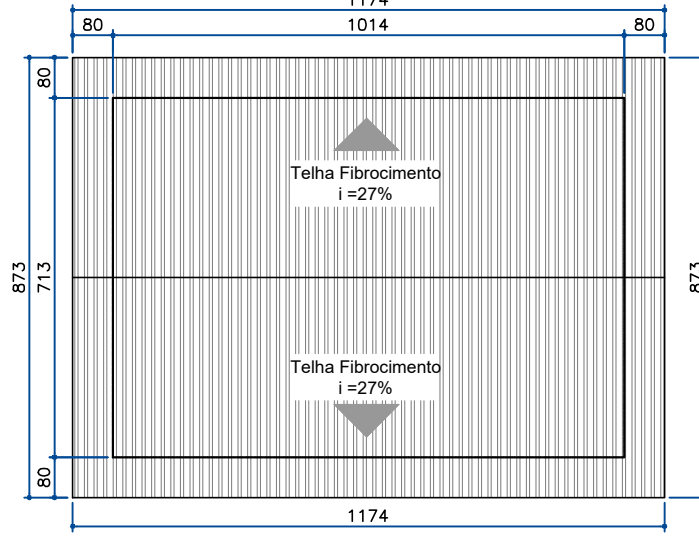
PLANTA BAIXA ESCRITÓRIO 1
ESCALA 1:75



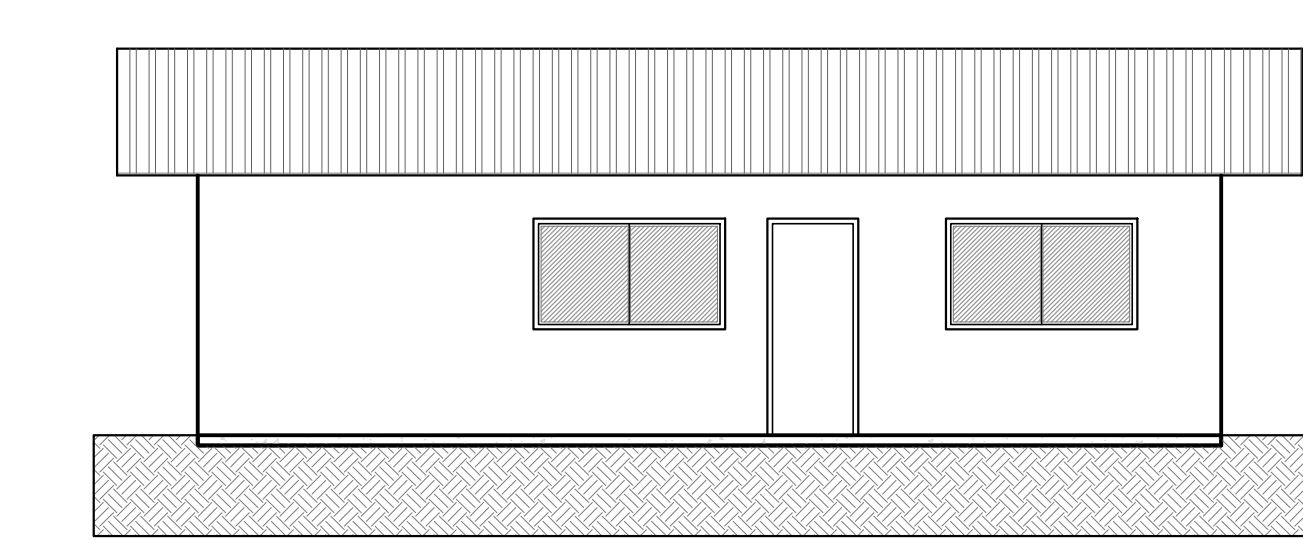
CORTE AA ESCRITORIO 2
ESCALA 1:75



VISTA FRONTAL ESCRITORIO 2
ESCALA 1:75



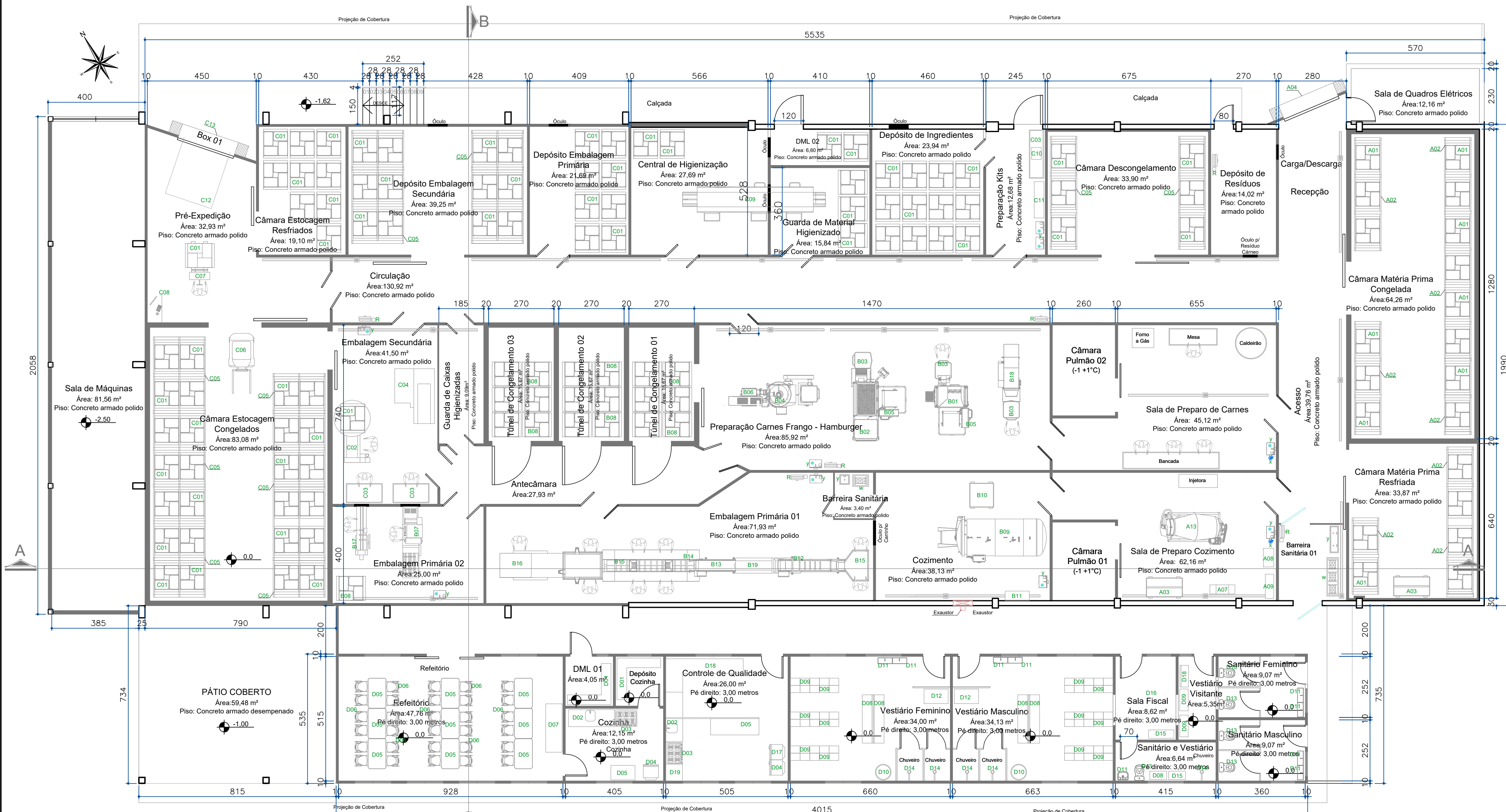
PLANTA DE COBERTURA ESCRITORIO 2
ESCALA 1:150



VISTA FRONTAL ESCRITORIO 2
ESCALA 1:75

Descrição e dimensões de portas						
Código	Largura (m)	Altura (m)	Área (m²)	Material	Tipo	Quantidade (Unidades)
P1	2,20	3,70	8,14	Painel Térmico	Correr	2
P2	2,20	3,70	8,14	Painel Térmico	Correr	2
P3	1,60	2,10	3,36	Painel Térmico	Vai e Vem	6
P4	1,40	2,10	2,94	Painel Térmico	Vai e Vem	5
P5	1,20	2,10	2,52	Painel Térmico	Vai e Vem	4
P6	1,40	2,10	2,94	Painel Térmico	Correr	1
P7	2,40	2,20	5,28	Painel Térmico	Seccional	2
P8	1,20	2,10	2,52	Painel Térmico	Giratória	2
P9	1,60	2,10	3,36	Painel Térmico	Giratória	3
P10	1,60	2,10	3,36	Painel Térmico	Correr	2
P11	2,20	3,70	8,14	Painel Térmico	Correr - Leve	1
P12	1,60	2,10	3,36	Painel Térmico	Correr	1
P13	1,20	2,10	2,52	Painel Térmico	Giratória	1
P14				Painel Térmico	Portal de Selamento - Abrigo de doca	2
P15	0,80	0,80	0,64	Painel Térmico	Portinhola	4
P16	1,10	1,50	1,65	Painel Térmico	Abertura com acabamento	1
P17	0,60	0,60	0,36	Painel Térmico	Portinhola	2
P18	0,90	2,10	1,89	Alumínio	Giratória	10
P19	0,80	2,10	1,68	Alumínio	Giratória	2
P20	0,70	2,10	1,47	Alumínio	Giratória	1
P21	0,80	1,90	1,52	Alumínio	Giratória	8
P22	2,00	2,10	4,2	Vidro	Correr	1
TOTAL						63

