



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Redeenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Hugo Henrique Cardoso da Silva

GESTÃO DA EFICIÊNCIA DE ENERGIA: um caso de aplicação em edifício comercial na
cidade de Palmas-TO

Palmas – TO
2018

Hugo Henrique Cardoso da Silva

GESTÃO DA EFICIÊNCIA DE ENERGIA: um caso de aplicação em edifício comercial na
cidade de Palmas-TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II
elaborado e apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em Engenharia
Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas
(CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Dra. Angela Ruriko Sakamoto.

Palmas – TO
2018

Hugo Henrique Cardoso da Silva

GESTÃO DA EFICIÊNCIA DE ENERGIA: um caso de aplicação em edifício comercial na
cidade de Palmas-TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II
elaborado e apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em Engenharia
Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas
(CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Dra. Angela Ruriko Sakamoto.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Angela Ruriko Sakamoto
Orientadora
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof.a Esp. Kenia Parente Lopes Mendonça
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof.a Esp. Tailla Alves Cabral Brito
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO
2018

Dedico este estudo à minha família, eles que foram o meu alicerce tão necessário nessa jornada. Ao meu pai Valdir Pereira da Silva e minha mãe, Maria Gorete Martins Cardoso, por serem sempre a voz da razão falando e mostrando que conquistas fáceis não são válidas e as difíceis não são impossíveis.

Aos meus amigos que conquistei, nos momentos de quase desistência foi neles em que pude confiar na ajuda e eram os mesmos que me traziam forças.

Agradecimentos

Agradeço inicialmente a Deus por sempre me guiar, proteger e iluminar. Acredito que minhas vitórias foram obtidas por intermédio de algo maior de tudo que é terreno.

Agradeço à minha orientadora Angela Ruriko Sakamoto por toda a paciência, tempo e confiança a mim dedicados. Obrigado por ter sido mais que apenas uma orientadora, por ter sido uma mãe, sempre me ajudando, me passando confiança quando precisei sendo o melhor exemplo de pessoa e profissional que pude ter durante a academia.

Agradeço ao meu companheiro de projeto, Jeronimo Cunha de Lima, por aceitar participar comigo dessa jornada de estudar a NBR5410, por acreditar que daria certo.

Ao professor Thyago Phelip, que no momento em que quase desisti dessa caminhada, me deu um empurrãozinho para que eu pudesse persistir e conquistar os louros dessa vitória.

Agradeço aos meus pais, Valdir Pereira da Silva e Maria Gorete Martins Cardoso, por serem a minha base, por acreditarem nas minhas escolhas. Eles sempre serão um exemplo de luta, trabalho e perseverança para mim.

A minha irmã Hiana Gardenea Cardoso da Silva pelo companheirismo e confiança. Agradeço muito aos meus amigos que me deram força enquanto estive longe de minha família, Nayana Lara, Maria Amélia Matsuda, Felipe Dias, a minha família “rolêzeira”, saibam que este sonho só foi possível graças a vocês.

Agradeço a todos que me auxiliaram direta ou indiretamente durante o decorrer da minha vida acadêmica.

“Os seus problemas você deve esquecer. Isso é viver, é aprender *Hakuna Matata*”
O Rei leão

RESUMO

SILVA, Hugo Henrique Cardoso da. **GESTÃO DA EFICIÊNCIA DE ENERGIA: um caso de aplicação em edifício comercial na cidade de Palmas-TO**. 2018. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2018.

Este estudo teve por objetivo propor um procedimento para analisar uma instalação comercial, localizada em Palmas-TO; e, identificar soluções de sistemas energeticamente eficazes disponíveis no mercado e em Palmas, Tocantins; comparar o projeto fotovoltaico com projeto de grupo de geradores, em termos de custos e eficiência; e, verificar tanto a eficiência quanto os custos de cada alternativa. Inicialmente, foi planejado a adoção da plataforma de modelagem das informações da construção, conhecido como BIM – *Building Information Modeling*, porém ao longo do projeto o mesmo se mostrou pouco prático, as questões inibitivas são argumentadas no projeto. Assim, foram elaborados cenários possíveis para o projeto elétrico – dado que o negócio demanda alto consumo de energia diária, integrados a um conjunto de requisitos que permitem a redução dos gastos elétricos mensais. Para a fase de análise foram realizadas as simulações técnicas e cotações com fornecedores locais, tanto para o uso do sistema fotovoltaico como para o uso de grupo geradores de energia. Após as análises, verificou-se que o custo de instalação do sistema de grupo de geradores obtido por uma determinada empresa é cerca de quatro vezes mais barato do que com uso de implantação de placa fotovoltaica, se analisados somente o valor de investimento inicial. Atualmente parece ser inviável financeiramente a adoção das placas solares com recursos próprios, visto que os custos iniciais levariam mais que o dobro de tempo para se pagar.

Palavras-chave: eficiência energética; sistema fotovoltaico; grupo gerador de energia; projeto elétrico.

ABSTRACT

SILVA, Hugo Henrique Cardoso da. **ENERGY EFFICIENCY MANAGEMENT: a case study in a commercial building in the city of Palmas-TO**. 2018. 48 f. Final Course Assignment (Undergrad) - Civil Engineering Course, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas / TO, 2018.

The objectives of this study were: to design the project to implement an Energy Efficiency System in a commercial building located in Palmas-TO. Solutions of energy systems available in the market and in Palmas, Tocantins; compare the photovoltaic project with generator set design in terms of cost and efficiency; and, to verify both the savings and the costs of each alternative. For this, the scores for the electric design of the Quadra Contemporânea restaurant were elaborated, the greater use of daily energy demand, the integration with the efficient system and the identification of the requirements for the reduction of the monthly electric expenses. For an analysis phase, the techniques of more sustainable alternatives and the use of energy-generating groups were made. After the analyzes, it was found that the cost of installing the generator system by a telecommunications company is a cheaper cost measure than the use of a photovoltaic analysis platform. The use of the block publishing application for the use of paper for discount rate purposes, as it is similarly used for the current building. Available is financially infeasible both projects in the building, since the initial costs are more than twice the time to reimburse.

Keywords: energy; photovoltaic system; generator set; electrical project.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – TESLA SolarRoof, sistema de energia.	23
Figura 2 – Fluxograma das etapas de pesquisa.....	27
Figura 3 - Radiação solar em Palmas-TO	34
Figura 4 - Geração mensal estimada do sistema em Kwh	36
Figura 5 - Projeto Fotovoltaico.....	40
Figura 6 - Projeto de Grupo de gerador de energia	41

LISTA DE ABREVIações

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CELTINS	Companhia de Energia Elétrica do Estado do Tocantins
KWh	Kilo Watt hora
MW	MegaWatt
NBR	Norma Brasileira
TUE	Tomada de Uso Específico
TUG	Tomada de Uso Geral

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA.....	12
1.2	HIPÓTESES	12
1.3	OBJETIVO GERAL	12
1.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.5	JUSTIFICATIVA.....	13
2	REFERENCIAL TEORICO	14
2.1	CENÁRIO ENERGÉTICO NACIONAL	14
2.1.1	<i>CENÁRIO ENERGÉTICO EM PALMAS-TO.</i>	<i>16</i>
2.1.2	<i>AGENTES REGULADORES (PALMAS SOLAR – ENEGISA).....</i>	<i>17</i>
2.2	PROJETO ELÉTRICO	18
2.3	PROJETO ELETRICO NA BASE BIM.....	19
2.4	FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA PARA PME	21
2.4.1	<i>PLACA SOLAR.....</i>	<i>21</i>
2.4.2	<i>TELHAS TESLA</i>	<i>22</i>
2.4.3	<i>GERADOR EM HORÁRIO DE PICO.....</i>	<i>24</i>
3	METODOLOGIA	26
3.1	DESENHO DO ESTUDO.....	26
3.2	OBJETO DO ESTUDO	26
3.3	COLETA E ANÁLISE DE DADOS	26
4	COLETA DE DADOS E AS ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO	30
4.1	CONCEPÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO	30
4.1	CONSUMO.....	32
4.2	ANÁLISE.....	33
4.2.1	<i>RADIAÇÃO SOLAR</i>	<i>34</i>
4.2.2	<i>CALCULO DA DEMANDA ENERGÉTICA</i>	<i>34</i>
4.2.3	<i>SOLUÇÕES ALTERNATIVAS.....</i>	<i>35</i>
5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	38
5.1	EXPERIÊNCIA COM A PLATAFORMA BIM.....	38
5.2	SOLUÇÃO FOTOVOLTAÍCA	39
5.3	GERADOR.....	41
5.4	PROPOSTA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	42

6	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

Os efeitos climáticos observados nos últimos tempos tem sido um dos fatores cruciais no setor da construção civil. A partir disso, estudos científicos vêm apresentando resultados com a dimensão desses impactos ambientais decorrentes dessa atividade, favorecendo cada vez mais a busca por alternativas de construção. As mudanças podem ser notadas no setor da construção civil, setor este que vem cada vez mais se destacando com consumidores dispostos a promover a economia de baixa emissão de carbono (D'ARAÚJO, 2009).

Logo, há espaço para empresas passarem a oferecer ao consumidor alternativas com potencial cada vez menor de emissões de gases de efeito estufa e geração de poluentes, iniciando um processo de mudança cultural, em relação às formas utilizar uma edificação.

Dentre as fontes renováveis, a hidroeletricidade é ainda a mais promissora por ser capaz de gerar grandes quantidades de eletricidade com enorme economia de escala. Considerando todas as formas de produção de energia elétrica e os 10 maiores países produtores no mundo. Quanto à hidroeletricidade, há uma grande concentração dessa forma de energia entre os países. Os 10 maiores produtores, onde se observa um predomínio do Canadá, China e Brasil.

No Brasil o custo de energia elétrica é além do esperado, os tributos estão inseridos nos valores dos bens de serviço, ou seja, nas faturas de energia o consumidor paga tributos federais, estaduais e municipais. Esses tributos são transferidos aos cofres públicos pelas distribuidoras de energia reguladas pela ANEEL (ANAEEEL, 2011).

Fator que impacta a realidade das instalações comerciais é o alto gasto com energia elétrica nos custos operacionais de um negócio. No caso em estudo, o proprietário afirma que chega a representar 15% das despesas fixas mensais.

Uma edificação contempla entre outros aspectos a eficiência energética que consiste em proporcionar a redução do consumo de energia em todo o ciclo de vida de uma edificação utilizando fontes alternativas como energia solar. Ainda hoje há dúvidas em relação à reputação e a qualidade dos produtos e serviços sustentáveis porque confundem sustentabilidade com ecologia, sem garantia de qualidade, rusticidade etc. Além de pensarem que tudo que é sustentável é mais caro e não tem ampla oferta de mercado, e também por desconhecerem os critérios que os tornam verdes.

