

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO

Moisés Phillip Botelho

**ANÁLISE DE PROJETO DE EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA EM INSTITUIÇÃO DO
SEGMENTO DE EDUCAÇÃO**

Porto Alegre

2018

Moisés Phillip Botelho

**ANÁLISE DE PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM INSTITUIÇÃO
DO SEGMENTO DE EDUCAÇÃO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Profissional, na área de concentração Sistemas da Produção.

Orientador: Professora Orientadora,
Dra. Istefani Carísio de Paula.

Porto Alegre

2018

Moisés Phillip Botelho

**Análise de Projeto de Eficiência Energética em Instituição do Segmento de
Educação**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Profissional e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Orientador, Dra. Istefani Carísio de Paula

Orientador PMPEP/UFRGS

Prof. Ricardo Augusto Cassel

Coordenador PMPEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Professora, Dr^a. Joana Siqueira de Souza (UFRGS)

Professora Dr^a. Letícia Jenisch Rodrigues. (UFRGS)

Professor, Dr^a. Vera Lúcia Milani Martins (UFRGS)

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, Édio e Venina, meu irmão Tiago , minha esposa Aurea e meu filho Arthur que sempre me motivaram a realizar um estudo de mestrado.

AGRADECIMENTOS

Ao meu colega de trabalho Claudinilson Alves, por me ajudar no mapeamento dos pontos de consumo de energia elétrica da Unidade Operacional do SENAI CUIABÁ. E Abraão Gualberto Nazário, por estimular-me a realizar este trabalho para difundir mais informações a respeito de projetos em medidas de eficiência energética.

Ao meu cunhado Luciano Nery Antônio, que diretamente de Chicago, Estados Unidos preparou-me para prova de proficiência e qualificação da língua inglesa, nas madrugadas brasileiras, via vídeo conferência pelo whatsapp.

Aos meus colegas de mestrado profissional, Andrey Sartori, Rubens de Oliveira e Tatiane Oliveira Matos que se esforçaram coletivamente aos finais de semana, nas madrugadas para realizar as atividades coletivas das disciplinas do Mestrado Profissional em Engenharia de Produção e Inovação.

Aos Revendedores de Sistemas Fotovoltaicos do Estado de Mato Grosso, a Concessionária de Energia Energisa e aos Gestores, supervisores e professores da Faculdade de Tecnologia do SENAI CUIABÁ, da Unidade Operacional do SENAI CUIABÁ, por participarem da pesquisa de campo e fornecerem informações para o alcance do objetivo da dissertação de mestrado.

Agradeço imensamente a minha Professora Orientadora, Dra. Stefani Carísio de Paula, que aceitou o desafio de oferecer-me a melhor direção para realização deste estudo. Sendo minha mentora metodista, didática, uma *coacher* habilidosa que ajudou a aperfeiçoar a excelência deste trabalho, através de orientações pontuais e extremamente importantes para melhor entendimento de quem vier a ler e aplicar as informações desse trabalho na resolução do problema em como decidir qual a tecnologia a ser adotada em projetos de Eficiência Energética em organizações do seguimento da educação.

E ao meu Deus, que nunca me abandonou nos momentos de dificuldades, pois me inspirava com sinais, que refletiam na lógica, processo da solução do problema desta dissertação.

RESUMO

O Plano Nacional de Eficiência Energética tem servido de estímulo aos gestores do segmento educacional na redução do consumo de energia elétrica, mas nem sempre os gestores estão preparados para a tomada de decisão sobre quais medidas de Eficiência Energética (EE) adotar. Estudos têm sido realizados no sentido de apontar as barreiras enfrentadas por gestores na adoção de tecnologias para EE, mas seriam as mesmas barreiras encontradas em empresas do segmento educacional? Esta dissertação de Mestrado Profissional tem por objetivo realizar análise de projetos de Eficiência Energética em instituição do segmento educacional e identificar quais são as barreiras que dificultam a proposição e implantação de projetos desta natureza. Assim, pretende-se com este trabalho contribuir para a compreensão dos aspectos que influenciam a tomada de decisão sobre implantação de projetos em eficiência energética em ambientes de educação, tendo como estudo de caso único a Unidade Operacional (UO) do SENAI CUIABÁ. Trata-se de uma pesquisa aplicada na qual foram empregados métodos qualitativos e quantitativos na identificação de barreiras e análise de viabilidade na implantação de estratégias de EE na UO SENAI CUIABÁ. Os resultados demonstraram haver não somente barreiras como governamentais e econômicas, mas também facilitadores tais como percepção de economia imediata e fatores climáticos, não citados anteriormente na revisão de literatura. A análise de viabilidade implementada indicou que a melhor alternativa estratégica seria adotar concomitantemente três projetos em EE, que seriam a adoção de lâmpadas led, ar condicionado inverter e sistemas fotovoltaicos ligados a rede de energia da concessionária Energisa, porque se implementados de forma conjunta gerariam maior Economia Líquida e Valor Presente Líquido (VPL) em relação se adotados um ou dois projetos comunicados.

Palavras-chave: Barreiras, Medidas em eficiência energética, Análise de viabilidade.

ABSTRACT

The National Energy Efficiency Plan has stimulated educational sector managers in reducing electricity consumption, but managers are not always prepared to make decisions about which Energy Efficiency (EE) measures to adopt. Studies have been carried out in order to point out the barriers faced by managers in the adoption of EE technologies, but would they be the same barriers found in companies in the educational segment? The objective of this research is to analyze Energy Efficiency projects in an institution of the educational segment and to identify the barriers that make it difficult to propose and implement projects of this nature. The contribution of this research is to make clearer the aspects that influence the decision-making on the implementation of projects in energy efficiency in educational environments, having as a single case study the Operational Unit (OU) of SENAI CUIABÁ. It is an applied research in which qualitative and quantitative methods were used in the identification of barriers and feasibility analysis in the implementation of EE strategies in the UOA SENAI CUIABÁ. The results showed that there are not only governmental and economic barriers, but also facilitators such as perception of immediate economy and climatic factors, not mentioned previously in the literature review. The feasibility analysis implemented indicated that the best strategic alternative would be to simultaneously adopt three projects in EE, which would be the adoption of LED lamps, inverter air conditioning and photovoltaic systems connected to the Energisa utility grid, because if implemented together they would generate greater Net Present Value and Net Present Value (NAV) in relation to adopting one or two communicated projects.

Key words: Barriers, Energy efficiency measures, Feasibility analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição das fontes de consulta.....	24
Figura 2: Sistema Fotovoltaico ligado a rede	70
Figura 3: Conexões entre Barreiras da revisão de literatura e resultados do capítulo 2 101	
Figura 4. Conexões entre Barreiras e Facilitadores do Capítulo 2	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Níveis de Avaliação de Auditoria - ASHRAE	27
Quadro 2. Fatores que influenciam a decisão sobre medidas de eficiência energética .	39
Quadro 3. Identificação das barreiras diferentes setores empresariais	40
Quadro 4. Análise do conteúdo – Etapa 2	48
Quadro 5. Análise do conteúdo – Etapa 3	48
Quadro 6. Análise do conteúdo – Etapa 4	49
Quadro 7. Análise do conteúdo – Etapa 5	49
Quadro 8. Porcentagens médias de cada escala de relevância e Ranking Médio.....	50
Quadro 9. Descrição de níveis de conhecimento dos entrevistados	51
Quadro 10. Análise dos dados qualitativos das 2 questões abertas	52
Quadro 11. Ranking Médio de Barreiras -Unidade Operacional SENAI CUIABÁ	55
Quadro 12. Ranking Médio de Barreiras - Revendedores de Sistemas Fotovoltaicos ..	56
Quadro 13. Motivo dos entrevistados assinalarem escalas de relevância acima de seis	57
Quadro 14. Comparação entre fontes renováveis de energia	68
Quadro 15. Vantagens e desvantagens dos sistemas fotovoltaicos ligados a rede	69
Quadro 16. Comparação entre TIR, VPL e Payback.....	71
Quadro 17. Métodos não econômicos e softwares	72
Quadro 18. Tratamento e Apresentação de dados 1	77
Quadro 19. Tratamento e Apresentação de dados 2	78
Quadro 20. Diagrama Produção, Consumo mensal no período de 2014 – 2017.....	79
Quadro 21. Identificação de Metas de Energia.....	80
Quadro 22. Índice de Consumo Real e Teórico da UO do SENAI CUIABÁ.....	81
Quadro 23. Diagrama de Pareto de áreas de consumo de energia da UO do SENAI CUIABÁ.....	82
Quadro 24. Diagrama de Pareto – Identificação de desperdícios.....	83
Quadro 25. Projetos em eficiência energética	84
Quadro 26. Avaliação Financeira Tradicional.....	86
Quadro 27. Avaliação @RISCK para Economias Líquidas e VPL.....	87
Quadro 28. Análise de Sensibilidade @RISCK – Classificação Inputs segundo efeito das Economias Líquidas e VPL.....	88
Quadro 29. Barreiras a proposição de projetos em EE encontradas na literatura	98

Quadro 30. Perguntas fechadas para barreiras a medidas em eficiência	112
Quadro 31. Gráfico de Dispersão com $R^2 < 0,85$	114
Quadro 32. Gráfico de Dispersão com $R^2 > 0,85$ – Linha Base	115
Quadro 33. Estimativa para necessidades de alto consumo de energia elétrica	127
Quadro 34. Orçamento em Sistema Fotovoltaico ligado a rede de energia	128
Quadro 35. Estimativa de geração de energia do Sistema Fotovoltaico	129

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1. Estrutura da Dissertação.....	31
Fluxograma 2. Método de Trabalho Artigo 1 – protocolo de estudo de caso	44
Fluxograma 3. Método de Trabalho Artigo 2 – protocolo de análise dos dados.....	73
Fluxograma 4. Processo x Atividades x Envolvidos	97
Fluxograma 5. Como decidir qual a tecnologia a ser adotada em projetos de EE	104

LISTA DE SIGLAS

Agencia Nacional de Energia Elétrica – ANEEL
Banco nacional de Desenvolvimento – BNDES
Campo de Tomada de decisões de Planejamento Energético (EPDM)
Coeficiente de Correlação – R
Faculdade de Tecnologia do SENAI– FATECSENAI
Fontes de Energia Renováveis - FER
Fontes de Energia Renovável – FER
Fotovoltaicos – FV
Eficiência Energética - EE
Estado de Mato Grosso – MT
Instituição de Ensino Superior – IES
Norma de Sistema de Gestão de Energia - NBR ISO 50001:2011
Manual da Unidade de Planejamento de Mineração Energética – UPME
Medidas em Eficiência Energética – MEE
Medida de energia consumida Quilowatt-hora - KW/h
Normas Brasileiras aprovadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR
Prazo do Retorno do Investimento – PAYBACK
Ranking Médio – RM
Resolução Normativa – REN
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de Cuiabá - SENAI CUIABÁ
Organização Internacional para Padronização - ISO
Plano Nacional de Eficiência Energética – PNEf
Produção Aluno Hora – PAH
Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego – PRONATEC
Sistema de Gestão de Energia Elétrica – SGEE
Taxa Interna de Retorno – TIR
Taxa Mínima de Atratividade -TMA
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
Usos Significativos de Energia – USEs
Unidade Operacional – UO
Unidade de Potência Elétrica Kilowatt - kW

Unidade de Potência Elétrica Megawatt – MW

Valor Presente Líquido – VPL

SUMÁRIO

CAPITULO 1	17
1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVO GERAL	19
3. JUSTIFICATIVA	19
4. MÉTODO OU PROCEDIMENTOS	22
4.1 Classificação da Pesquisa	22
4.2 Unidade de Análise – Caso Único	22
4.3 Protocolo de Estudo de Caso	23
4.3.1 Introdução à Pesquisa	23
4.3.2 Revisão Bibliográfica	24
4.3.2.1 Noções Gerais de Projeto de Eficiência Energética	25
4.3.3 Coleta de Dados	27
4.3.4 Procedimento de Tratamento de Dados	29
4.3.5 Apresentação dos Resultados	29
5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	30
6. LIMITAÇÕES E DELIMITAÇÕES	31
REFERÊNCIAS	32
CAPITULO 2 – ARTIGO 1	36
1. INTRODUÇÃO	37
2. REVISÃO	38
2.1 Barreiras Econômicas	41
2.2 Barreiras da Falta de Conhecimento e Aprendizagem	42
2.3 Barreira Tecnológica	42
2.4 Barreiras Comportamentais	42
2.5 Barreira Organizacional	42

2.6 Barreiras Governamentais	43
3. PROCEDIMENTOS	44
3.1 Método de Trabalho	44
3.2 Entendimento do Problema	45
3.3 Levantamento do Referencial Teórico	46
3.4 Seleção de Entrevistados e Criação do instrumento de coleta de dados	46
3.5 Tratamento dos Dados e Apresentação de Resultados	47
3.5.1 Análise dos dados qualitativos	47
3.5.2 Análise dos dados quantitativos	50
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	61
CAPITULO 3 – ARTIGO 2	65
1. INTRODUÇÃO	66
2. REVISÃO	67
3. PROCEDIMENTOS	73
5. CONCLUSÃO	90
REFERÊNCIAS	92
CAPITULO 4	96
1. CONSIDERAÇÕES SOBRE A PESQUISA	96
2. CONCLUSÃO	106
3. SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS	108
REFERÊNCIAS	109
APÊNDICE A – Roteiro para Entrevista	111
APÊNDICE B – Tabulação de dados para Diagrama E-P Vs. T - Artigo 2	113
APÊNDICE C–Identificação de Metas de Energia	114
APÊNDICE D– Tabulação de dados para Índice IC Real e IC Teórico - Artigo 2	116

APÊNDICE E– Tabulação de dados par Estimativas de Consumo de Energia	117
APÊNDICE F– Identificação de desperdícios de energia	126
APÊNDICE G– Estimativa para necessidades de alto consumo de energia	127
APÊNDICE H– Orçamentos para Sistema Fotovoltaico	128
APÊNDICE I– Estimativa de geração de energia Sistema Fotovoltaico	129

CAPITULO 1

1. INTRODUÇÃO

Estima-se que a demanda mundial de energia atinja um crescimento de 56 % entre 2010 e 2040(BRIEFING, 2013).Ao considerar riscos das alterações climáticas globais devido às emissões de gases com efeito estufa e outros poluentes resultantes da combustão excessiva de combustíveis fósseis, considera-se que a busca por fontes de Energia Renováveis(FER) e Eficiência Energética (EE)são consideradas oportunidades relevantes, não só do ponto de vista estratégico, mas também do ponto de vista ambiental (GASTLI, 2013).

Pode-se caracterizar a EE como uma estratégia que visa aperfeiçoar o uso das fontes de energia, através de ações de racionalização que levam à redução do consumo de energia,sem perda na quantidade ou qualidade dos bens e serviços produzidos, e inclui a substituição por fontes renováveis (BUSSE,2010; GODOI, OLIVEIRA JUNIOR, 2009).As fontes renováveis de energia são aquelas consideradas inesgotáveis para os padrões humanos de utilização, e pode-se utilizá-las sempre e nunca se acabam, pois sempre se renovam e, em comparação aos combustíveis fósseis, praticamente não originam resíduos ou emissões de poluentes, apresentando reduzidos impactos ambientais. Cita-se como exemplos de fontes renováveis de energias: energia solar térmica e fotovoltaica, eólica, geotérmica e a de biomassa (VILLALVA, 2015).

Muitas empresas, principalmente as pequenas e médias, têm dificuldade em conceber a Gestão Energética (GE) como uma prática gerencial, contribuindo para o aumento do consumo de energia elétrica, em média de 4,4% ao ano. Porém, a oferta de energia elétrica cresce abaixo destes limites, desta forma, a proposição de aumentar a geração de energia e reduzir o consumo de energia, por meio de programas de eficiência energética, é bem vinda para não gerar colapso do sistema elétrico (BATISTA, O. E., & FLAUZINO, R. A., 2012; BORNE, L. S.,2010).

Brasil (2011) comunica que o Plano Nacional de Eficiência Energética(PNEf), incorporado pelo Plano Nacional de Energia 2030 (PNE2030) do Ministério de Minas e Energia,divulgações a serem desenvolvidas para maximizar a eficiência de energia em alguns setores como, por exemplo, o industrial,micro, pequena e médias empresas , transporte, educação, edificações, prédios públicos, iluminação publica, saneamento e propõe melhorias no programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). Algumas das medidas

para a indústria levam os gestores das empresas a buscarem contratação de consultorias em EE (ALTOÉ, et al., 2017). Se por um lado o PNEf estimula a adoção de ações de EE por outro lado, levanta a seguinte questão junto aos gestores:QP1: Como decidir qual a tecnologia a ser adotada em projetos de EE ?

O PNEf desperta outra reflexão. O plano contém um capítulo denominado Eficiência Energética na educação, o qual não somente propõe que o plano incentive a comunidade escolar a adotar a cultura do uso racional e da conservação de energia, como participe ativamente e de forma contínua na implantação de projetos de EE. Alinhado a esta proposição do PNEf, toma-se como premissa deste trabalho a necessidade de trabalhar o tema EE como prática ativa no segmento da Educação, seja para que o próprio segmento sirva de exemplo para outros segmentos industriais, ou pelo fato de ser um segmento de negócios como qualquer outro, que deve ser sustentável. Assim, além de ser um tema cada vez mais abordado em sala de aula, desde o ensino fundamental, médio e superior, as instituições de ensino devem desenvolver gestão Energética em busca de EE.

Quando se trata de instituições que além de consumo também desenvolvem educação profissionalizante, a questão se torna mais relevante. Isso porque estas instituições devem não somente preparar profissionais dentro de uma perspectiva ambiental, para atuarem em outras empresas, ou desenvolverem soluções tecnológicas alinhadas com o baixo consumo de energia (produtos, serviços, processos), mas devem, ao mesmo tempo, dar o exemplo realizando GE e utilizando matrizes energéticas renováveis em sua própria operação. Este é o cenário da Unidade Operacional (UO) SENAI CUIABÁ, onde a FATEC SENAI MT está sediada. Os gestores desta instituição têm buscado formas de reduzir seu consumo de energia elétrica e, ela será o objeto de estudo nesta pesquisa.

O uso eficiente da energia é uma preocupação política em vários países. Pois, suas políticas podem afetar o preço da eletricidade, seja ela gerada de fontes renováveis ou não. A obstrução política não é a única barreira relacionada na literatura. Alguns autores mencionam que as barreiras podem ser categorizadas como: econômicas; relacionadas ao acesso à informação; organizacionais; comportamentais; relacionadas a competências; relacionadas à tecnologia; e conscientização (CAGNO et al.,2013).Logo, entende-se a necessidade de identificar, diagnosticar as barreiras que dificultam a adoção de medidas em EE, antes de adotá-las, mas também dos fatores facilitadores.Assim, surge uma segunda questão de pesquisa:

QP2: Quais são os fatores que facilitam e as barreiras que dificultam a proposição e implantação de projetos de EE em instituições do segmento da educação? Em vista do contexto abordado na introdução, o tema geral a ser trabalhado é a avaliação de projetos de Eficiência Energética nas organizações. Alinhado a esta temática de trabalho apresentam-se os objetivos a seguir.

2. OBJETIVO GERAL

Realizar análise de viabilidade econômica de medidas visadas em projetos de EE em instituição do segmento educacional. Para sustentar o objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- analisar as barreiras e facilitadores para alcance da eficiência energética no ambiente estudado, tanto sob o ponto de vista de consumidores e revendedores de tecnologia para fonte renováveis de energia;
- buscar alternativas de solução, ou seja, medidas que visem o alcance da eficiência energética na empresa estudada.

3. JUSTIFICATIVA

As instituições de ensino profissionalizante podem ser instrumento para promover a difusão e utilização de tecnologias, práticas e técnicas de elevado rendimento energético, conforme orienta a PNEf (BRASIL, 2011). A Faculdade de Tecnologia do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de Mato Grosso (FATECSENAI MT) é uma Instituição de Ensino Superior (IES) particular, mantida pelo SENAIMT e sediada na UO SENAI CUIABÁ, na cidade de Cuiabá, em Mato Grosso. Constitui um dos objetivos e finalidades desta Instituição de Ensino Superior: incentivar o trabalho de pesquisa, extensão e investigação científica, visando o pensamento reflexivo e o desenvolvimento da ciência, da tecnologia, da criação e difusão da cultura e, deste modo, desenvolver o entendimento do homem e do meio em que vive.

Segundo Cruz (2009) as pesquisas industriais realizadas pelas universidades contribuem para o fortalecimento da educação superior, estimulam a riqueza das nações e as ações entre as agências de fomento, programas governamentais e evolução das empresas. No Brasil a atividade de pesquisa e desenvolvimento em quase sua totalidade

ocorre em instituições governamentais e no ambiente acadêmico. Desta forma, a capacidade de uma Nação de gerar conhecimento e converter conhecimento em riqueza e desenvolvimento social, depende da ação dos seguintes agentes: IES, Governo e Empresas.

Torna-se importante a capacitação tecnológica entre instituições de ensino e indivíduos, para se ter aprendizagem contínua de conhecimentos e habilidades tecnológicas que venham a facilitar o alcance dos objetivos estratégicos das empresas, Pois esta aprendizagem deve atender aos anseios das empresas e indústrias, conforme suas necessidades organizacionais e mercadológicas. Além da capacitação tecnológica, outro fator que atrai indústrias para o Brasil e suas federações é o valor competitivo do custo de energia elétrica. Observa-se em relação ao BRICs (Brasil, Rússia, Índia e China), que a Nação brasileira não atende, de forma satisfatória, no que se diz respeito ao custo de energia elétrica.

[...]a tarifa de energia elétrica industrial no Brasil varia 63% entre o estado mais caro (Mato Grosso) e o mais barato (Roraima). Tal diferença reflete não só os diferentes custos de produção, distribuição e transmissão, mas também o peso dos encargos setoriais e dos tributos.[...] (FIRJAN, 2011).

Alinha-se à evolução do consumo de energia elétrica, a dificuldade crescente para atender à demanda, e elevados custos das alternativas de suprimento, o grande desafio de promover a mobilização popular para o uso responsável e eficiente de energia elétrica. Situação a qual estimula planejamento, políticas, estratégias energéticas governamentais para se ter melhor competitividade internacional, diante de produtos que tenham custos e produtividade que atendam o mercado internacional (SANTOS et al., 2006; BATISTA, O. E., & FLAUZINO, R. A., 2012; OLIVEIRA, L. K. D., 2012).

Os problemas de interrupção do fornecimento de energia e o crescente consumo desta, por parte das edificações, afetam toda a economia, fazendo com que áreas de produção e prestação de serviços sofram impactos financeiros, gerando prejuízos incalculáveis. Faz-se necessária a redução de custos com consumo de energia elétrica da UO SENAI CUIABÁ, mediante uso de fontes renováveis de energia.

Assim, cada vez mais o mercado está orientado a selecionar serviços e produtos de organizações que possuam responsabilidade ambiental e visão estratégica ao uso da energia, valorizando sua imagem institucional perante o público externo (BERGESCH, 2014), e para que uma organização promova melhorias em seu desempenho energético há necessidade de ações, métodos que facilitem a tomada de

decisão para minimizar o desperdício e custos de energia e assim poderem intervir na utilização de energia e potencializar a redução de custos, através de medidas em eficiência energética (ARAUJO,2017).

Estudos apontam que proprietários de imóveis sofrem ao realizar reformas que tenham como objetivo a busca por edificações mais sustentáveis, mais eficientes sob o ponto de vista energético. Pois, poucas ferramentas de tomada de decisão foram criadas para este propósito (LI, FROESE, 2017).

Soluções atuais do campo de tomada de decisões de planejamento energético (EPDM) são incapazes de superar a crescente complexidade para a tomada de decisão em tecnologias, medidas que venham a aumentar a eficiência energética nos imóveis pois envolvem um grande número de partes interessadas (exemplo: fornecedores, usuários dos imóveis, governo) em ambientes incertos (situação do imóvel, políticas existentes, taxas de juros de agentes financeiros) e dinâmicos. Cenário o qual levantam novos desafios para pesquisas em ciências de decisão no setor de eficiência energética (SELLAK, 2017).

Cerca de 33% da energia elétrica em todos os países é consumida pelos imóveis (TAN,2016). Assim, torna-se ainda mais motivador aumentar a eficiência energética nas construções, imóveis existentes, através de um processo que venha a facilitar a tomada de decisão dos gestores da organização estudada.

Ressalva-se que é realmente crucial ter um conhecimento preciso e oportuno das barreiras (por exemplos aquelas classificadas em comportamentais, econômicas), pois podem impactar no processo decisório, inviabilizando adoção de medidas de eficiência energética.(TRIANNI, CAGNO, FARNÉ,2016)

Como também, os investimentos em medidas em EE são considerados como parte do processo de tomada de decisão sobre o orçamento de capital. Ferramentas de análise financeira e não financeira são importantes no processo decisório, especificamente sobre a escolha de uma boa alternativa energética, que ao mesmo tempo propicie a diminuição da poluição ambiental, melhora da produtividade, competitividade e crescimento empresarial (HÄRUS, 2009;CICONE et al., 2007; ARAGÓN, PAMPLONA, VIDAL MEDINA, 2013).

Ao passo em que, se faz necessária a redução de custos com consumo de energia elétrica nas organizações, como na UO SENAI CUIABÁ, mediante uso de fontes renováveis de energia, através de um processo decisório que sustente suas ações em eficiência energética.

4. MÉTODO OU PROCEDIMENTOS

Neste item apresentam-se os métodos a serem adotados, comunicando a forma como serão tratados os objetivos do trabalho.

4.1 Classificação da Pesquisa

Em relação à sua natureza, trata-se de pesquisa aplicada, pois objetiva testar práticas dirigidas à solução de problemas específicos, no que diz respeito à identificação de barreiras e análise de medidas de eficiência energética. Quanto à abordagem do problema considera-se qualitativa e quantitativa, pois há uma relação dinâmica entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito, que não pode ser traduzida somente por números e ferramentas financeiras, havendo a necessidade de se aplicar entrevistas qualitativas em prol da resolução do caso. Uma determinada população, envolvendo profissionais da UO SENAI MT e proprietários de revendas em sistemas fotovoltaicos e concessionária de energia elétrica localizado em Mato Grosso, será entrevistada com uso de questionário estruturado e semi-estruturado. Em relação aos procedimentos, trata-se de Estudo de Caso, pois envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

4.2 Unidade de Análise – Caso Único

O SENAI é uma instituição privada que faz parte do Sistema Federação das Indústrias, e que apóia 28 áreas industriais por meio de pesquisa aplicada e informação tecnológica. Seus programas, projetos e atividades em todo o território nacional, oferecem atendimento adequado às diferentes necessidades industriais e contribuem para desenvolvimento pleno e sustentável do País. A FATECSENAI MT é uma Instituição de Ensino Superior Particular, mantida pelo SENAIMT e sediada na UO SENAI CUIABÁ, na cidade de Cuiabá, em Mato Grosso.

O SENAI CUIABÁ está localizada na Avenida XV de Novembro, região estratégica de Cuiabá, e possui a tradição no atendimento às indústrias nas áreas de alimentos e bebidas, gestão, tecnologia da informação, saúde e segurança no trabalho, têxtil e vestuário, através da realização de eventos, consultorias, palestras, treinamentos e cursos de Formação Inicial e Continuada, Habilitação Técnica de Nível Médio e de Educação Superior.

Os seus blocos B, C e D têm seu funcionamento das 07:30 às 11:30, das 13:30 às 17:30, das 18:00 às 22:00, os quais incluem salas de aulas, setores administrativos, pedagógicos, tesouraria, sala dos professores e de reuniões, contando com laboratórios de informática e de alimentos. Verifica-se uma variação anual de consumo de energia de 11500 KW/h a 59108 KW/h, em faturas que perfazem valores de R\$ 10.852,52 a R\$ 51.483,90, já inclusos PIS, COFINS, ICMS e contribuição com a iluminação pública, entre os meses de Janeiro de 2016 a Abril de 2017.

A IES presenciou no ano de 2015 um projeto de inovação na área de eficiência energética, tendo como estudo de caso o alto consumo de seus sistemas de refrigeração, iluminação e computadores em seus 12 laboratórios de informática, contando 600 computadores (uma análise do consumo atual de energia na operação dos laboratórios do Bloco C indicou um consumo mensal de 12.102 KW/h, que equivale a R\$ 11.038,34/mês). O projeto tinha como objetivo desenvolver um Sistema de Gestão de Energia Elétrica (SGEE), o qual respeita etapas de planejamento, implementação, execução e melhorias na EE, considerando a geração fotovoltaica local, conforme estabelece NBR ISO 50001:2011.

Foram utilizados dois softwares integrados, já existentes, o @SketchUp e @Energyplus. O @SketchUp, programa de modelagem computacional favorece a entrada de informações (considerando estudo de sombreamento, melhores componentes construtivos para parede externa, cobertura, janelas e o melhor posicionamento das placas solares, para aproveitamento de incidência da radiação solar) no @Energyplus para realizar um planejamento anual de consumo das cargas de energia da edificação, beneficiando o sistema de refrigeração. Nos resultados dessa simulação apontaram que a geração fotovoltaica, considerando as cargas de energia da edificação, poderia atender 50% do consumo do Bloco C (NAZÁRIO, TEIVE, 2016).

Este projeto aplicado disseminou a importância do uso da energia solar fotovoltaica na UO SENAI CUIABÁ e na FATECSENAI MT, entre estudantes, professores e gestores. Desta forma, visando compreender quais aspectos que influenciam a tomada de decisão sobre implantação de EE, será realizado um estudo de caso na UO SENAI CUIABÁ obedecendo ao protocolo apresentado no item 3.3.

4.3 Protocolo de Estudo de Caso

4.3.1 Introdução à Pesquisa

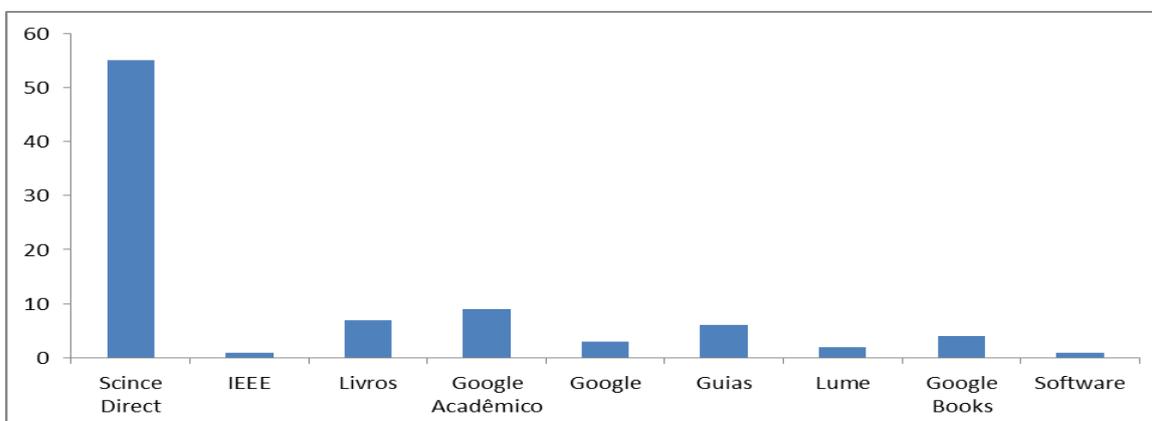
Realizaram-se leituras prévias em livros, artigos que dessem maior entendimento do contexto de Fontes de Energias Renováveis que originam da energia solar como fonte primária (hidroelétricas, energia solar térmica e fotovoltaica, eólica, geotérmica e a de biomassa).Foram realizadas duas visitas técnicas em revendedores de sistemas fotovoltaicos, no sentido de compreender seu processo de comercialização, levando em consideração como é apresentado seu orçamento e viabilidade financeira ao cliente.

Assim, foram acessadas informações sobre as tecnologias em Fontes de Energias Renováveis, sua legislação pertinente, sistemática de tributação, e de medidas preliminares em eficiência energética antes de adotar, por exemplo, sistemas fotovoltaicos interligados à rede de energia elétrica. Ações preliminares que culminaram em informações para buscar alternativas de solução que visem o alcance da eficiência energética na empresa estudada.

4.3.2 Revisão Bibliográfica

O primeiro foco do levantamento de informações da literatura foram os fatores que podem influenciar a tomada de decisão em projetos de EE. A busca ocorreu no período entre 2002 a 2017,em diferentes fontes de consulta citadas na figura 2. A principal base de busca acadêmica foi o *Science Direct*, com os termos chave “eficiência energética, barreiras, diagnóstico energético, fontes de energia renováveis, ferramentas de avaliação financeira e medidas de eficiência energética”. O levantamento bibliográfico visou identificar as barreiras, obstáculos do contexto das organizações que precisam ser superados para a implantação de projetos de EE.

Figura 1: Distribuição das fontes de consulta



Fonte:Elaborado pelo Autor (2017)

Outras fontes de consulta foram dissertações, artigos que retratam exemplos de medidas em eficiência energética em pequenas, médias e grandes organizações. Como também manuais que ensinam a realizar o diagnóstico energético. Também foram levantadas informações a respeito de auditorias em energia, no sentido de entender como é realizado seu inquérito e facilitar o caminho a ser percorrido para encontrar medidas de eficiência energética a curto, médio e longo prazo para as organizações.

Por final foram explorados conhecimentos em livros a respeito das características e conceitos de sistema fotovoltaico ligado à rede de energia elétrica e sua legislação pertinente, das medidas em EE, e de técnicas para estudo de viabilidade econômica. Revisão de literatura, a qual servirá para buscar alternativas de solução que visem o alcance da eficiência energética na empresa estudada.

4.3.2.1 Noções Gerais de Projeto de Eficiência Energética

Um projeto de eficiência energética (EE) relaciona-se ao uso eficiente do consumo de energia elétrica. Sua estrutura é baseada no ciclo de vida de um projeto, em seu gerenciamento e o meio para mitigar risco. Tem como finalidade evitar o desperdício de energia elétrica desde sua geração (por exemplo, de fontes de energia renováveis) até o seu consumo. Por consequência, ocorrem novos investimentos em infraestrutura de geração, transmissão e distribuição, gerando empregos e a redução dos impactos ambientais para a sociedade (DE JESUS SOUSA, CRUZ, 2016; PAULA, SANTOS, BERTOLINI, 2010).

Em 2008 o órgão que regula o setor de energia elétrica, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), criou o Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética (MPEE). O MPEE serve de guia de procedimentos dirigido às Empresas, para a elaboração, aprovação, execução e fiscalização de projetos de eficiência energética.

O MPEE da ANEEL estabelece em suas primeiras etapas um diagnóstico energético para averiguar potenciais economias de energia elétrica e em suas últimas etapas uma auditoria contábil da performance, dos resultados compactuados em contrato entre o fornecedor e o investidor. Assim, garante ao investidor a mitigação dos riscos envolvidos no investimento (PAULA, SANTOS, BERTOLINI, 2010).