Descrição e dimensões de Janelas							
Código	Largura (m)	Altura (m)	Peitoril (m)	Área (m²)	Tipo	Material	Quantidade (Unidades)
J1	1,00	0,50	1,60	0,50	Máximo-Ar	Vidro temperado	7
J2	1,50	1,00	1,10	1,50	Correr	Vidro temperado	9
J3	1,50	0,50	1,60	0,75	Máximo-Ar	Vidro temperado	7
J4	0,50	0,50	1,80	0,25	Máximo-Ar	Vidro temperado	1
TOTAL							24



PLANTA BAIXA INDÚSTRIA
ESCALA 1:100

LEGENDA
■ ISOPAINEL
□ PAREDE EM ALVENARIA

Cód.	Maquina/Equipamentos
Câmara Matéria Prima Resfriada/ Câmara Matéria Prima Congelada/ Recepção/ Sala Deposição Câmara para Carnes	
A01	Pallet
A02	Sistema de Armazenagem Tipo Drive In
A03	Carro para Transporte de Quatro Bovinos Resfriados
A04	Portal de Selamento p/ Acoplagem de Caminhões
A05	Mesa com Abas para cortes e desossa
A06	Carro para Transporte da Ossos e Resíduos
A07	Cubadora
A08	Alfardador de Facas
A09	Prateleira para armazenamento de facas
A10	Prateleira Embalagens Primárias
A11	Mesa com Abas
A12	Seladora a vácuo
A13	Tumbler
Preparação Carnes Frango - Hamburger - / Cozimento/ Embalagem Primária 01 e 02/ Tânel de Congelamento 01, 02 e 03	
B01	Moador
B02	Misturador
B03	Carro
B04	Embutidreira
B05	Elevador para Carro
B06	Posicionador de Carne Moída
B07	Embutidora Selovac
B08	Pallet
B09	Autoclave
B10	Carro para Autoclave
B11	Prateleira
B12	Esteira Elevada
B13	Desfiliador de Carnes
B14	Esteira de Inspeção
B15	Mesa
B16	Embutidora Duplacav
B17	Embutidora tipo Flow pack
B18	Quebrador de Blocos
B19	Esteira
Embalagem Secundária/ Câmara Estocagem Congelados/ Câmara Descongelamento/ Preparação Kits/ Depósito de Ingredientes/ Guarda de Material Higienizado/ Depósito de Material de Limpeza 02/ Central de Higienização/ Depósito Embalagem Primária/ Depósito Embalagem Secundária/ Câmara Estocagem Resfriados/ Pré-Expedição	
C01	Pallet
C02	Estrechoadeira
C03	Mesa c/ Abas
C04	Formadora de Caixas de Papelão
C05	Sistema de Armazenagem Tipo Drive In
C06	Empluchadeira
C07	Transportadeira
C08	Mesa com computador
C09	Máquina para Lavar Caixas Plásticas
C10	Balança
C11	Prateleira
C12	Nivelador de Doca
C13	Portal de Selamento p/ Acoplagem de Caminhões
Depósito Material Limpeza 01/ Depósito Cozinha/ Cozinha/ Refeitório/ Vestiário Feminino/ Vestiário Masculino/ Sala Fiscal/ Vestiário Visitante/ Sanitário e Vestiário Fiscal/ Cozinha para Testes/ Sanitário Feminino/ Sanitário Masculino	
D01	Prateleira
D02	Pia
D03	Fogão Industrial
D04	Galadeira
D05	Mesa
D06	Cadeira
D07	Buffet
D08	Itaco
D09	Armário
D10	Depósito Uniformes Sujos
D11	Pia para Higienização das Mãos
D12	Prateleira Uniformes Limpos
D13	Vaso Sanitário
D14	Chuveiro
D15	Armário para Fiscal
D16	Mesa para Trabalho com computador
D17	Fritzer
D18	Bancada
D19	Forno a gás
X Esterilizador de Facas e Chifres Y Pia p/ Lavagem de mãos individual Z Pia p/ Lavagem de mãos dupla W Lavador de Botas S Suporte de Papel Toalha V Lineta R Mangueira com Engrate Rápido	

OBR/ ENDEREÇO

ALFAMA ALIMENTOS LTDA
Avenida Renato Festugato, nº 677, Lote 03 e 03-A, Quadra C
Loteamento Industrial Domiciliano Theobaldo Bresolin - Cascavel/PR

ÁREA

1856,00 m²

Ocupação

INDUSTRIAL

PRANCHA

ANEXO C

CONTEÚDO DA PRANCHA

PLANTA BAIXA INDUSTRIA, ESCRITORIO E RH
CORTE AA, COBERTURA E VISTA FRONTAL ESCRITORIO E RH

PROPRIETÁRIO

ALFAMA ALIMENTOS LTDA

ESCALA

INDICADA

RESP. TÉCNICO

DANIELE BERTOLINI
CAU 473278-8

DATA

30/01/2020