Neste contexto, este projeto de pesquisa tem como objetivo propor alternativas para melhorar a eficiência energética a partir do uso de plataformas tecnológicas. Portanto, a partir da planta elétrica vigente. Este projeto estuda as alternativas para melhorar a eficiência energética de um restaurante em Palmas-TO.

Ao abordar este tema espera-se explorar também as dificuldades e os desafios que o mercado de Palmas vivência para implementar o uso de fontes alternativas de energias, principalmente para o público que não tem informação sobre o custo e benefício desses métodos.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Em entrevista, o proprietário da edificação relatou que existe um alto gasto com energia elétrica e o mesmo acredita que possa existir formas alternativas de redução destes custos. Neste contexto, este estudo investiga quais alternativas são possíveis para aumentar a eficiência energética de um estabelecimento comercial?

1.2 HIPÓTESES

H1: Qualidade na execução do projeto atual afeta a eficiência.

H2: O alto custo inicial de fontes alternativas como energia fotovoltaica, coíbem o investimento.

H3: Ineficiências operacionais e manuseio incorreto, acarretam num maior consumo de energia.

1.3 OBJETIVO GERAL

Analisar alternativas técnicas e operacionais que aumentem a eficiência energética e propor um procedimento para melhorar a eficiência energética do estabelecimento comercial.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar e avaliar soluções de fontes alternativas de energia para a empresa, como fotovoltaica e uso de gerador.
- Propor uma solução alternativa e compará-la com o projeto vigente.
- Mapear fontes de consumo atual e a sua operação para identificar pontos de melhoria.

1.5 JUSTIFICATIVA

No Brasil tem se notado um grande crescimento na área energética, tanto que é mencionado como referência internacional na produção de petróleo em águas profundas (pré-sal). No seu parque de geração hidrelétrica com uma das três maiores do mundo, no seu alto crescimento e aproveitamento da energia eólica, e no extenso e integrado sistema de transmissão de energia elétrica e, especialmente, na renovabilidade de sua matriz tanto energética quanto de produção de energia elétrica.

O desenvolvimento econômico mundial depende essencialmente da energia para abastecer a indústria e movimentar toda a economia. A energia também é necessária para produzir alimentos, veículos, navios, e toda a base econômica de países subdesenvolvidos ou plenamente desenvolvidos.

O setor industrial é responsável por aproximadamente 46% do consumo de energia elétrica no país e os custos deste insumo são determinantes para a competitividade da indústria e para o desenvolvimento econômico do Brasil. Atentos a esta questão e aos riscos de racionamento, o setor industrial tem investido em geração própria e assegurado a sua autonomia energética.

Segundo TOLMASQUIM, (2012), as hidrelétricas são um elemento diferencial da matriz energética Brasileira. Elas são as principais fontes de geração de eletricidade no país e, em 2010, respondeu por 81% do total produzido.

Para tanto, este projeto propõe a implantação de um sistema de energia limpa em um edifício comercial em Palmas-TO. Este projeto investiga as alternativas modernas de soluções de eficiência energética e propõe um projeto para sua instalação, contrapondo com um projeto elétrico convencional de uma edificação de grande porte.

Portanto, este projeto irá investigar o uso de soluções de energia limpa modernas e instanciá-las para reduzir os gastos de um prédio comercial de dois pavimentos. As vantagens de uma edificação com esses tipos de sistema são muito atraentes do ponto de vista comercial, contribui com o desenvolvimento da economia local e, a valorização do imóvel pelo mercado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para atingir os objetivos deste estudo foram pesquisados *a priori* o cenário energético nacional e local, a plataforma BIM como instrumento para facilitar a manutenção de edificações e estudos de soluções alternativas para eficiência energética em pequenas empresas.

2.1 CENÁRIO ENERGÉTICO NACIONAL

O setor elétrico brasileiro tem sofrido com a concentração de sua matriz energética ser fortemente baseada em fontes hidroelétricas que chegou a ser de 81% em 2010. A crescente mudança climática e a falta de chuvas têm aumentado o risco de desabastecimento elétrico em 2017.

A Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL publicou no mês de outubro de 2017 que a bandeira tarifária do mês de novembro seria vermelha em patamar 2 e que o valor cobrado nas contas de luz já virá corrigido para R\$ 5,00 a cada 100 kWh de energia consumidos.

A bandeira vermelha de patamar 2 já foi a vigor no mês de outubro, mas com valor menor do que o que foi lançado agora, de R\$ 3,50 a cada 100 kWh consumidos. Com um aumento significativo de 42,8%, homologado em outubro de 2017 pela ANEEL.

Este reajuste se teve pela falta de chuvas com isso a situação delicada dos reservatórios das hidrelétricas vêm demandando o uso maior de energia de termelétricas. Mas o fundo formado pelos acumulados das bandeiras tarifárias não vinha sendo bastante para cobrir o custo extra.

O governo federal por meio do Ministério de Minas e Energia já apontavam que em dez anos contando a partir de 2015, o uso das energias renováveis crescerá cerca de 30%. Tal crescimento é movido pelo interesse em diversificar os investimentos na matriz de fontes renováveis para diminuir os danos ambientais e a parcela de culpa no efeito estufa, (BRASIL, 2015). A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), estima que até o ano de 2050, 13% do abastecimento de energia elétrica de todo o Brasil será feito por meio de placas fotovoltaicas que utilizam a energia solar para gerar energia elétrica, (BRASIL, 2015).

Tendo em vista as questões ambientais como aquecimento global e efeito estufa, o Brasil tem se dedicado a explorar e a utilizar outras fontes de energia que

tenham menor efeito de agressão ao meio ambiente e que contribuam para a sua preservação. Esforçando-se para agredir na menor proporção possível o meio ambiente e buscando formas de aproveitar de maneira mais efetiva e limpa outras fontes de energia, com base nesse pressuposto.

O país tem investido em energia eólica, energia solar e através da cana-de-açúcar, onde o bagaço da cana é utilizado para gerar energia, legitimando essa fonte como sendo totalmente nacional.

No âmbito de energia eólica, o Brasil vem ganhando espaço, onde segundo o Governo Federal, hoje o país ocupa o 10º lugar no ranking mundial de produtores de energia eólica, (BRASIL, 2015). Vale lembrar que as maiores instalações de energia eólica se encontram na região nordeste do país onde há grande intensidade de ventos durante todo o ano e não apenas restringindo-se apenas a uma estação ou período determinado.

Segundo D'Araújo (2009, p. 32), todas as formas de produção de energia utilizadas atualmente afetam de alguma maneira o meio ambiente, e a busca atual existente é por uma forma que agrida menos, mesmo sabendo que irá denegrir o meio ambiente em alguma proporção e de algum modo.

Ainda de acordo com o Governo Federal, a maior fonte de energia do Brasil atualmente é a hidroeletricidade, ela é a mais explorada e a mais utilizada em todo o território nacional, porém a previsão é que nos próximos 30 anos essa fonte de energia chegue ao seu limite, esgotando por completo, (GOVERNO FEDERAL, 2015). A ameaça do esgotamento da hidroeletricidade faz com que o Brasil se volta para a pesquisa e implantação de outras fontes de geração de energia, e como D'Araújo (2009, p. 32) pontuou, essa busca por novas formas de produção de energia acontece de uma maneira que as fontes são escolhidas por pontos positivos e negativos, considerando que todas elas contribuem negativamente de alguma maneira para a degradação ambiental.

De acordo com a ANEEL (2008, p. 9), que é responsável por levar energia elétrica a mais de 61 milhões de consumidores espalhados pelo Brasil inteiro, o nosso país no ano de 2007 ultrapassou a marca de 100 mil MW em potência instalada sendo 75% corresponde a fonte hídrica e 25% a fonte térmica, porém esses números podem ser superados visto que menos de 30% foi utilizado.

Com base no que foi indicado pela ANEEL (2008, p. 21), no Brasil no ano de 2008, por volta de 95% da população obtinha acesso à energia elétrica, e ainda de

acordo com a Aneel, o Brasil possui mais de 61,5 milhões de unidades de consumo de energia elétrica em aproximadamente 99% dos municípios do país.

É importante enfatizar que conforme o Governo Federal aponta, até o ano de 2024, cerca de 700 mil consumidores comerciais e residenciais irão instalar nos telhados de seus imóveis, placas fotovoltaicas para o abastecimento através da energia solar e cerca de 13% do abastecimento no ano de 2050 será realizado através da energia solar.

2.1.1 CENÁRIO ENERGÉTICO EM PALMAS-TO.

Palmas atualmente é abastecida pela usina hidrelétrica de Lajeado, na verdade todo o estado do Tocantins é abastecido pela mesma hidrelétrica, entretanto iremos delimitar apenas a Palmas. A usina hidrelétrica de Lajeado de acordo com a CELTINS (1996, p. 2), possui 950 MW de potência e também possui um reservatório de 750 km² na sua área total, e a produção será de 5,3 milhões de KWh por ano.

O município de Palmas conta com alguns estabelecimentos isolados que possuem abastecimento elétrico de outras fontes, porém a grande parte do abastecimento da cidade se dá por meio da hidroeletricidade. Palmas possui um grande potencial para a produção e abastecimento de energia solar, visto que as condições climáticas e ambientais favorecem esse tipo de abastecimento, considerando que o município se encontra na região norte do país e centralizado, sendo privilegiado com seu clima do cerrado e períodos de estiagem maiores do que os períodos chuvosos. (G1, 2017)

Partindo do pressuposto das conjunturas em que a cidade de Palmas se encontra, em termos de localização e fatores climáticos, Palmas possui um grande potencial para a instalação de placas fotovoltaicas para a produção e abastecimento de energia solar, mais propensa a esse tipo de energia do que a energia eólica por exemplo que é produzida em sua maioria na região nordeste do país.

A instalação e o abastecimento de energia solar em Palmas não se tornam viável por questões de cunho financeiro, onde o alto custo para a instalação de placas fotovoltaicas acaba sendo inviável para o investimento por se tratar de valores exorbitantes. Entretanto, não se torna impensável ou fora de questão esse investimento na energia solar, visto que o retorno financeiro virá dentro de um tempo.

Palmas por ser a capital mais jovem do país tem grande potencial para investidores e para se tornar referência em diversos pontos, então a implantação de energia solar pode acontecer num futuro próximo e essa forma de abastecimento pode se tornar mais visada pelos consumidores residenciais e principalmente para os consumidores comerciais.