A NBR ISO 50001, Sistema de Gestão de Energia, estabelece responsabilidades da direção, orienta a criação de uma política energética seguida de um planejamento

energético que norteia a implementação e operação do programa de gestão energético com processos os quais podem ser avaliados através do monitoramento, medição e análise, verificação, os quais geram informações para realização de análise crítica pela direção (NBR ISO 50001:2011).

Assim, relaciona-se ao planejamento energético uma análise completa do consumo de energia do edifício, o qual é realizado através um diagnóstico energético, também amplamente conhecido como auditoria em energia, avaliação de eficiência energética a fim de identificar medidas para melhorar o desempenho energético do edifício (JUNIOR, et al., 2016).

A norma NBR ISO 50001 é complementada com a NBR ISO 50002 (Requisitos para o Diagnóstico Energético), NBR ISO 50003 (Certificação para Sistema de gestão de energia e requisitos de auditoria), NBR ISO 50004 (Guia para Implementação e Manutenção e melhoria do Sistema de Gestão de Energia), NBR ISO 50006 (Medição do desempenho energético) e a NBR ISO 50015, o qual esta desenvolvendo os princípios gerais para medição e verificação do desempenho energético (FOSSA, SGARBI, 2017).

Viana (2012) ressalva que um diagnóstico, auditoria energética precisa estudar a descrição básica dos processos da empresa para depois diagnosticar seus sistemas elétricos (estudo de carga elétrica instalada, iluminação, condições de suprimento e distribuição de energia), sistemas térmicos e mecânicos (estudo do sistema de ar condicionado, de bombeamento e tratamento de água e da compressão e distribuição de ar comprimido), e por final realizar estudos técnico-econômicos das alterações operacionais para promover economias no consumo energético.

As auditorias de energia são ferramentas úteis para identificar oportunidades de eficiência energética e potenciais de economia de energia, sendo um método mais eficaz utilizado para avaliar o potencial de poupança de energia e propor plano de ações corretivas para alcançar um processo sustentável e eficiente sob o ponto de vista energético (BASURKO,GABIÑA,URIONDO, 2013; PETEK, GLAVIČ, KOSTEVŠEK, 2016; BOHARB, et al., 2016).

Kelsey, Pearson (2011), não estuda a descrição básica dos processos organizacionais, mas, demonstra como ocorre um diagnóstico energético através dos níveis de avaliação de Auditoria da Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado (ASHRAE) no quadro 1:

Quadro 1. Níveis de Avaliação de Auditoria - ASHRAE

Níveis	Níveis de Avaliação, Auditoria de Energia em Edifício - ASHRAE
APE - Análise Preliminar do uso de energia	Análise preliminar do uso de energia (APE) através do indicador (KW/h por metro quadrado por ano), estudo do clima da região e ano de construção do prédio.
	Comparação do indicador com informações de sites do setor, exemplo: Information Administration (EIA) ou Energy Star.
	Avaliação precoce do potencial poupança de energia no Edifício.
Nível 1 - Breve levantamento no local do prédio	Avaliação do custo e da eficiência energética de um edifício através da análise de contas de energia desenvolvidas no nível APE.
	Identificação de medidas de eficiência energética de baixo custo e sem custo, e fornecimento de uma listagem de potenciais melhorias.
	Estabelecimento do potencial geral de poupança de energia.
Nível 2 - Profunda Pesquisa e Análise de Energia no prédio	Análise mais detalhada do prédio e da energia.
	Análise detalhada com recomendações e rentabilidade para cada medida eficiência energética, que são práticas, viáveis e atendem aos critérios econômicos do proprietário.
	Fornecimento de uma Listagem de melhorias que requerem uma coleta de dados mais completa, análise de engenharia, bem como uma avaliação de custos e poupança de energia.
Nível 3 - Análise detalhada de modificações intensivas em capital	Uma análise de engenharia concentra-se em projetos potencialmente intensivos em capital identificados durante uma análise de nível 2.
	Análise de engenharia e economia mais rigorosa, que geralmente inclui a simulação horária do desempenho energético anual do edifício e a obtenção de preços de fornecedores.
	Fornecimento de relatório final com cálculos detalhados do custo do projeto e da poupança com um alto nível de confiança suficiente para grandes decisões de investimento de capital.

Fonte: Adaptado de Kelsey, Pearson (2011)

Logo, um Projeto de EE se torna uma prática empresarial com um viés mais amplo, pois precisa estar relacionado a um programa de gestão energética, que por sua vez alinha-se ao planejamento e política energética da organização, as quais seguem as normas da família NBR ISO 50001.

4.3.3 Coleta de Dados

A realização do estudo de caso ocorreu entre os meses de Abril a Novembro de 2017. Envolveu a participação de colaboradores que estão alocados na UO SENAI CUIABÁ, e de revendedores de sistemas fotovoltaicos localizados em Mato Grosso.

O objetivo geral da dissertação é realizar análise de viabilidade econômica de medidas visadas em projetos de EE em instituição do segmento educacional e, por consequência, identificar quais são as barreiras que dificultam a proposição e implantação de projetos desta natureza. As fontes de evidência adotadas no estudo de caso incluíram: análise de documentos, entrevistas e observação.

A observação das operações de trabalho na UO SENAI CUIABÁ foi necessária para compreender as operações que levam ao consumo de energia na instituição e análise dos documentos levantados. Dentre os documentos estão as faturas de energia elétrica da UO SENAI CUIABÁ relativas aos meses do ano de 2016 até Dezembro de 2017, as quais serviram de evidências do consumo e custos da energia elétrica no período.

Visando identificar os fatores que influenciam a tomada de decisão e barreiras a medidas de eficiência energética na instituição estudada foram realizadas entrevistas em profundidade. De acordo com Oliveira, Martins, Vasconcelos (2012) *“as entrevistas em profundidade são mais adequadas onde há pouco conhecimento sobre o fenômeno estudado ou onde percepções detalhadas são necessárias a partir de pontos de vistas individuais”*.

Usa-se este método de coleta de dados quando se quer coletar dados essencialmente subjetivos, os quais se relacionam às opiniões, percepções dos sujeitos entrevistados. Neste caso, para realizar a coleta de dados há necessidade de obter a confiança e a colaboração do entrevistado, deixando-o a vontade para falar com maior facilidade às questões que são mais significativas em seu ponto de vista, deixando-o a tomar iniciativa de seu relato de forma que se obtenha um discurso verdadeiro de acordo com sua vivência na organização (POUPART, et al., 2014).

A entrevista em profundidade e análise da literatura permitiram a elaboração de um formulário de entrevista fechado. Neste formulário, o entrevistado pôde, por meio de uma escala de nove pontos, selecionar a escala de relevância da barreira para gestão. Para valores superiores a 6 o entrevistado teve que explicar o porquê da sua escolha, assim indicando se aquela era ou não uma barreira à tomada de decisão em eficiência energética no momento atual da empresa.

O critério adotado para seleção dos entrevistados no UO SENAI CUIABÁ foi fazer parte do corpo de colaboradores que tomam decisões ou que influenciam a tomada de decisão organizacional. Também foram realizadas visitas técnicas em revendas de sistemas fotovoltaicos do Mato Grosso, onde foram entrevistados proprietários, visando

captar a percepção destes em relação às barreiras relativas à implantação de projetos de EE. Por fim foram entrevistados profissionais com expertise em tarifação na concessionária de energia Energiza. A intenção era para compreender a sistemática de tarifação do grupo A e do grupo B.

A entrevista com o revendedor de sistema fotovoltaico foi possível identificar a variação do desempenho em intervalos de consumo de energia elétrica (\pm KW/h) para sistemas de refrigeração e sistemas fotovoltaicos na prática operacional. A entrevista com os profissionais da concessionária permitiu compreender a sistemática de compensação de energia, comunicada pela ANEEL (2016) no Grupo A de tarifação, ao qual a unidade UO SENAI CUIABÁ pertence.

4.3.4 Procedimento de Tratamento de Dados

Durante a pesquisa de campo o registro de dados para as questões fechadas foram efetuados manualmente no formulário de entrevista, para depois serem tratadas através de operações estatísticas realizadas em Excel®. As respostas às questões abertas foram realizadas através de gravação em aplicativo embarcado no *smartphone* do pesquisador, ou anotados no formulário de pesquisa e seus dados foram transcritos para análise de conteúdo.

A análise do conteúdo é uma metodologia constituída pelas seguintes etapas (SILVA, FOSSÁ, 2015): 1. Leitura das informações coletadas, 2. Transformação do conteúdo em unidades de registro, 3. Estabelecimento de categorias que se diferenciam, tematicamente, nas unidades de registro, 4. Agrupamento das unidades de registro em categorias comuns, 5. Agrupamento progressivo das categorias (iniciais \rightarrow intermediárias \rightarrow finais) e 6. Interpretação respaldada do material teórico.

Os dados obtidos nas faturas de energia elétrica, e na observação da produção aluno/ hora da UO SENAI CUIABÁ foram analisados para diagnóstico energético, utilizando-se ferramentas estatísticas do Manual da Unidade de Planejamento de Mineração Energética (UPME, 2006). Tal análise permitiu a proposição de investimento de medidas em eficiência energéticas, os quais foram avaliados por meio de ferramentas financeiras e de análise de risco financeiro.

4.3.5 Apresentação dos Resultados

Os resultados foram apresentados em quadros, gráficos e explicações textuais, substanciadas pela literatura que serviu de suporte à realização da pesquisa.

5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está estruturado da seguinte forma:

Capítulo Um: Nesta seção são realizados os comentários iniciais do título da dissertação, apresentando as justificativas, os objetivos, a metodologia e delimitações do trabalho. O leitor poderá assimilar informações a respeito de eficiência energética, o contexto da UO SENAI CUIABÁ, e a forma como serão levantados, tratados os dados e apresentado os resultados.

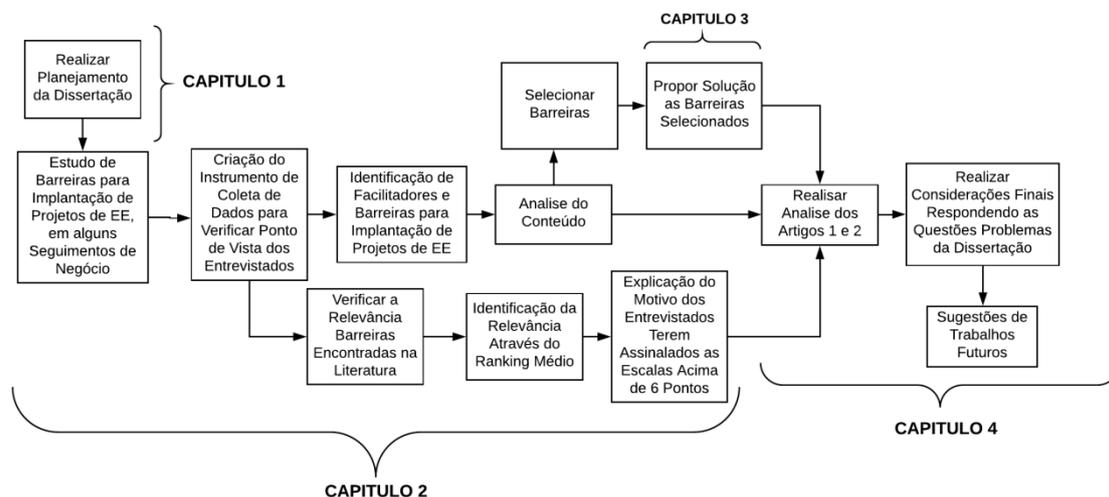
Capítulo Dois: Serão abordados fatores que influenciam a tomada de decisão e barreiras a implantação de projetos em eficiência energética em alguns segmentos de negócio. Em seus resultados serão identificadas barreiras levantadas na literatura como também os facilitadores para tomada de decisão sob o ponto de vista dos entrevistados da UO SENAI CUIABÁ e de Revendedores de Sistemas Fotovoltaicos situados em Mato Grosso.

Capítulo Três: Seção a qual serão comunicadas as medidas em eficiência energética, comparadas as fontes de energia renováveis, descritas as vantagens e desvantagens para adoção de sistemas fotovoltaicos ligados a rede de energia e sua legislação pertinente, caracterizados os componentes de sistemas fotovoltaicos, comunicadas as ferramentas financeiras e não financeiras e softwares para tomadas de decisão em eficiência energética. Serão apresentados em seus resultados o diagnóstico energético, e investimentos em eficiência energéticas os quais serão avaliados por ferramentas financeiras e não financeiras com auxílio computacional para análise de risco financeiro.

Capítulo Quatro: Serão analisados os resultados dos capítulos 2 e 3, comunicando o processo decisão sobre qual a tecnologia a ser adotada em projetos de EE, realizada a conclusão da dissertação e sugeridos tópicos futuros de investigação.

Assim, esses capítulos entram em sintonia através do fluxograma 1 para resolver as duas situações problemas propostas neste capítulo 1:

Fluxograma 1. Estrutura da Dissertação



Fonte:Elaborado pelo Autor (2017)

6. LIMITAÇÕES E DELIMITAÇÕES

Em virtude do caráter estratégico deste estudo ele será realizado em apenas uma instituição que ofereceu abertura à coleta e análise de dados. A profundidade da análise também inviabiliza a realização de múltiplos casos no prazo estipulado para uma dissertação de mestrado.

E muito embora, a necessidade da organização estudada estruturar um Sistema de Gestão de Energia, neste estudo não se busca aspectos relacionados ao programa de gestão energética, planejamento e política energética, os quais são importantes para o desenvolvimento de projetos de EE. Mas, sim, de comunicar informações que venham ao encontro em como realizar um diagnóstico energético (UPME,2006), uma análise de viabilidade econômica de medidas visadas nos projetos de EE, e do estudo de barreiras que influenciam a tomada de decisão em relação a tecnologias que levem à eficiência energética.

O estudo circunscreve-se a análise econômica e de risco apenas de MEE relacionadas à implantação de Lâmpadas LED, Ar condicionado da Tecnologia Inverter e de Sistema Fotovoltaico interligados a rede de energia da concessionária Energisa, e o processo de busca de EE, tendo como caso único a UO SENAI CUIABÁ. Assim não irá

ênfatizar todos os tipos de ações possíveis para minimizar o consumo de energia elétrica, como também de medidas em EE que envolvam reformas, modificações da estrutura das edificações e conscientização do uso adequado da energia elétrica. A análise econômica e de risco terá caráter ilustrativo, uma vez que não se teve acesso ao balanço patrimonial da empresa para cálculos da taxa mínima de atratividade (TMA). E para isso, aplicou-se TMA conservadora de 20%, conforme sugere a EPA (1998) para os investimentos em eficiência energética.

Desta forma, não perfaz os objetivos de um plano de EE, é menos que isso. Pois, o estudo, informações contempladas nessa dissertação faz parte do escopo de um projeto de EE, mas, não tem a pretensão de cobrir todo o escopo.

REFERÊNCIAS

- ALTOÉ, Leandra, COSTA, José Márcio, FILHO, Delly Oliveira, MARTINEZ, Francisco Javier Rey, FERRAREZ, Adriano Henrique, VIANA, Lucas de Arruda. et al. Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. *Estudos Avançados*, v. 31, n. 89, p. 285-297, 2017.
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Micro e minigeração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica, 2ª ed. Brasília, 2016.
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética (MPÉE). 1ª ed. Brasília. 2008.
- ARAGÓN, Carolina Salazar; PAMPLONA, Edson; VIDAL MEDINA, J. R. Identificação de investimentos em eficiência energética e sua avaliação de risco. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 3, p. 525-536, 2013.
- ARAUJO, Sílvia Letícia Júnia Corrêa. Estudo de metodologias para otimização da eficiência energética de consumidores residenciais e micro e pequenas empresas. 2017.
- BATISTA, Oureste Elias; FLAUZINO, Rogério Andrade. Medidas de Gestão Energética de baixo custo como estratégia para redução de custos com energia elétrica. *Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 7, n. 4, p. 117, 2012.
- BRASIL, M. Plano Nacional de Eficiência Energética. Premissas e Diretrizes Básicas, p. 156, 2011.

BASURKO, Oihane C.; GABIÑA, Gorka; URIONDO, Zigor. Energy performance of fishing vessels and potential savings. *Journal of Cleaner Production*, v. 54, p. 30-40, 2013.

BERGESCH, Felipe Kochhann. Diagnóstico de um sistema de gestão de energia comparando com requisitos da Norma ISO 50001. 2014.

BOHARB, A. et al. Auditing and analysis of energy consumption of an industrial site in Morocco. *Energy*, v. 101, p. 332-342, 2016.

BORNE, Lucas Silva. Eficiência energética em instalações elétricas. 2010. Monografia (Engenharia Elétrica) – UFRGS.RGS.

BRIEFING, US Senate. International Energy Outlook 2013. US Energy Information Administration, 2013.

BUSSE, Bruna Nascimento. Textos acadêmicos sobre eficiência energética: uma amostra quantitativa dos últimos 40 anos de pesquisa. *Revista Eletrônica IPOG Especialize On Line*, Goiânia, v. 1, n. 1, 2010.

CAGNO et al. A novel approach for barriers to industrial energy efficiency. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 19, p. 290-308, 2013.

CICONE, D. et al. Atratividade financeira e tomada de decisão em projetos de eficiência energética. *Revista Brasileira de Energia*, v. 13, n. 2, p. 129-146, 2007.

CRUZ, Carlos Henrique. A universidade, a empresa e a pesquisa que o país precisa. *Parcerias estratégicas*, v. 5, n. 8, p. 05-30, 2009.

DE JESUS SOUSA, Ingara Lorena; CRUZ, Antonia Ferreira dos Santos. Projeto de eficiência energética no conjunto habitacional popular condomínio recanto das ilhas, Bairro de São Marcos em Salvador. **Seminário Estudantil de Produção Acadêmica**, v. 15, 2016.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Business Analysis for Energy-Efficiency Investments**. United States, jun.1998, 12 p.

FIRJAN, Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Quanto custa a Energia Elétrica para a Indústria no Brasil. Estudos para o Desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro, n. 8, 2011.

GASTLI, Adel; ARMENDÁRIZ, Javier San Miguel. Challenges facing grid integration of renewable energy in the GCC region. Gulf Research Centre, GRC Gulf Papers, 2013.

GODOI, José MA; OLIVEIRA JÚNIOR, Silvio. Gestão da eficiência energética. In: 2nd International Workshop Advances in Cleaner Production. 2009.

HÄRUS, Niklas Christian et al. Analyzing energy efficiency investments in the process industry-Case Sachtleben Pigments Oy. 2009.

JUNIOR, Edison Alves Portela et al. Guia Prático para Realização de Diagnósticos Energéticos em Edificações. São Paulo: Conselho brasileiro de construção sustentável, 2016.

KELSEY, Jim; PEARSON, Dick. Updated Procedures for Commercial Building Energy Audits. ASHRAE Transactions, v. 117, n. 2, 2011.

LI, Peixian; FROESE, Thomas M. A green home decision-making tool: Sustainability assessment for homeowners. Energy and Buildings, v. 150, p. 421-431, 2017.

NAZÁRIO, Abraão G.; TEIVE, R. C. G. Sistema de Gestão de Energia Elétrica Utilizando o EnergyPlus: uma Aplicação Voltada aos Edifícios Inteligentes. **Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, SBSE**, p. 1-6.2016, 2016.

OLIVEIRA, Lucas Kerr de. Energia como recurso de poder na política internacional: geopolítica, estratégia e o papel do centro de decisão energética. 2012.

OLIVEIRA, Verônica Macário de; MARTINS, Maria de Fátima; VASCONCELOS, Ana Cecília Feitosa. Entrevistas “em profundidade” na pesquisa qualitativa em administração: pistas teóricas e metodológicas. Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais–SIMPOI, v. 15, p. 1-12, 2012.

PAULA Celso Luis de, SANTOS, Jean Rodrigues dos, BERTOLINI, Uiliam. Programa de Eficiência Energética - ANNEL. São Paulo. p. 1-4. 2010

TAN, Barış et al. Optimal selection of energy efficiency measures for energy sustainability of existing buildings. Computers & Operations Research, v. 66, p. 258-271, 2016.

PETEK, Janez; GLAVIČ, Peter; KOSTEVŠEK, Anja. Comprehensive approach to increase energy efficiency based on versatile industrial practices. Journal of Cleaner Production, v. 112, p. 2813-2821, 2016.

POUPART, Jean et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. In: A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Vozes, 2014.

SELLAK, Hamza et al. Towards next-generation energy planning decision-making: An expert-based framework for intelligent decision support. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 80, p. 1544-1577, 2017.

TRIANNI, Andrea; CAGNO, Enrico; FARNÉ, Stefano. Barriers, drivers and decision-making process for industrial energy efficiency: A broad study among manufacturing small and medium-sized enterprises. **Applied Energy**, v. 162, p. 1537-1551, 2016.

SILVA, Andressa Hennig; FOSSÁ, Maria Ivete Trevisan. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. *Dados em Big Data*, v. 1, n. 1, p. 23-42, 2015.

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA (UPME). Herramientas para el análisis de caracterización de la eficiencia energética. Colômbia, 2006, 62 p.

VIANA, Augusto Nelson Carvalho et al. Eficiência energética: fundamentos e aplicações. *Elektro*, Universidade Federal de Itajubá, Excen, Fupai, v. 1, 2012

VILLALVA, Marcelo Gradella. Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações. 2ª Edição. São Paulo: Érica, 2015.

CAPITULO 2 – ARTIGO 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CONVÊNIO UFRGS / IBG

Análise de barreiras que afetam a implantação de projetos de Eficiência Energética em empresa do segmento da Educação

Moisés Phillip Botelho^a, Istefani Carísio de Paula, Dr.^b

^a moises.botelho@senaimt.edu.br, UFRGS, Brasil

^b istefanicpaula@gmail.com, UFRGS, Brasil

Resumo. Os gestores de instituições do segmento educacional têm sido estimulados pelo Plano Nacional de Eficiência Energética a buscar formas de reduzir seu consumo de energia elétrica. Entretanto, a literatura elenca barreiras que dificultam a implantação de projetos desta natureza em empresas de outros segmentos. O objetivo deste trabalho é identificar as barreiras que afetam a implantação de projetos de eficiência energética (EE) em empresa do segmento de educação. Um estudo de caso foi realizado numa Unidade Operacional do Serviço Nacional de Educação Industrial (SENAI), localizada em Cuiabá, Mato Grosso. Uma de suas maiores despesas é o consumo de energia elétrica. Trata-se de uma pesquisa em profundidade, quali-quantitativa envolvendo o uso de entrevista semi-estruturada, onde as informações colhidas em campo foram tratadas através de Análise do Conteúdo e de Ranking Médio. Foram entrevistados 07 profissionais da Unidade Operacional SENAI Cuiabá e 07 proprietários de revendas de sistemas fotovoltaicos localizadas na capital e no interior do Estado de Mato Grosso. Seus resultados são surpreendentes, pois descobriu perante seus entrevistados novos obstáculos e facilitadores para medidas em eficiência energética no contexto atual da empresa.

Palavras chaves. Eficiência Energética, Barreiras, Tomada de Decisão; Segmento da Educação.

Abstract. The managers of educational institutions have been encouraged by the National Energy Efficiency Plan to seek ways to reduce their consumption of electricity. However, the literature lists barriers that make it difficult to implement projects of this nature in companies from other segments. The objective of this work is to identify the barriers that affect the implementation of energy efficiency (EE) projects in the educational segment. A case study was conducted at an Operational Unit of the National Industrial Education Service (SENAI), located in Cuiabá, Mato Grosso. One of its biggest expenses is the consumption of electricity. It is an in-depth, qualitative-quantitative research involving the use of a semi-structured interview, where information collected in the field was treated through Content Analysis and Medium Ranking. We interviewed 07 professionals from the SENAI Cuiabá Operational Unit and 07 photovoltaic system resellers located in the capital and in the interior of the state of Mato Grosso. Its results are surprising, as it discovered to its interviewees new obstacles and facilitators for measures in energy efficiency in the current context of the company.

Key words. Energy Efficiency, Barriers, Decision Making; Education Segment.

1. INTRODUÇÃO

A energia desempenha um grande papel no desenvolvimento tecnológico, industrial, econômico e social de uma nação, sendo um dos principais meios para aumentar a competitividade empresarial. Mas olhando para a crescente demanda de energia no mundo e recursos limitados, os futuros parâmetros de desenvolvimento dependerão do uso eficiente e do desenvolvimento sustentável da energia. Ressalva-se que a diversificação da matriz energética através de fontes de energia renováveis é estratégia de alto valor agregado para o desenvolvimento sustentável (DOVÌ, 2009; LOPEZ, 2012; TRIANNI, CAGNO, FARNÉ, 2016).

Atenta-se para a geração de energia fotovoltaica, como a opção promissora para geração de energia elétrica, porém dificultada por barreiras classificadas como de ordem técnica, econômica e institucional (OLUWOLE, A. O., IBIKUNLE, O. S., & TEMITOPE, O. O., 2015). Ao tomar decisões para investir em eficiência energética (EE) é relevante identificar e compreender as barreiras à difusão de Medidas em Eficiência Energética (MEE) nas organizações, pois elas podem impedir a efetiva implementação das ações que reduzem custos relacionados ao consumo de energia elétrica (VENMANS, 2014; GUPTA, ANAND, GUPTA, 2017). Eficiência Energética refere-se a ações de diversas naturezas que culminam na redução da energia necessária para atender demandas da sociedade por serviços de energia sob a forma de luz, calor/frio, acionamento, transportes e uso em processos. Visa atender às necessidades da economia com menor uso de energia primária e, portanto, menor impacto na natureza (BRASIL, 2011). As MEE compreendem modificações ou aperfeiçoamentos tecnológicos ao longo da cadeia, mas podem também resultar de uma melhor organização, conservação e gestão energética por parte das entidades que a compõem. Troca de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED, controle através de índices de consumo de energia são exemplos de MEE. O país tem um conjunto de oportunidades para atender necessidades sociais por meio de programas de EE induzidos por políticas públicas, mas também de forma espontânea, por iniciativa do mercado.

Em ambos contextos, um problema enfrentado pelos gestores das empresas é decidir qual a tecnologia a ser adotada em projetos de EE. Outro problema é avançar na tomada de decisão, que muitas vezes é interrompida por fatores percebidos como limitadores ao processo decisório. A literatura revela barreiras de ordem econômica,

comportamental, de conhecimento, aprendizagem e outras, conforme indicam Sorrell et al. (2000), Cagno et al.(2013), Gupta, Anand e Gupta (2017). O Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) (BRASIL, 2011) tem por propósito identificar os instrumentos de ação e de captação de recursos, de promoção do aperfeiçoamento do marco legal e regulatório afeto ao assunto, de forma a possibilitar um mercado sustentável de EE e mobilizar a sociedade brasileira no combate ao desperdício de energia, preservando recursos naturais.

Dentre os segmentos estimulados no PNEf encontram-se os gestores de instituições do segmento educacional. Estes têm sido estimulados a buscar formas de reduzir seu consumo de energia elétrica e também a ser fomentadores de ações de EE junto aos seus educandos. Uma análise mais profunda do segmento leva às questões seguintes: (i) as instituições do segmento de educação enfrentam barreiras relacionadas com projetos de EE? (ii) Tais barreiras seriam as mesmas encontradas em outros segmentos de negócio?

O objetivo principal deste artigo é compreender quais barreiras influenciam a tomada de decisão sobre implantação de projetos de EE em empresa do segmento da educação. A unidade de estudo escolhida é a UO SENAI CUIABÁ. A contribuição teórica deste trabalho é revelar os fatores que limitam a implantação de projetos de EE em instituição do segmento de educação e suas implicações sobre a prática destas empresas. Ressalva-se que ao tratar de empresas que além de consumo energético também desenvolvem educação profissional, a questão se torna mais relevante, pois precisam por um lado preparar profissionais dentro de uma perspectiva ambiental para atuarem em outras empresas ou desenvolverem soluções alinhadas com o baixo consumo de energia (produtos, serviços, processos) e ao mesmo tempo, dar o exemplo, utilizando ações que reduzam o custo da energia e sejam sustentáveis em sua própria operação.

2. REVISÃO

A oferta de um serviço de energia exige uma cadeia de transformação, transporte, estocagem com origem nas fontes primárias disponíveis na natureza, tanto de origem renovável (solar direta, eólica, hidráulica, cana de açúcar e madeira) quanto não renovável (petróleo, gás natural, carvão mineral e nuclear). As fontes de energia renováveis (FER) apresentam limitações em sua natureza, como a dependência do clima

para gerar energia, portanto, sua exploração requer um projeto complexo e um planejamento bem efetivo para o alcance de resultados sustentáveis (VILLALVA, 2015; BANOS, et al., 2011).

O Campo de Decisão de Planejamento de Energia requer processos complexos de tomada de decisão para o gerenciamento de energia e de soluções estratégicas para problemas em eficiência energética (SELLAK, et al.,2017). Nos projetos de EE em edifícios públicos ou privados, em residências ou outros estabelecimentos, por exemplo, a percepção das partes envolvidas ou *stakeholders* é também importante para a tomada de decisão dos gestores (ABREU, OLIVEIRA, LOPES, 2017) conforme demonstram os fatores apontados em diferentes estudos e resumidos no quadro 2.

Quadro 2. Fatores que influenciam a decisão sobre medidas de eficiência energética

País origem do estudo	Stakeholder citado	Fator	Descrição dos fatores que influenciam na tomada de decisão de medidas em eficiência energética
FRA	Gestores da edificação	Indicadores de eficiência energética	Mensuram o consumo por área (ex: consumo/m ²). visando atingir suas metas de sustentabilidade financeira. Levam em conta melhores resultados mensurados (HOANG, DO, IUNG ,2017)
CAN FRA	Governo	Contexto normativo e riscos para o uso de energia	Regulamentação, finanças, apoio governamental, redução de incertezas e a forma como os projetos, políticas, planos programas em eficiência energética são avaliados (FEURTEY, et al.,2016);
BRA	Gestores e usuários	Critérios de desempenho que a tecnologia propicia	Consumo de energia, conforto térmico do edifício (SILVA, ALMEIDA, GHISI, 2016);
EUA MEX	Gestores	Seleção de tecnologias/ medidas em eficiência energética	Seleção de tecnologias/medidas que sejam viáveis economicamente para modernizar as instalações e aperfeiçoar eficiência energética do edifício (JAFARI, 2017);
EUA	Auditores/ gestores	Definição de requisitos de projeto a partir de diagnóstico/auditoria em consumo de energia dos edifícios	Procedimentos para o percurso, inquérito a respeito do edifício resultam em informações para o projeto, requisitos/ações de medidas em eficiência energética a serem adotadas. Os resultados da auditoria podem influenciar na tomada de decisão (KELSEY, PEARSON,2011).

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

Um estudo realizado em 2017 (ABREU, OLIVEIRA, LOPES, 2017) demonstra que os proprietários de edifícios desempenham papel crítico no processo de tomada de decisão para renovação de tecnologias em eficiência energética (EE) durante o período de ocupação, reforma ou construção. Outros autores confirmam que durante a reforma podem aperfeiçoar a eficiência energética em residências e empresas (GALVIN,

SUNIKKA-BLANK, 2014; STIEB, DUNKELBERG, 2013; RISHOLT, BERKER, 2013).

Quando se tratam de edificações antigas, uma maneira de melhorar a eficiência energética é através da seleção de medidas que visem modernizar as instalações. Este aperfeiçoamento requer processo de tomada de decisão que percorre critérios para o desempenho energético, como indicadores de sustentabilidade e de eficiência energética, consumo de energia, conforto térmico, previsão econômica e do consumo de energia planejado, e levantamento de incertezas que podem impactar o alcance de resultados (JAFARI, 2017; SILVA, ALMEIDA, GHISI, 2016; HOANG, DO, IUNG, 2017). Em relação ao projeto de EE, a Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado recomenda realizar: pesquisa detalhada a respeito do consumo de energia, estimativa de potenciais economias com medidas de baixo ou nenhum custo em eficiência energética, levantamento de necessidade de projetos mais intensivos com análise financeira (KELSEY, PEARSON, 2011). A eficiência energética é reconhecida como um meio para aumentar a competitividade empresarial. Porém, é realmente crucial conhecer as barreiras como as econômicas e comportamentais que podem dificultar o processo de tomada de decisão sobre adoção de medidas em eficiência energética (TRIANNI, CAGNO, FARNÉ, 2016).

Enfatiza-se a importância dos estudos que identificam as barreiras relacionadas com a tomada de decisão sobre eficiência energética, pela multiplicidade de áreas estudadas em diferentes países. Nesta revisão foram compiladas 631 organizações estudadas, incluindo indústrias de cerveja, mecânica e de outros setores industriais de grande porte, conforme quadro 03, ressaltando a importância de detectar as barreiras como parte do projeto de adoção de medidas em eficiência energética. O número de casos em ensino superior é relativamente baixo nesta amostragem.

Quadro 3. Identificação das barreiras diferentes setores empresariais

Setor	Reino Unido	Irlanda	Alemanha	Gana	Total
Indústria de Cerveja	5	5	5		15
Indústria Mecânica	5	7	4		16
*Outros setores industriais de grande porte				600	600
Total	16	17	23	600	631

*Outros setores industriais: indústrias de fundição, de processamento de alimentos, têxteis, indústrias químicas, cimento e refinaria de petróleo;

Fonte: Trianni, et al. (2013), Sorrell et al. (2000), Apeaning, Thollander (2013)

Nessa revisão de literatura foram encontradas diferentes classificações para as barreiras citadas pelos gestores em diferentes estudos de Trianni, et al. (2013), Sorrell et al. (2000), Apeaning, Thollander (2013). Visando facilitar a compreensão elas foram resumidas em seis categorias: econômicas, falta de conhecimento e aprendizagem, tecnológica, comportamentais, organizacional e governamentais, que são descritas a seguir.

2.1 Barreiras Econômicas

A complexidade em padronizar o atendimento de tecnologias a clientes com necessidades diferentes no setor energético, pode aumentar a barreira econômica da heterogeneidade de tecnologias em EE. Em países em desenvolvimento predomina-se maior complexidade em padronizar tecnologias, sendo assim mais heterogêneos os tipos de tecnologias(SORRELL et al., 2000; BARKI, BOTELHO, PARENTE, 2013). A contratação adicional de pessoas não prevista no orçamento, o custo de interrupções na energia, a identificação e correção de falhas, conseqüentes da má qualidade e má gestão na tomada de decisão são exemplos de barreiras econômicas nominadas como custos ocultos(PINTO,2012; DE MELO, 2012; GOMES, 2015; SORRELL et al, 2000;ANDRIANESIS, LIBEROPOULOS, 2012).

O impedimento em investir em tecnologias de EE, devido a altas taxas de agentes financeiros para liberação do capital financeiro, e outras prioridades de maior relevância na organização, como a preocupação com seus índices de endividamento, são exemplos de barreiras econômicas que dificultam o acesso do capital financeiro (SORRELL et al., 2000; CAGNO et al., 2013; APEANING, THOLLANDER,2013; GUPTA, ANAND, GUPTA, 2017).