A cidade de Palmas tem o Programa Palmas Solar, criado pela Lei Palmas Solar (Lei Complementar nº 327/2015) e regulamentado pelo Decreto Municipal nº 1.220, de 28 de março de 2016. Por meio do Palmas Solar, o Município oferece, em contrapartida, benefícios fiscais a quem adotar a geração de energia fotovoltaica em residências, comércios ou indústrias, descontos que chegam até 80% no IPTU, por cinco anos. Assim como também no Imposto Sobre a Transmissão de Bens Imóveis (ITBI) na primeira transferência de imóvel e no Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) para a empresa responsável prestação de serviço contratada (PALMAS, 2018).

2.1.2 AGENTES REGULADORES (PALMAS SOLAR – ENERGISA)

Compete à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) regulamentar as políticas e diretrizes do Governo Federal para a utilização e exploração dos serviços de energia elétrica pelos agentes do setor, pelos consumidores cativos e livres, pelos produtores independentes e pelos autoprodutores. A ANEEL tem o dever de elaborar, planejar e executar as leis que delimitam o uso e a distribuição de energia elétrica no país (ANEEL, 2015).

Cabe à Agência, ainda, definir padrões de qualidade do atendimento e de segurança compatíveis com as necessidades regionais, com foco na viabilidade técnica, econômica e ambiental das ações e, por meio desses esforços, promover o uso eficaz e eficiente de energia elétrica e proporcionar condições para a livre competição no mercado de energia elétrica.

De acordo com ENERGISA, que é a principal responsável pelo abastecimento e regularização da rede elétrica de Palmas é a concessionária ENERGISA, que é um grupo que possui controle sobre 13 distribuidoras espalhadas pelas cinco regiões do país, que contribui para o abastecimento de 788 municípios, e atende cerca de 16 milhões de pessoas (ENERGISA, 2017).

A empresa responsável pelo abastecimento elétrico de Palmas é a ENERGISA, a empresa fornece a rede elétrica e trabalha na instalação e

manutenção de seus serviços por toda a cidade, levando energia elétrica as residências e prédios comerciais, e iluminação pública.

2.2 PROJETO ELÉTRICO

A NBR 5410 (ABNT, 2005) recomenda alguns levantamentos para a instalações de iluminação, TUG's (tomadas de uso geral) e TUE's (tomadas de uso específico) tais recomendações foram criadas para a comodidade e eficiência de uma edificação.

As orientações, de acordo com esta norma, preveem alguns requisitos a serem observadas no levantamento dos pontos de luz: ao menos um ponto de luz no teto, comandado por um interruptor de parede; no banheiro, as arandelas devem estar distantes de no mínimo cerca de 60 cm do limite do boxe; e quanto a potência mínima de iluminação, orienta-se que a carga de iluminação deve ser feita em função da área do cômodo da residência. Para tal, os parâmetros passados são de que para área igual ou inferior (\leq) a 6 m² deve-se atribuir um mínimo de 100 VA. Em áreas iguais ou superiores a 6 m² atribui-se um mínimo de 100 VA para os primeiros 6 m² e é acrescentado o valor de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros. (ABNT, 2005)

A orientações é que nas tomadas a carga também seja levantada e que se observe a sua destinação, observando a ligação de quais equipamentos específicos sempre são usados, sejam aparelhos fixos, portáteis ou móveis. Para se estabelecer a quantidade mínima de tomadas de uso geral (TUG's) são propostas condições elaboradas a partir do perímetro de cada ambiente. (ABNT, 2005)

Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m² usa-se no mínimo uma tomada, ambientes com mais de 6 m² é usado no mínimo uma tomada para cada 5 m ou fração de perímetro, espaçadas de forma mais uniformemente quanto possível. Em cozinhas ou copas-cozinhas aplica-se uma tomada para cada 3,5 m ou fração de perímetro, independente da área.

Em ambientes especiais como subsolos, varandas, garagens ou sótãos usa-se pelo menos uma tomada, em banheiros é aconselhável no mínimo uma tomada junto ao lavatório com uma distância mínima de 60 cm do limite do boxe.

Para a determinação da potência mínima das tomadas de uso geral (TUG's), existem condições para a instalações. Em banheiros, cozinhas, copas-cozinhas e áreas de serviço deve-se atribuir, no mínimo, 600VA por tomada em até 3 tomadas e

atribui-se 100VA para as demais. Nos demais cômodos se atribui em no mínimo, 100VA por tomada do cômodo.

Para se estabelecer a quantidade de tomadas de uso específico (TUE's). A quantidade é estipulada conforme o número de aparelhos de utilização que estarão fixos em uma posição de determinado ambiente. As condições para se escolher a potência das tomadas de uso específico (TUE's), deve se atribuir a potência nominal do equipamento a ser alimentado.

2.3 PROJETO ELETRICO na base bim

Uma instalação elétrica é estabelecida pelo conjunto de equipamentos e constituintes elétricos fundamentais a performance de um circuito ou sistema elétrico. As instalações elétricas são idealizadas de acordo com normas e regulamentações definidas, principalmente, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT.

A legislação relativa foca a práticas de certos aspectos, bem como, qualidade energética, eficiência, segurança e outros.

No projeto elétrico das edificações, segundo a NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão, cabe se respeitar os limites de fiação máxima dentro de eletrodutos, visando sempre a segurança dos moradores e evitando futuros problemas (ABNT, 2005). A norma estabelece condições que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, com finalidade de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens materiais.

Para a compreensão de um projeto elétrico é indispensável a aplicação exata da simbologia padrão definida pela NBR 5444 - Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais (ABNT, 1989). Em cada símbolo conseguem ser vistos um ou mais caracteres sinalizando:

- N – Número do circuito ao qual pertence;
- A – Interruptor (es) ao qual está ligado;
- X – Potência total do ponto (VA).

É fundamental a aplicação de uma legenda no projeto, uma vez que há a probabilidade da simbologia regularizada ser adulterada.

A plataforma BIM estará sendo utilizada na modelagem da edificação existente, pretendendo agilizar o método de incorporação das características de projeto que proporcionarão a harmonização do edifício às exigências do processo. Entende-se

que a construção de um banco de dados sobre a edificação existente pode colaborar na manutenção e execução proporcionando o seguimento de gestão de funcionalidades por todo o tempo de vida da edificação.

A plataforma “*BIM*”, que em tradução ao português chama-se Modelagem da Informação da Construção, teve início no fim da década de 80 nos Estados Unidos e na Europa, principalmente na Finlândia (SILVA, 2015; SALGADO 2015 apud RIBEIRO, 2013). No Brasil a passagem para a plataforma “*BIM*” é bem devagar, e ainda passa por um processo de receptividade pelos escritórios de engenharia e arquitetura. Williams (2013) destaca que BIM é um método orientado para a aquisição e rendimento da informação ao longo do processo de projeto.

Dessa forma, um projeto elaborado na plataforma BIM pressupõe que a nova forma de elaboração que altera a forma clássica de criação de projetos, trocando o desenho do projeto a partir de softwares CAD pela elaboração de um modelo configurado da construção.

A plataforma BIM necessita compartilhamento de informações de projeto através de um modelo digital que pode ser criado de forma integrada por diferentes medidas. Neste ponto de vista reside a capacidade da plataforma no suporte as exigências de sustentabilidade, viabilizando a simulação do desempenho ambiental ainda na fase de projeto.

A manutenção do edifício é vista como uma atividade no contexto maior de gerenciamento de instalações e, simultaneamente, é considerado como parte do setor de construção. No entanto, poucas considerações foram oferecidas a melhoria e "pensamento livre" na prestação de serviços de manutenção do edifício. Isso é talvez porque a manutenção do edifício e gerenciamento de instalações são vistos como funções não fundamentais que oferecem serviços de suporte nas organizações. (BARRETT; BALDRY, 2003)

Com o rápido desenvolvimento do ambiente empresarial em setores privado e público, relevância prática do gerenciamento de instalações vem cada vez mais sendo reconhecido por organizações. Na área do setor público, BARRETT E BALDRY (2013) declararam que decisões, políticas e processos de gerenciamento de instalações são amplamente influenciados por: aspectos não financeiros relacionados aos padrões de termos de serviço público, responsabilidade pública e probidade para atender às necessidades, e expectativas e interesses de várias partes interessadas autorizadas.

Tais questões aumentaram a pressão sobre os praticantes de gerenciamento de instalações e manutenção de edifícios para melhorar a prestação de serviços. Geralmente, a manutenção pode ser preventiva ou corretiva. As preocupações de manutenção preventiva sobre o plano de manutenção de rotina.

2.4 FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA PARA PME

Dentre as diversas formas de energia interessam, em particular, aquelas que são processadas pela sociedade e colocadas à disposição dos consumidores onde e quando necessárias, tais como a eletricidade, a gasolina, o álcool, óleo diesel, gás natural, etc. Uma lâmpada incandescente comum tem uma eficiência de 8% (ou seja, 8% da energia elétrica usada é transformada em luz e o restante aquece o meio ambiente). A eficiência de uma lâmpada fluorescente compacta, que produz a mesma iluminação, é da ordem de 32%.

2.4.1 PLACA SOLAR

Em resumo, sistema fotovoltaico é um conjunto integrado de módulos fotovoltaicos e outros componentes, projetado para converter a energia solar em eletricidade (ARRAES (2016, p 20; *apud* MAYCOCK, 1981; TREBLE, 1991). As células fotovoltaicas disponibilizadas hoje comercialmente são projetadas à base de silício mono-cristalino, poli-cristalino e amorfo, mas também há células fabricadas com outros materiais, como o disseleneto de cobre-indio (CIS) e *telureto* de cádmio (CdTe).

A energia solar se caracteriza como inesgotável - e é considerada uma alternativa energética muito promissora para enfrentar os desafios da expansão da oferta de energia com menor impacto ambiental (BRASÍLIA, 2015).

As vantagens da energia solar, ficam claras, quando os custos ambientais de extração, geração, transmissão, distribuição e uso final de fontes fósseis de energia são comparadas à geração por fontes renováveis, como elas são classificadas (BRASÍLIA, 2015).

O emprego de energia solar com maior taxa de crescimento anual está nos sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica SFCR (*grid-connected PV systems*), desde o ano 2000, superior a 30%, atingindo um pico de 71% em 2008. Esse tipo de geração de energia solar conectada à rede, vem crescendo de forma acentuada nos últimos anos e em 2009 já respondia por mais de 90% do mercado mundial de instalações (MINTS, 2008).

E também a partir da Resolução Normativa Nº 482, de abril de 2012, ela estabelece as condições gerais para o acesso de micro geração e mini geração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica. A tendência é aumentar o mercado com este tipo de geração de energia.