Empresas que possuem procedimentos organizacionais que visam diminuir o risco do desempenho técnico e financeiro da tecnologia adotada em estar incompatível com o informado no projeto de EE, através da diminuição de prazos de retorno em projetos de EE é um exemplo de barreira econômica relacionada a procedimentos rigorosos (SORRELL et al., 2000). O conflito de interesse entre pessoas de diferentes setores da organização podem desestimular investimentos em projetos de eficiência energética. Esta incapacidade de entendimento para ser ter benefícios entre os setores da empresa através da implantação de projetos EE é considerada uma barreira econômica a benefícios interdepartamentais (TRIANNI et al.,2013; APEANING,

THOLLANDER,2013).

2.2 Barreiras da Falta de Conhecimento e Aprendizagem

Pessoas desqualificadas, sem orientação profissional em ferramentas financeiras e não financeiras para analisar ou realizar projetos de EE em eficiência energética podem aumentar o risco no investimento de tecnologias em FER, o que fica mais crítico nas Pequenas e Médias Empresas, pelo fato de não terem conhecimento suficiente para identificarem oportunidades de EE. A falta de conhecimento e aprendizagem é uma barreira a MEE (WANG, et al., 2016; CAGNO, et al., 2013).

2.3 Barreira Tecnológica

A falta de experiência profissional da equipe de energia no sentido de se ter um processo de trabalho que contemple medidas preliminares em EE de baixo e médio custo, com o objetivo de viabilizar economicamente a implantação de projetos mais robustos, de alto custo em EE, substituindo tecnologias existentes, se necessário com a parada de produção para as atividades de instalações, caracteriza-se uma barreira tecnológica para implantação de projetos de EE.(VENMANS,2014; OKAZAKI ,YAMAGUCHI, 2011; OLSSTHOORN, SCHLEICH, HIRZEL, 2017).

2.4 Barreiras Comportamentais

A rotina organizacional que leva as pessoas a terem resistência a mudança e adoção de melhores padrões é considerada uma barreira comportamental de racionalidade limitada que poderá dificultar a implantação de MEE(SORRELL, et al.,2000; CAGNO, WORRELL, PRUGLIES,2013; GAZHELI, ANTAL, VAN DEN BERGH, 2015).

Pode haver uma menor priorização sobre adotar melhorias em EE na organização se existirem pessoas menos motivadas por valores ambientais. Desta forma, se os líderes tiverem valores ambientais, poderão estimular projetos em EE que visem maior redução dos custos em energia elétrica, o que afetará seus resultados (SORRELL, et al.,2000; DI BARTOLOMEO, DA SILVA, DA COSTA FONSECA 2014).

2.5 Barreira Organizacional

Para a implantação de MEE em uma organização, o líder organizacional precisa ter uma autoridade forte para tomada de decisão, caso contrário, as oportunidades de eficiência energética, embora técnica e economicamente viáveis, podem ser perdidas na esfera organizacional. Logo, a falta de poder pode maximizar a barreira organizacional em relação à adoção de medidas em eficiência energética (SORRELL, et al.,2000; CAGNO, et al.,2013; GUPTA, ANAND, GUPTA,2017). Atenta-se para a falta de estudos de viabilidade técnica e financeira que podem levar a tomadas de decisão equivocadas, e a não adoção de medidas em eficiência energética na empresa (GUPTA, ANAND, GUPTA,2017)

2.6 Barreiras Governamentais

Há necessidade de sincronismo na coordenação política nos níveis nacionais e estaduais para poder padronizar a normatização do setor em EE, como por exemplo, normas para testes e classificações de EE em rótulos de tecnológicos. Contexto o qual fica mais complexo quando existem normas diferentes em jurisdições estaduais sem responsabilidade jurisdicional ao nível nacional (LANGLOIS-BERTRAND et al.,2015).

Situação que pode prejudicar a regulamentação do padrão das tecnologias em EE, pois dependendo do padrão mínimo comunicado nos rótulos nessas tecnologias, os fabricantes, revendedores podem utilizar qualquer tecnologia para satisfazer uma determinada norma (CAGNO et al.,2013; WIEL, MCMAHON,2003).

O governo possui papel fundamental em estimular melhorias a EE em uma sociedade, porém, podem intervir com políticas que afetam na variação da tarifa de energia elétrica (aumentando ou diminuindo) dos consumidores, desta forma, podendo desestabilizar implementações de tecnologias conservadoras de energia (HARMELINK, NILSSON, HARMSSEN,2008; BRUNNER, BORG,2009; LANGLOIS-BERTRAND et al.,2015; CAGNO, et al.,2013).

As barreiras mencionadas neste referencial teórico foram encontradas em estudos que investigaram empresas de diferentes segmentos industriais. Assim, justifica-se compreender melhor se tais barreiras seriam comuns a todos os segmentos, por exemplo, da educação. Por isso, o foco do trabalho é estudar tal segmento tendo como unidade de análise a UO do SENAI CUIABA.

3. PROCEDIMENTOS

Esta é uma pesquisa aplicada, qualitativa e quantitativa, tendo como procedimento estudo de caso único. Justifica-se o caso único ao fato de que a pesquisa exige uma abertura gerencial e profundidade para práticas dirigidas à solução de problemas em eficiência energética que nem sempre são encontradas nas empresas. Trata-se de uma amostra por conveniência.

3.1 Método de Trabalho

O planejamento do estudo de caso seguiu o protocolo fluxograma 2. Foi escolhida como unidade de análise a Unidade Operacional SENAI CUIABÁ. A escolha desta instituição como estudo piloto, abre espaço para que o procedimento adotado neste primeiro caso seja, posteriormente, replicado nas diversas unidades do SENAI, existentes no Brasil, que são em número de 448 unidades. Gil (2002) comunica a necessidade de formular etapas para realizar um estudo de caso. Diante disso, segue abaixo o fluxo de trabalho a ser desenvolvido:

Fluxograma 2. Método de Trabalho Artigo 1 – protocolo de estudo de caso



Fonte: Criado pelo Autor (2017)

3.2 Entendimento do Problema

A FATECSENAI MT é uma Instituição de Ensino Superior Particular, mantida pelo SENAI MT e sediada na Unidade Operacional SENAI CUIABÁ, na cidade de Cuiabá, em Mato Grosso. O SENAI CUIABÁ está localizada na Avenida XV de Novembro, região estratégica de Cuiabá, e possui a tradição no atendimento às indústrias nas áreas de alimentos e bebidas, gestão, tecnologia da informação, saúde e segurança no trabalho, têxtil e vestuário, através da realização de eventos, consultorias, palestras, treinamentos e cursos de Formação Inicial e Continuada, Habilitação Técnica de Nível Médio e de Educação Superior.

Os seus blocos B, C e D têm funcionamento em três turnos: 07:30 às 11:30, 13:30 às 17:30, 18:00 às 22:00, os quais envolvem o uso de salas de aulas, setores administrativos, pedagógicos, tesouraria, sala dos professores e de reuniões, contando com laboratórios de informática e de alimentos. Verifica-se uma variação anual de consumo de energia de 11500 KW/ha 59108 KW/h, em faturas que perfazem valores de R\$ 10.852,52 a R\$ 51.483,90, já inclusos PIS, COFINS, ICMS e contribuição com a iluminação pública, segundo dados levantados entre os meses de Janeiro de 2016 a Abril de 2017.

A IES presenciou no ano de 2015 um projeto de inovação na área de EE, tendo como estudo de caso o alto consumo de seus sistemas de refrigeração, iluminação e computadores em seus 12 laboratórios de informática, contando 600 computadores (uma análise do consumo atual de energia na operação dos laboratórios do Bloco C indicou um consumo mensal de 12.102 KW/h, que equivale a R\$ 11.038, 34/ mês).

O projeto tinha como objetivo desenvolver um Sistema de Gestão de Energia elétrica (SGEE), o qual respeita etapas de planejamento, implementação, execução e melhorias na EE, considerando a geração fotovoltaica local, conforme estabelece NBR ISO 50001:2011.

Foram utilizados dois softwares integrados, já existentes, o SketchUp e Energyplus. O SketchUp, programa de modelagem computacional favorece a entrada de informações(considerando estudo de sombreamento, melhores componentes construtivos para parede externa, cobertura , janelas e o melhor posicionamento das placas solares, para aproveitamento de incidência da radiação solar) no Energyplus para realizar um planejamento anual de consumo das cargas de energia da edificação, beneficiando o sistema de refrigeração. Nos resultados dessa simulação apontaram que a

geração fotovoltaica, considerando as cargas de energia da edificação, poderia atender 50% do consumo do Bloco C (NAZÁRIO, TEIVE,2016).

Este trabalho disseminou o uso da energia solar fotovoltaica na UO SENAI CUIABÁ entre estudantes, professores e gestores. Desta forma, visando compreender quais aspectos que influenciam a tomada de decisão sobre MEE, e como decidir qual matriz energética a ser adotada, será realizado um estudo de caso na UO SENAI CUIABÁ.

3.3 Levantamento do Referencial Teórico

Este levantamento de referencial teórico teve como objetivo identificar informações relacionadas a fatores que influenciam na tomada de decisão sobre a adoção de medidas em eficiência energética como também as barreiras de ordem Econômica, Comportamental, Organizacional, Conhecimento e Aprendizagem, Tecnológica e Governamental que podem impactar a implantação de projetos de EE.

As fontes de consulta incluíram bases de dados como Google, IEEE, a *Science Direct*, que foi a mais utilizada, e livros, dissertações e teses UFRGS (LUME). Os termos-chave de busca utilizados nas plataformas virtuais de pesquisa foram: eficiência energética, barreiras, medidas em eficiência energética e tomada de decisão. Buscaram-se informações nos livros relacionadas a FER. Conseguiu-se identificar barreiras a implementação de projetos em EE através da leitura dos referenciais teóricos e dos resultados em 45 obras, porém não foram identificados facilitadores da tomada de decisão dos gestores nas obras pesquisadas.

3.4 Seleção de Entrevistados e Criação do instrumento de coleta de dados

O propósito desta entrevista é explorar os pontos de vista de gestores envolvidos na tomada de decisão sobre a adoção de medidas que levem à EE visando compreender aspectos que representam barreiras e/ou facilitadores para alcançar a eficiência energética na organização do segmento educacional. Entendeu-se que seria oportuno identificar os facilitadores para adoção de medidas de EE como uma informação adicional.

A primeira parte do roteiro entrevistados consiste em duas questões abertas, as quais buscam identificar quais barreiras poderiam dificultar e/ou facilitar a tomada de

decisão de gestores em projetos de eficiência energética. Na segunda parte da entrevista constam as barreiras encontradas na literatura, etapa na qual, os entrevistados indicam se estas representam ou não uma barreira à tomada de decisão em EE, naquela instituição (ver Apêndice A). Foi escolhida uma escala de 9 pontos e sempre que o entrevistado assinalava acima do valor 6 deveria explicar o porquê da sua escolha.

O mesmo roteiro foi apresentado a dois grupos de respondentes: os colaboradores da UO SENAI CUIABÁ (Supervisores de Educação Superior, professores da área de TI e de Engenharia Elétrica (detentores de Mestrados voltadas a ciências ambientais e Engenharia Elétrica, respectivamente); Diretor Acadêmico da FATEC SENAI MT e Gerente de Educação do SENAI MT, Gerente Executivo da UO SENAI CUIABÁ) e revendedores do sistema fotovoltaico (Sócios Proprietários: profissionais engenheiros, eletricitista, economistas).

Teve como critério adotado na seleção dos 14 entrevistados a posição, cargo estratégico, como também o conhecimento e o interesse em eficiência energética na organização. Os dois grupos de entrevistados responderam o mesmo roteiro, permitindo acessar a percepção tanto do cliente quanto do revendedor sobre as barreiras que afetam a adoção de medidas de EE.

3.5 Tratamento dos Dados e Apresentação de Resultados

Assim, o roteiro foi dividido em dois blocos: primeiramente será apresentada a análise de dados qualitativa (Análise do conteúdo das duas perguntas abertas) e na sequência, a análise quantitativa (Ranking Médio das perguntas fechadas).

3.5.1 Análise dos dados qualitativos

Segundo Silva, Fossa (2015) a análise do conteúdo é uma metodologia constituída pelas seguintes etapas:

1. Leitura das informações coletadas;
2. Transformação das informações coletadas em categorias iniciais que se diferenciam, de forma temática;
3. Alinhamento individual das categorias iniciais aos conceitos que as norteiam, e as categorias intermediárias que sejam comuns a elas (categorias iniciais → conceitos norteadores → categorias intermediárias);

4. Alinhamento individual das categorias intermediárias a conceitos que as norteiam, e as categorias finais que sejam comuns a elas (categorias intermediárias → conceitos norteadores → categorias finais); e

5. Agrupamento progressivo das categorias (iniciais → intermediárias → finais), construídas nas etapas anteriores. Assim, após a leitura das informações coletadas, os resultados das etapas da análise do conteúdo das informações dos dois grupos respondentes as duas perguntas abertas, serão apresentados da seguinte forma:

Etapa 2: As categorias iniciais dos facilitadores e barreiras a tomada de decisão de gestores em projetos de eficiência energética serão apresentadas em um único quadro para os dois grupos respondentes, conforme quadro 4 abaixo:

Quadro 4. Análise do conteúdo – Etapa 2

Análise do conteúdo - ETAPA 2 – LEVANTAMENTO DE CATEGORIAS INICIAIS			
CATEGORIAIS INICIAIS DIFICULTADORES		CATEGORIAIS INICIAIS FACILITADORES	
UO SENAI CUIABÁ	Revendedores de Sistemas Fotovoltaicos	UO SENAI CUIABÁ	Revendedores de Sistemas Fotovoltaicos
Mão de Obra desqualificada	Contratos ruins de Energia	Benefícios Econômicos	Legislação pertinente favorável

Fonte: Criado pelo autor (2017)

Etapa 3: Serão apresentados em dois quadros, um para os facilitadores e outro para as barreiras, os resultados dos alinhamentos entre as categorias iniciais, seus conceitos norteadores e categorias intermediárias dos dois grupos respondentes, conforme quadro 5 a seguir:

Quadro 5. Análise do conteúdo – Etapa 3

Análise do conteúdo - ETAPA 3 - FACILITADORES (CATEGORIAS INICIAIS → CONCEITOS NORTEADORES → CATEGORIAS INTERMEDIARIAS)		
FACILITADORES PARA A TOMADA DE DECISÃO DOS DOIS PONTOS DE VISTAS		
CATEGORIA INICIAL	CONCEITOS NORTEADORES	CATEGORIA INTERMEDIÁRIA
1. Legislação pertinente favorável	Se apoiar na norma de 482 da ANEEL	Benefícios Técnicos, Econômicos e Legislativos.
2. Benefícios Econômicos	O investimento se pagar com a própria economia na conta de energia elétrica	

Fonte: Criado pelo autor (2017)

Etapa 4: Serão apresentados em dois quadros, um para os facilitadores e outro para as barreiras, os resultados do alinhamento entre as categorias intermediárias, seus conceitos norteadores e categorias finais, dos dois grupos respondentes, de acordo com quadro 6 abaixo:

Quadro 6. Análise do conteúdo – Etapa 4

Análise do conteúdo - ETAPA 4 (INTERMEDIÁRIAS → CONCEITOS NORTEADORES → FINAIS)		
BARREIRAS PARA TOMADA DE DECISÃO DOS DOIS PONTOS DE VISTA		
CATEGORIAS INTERMEDIÁRIAS	CONCEITOS NORTEADORES	CATEGORIAS FINAIS
1. Edifício com ineficiência energética	Edifício com ineficiência energética e demanda contratada de energia favorável a multas;	Necessidade de medidas preliminares em eficiência energética na unidade de estudo
2. Mão de Obra desqualificada	Falta de preparo de profissionais para analisar projetos de Eficiência Energética	Necessidade de qualificação profissional
3. Falta de ferramentas de controle	Não há conhecimento de ferramentas de controle para o consumo de energia elétrica	Falta de método de controle do consumo de energia elétrica

Fonte: Criado pelo autor (2017)

Etapa 5: Serão apresentados em quatro quadros, dois para os facilitadores e outros dois para as barreiras, os resultados dos alinhamentos entre as categorias iniciais, intermediárias e finais produzidas nas etapas anteriores, dos dois grupos respondentes, conforme apresenta-se o quadro 7:

Quadro 7. Análise do conteúdo – Etapa 5

ETAPA 5 - AGRUPAMENTO PROGRESSIVO DE CATEGORIAS (INICIAIS → INTERMEDIÁRIAS → FINAIS)		
BARREIRAS PARA TOMADA DE DECISÃO DOS DOIS PONTOS DE VISTA		
CATEGORIAS INICIAIS (FATORES)	CATEGORIAS INTERMEDIÁRIAS (CATEGORIAS)	CATEGORIAS FINAIS (DESCRIÇÃO)
1. Edifício sem eficiência energética	Ineficiência Energética do Edifício	1. Necessidade de medidas preliminares em eficiência energética
2. Contratos ruins de Energia		
3. Legislação pertinente desfavorável	Contexto desfavorável para implantação de placas solares	2. Contexto econômico e legal desfavorável
4. Benefícios Econômicos ruins		

Fonte: Criado pelo autor (2017)

3.5.2 Análise dos dados quantitativos

Em relação ao bloco de perguntas fechadas do roteiro, realizou-se o cálculo do Ranking Médio (RM) (Eq.1) que consiste na média ponderada das respostas atribuídas pelos entrevistados às questões, obedecendo a escala de 9 pontos(1 a 9) (MALHOTRA, 2001; TRESKA, DE ROSE JR, 2004; CASSIANO, 2005):

$$RM = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i * x_i)}{\sum_{i=1}^n p_i} \text{ (Eq.1)}$$

p_i = Frequência relativa de entrevistados

x_i = Valor assinalado na escala

Os resultados foram sumarizados em um quadro contendo resultados obtidos de cada item da escala de avaliação que incide sobre as barreiras que afetam a tomada de decisão em eficiência energética conforme quadro 8:

Quadro 8. Porcentagens médias de cada escala de relevância e Ranking Médio

Tipo de barreira para tomada de decisão em eficiência energética	Ponto de Vista do Grupo Respondente									Ranking Médio
	Não é uma barreira relevante para os gestores no contexto atual da empresa				Pode ser uma barreira relevante, no contexto atual da empresa			Certamente é uma barreira para os gestores, no contexto atual da empresa		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
B1. Heterogeneidade	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	2,00	6,14
B2. Custo Oculto	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	5,29
B3. Acesso ao Capital	0,00	1,00	0,00	1,00	3,00	1,00	0,00	1,00	0,00	5,00
B4. Procedimentos Rigorosos	0,00	1,00	1,00	1,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	5,00
B5. Benefícios Interdepartamentais	1,00	1,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	4,71
B6. Falta de Conhecimento e Aprendizagem	1,00	1,00	0,00	0,00	3,00	1,00	0,00	1,00	0,00	4,57
B7. Tecnológicas	2,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	4,43
B8. Racionalidade limitada	1,00	0,00	3,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	4,29
B9. Valores Ambientais	2,00	0,00	0,00	1,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3,86
B10. Poder	0,00	1,00	3,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,71
B11. Falta de Tempo	1,00	2,00	0,00	1,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,43
B12. Governamentais	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,71

Fonte: Criado pelo autor (2017)

E por fim, serão apresentados em um único quadro os motivos dos dois grupos respondentes, terem assinalados nas escalas de relevância acima de 6 pontos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão de literatura permitiu identificar informações a respeito dos fatores que podem influenciar a adoção de projetos de medidas em EE. Leva-se em conta a necessidade da organização ter indicadores de EE para mensurar o consumo de energia, conhecer a legislação pertinente e saber reduzir incertezas em seus projetos mais intensivos em medidas de EE que sejam viáveis economicamente para modernizar suas instalações.

Porém, é realmente relevante conhecer as barreiras antes de adotar projetos de medidas em eficiência energética. As barreiras classificadas em Econômica, Comportamental, Organizacional, do Conhecimento e Aprendizagem, Tecnológica e Governamental foram comuns em empresas dos segmentos de manufatura pesquisadas.

Assim, realizou-se a análise de barreiras que afetam a implantação de projetos de EE conforme foi explicado na proposição do Instrumento de coleta de dados. O instrumento foi aplicado no mês de Agosto de 2017 a 14 entrevistados da UO SENAI CUIABÁ e aos proprietários de revendas de sistemas fotovoltaicos situados em Mato Grosso. Contextualizaram-se no quadro 09 os níveis de conhecimentos dos entrevistados em eficiência energética, assinalados no instrumento de coleta de dados do Apêndice A:

Quadro 9. Descrição de níveis de conhecimento dos entrevistados

Nível	Descrição	UO SENAI CUIABÁ	Revendedores de Sistemas Fotovoltaicos
Baixo	Tem conhecimento superficial em eficiência energética;	1	
Médio	Possui habilidades técnicas e/ou financeiras para analisar projetos em eficiência Energética;	5	
Alto	Possui habilidades para desenvolver e/ou executar projetos em eficiência energética	1	7

Fonte: Autor (2017)

Após leitura geral das informações coletadas das respostas dos entrevistados das duas questões abertas, e ter realizado a análise do conteúdo (Apêndice B), conforme explicado no item 3.5.1, apresenta-se a seguir, no quadro 10, a análise dos dados qualitativos (Etapa 5), provenientes das respostas dos dois grupos respondentes:

Quadro 10. Análise dos dados qualitativos das 2 questões abertas

FACILITADORES PARA TOMADA DE DECISÃO NA PERCEPÇÃO DOS REVENDEDORES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS		
FATORES	CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
Legislação Pertinente favorável	Benefícios Técnicos, Econômicos e Legislativos	Contexto organizacional com ambiente externo favorável a aquisição de placas solares e capital financeiro
Benefícios da Tecnologia		
Facilidade de Acesso ao capital Financeiro		
Parceria do BNDES		
Disponibilidade de Revendedores de placas solares		
Percepção de economia imediata		
Fornecimento de placas solares	Fácil acesso a tecnologia	Grandes centros com condições em atender demanda nacional de placas solares
Sustentabilidade Econômica	Sustentabilidade	Capacidade de sustentar o desempenho econômico- financeiro

BARREIRAS PARA TOMADA DE DECISÃO NA PERCEPÇÃO DOS REVENDEDORES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS		
FATORES	CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
Contratos Energia não adequados	Processo de análise ineficiente	Falta de método de análise de projetos em EE mais consistente
Desfavorável Investimento a curto prazo		
Excesso de documentação para acesso financeiro	Análise e documentação	Tempo de análise do cliente e burocracia documental em bancos
Tempo para análise		
Prazo de Entrega desfavorável	Atendimento ao prazo de entrega	Impacto em serviços a pronta entrega se houver grande volume de placas solares
Descrédito de clientes de grande porte	Desconhecimento da tecnologia	Necessidade de ferramentas para controle do consumo de energia

FACILITADORES PARA TOMADA DE DECISÃO NA PERCEPÇÃO DOS GESTORES DA UNIDADE OPERACIONAL DO SENAI CUIABÁ		
FATORES	CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
Benefícios Econômicos	Benefícios Econômicos e Climáticos	Contexto Econômico e Climático Favorável
Fatores Climáticos		
Responsabilidade Ambiental	Sustentabilidade ambiental	Ser referencia nacional em eficiência energética
Acompanhamento de professores e estudantes	Fatores acadêmicos	Estimulo a iniciação científica
Conta de Energia expressiva (motivador)	Conta de Energia expressiva	Oportunidades para eficiência energética

BARREIRAS PARA TOMADA DE DECISÃO NA PERCEPÇÃO DOS GESTORES DA UNIDADE OPERACIONAL DO SENAI CUIABÁ		
FATORES	CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
Mão de obra desqualificada	Falta de projeto consistente e prioritário	Critérios para aprovação de projeto em eficiência energética para a unidade de estudo
Projeto inconsistente		
Informações financeiras inverídicas		
Insegurança no Planejamento Orçamentário		
Payback inadequado		
Solução incompleta		
Análise ruim da Tarifa de energia elétrica	Ineficiência Energética do Edifício	Necessidade de medidas preliminares em EE
Edifício sem eficiência energética		

Fonte: Criado pelo autor (2017)

4.1 Resultado da Análise de Dados Qualitativa

Tinha-se a expectativa que o grupo respondente da UO SENAI CUIABÁ mencionasse o fator climático, incidência do sol na região como um grande facilitador para maximizar ainda mais a aplicação da energia solar fotovoltaica, aperfeiçoando desempenhos significativos para geração de energia e de créditos de energia para compensações futuras com a concessionária de energia.

Contextualizando, a organização estudada tem como uma das suas maiores despesas a conta de energia elétrica, algo que é visto como “facilitador” (embora seja na verdade um motivador) pelo ponto de vista dos entrevistados da organização, pois esse problema é visto como oportunidade a ser resolvida através de trabalhos acadêmicos de estudantes e professores, estimulados por linhas de pesquisas em eficiência energética. Os entrevistados entendem que se a instituição vier a adotar placas solares, poderá se tornar uma referência nacional em eficiência energética dentre as unidades do SENAI.

(...)Ter a definição estratégica da onde a Instituição quer chegar: se a instituição quer despontar em ser referência em eficiência energética no país, ela vê custo benefício para investir capital intelectual ou financeiro para adoção de placas solares (Entrevistado a).

Este mesmo grupo respondente aponta a necessidade de medidas preliminares em EE, mas, estabelecem critérios para implantar projetos de EE na empresa. Relacionam-se a mão de obra qualificada dos fornecedores da tecnologia para que possam oferecer solução completa em EE. Solução completa que contenha informações seguras sob o ponto de vista financeiro e da análise tarifária de energia elétrica praticada. Pois, quando validado o projeto, a organização poderá realizar seu planejamento orçamentário de forma segura, assegurando menor risco possível em suas previsões mensais de investimento.

(...)Apresentação de uma planilha com informações verdadeiras referentes ao investimento, quanto custo, qual o fluxo de manutenção necessária, qual retorno, pois depois do retorno diminui bem a despesa, (...)(...)Financeira, tecnologia nova, grau de investimento seria alto (Entrevistado b).

(...)Estudo de viabilidade consistente, que justifique o investimento seria suficiente, pois estamos hoje em uma época de corte de despesas, bastante dificuldade e manter as estruturas que se tem, e a conta de energia elétrica é uma das maiores que se tem, e não conseguiu-se reduzir(...)(...)não se tinha uma preocupação com a eficiente energética, e por causa dessa ineficiência a adoção de painéis solares pode ser muito elevado(Entrevistado c).

Tratando-se do ponto de vista dos revendedores de sistemas fotovoltaicos, confirma-se também a expectativa de mencionarem como dificultador o tempo de análise de projetos da organização estudada, como também de comunicarem que essa organização tem facilidade de acesso ao capital financeiro, por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES).

Este grupo respondente comunica que há disponibilidade de revendedores para atender a demanda de placas solares no Estado de Mato Grosso e legislação pertinente favorável, a qual permite a percepção da economia imediata no primeiro mês, após implantação de sistema fotovoltaico ligado a rede de energia, e que isso poderia melhorar o desempenho financeiro da UO SENAI CUIABÁ.

Muito embora existam obstáculos logísticos para pronta entrega de placas solares, o grupo respondente dos revendedores de sistemas fotovoltaicos comentou que os grandes centros de distribuição, presentes no país, podem atender demandas significativas de placas solares para o Estado de Mato Grosso. Além disso, eles descreveram a necessidade da organização possuir um melhor método de análise em projetos em EE, pois agilizaria a tomada de decisão dos gestores, liberando mais tempo para providenciar documentações, e análise de documentos pelos agentes financeiros. Contexto que pode favorecer o atendimento de prazos de entrega dos revendedores da tecnologia. E se tiver ferramentas de controle do consume de energia, poderá acreditar ainda mais na tecnologia. Os trechos a seguir evidenciam estes resultados.

(...)depende da análise otimizada de cada cliente(...),(...)Há necessidade de uma equipe multidisciplinar para poder minimizar os erros de previsão(...),(...) os procedimentos podem atrapalhar, devido aos processos existentes, a necessidade de melhorias nos processos (Entrevistado d).

(...)as pessoas não estão qualificadas para esta forma de tecnologia, muita burocratização, é preciso uma formação de pessoas para este fim,...,(...) Burocratização, documentações para o financiamento bancário para se ter acesso ao crédito(Entrevistado f).

Os entrevistados dos revendedores de sistemas fotovoltaicos também citaram que possuem conhecimento técnico e econômico para melhor aplicabilidade predial, e diversas opções de tecnologia com qualidade, como também possuem softwares do setor fotovoltaico para análise de viabilidade financeira e previsão mensal de geração da energia fotovoltaica. E se a organização estudada vier a adotar painéis solares poderá se tornar referência nacional em eficiência energética.

4.2 Resultados da Análise de Dados Quantitativos

Esperava-se que as barreiras governamentais e de heterogeneidade fossem as relevantes na apresentação do Ranking Médio (RM), sob o ponto de vista dos dois grupos respondentes. Os autores Langlois-Bertrand et al.,(2015), Sorrell et al., (2000) e Gupta, Anand, Gupta (2017), comunicam o quanto essas barreiras podem complicar a tomada de decisão dos gestores na adoção de medidas em eficiência energética. Entretanto, outras barreiras e facilitadores comunicados superaram as expectativas dos resultados da pesquisa de campo. O quadro 11 resume os pontos de vistas dos entrevistados da UO SENAI CUIABÁ em relação às barreiras típicas de projetos de eficiência energética encontradas na literatura.

Quadro 11. Ranking Médio de Barreiras -Unidade Operacional SENAI CUIABÁ

Unidade Operacional SENAI CUIABÁ										
Tipo de barreira para tomada de decisão em eficiência energética	Não é uma barreira relevante para os gestores no contexto atual da empresa				Pode ser uma barreira relevante, no contexto atual da empresa			Certamente é uma barreira para os gestores, no contexto atual da empresa		Ranking Médio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
B12.Governamentais	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	2,00	6,14
B1. Heterogeneidade	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	5,29
B10.Poder	0,00	1,00	0,00	1,00	3,00	1,00	0,00	1,00	0,00	5,00
B4.Procedimentos Rigorosos	0,00	1,00	1,00	1,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	5,00
B2.Custo Oculto	1,00	1,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	4,71
B9.Valores Ambientais	1,00	1,00	0,00	0,00	3,00	1,00	0,00	1,00	0,00	4,57
B3.Acesso ao Capital	2,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	4,43
B7.Tecnológicas	1,00	0,00	3,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	4,29
B5.Benefícios Interdepartamentais	2,00	0,00	0,00	1,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3,86
B6.Falta de Conhecimento e Aprendizagem	0,00	1,00	3,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,71
B11.Falta de Tempo	1,00	2,00	0,00	1,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,43
B8.Racionalidade limitada	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,71

Fonte: Criado pelo autor (2017)

Todas as barreiras comunicadas na revisão de literatura foram assinaladas pelo grupo respondente da UO SENAI CUIABÁ no RM. Orienta-se atenção às barreiras B12(RM:6,14), B1 (RM:5,29), B10(RM:5,00), B4(RM:5,00), B2(RM:4,71), B9(RM:4,57), B3 (RM:4,43),B7 (RM:4,29) e B5 (RM:3,86) por possuírem frequências assinaladas entre as escalas de relevância de 6 a 9, desta forma, sendo relevantes para tomada de decisão dos gestores no contexto atual da empresa. As barreiras governamentais, heterogeneidade, poder e de procedimentos rigorosos são as mais relevantes na apresentação do ranking médio, sob o ponto de vista dos entrevistados da Unidade Operacional SENAI CUIABÁ. Verifica-se também a relevância da Barreira

Tecnológica, B7 (RM:4,29) no que diz respeito a necessidade de criar novo processo organizacional para assimilar tecnologias em eficiência energética.

Para os entrevistados da organização estudada foi relevante à barreira dos procedimentos rigorosos, fator também relevante em outro grupo respondente, uma vez que foram assinaladas acima relevância acima de seis. A barreira da falta de tempo foi alertada pelo grupo respondente dos revendedores de sistemas fotovoltaicos, sendo menos relevante sob ponto de vista de outro grupo respondente, conforme apresentados do quadro 12:

Quadro 12. Ranking Médio de Barreiras - Revendedores de Sistemas Fotovoltaicos

Revendedores de Sistemas Fotovoltaicos										
Tipo de barreira para tomada de decisão em eficiência energética	Pode ser uma barreira relevante, no contexto atual da empresa									Ranking Médio
	Barreira é pouco relevante para tomada de decisão no contexto atual da empresa				Barreira muito relevante para tomada de decisão no contexto atual da empresa					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
B12.Governamentais	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	1,00	1,00	2,00	6,29
B10.Poder	1,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	2,00	0,00	5,57
B3.Acesso ao Capital	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00	1,00	5,14
B1. Heterogeneidade	0,00	2,00	1,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	1,00	4,57
B11.Falta de Tempo	1,00	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	1,00	0,00	0,00	4,57
B6.Falta de Conhecimento e Aprendizagem	1,00	0,00	1,00	1,00	3,00	0,00	1,00	0,00	0,00	4,29
B8.Racionalidade limitada	0,00	0,00	2,00	2,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,14
B9.Valores Ambientais	2,00	0,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
B4.Procedimentos Rigorosos	1,00	2,00	1,00	1,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	3,71
B2.Custo Oculto	2,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	3,29
B5.Benefícios Interdepartamentais	3,00	0,00	0,00	1,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14
B7.Tecnológicas	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00

Fonte: Criado pelo autor (2017)

Todas as barreiras comunicadas na revisão de literatura foram assinaladas pelo grupo respondente dos Revendedores de Sistemas de Fotovoltaico no Ranking Médio. Orienta-se atenção às barreiras B12(RM:6,29), B10 (RM:5,57), B3(RM:5,14), B1(RM:4,57), B11 (RM:4,57), B6 (RM:4,29), B8 (RM:4,14) e B9 (RM:4,00) e B2 (RM:3,29) por também possuírem frequências assinaladas entre as escalas de relevância de 6 a 9, desta forma, sendo relevantes para tomada de decisão dos gestores no contexto atual da empresa.

As barreiras governamentais, de poder, de acesso ao capital financeiro são as mais impactantes na apresentação do ranking médio, sob o ponto de vista dos revendedores de sistemas fotovoltaicos. As escalas de relevância acima de 6 assinaladas pelos entrevistados, no Quadro 13, também explicam os motivos de algumas barreiras serem mais relevantes:

Quadro 13. Motivo dos entrevistados assinalarem escalas de relevância acima de seis

Fatores que dificultam adoção de EE	Motivo por terem assinalados entre as escalas acima de seis pontos		
	UO SENAI CUIABÁ	Revendedores de Sistemas Fotovoltaicos	Situação
Heterogeneidade	Há necessidade de serviços completos em eficiência energética;	Há necessidade de serviços de adequações de tecnologias ao cliente, assessoria em projetos de viabilidade técnica e econômica, agenciamento para acesso a capital financeiro, implantação e manutenção das placas solares;	Concordância;
Custo Oculto	Há necessidade de prever os custos ocultos no orçamento do projeto, para que não seja prejudicada no orçamento anual;	Trata-se de um complexo processo de aquisição, assim a estratégia em se ter uma equipe multidisciplinar por ambas as partes pode ajudar a minimizar erros de previsão de gastos;	Concordância e atentar em equipe de projeto de EE;
Acesso ao Capital	Fortalecer em recursos financeiros através do parceiro BNDS em projetos mais sólidos;	A UO SENAI CUIABÁ tem facilidade de acesso ao capital, mas, este processo ainda é muito burocrático, de difícil aprovação, pois depende de contextos documentais e fiscais do cliente e do revendedor de sistemas fotovoltaicos para serem entregues ao agente financeira e concessionária de energia elétrica;	Concordância e de atenção a burocracia documental;
Procedimentos Rigorosos	E não se sabe o custo benefício da instalação desses painéis solares. Seria apenas uma questão de análise do projeto e adequação ao planejamento orçamentário;	Neste mercado os longos prazos para retorno financeiro assustam o cliente. Mas, as empresas precisam ter perfil sustentável e melhorar seus procedimentos, processos existentes para adotar tecnologias de fontes renováveis;	Discordância, pois se quer informações para orçamento;
Falta de Conhecimento e Aprendizagem		A falta de pessoas capacitadas prejudicam a construção, análise e implantação de projetos em eficiência energética, precisa ter equipe preparada para analisar projeto de EE;	
Valores Ambientais	Muito embora, a organização tenha líderes com perfis ambientais, ainda o fator mais decisivo é o econômico;	Consegue-se fechar negócio mais em razão da análise econômica, tendo ou não líderes com perfil ambiental;	Concordância;
Poder	Precisa explicar para nosso presidente da FIEMT a viabilidade do investimento e quanto tempo de retorno;	Nas organizações, muitas vezes quem compra a ideia de adotar medidas de eficiência energética, não é quem decide. Assim, dependendo de como é repassado às informações para outras pessoas, podem vir a ter uma vaga ideia do projeto, impossibilitando a execução do projeto em eficiência energética;	Concordância, mas precisa zelar pela informação do projeto de EE;
Falta de Tempo		Após entrega do projeto ao cliente ocorre o processo de análise, o qual se tiver um tempo superior a 30 dias, teremos que refazer o projeto, devido os produtos serem cotados em dólar;	
Governamentais	As grandes organizações possuem maior facilidade em acessar o capital financeiro com subsídios governamentais;	Os pequenos empresários necessitariam dar 60% de entrada ou financiar 100% do valor da tecnologia, sem nenhum subsídio governamental. Em alguns Estados como Minas Gerais e Goiás já vigoram benefícios como o IPTU verde, o qual o cliente pode ter 30% de desconto no imposto.	Concordância, mas há perda de negócios com pequenos empresários.

Fonte: Criado pelo autor (2017)

O grupo respondente dos revendedores de sistemas fotovoltaicos comunicam que se trata de um processo complexo para aquisição de tecnologias em EE, como também há necessidade de melhorar os processos existentes para implantar projetos de EE. Estas informações têm relevância, uma vez que compreendem as barreiras para tomada de decisão, e que podem impedir a implantação de projetos em eficiência energética no contexto atual da empresa:

Barki, Botelho, Parente (2013) informam que há maior complexidade em padronizar tecnologias em países em desenvolvimento, sendo assim mais heterogêneos. E as informações pertinentes a essa barreira no quadro 8 explicam ainda mais, quando enfatiza a necessidade de serviços, soluções mais completas para venda e pós-venda de sistemas fotovoltaicos.

Cagno et al.,(2013) e Wiel, McMahon (2003) atentam sobre as regulamentações do padrão das tecnologias em EE, pois dependendo do padrão mínimo comunicado nos rótulos nessas tecnologias, os fabricantes, revendedores podem utilizar qualquer tecnologia para satisfazer uma determinada norma

Também podem minimizar barreiras relacionadas a custos ocultos, de conhecimento e aprendizagem e de falta de tempo através de equipes multidisciplinares em ambas as partes envolvidas (UO SENAI CUIABÁ e revendedores de sistemas fotovoltaicos), para se obter melhor previsão de investimento. Conforme já foi descrito por Pinto (2012), De Melo (2012), Gomes (2015), Sorrell et al, (2000) , Andrianesis, Liberopoulos (2012), Cagno et al.,(2013) e Wang, et al., (2016).

Muito embora a UO SENAI CUIABÁ possua maior facilidade em ter acesso ao capital financeiro, barreira comunicada por Sorrell et al., (2000), ela precisa se atentar a questões burocráticas, documentações e prazos de validação da concessionária de energia, para se beneficiar da economia de energia provinda da adoção de sistema fotovoltaicos ligados e rede de energia elétrica.

O tempo de análise de projeto pode impactar aspectos de preços dessas tecnologias, que são importadas e distribuídas pelos grandes centros do Brasil e devido à cotação do dólar, os revendedores só podem garantir mensalmente o orçamento apresentado.

Na revisão de literatura Cagno et al.,(2013) relaciona a falta de tempo em análises de viabilidade econômica e financeira a tomadas de decisões equivocadas, as quais não permitem a adoção de medidas em eficiência energética. Associa-se também

a esta barreira, como resultado, análise em tempo adequado para não impactar prazos mensais da cotação do dólar comunicadas pelos fornecedores de sistemas fotovoltaicos.

Assim, há necessidade dos fornecedores apresentarem suas melhores tecnologias para eficiência energética, assim como os colaboradores da UO SENAI CUIABÁ, comunicarem seus procedimentos internos para o processo de aquisição de produtos, conforme suas normativas internas, e os gestores responsáveis para a tomada de decisão.

Observa-se também a necessidade em se ter o equilíbrio na equipe interdisciplinar da unidade de estudo, através da presença de líderes com poder e com valores ambientais, conforme comunicados por Gupta, Anand, Gupta, (2017), Sorrell et al, (2000) e Di Bartolomeo, Da Silva, Da Costa Fonseca (2014) com outros líderes que apresentem perfil mais econômico, no sentido de prevalecer tomadas de decisões relacionadas a sustentabilidade econômica e ambiental.

Para questões relacionadas a barreiras governamentais, Langlois-Bertrand et al.,(2015) mencionam na revisão de literatura que as equipes multidisciplinares de ambas as partes precisam monitorar suas regulamentações e benefícios, incentivos financeiros e de tributações que podem vir a aparecer no cenário estadual e nacional.

O passo subsequente será decidir qual a tecnologia a ser adotada em projetos de EE. Logo, haverá necessidade de estudos futuros que incluam estudos de fontes de energia renováveis, análise de viabilidade de implantação para minimizar as barreiras, conforme explicadas nas considerações finais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verifica-se através desse estudo que o segmento de educação enfrenta barreiras para implantar projetos de EE, pois os pontos de vista dos dois grupos respondentes identificam barreiras encontradas na revisão de literatura.

Todas as barreiras comunicadas na revisão de literatura foram assinaladas pelos dois grupos respondentes como mais ou menos relevantes. Assim, as barreiras identificadas em outros segmentos de negócio citadas no referencial teórico deste trabalho, também foram identificadas na instituição do segmento de educação estudada. As barreiras governamentais, heterogeneidade e de poder foram as mais relevantes na apresentação do Ranking Médio, sob o ponto de vista dos dois grupos respondentes.

Para os entrevistados da UO SENAI CUIABÁ a barreira dos procedimentos rigorosos foi considerada relevante, barreira considerada não tão relevante, na percepção dos revendedores de sistemas fotovoltaicos.

As barreiras de acesso ao capital e de falta de tempo foram mencionadas pelos grupos respondentes dos revendedores de sistemas fotovoltaicos, sendo menos relevante sob ponto de vista de outro grupo respondente. Isto ocorre, devido ao fato de relacionarem a burocracia documental por agentes financeiros a um dificultador para o acesso ao capital financeiro, e pelo fato da organização estudada precisar de demasiado tempo para analisar e validar projetos de EE.

Não foram identificados facilitadores à tomada de decisão dos gestores na revisão de literatura. Mas revela-se nos resultados da análise do conteúdo deste trabalho fatores que podem facilitar a implantação de projetos em eficiência energética tais como benefícios econômicos, fatores climáticos, facilidade de acesso ao capital financeiro, disponibilidade de revendedores de placas solares e legislação pertinente favorável. Ressalta-se a percepção dos entrevistados de que a adoção de placas solares possa tornar a UO SENAI CUIABÁ referência nacional em EE, melhorando a imagem da instituição.

Diante das barreiras comunicadas sob o ponto de vista dos entrevistados da UO SENAI CUIABÁ, presentes no quadro 05, verifica-se oportunidade de oferecer um processo que resolva ou minimize fatores que venham a dificultar a implantação de projetos na organização. Implicações práticas que estimulam a seguinte solução:

Há necessidade de buscar um processo, solução que tenha o propósito de fazer a caracterização energética, análise quantitativa de como a empresa faz uso de energia requerido no processo produtivo, estabelecendo indicadores energéticos de controle, avaliando o consumo e identificando os desperdícios e potenciais economias de energia por meio de medidas preliminares em eficiência energética antes de adotar painéis solares.

Tais aspectos, conhecimentos poderão qualificar a equipe de energia, minimizará as barreiras comunicadas nos quadro 05 e proporcionará tempo de análise mais hábil à tomada de decisão dos gestores, favorecendo maior tempo para providenciar documentações, tanto de sua parte e do revendedor, necessários para o acesso ao capital financeiro e poder melhor assimilar os prazos de entregas das placas solares provenientes dos grandes centros de distribuição da tecnologia em nosso país.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Maria Isabel; OLIVEIRA, Rui; LOPES, Jorge. Attitudes and Practices of Homeowners in the Decision-making Process for Building Energy Renovation. *Procedia Engineering*, v. 172, p. 52-59, 2017.
- ANDRIANESIS, Panagiotis; LIBEROPOULOS, George. The "hidden cost" of renewable energy sources in electricity pool markets. In: *European Energy Market (EEM), 2012 9th International Conference on the*. IEEE, 2012. p. 1-8.
- APEANING, Raphael Wentemi; THOLLANDER, Patrik. Barriers to and driving forces for industrial energy efficiency improvements in African industries—a case study of Ghana's largest industrial area. *Journal of Cleaner Production*, v. 53, p. 204-213, 2013.
- BANOS, Raul et al. Optimization methods applied to renewable and sustainable energy: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 15, n. 4, p. 1753-1766, 2011.
- BARKI, Edgard; BOTELHO, Delane; PARENTE, Juracy. Varejo: desafios e oportunidades em mercados emergentes. *Revista de Administração de Empresas*, v. 53, n. 6, p. 534-538, 2013.
- BRASIL, M. d. Plano Nacional de Eficiência Energética. Premissas e Diretrizes Básicas, p. 156, 2011.
- BRUNNER, Conrad U.; BORG, Nils. From voluntary to mandatory: policy developments in electric motors between 2005 and 2009. *Tagungsband der eceee*, v. 1, n. 6.6, 2009.
- CAGNO et al. A novel approach for barriers to industrial energy efficiency. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 19, p. 290-308, 2013.
- CAGNO, Enrico, WORRELL, Ernest, PRUGLIESI, Giacomol. A novel approach for barriers to industrial energy efficiency. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 19, p. 290-308, 2013.
- CASSIANO, Reinaldo Mesquita. Estratégias competitivas das empresas produtoras de sementes de soja: um estudo exploratório no Sul de Mato Grosso. CNEC/FACECA. Faculdade Cenecista de Varginha. Mestrado em Administração e Desenvolvimento Organizacional. Varginha, 2005. (Dissertação).

DE MELO, Mariana Medeiros Dantas; DE SOUZA, Fábria Jaiany Viana; ARAÚJO, Aneide Oliveira. Custos da qualidade: um estudo em um restaurante de grande porte da cidade de Natal-RN. In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 2012.

DI BARTOLOMEO, Ricardo; DA SILVA, Emerson Pereira; DA COSTA FONSECA, Cesar. SUSTENTABILIDADE NA ORGANIZAÇÃO CONTEMPORÂNEA BRASILEIRA: UMA ANÁLISE LITERÁRIA SOB O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO. Revista Científica Hermes, n. 11, p. 169-189, 2014.

DOVÌ, Vincenzo Giorgio et al. Cleaner energy for sustainable future. Journal of Cleaner Production, v. 17, n. 10, p. 889-895, 2009.

FEURTEY, Évariste et al. Institutional factors influencing strategic decision-making in energy policy; a case study of wind energy in France and Quebec (Canada). **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 59, p. 1455-1470, 2016.

GALVIN, Ray; SUNIKKA-BLANK, Minna. The UK homeowner-retrofitter as an innovator in a socio-technical system. Energy policy, v. 74, p. 655-662, 2014.

GAZHELI, Ardjan; ANTAL, Miklós; VAN DEN BERGH, Jeroen. The behavioral basis of policies fostering long-run transitions: Stakeholders, limited rationality and social context. Futures, v. 69, p. 14-30, 2015.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, v. 5, n. 61, p. 16-17, 2002.

SILVA, Andressa Hennig; FOSSÁ, Maria Ivete Trevisan. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Dados em Big Data**, v. 1, n. 1, p. 23-42, 2015.

GOMES, Thaís Nicole Pereira et al. Identificação dos custos ocultos no processo de fabricação de produtos de uma indústria de bebidas localizada na Paraíba. In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 2015.

GUPTA, Parmarth; ANAND, Sanjeev; GUPTA, Himanshu. Developing a roadmap to overcome barriers to energy efficiency in buildings using best worst method. Sustainable Cities and Society, 2017.

HARMELINK, Mirjam; NILSSON, Lars; HARMSEN, Robert. Theory-based policy evaluation of 20 energy efficiency instruments. Energy Efficiency, v. 1, n. 2, p. 131-148, 2008.

HOANG, Anh; DO, Phuc; IUNG, Benoît. Energy efficiency performance-based

prognostics for aided maintenance decision-making: Application to a manufacturing platform. *Journal of Cleaner Production*, v. 142, p. 2838-2857, 2017.

JAFARI, Amirhosein; VALENTIN, Vanessa. An optimization framework for building energy retrofits decision-making. *Building and Environment*, v. 115, p. 118-129, 2017.

KELSEY, Jim; PEARSON, Dick. Updated Procedures for Commercial Building Energy Audits. *ASHRAE Transactions*, v. 117, n. 2, 2011.

LOPEZ, Ricardo Aldabó. *Energia solar para produção de eletricidade*. 1ª Edição, São Paulo, SP: Artliber, 2012.

LANGLOIS-BERTRAND, Simon et al. Political-institutional barriers to energy efficiency. *Energy Strategy Reviews*, v. 8, p. 30-38, 2015.

MALHOTRA, Naresh. *Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada*. Porto Alegre: Bookman, 2001.

NAZÁRIO, Abraão G.; TEIVE, R. C. G. Sistema de Gestão de Energia Elétrica Utilizando o EnergyPlus: uma Aplicação Voltada aos Edifícios Inteligentes. **Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, SBSE**, p. 1-6.2016, 2016.

OLSTHOORN, Mark; SCHLEICH, Joachim; HIRZEL, Simon. Adoption of Energy Efficiency Measures for Non-residential Buildings: Technological and Organizational Heterogeneity in the Trade, Commerce and Services Sector. *Ecological Economics*, v. 136, p. 240-254, 2017.

OKAZAKI, Teruo; YAMAGUCHI, Mitsutsune. Accelerating the transfer and diffusion of energy saving technologies steel sector experience—Lessons learned. *Energy Policy*, v. 39, n. 3, p. 1296-1304, 2011.

OLUWOLE, Arobieke O.; IBIKUNLE, Osafehinti S.; TEMITOPE, Oni O. Modelling of Renewable Energy System (Photovoltaic). *International Journal of Engineering Innovations and Research*, v. 4, n. 3, p. 379, 2015.

RISHOLT, Birgit; BERKER, Thomas. Success for energy efficient renovation of dwellings—Learning from private homeowners. *Energy Policy*, v. 61, p. 1022-1030, 2013.

SELLAK, Hamza et al. Towards next-generation energy planning decision-making: An expert-based framework for intelligent decision support. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 80, p. 1544-1577, 2017.

SILVA, Arthur Santos; ALMEIDA, Laiane Susan Silva; GHISI, Enedir. Decision-making process for improving thermal and energy performance of residential

buildings: A case study of constructive systems in Brazil. *Energy and Buildings*, v. 128, p. 270-286, 2016.

STIEß, Immanuel; DUNKELBERG, Elisa. Objectives, barriers and occasions for energy efficient refurbishment by private homeowners. **Journal of Cleaner Production**, v. 48, p. 250-259, 2013.

SORRELL, Steve et al. Reducing barriers to energy efficiency in public and private organizations. Science and Policy Technology Research (SPRU), University of Sussex, Sussex, UK, 2000.

TRESCA, Rosemary Pezzetti e DE ROSE JR, Dante. Estudo comparativo da motivação intrínseca em escolares praticantes e não praticantes de dança. Disponível em: <http://www.ucb.br/mestradoef/rbcm/downloads/a1v8n1.pdf>. Acesso em: 10 set. 2004.

TRIANNI, Andrea; CAGNO, Enrico; FARNÉ, Stefano. Barriers, drivers and decision-making process for industrial energy efficiency: a broad study among manufacturing small and medium-sized enterprises. *Applied Energy*, v. 162, p. 1537-1551, 2016.

TRIANNI, Andrea et al. Barriers to industrial energy efficiency in foundries: a European comparison. *Journal of Cleaner Production*, v. 40, p. 161-176, 2013.

PINTO, Leonardo José Seixas. Produção científica sobre custos da qualidade e da não qualidade no Brasil: um estudo bibliométrico nos principais livros, revistas acadêmicas e congressos na área de ciências contábeis. *Registro Contábil*, v. 3, n. 2, p. 60-74, 2012.

VENMANS, Frank. Triggers and barriers to energy efficiency measures in the ceramic, cement and lime sectors. *Journal of Cleaner Production*, v. 69, p. 133-142, 2014.

VILLALVA, Marcelo Gradella. Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações. 2ª Edição. São Paulo: Érica, 2015.

WANG, Tao et al. Building energy efficiency for public hospitals and healthcare facilities in China: Barriers and drivers. *Energy*, v. 103, p. 588-597, 2016.

WIEL, Stephen; MCMAHON, James E. Governments should implement energy-efficiency standards and labels—cautiously. *Energy Policy*, v. 31, n. 13, p. 1403-1415, 2003.

CAPITULO 3 – ARTIGO 2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CONVÊNIO UFRGS / IBG

Avaliação de Projetos de Eficiência Energética em Instituição do Segmento Educacional

Moisés Phillip Botelho^a, Istefani Carísio de Paula, Dr.^b

^a moises.botelho@senaimt.edu.br, UFRGS, Brasil

^b istefanicpaula@gmail.com, UFRGS, Brasil

Resumo. O Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) tem estimulado gestores do segmento da Educação a adotarem ações de Eficiência Energética. Entrevistas com profissionais deste segmento e com revendedores de sistemas fotovoltaicos demonstram a necessidade de metodologias estruturadas para tomada de decisão. O propósito desta pesquisa é realizar a avaliação econômica de projeto de EE em instituição do segmento educacional. Trata-se de Pesquisa quantitativa, descritiva tendo como procedimento adotado o estudo de caso da Unidade Operacional do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), localizada em Cuiabá, Mato Grosso, o qual precisa descobrir como decidir qual matriz energética a ser adotada, pois uma de suas maiores despesas é o consumo de energia elétrica. Assim, foram utilizadas no processo de tomada de decisão ferramentas financeiras e não financeiras, e o software @RISK 7.5 para análise de risco dos investimentos em medidas de eficiência energética. Os resultados indicaram ser necessário adotar mais de uma medida de eficiência energética e que somente a avaliação financeira tradicional não é suficiente para gerar subsídios para o processo de decisão dos gestores.

Palavras chaves. Projetos de Eficiência Energética, Tomada de decisão, Diagnóstico Energético, Avaliação Econômica.

Abstract. The National Energy Efficiency Plan (PNEf) has stimulated education sector managers to adopt Energy Efficiency actions. Interviews with professionals in this segment and with resellers of photovoltaic systems demonstrate the need for structured methodologies for decision making. The purpose of this research is to carry out the economic evaluation of EE project in an educational institution. This is a quantitative, descriptive research using as a procedure the case study of the Operational Unit of the National Industrial Learning Service (SENAI), located in Cuiabá, Mato Grosso, which needs to find out how to decide which energy matrix to adopt, since one of its largest expenses is the consumption of electricity. Thus, financial and non-financial tools were used in the decision-making process, and the software @RISK 7.5 for risk analysis of investments in energy efficiency measures. The results indicated that it is necessary to adopt more than one measure of energy efficiency and that only the traditional financial valuation is not enough to generate subsidies for the process of decision of the managers.

Key words. Energy Efficiency Projects, Decision Making, Energy Diagnosis, Economic Assessment.

1. INTRODUÇÃO

Quando se trata das instalações educacionais estas ganham relevância em nossa sociedade quando se pensa que os estudantes ocupam cerca de 25% do seu tempo diário estudando dentro das salas de aula. Considerando sua finalidade educacional, os edifícios escolares devem ser projetados para cumprir um papel social, pois são considerados como espaços estratégicos, que servem para difundir medidas de eficiência energética para a sociedade (GHITA, CATALINA, 2015; PEREIRA, 2014; BECCALI, et al., 2017).

Por meio da avaliação e identificação dos Usos Significativos de Energia (USES), se pode implementar Medidas em EE para a reduzir o consumo de energia . O tomador de decisão precisa identificar a melhor solução possível que assegure a eficiência energética de um edifício e que seja comprovadamente mais eficaz e confiável em longo prazo (DIAKAKI; GRIGOROUDIS, KOLOKOTSA, 2008; KELSEY, PEARSON, 2011).

O Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) tem estimulado gestores do segmento da educação a adotarem ações de Eficiência Energética (EE). No entanto, pesquisa realizada em instituição de ensino profissionalizante em Cuiabá-MT e junto a revendedores de sistemas fotovoltaicos, demonstrou que existem barreiras e facilitadores para a tomada de decisão em projetos dessa natureza.

Dentre elas pode-se citar: falta de método de análise de projetos em EE, falta de tempo para análise, falta de poder em decidir sábios projetos de EE, excesso de documentação para acesso financeiro, projeto inconsistente de EE, benefícios econômicos, facilidade de acesso ao capital financeiro, disponibilidade de revendedores de placas solares, fatores climáticos , legislação pertinente favorável (BOTELHO, DE PAULA, 2018). Assim, se por um lado o PNEf estimula a adoção de ações de EE por outro lado, levanta a seguinte questão junto aos gestores destas instituições: como decidir qual a tecnologia a ser adotada em projetos de EE?

O objetivo geral deste artigo é realizar análise de viabilidade econômica de medidas visadas em projetos de EE em instituição do segmento educacional, considerando as limitações e barreiras do contexto de análise, assim, visa compreender aspectos que influenciam a tomada de decisão sobre implantação de EE em empresas do segmento educacional. A unidade de estudo escolhida é uma instituição de ensino, a UOSENAI CUIABÁ.

2. REVISÃO

As medidas em eficiência energética podem ser classificadas em medidas de controle, de redução de carga, de envelope do edifício, de adoção de tecnologias de energia renovável, melhoria das condições de conforto interno do prédio e de comportamento humano (JAFARI, VALENTIN, 2017; DIAKAKI, GRIGOROUDIS, KOLOKOTSA, 2008).

A melhoria do isolamento, mudança de cor, colocação de portas e caixilhos isolantes de calor, selar o telhado ou teto, as paredes e o chão, substituir as janelas e as portas por modelos com eficiência energética, são exemplos de medidas para melhoria do envelope do edifício (DIAKAKI, GRIGOROUDIS, KOLOKOTSA, 2008; COOPERMAN, DIECKMANN, 2011; MALATJI, ZHANG, XIA, 2013).

Caracteriza-se como medidas de controle o uso de gerenciamento de energia inteligente através de sensores avançados para o controle, com sistemas monitoramento adequados de energia provenientes do aquecimento e refrigeração predial, iluminação, ventilação e equipamentos multifuncionais (DIAKAKI, GRIGOROUDIS, KOLOKOTSA, 2008; KOLOKOTSA, et al., 2005).

Alterar os padrões de consumo de energia dos ocupantes por diferentes métodos, tais como medição individual, regimes de ocupação, sua gestão e manutenção, as atividades de acesso ao controle e o uso consciente de energia são exemplos de medidas relacionadas ao comportamento humano (JAFARI, VALENTIN, 2017; MA, et al., 2012)..

Atualizar os sistemas mecânicos, substituir acessórios, eletrodomésticos e iluminação com modelos de energia eficiente, explorar princípios da arquitetura bioclimática, incorporar técnicas de resfriamento passivo, isto é, revestimentos legais, controle de ganhos solares e vidros eletrocromicos são exemplos de medidas para redução de carga (DIAKAKI, GRIGOROUDIS, KOLOKOTSA, 2008; SYNNEFA, SANTAMOURIS, LIVADA, 2006).

O aumento da ventilação, uso eficiente do ar condicionado com melhoria a refrigeração no espaço relacionam-se às medidas de melhoria do conforto do ambiente do edifício. Considera-se a adoção de tecnologias de energia renovável o fornecimento de energia renovável oriundos de sistemas solares térmicos, fotovoltaica, de energia geotérmica, entre outros (JAFARI, VALENTIN, 2017; KOLOKOTSA, et al., 2001). O quadro 14 apresenta uma comparação entre os tipos de energia renovável.

Quadro 14. Comparação entre fontes renováveis de energia

*FERs	Matéria Prima	Principais Saídas	Barreiras ou Restrições	Participação	Tendências
Biomassa	Madeira, resíduos da soja, arroz e cana-de-açúcar, rejeitos urbanos e industriais.	Energia térmica, Energia elétrica, biodiesel e etanol.	Baixa eficiência – necessidade de grande volume de matéria-prima para produção de pequenas quantidades de energia.	O Brasil corresponde a 3,7% entre as fontes de energia elétrica.	Em 2020 a eletricidade produzida pelo setor poderá representar 15% da matriz brasileira, mas não apresenta potencial de expansão.
Energia Geotérmica	Calor que existe no interior da terra. Principais recursos: Gêiseres	Energia Elétrica e Termoelétrica	Pequenas unidades em poucos países; Em regiões vulcânicas e onde há gêiseres consegue-se temperaturas elevadas em algumas centenas de metros de profundidade.	No Brasil não há nenhuma unidade em operação, nem em forma experimental.	Apenas *EUA e Islândia registram crescimento de 8,1% e 3,7% respectivamente. A Austrália recuou 46,7%. Nos Estados Unidos há iniciativas de expansão.
Energia Oceânica	Ondas do Mar e correntes oceânicas	Energia Elétrica	As tecnologias não possuem custos competitivos frente às demais fontes; Pouco aproveitamento em relação à energia potencial da maré.	O Brasil não está entre os principais países para aproveitamento das marés.	A partir de 2025, a expansão poderá ocorrer de forma acentuada; No Brasil aponta-se potencial de 40 GW.
Energia Eólica	Movimento dos ventos - custo zero para obtenção de suprimento;	Energia Mecânica e Elétrica	O custo ainda é elevado frente outras fontes e as regiões com maior potencial eólico no Brasil estão nos Litorais: Nordeste, Sudeste, e Sul;	Brasil possui 0,3% de participação em relação a potencia instalada mundial (25º lugar com apenas 247,10 MW)	*BIG registra a existência 22 projetos em construção com potência total de 463 MW e outros 50 outorgados, porém não iniciados com potência total de 2,4 mil MW.
Energia Hidrelétrica	A energia hidrelétrica é gerada pelo aproveitamento do fluxo das águas em uma usina.	Energia Elétrica	Necessidade de aumentar a segurança de seu abastecimento através de usinas termoelétricas; Impacto ambiental negativo para fauna e flora; Os brasileiros experimentam aumento em suas contas de energia elétrica por (Por exemplo: 60% em 2015);	O Brasil é segundo lugar em consumo de energia hidrelétrica, com 11,9%, perdendo apenas para a China com 15,4%.	Muito embora, entre os anos de 1973 a 2006, houve recuo no setor, a oferta de energia hidrelétrica aumentou na Ásia (China), e América Latina (Brasil) e há potencial hidroelétrico ainda não explorado no Brasil.
Energia Solar	Irradiação Solar- custo zero para obtenção de suprimento;	Energia Térmica e Elétrica	Desconhecimento da tecnologia fotovoltaica pela população; Falta de linhas de crédito para pequenos e médios sistemas fotovoltaicos; Recursos educacionais incompatíveis com demanda do Setor fotovoltaico.	O Brasil ainda tem pouca participação mundial. A Alemanha é referencia com 49,3%.	À medida os sistemas fotovoltaicos ligados a rede é mais disseminada na população, o seu custo fica menor; A sua utilização no Brasil deverá ter um salto extraordinário nos próximos anos.

*FERs: Fonte de Energia Renováveis; *BIG: banco de informação de geração da ANEEL; *EUA: Estados Unidos da América

Fonte: Adaptado de ANEEL (2008); Villalva (2015); Balfour, Shaw, Nasch (2016)

O cenário energético para demanda de energia mundial no mundo nos próximos 50 anos, conforme estudos realizados pelo *United Nations Solar Energy Group for Environment and Development* (UNSEGED), mostra que a participação das energias solar e eólica será superior a 30% na demanda global em 2050. Porém, os sistemas de geração distribuída provenientes de energia solar fotovoltaica são mais adequados para instalações, em quaisquer lugares, onde haja incidência de luz (LOPEZ,2012).

A Alemanha tem uma capacidade instalada de 20 GW, proveniente da energia solar fotovoltaica, sendo que a maior parte do país possui insolação inferior a 3500 WH/m² por dia. O Brasil possui insolação diária entre 4500 Wh/m² e 6000 Wh/m². Logo, é razoável esperar do Brasil um potencial de geração fotovoltaica dez vezes superior à capacidade instalada da Alemanha, em torno de 200 GW (VILLALVA, 2015).

Ainda que seja pouco expressiva para a matriz energética mundial, os sistemas fotovoltaicos ligados à rede de energia obtiveram o maior crescimento (60%) entre os anos de 2002 e 2006, em relação a outras fontes de energia renováveis (ANEEL,2008;REN21,2008). O quadro 15 apresenta as vantagens e desvantagens dos sistemas fotovoltaicos.

Quadro 15. Vantagens e desvantagens dos sistemas fotovoltaicos ligados a rede

Vantagens	Desvantagens
Os sistemas fotovoltaicos (FV) são menos propensos a falhas, de energia e possuem maior eficiência em altitudes elevadas.;	Os sistemas FV têm custo de aquisição e instalação elevado, no entanto, recupera-se em cinco a 10 anos com a economia de energia;
Os Sistemas FV projetados e instalados adequadamente têm custos de *O&M baixos;	Para se ter um sistema FV menor e mais barato há necessidade de uma atitude conservadora, em relação ao uso de energia;
Possibilidade de utilizar a energia excedente (créditos) gerada pela unidade consumidora em unidades consumidoras de titularidade de mesma Pessoa Jurídica (incluindo matriz e filial), ou pessoa física;	Estados que aderiram ao Convênio ***ICMS 16/2015, o ICMS incide somente sobre a diferença entre a energia consumida e a energia injetada na rede no mês;
Os sistemas FV podem gerar eletricidade em qualquer espaço que for possível instalar os painéis FV: telhados, fachadas de residenciais e prédios;	De acordo com Lei nº 13.169/2015 de 6/10/2015 a incidência do ****PIS e *****COFINS passou a acontecer apenas sobre a diferença positiva entre a energia consumida e a energia gerada;
Perspectiva do mercado nacional com possibilidade de financiamento pelo **FINAME e BNDES têm atraído atenção de fabricantes mundiais de painéis solares.	Aumento da complexidade de operação da rede, a dificuldade na cobrança pelo uso do sistema elétrico, a necessidade de alteração dos procedimentos das distribuidoras em sua operação.

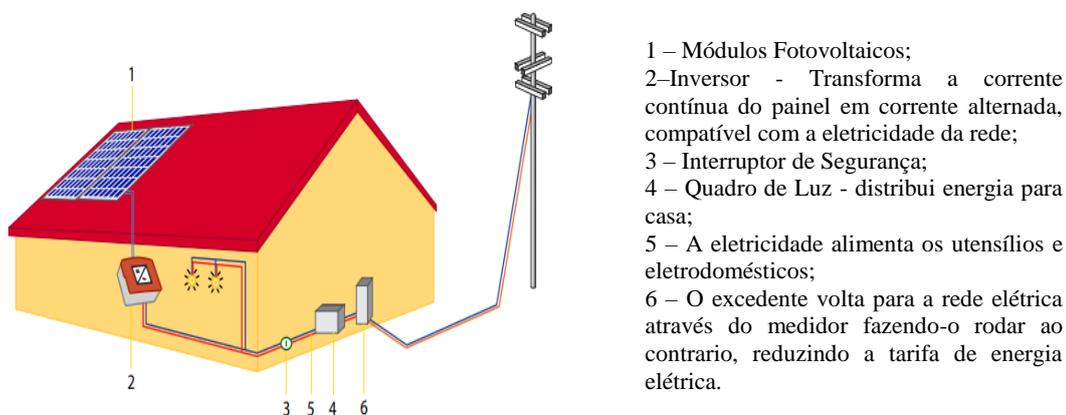
*O&M: Operação e Manutenção; **FINAME: Programa de financiamento de máquinas e equipamentos; ***ICMS:Imposto sobre circulação de mercadorias e serviços;****PIS:Programa de Integração Social;*****COFINS:Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social.

Fonte: Adaptado de Balfour, Shaw, Nasch (2016);Villalva (2015); ANEEL (2016)

Porém, devido à aprovação do uso de sistemas de geração conectados às redes de distribuição pela ANEEL através da Resolução Normativa - REN nº 482 de 2012, o Brasil poderá ter um salto extraordinário nos próximos anos na aplicação desta tecnologia (VILLALVA,2015).

A REN nº 482, de 17/04/2012, estabelece condições gerais para o acesso de micro (potência instalada menor ou igual a 75 KW) e minigeração distribuída (potência instalada superior a 75 KW e menor ou igual a 3 MW, para a fonte hídrica, ou 5 MW para as demais fontes) aos sistemas de distribuição de energia elétrica, e possibilita que energia excedente (créditos) gerada pela unidade consumidora seja injetada na rede da distribuidora, possam ser compensadas em até 60 meses, reduzindo a conta de energia (ANELL,2016). Os sistemas FV ligados à rede são os mais preferidos para uso residencial e comercial, e ao vinculá-lo à rede, têm a possibilidade de eliminar o armazenamento em bateria, pois a rede fornece a energia adicional quando necessário e à noite, reduzindo custos adicionais de bateria (BALFOUR, SHAW, NASCH,2016).