Nesta forma de geração de energia durante o dia, o sistema produz energia elétrica para consumo. Assim, se a produção for maior que o consumo, o excedente é injetado na rede elétrica. Desta forma, o valor da conta de luz será a diferença entre energia injetada na rede e energia consumida, caso a geração seja maior que o consumo, o crédito resultante pode ser usado em até 36 meses. Logo, quando o consumo é maior que a geração, a energia consumida vem da rede elétrica (ECOCASA – TECNOLOGIAS AMBIENTAIS, 2015).

Vale lembrar que embora seja uma fonte de energia renovável, a geração de energia solar fotovoltaica também gera impactos socioambientais que precisam ser levados em consideração. Segundo SANTIAGO, (2016; TOLMASQUIM, 2004), os impactos principais associados a geração de energia fotovoltaica estão ligados em grande parte a produção dos módulos e componentes necessários no sistema.

A baixa eficiência dos módulos ainda é um dos problemas a serem resolvidos que limita a utilização total da energia solar, o que torna indispensável o uso de enormes áreas para que possa obter uma viabilidade econômica notável na construção de uma usina fotovoltaica (ANEEL, 2016). Entretanto, para geração distribuída em residências e PME, essa área em grande parte das vezes não é um fator restritivo, pois é usada a área das telhas ou da cobertura.

2.4.2 TELHAS TESLA

O telhado solar TESLA acrescenta a arquitetura de uma edificação enquanto transforma a luz solar em eletricidade. Com uma bateria de alto desempenho integrada, a energia coletada durante o dia é armazenada e disponibilizada a qualquer momento, efetivamente transformando o prédio em algo útil e agradável. As telhas solares de vidro TESLA tem grande durabilidade pela vida da sua casa, ou o infinito, o que ocorrer primeiro.

Figura 1 – TESLA SolarRoof, sistema de energia.



Fonte: TESLA SolarRoof (2017).

A diferença entre as telhas solares e placas solares são as formas de distribuição das células, elas que são responsáveis pela coleta de calor do sol e transformar em energia elétrica, enquanto as placas solares são acopladas ao telhado da edificação na direção Norte onde se tem a maior incidência solar, as telhas solares já fazem parte da estrutura de cobertura, ou seja, não precisam de um telhado convencional, criando assim mais conforto, facilidade na instalação, e deixa esteticamente mais atraente o imóvel.

O valor da energia que das telhas TESLA presumivelmente produzirá no decorrer de aproximadamente 30 anos e baseado no preço médio da eletricidade de cada região, ajustado pela inflação em 2% ao ano (TESLA, 2017). Tem capacidade de perceber o valor total dependendo do uso de eletricidade na edificação, quantidade de armazenamento de energia disponível, ou seja, quanto suporta, e regulamentos de energia elétrica da concessionária.

O custo do telhado solar TESLA se embasa em imagens estimadas do telhado da edificação, fornecidas pelo *Google Project SunRoof*, software disponível pela Google, que através de informações de satélite captam os dados necessários para a estimativa de gasto, como a quantidade de luz solar utilizável por ano, e a quantidade de metros quadrado disponíveis para painéis solares baseado em uma modelagem 3D, que estima partes inclinadas e áreas sombreadas por árvores próximas.

2.4.3 GERADOR EM HORÁRIO DE PICO

Não são apenas imprevistos relacionados à qualidade do projeto elétrico que causam prejuízos ao comércio e à indústria. Um súbito aumento na produção, que exija a utilização de mais equipamentos, pode acarretar em um grande impacto na conta mensal. Isso porque o consumo superior à demanda contratada gera aos comerciantes multa pelo excedido.

Essa demanda contratada é nada mais que a potência ativa que as concessionárias legalizadas pela ANEEL precisam disponibilizar continuamente aos usuários de energia. Essa demanda é paga pela PME (unidade consumidora) mensalmente, independentemente de ter sido consumida totalmente ou não. Caso a empresa tenha um consumo mais de 5% superior ao da demanda contratada, ela necessitará pagar uma “tarifa de ultrapassagem”, que encarece seus custos (TECNOGERA, 2017).

De acordo com MASSERONI; OLIVEIRA, (2012) como tentativa de diminuir o pico de carga que ocorre entre as dezessete e vinte horas, as empresas fornecedoras de energia elétrica, penalizam os grandes consumidores como os comércios e as indústrias aumentando em até três vezes o valor da energia no chamado horário de ponta em relação ao valor cobrado fora desse determinado horário.

Este crescimento no valor é bem significativo, obrigando os empresários a buscar opções mais baratas para não perder para a concorrência. Uma dessas propostas mais usuais é a diminuição da produção no horário de ponta, porém quando essa demanda do mercado não concede essa ideia, a saída é procurar uma fonte própria de energia e, neste caso, o grupo gerador diesel passa a ser uma opção relativamente barata e rápida. (MASSERONI; OLIVEIRA, 2012)

Todo sistema elétrico deve ser calculado e dimensionado para que possa suportar momentos de grande carga, não se preocupando em tratar de distribuição de energia de uma MPE ou dos sistemas de geração e distribuição de uma concessionária que forneça energia para todo um estado.

Averiguando a concessionária, por exemplo, em sua curva típica de carga, percebe-se uma grande ponta no período entre as 17:00h e 20:00h, que ocorre porque neste intervalo de tempo existe um grande número de consumidores chegam em suas residências e começam a utilizar com mais intensidade a energia disponibilizada.

É nesta hora que a grande massa utiliza seus chuveiros elétricos, suas TVs, seus computadores, conservando um número razoável de lâmpadas acesas, ou seja,

é neste intervalo que a população residencial utiliza ao mesmo tempo diversos aparelhos elétricos. Entretanto, neste horário, muitas empresas continuam trabalhando normalmente ou com uma pequena diminuição de carga e essa sincronia faz com que a concessionária sinta a maior demanda de energia de todo dia. (MASSERONI; OLIVEIRA, 2012)

Ainda com a redução no horário de ponta conseguida pelas concessionárias de energia, com o atual progresso industrial do Brasil, a situação das concessionárias já é bem alarmante, os sistemas de geração e distribuição estão com carga alta em horários de ponta e sem expectativa de solução a pequeno prazo. No final do ano 2000 a atual agência regulamentadora ANEEL, prevendo o “apagão”, emitiu uma resolução para adequar o país a nova situação energética. (MASSERONI; OLIVEIRA, 2012).

3 METODOLOGIA

Para que os objetivos abordados nessa pesquisa fossem alcançados, é apresentado neste capítulo o método utilizado para a conclusão da pesquisa.

3.1 DESENHO DO ESTUDO

O projeto de pesquisa tem como finalidade a pesquisa aplicada, pois envolve uma aplicação prática que se adequa a possíveis aplicações de energia limpa em PME.

A forma de abordagem da pesquisa consiste em ser do tipo de pesquisa qualitativa onde é aplicada em ambiente natural de convivência entre os acadêmicos onde é feita diretamente a coleta de dados sobre a pesquisa a ser realizada pelo pesquisador, assim por este método ocorre à qualificação dos resultados. “[...] Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave” (SILVA; MENEZES, 2001, p. 20).

3.2 OBJETO DO ESTUDO

Trata-se de avaliar um sistema elétrico de um edifício comercial para restaurante construído há cinco anos na cidade de Palmas-TO e em funcionamento.

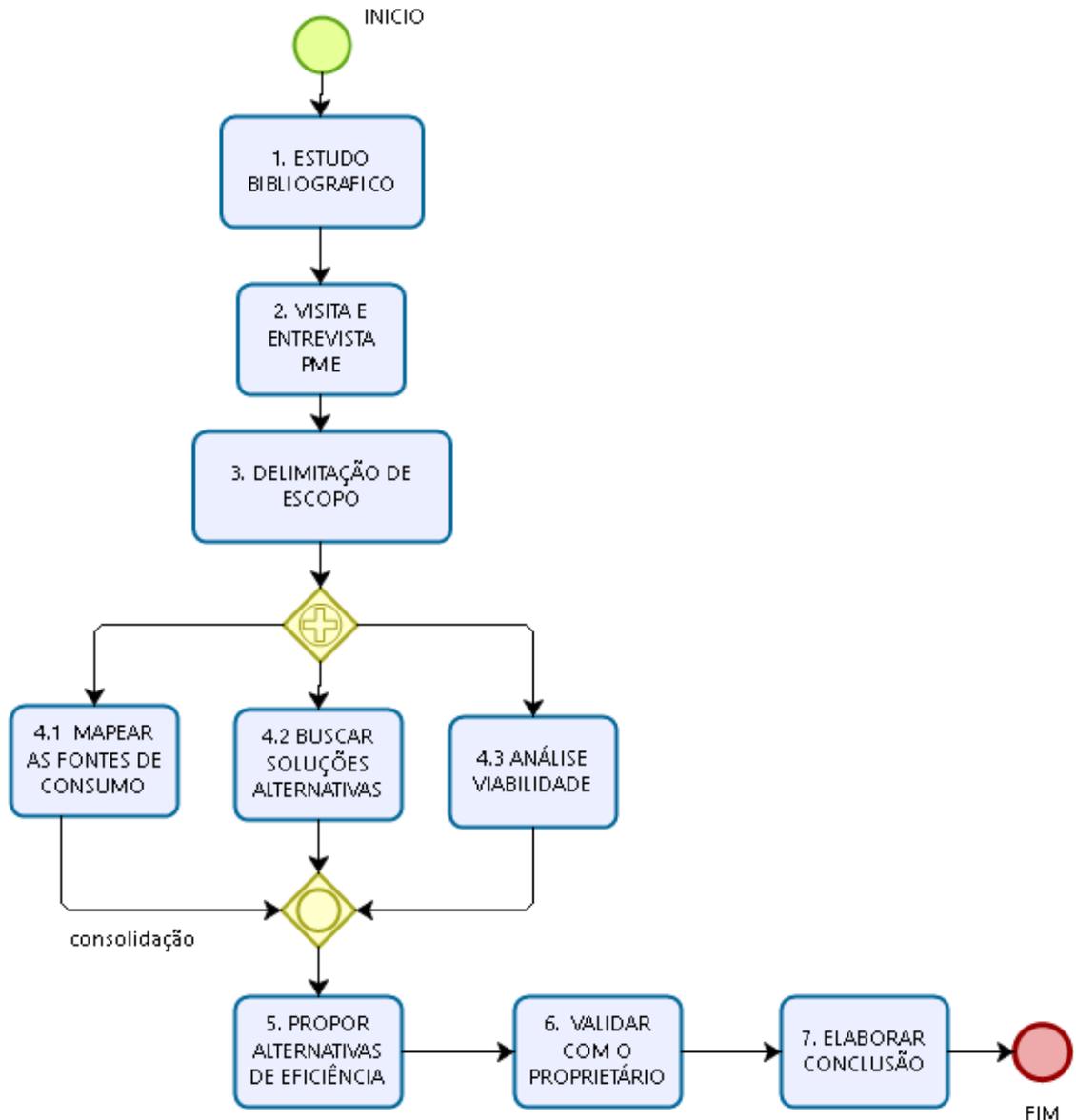
Portanto, usa a abordagem de estudo de caso, com a investigação das seguintes: formas de energia limpa, relações de custo e benefício, disponibilidade de recursos locais e necessidade de mudança no comportamento dos colaboradores.

3.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

O procedimento metodológico utilizado fez uso da pesquisa bibliográfica e associados aos dados obtidos foram simuladas alternativas de soluções energéticas, explorando o referencial e as alternativas disponíveis em Palmas, TO.

Desta forma, os instrumentos de pesquisa que compõem este projeto de pesquisa estão representados na figura 2 e os passos seguidos para a realização dos objetivos do estudo são descritos.

Figura 2 – Fluxograma das etapas de pesquisa.



Passo 1: Pesquisa bibliográfica, apresentando os sistemas fotovoltaicos e as soluções modernas disponíveis no mercado local e outros sistemas disponíveis no Brasil. Neste caso, o estudo bibliográfico não é o foco do trabalho, mas sim um procedimento preparatório para o entendimento e realização do projeto (ARRAES 2016, p 25. *Apud* ANDRADE, 2005);

Passo 2: Um dos primeiros passos desta pesquisa foi entrevistar o proprietário do estabelecimento para levantar as suas necessidades e entender as demandas de uso e consumo de energia elétrica. Assim como coletar o histórico de construção e

entrega do empreendimento. Nesta reunião, realizada em setembro de 2017, o proprietário afirmou que o projeto elétrico aprovado não foi o que a construtora entregou;

Passo 3: A partir do referencial teórico foram observados *in loco*:

- Pontos onde ocorrem maior fuga de energia;
- Passagem dos eletrodutos;
- Tensão e Corrente elétrica e a potência de cada ponto;
- Avaliar se o projeto vigente está de acordo com as recomendações da NBR e ANAELL

Passo 4.1: Acompanhar a elaboração do *As-Build*, a ser realizado pelo acadêmico Jerônimo Lima, integrante do NEI, mapeando os itens identificados no passo 3;

Passo 4.2: Verificar tecnicamente cada uma das propostas identificadas no referencial teórico, usando sempre que possível a plataforma BIM:

- Otimização sem investimento em equipamentos;
- Uso do gerador; e,
- Solução fotovoltaica.

Passo 4.3: Neste passo, o objetivo inicial era com o auxílio da plataforma BIM analisar a viabilidade técnica e financeira de cada proposta, endereçando com um parecer técnico os problemas atuais de gastos sobressalentes de energia. Porém, como apontado no capítulo anterior, o uso da plataforma não se mostrou interativa e nem útil. Assim, nesta etapa foi de fundamental relevância a experiência de engenheiros elétricos para ratificar e de fornecedores locais para legitimar cada uma das alternativas.

Passo 5: Etapa de elaboração das alternativas de solução com a interação e apoio do colega de curso, LIMA, Jeronimo Cunha de 2018. Que elaborou as plantas do sistema elétrico. Interação que possibilitou não só validar o dimensionamento de consumo, mas também explorar e analisar as particularidades do setor no Estado.

Passo 6: A partir dessa análise, as propostas exequíveis foram apresentadas ao proprietário da empresa para validação e verificar qual método mais se adequa a sua realidade.

Passo 7: Elaborar a conclusão do projeto de pesquisa, apresentar a banca e efetuar os ajustes finais recomendados.

Quadro 1 - Protocolo de pesquisa para estudo de caso

Visão Geral do Projeto
<p>Objetivo: Analisar como a plataforma BIM pode reduzir os problemas de fuga de energia e propor métodos e procedimentos de eficiência energética no edifício de um Restaurante, aplicando propostas de melhorias conforme preconiza a norma brasileira.</p> <p>Assuntos do estudo: Eficiência energética, BIM, fontes alternativas de energia elétrica.</p> <p>Leituras relevantes: NBR 5410, BIM em edificações pronta, economia de energia.</p>
Procedimentos de Campo
<p>Apresentação das credenciais: Apresentação como acadêmico do curso de Engenharia Civil do CEULP/ULBRA.</p> <p>Acesso aos Locais: Negociado previamente.</p> <p>Fonte de Dados: Primárias (entrevista e observação) e secundárias (bibliográfica e documental).</p> <p>Advertências de Procedimento: Não se aplica.</p>
Questões investigadas no estudo:
<ol style="list-style-type: none"> a. Realizar um estudo bibliográfico, sobre o tema BIM e a gestão de energia; b. Investigar como é feita a gestão de energia e analisar a eficiência; c. Alternativas de projetos para eficiência no consumo de energia; d. Aplicação das normas brasileira.
Esboço para o relatório final:
<p>Apresentar a relação entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consumo, custo e as alternativas de uso de energia solar e geradores; • A proposta de uso da tecnologia BIM e o exequível; • Os desafios para implantar um projeto para aumentar eficiência no uso de energia elétrica; • Este estudo e possibilidades de futuros estudos.

Fonte: Autor, adaptado de YIN (2010)

4 COLETA DE DADOS E AS ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

Para dar continuidade aos estudos do projeto, houve a interação com o proprietário do empreendimento e também com dois engenheiros eletricitas, o eng. Taynan Cardoso que participou da construção e o Danilo Brentini que foi engenheiro da ENERGISA e hoje tem uma empresa de soluções fotovoltaicas. Esta sessão descreve as instalações do empreendimento e as soluções alternativas para o fornecimento de energia atual.

4.1 CONCEPÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO

As primeiras entrevistas para coleta de dados foram realizadas em janeiro de 2018, onde o proprietário disponibilizou o arquivo em formato *.DWG e também reportou as suas necessidades em relação a parte elétrica. O custo de energia foi apontado como item que mais onera a lista de despesas da empresa. Além disso, atribuiu-se a insatisfação com os aparelhos de ar condicionado instalados no salão principal: quatro (4) condicionadores de ar piso-teto de 36.000 BTU's da marca Electrolux que dão muita manutenção e causam transtornos ao cliente, pois tendem a falhar em horários de atendimento. Outro aspecto acusado foi o desejo do proprietário, desde a fase de projeto, em ter um gerador como fonte alternativa, para questões de contingenciais (falta de energia na rede da ENERGISA) e também como meio para suprir de energia o estabelecimento, nos horários de tarifa mais cara da concessionária. Por fim, mencionou o desejo de usar a energia solar, porém nenhuma das alternativas foram implementadas pelas questões de custo.

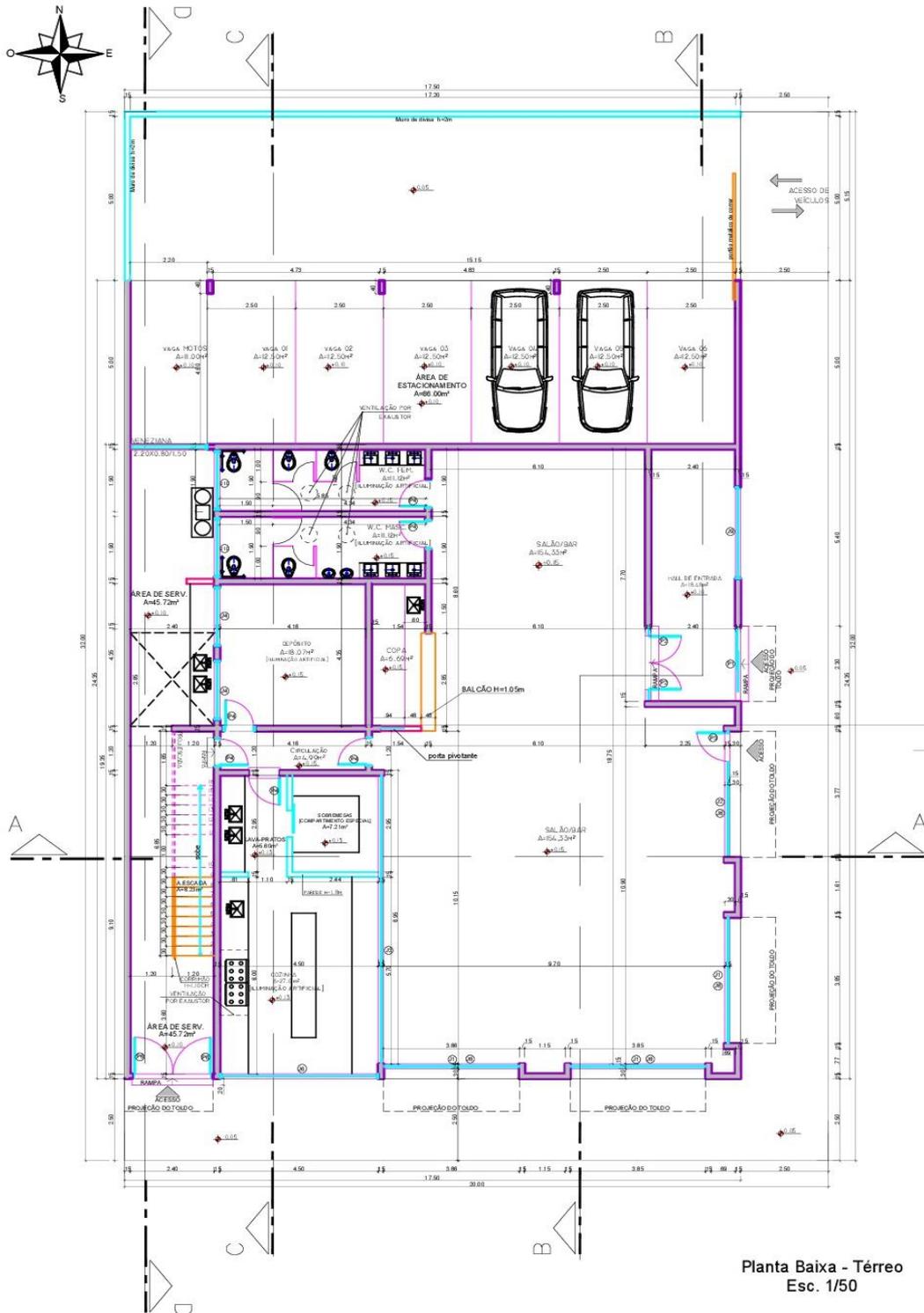
Para elaborar o estudo dos sistemas de eficiência energética para a edificação vigente, a figura 5 apresenta a planta baixa do edifício em estudo, um restaurante destinado a atender o público palmense. O restaurante foi construído entre 2012 e 2013 e tem uma área de 521,61m².