Figura 2: Sistema Fotovoltaico ligado a rede



Fonte: Adaptado de Souza (2016)

Os investimentos em medidas em eficiência energética (MEE) alinham-se como parte do processo de tomada de decisões sobre o orçamento de capital, todavia por suas receitas serem geradas pela economia de energia e não pelas atividades que constituem o processo de negócio da organização difere-se de outros investimentos, tendo Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Prazo do Retorno do Investimento (*PAYBACK*) como medidas mais utilizadas para avaliação (BIEZMA, SAN CRISTOBAL,2006; HÄRUS,2009; ARAGÓN, PAMPLONA, VIDAL MEDINA, 2013). O quadro 16 compara as forças e fraquezas desses métodos econômicos:

Quadro 16. Comparação entre TIR, VPL e Payback

Forma de Avaliação	Força	Fraqueza	Observações
<i>PayBack</i> Simples: Indica em quanto tempo o investimento será recuperado;	Mais comum e fácil de calcular;	Desconsidera valor do dinheiro no tempo e entradas ou saídas após recuperação do investimento;	Quanto menor Payback, melhor será o projeto e menor o risco; Acima de 3 anos, recomenda-se utilizar outras opções;
<i>Payback</i> Descontado: Indica tempo que um investimento requer para se pagar;	Leva em conta o valor do dinheiro no tempo; Aplica-se Taxa Mínima de Atratividade (TMA); Usa-se taxa de desconto; Fácil interpretação;	Desconsidera entradas ou saídas após recuperação do investimento; Não deve ser utilizado sozinho como um critério para a seleção de investimentos;	Quanto menor Payback, melhor será o projeto e menor o risco; PayBack descontado serve como critério de desempate para projetos com idêntico VPL;
Taxa Interna de Retorno (TIR): Indica taxa (%) que torna nulo o VPL do projeto dentro de um período de tempo estipulado;	Pode ser facilmente visualizado e interpretado; Leva em conta o valor do dinheiro no tempo, isto é, fazendo uso de fluxos de caixa descontados;	Apresenta problemas com taxas múltiplas de investimento, que o torna um pouco sensível, especialmente quando o fluxo de caixa do projeto analisado é mais dinâmico.	Viabilidade financeira se $TIR > TMA$; Para hierarquização de projetos, dependerá da análise do TIR e VPL entre a diferença dos fluxos de caixa dos projetos;
Valor Presente Líquido (VPL): Indica valor (R\$) final como ganho ou perda;	Usa como taxa de desconto o TMA; Leva em conta o valor do dinheiro no tempo, isto é, fazendo uso de fluxos de caixa descontados;	Adota taxa de desconto constante a duração do tempo do projeto, valorizando ou descontando os fluxos intermediários à mesma taxa de desconto;	VPL > 0 : viável, pois gera lucro para empresa; Entre resultados de VPL e TIR em um processo decisório, prefira VPL; Considera-se a redução no custo, pela eficiência energética.

Fonte: Adaptado de Duarte Junior (2013);Avila (2012); Junior et al. (2016);Copeland, (2005);De Souza (2007);Hastings (2013).

Os projetos em eficiência energética serão viáveis financeiramente quando o VPL for maior que zero, e o TIR maior que a taxa mínima de atratividade (TMA). Orienta-se aos gestores, ao comparar os métodos de análise econômica, que escolha o projeto, opção de investimento com maior VPL. E em caso de empate entre dois projetos ou mais, utilize o *payback* descontado como critério de desempate. Ressalva-se que todos os métodos econômicos possuem fraquezas, e são os mais comuns para serem utilizados em análises econômicas.

Mas, muitos estudos para avaliação econômica de medidas em eficiência energética (MEE) são realizados com apenas um critério econômico, especialmente quando os empréstimos são necessários para implementá-las. Para os investidores, somente as MEE com benefícios financeiros é apropriado. O *PAYBACK* é a ferramenta mais popular para a tomada de decisão no setor de eficiência energética

(VERBRUGGEN, AL MARCHOHI, JANSSENS,2011; MIKUČIONIENĖ, MARTINAITIS, KERAS,2014).

Ressalva-se a existência de fatores como temperatura, irradiação solar, poeira e incompatibilidade dos componentes que afetam o rendimento do sistema fotovoltaico, e da necessidade de outras ferramentas não financeiras para realizar seu diagnóstico energético, como também da utilização de recursos computacionais, por exemplo para analisar as variáveis de incerteza como preço de energia, desempenho dos equipamentos e clima (BALFOUR, SHAW, NASCH,2016;MOREIRA, CHAN, LAMEIRA, 2011; ARAGÓN, 2011; JACKSON, 2008). Conforme esclarecidos no quadro 17.

Quadro 17.Métodos não econômicos e softwares

Métodos não Econômicos	Descrição
Diagrama de Pareto e Estratificações	Identifica os pontos-chave de controle em 20% das áreas ou equipamentos, que geram o 80% do consumo de energia;
Diagrama de Energia e Produção versus tempo	Permite visualizar a variação simultânea do consumo energético com a produção no tempo;
Diagrama Energia Versus. Produção para Identificação de Metas	Determina o potencial de economia de energia não associado ao processo produtivo;
Índice de consumo real e teórico	Permite analisar se o comportamento do consumo de energia está dentro dos limites estabelecidos, indicando pontos de melhor eficiência energética;
Simulação de Monte Carlo	Comunica as características probabilísticas de cada componente de risco, num método de avaliação econômica, permitindo identificar as incertezas e as atividades adequadas para a gestão de riscos;

Softwares	Aplicação Computacional
Mark IV Plus	Ferramenta para diagnóstico e gestão energética;
Planilhas Excel	Usado para tratamento dos dados de eficiência energética;
Energy Plus	Modelagem e simulação dos fluxos de energia num edifício para condicionamento de ambiente. Exemplo: iluminação e ventilação;
@Risk	As variáveis de incerteza (input) podem ser simuladas para o obtenção de resultados probabilísticos financeiros (outputs), análise de sensibilidade, de forma integrada ao Excel.

Fonte: Adaptado de Silva (2013); FossaSgarbi, (2017); Xu, Chan (2013);Moreira, Chan, Lameira (2011); @RISK 7.5; UPME (2006);Aragón (2011)

No próximo capítulo será apresentado o contexto metodológico, com um método de trabalho que servirá de proposta para resolver o problema em como decidir qual a tecnologia a ser adotada em projetos de EE. Serão apresentados os métodos de avaliação econômica e não econômicas, e os softwares a serem utilizados para decidir qual projeto de EE, opção de investimento é mais viável para a UO do SENAI CUIABÁ.

3. PROCEDIMENTOS

Segue abaixo as informações referentes aos procedimentos de pesquisa:

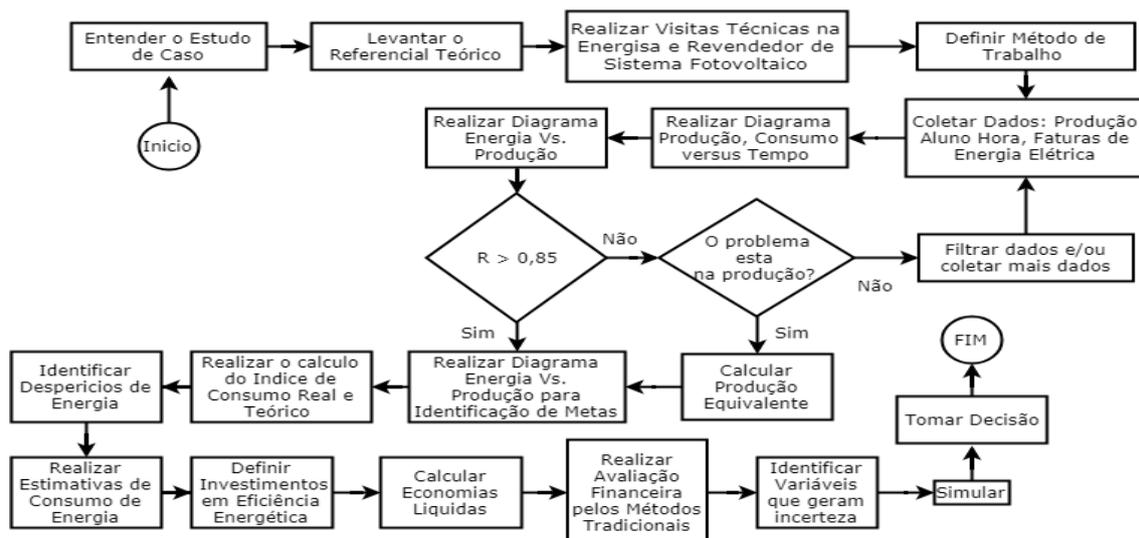
3.1 Método de pesquisa

Trata-se de pesquisa aplicada, quantitativa, descritiva tendo como um procedimento adotado um estudo de caso. Classificação de pesquisa que irá gerar conhecimentos necessários para desenvolver estudo de ordem estratégica, portanto, exigindo uma abertura gerencial para coleta de informações nos registros internos da empresa, no intuito de realizar práticas dirigidas à decisão sobre qual a tecnologia a ser adotada em projetos de EE.

3.2 Método de trabalho

Para desenvolver o estudo de caso há necessidade de desenvolver diagnóstico energético e propor investimentos que melhorem a EE da unidade de análise, a UO SENAI CUIABÁ. A unidade de análise servirá como estudo piloto, servindo de modelo para outras unidades do SENAI existentes no Brasil, que são em número de 448. O planejamento do diagnóstico e análise de dados, com determinação dos investimentos necessários e sua respectiva avaliação realizou-se conforme o fluxograma 3.

Fluxograma 3. Método de Trabalho Artigo 2 – protocolo de análise dos dados



Fonte: Criado pelo Autor (2017)

O estudo de caso foi realizado na UO SENAI CUIABÁ, que está localizada na Avenida XV de Novembro, região estratégica de Cuiabá, e possui a tradição no

atendimento às indústrias nas áreas de alimentos e bebidas, gestão, tecnologia da informação, saúde e segurança no trabalho, têxtil e vestuário. Em seus espaços físicos também sedia uma IES Particular, a FATECSENAI MT. Os seus blocos B, C e D têm seu funcionamento das 07:30 às 11:30, das 13:30 às 17:30, das 18:00 às 22:00, os quais incluem salas de aulas, setores administrativos, pedagógicos, tesouraria, sala dos professores e de reuniões, contando com laboratórios de informática e de alimentos. Verifica-se uma variação de energia de 11500 KW/h a 59108 KW/h, em faturas que perfazem valores de R\$ 10.852,52 a R\$ 51.483,90, já inclusos PIS, COFINS, ICMS e contribuição com a iluminação pública, entre os meses de Janeiro de 2016 a Abril de 2017.

A IES presenciou no ano de 2015 um projeto de inovação na área de eficiência energética, tendo como estudo de caso o alto consumo de seus sistemas de refrigeração, iluminação e computadores em seus 12 laboratórios de informática, contando 600 computadores (uma análise do consumo atual de energia na operação dos laboratórios do Bloco C indicou um consumo mensal de 12.102 KW/h, que equivale a R\$ 11.038,34/mês). O projeto tinha como objetivo desenvolver um Sistema de Gestão de Energia elétrica (SGEE), o qual respeita etapas de planejamento, implementação, execução e melhorias na eficiência energética, considerando a geração fotovoltaica local, conforme estabelece NBR ISO 50001:2011.

Foram utilizados dois softwares integrados, já existentes, o @SketchUp e @Energyplus. O @SketchUp, programa de modelagem computacional favorece a entrada de informações (considerando estudo de sombreamento, melhores componentes construtivos para parede externa, cobertura, janelas e o melhor posicionamento das placas solares, para aproveitamento de incidência da radiação solar) no @Energyplus para realizar um planejamento anual de consumo das cargas de energia da edificação, beneficiando o sistema de refrigeração. Nos resultados dessa simulação apontaram que a geração fotovoltaica, considerando as cargas de energia da edificação, poderia atender 50% do consumo do Bloco C (NAZÁRIO, TEIVE, 2016).

Este projeto aplicado disseminou a cultura e interesse pelo uso da energia solar fotovoltaica na UO SENAI CUIABÁ entre estudantes, professores e gestores no período de 2015. Entretanto, não foram realizados posteriormente estudos estruturados de análise de viabilidade econômico-financeira da adoção de MEE na instituição. Desta forma, visando compreender quais aspectos que influenciam a tomada de decisão sobre

MEE, e como decidir qual matriz energética a ser adotada, será realizado um estudo de caso na UO SENAI CUIABÁ.

As referências Aragón (2011) e Manual da Unidade de Planejamento de Mineração Energética - UPME (2006) contribuíram para os desdobramentos das etapas do método de trabalho, no que diz respeito ao tratamento dos dados, apresentação de resultados estatísticos, financeiros e a identificação, simulação e análise das variáveis de risco. Assim, serão utilizadas ferramentas estatísticas comunicadas pelo UPME (2006), a avaliação financeira será realizada por métodos tradicionais e a análise de risco contará com Simulação de Monte Carlo, realizada no software @RISK.

Houve necessidade de realizar visitas técnicas, em Revendedores de Sistemas Fotovoltaicos e na Energisa, para levantar a forma de orçar projetos, variações percentuais de incertezas em tecnologias (refrigeração e fotovoltaico) na prática operacional, e a sistemática de compensação de energia, comunicada pela ANEEL (2016) no Grupo A de tarifação, ao qual a unidade de estudo pertence. Foi necessária a coleta das faturas de energia e da produção aluno-hora-mês entre os anos de 2014 a 2017, para ser possível analisar o comportamento em épocas de alta e baixa produtividade. Considera-se o consumo de energia (KW/h), e a Produção Aluno Hora (PAH), como indicador de produtividade existente na organização estudada, que evidencia a presença do aluno em horas na sala de aula e em laboratórios. Os dados foram solicitados e atendidos por e-mail e/ou armazenados em dispositivos de memória flash (*pendrive*) pelos setores da Secretaria Escolar e Financeiro. Foram aplicadas quatro ferramentas estatísticas do manual da UPME (2006):

1. Diagrama Energia (E), Produção (P) Vs. Tempo (T)- permite visualizar a variação mensal dos pares de produção aluno hora (PAH) e consumo de energia no tempo, facilita a identificação dos comportamentos mensais típicos e atípicos, e o grau de confiabilidade dos dados. A forma como foram identificados o grau de confiabilidade e os comportamentos típicos e atípicos se apresentam no Quadro 18.

2. Diagrama (E) Vs. (P) para Identificação de Metas - elabora-se um gráfico de dispersão a partir dos pares (P,E) com comportamento típico e boa correlação linear (modelo $E = mP + E_0$ com $R > 0,85$). Caso o coeficiente de correlação $R < 0,85$ haverá necessidade de determinar a produção equivalente (P_{eq}), fórmula também descrita no Quadro 17, para construir novo gráfico de dispersão a partir dos novos pares (P_{eq} , E) e novo modelo ($E = mP_{eq} + E_0$). Este gráfico de dispersão servirá como linha base para estabelecimento da linha meta de consumo de energia. A linha meta de consumo de

energia é realizada através dos pontos de melhor desempenho (pontos abaixo da linha base). A diferença entre o E_0 da linha base e da linha meta vai determinar o potencial de economia de energia não associado ao processo produtivo;

$$E = mP + E_0 \text{ (Eq.2)}$$

Sendo:

E = consumo de energia;

P = produção (Se $R < 0,85$, será substituído por P_{eq});

m = inclinação da linha;

E_0 = Interseção da linha e consumo de energia não associada a produção;

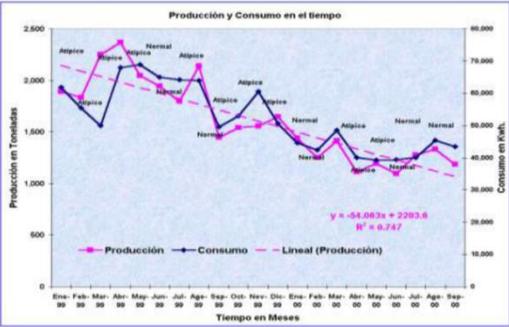
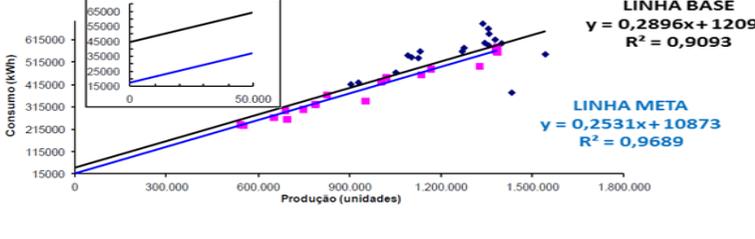
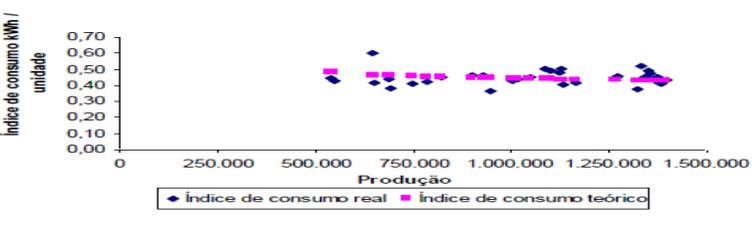
3. Índice de consumo real (ICReal) e teórico (ICTeórico)- Utilizou-se o modelo ($E = mP + E_0$) com $R > 0,85$ para realizar o cálculo do Índice de consumo real (ICReal) e teórico (ICTeórico) de todo período analisado. Após cálculo, realizou-se gráfico de dispersão entre pares P ou P_{eq} x ICTeórico e P ou P_{eq} x ICReal. Os valores de ICReal abaixo da curva do ICTeórico indicaram pontos de melhor eficiência energética, no caso contrário, acima, havia um potencial para diminuir a consumo;

4. Identificação de Desperdícios de Energia - Por meio de estimativas provenientes do mapeamento dos pontos de consumo de energia elétrica, determinou-se 20% dos equipamentos e áreas, usos significativos de energia (USEs) que consomem aproximadamente 80% da energia.

Os investimentos em eficiência energética terão como objetivo solucionar as estimativas de geração energia de 88571 KW/h mês, necessários para cenário de alto consumo de energia elétrica informado por projetista do setor para a UO SENAI CUIABÁ. Para esses investimentos foram calculadas as economias de energia geradas pela diferença entre o consumo de energia atual e o consumo se as medidas forem implantadas. Logo, nesses fluxos de caixa foram deduzidas as despesas e economias correspondentes à operação e manutenção, sendo analisadas as medidas de Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e *PAY BACK* descontado, com uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) conservadora de 20%.

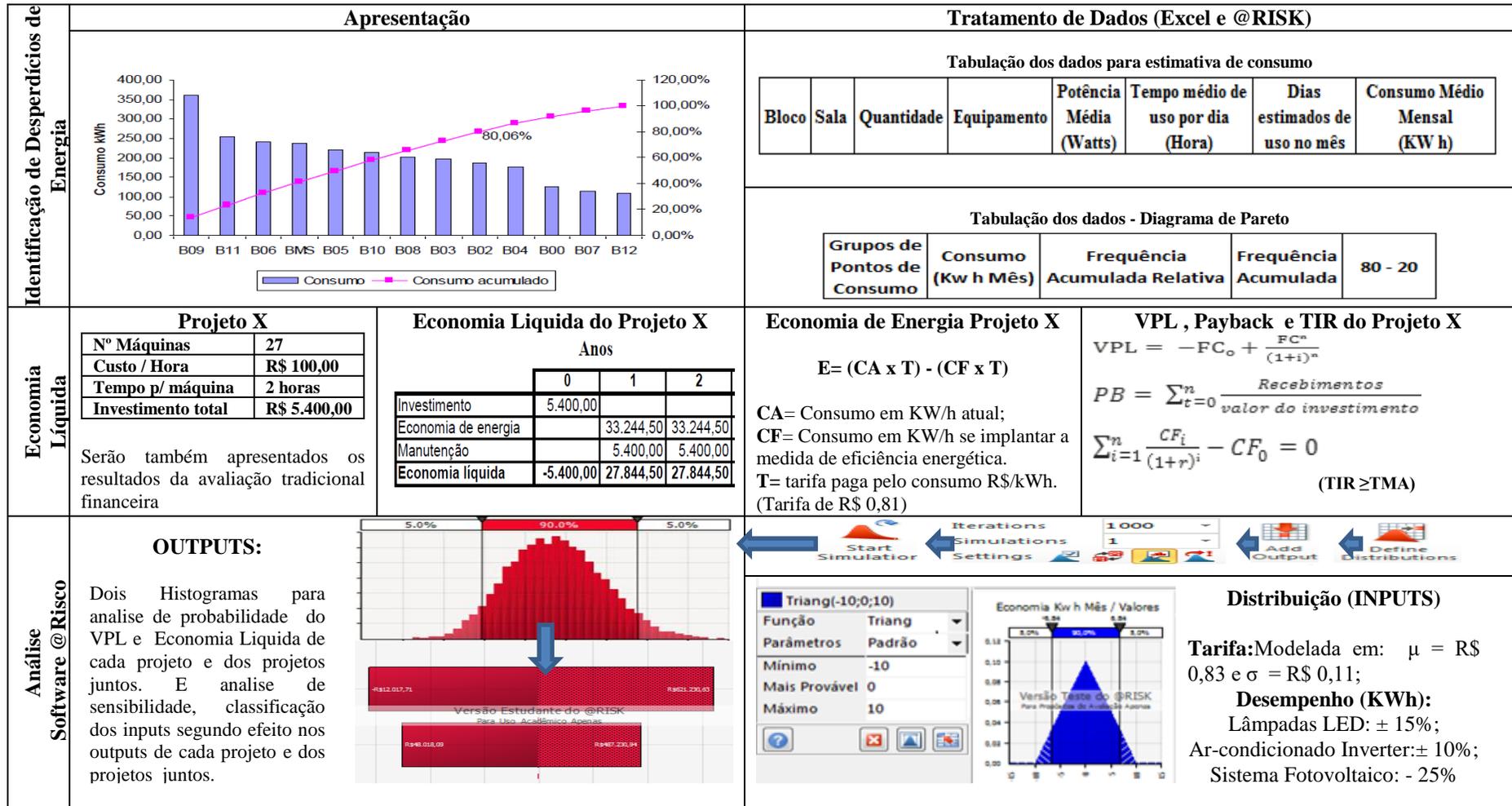
Nas variáveis de incerteza para os investimentos propostos serão considerados: o preço de energia, desempenho dos equipamentos e clima (JACKSON, 2008). Considerou-se a distribuição de probabilidade triangular para as variáveis de incerteza, e simulação de 1000 iterações (Simulação de Monte Carlo) no software @RISK®. Na análise foram usados como outputs no sistema as Economias Líquidas de Energia e o Valor Presente Líquido (VPL) obtidos pelos investimentos em eficiência energética. Os quadros 18 e 19 relatam como serão tratados e apresentados os dados:

Quadro 18. Tratamento e Apresentação de dados 1

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Diagrama E-P Vs. T</p>	<p style="text-align: center;">Apresentação</p>  <p>O grau de confiabilidade será classificado de acordo com a quantidade % de pares típicos identificados:</p> <table border="1" data-bbox="840 486 1041 662"> <thead> <tr> <th>Porcentagem de confiabilidade %</th> <th>Classificação</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100 - 95</td> <td>Boa</td> </tr> <tr> <td>95 - 80</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td><80</td> <td>Deficiente</td> </tr> </tbody> </table>	Porcentagem de confiabilidade %	Classificação	100 - 95	Boa	95 - 80	Regular	<80	Deficiente	<p style="text-align: center;">Tratamento de Dados (Excel)</p> <p style="text-align: center;">Tabulação dos dados</p> <table border="1" data-bbox="1093 359 1590 422"> <thead> <tr> <th>Período</th> <th>Produção</th> <th>%Produção</th> <th>Consumo</th> <th>%Consumo</th> <th>Comportamento</th> </tr> </thead> </table> <p style="text-align: center;">Varição % (P) Produção</p> $\left[\frac{\text{Produção Aluno Hora Atual}}{\text{Produção Aluno Hora Anterior}} - 1 \right] * 100$ <p style="text-align: center;">Varição % (E) Consumo</p> $\left[\frac{\text{Consumo Energia Atual}}{\text{Consumo Energia Anterior}} - 1 \right] * 100$ <p>Os comportamentos atípicos são aqueles pares (produção x consumo) que não possuem o mesmo comportamento da variação do crescimento ou diminuição, e demasiadamente desproporcionais percentualmente, entre si. E quando esses pares tivessem o mesmo comportamento da variação, a diferença entre a razão da variação entre o consumo de energia elétrica e PAH, não poderia ultrapassar a 25,5% p/ serem considerados como Comportamento Típico.</p>	Período	Produção	%Produção	Consumo	%Consumo	Comportamento
	Porcentagem de confiabilidade %	Classificação														
100 - 95	Boa															
95 - 80	Regular															
<80	Deficiente															
Período	Produção	%Produção	Consumo	%Consumo	Comportamento											
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Identificação de metas</p>	 <p>LINHA BASE $y = 0,2896x + 12097$ $R^2 = 0,9093$</p> <p>LINHA META $y = 0,2531x + 10873$ $R^2 = 0,9689$</p>	<p style="text-align: center;">Tabulação dos dados</p> <table border="1" data-bbox="1093 710 1590 798"> <thead> <tr> <th>Período</th> <th>Produção Aluno Hora</th> <th>Fator de conversão</th> <th>Produção Equivalente</th> <th>Consumo de Energia</th> </tr> </thead> </table> <p>Interpretação: Potencial de economia em 1224 Kw h mês (12097 - 10873), relativos a consumo de energia não associadas ao processo produtivo, resultariam em 29376 KW/h anuais de economia.</p> <p style="text-align: center;">Produção Equivalente</p> $\sum U_i * F_i$ <p>U_i = produção aluno hora mensal F_i = fator de conversão energético</p> <p style="text-align: center;">Fator de Conversão</p> $F_i = \frac{C_i}{C_{base}}$ <p>C_i = consumo de energia mensal C_{base} = consumo de energia da maior produção mensal</p>	Período	Produção Aluno Hora	Fator de conversão	Produção Equivalente	Consumo de Energia									
Período	Produção Aluno Hora	Fator de conversão	Produção Equivalente	Consumo de Energia												
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Índice IC Real e IC Teórico</p>	 <p>Índice de consumo kWh / unidade</p> <p>Produção</p> <p>◆ Índice de consumo real ■ Índice de consumo teórico</p>	<p style="text-align: center;">Tabulação dos dados</p> <table border="1" data-bbox="1093 981 1982 1085"> <thead> <tr> <th>Período</th> <th>Produção Aluno Hora</th> <th>Fator de Conversão</th> <th>Produção equivalente aluno hora (P eq)</th> <th>Consumo (C kWh)</th> <th>ICReal (C kWh / P eq)</th> <th>Cteórico (Ct) E = m.Peq + Eo com R² > 0,85</th> <th>ICteórico (Ct/P eq)</th> </tr> </thead> </table> <p>A interpretação é realizada na seguinte lógica: A medida que a produção diminua, o peso relativo ao consumo de energia não relacionado a produção aumenta, estes seriam os pontos críticos. É aplicado o modelo (E=m.Peq+E0 com R>0,85) encontrado na linha base da identificação de metas, para encontrar o Consumo Teórico (Cteórico).</p>	Período	Produção Aluno Hora	Fator de Conversão	Produção equivalente aluno hora (P eq)	Consumo (C kWh)	ICReal (C kWh / P eq)	Cteórico (Ct) E = m.Peq + Eo com R² > 0,85	ICteórico (Ct/P eq)						
Período	Produção Aluno Hora	Fator de Conversão	Produção equivalente aluno hora (P eq)	Consumo (C kWh)	ICReal (C kWh / P eq)	Cteórico (Ct) E = m.Peq + Eo com R² > 0,85	ICteórico (Ct/P eq)									

Fonte: Adaptado de Aragón (2011) e UPME (2006)

Quadro 19. Tratamento e Apresentação de dados 2



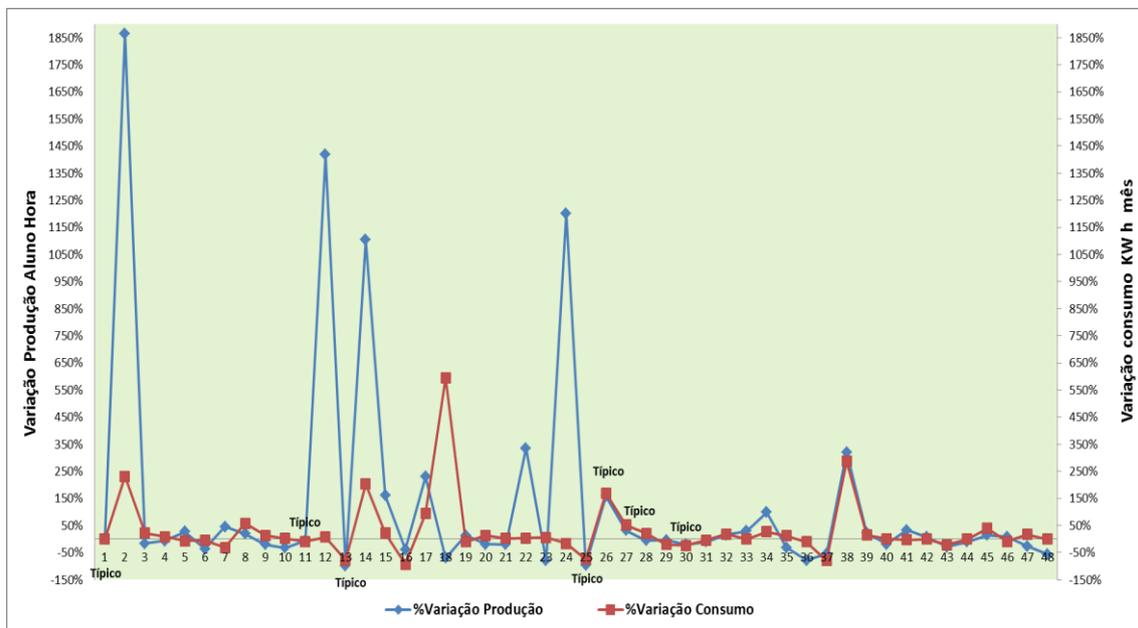
Fonte: Adaptado de Aragón (2011), UPME (2006), Júnior, Torres (2013), @RISK 7.5

Levou-se em conta como inputs para avaliar o risco de investimentos o desempenho e o intervalo de variação em \pm KW/h. Para lâmpadas adotou-se variação comunicada por Jackson (2008). Em sistemas fotovoltaicos e de refrigeração adotará variações comunicadas por projetista do setor. A tarifa de energia será modelada em uma distribuição normal com média (μ) e desvio padrão (σ), entre os dados históricos dos anos de 2014 a 2017.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A coleta de dados para realizar o diagnóstico energético foi realizada entre os anos de 2016 a 2018. Foram realizadas visitas técnicas e levantamento de dados históricos como produção aluno-hora e faturas de energia elétrica. Os dados relativos aos registros mensais do consumo de energia e produção-aluno hora entre os anos de 2014 a 2017 (Apêndice B) foram usados para demonstrar a variação do consumo de energia em relação à variação da produção-aluno-hora, conforme sugere a UPME (2006) por meio do diagrama apresentado no quadro 20.

Quadro 20. Diagrama Produção, Consumo mensal no período de 2014 – 2017



Fonte: Criado pelo autor (2017)

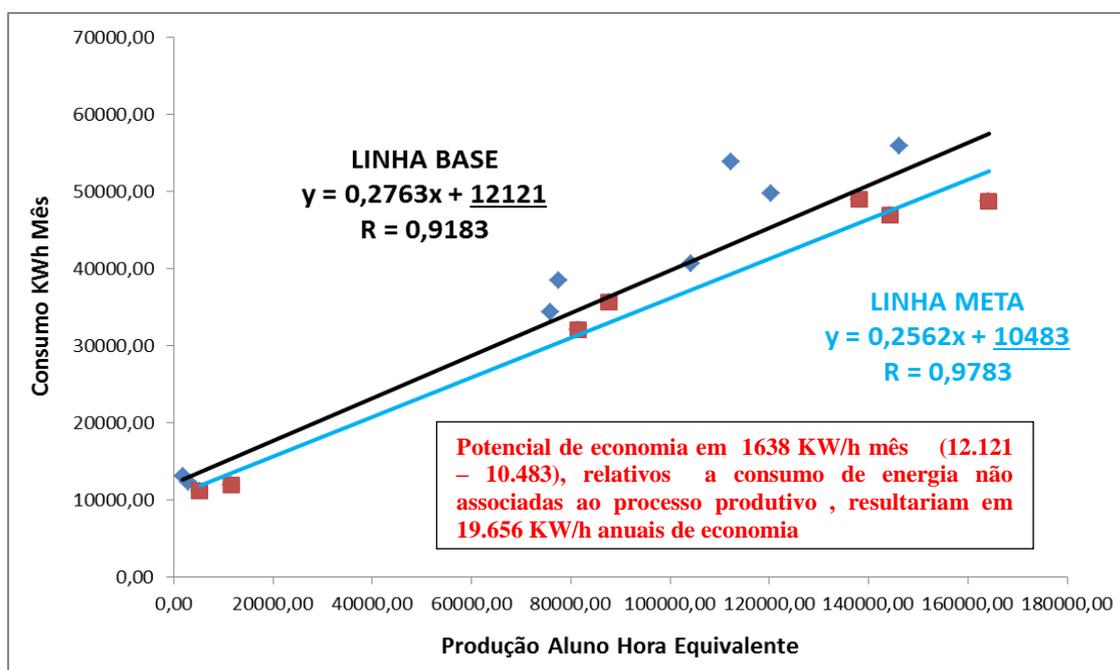
Os comportamentos dessas variações caracterizam-se como confiabilidade deficiente (Típicos: 33,33%; Atípicos: 66,67%) em decorrência dos 24 primeiros meses (2014 e 2015). Os comportamentos atípicos se relacionam à produção que ocorre fora

das instalações da UO SENAI CUIABÁ, incluindo visitas técnicas, cursos em empresas (*in company*) e em outros municípios circunvizinhos a Cuiabá, MT, como CRAS (Centro de Referência da Assistência Social).

Observa-se que o auge de produção ocorreu entre os anos de 2014 e 2015, devido ao Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego – PRONATEC. Excluindo-se os valores atípicos, os pares de produção e consumo de energia com comportamentos típicos foram usados para identificar o modelo de variação média de consumo em relação à produção de $E = 0,2269.P + 8215,2$. Porém, este modelo possui $R = 0,7669$, inferior a 0,85 (Apêndice C).

Assim, determinou-se a produção equivalente a todo período analisado, obtendo modelo de $E = 0,2763.P_{eq} + 12121$ com $R = 0,9183$. Modelo, o qual serviu como linha base, onde seus pontos de melhor desempenho energético (abaixo desta linha base) servem para determinar da linha meta de consumo de energia, apresentado no quadro 21. O espaço entre linha de base e a linha meta representa oportunidade de economia em consumo de energia.