Ressaltando que cada solução é analisada individualmente, no capítulo 5, observando os seus consumos, custos e benefícios projetados. A primeira solução simulada foi a utilização da energia solar em condição de sistema interligado à rede, por meio de termo conversão, foto conversão e concessionária. A segunda solução é a simulação da integração do uso de gerador de energia utilizado em horário de pico.

Foi escolhido a utilização de placas fotovoltaicas para aplicação de eficiência energética e redução dos gastos atuais com energia elétrica, visto que foi observado

como melhor condição a partir de um estudo comparativo feito por Teixeira, Carvalho e Leite (2011).

Figura 5 - Planta Baixa em escala



Planta Baixa - Térreo
Esc. 1/50

Fonte: Eng. Eletricista Taynan Cardoso (2015).

A figura 5 apresenta a planta elaborada pelo arquiteto Marcio Takashi Kajima contratado pelo proprietário, o projeto tem cerca de 5 anos, e foi alterado na execução sem a criação de um *As built* para futuros reparos.

Na primeira etapa, iniciou-se com o cálculo do consumo médio anual por meio de doze faturas de energia elétrica da edificação referente ao período de maio de 2017 a abril de 2018. Os dados foram computados por meio de planilhas eletrônicas utilizando-se o software Excel 2016 da Microsoft e posteriormente foi gerado os gráficos para análise.

4.1 CONSUMO

Referente à planta, esta é composta por 9 cômodos, nos quais foram distribuídas algumas cargas elétricas. O projeto Elétrico pode ser visualizado no anexo 1.

O quadro 1 mostra o levantamento feito com a quantidade de aparelhos elétricos do restaurante e a potência dos mesmos, simulando a potência e custos mensais já incluso a tarifa, porém sem os impostos da concessionária esta que é a fornecedora de energia em Palmas-TO. A Quadro 1 foi obtido a partir de uma simulação de consumo que a edificação pode apresentar. A partir disto, foi feita uma estimativa de tempo de utilização de cada equipamento, gerando uma estimativa de consumo mensal para o restaurante.

Tabela 1 - Simulação de Consumo energético do restaurante

Aparelho	Quant.	Tempo (min.) / Dia	Potência	KWh/Mês	Custo Mensal
Lâmpada Fluorescente	28	506	338	50,7	59,63
Lâmpada Incandescente	72	300	338	50,7	115,63
Cortina de ar	2	506	200	24	85,09
Ventilador móvel	1	600	125	37,5	57,33
Geladeira	7	3600	65	7,8	283,6
Freezer	2	3600	11.000	175	892,75
Liquidificador	3	300	1.500	7,5	13,47
Espremedor de Frutas	1	200	1.500	7,5	11,48
Máq. De Café	1	50	1.500	12	18,22
Batedeira industrial	1	100	1.500	7,5	23,48
Cilindro	1	60	1.500	7,5	10,06
Micro-ondas	1	200	1.500	7,5	209,32
Ar Condicionado	4	240	2.600	312	2369,87
Computador	2	506	1.000	15	198,68
Torneira elétrica	2	32	11.000	176	281,32
Forno elétrico	1	200	3.400	8	183,63
Forno industrial	2	240	10.000	176	84,32
Aquecedor de pratos	1	300	15.000	198,3	263,96
Lava Louças	1	560	20.000	300,25	347,23
Balança	1	3600	65	7,8	12,47
Total	-	-	-	1588,55	5521,54

Fonte: Autor (2018).

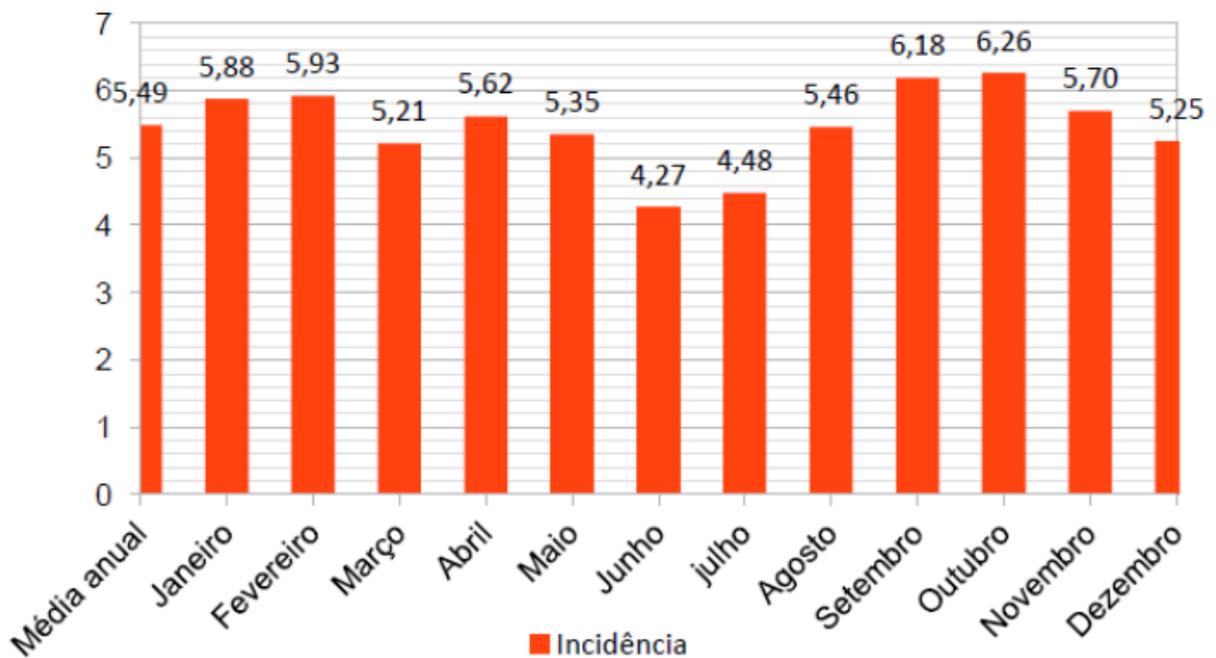
4.2 ANÁLISE

Para a fase de análise foram realizadas duas simulações técnicas, uma para a solução fotovoltaica e a outra para o uso de grupo geradores de energia. Para ambos casos foram realizadas cotações e as mais viáveis encontradas na região são apresentadas neste estudo.

4.2.1 RADIAÇÃO SOLAR

Sabe-se que a situação geográfica e climática de Palmas coloca o município em condição de destaque em potência de radiação solar. Segundo dados obtidos pela empresa na qual foi feito a consultoria a incidência da radiação solar horizontal diária média, ao longo do ano, na Capital do Tocantins é de 5,49 KWh/m²/dia. A figura 3 exibe os índices de irradiação ao longo de período do ano:

Figura 3 - Radiação solar em Palmas-TO



Fonte: Silva et al. (2011).

4.2.2 CÁLCULO DA DEMANDA ENERGÉTICA

Para dar início ao projeto elétrico, primeiro foi necessário calcular a média do consumo de energia da UC do restaurante em um período de 12 meses, sendo essa de maio de 2017 a abril de 2018.

A tabela 2, mostra em KWh o consumo de cada mês e a média levando em consideração todos os meses.

Tabela 2 - Planilha de Consumo Mensal de Energia

PLANILHA DE CONSUMO MENSAL DE ENERGIA				
ANO	N°	MÊS	CONSUMO (KWh)	
			PONTA	FORA DE PONTA
2017	1°	MAIO	1036,00	11678,00
2017	2°	JUNHO	897,00	9638,00
2017	3°	JULHO	738,00	8713,00
2017	4°	AGOSTO	864,00	9779,00
2017	5°	SETEMBRO	815,00	9458,00
2017	6°	OUTUBRO	924,00	11078,00
2017	7°	NOVEMBRO	793,00	9521,00
2017	8°	DEZEMBRO	724,00	7524,00
2018	9°	JANEIRO	598,00	7062,00
2018	10°	FEVEREIRO	808,00	8308,00
2018	11°	MARÇO	961,00	9648,00
2018	12°	ABRIL	845,00	8557,00
MÉDIA			830,00	9489,50

Fonte: Autor (2018).

Como se é visto na tabela anterior foi dividido o consumo no horário de ponta e fora de ponta, visto que nesses horários a tarifa cobrada é totalmente diferente.

4.2.3 SOLUÇÕES ALTERNATIVAS

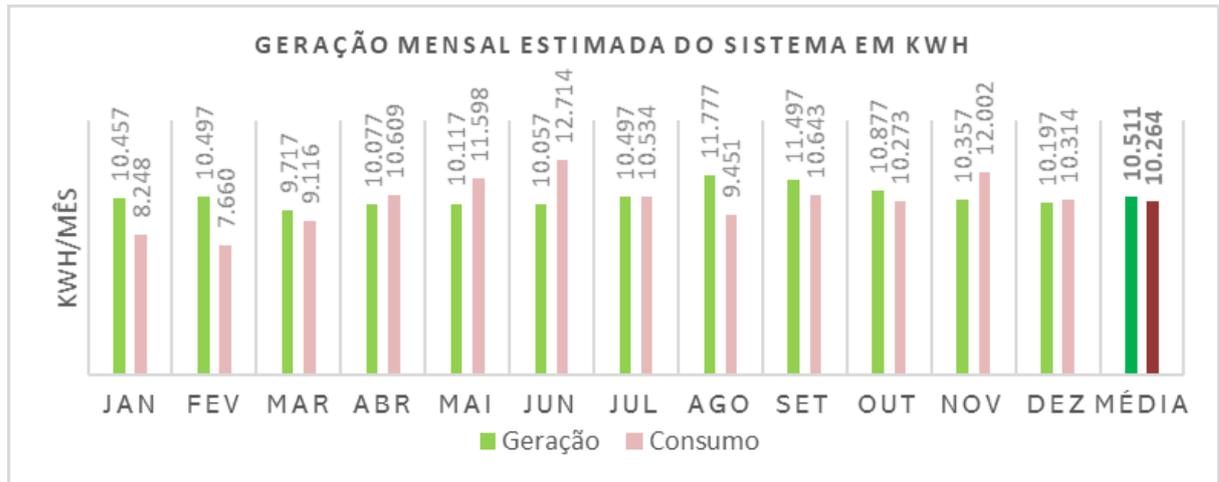
Tendo em vista que como o destino para o sistema para redução de gastos elétricos é um restaurante situado na cidade de Palmas-TO, a princípio o valor de instalação do sistema fotovoltaico é de certa forma oneroso o que pode vir a inviabilizar no custo final total da edificação.

Para a escolha do módulo fotovoltaico procurou-se priorizar diversos fatores, como a eficiência, a garantia de potência, o coeficiente de temperatura, a disponibilidade no mercado e o custo do módulo. Levando em consideração informações cedidas pelo proprietário do estabelecimento, junto a empresa SENERGAM – Soluções Energéticas e Ambientais, que disponibilizou a cotação dimensionada para o sistema de geração de energia elétrica fotovoltaica para atender a demanda energética do restaurante.