Quadro 21. Identificação de Metas de Energia



Fonte: Criado pelo autor (2017)

Deste modo, as potenciais economias de energia da UO SENAI CUIABÁ são de 1.638KW/h por mês, que significa reduzir em 86,49% o consumo de energia não associado à produção. De acordo com Aragón (2011) é neste consumo que se podem

concentrar esforços para determinar os investimentos em medidas de eficiência energética necessários para atingir este potencial de economia.

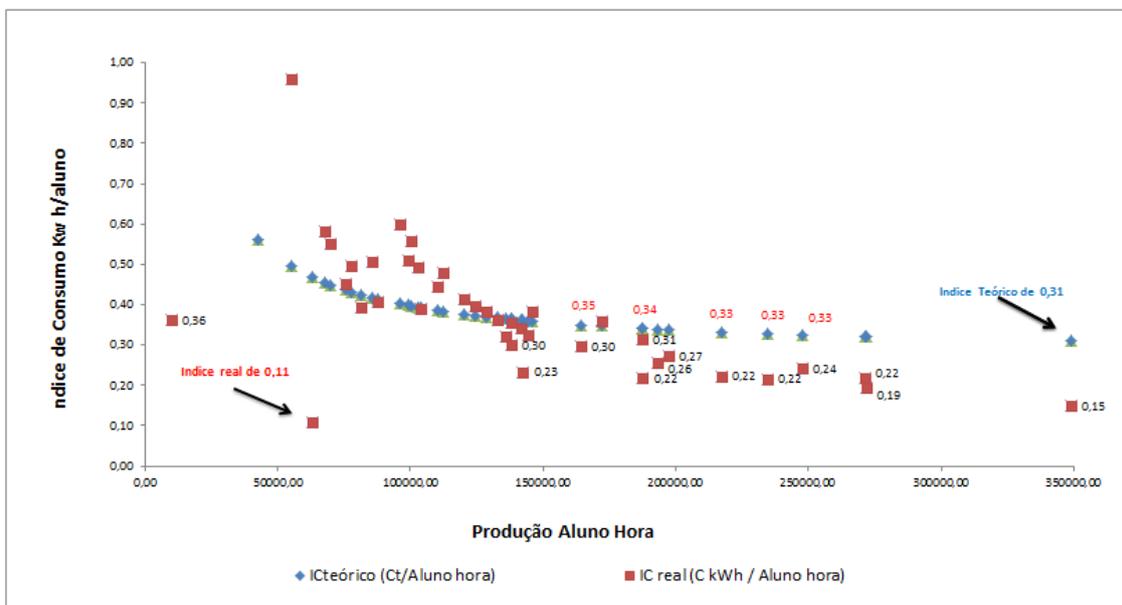
Resultam em 19.656 KW/h anuais de economia. O modelo da linha meta é $E = 0,2562.Peq + 10483e$ seu coeficiente de correlação é de $R = 0,9783$, maior que o obtido na linha base, o que significa que as variáveis produção e consumo estreitam ainda mais sua relação.

A partir dos índices de consumos reais e teóricos (Apêndice D), apresentados no quadro 22, é possível observar que há pontos de operações eficientes, abaixo da linha de consumo teórico, e pontos de operações ineficientes, acima da mesma linha, mas que representam um potencial de diminuição do índice de consumo.

Segundo Aragón (2011) os pontos de operação ineficientes ocorrem porque à medida que a produção diminui, é possível que o consumo de energia também comporte desta forma, mas, o peso relativo ao consumo de energia não relacionado à produção, ou seja, dos setores correspondentes ao processo de apoio, aumentam.

Assim, quando a produção é baixa, o índice de consumo aparentemente aumenta. Quanto maior PAH, menor e melhor o índice, uma vez que rateia o consumo fixo de energia em uma maior produtividade.

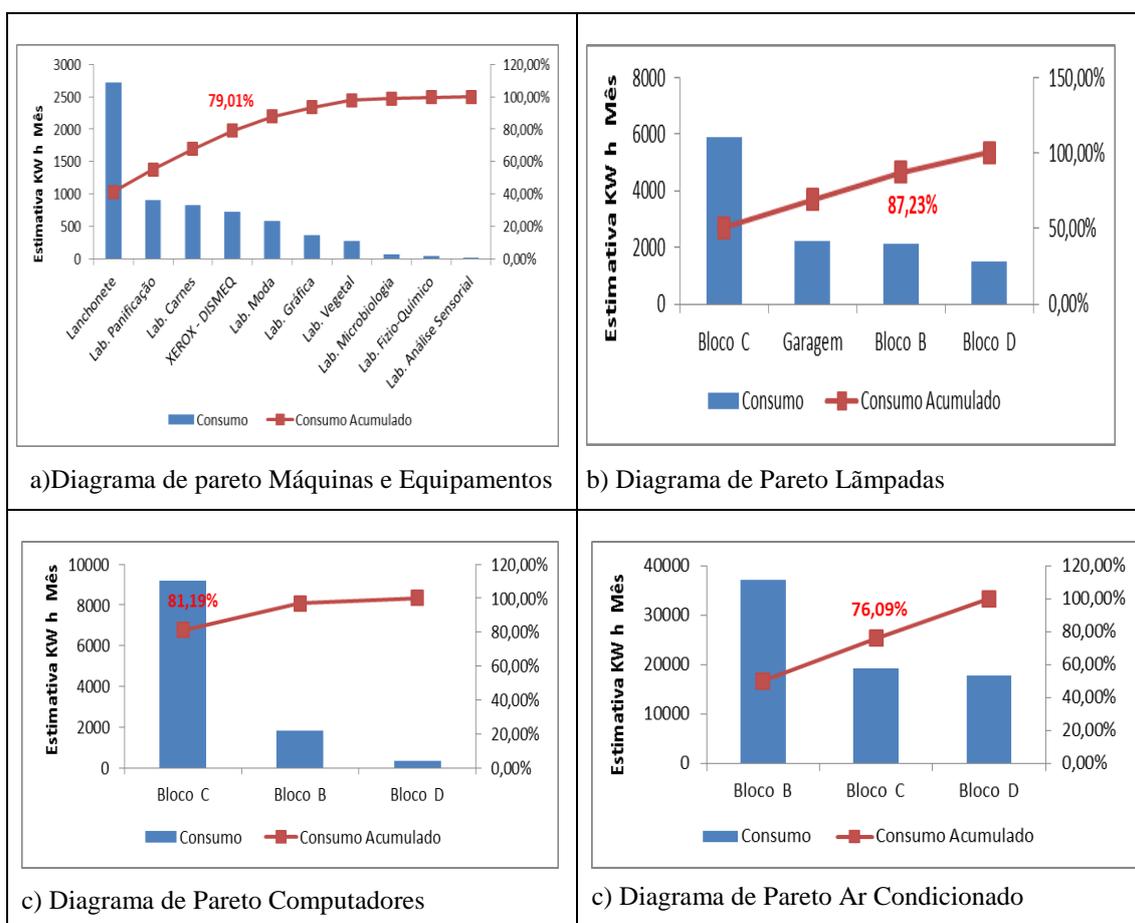
Quadro 22. Índice de Consumo Real e Teórico da UO do SENAI CUIABÁ



Fonte: Criado pelo autor (2017)

Mas, a organização possui 127 aparelhos de ar condicionado (modelos antigos que ainda não dispunham da tecnologia *inverter*), em sua grande parte (57,97%) com potencia média de 3900 watts, com maior frequência de uso no bloco B (50,12 %). A UO Senai Cuiabá contempla 2665 lâmpadas fluorescentes de 1,20 m (40 watts), mais presentes no bloco C (50,23%). E 641 computadores, sendo 62,26% com 185 watts de potência, e maior consumo energético presente no bloco C (81,19%). O quadro 23 descreve o mapeamento dos pontos de consumo de energia elétrica:

Quadro 23. Diagrama de Pareto de áreas de consumo de energia da UO do SENAI CUIABÁ

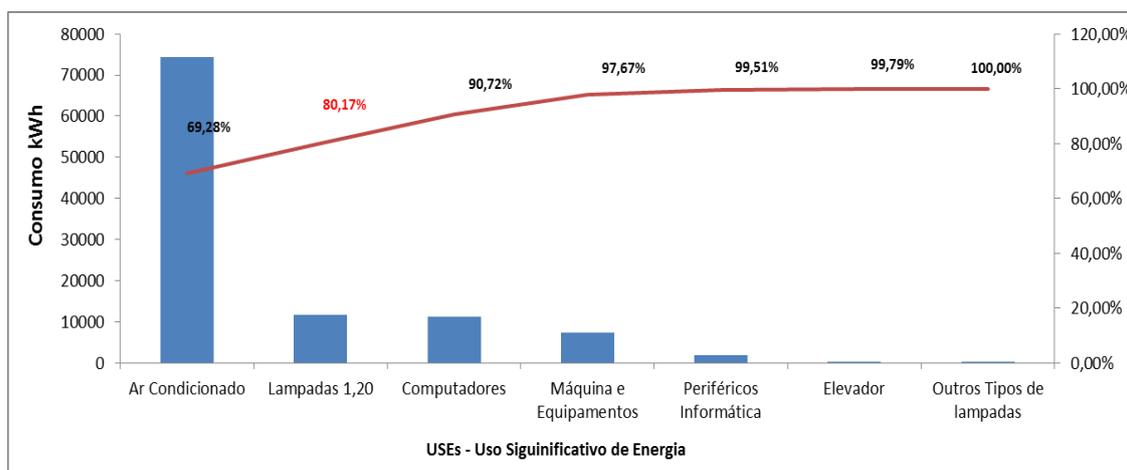


Fonte: Criado pelo autor (2017)

Há uma maior frequência de uso de máquinas e equipamentos na lanchonete, laboratório de panificação e carnes e nas atividades dexterox da empresa tercerizada Dismeq. A lanchonete consome 2712,80 KW/h mês no bloco B e atende clientes e colaboradores nos períodos vespertino, matutino e noturno, até as 22:00 horas. Representa 41,39% do consumo de maquinas e equipamentos da UO SENAI CUIABA.

Os laboratórios de panificação e carnes, e as atividades de xerox representam 37,62% do consumo de máquinas e equipamentos da UO SENAI CUIABA. O laboratório de panificação está localizado no bloco C e consome 906,59 KW h mês. O laboratório de carnes consome 826,84 KW/h mês no bloco B. As atividades de xerox consomem 732,60 KW/h mês no bloco B. Informações provenientes dos Apêndices E e F, as quais refletem nos usos significativos de energia (USEs) no diagrama de Pareto do quadro 24 do diagnóstico energético da UO SENAI CUIABÁ:

Quadro 24. Diagrama de Pareto – Identificação de desperdícios



Fonte: Criado pelo autor (2017)

As quatro ferramentas da UPME apresentadas nos quadros 21, 22, 23 e 24 relacionam as atividades de controle e gestão que fomentam o uso consciente de energia, logo são consideradas como medidas em eficiência energética relacionadas ao comportamento humano, comunicadas por Jafari, Valentin (2017) e MA, et al., (2012).

Estima-se 88.571,43 KW/h mês para as necessidades de alto consumo mensal de energia elétrica para a unidade de estudo (Apêndice G). Assim, há necessidade de propor projetos/medidas em EE, como a adoção de lâmpadas LED (projeto A), instalação de ar condicionado inverter (projeto B) e implantação de sistemas fotovoltaicos ligados à rede de energia da concessionária (projeto C). Os projetos A e B no quadro 16 são pertinentes, pois lâmpadas LED de 16 w de 1,20 m proporcionam uma economia mensal no consumo de energia de 5640,94 KW/h, em relação às lâmpadas fluorescentes de 40w de 1,20 m, totalizando uma economia anual de energia de R\$ 54.829,00.

E a tecnologia Inverter, totalmente diferente do ar condicionado convencional, faz com que o compressor nunca precise ser desligado, desta forma os picos de voltagem não ocorrem. Aparelhos inverter consomem cerca de 40% a 60% menos energia do que o ar condicionado convencional, logo, estima-se uma economia mensal no consumo de energia de 21764,69 KW/h, o qual proporciona uma economia anual de energia de R\$ 211.552,80 para esta MEE.

A troca das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED de 16w, do ar condicionado convencional por ar condicionado de tecnologia inverter relacionam-se a medidas para redução de carga comunicadas por Diakaki, Grigoroudis, Kolokotsa, (2008), uma vez que se caracteriza pela substituição por modelos de melhor EE de eletrodomésticos e iluminação.

Também, a troca do ar condicionado convencional pelo ar condicionado de tecnologia *inverter* relacionam-se a medidas de melhoria do conforto do ambiente do edifício propostos por Kolokotsa, et al., (2001), pois nesta situação ocorre melhoria da refrigeração.

Quadro 25. Projetos em eficiência energética

Projeto A – Lâmpadas 1,20 Led 16 w		Projeto C – Sistema Fotovoltaico ligado a Rede de Energia	
Número de Lâmpadas	2665	Assinatura do Contrato	R\$ 267.803,85
Preço Unitário + Reator	R\$ 45,00	Projeto + Equipamentos + Instalação	R\$ 1.428.287,20
Custo MO (Hora)	R\$ 15,00	Investimento Total	R\$ 1.696.091,05
Lâmpadas Instaladas p/hora	10		
Investimento Total	R\$ 123.922,50		

Projeto B – Projeto B – Ar Condicionado Inverter	
Números de Ar condicionado Cassete (teto)	52
Números de Ar condicionado (Parede)	72
Preço Unitário Ar Condicionado Split Inverter Eco 12000 BTUs 220 v	R\$ 2.200,00
Preço Unitário Ar Condicionado Cassete Inverter Fujitsu 17 000 BTUs 220 v	R\$ 8.400,00
Custo MO / Ar condicionado Cassete	R\$ 800,00
Custo MO / Ar Condicionado parede	R\$ 450,00
Investimento Total	R\$ 669.200,00

Fonte: Criado pelo autor (2017)

Por fim, por meio do Projeto C comunicado no quadro 25, realizar-se-ia a implantação de placas solares, que foi projetada para economizar o restante das necessidades de consumo de energia, e ocupará uma área de 3.218,46 m² (Apêndice D). Estima-se uma economia mensal no consumo de energia de 63324,37KW/h, o qual proporcionará uma economia anual de energia de R\$ 479.432,89 para esta medida em EE.

Noorçamento presente no Apêndice Hestão presentes componentes do Sistema FV comunicados por Souza (2016). Haverá necessidade de solicitar aumento da demanda contratada de 300 KVA para 530 KVA à concessionária de energia, devido possibilidade de geração de energia elétrica, a qual serão injetadas na rede.

De acordo com a ANEEL (2016) o crédito de energia excedente pode ser compensado em até 60 meses, e pode ser utilizado, rateado entre unidades consumidoras da matriz e de outras filiais presentes no Estado de Mato Grosso. Esta última medida relaciona-se a adoção de tecnologia de energia renovável, oriundas de sistemas fotovoltaicos ligados à rede de energia da concessionária comunicada por Jafari, Valentin (2017).

Associa-se a esta adoção de tecnologia de energia renovável como medidas de controle o uso de gerenciamento de energia inteligente proposto por Kolokotsa, et al., (2005). Pois, em seu orçamento apresentado existe um sistema de monitoramento da geração diária de energia em tempo real, controlado através de website e smartphones.

Projetam-se para as três MEE despesas anuais de manutenção, tais como, calibração de gás do ar condicionado, troca de lâmpadas, manutenção dos circuitos elétricos e dos componentes de sistemas fotovoltaicos danificados por questões de temperatura, umidade e tempo de uso. Assim, foram subtraídas das economias anuais de energia (Projeto A: R\$ 54.829,00; Projeto B: R\$ 211.552,80; Projeto C: R\$ 479.432,89) as despesas anuais de manutenções de R\$ 11.992,50 para o Projeto A, R\$25.800,00 para o Projeto B, e R\$19.200,00 para Projeto C.

Associam-se a essas atividades de manutenção, no caso da UO do SENAI CUIABÁ implantar projetos A, B e C, MEE relacionadas ao comportamento humano citadas por Jafari, Valentin, (2017), pois há necessidade de manter um bom funcionamento dos equipamentos instalados para o alcance de economias de energia.

Balfour, Shaw, Nasch (2016) enfatizam que os Sistemas FV projetados e instalados adequadamente têm custos de O&M baixos e possuem maior eficiência em altitudes elevadas para gerar eletricidade (melhor rendimento na transformação da energia solar em elétrica), assim precisam ser instaladas nos telhados.

As despesas da demanda contratada de energia elétrica fora da ponta (consumo excedido, ou não consumido da demanda contratada da concessionária de energia, para todos os horários, menos para os períodos diários das 18:00 as 21:00) e taxas provenientes para a iluminação pública não se beneficiam do sistema de compensação de energia elétrica gerada pelos sistemas fotovoltaicos.

Os tributos PIS, ICMS e COFINS são subtraídos das economias anuais de energiado Projeto C. O Estado de Mato Grosso aderiu ao Convênio ICMS 16/2015, assim o ICMS incide somente sobre a diferença entre a energia consumida e a energia injetada na rede no mês, e o PIS e o COFINS incide apenas sobre a diferença positiva entre a energia consumida e a energia gerada, conforme orienta a ANEEL (2016).

Assim, foram também subtraídas das economias anuais de energia do Projeto C as despesas da demanda contratada de R\$ 59,389,92 /ano, da Iluminação Publica de R\$ 1.710,60/ano, e os tributos do PIS, ICMS, COFINS no total de R\$8.580,48/ano. Desta forma, todas as despesas subtraídas das economias anuais de energia dos três projetos resultaram em economias líquidas anuais de R\$ 42.837,40 para o Projeto A, R\$ 185.752,80 para o Projeto B, e R\$407.712,86 para o Projeto C.

Como Härus (2006) defende em sua publicações investimentos em medidas em MEE alinham-se como partes do processo de tomada de decisão sobre o orçamento de capital, serão utilizadas os métodos de análise econômicas VPL, TIR e PAYBACK descontado.

Logo, estas análises econômicas serão calculadas em 04 fluxos de caixas. Os investimentos totais de cada projeto, presentes no primeiro ano, serão deduzidos de suas economias líquidas a partir do segundo ano. As análises dos projetos A,B e C foram realizadas em fluxos de caixa com um horizonte de 22 anos. Assim, perante os calculos de economia líquida dos três projetos se faz a seguinte avaliação econômica pelos metodos tradicionais no Quadro 26:

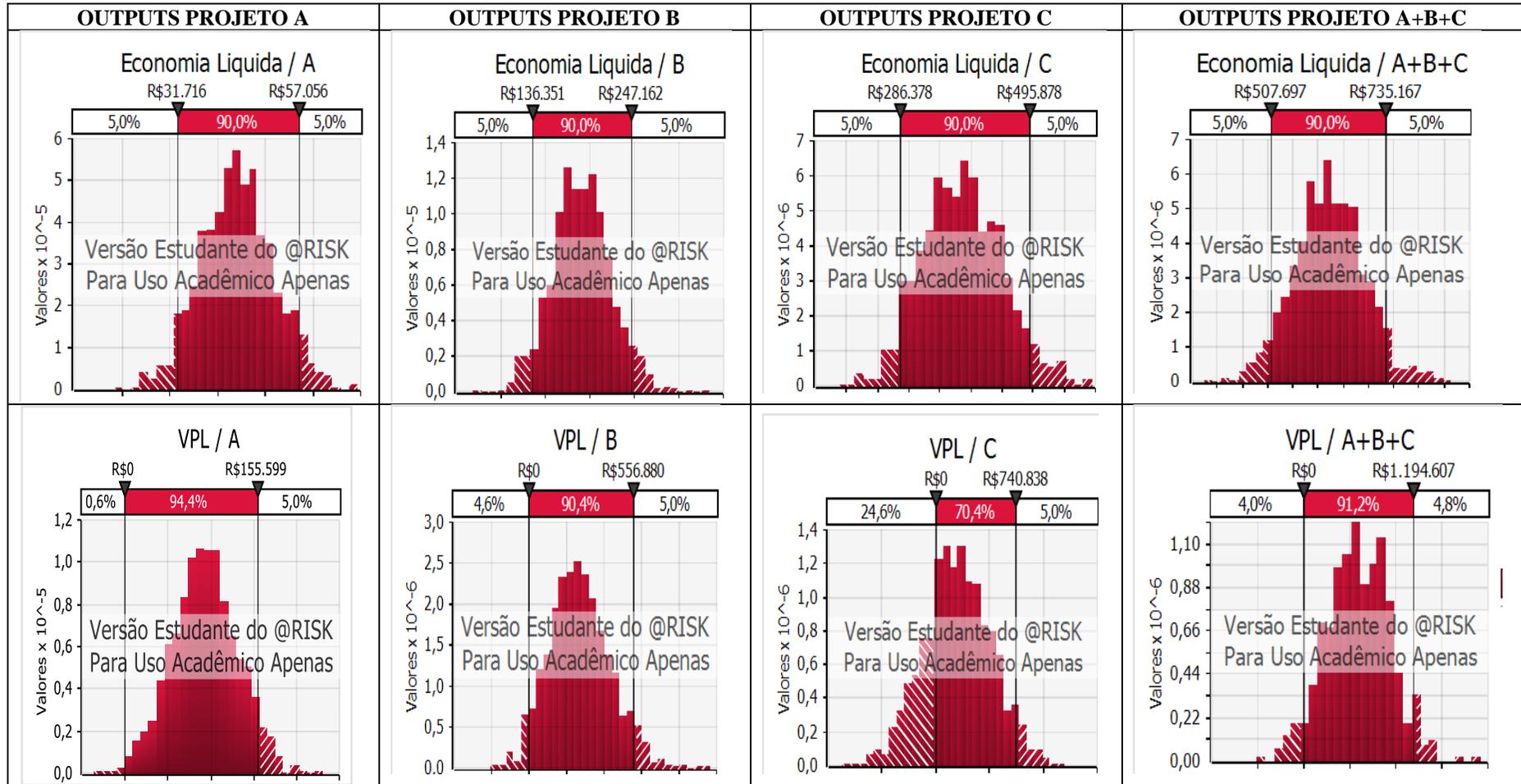
Quadro 26. Avaliação Financeira Tradicional

Projeto	A	B	C	A+B+C
Investimento	R\$ 123.922,50	R\$ 669.200,00	R\$ 1.696.091,05	R\$ 2.489.213,55
Economia Líquida	R\$ 42.837,45	R\$ 185.752,82	R\$ 407.712,77	R\$ 636.303,04
VPL	R\$ 86.384,97	R\$ 242.740,53	R\$ 305.546,41	R\$ 634.671,91
Payback Descontado / ANOS	6,76	8,99	21,42	10,39
TIR	34,52%	27,63%	23,82%	22,92%

Fonte: Criado pelo autor (2017)

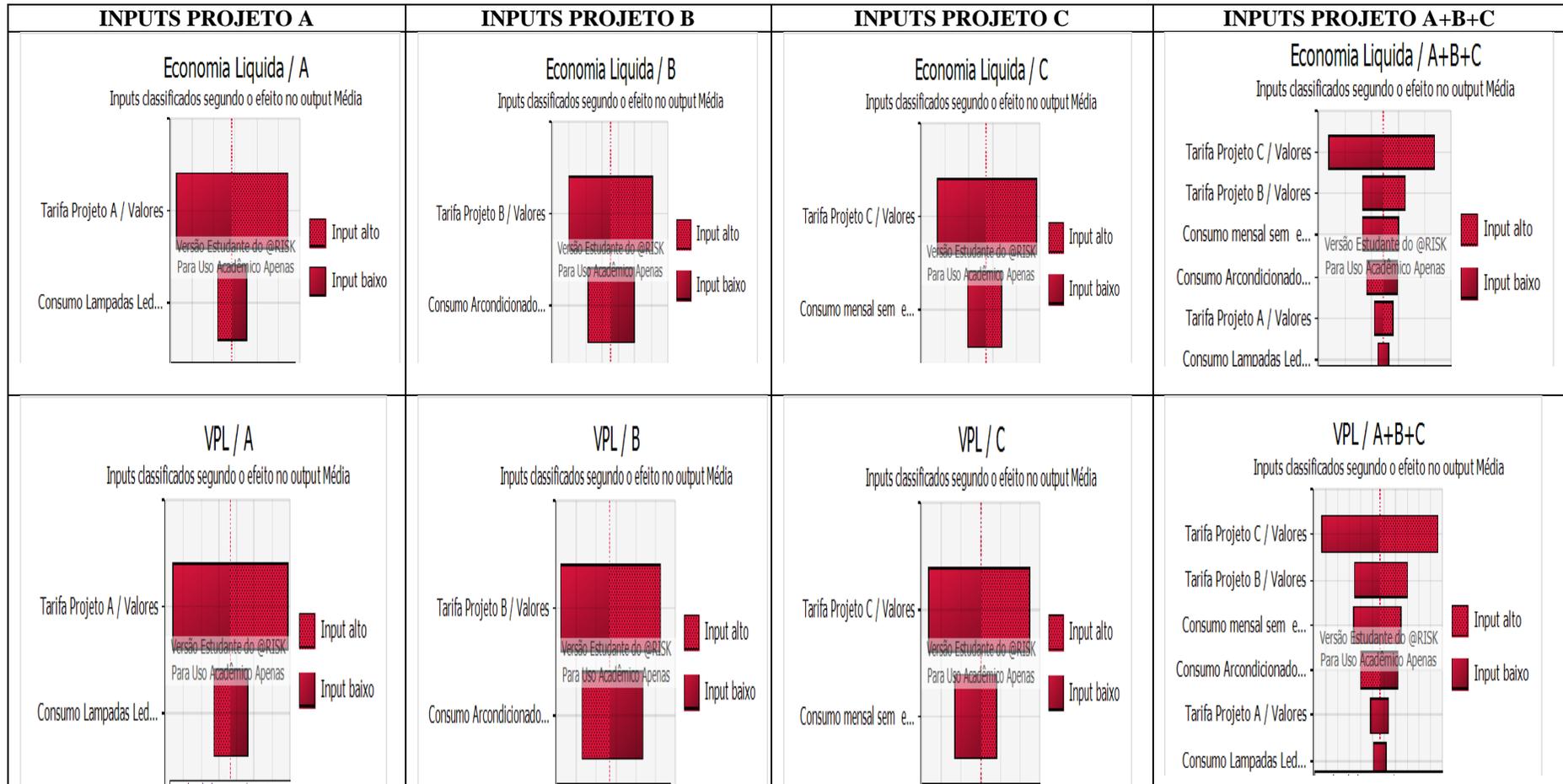
Através da avaliação financeira tradicional, observa-se $TIR > TMA$ e VPL positivo em todos os casos. No entanto, a combinação dos três projetos (A+B+C) resulta em um Pay Back descontado, que seria de 10,39 anos, mas com um VPL positivo, superior de R\$ 634.671,91. Levando-se em consideração na análise as variáveis de incerteza do preço de energia, desempenho dos equipamentos e clima propostos por Jackson (2008) chega-se ao resultado apresentado no quadro 27 e 28.

Quadro 27. Avaliação @RISCK para Economias Líquidas e VPL



Fonte: Realizado pelo autor (2017) no Software @RISCK 7.5

Quadro 28. Análise de Sensibilidade @RISCK – Classificação Inputs segundo efeito das Economias Líquidas e VPL



Fonte: Realizado pelo autor (2017) no Software @RISCK 7.5

Foram realizadas 1000 iterações (Simulação de Monte Carlo) no Software @RISK 7.5 para obter os resultados, das Economias Líquidas de Energia e o Valor Presente Líquido (VPL) obtidos para os três projetos em eficiência energética, considerando-se uma distribuição de probabilidade triangular dessas variáveis de incerteza, pois não se tem dados históricos desses outputs, é a primeira vez que está sendo realizada.

Deste modo, definiu-se para o projeto A variações de desempenho ($\pm 15\%$;) onde mínimo = 2711,70 KW/h, máximo = 3668,77 KW/h e valor mais provável = 3190,23 KW/h. Para o Projeto B ($\pm 10\%$;), mínimo = 36378,13 KW/h, máximo = 44462,15 KW/h e valor mais provável = 40420,14 KW/h, e Projeto C (-25% ;) : mínimo = 47493,28 KW/h, com valor mais provável = 63324,37 KW/h.

A tarifa de energia foi modelada em uma distribuição normal, pois possuem dados históricos tarifários mensais dos anos entre os anos de 2014 a 2017, com tendência estacionária na tarifa de energia elétrica. Desta forma, obteve-se média (μ) de R\$ 0,83 e desvio padrão (σ) de R\$ 0,11 no Software @RISK 7.5, para a realização da modelagem.

Segundo os resultados apresentados no quadro 27, existe 90% de probabilidade de se obter economias líquidas entre R\$ 31.716,00 e R\$ 57.056,00 e 99,4% de probabilidade de assimilar VPL positivo, entre , e 0,6% de probabilidade de ter um VPL negativo, caso se implemente o Projeto A, correspondente à troca das lâmpadas fluorescentes de 40 w por lâmpadas LED de 16 w de 1,20 m.

Para o caso do Projeto B correspondente à troca do ar condicionado convencional pela tecnologia inverter. Existe 90% de probabilidade de obter economias líquidas entre R\$ 136.351,00 e R\$ 247.162,00, 95,4 % de probabilidade de assimilar um VPL positivo, e 4,6% de obter um VPL negativo.

Para o Projeto C, Sistemas Fotovoltaicos ligados a rede de energia elétrica, há probabilidade de 90% de se obter de obter economias líquidas entre R\$ 286.378,00 e R\$ 495.878,00. Possui 75,4% de probabilidade de assimilar um VPL positivo, e 24,6% de probabilidade de obter um VPL negativo.

Caso forem implantados os três projetos (A+B+C), há 90 % de probabilidade de se obter economias líquidas entre R\$ 507.697,00 e R\$ 735.167,00, com 96 % de probabilidade de obter VPL positivo, e apenas 4,0 % de probabilidade de assimilar VPL negativo.

Tratando-se de uma análise de sensibilidade (quadro 28), individual, de cada projeto, presente, o input da tarifa de energia foi classificado com o maior efeito para os outputs das Economias Líquidas e VPL dos projetos A, B e C. E caso adote os três projetos (A+B+C), esta situação se repete, exceto para o Projeto A, onde o *input* do consumo de energia foi aquele classificado com o maior efeito para os outputs das Economias Líquidas e VPL, sendo que para os projetos B e C os outputs VPL e das economias líquidas, tiveram tarifa de energia como input com maior efeito, sendo ainda mais elevado no Projeto C.

Ao analisar os resultados, outputs, das economias líquidas e VPL apresentados pelo @RISK 7.5, os quais levaram em conta as variáveis de incerteza do preço de energia, desempenho dos equipamentos e clima propostos por Jackson (2008), verifica-se que se obtém maior economia líquida e maiores probabilidades de obter maiores VPL positivos se forem implantados os três projetos, porém tendo a tarifa de energia como input de maior efeito no Projeto C.

Os sistemas fotovoltaicos têm custo de aquisição e instalação elevado, no entanto, recuperam-se no período de 21,42 anos com a economia de energia, resultado de avaliação financeira em discordância ao que Shaw, Nasch (2016) comunicaram (prazo de 5 a 10 anos para retorno do investimento). Mas, com a adoção dos projetos A, B e C consegue-se melhor prazo de retorno (10,39 anos) e melhor probabilidade de maior VPL positivo.

5. CONCLUSÃO

Ao analisar as medidas do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e PAY BACK descontado, verificou-se $TIR > TMA$ (20%) e VPL positivo em todos os casos. Porém com melhor viabilidade econômica se adotar os três projetos em EE (A+B+C).

Mas, ao verificar a análise de risco realizado através do software @RISK verificou-se probabilidade de VPL negativo nos projetos B, C e A+B+C. Porém, com melhores probabilidades de se obter maior economia líquida, e menores riscos em ter VPL negativo, se forem implantados os três projetos.

A tarifa de energia foi o input com maior efeito na maioria dos casos, sendo ainda mais elevado no Projeto C. Logo, há necessidade de monitorar as intervenções

políticas que afetam a variação da tarifa de energia elétrica, pois se essas diminuïrem, podem diminuir as economias líquidas, aumentar o tempo de *PAYBACK* e de maiores probabilidades em se obter VPL negativo, inviabilizando economicamente projetos de EE.

Tais resultados estimulam os gestores da instituição estudada a adotarem os 03 projetos de EE apresentados. E depois de implantadas, necessitará de controle e gestão através das ferramentas da UPME, e da manutenção das tecnologias adotadas, para assegurar a eficiência energética planejada. Medidas comportamentais que podem ser apontadas como estudos futuros na UO SENAI CUIABÁ.

Pois, ao monitorar o desempenho energético através das ferramentas estatísticas da UPME, poderá verificar se houve ou não melhoria no novo diagnóstico energético e verificar se haverá novas oportunidades de projetos em EE, situação, que irá favorecer novos aprofundamentos científicos, e despontar ainda mais esta instituição de educação profissional como espaço estratégico para difundir mais medidas de eficiência energética para a sociedade.

Consideram-se os resultados obtidos através das medidas das ferramentas financeiras e não financeiras, e computacionais apresentadas, aspectos que influenciam na tomada de decisão dos gestores na organização estudada. E o objetivo geral deste artigo, que é realizar a avaliação econômica de projeto de EE em instituição do segmento educacional, considerando as limitações e barreiras do contexto de análise, pensa-se que foi alcançado.

As MEE aplicadas foram as relacionadas ao comportamento humano (controle, gestão do consumo de energia através das ferramentas estatísticas da UPME e manutenção das tecnologias dos projetos A, B e C), redução de carga através de tecnologias mais eficientes (lâmpadas LED e ar condicionado inverter) e adoção de tecnologia renovável (adoção de sistema FV ligado a rede de energia). Todas as medidas encontradas na literatura consultada.

Os conhecimentos a respeito da micro e minigeração distribuídas, que explicam o sistema de compensação de energia elétrica, das medidas em eficiência energética, da comparação das fontes de energia renováveis, das vantagens e desvantagens da adoção de sistemas fotovoltaicos, das ferramentas financeiras e não financeira, e dos softwares a serem utilizados, comunicados na revisão de literatura auxiliaram em compreender os aspectos que influenciam a tomada de decisão sobre implantação de Projetos de EE em empresas do segmento de educação.

Aspectos, os quais ajudaram a conceber um método, processo estruturado para tomada de decisão, comunicado no fluxograma 3 desse artigo, que resolve de forma prática, o problema comunicado, que é de como decidir qual a tecnologia a ser adotada em projetos de EE.

Pois, este método, processo de trabalho tem como propósito realizar a caracterização energética, através da análise quantitativa de como a empresa faz uso de energia requerido no processo produtivo, estabelece índices energéticos de controle, comunica os usos significativos de energia (USEs), identificando desperdícios e potenciais economias de energia para a proposição de projetos em EE que são avaliadas por ferramentas financeiras, não financeiras e de risco.

Assim, orienta-se incorporar uma equipe de energia capacitada nesses aspectos metodológicos (pois, não é trivial fazer uma análise de viabilidade econômica dos projetos de EE), e tornar este método estruturado parte dos procedimentos de gestão para decisão de projetos em EE na UO SENAI CUIABÁ, para poder conseguir agilidade na análise e tomada de decisão mais hábil dos gestores.

Verifica a consistência dos projetos em EE dos fornecedores, e por consequência pode oferecer tempo favorável para providenciar documentações necessárias para o acesso ao capital financeiro, tanto de sua parte e do revendedor de sistemas FV, como também, poder assimilar prazos de entrega de produtos cotados em dólar.

Método estruturado para tomada de decisão, quando praticado pode aumentar a confiança na adoção de projetos em EE, devido ao controle e resultados concebidos. E pôde ser empregada na UO SENAI CUIABÁ, como também em todas as UO do SENAI do País.

E mesmo que o líder organizacional não tenha uma autoridade forte para tomada de decisão, esta barreira do poder pode ser minimizada ao demonstrar os resultados da análise dos projetos de EE concebidos através deste método de trabalho, pois comunica informações consistentes que vão ao encontro de sua decisão.

REFERÊNCIAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Micro e Minigeração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica, 2ª ed. Brasília, 2016.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas da Energia Elétrica do Brasil, 3ª ed. Brasília, 2008.

ARAGÓN, Carolina Salazar. IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E GESTÃO DE RISCO DE INVESTIMENTOS EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. 2011. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ.

ARAGÓN, Carolina Salazar; PAMPLONA, Edson; VIDAL MEDINA, J. R. Identificação de investimentos em eficiência energética e sua avaliação de risco. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 3, p. 525-536, 2013.

AVILA, Antonio Victorino. **Matemática financeira e engenharia econômica**. Florianópolis. Programa de Educação Tutorial da Engenharia Civil – UFSC. 2012.

BIEZMA, M. V.; SAN CRISTOBAL, J. R. Investment criteria for the selection of cogeneration plants—a state of the art review. **Applied Thermal Engineering**, v. 26, n. 5, p. 583-588, 2006.

BALFOUR, John, SHAW, Michael, NASCH, Nicole Bremer. **Introdução ao projeto de sistema fotovoltaico**. Tradução Luiz Claudio de Queiros; Revisão Técnica Marco Aurélio dos Santos. 1ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

BECCALI, Marco et al. Artificial neural network decision support tool for assessment of the energy performance and the refurbishment actions for the non-residential building stock in Southern Italy. **Energy**, 2017.

BOTELHO, Moisés Phillip, DE PAULA, Istefani Carísio. Análise de barreiras que afetam a adoção de tecnologias voltadas à eficiência energética. Anais do XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção–ENEGEP. Maceió, 2018.

COOPERMAN, Alissa; DIECKMANN, John. Home envelope retrofits. **ASHRAE Journal**, v. 53, n. 6, p. 82, 2011.

COPELAND, Thomas E.; WESTON, Fred J.; SHASTRI, Kuldeep. **Financial Theory and Corporate Policy**. 4. ed. Pearson Education, 2005.

DE SOUZA, Joana Siqueira. Análise crítica sobre as técnicas de avaliação de investimentos mais utilizadas pelas empresas. **XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 2007.

DIKAKI, Christina; GRIGOROUDIS, Evangelos; KOLOKOTSA, Dionyssia. Towards a multi-objective optimization approach for improving energy efficiency in buildings. **Energy and Buildings**, v. 40, n. 9, p. 1747-1754, 2008.

DUARTE JUNIOR, A. M. Análise de investimentos em projetos: viabilidade financeira e risco. 2013.

FOSSA, Alberto José, SGARBI, Felipe de Albuquerque. Guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 50001:Gestão de Energia. São Paulo: International Copper

Association (ICA),2017.

GHITA, Stefan Alexandru; CATALINA, Tiberiu. Energy efficiency versus indoor environmental quality in different Romanian countryside schools. **Energy and Buildings**, v. 92, p. 140-154, 2015.

HÄRUS, Niklas Christian et al. Analyzing energy efficiency investments in the process industry-Case Sachtleben Pigments Oy. 2009.

HASTINGS, David F.. **Análise financeira de projetos de investimentos de capital**. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR ISO 50001:2011 - Sistemas de gestão de energia – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2011

JAFARI, Amirhosein; VALENTIN, Vanessa. An optimization framework for building energy retrofits decision-making. *Building and Environment*, v. 115, p. 118-129, 2017.

JUNIOR, Edison Alves Portela et al. **Guia Prático para Realização de Diagnósticos Energéticos em Edificações**. São Paulo: Concelho brasileiro de construção sustentável, 2016.

KELSEY, Jim; PEARSON, Dick. Updated Procedures for Commercial Building Energy Audits. *ASHRAE Transactions*, v. 117, n. 2, 2011.

KOLOKOTSA, D. et al. Applying Genetic Algorithms for the Decision Support of Thermal, Visual Comfort. In: *Indoor Air Quality and Energy Efficiency In Buildings*. Proceedings of NTUA RENES Conference in Renewable Energy Sources-Priorities in the Liberalization of the Energy Market, Athens, Greece. 2001.

LICENÇA ESTUDANTIL DO SOFTWARE @RISK 7.5

LOPEZ, Ricardo Aldabó. *Energia solar para produção de eletricidade*. 1ª Edição, São Paulo, SP: Artliber, 2012.

MA, Zhenjun et al. Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art. *Energy and buildings*, v. 55, p. 889-902, 2012.

MALATJI, Esrom Mahlatsi; ZHANG, Jiangfeng; XIA, Xiaohua. A multiple objective optimisation model for building energy efficiency investment decision. *Energy and Buildings*, v. 61, p. 81-87, 2013.

MIKUČIONIENĖ, Rūta; MARTINAITIS, Vytautas; KERAS, Eugenijus. Evaluation of energy efficiency measures sustainability by decision tree method. **Energy and buildings**, v. 76, p. 64-71, 2014.

MOREIRA, D.; QUELHAS, O. L. G.; LAMEIRA, V. J. A Utilização de Recursos

Computacionais para Aprimoramento da Melhoria do Desempenho em Eficiência Energética na Construção Civil

Brasileira. 3rd International Workshop : Advances in Cleaner Production. São Paulo. 2011.

NAZÁRIO, Abraão G.; TEIVE, R. C. G. Sistema de Gestão de Energia Elétrica Utilizando o EnergyPlus: uma Aplicação Voltada aos Edifícios Inteligentes. **Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, SBSE**, p. 1-6.2016, 2016.

PEREIRA, Luísa Dias et al. Energy consumption in schools–A review paper. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 40, p. 911-922, 2014.

REN21. 2008. “Renewables 2007 Global Status Report” (Paris: REN21 Secretariat and Washington, DC: Worldwatch Institute).

SYNNEFA, Afroditi; SANTAMOURIS, M.; LIVADA, I. A study of the thermal performance of reflective coatings for the urban environment. *Solar Energy*, v. 80, n. 8, p. 968-981, 2006.

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA (UPME). Herramientas para el análisis de caracterización de la eficiencia energética. Colômbia, 2006, 62 p.

VERBRUGGEN, Avel; AL MARCHOHI, Mohamed; JANSSENS, Bart. The anatomy of investing in energy efficient buildings. **Energy and buildings**, v. 43, n. 4, p. 905-914, 2011.

VILLALVA, Marcelo Gradella. Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações. 2ª Edição. São Paulo: Érica, 2015.

XU, Pengpeng; CHAN, Edwin HW. ANP model for sustainable Building Energy Efficiency Retrofit (BEER) using Energy Performance Contracting (EPC) for hotel buildings in China. *Habitat International*, v. 37, p. 104-112, 2013.

CAPITULO 4

1. CONSIDERAÇÕES SOBRE A PESQUISA

O processo decisório para adoção de MEE inclui um diagnóstico a respeito do consumo de energia corrente na organização, estimativa de potenciais economias alcançáveis com medidas preliminares em EE, seguida da análise financeira e de risco das alternativas em EE consideradas interessantes. O estudo de caso na UO SENAI CUIABÁ demonstrou que este processo exige um conjunto de informações que estão no controle de diferentes partes envolvidas do processo.

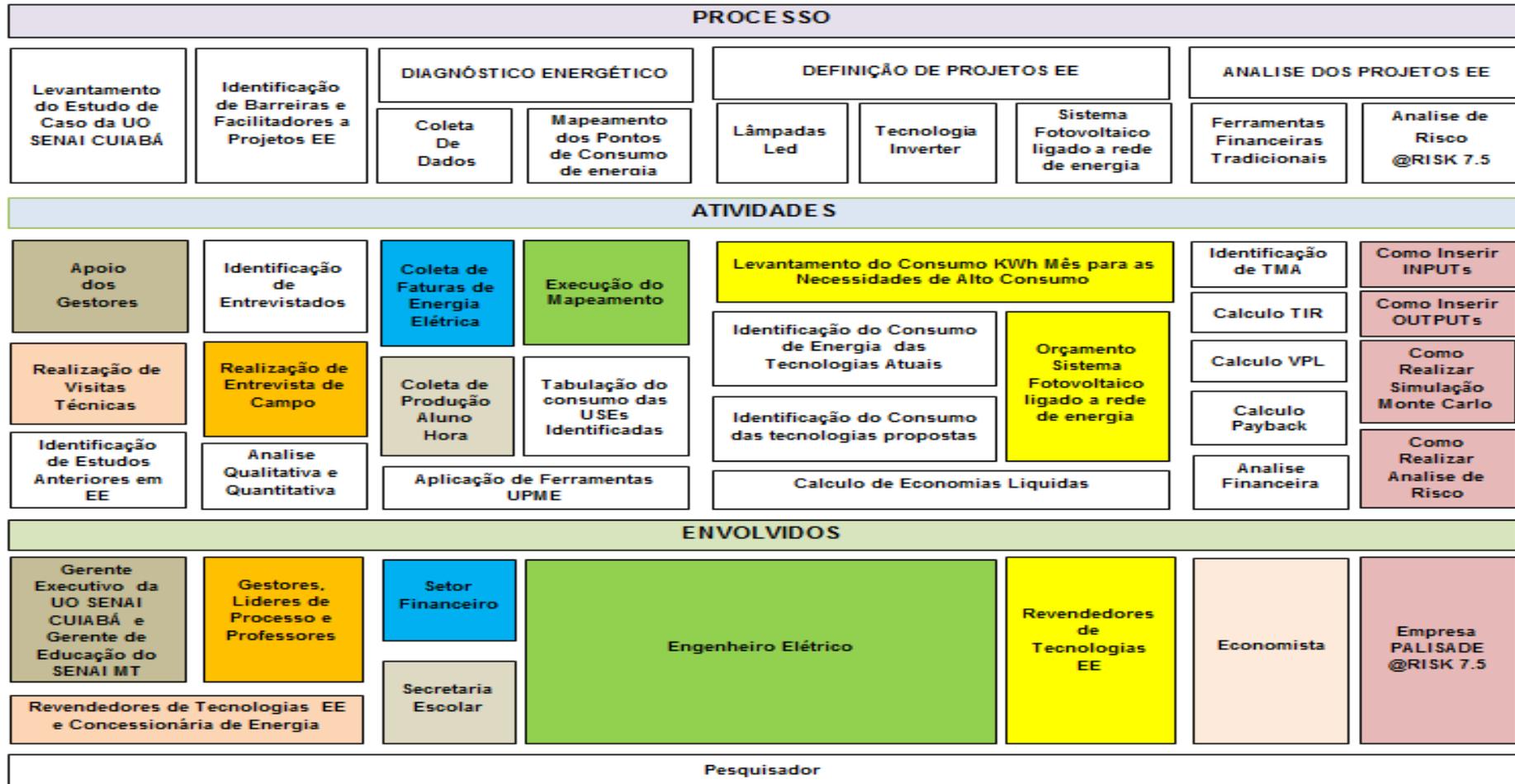
O diagnóstico do consumo exigiu acesso a dados históricos de consumo de energia elétrica e da produção aluno hora da UO SENAI CUIABÁ, que nem sempre estão disponíveis nas organizações ou aos quais se têm acesso com facilidade. Este fato pode representar uma restrição a projetos de análise de viabilidade de implantação de projetos de EE.

No caso estudado, as partes entrevistadas, inclusive o Diretor Acadêmico da FATECSENAI MT (também ocupa a função de Gerente de Educação do Diretório Regional do SENAI MT), demonstraram interesse em adotar uma das MEE, as placas solares FV. No entanto, este nem sempre é o cenário encontrado nas organizações. Ter a diretoria e gestores positivamente apoiando o projeto é um fator facilitador do processo.

Os resultados das entrevistas (artigo 1, capítulo 2) indicaram, inclusive, como barreira, as relações de poder, quando o defensor do projeto de EE não é o tomador de decisão na organização. Não se pode esquecer que as placas fotovoltaicas são uma promessa de economia e geração de renda (por causa da geração de energia) e que no momento estão em voga no mercado, embora nem sempre “gostar da idéia de tê-las implementadas” seja sinônimo de “adotar/implementar” tal MEE.

O fluxograma 4 demonstra o processo, e as atividades que envolveram setores e profissionais da empresa estudada, revendedores de sistemas FV do Estado de Mato Grosso e também orientação de uma profissional da Empresa Palisade, detentora do softwares @Risk 7,5, localizada no Estado do Rio de Janeiro, para poder resolver os dois problemas propostos nessa dissertação de mestrado profissional.

Fluxograma 4. Processo x Atividades x Envolvidos



Fonte: Realizado pelo autor (2017)

Uma das questões de pesquisa levantadas nesta dissertação é a compreensão das barreiras para implementação de projetos em EE, pois estas podem dificultar o processo de tomada de decisão dos gestores das empresas. E conhecendo e identificando-as, pode-se estabelecer ações que visem minimizá-las.

Considerando-se a percepção dos entrevistados da UO e de revendedores de sistemas FV, identificou-se a relevância de 12 barreiras ao processo de adoção de projetos em eficiência energética encontradas na literatura, através do ranking médio, como também identificar outras barreiras e fatores que facilitam a tomada de decisão de gestores, através de duas questões abertas.

As obras dos autores Sorrell et al., (2000), Cagno et al.,(2013), Langlois-Bertrand et al.,(2015) e Gupta, Anand, Gupta (2017) foram relevantes e serviram de diretrizes para identificação de 12 barreiras classificadas como econômica, comportamental, organizacional, conhecimento e aprendizagem, tecnológica e Governamental, conforme comunica o quadro 29:

Quadro 29. Barreiras a proposição de projetos em EE encontradas na literatura

Barreiras		
Econômicas	B1	Heterogeneidade
	B2	Custo Oculto
	B3	Acesso ao Capital
	B4	Procedimentos Rigorosos
	B5	Benefícios Interdepartamentais
Conhecimento e Aprendizagem	B6	Falta de Conhecimento e Aprendizagem
Tecnológicas	B7	Tecnológicas
Comportamentais	B8	Racionalidade limitada
	B9	Valores Ambientais
Organizacionais	B10	Poder
	B11	Falta de Tempo
Governamentais	B12	Governamentais

Fonte: Realizado pelo autor (2017)

As barreiras governamentais, heterogeneidade, poder e de procedimentos rigorosos são as mais relevantes na apresentação do ranking médio, sob o ponto de vista dos entrevistados da UO SENAI CUIABÁ. As barreiras governamentais, de poder, de acesso ao capital financeiro e heterogeneidade são as mais relevantes sob o ponto de

vista dos revendedores de sistemas fotovoltaicos. O fornecedor, por saber dos custos incorridos na implantação, aponta o acesso ao capital financeiro como um elemento relevante.

Foi muito interessante identificar os facilitadores para implantação de projetos em eficiência energética, pois podem minimizar as 12 barreiras comunicadas no quadro 19, e servem de argumentações em reuniões no Diretório Regional do SENAI em Mato Grosso para a proposição de projetos em EE. Estes aspectos facilitadores nem sempre são apontados na literatura que foi consultada.

Os facilitadores identificados sob os pontos de vista dos dois grupos respondentes favorecem a implantação não somente de sistemas fotovoltaicos interligados a rede de energia da concessionária Energisa, mas também facilitam a adoção de outras MEE, como por exemplo, a troca das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED de 16 w, e do ar condicionado convencional por ar condicionado de tecnologia inverter (artigo 2, capítulo 3).

E também podem proporcionar benefícios tais como: minimização da heterogeneidade pela qualidade, garantias das tecnologias dos revendedores de sistemas FV locais, os quais possuem disponibilidade de sistemas fotovoltaicos com opções de preços, qualidade e garantia para melhor aplicação e desempenho energético.

Uma sugestão derivada deste estudo e voltada aos revendedores seria o de demonstrarem em seu plantel, catálogo de tecnologias, com seus respectivos desempenhos e preços, antes de dimensionar seus orçamentos. Para a organização educacional profissionalizante que detém conhecimento em análise financeira ou não financeira, o processo é relativamente fácil.

Mas, no caso da organização educacional que não detenha tais conhecimentos deverá buscar suporte sobre este conhecimento em parceiros ou especialistas. No exemplo estudado, a sugestão é que a FATECSENAI MT promova, dissemine pesquisas, seminários, e painéis para os gestores da Unidade Operacional SENAI MT e seu Diretório Regional, a respeito de metodologias de análise financeira e não financeira de investimentos em EE, com informações, que contribuam para mitigar a barreira do tempo de análise de projetos.

As barreiras da racionalidade limitada e dos procedimentos rigorosos podem ser reduzidas se for demonstrado durante estágio de projeto à viabilidade, retorno financeiro dos investimentos em MEE proveniente das economias no consumo de energia elétrica e da facilidade da empresa em ter acesso ao capital financeiro com taxas de juros mais

atraentes, podendo utilizar o argumento de que poderá haver benefícios interdepartamentais, os quais terão uma economia perceptível nas despesas de energia elétrica no primeiro mês pós-implantação das MEE.

Os líderes que apresentam valor ambiental na sua cultura podem não ter o poder suficiente para adotar projetos em MEE, situação que pode ser mitigada, por exemplo, se ele tiver histórico energético que demonstre que a organização não consegue reduzir o consumo de energia, tendo assim, oportunidades de projetos em EE na empresa.

Capacitar-se em como realizar a avaliação financeira dos investimentos em MEE, saber como funciona um sistema FV, o percentual de desempenho em relação à transformação da energia solar em elétrica, o sistema de compensação de créditos conforme o grupo de tarifação e legislação da ANEEL, podem facilitar ainda mais a interpretação, seleção ou construção de projetos em EE e diminuir barreiras da falta de conhecimento e aprendizagem, de acesso ao capital e de tempo de análise.

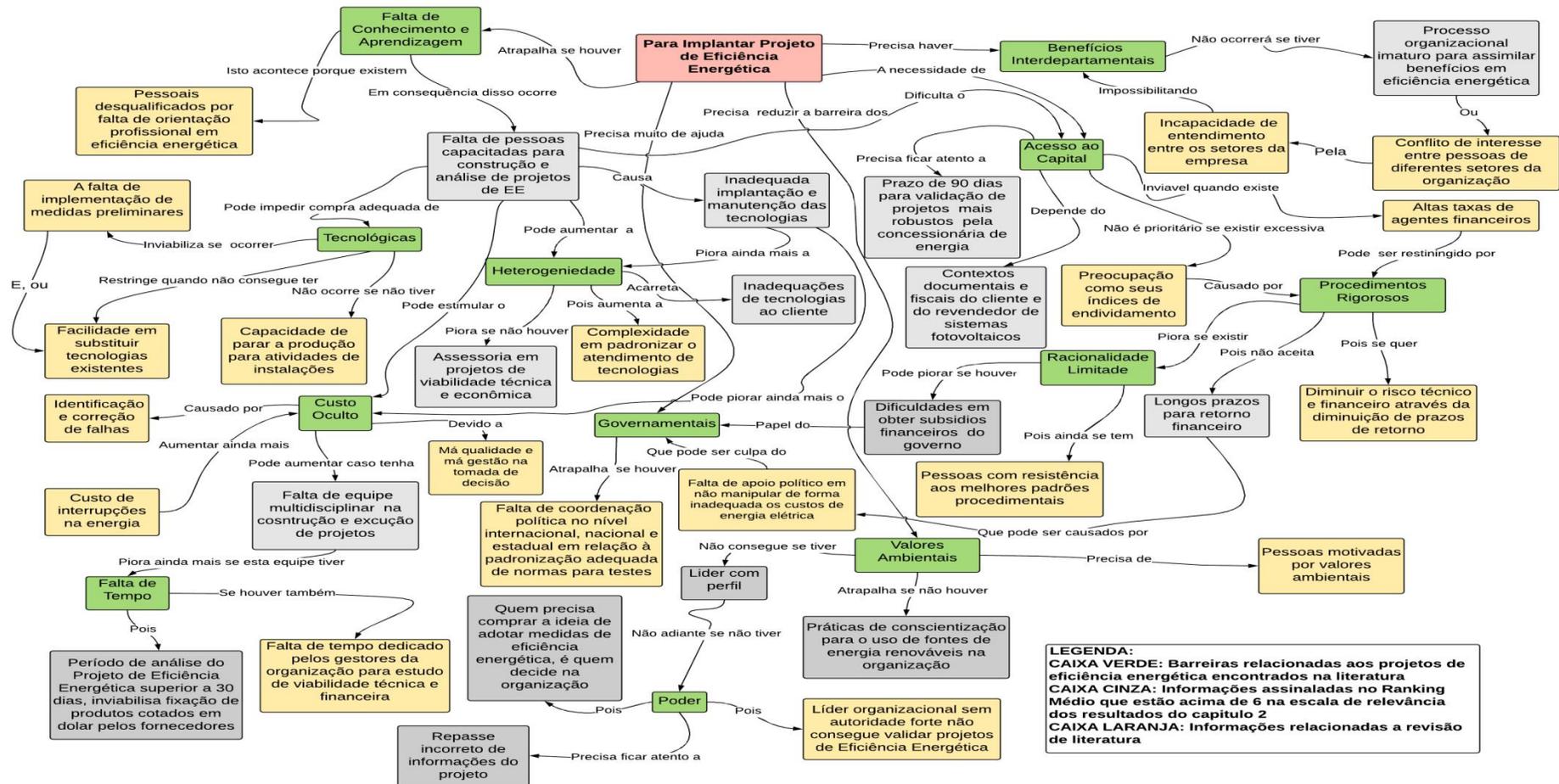
Desta forma, projetos desta natureza exigem uma preparação inicial da equipe de tomadores de decisão se apropriando de informações preliminares e aprofundamento do conhecimento sobre a tecnologia.

Uma limitação própria do nosso contexto de mercado é a flutuação do dólar. Por exemplo, após entrega do projeto ao cliente ocorre o processo de análise, o qual se tomar um tempo superior a 30 dias, os revendedores de sistema FV terão que refazer o orçamento do projeto, devido os produtos serem cotados em dólar, e há necessidade de serviços de adequações de tecnologias ao cliente, assessoria em projetos de viabilidade técnica e econômica, agenciamento para acesso a capital financeiro, implantação e manutenção das placas solares.

Como também, a UO SENAI CUIABÁ tem facilidade de acesso ao capital, mas, este processo ainda é muito burocrático, de difícil aprovação, pois depende de contextos documentais e fiscais do cliente e do revendedor de sistemas FV para serem entregues ao agente financeiro e concessionária de energia elétrica.

E para facilitar o entendimento, a respeito da relação entre os facilitadores e barreiras, sugere-se algumas conexões, explicações nas figuras 3 e 4 de como essas barreiras se comportam, e se conectam, e como os facilitadores identificados (artigo 1, capítulo 2) podem minimizar essas barreiras para implantação de projetos em EE.

Figura 3: Conexões entre Barreiras da revisão de literatura e resultados do capítulo 2



Fonte: Criado pelo autor (2017)

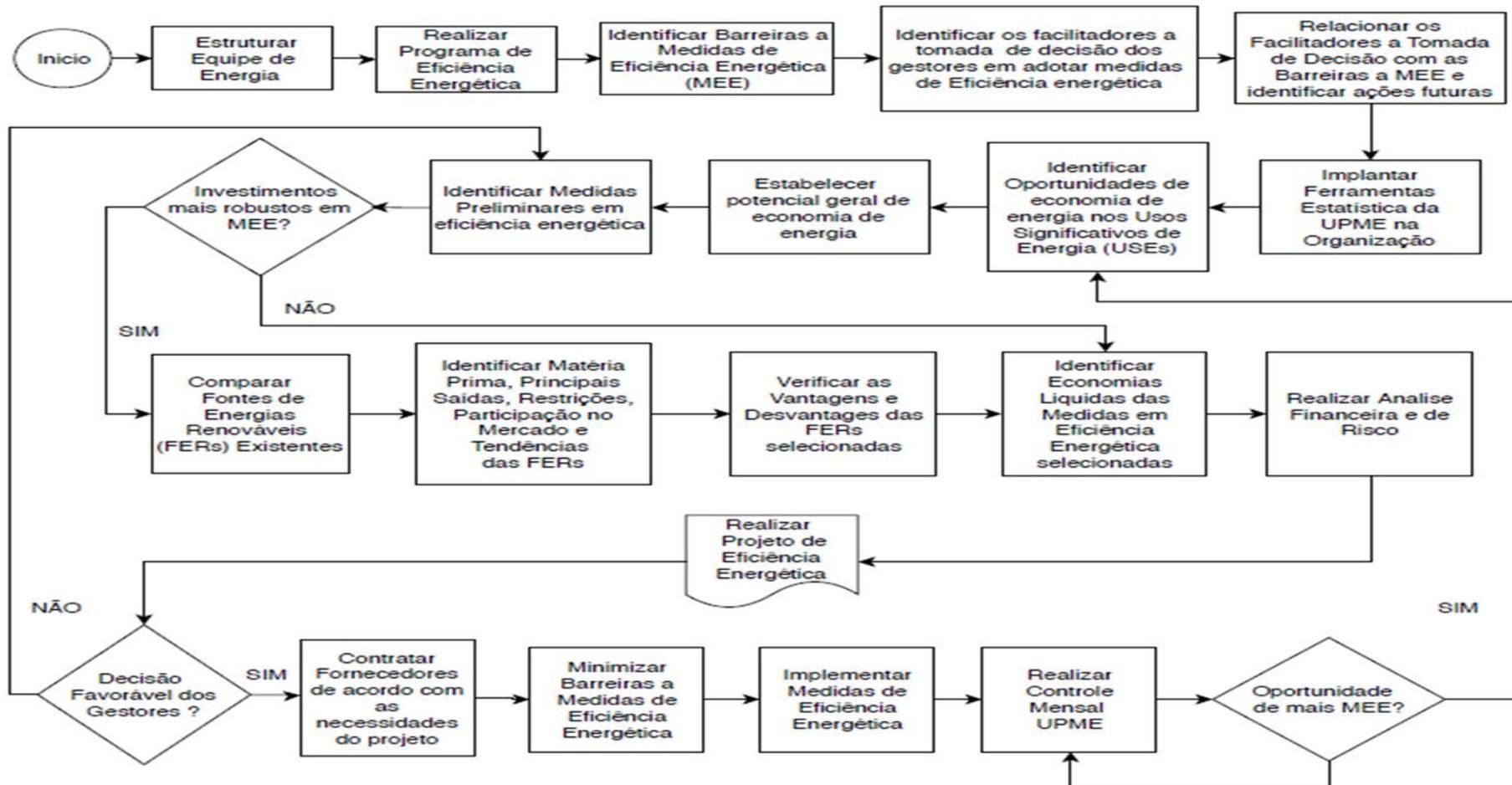
Diante das barreiras percebidas pelos entrevistados da UO SENAI CUIABÁ, detectou-se a necessidade de buscar um processo, que tenham o objetivo de realizar a caracterização energética, análise quantitativa de como a empresa faz uso de energia requerido no processo produtivo, estabelecendo indicadores energéticos de controle, avaliando o consumo e identificando os desperdícios e potenciais economias de energia por meio de projetos de medidas preliminares em EE antes de adotar projetos mais robustos, como por exemplo, painéis solares.

O manual da UPME (2006) tornou exequível o diagnóstico energético, através de um método estruturado de como aplicar suas ferramentas, tratamento dos dados e apresentação e interpretação dos resultados estatísticos. Duarte Junior (2013), Avila (2012), Junior et al., (2016), Copeland, Weston, Shastri (2005), De Souza (2007) e Hastings (2013) orientaram o uso das ferramentas tradicionais financeiras TIR, VPL e Payback na análise dos projetos. Entretanto, Jackson (2008) afirmou que as ferramentas tradicionais como o *payback*, TIR e TMA não refletiam a incerteza e, logo, não podiam ser utilizados como critério de avaliação de risco, sendo necessária uma avaliação adequada para estes investimentos.

Aragón (2011) resolveu esse impasse, quando aplica o preço da energia, clima e desempenho dos equipamentos como variáveis de incerteza, usando uma ferramenta computacional para poder realizar a Simulação de Monte Carlos e poder analisá-los em sua pesquisa aplicada em avaliação de risco de investimentos em EE. Assim, optou-se realizar a análise de risco com a Simulação de Monte Carlo, através do software @RISK 7.5, versão acadêmica. Muito embora Aragón (2011) tenha utilizado uma TMA de 15%, preferiu-se aplicar uma taxa mínima de atratividade de 20%, conforme sugere a EPA (1998) para os investimentos em EE, que melhor representava o perfil dos gestores da instituição estudada.

Assim, a identificação de barreiras à implantação de projetos de EE, as ferramentas financeiras, não financeiras e de risco aqui apresentadas, fornecem subsídios para analisar projetos de EE em organizações não somente da educação, mas também do segmento comercial e industrial, e estimulam em propor um processo, solução que integra as informações comunicadas nos artigos 1 e 2, o qual, se apresenta na fluxograma 5, logo a seguir.

Fluxograma 5. Como decidir qual a tecnologia a ser adotada em projetos de EE



Fonte: Criado pelo autor (2017)

Muito embora, não se tenha tido acesso ao balanço patrimonial da empresa para cálculos da taxa mínima de atratividade (TMA), contemplando uma análise econômica e de risco com caráter ilustrativo, o processo descrito no fluxograma 5, responde, e serve de proposta pra condução de processos semelhantes ao realizado no caso estudado. O processo proposto, de certa forma, responde à QP 1 desta dissertação: como decidir qual a tecnologia a ser adotada em projetos de EE? Assim, servem também para o contexto de novas Unidades Operacionais a serem construídas pelo SENAI MT ou por outros Diretórios Nacionais do SENAI.

Processo, quando aplicado, pode superar as barreiras descritas na análise do conteúdo do capítulo 2, os quais se relacionam a critérios para aprovação de projeto, necessidade de medidas preliminares em eficiência energética, tempo de análise do cliente, burocracia documental em bancos, impacto em serviços a pronta entrega de placas solares e descrédito de clientes de grande porte ao funcionamento da tecnologia dos sistemas fotovoltaicos.

Aspecto importante, pois, contribui para o campo de tomada de decisões de planejamento energético, onde há pouca literatura para a tomada de decisão em tecnologias, medidas que venham a aumentar a eficiência energética nos imóveis. E, o que se encontra são processos decisórios complexos, difíceis de serem implementados em organizações, por exemplo, as que têm cenários semelhantes ao estudo de caso dessa dissertação.

Assim, os conhecimentos a serem assimilados para percorrer o processo comunicado poderão qualificar a equipe de energia, e contribuirá para uma análise mais hábil a tomada de decisão dos gestores, favorecendo maior tempo para providenciar documentações, tanto de sua parte e do revendedor, necessários para o acesso ao capital financeiro e poder melhor assimilar os prazos de entregas das placas solares provenientes dos grandes centros de distribuição da tecnologia em nosso país.

Ao caracterizar e controlar o uso de energia, utilizar ferramentas de análise comunicadas, a empresa poderá minimizar riscos financeiros de forma antecipada e poderá evidenciar pós-implantação das medidas em eficiência energética as melhorias de sua eficiência energética através de seus controles de energia, amenizando barreiras e aumentando a confiança nas medidas de eficiência energética adotadas.

Quando se considera a finalidade educacional ganham relevância os edifícios escolares na sociedade, assim devem ser projetados para cumprir um papel social, e ao

adotar painéis solares, medida de eficiência energética estratégica, chama-se atenção para se tornar referência nacional em eficiência energética.

2. CONCLUSÃO

Entende-se que as duas questões de pesquisa norteadoras da dissertação tenham sido respondidas nos capítulos 2 e 3. O artigo 1 reúne 12 barreiras à proposição de projetos em EE, as quais são existentes no segmento da educação estudado e por meio da pesquisa de campo descobre outras barreiras e facilitadores, que auxiliam ainda mais em resolver os problemas propostos na dissertação.

Foi verificada a relevância das barreiras identificadas na revisão de literatura, resultados que permitiram seu entendimento para sugerir ações que venham a minimizá-las, conforme comunicado nos resultados do capítulo 2. Diante das barreiras comunicadas, sob o ponto de vista dos entrevistados da UO SENAI CUIABÁ, conforme no artigo 1, verificou-se oportunidade em oferecer uma solução, que viesse a incrementar o estudo de barreiras a implantação de projetos em eficiência energética, no intuito de criar em processo, uma metodologia estruturada para tomada de decisão, que responde-se ao problema de como decidir qual a tecnologia a ser adotada em projetos de EE, e através dele minimizar os fatores que viessem a dificultar a implantação de projetos de EE na organização.

Foi realizada no capítulo 4 uma análise da relação existente entre facilitadores e as barreiras à proposição de projetos em EE, no sentido de oferecer aos gestores da organização argumentações que venham auxiliar na defesa dos projetos. E neste mesmo subtópico, foi proposto um processo que viesse a integrar as informações comunicadas nos artigos 1 e 2, o qual, responde como maior profundidade ao problema de como decidir qual a tecnologia a ser adotada em projetos de EE.

Assim, orienta-se incorporar uma equipe de energia capacitada nesses aspectos metodológicos (pois, não é trivial fazer uma análise de viabilidade econômica dos projetos de EE), e tornar este processo estruturado para tomada de decisão de projetos de EE parte dos procedimentos de gestão para decisão de projetos em EE na UO SENAI CUIABÁ, para poder conseguir agilidade na análise e tomada de decisão mais hábil dos gestores.

Sendo praticada na organização, poderá também minimizar as barreiras tecnológicas comunicadas no artigo 1, capítulo 2, pois contempla um processo em EE que sugere atividades que mitiga e permite melhoria contínua em eficiência energética, situação a qual é pertinente, pois considera-se a UO SENAI CUIABÁ um espaço estratégico, para difundir MEE para a sociedade.

Como também, pensa-se que consegue minimizar as barreiras comunicadas, sob o ponto de vista dos entrevistados e dos revendedores de sistemas fotovoltaicos (quadro 10), pois, este processo estruturado para tomada de decisão favorece maior tempo para providenciar documentações para se ter acesso ao capital financeiro em agentes financeiros, possibilita melhor assimilar os prazos de entregas das placas solares provenientes dos grandes centros de distribuição da tecnologia em nosso país, oferece ferramenta de controle para o consumo de energia, e por final propõe um método de análise de projetos em EE mais consistente.