O gráfico abaixo demonstra supostamente o consumo mensal e média de consumo do restaurante, comparando com a estimativa mensal e média de geração de energia elétrica fotovoltaica que o sistema solar fotovoltaico acima proposto poderá produzir em cerca de um ano.

Fonte: Sernegam (2018).

Figura 4 - Geração mensal estimada do sistema em Kwh



Para analisar o tempo de *payback* de investimento junto da empresa contratada, é levado em conta o investimento total realizado na aquisição e instalação do sistema, o cálculo da economia financeira geração pela produção de energia elétrica do sistema fotovoltaico e o desconto adquirido das taxas municipais (IPTU, ISSQN, etc.).

Valor do investimento.....R\$ 276.000,00.

A geração de energia elétrica média mensal pode ser estimada em: 10.510,50 kWh x R\$ 0,76 = R\$ 7.987,98/mês. E estimativa de desconto estimado no IPTU anual. R\$ 6.400/ano.

Logo pode-se pensar em formas de trabalhar no ponto inicial do dimensionamento, que seria no consumo onde poderia pensar em reduzi-lo a partir de alternativas para as cargas mais altas do consumo (ar-condicionado), levando a pensar no dimensionamento geradores de energia em horário de pico.

Os geradores podem ser adotados para reduzir os gastos em horário onde a um grande uso de energia. Os geradores para uso comercial são pensados para atuação em condições desafiadoras, e suas potências vão de 10 kVA a 2500 kVA.

Podem ser monofásicos ou trifásicos, de 120 volts a 480 volts. Geralmente por se ter uma grande exigência de energia exige o uso de aparelhos de três fases.

Para a implementação de um grupo gerador para o restaurante Quadra Contemporânea, foi cotado um projeto que atendesse a necessidade do mesmo, com auxílio do engenheiro eletricista Taynan Cardoso que nos aparou com os dados seguintes:

Um grupo gerador STEMAC, linha diesel, montado em contêiner, com potência de 85 / 78 / 74 kVA - 68 / 62 / 59 kWe (Emergência / Principal / Continua), trifásico, com fator de potência 0,8, na tensão de 380 / 220 Vca em 60 Hz, para funcionamento singelo e automático, composto de:



- Motor e gerador com pintura original dos fabricantes, base preta, carenagem e quadro de comando branco.
- Manual técnico em mídia eletrônica.
- Treinamento básico de operação e verificações de rotina, durante a entrega técnica.

VALOR DO ITEM R\$ 64.990,00

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta sessão traz as análises em relação ao uso da tecnologia BIM, das soluções fotovoltaica e do grupo gerador.

5.1 EXPERIÊNCIA COM A PLATAFORMA BIM

Para integrar os modelos digitais na plataforma BIM, seria necessário a utilização de uma ferramenta que funcione dentro da plataforma. Foram analisados alguns componentes para a utilização da ferramenta REVIT da *Autodesk* e verificadas como as informações são transferidas para a plataforma.

No projeto executado onde se encontra inalterado até o presente momento houve empecilhos acarretados pela falta de comunicação entre os projetos existentes (arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico, cabeamento telefônico, incêndio), fato esse que poderia ser previamente tratado caso fosse trabalhado com a plataforma BIM, onde se mescla todos os projetos afim de se haver a integração dos mesmos.

Os projetos foram criados no software *autoCAD* da *Autodesk*, ferramenta que hoje é considerada obsoleta quando o assunto é projetar, pois é visto que a ferramenta apenas cria linhas de diferentes espessuras e cores, diferente da plataforma BIM, onde cada *layer* criado gera uma planilha com dados referentes a material usado, quantitativo para obra, orçamento e cronograma da construção.

As falhas relatadas pelo proprietário existem apenas por essa falta de comunicação dos projetos, onde o executado passou por diversas alterações até que se conseguisse introduzi-lo na construção. As queixas partiram pela falta de controle da parte elétrica de toda a edificação, já que se houvesse a necessidade futura de alguma reparação em algum circuito isolado, ninguém teria como checar por onde se passa o eletroduto, onde acarretaria em mais gastos com demolição isolada e reforma.

O BIM hoje no mercado auxilia na redução de aproximadamente quatro quintos dos gastos realizados em obra, redução não apenas na parte financeira, mas em tempo de execução, e manutenção da edificação pós finalização da execução. No cenário do mercado atual da nossa região, por ser um estado novo dificilmente é visto

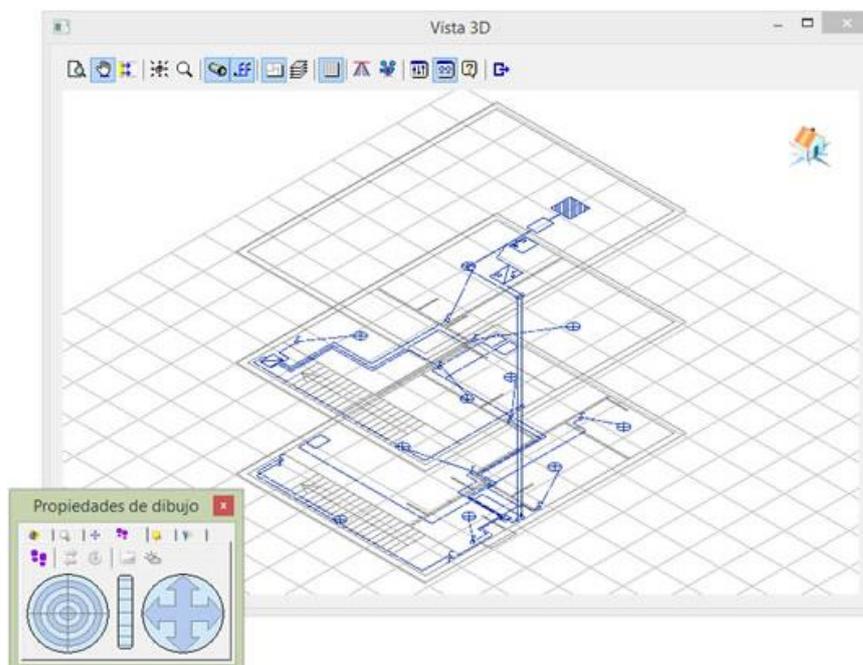
se utilizar e/ou até mesmo falar sobre a utilização da plataforma como melhoramento dos projetos executados na região.

Essa precariedade na cultura regional, de pouco interesse na inovação tecnológica na área, retarda de forma demasiada a evolução das áreas da engenharia. O estudo dessas tecnologias já se é pouco trabalhado desde a academia, onde se é pouco aprofundado a utilização das mesmas. É notório que tem necessidade de aprendizado das técnicas manuais da engenharia, mas a falta de conhecimento das ferramentas tecnológicas atuais, impossibilita o aperfeiçoamento das *skills* do profissional, acarretando numa demora na demanda de procura mercado e gerando mais gastos para o cliente final pelo uso de ferramentas ultrapassadas.

5.2 SOLUÇÃO FOTOVOLTAÍCA

A utilização das placas fotovoltaicas hoje, tem-se a visão de que tem um alto custo de investimento e não parecer que terá resultados a curto prazo. As placas fotovoltaicas geram resultados há longo prazo, mas de total eficiência para edificação, por se tratar de uma fonte totalmente limpa, e de fonte abundante em nossa região, que tem uma considerável incidência solar.

A utilização das placas em um projeto criado sob a plataforma BIM, gera um alto desempenho em relação ao BIM 7D. No que se é trabalhado na implementação da sétima dimensão da plataforma, são as gestões de operação, onde se garanta que a gestão do ciclo de vida da edificação vigente possa ocorrer em um nível compatível com a escala do projeto.

Figura 5 - Projeto Fotovoltaico

Fonte: TotalCAD softwares (2015).

Desde 2016 existe um incentivo de implantação de projetos fotovoltaicos nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste através do governo federal com incentivos fiscais e cartas de crédito para financiamento dessas implementações. Através do programa Palmas Solar que visa ajudar no crescimento da aplicação do sistema fotovoltaico.

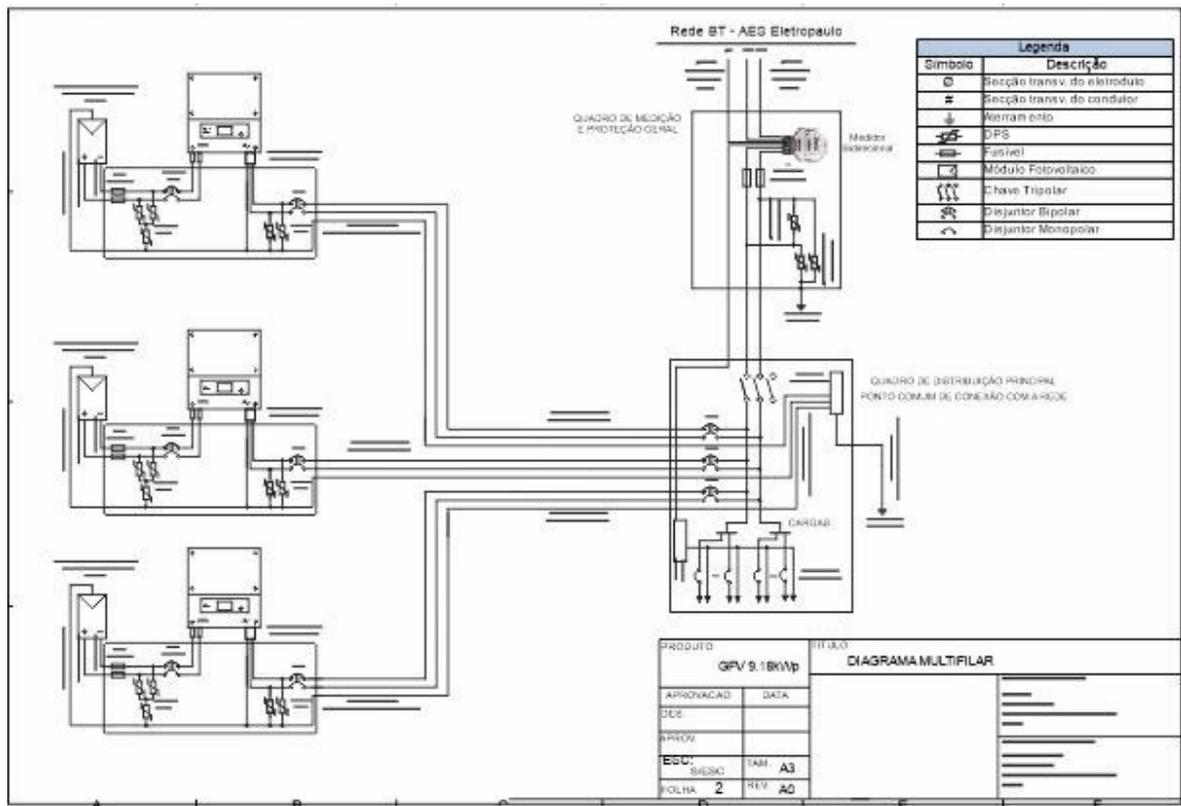
O programa é regido através da norma complementar de 2016 nº 327/2015 onde quem aderir ao programa Palmas Solar receberá incentivos, com descontos que podem chegar em até 80% no IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano), por até 5 (cinco) anos. Como também no ITBI (Imposto Sobre a Transmissão de Bens Imóveis) na primeira transferência de imóvel e no ISSQN (Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza) para a empresa responsável prestação de serviço contratada (Palmas, 2018).

Atualmente o proprietário sofre com um alto uso da demanda em meses onde o estado passa por um período de estiagem, onde sobe de maneira exorbitante os valores das bandeiras tarifárias, e que a solução fotovoltaica ajudaria na redução nesses períodos que em contrapartida a incidência solar é maior e em um grande período do dia.

5.3 gerador

O grupo de geradores em comparação tem um baixo custo de investimento inicial, e é notória a redução de gastos com energia elétrica, usando apenas nos horários de ponta. A utilização também ajuda em um melhor gerenciamento da edificação por mais anos, tudo isso facilitado através do BIM 7D que auxilia toda essa questão de pós conclusão de obra.

Figura 6 - Projeto de Grupo de gerador de energia



Fonte: adaptado pelo autor do fornecedor de geradores.

Entretanto a utilização do grupo gerador foge da dinâmica de eficiência energética através de fontes renováveis. Pois o mesmo utiliza recursos não-renováveis para o seu funcionamento, grande parte a base de petróleo, material que atualmente tem subido o valor ao consumidor final de forma exorbitante, o que faz com que decaia um pouco do seu custo benefício.

Também se é visto que requer manutenções preventivas por tratar-se de uma máquina com motor de alta potência, utilizado em grandes quantidades de tempo, ou seja, haverá custos com revisões periódicas.

5.4 PROPOSTA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Estabelecendo o comparativo entre os dois projetos orçados no trabalho, apesar do 1º projeto, de geração fotovoltaica ter um custo maior para implantação, que ficou no valor de R\$ 276.000,00 (duzentos e setenta e seis mil reais). Ao analisar o tempo de retorno do que será investido para a implantação do projeto, verificou-se que o tempo de retorno ficou em média de 2 (dois) anos e 9 (nove) meses. Já o 2º projeto que estabelece a inserção de um grupo gerador, tem como o valor de implantação inicial R\$ 64.990,00 (sessenta e quatro mil, novecentos e noventa reais) o com o tempo de retorno com estimativa a partir de 1 (um) ano. Portanto ao analisar essas duas situações de cotação, é visto que o grupo gerador é viável financeiramente no início.

Entretanto, o sistema de grupo de geradores apresenta alguns empecilhos a serem vencidos como: não é verde, ou seja, a utilização do mesmo não tem pensamento em sustentabilidade, os principais fatores são os combustíveis usados, são de alta agressão ambiental, gasolina, diesel, etanol.

Para melhor visualização, então, se concluir que o mercado fotovoltaico ainda possui uma série de fatores que trazem consigo uma perspectiva negativa em relação ao aspecto econômico, visto que os materiais e a mão de obra são considerados de alto custo.

Apesar de que com o tempo é visto retorno financeiro. É visto que em nossa região que ainda é bastante nova, não é culturalmente praticado o investimento de longo prazo, pensando-se em ganhos futuros, e sim em respostas rápidas com rendimento mediato.

Portanto, para implantação do sistema fotovoltaico do restaurante QC, visualizando um retorno a curto prazo, o sistema fotovoltaico ainda se torna inviável em termos financeiros para atender a demanda energética do restaurante.

Vale ressaltar que ao avaliar o aspecto ambiental na implantação do projeto fotovoltaico, a poluição do meio ambiental seria bem menor visto que haveria uma redução dos gases de efeito estufa lançados na atmosfera, comparado com o projeto do grupo de geradores, onde o mesmo gera um grande número desses gases poluentes.

6 CONCLUSÃO

A energia solar fotovoltaica vem ganhando a cada dia um novo espaço no mercado de geração de energia elétrica, devido ser uma fonte de energia limpa e renovável, a geração de energia elétrica por meio da utilização das placas fotovoltaicas diminui de forma significativa a emissão de poluentes na atmosfera.

No estudo de caso feito no restaurante, localizado em Palmas-TO, ao se fazer o levantamento da demanda energética, verificou que há necessidade de uma solução consistente para atender as necessidades de energia da edificação, para que se reduza de forma significativa os gastos de energia. Em uma visão geral de economia, sem limitações de recursos, deveria ser implantado as duas soluções. Uma vez que se complementam em seus fins. Porém, além dos custos; geração fotovoltaica (R\$ 276.000,00) e grupo gerador (R\$ 64.990,00) deve-se considerar os princípios de reuso do proprietário, os incentivos lançados pelo governo para estímulo da parceria público-privado para eficiência da matriz energética no país. Assim sendo, a recomendação inicial deste trabalho é pela solução fotovoltaica.

Quanto as hipóteses, percebe-se que a tecnologia BIM ainda não é madura o suficiente para ser incorporada em projetos existentes. Pois, tanto a interoperabilidade entre ferramentas ainda não é 100%, mesmo com o uso dos padrões IFC; há ineficiências na formação das competências dos profissionais, tanto de mercado como no meio acadêmico; e, os clientes ainda carecem de ferramentas BIM7D acessíveis e de operação intuitiva para que proprietários como o do estudo em questão possam fazer uso das informações da plataforma BIM. Quanto as falhas operacionais elas não se confirmaram, pois, o restaurante tem processos implementados, ações de 5S e de verificação dos procedimentos. Logo, os equipamentos têm uso correto, são retirados das tomadas, lâmpadas são desligadas e quase 100% da iluminação é LED.

Como proposta de estudos futuros ratifica-se a importância da contínua incorporação de tecnologia aos projetos da construção civil, na plataforma BIM e principalmente na evolução das ferramentas que são de uso dos proprietários das edificações, o chamado BIM 7D, pois, clientes satisfeitos e fidelizados podem alavancar novos serviços dos engenheiros e arquitetos que executaram a primeira entrega.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Energia Elétrica, **ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL**. Brasil: Aneel, v. 3, n. 1, 2008. Anual. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas3ed.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2017.
- _____, **Regulação do setor elétrico**. 2015a. SCR. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/regulacao-do-setor-eletrico>>. Acesso em: 20 out. 2017.
- _____, **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**. Brasil: ANEEL, v. 2, n. 1, ago. 2015. Mensal. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876444/RevistaEficienciaEnergética_02_2015.pdf/9848d63c-2464-f229-dfec-395832ffa71a>. Acesso em: 17 out. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. 2 ed. Rio de Janeiro: ., 2005.
- _____, **NBR 5444**: Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais. . 2 ed. Rio de Janeiro, 1989.
- BARRETT, P; BALDRY, D. **Facilities Management: Towards Best Practice**, 2nd, **Blackwell Science**, Oxford, 2003.
- BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética - EPE. Ministro de Minas e Energia (Org.). **Balanco energético nacional**. 2016. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 15 out. 2017.
- BRASIL. Governo do Brasil. Secretaria de Minas e Energia (Org.). **Energia renovável representa mais de 42% da matriz energética brasileira**. 2015. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/11/energia-renovavel-representa-mais-de-42-da-matriz-energetica-brasileira>>. Acesso em: 30 nov. 2015.
- G1: Tocantins**. Palmas, 25 out. 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/morador-de-palmas-adere-a-energia-solar-e-reduz-conta-de-luz-de-r-450-para-r-63-por-mes.ghtml>>. Acesso em: 18 jul. 2017.
- ILDO SAUER (São Paulo). Universidade de São Paulo. **Um novo modelo para o setor elétrico brasileiro**. São Paulo: Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia, 2002. 125 p.
- MÁRIO JORGE CARDOSO DE MENDONÇA (Rio de Janeiro). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. O efeito estufa e o setor energético brasileiro. **Texto Para Discussão**, [Rio de Janeiro, v. 1, n. 719, p.02-30, 01](#) abr. 2000.
- MASSERONI, James; OLIVEIRA, Cristina Maria de. Utilização de grupos geradores diesel em horário de ponta. **Revistas Modelos: F A C O S / C N E C, O S Ó R I O**, v. 2, n. 2, p.52-56, ago. 2012. Anual.
- MOTAWA, Ibrahim; ALMARSHAD, Abdulkareem. A knowledge-based BIM system for building maintenance. **Automation In Construction**, [s.l.], v. 29, p.173-182, jan. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2012.09.008>.
- PALMAS, Secretaria Municipal Extraordinária de Projetos, Captação de Recursos e Energias Sustentáveis, **Palmense agora pode financiar instalação de energia solar em residências e indústrias**, 05 abr. 2018. Disponível em:

<<http://www.palmas.to.gov.br/secretaria/energias-sustentaveis/noticia/1507408/palmense-agora-pode-financiar-instalacao-de-energia-solar-em-residencias-e-industrias/>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

SANTIAGO, Nyanne Ferreira. **Geração Fotovoltaica On-Grid: Estudo de Caso** Biblioteca Nacional de Brasília. 2016. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Energia, Centro Tecnológico, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

TECNOGERA (Brasil). Grupo Patria (Org.). **Geradores e bancos de carga otimizam energia da indústria**. 2017. Disponível em: <<http://www.tecnogera.com/blog/geradores-e-bancos-de-carga-otimizam-energia-da-industria>>. Acesso em: 07 mar. 2018.

UHM MIYOUNG (Replubic Of Korea). Yonsei University. An analysis of BIM jobs and competencies based on the use of terms in the industry. **Automation In Construction**, Seoul, v. 1, n. 81, p.67-98, 05 jun. 2017. Mensal. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/autcon>. Acesso em: 22 jun. 2017.

VOLK, Rebekka; STENGEL, Julian; SCHULTMANN, Frank. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs. **Automation In Construction**, [s.l.], v. 38, p.109-127, mar. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>.

WETZEL, Eric M.; THABET, Walid Y.. The use of a BIM-based framework to support safe facility management processes. **Automation In Construction**, [s.l.], v. 60, p.12-24, dez. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2015.09.004>.

YIN, Robert K.. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.