Diante do trabalho apresentado nesta dissertação, entende-se que foram alcançados seus objetivos específicos, uma vez que analisa as barreiras e facilitadores para alcance da EE no ambiente estudado, tanto sob o ponto de vista de consumidores e revendedores de tecnologia para FER, como também, comunica alternativas de solução, ou seja, medidas que visem o alcance da EE na empresa estudada. Embora estes resultados não possam ser generalizados para todas instituições do segmento educacional, serve de referência para estudos posteriores neste segmento.

O diagnóstico energético, análise econômica em Projetos de EE é igual em qualquer lugar, tanto no segmento da educação como também em outros tipos de segmentos. Porém, há necessidade em se ter os registros internos (exemplo: faturas de energia elétrica, índices de produtividade) bem organizados na empresa, de tal forma, que facilite o acesso aos dados, para poder realizar o diagnóstico energético. Empresas com Sistemas de Gestão NBR ISO 9001 implantados facilitam a obtenção dos dados, por já terem uma cultura de organização mais aprimorada.

O Sistema de Gestão também facilita à empresa a padronização de seus processos internos, e a adotar um procedimento, o qual comunique um processo decisório que facilite a tomada de decisão dos gestores a adotarem MEE. Entretanto, há necessidade, por exemplo, de uma equipe com preparo técnico em EE. Assim, as tomadas de decisão em projetos de EE dependem dos facilitadores e barreiras para adotar MEE, de um processo bem estruturado para tomada de decisão em EE, de uma

equipe de energia e do alinhamento estratégico da empresa para redução de custos, por exemplo, as advindas da fatura de energia elétrica.

3. SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Os processos de apoio da Unidade Operacional do SENAI CUIABÁ estão relacionados aos departamentos da tesouraria, secretaria, administrativo, pedagógico, gerência, salas de reuniões e ambientes de armazenagem de documentações escolares e da administração. O consumo de energia nesses setores são mais sensíveis aos índices do Consumo Real e Teórico, pois quando a PAH diminui o consumo de energia desses setores se tornam mais visíveis aos índices de consumo, sendo mais ineficientes.

Situação que potencializa estudos futuros, para questões de mudança de layout e outros tipos de medidas que venham a transformar mais leve o peso relativo ao consumo de energia não relacionada a produção. Seria uma forma de verificar se é possível melhorar o índice de consumo em épocas de baixa PAH, através da ferramenta de controle estatístico da UPME (2006) do Índice de Consumo Real e Teórico, com implementação de mais projetos de medidas em eficiência energética nesses setores.

Outra situação de estudo seria a identificação de custos ocultos, pós-implementação de medidas em eficiência energética na UO do SENAI CUIABÁ. Uma vez, que os identificando, possibilita sua previsibilidade para inclusão em fluxo de caixa de projetos em EE.

Segundo a ANEEL(2016) existe a possibilidade de utilizar a energia excedente (créditos) gerada pela unidade consumidora em unidades consumidoras de titularidade de mesma Pessoa Jurídica (incluídas matriz e filial), ou pessoa física. Neste caso, podem-se ratear os créditos de energia com outras UO do SENAI em Mato Grosso. Este rateio é realizado através da distribuição percentual entre as Unidades Operacionais em Mato Grosso, a qual é controlada pelos sistemas da concessionária de energia elétrica Energisa. Porém, durante a visita técnica na concessionária verificou-se a possibilidade de desenvolver um simulador para estudar os ganhos de economia de consumo de energia que este rateio venha a oferecer para outras UO em Mato Grosso. Seria um simulador mais didático, o qual a comunidade industrial e de outros segmentos pudessem entender com uma maior facilidade. Situação que disseminaria ainda mais a Tecnologia do Sistema Fotovoltaico ligado a rede de energia elétrica.

Outra situação de estudo seria realização de testes com a implementação do processo na UO do SENAI CUIABÁ de como decidir qual a tecnologia a ser adotada em projetos de EE, conforme comunicada no primeiro subtópico do capítulo quatro. Logo após os testes, realizaria sua avaliação, comunicação dos resultados e aprendizagens dessa implementação. Situação, que favorece estudos futuro a respeito de medidas comportamentais relacionadas ao controle e gestão através das ferramentas da UPME, e da manutenção das tecnologias adotadas, para assegurar a EE planejada.

E como este estudo, dissertação não cobre todo o escopo de um projeto de EE , pode-se também no futuro elaborar planos completos de EE, dando continuidade a este estudo.

REFERÊNCIAS

- ARAGÓN, Carolina Salazar. IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E GESTÃO DE RISCO DE INVESTIMENTOS EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. 2011. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ.
- AVILA, Antonio Victorino. **Matemática financeira e engenharia econômica**. Florianópolis. Programa de Educação Tutorial da Engenharia Civil – UFSC. 2012.
- CAGNO et al. A novel approach for barriers to industrial energy efficiency. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 19, p. 290-308, 2013.
- COPELAND, Thomas E.; WESTON, Fred J.; SHASTRI, Kuldeep. *Financial Theory and Corporate Policy*. 4. ed. Pearson Education, 2005.
- DE SOUZA, Joana Siqueira. Análise crítica sobre as técnicas de avaliação de investimentos mais utilizadas pelas empresas. **XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 2007.
- DUARTE JUNIOR, A. M. Análise de investimentos em projetos: viabilidade financeira e risco. 2013.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Business Analysis for Energy-Efficiency Investments**. United States, jun.1998, 12 p.
- GUPTA, Parmarth; ANAND, Sanjeev; GUPTA, Himanshu. Developing a roadmap to overcome barriers to energy efficiency in buildings using best worst method. *Sustainable Cities and Society*, 2017.
- HASTINGS, David F.. **Análise financeira de projetos de investimentos de capital**.^{1ª}

ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

JACKSON, J. Energy budgets at risk. A energy management approach to energy purchase and efficiency choices. Wiley Finance. 300p., 2008.

JUNIOR, Edison Alves Portela et al. Guia Prático para Realização de Diagnósticos Energéticos em Edificações. São Paulo: Concelho brasileiro de construção sustentável, 2016.

LANGLOIS-BERTRAND, Simon et al. Political-institutional barriers to energy efficiency. Energy Strategy Reviews, v. 8, p. 30-38, 2015.

LICENÇA ESTUDANTIL DO SOFTWARE @RISK 7.5

SORRELL, Steve et al. Reducing barriers to energy efficiency in public and private organizations. Science and Policy Technology Research (SPRU), University of Sussex, Sussex, UK, 2000.

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA (UPME). Herramientas para el análisis de caracterización de la eficiencia energética. Colômbia, 2006, 62 p.

APÊNDICE A – Roteiro para Entrevista
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CONVÊNIO UFRGS / IBG

Empresa: _____

Sexo: () 1. Feminino, 2 Masculino /

Função ocupada na empresa: _____

Tempo de experiência na empresa: _____

Conhecimento sobre eficiência energética: () 1. Baixo, 2. Médio, 3 alto

Seu interesse que sejam adotadas outras fontes de energia na empresa:

() 1. Baixo, 2, médio, 3 alto.

Barreiras para adotar medidas de eficiência energética

Embora a proporção de uso de energia renovável ainda seja baixa em comparação com a energia convencional, ela está crescendo continuamente no mundo. Atenta-se à geração de energia fotovoltaica, como a opção mais promissora para geração de energia elétrica, porém dificultada por barreiras de ordem técnica, econômica e institucional (OLUWOLE, A. O., IBIKUNLE, O. S., & TEMITOPE, O. O., 2015; RAMÍREZ, F. JAVIER et al., 2017).

Assim, identificar e compreender as barreiras à difusão de medidas que levem à eficiência energética é altamente relevante para maximizar práticas que venham a alcançar a eficiência energética nas organizações. O propósito desta entrevista é explorar os pontos de vista de gestores envolvidos na tomada de decisão sobre a adoção de medidas que levem à eficiência energética visando compreender aspectos que representam barreiras e / ou facilitadores. Agradecemos sua sinceridade em responder as questões que se seguem:

1. Na sua percepção quais barreiras poderiam dificultar a tomada de decisão de gestores em adotar painéis solares como fonte de geração de energia na UO SENAI CUIABÁ? Favor explicar.

2. Em sua opinião quais seriam aspectos facilitadores à tomada de decisão de gestores com respeito a adotar painéis solares como fonte de geração de na UO SENAI CUIABÁ? Favor explicar.

3. Assinale com um “X”, conforme sua percepção, o grau de relevância das afirmações para o cenário atual de tomada de decisão da UO SENAI CUIABÁ para assimilar tecnologias em eficiência energética:

Quadro 30. Perguntas fechadas para barreiras a medidas em eficiência

Tipo de barreira para tomada de decisão em eficiência energética	Não é uma barreira relevante para os gestores, no contexto atual da empresa			Pode ser uma barreira relevante para os gestores, no contexto atual da empresa				Certamente é uma barreira para os gestores, no contexto atual da empresa		Se assinalar valores acima de 6 dizer o porque da sua afirmação
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Escolher tecnologia em eficiência energética adequada as instalações e necessidades financeiras da organização.										
Realizar a previsão dos custos ocultos organizacionais para assimilar tecnologias em eficiência energética.										
Ter acesso ao capital de agentes financeiros para assimilar tecnologia em Eficiência Energética.										
Realizar procedimentos relacionados a prazos estreitos de retomo financeiro na organização.										
Empregar o tempo adequado de análise de informações para selecionar tecnologias em eficiência energética na organização										
Ter capacidade na organização de se apropriarem interdepartamentalmente dos benefícios da implementação de tecnologias em eficiência energética.										
Ter pessoas capacitadas para analisar e conscientizar a organização em relação a benefícios de tecnologias em eficiência energética.										
Haver necessidade de criar novo processo organizacional para assimilar tecnologias em eficiência energética.										
Ter que melhorar procedimentos, rotinas organizacionais para assimilar tecnologias em eficiência energética.										
Líderes, profissionais-chave da organização terem valores ambientais para assimilar tecnologias em eficiência energética.										
Líderes, profissionais chave da organização terem poder, influência de nas tomadas de decisão para assimilar tecnologia em eficiência energética.										
Obter apoio, regulamentação e coordenação política para programas de eficiência energética para a classe empresarial.										

Fonte: Criado pelo autor (2017)

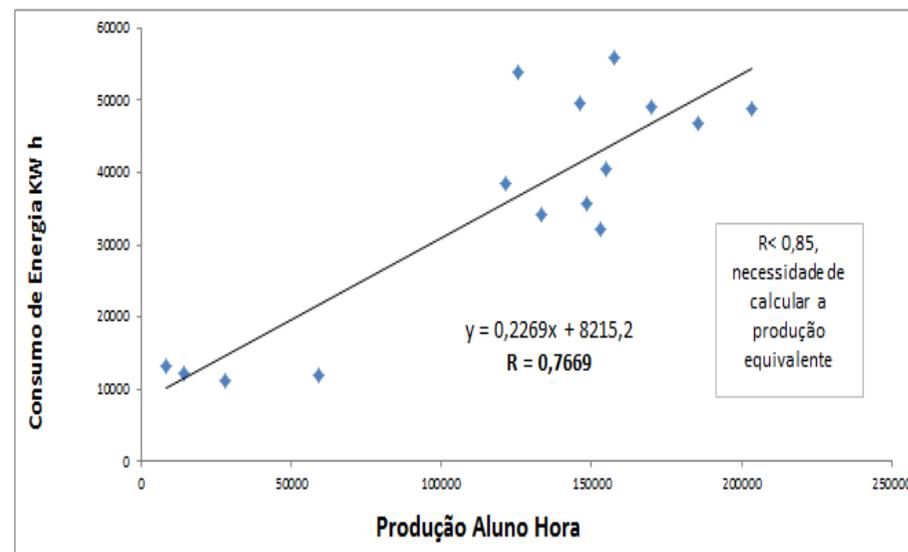
APÊNDICE B – Tabulação de dados para Diagrama E-P Vs. T - Artigo 2

Ano	Período	Produção (PAH)	%Variação Produção PAH	Consumo (KW/h mês)	%Variação Consumo (KW/h mês)	Comportamento	Diferença de Variação
2014	1	14157	0%	12287	0%	Tipico	0%
2014	2	278137	1864,66%	40685	231,12%	Atipico	
2014	3	234921	-15,54%	49601	21,91%	Atipico	
2014	4	220363	-6,20%	53982	8,83%	Atipico	
2014	5	279003	26,61%	50699	-6,08%	Atipico	
2014	6	177295	-36,45%	48191	-4,95%	Atipico	
2014	7	258377	45,73%	33271	-30,96%	Atipico	
2014	8	311033	20,38%	52674	58,32%	Atipico	
2014	9	249215	-19,88%	59987	13,88%	Atipico	
2014	10	168816	-32,26%	61423	2,39%	Atipico	
2014	11	157647	-6,62%	55928	-8,95%	Tipico	2,33%
2014	12	2394092	1418,64%	60310	7,84%	Atipico	
2015	13	8596	-99,64%	13084	-78,31%	Tipico	21,33%
2015	14	103496	1104,00%	39626	202,86%	Atipico	
2015	15	270524	161,39%	48456	22,28%	Atipico	
2015	16	166656	-38,40%	3569	-92,63%	Atipico	
2015	17	550436	230,28%	6933	94,26%	Atipico	
2015	18	166098	-69,82%	48190	595,08%	Atipico	
2015	19	188325	13,38%	43545	-9,64%	Atipico	
2015	20	152613	-18,96%	49252	13,11%	Atipico	
2015	21	122115	-19,98%	50723	2,99%	Atipico	
2015	22	531432	335,19%	52820	4,13%	Atipico	
2015	23	108326	-79,62%	55928	5,88%	Atipico	
2015	24	1409494	1201,16%	47048	-15,88%	Atipico	
2016	25	59327	-95,79%	11917	-74,67%	Tipico	21,12%
2016	26	153041	157,96%	32082	169,21%	Tipico	11,25%
2016	27	203102,5	32,71%	48771	52,02%	Tipico	19,31%
2016	28	192260,25	-5,34%	58800	20,56%	Atipico	
2016	29	185694,25	-3,42%	46900	-20,24%	Tipico	16,82%
2016	30	148234,75	-20,17%	35700	-23,88%	Tipico	3,71%
2016	31	133353,5	-10,04%	34300	-3,92%	Tipico	6,12%
2016	32	154750,25	16,05%	40600	18,37%	Tipico	2,32%
2016	33	201341,75	30,11%	41300	1,72%	Atipico	
2016	34	400611,75	98,97%	52500	27,12%	Atipico	
2016	35	278382,25	-30,51%	58800	12,00%	Atipico	
2016	36	62858,75	-77,42%	53200	-9,52%	Atipico	
2017	37	28323	-54,94%	11200	-78,95%	Tipico	24,01%
2017	38	119257	321,06%	43400	287,50%	Atipico	
2017	39	146074	22,49%	49700	14,52%	Tipico	7,97%
2017	40	118726	-18,72%	50400	1,41%	Atipico	
2017	41	158259	33,30%	49000	-2,78%	Atipico	
2017	42	170137	7,51%	49000	0,00%	Tipico	7,51%
2017	43	121569	-28,55%	38500	-21,43%	Tipico	7,12%
2017	44	109761	-9,71%	38500	0,00%	Tipico	9,71%
2017	45	125677	14,50%	53900	40,00%	Tipico	25,5%
2017	46	135823	8,07%	49000	-9,09%	Atipico	
2017	47	100895	-25,72%	57400	17,14%	Atipico	
2017	48	44596	-55,80%	57400	0,00%	Atipico	

APÊNDICE C–Identificação de Metas de Energia

Períodos com Comportamento Típico			
Ano	Período	Produção	Consumo
2014	1	14157	12287
2014	11	157647	55928
2015	13	8596	13084
2016	25	59327	11917
2016	26	153041	32082
2016	27	203102,5	48771
2016	29	185694,25	46900
2016	30	148234,75	35700
2016	31	133353,5	34300
2016	32	154750,25	40600
2017	37	28323	11200
2017	39	146074	49700
2017	42	170137	49000
2017	43	121569	38500
2017	45	125677	53900

Quadro 31. Gráfico de Dispersão com $R^2 < 0,85$

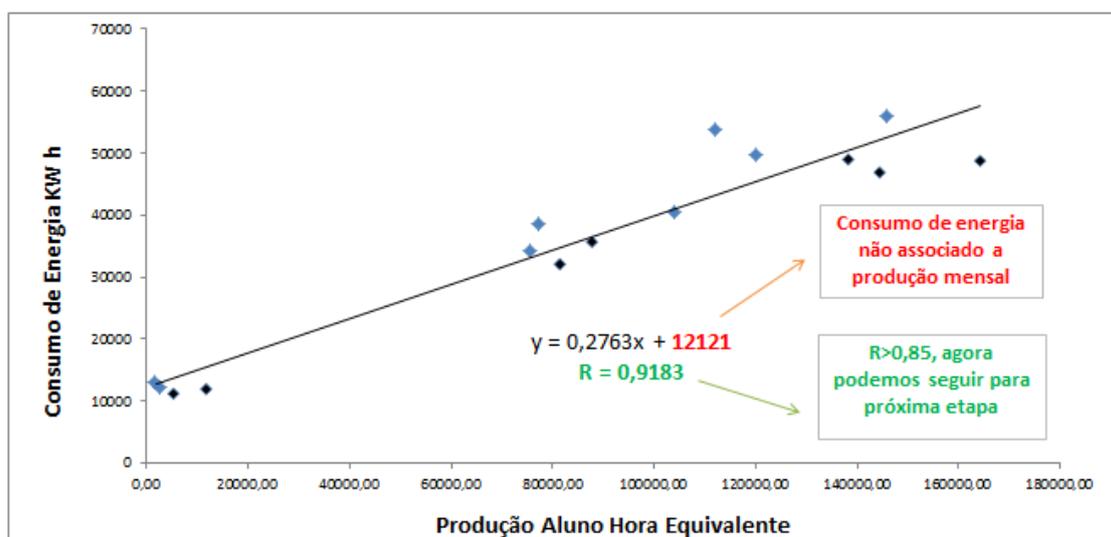


Fonte: Realizado pelo Autor (2017)

Períodos com Comportamento Típico				Fator de Conversão	Produção Equivalente
Ano	Período	Produção	Consumo		
2014	1	14157	12287	0,204	2884,22
2014	11	157647	55928	0,927	146192,69
2015	13	8596	13084	0,217	1864,87
2016	25	59327	11917	0,198	11722,76
2016	26	153041	32082	0,532	81410,40
2016	27	203102,5	48771	0,809	164243,28
2016	29	185694,25	46900	0,778	144404,91
2016	30	148234,75	35700	0,592	87746,32
2016	31	133353,5	34300	0,569	75841,90
2016	32	154750,25	40600	0,673	104176,09
2017	37	28323	11200	0,186	5259,78
2017	39	146074	49700	0,824	120376,02
2017	42	170137	49000	0,812	138231,02
2017	43	121569	38500	0,638	77605,81
2017	45	125677	53900	0,894	112319,52

PERÍODO		MAIOR PRODUÇÃO	CONSUMO
2014	12	2394092	60310

Quadro 32. Gráfico de Dispersão com $R^2 > 0,85$ – Linha Base



Fonte: Realizado pelo autor (2017)

APÊNDICE D – Tabulação de dados para Índice IC Real e IC Teórico - Artigo 2

Ano	Período	Produção	Fator de Conversão	Produção equivalente aluno hora(x)	Consumo	IC real (C kWh / Aluno hora)	Cteórico (Ct) $y=0,2763x+12121$	ICteórico (Ct/Aluno hora)
2014	1	14157	0,204	2884,22	12287	4,26	12917,91	4,48
2014	2	278137	0,675	187630,64	40685	0,22	63963,35	0,34
2014	3	234921	0,822	193207,04	49601	0,26	65504,10	0,34
2014	4	220363	0,895	197241,51	53982	0,27	66618,83	0,34
2014	5	279003	0,841	234541,09	50699	0,22	76924,70	0,33
2014	6	177295	0,799	141668,44	48191	0,34	51263,99	0,36
2014	7	258377	0,552	142537,91	33271	0,23	51504,22	0,36
2014	8	311033	0,873	271652,33	52674	0,19	87178,54	0,32
2014	9	249215	0,995	247880,29	59987	0,24	80610,32	0,33
2014	10	168816	1,018	171931,44	61423	0,36	59625,66	0,35
2014	11	157647	0,927	146192,69	55928	0,38	52514,04	0,36
2014	12	2394092	1,000	2394092,00	60310	0,03	673608,62	0,28
2015	13	8596	0,217	1864,87	13084	7,02	12636,26	6,78
2015	14	103496	0,657	68000,87	39626	0,58	30909,64	0,45
2015	15	270524	0,803	217352,20	48456	0,22	72175,41	0,33
2015	16	166656	0,059	9862,30	3569	0,36	14845,95	1,51
2015	17	550436	0,115	63275,95	6933	0,11	29604,15	0,47
2015	18	166098	0,799	132718,66	48190	0,36	48791,17	0,37
2015	19	188325	0,722	135974,33	43545	0,32	49690,71	0,37
2015	20	152613	0,817	124631,00	49252	0,40	46556,54	0,37
2015	21	122115	0,841	102703,35	50723	0,49	40497,94	0,39
2015	22	531432	0,876	465432,57	52820	0,11	140720,02	0,30
2015	23	108326	0,927	100455,26	55928	0,56	39876,79	0,40
2015	24	1409494	0,780	1099550,22	47048	0,04	315926,73	0,29
2016	25	59327	0,198	11722,76	11917	1,02	15360,00	1,31
2016	26	153041	0,532	81410,40	32082	0,39	34614,69	0,43
2016	27	203102,5	0,809	164243,28	48771	0,30	57501,42	0,35
2016	28	192260,25	0,975	187446,57	58800	0,31	63912,49	0,34
2016	29	185694,25	0,778	144404,91	46900	0,32	52020,08	0,36
2016	30	148234,75	0,592	87746,32	35700	0,41	36365,31	0,41
2016	31	133353,5	0,569	75841,90	34300	0,45	33076,12	0,44
2016	32	154750,25	0,673	104176,09	40600	0,39	40904,85	0,39
2016	33	201341,75	0,685	137877,87	41300	0,30	50216,66	0,36
2016	34	400611,75	0,871	348733,49	52500	0,15	108476,06	0,31
2016	35	278382,25	0,975	271412,31	58800	0,22	87112,22	0,32
2016	36	62858,75	0,882	55448,28	53200	0,96	27441,36	0,49
2017	37	28323	0,186	5259,78	11200	2,13	13574,28	2,58
2017	38	119257	0,720	85819,16	43400	0,51	35832,84	0,42
2017	39	146074	0,824	120376,02	49700	0,41	45380,89	0,38
2017	40	118726	0,836	99217,22	50400	0,51	39534,72	0,40
2017	41	158259	0,812	128580,52	49000	0,38	47647,80	0,37
2017	42	170137	0,812	138231,02	49000	0,35	50314,23	0,36
2017	43	121569	0,638	77605,81	38500	0,50	33563,49	0,43
2017	44	109761	0,638	70067,96	38500	0,55	31480,78	0,45
2017	45	125677	0,894	112319,52	53900	0,48	43154,88	0,38
2017	46	135823	0,812	110351,96	49000	0,44	42611,25	0,39
2017	47	100895	0,952	96026,75	57400	0,60	38653,19	0,40
2017	48	44596	0,952	42444,21	57400	1,35	23848,34	0,56

PERÍODO		MAIOR PRODUÇÃO	CONSUMO
2014	12	2394092	60310

APÊNDICE E- Tabulação de dados par Estimativas de Consumo de Energia

Bloco	Sala	Quant	Equipamento	Potência Média (Watts)	Tempo médio de uso por dia (hora)	Numero estimado de dias de uso por mês	Consumo Médio Mensal KW h
D	Lab D8	1	Ar condicionado Hitach	3714	8	9	267,408
D	Lab D6	1	Ar condicionado Hitach	3714	8	9	267,408
D	Lab D6	1	Ar condicionado Carrier	3900	8	9	280,8
D	D7	2	Ar condicionado Futsu	3900	7	1	54,6
D	Lab D16	4	Ar condicionado Elgim	7033	8	4	900,224
D	Lab D16	2	Ar condicionado Midee	7965	8	4	509,76
D	Lab D16	2	Ar condicionado Carrier	9373	8	4	599,872
D	Biblioteca D22	1	Ar condicionado mitsubish electric	9373	8	20	1499,68
D	Biblioteca D22	3	Ar condicionado Electrolux	8787	8	20	4217,76
D	Sala D15	2	Ar condicionado	8787	11	11	2126,454
D	Sala D15	1	Ar condicionado	4100	11	11	496,1
D	Sala D3	2	Ar condicionado Hitach	9373	12	14	3149,328
D	Sala D10	1	Ar condicionado Omeco	3714	11	9	367,686
D	Sala D9	1	Ar condicionado Omeco	3714	11	8	326,832
D	Sala D2	2	Ares Komeko	3714	11	14	1143,912
D	Sala D11	1	Ar condicionado Hitachi	3714	11	11	449,394
D	Sala D20	1	Ar Elgim 24000 BTU	7034	7	1	49,238
D	Sala D12	1	Ar condicionado Hitachi	3714	11	7	285,978
D	Sala D12	1	Ar condicionado midi	8792	11	7	676,984
D	Sala D21	1	Ar midia 24000 btu	7034	11	1	77,374
C	C3	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	13	1115,4
C	C2	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	14	1201,2
C	C1	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	13	1115,4
C	C7	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	3	257,4
C	C8	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	2	171,6
C	C11	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	13	1115,4
C	C09	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	5	429
C	C10	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	7	600,6
C	PROC. VEGETAL	3	AR CONDICIONADO 36.000 BTUS CARRIER 220V	10544,4	3	3	284,6988
C	PROC. VEGETAL	1	AR CONDICIONADO 36.000 BTUS CARRIER 220V	10544,4	0	3	0
C	C14	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	14	1201,2
C	C12	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	14	1201,2
C	C13	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	9	772,2
C	DISMEQ	1	AR condicionado midia 12000 btu	3900	11	20	858
C	C18	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	9	772,2
C	C22	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	11	943,8
C	C21	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	11	943,8
C	C20	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	14	1201,2
C	C17	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	10	858
C	C16	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	10	858
C	C19	2	Ar condicionado Carrier	3900	11	13	1115,4
C	C15	2	Ar condicionado Carrier	3900	7	7	382,2
C	C6	4	Ar condicionado Carrier	3900	11	11	1887,6
B	B1	2	Ar condicionado carrir teto	3900	11	20	1716
B	B2	4	Ar condicionado de parede	8800	11	17	6582,4
B	B3	3	Ar condicionado de parede	8800	11	12	3484,8
B	B4	3	Ar condicionado de parede	8800	11	12	3484,8
B	B5	4	Ar condicionado de parede	8800	11	17	6582,4
B	B6	4	Ar condicionado de parede	8800	11	13	5033,6
B	Corredor 2º Piso	1	Ar Condicionado Carrier teto	3900	3	20	234
B	Sala dos Professores SENAI	1	Arcondicionado springer	3900	3	20	234
B	Sala dos Professores FATEC 1	1	Arcondicionado springer	3900	7	20	546
B	Sala dos Professores FATEC 2	1	Arcondicionado springer	3900	7	20	546
B	Sala de Reuniões 1	1	Arcondicionado springer	3900	3	5	58,5
B	Sala de Reuniões 2	1	Arcondicionado springer	3900	3	5	58,5
B	SETOR Educação	1	Ar Condicionado Carrier teto	3900	11	20	858
B	FATEC SENAI MT	1	Ar Condicionado Carrier teto	3900	8	20	624
B	SETOR Administrativo	2	Ar Condicionado Carrier teto	3900	11	20	1716
B	Sala Direção Acadêmica	1	Arcondicionado springer	3900	4	20	312
B	Secretaria	1	Ar Condicionado Carrier teto	3900	11	20	858
B	TESOURARIA	1	Arcondicionado springer	3900	11	20	858
B	Sala Direção SENAI	1	Arcondicionado springer	3900	8	20	624
B	Recepção	2	Ar Carrier Teto	3900	11	20	1716
B	Arquivo	1	Arcondicionado springer	3900	8	20	624
B	Lab Carnes	3	AR CONDICIONADO SPLIT EDEALI 18 K	6500	3	6	351
B	Lab. Microbiologia	1	AR CONDICIONADO 'HITACHI'-SPLIT HI-WALL 30000 BTUS	879	3	6	15,822
B	FÍSICO-QUÍMICO	4	AR CONDICIONADO SPLIT INOVARE 12 K	292,9	3	6	21,0888
B	SENSORIAL	1	Ar condicionado tota line	5272,2	3	3	47,4498
B	SENSORIAL	1	AR CONDICIONADO clima frio	2196,75	3	3	19,77075

Bloco	Sala	Quant	Equipamento	Potência Média (Watts)	Tempo médio de uso por dia	Numero estimado de dias de uso por mês	Consumo Médio Mensal KW h
D	Lab D8	16	Lampadas 1,20m	40	8	9	46,08
D	Lab D6	48	Lampadas 1,20m	40	4	9	69,12
D	D7	16	Lampadas 1,20m	40	7	1	4,48
D	Lab D16	64	Lampadas 1,20m	40	4	4	40,96
D	Lab D16	32	Lampadas 1,20m	40	8	4	40,96
D	Lab D16	16	Lampadas 1,20m	40	8	4	20,48
D	Biblioteca D22	35	Lampadas 1,20m	40	8	20	224
D	Sala D15	32	Lampadas 1,20m	40	11	11	154,88
D	Banheiro Masc	5	Lampadas 1,20m	40	11	20	44
D	Banheiro Fem	5	Lampadas 1,20m	40	11	20	44
D	Corredor	10	Lampadas 1,20m	40	8	20	64
D	Escada	4	Lampadas 1,20m	40	11	20	35,2
D	Banheiro Masc	5	Lampadas 1,20m	40	11	20	44
D	Banheiro Fem	5	Lampadas 1,20m	40	11	20	44
D	Corredor	5	Lampadas 1,20m	40	11	20	44
D	Sala D3	24	Lampadas 1,20m	40	12	14	161,28
D	Sala D10	12	Lampadas 1,20m	40	11	9	47,52
D	Sala D9	12	Lampadas 1,20m	40	11	8	42,24
D	Sala D2	24	Lampadas 1,20m	40	11	14	147,84
D	Sala D11	12	Lampadas 1,20m	40	11	11	58,08
D	Sala D20	24	Lampadas 1,20m	40	7	1	6,72
D	Sala D12	24	Lampadas 1,20m	40	11	7	73,92
D	Sala D21	16	Lampadas 1,20m	40	11	1	7,04
C	C4	32	Lampadas 1,20m	40	11	13	183,04
C	C4	2	Lampadas 1,20m	40	11	13	11,44
C	C3	32	Lampadas 1,20m	40	11	13	183,04
C	C2	32	Lampadas 1,20m	40	11	14	197,12
C	C1	32	Lampadas 1,20m	40	11	13	183,04
C	corredor	32	Lampadas 1,20m	40	11	20	281,6
C	corredor	24	Lampadas 1,20m	40	11	20	211,2
C	Banheiro Masc	6	Lampadas 1,20m	40	11	20	52,8
C	Banheir Fem	6	Lampadas 1,20m	40	11	20	52,8
C	Banheiro Masc 2º Andar	6	Lampadas 1,20m	40	11	20	52,8
C	Banheiro Fem 2º Andar	6	Lampadas 1,20m	40	11	20	52,8
C	C7	32	Lampadas 1,20m	40	11	3	42,24
C	C8	32	Lampadas 1,20m	40	11	2	28,16
C	C11	32	Lampadas 1,20m	40	11	13	183,04
C	C09	32	Lampadas 1,20m	40	11	5	70,4
C	C10	32	Lampadas 1,20m	40	11	7	98,56
C	C14	32	Lampadas 1,20m	40	11	14	197,12
C	C13	32	Lampadas 1,20m	40	11	9	126,72
C	corredor 2º piso	56	Lampadas 1,20m	40	11	20	492,8
C	corredor 2º piso	2	Lampadas 1,20m	40	11	20	17,6
C	C13	32	Lampadas 1,20m	40	11	9	126,72
C	C22	32	Lampadas 1,20m	40	11	11	154,88
C	C21	32	Lampadas 1,20m	40	11	11	154,88
C	C20	32	Lampadas 1,20m	40	11	14	197,12
C	C17	32	Lampadas 1,20m	40	11	10	140,8
C	C16	32	Lampadas 1,20m	40	11	10	140,8
C	C19	32	Lampadas 1,20m	40	11	13	183,04
C	C15	32	Lampadas 1,20m	40	7	7	62,72
C	corredor 3º P	56	Lampadas 1,20m	40	11	20	492,8
C	corredor 3º P	2	Lampadas 1,20m	40	11	20	17,6
C	Banheiro Masc 3º Andar	6	Lampadas 1,20m	40	11	20	52,8
C	Banheiro Fem 3º Andar	6	Lampadas 1,20m	40	11	20	52,8
C	C6	52	Lampadas 1,20m	40	11	11	251,68
B	B1	20	Lampadas 1,20m	40	11	17	149,6
B	B2	16	Lampadas 1,20m	40	11	17	119,68

Bloco	Sala	Quant	Equipamento	Potência Média (Watts)	Tempo médio de uso por dia	Numero estimado de dias de uso por mês	Consumo Médio Mensal KW h
B	B2	16	Lampadas 1,20m	40	11	17	119,68
B	B3	16	Lampadas 1,20m	40	11	12	84,48
B	B4	16	Lampadas 1,20m	40	11	12	84,48
B	B5	16	Lampadas 1,20m	40	11	17	119,68
B	B6	16	Lampadas 1,20m	40	11	13	91,52
B	Corredor - Escada	16	Lampadas 1,20m	40	11	20	140,8
B	Corredor - Escada	1	Lampadas 1,20m	40	11	20	8,8
B	Rampa	6	Lampadas 1,20m	40	11	20	52,8
B	Banheiro Masculino 3º Andar	6	Lampadas 1,20m	40	11	20	52,8
B	Banheiro Feminino 3º Andar	6	Lampadas 1,20m	40	11	20	52,8
B	Banheiro Masc 2º Andar	6	Lampadas 1,20m	40	11	20	52,8
B	Banheiro Fem 2º Andar	6	Lampadas 1,20m	40	11	20	52,8
B	Corredor 2º Piso	18	Lampadas 1,20m	40	11	20	158,4
B	Sala dos Professores SENAI	6	Lampadas 1,20m	40	11	20	52,8
B	Sala dos Professores FATEC 1	4	Lampadas 1,20m	40	11	20	35,2
B	Sala dos Professores FATEC 2	4	Lampadas 1,20m	40	11	20	35,2
B	Sala de Reuniões 1	6	Lampadas 1,20m	40	11	4	10,56
B	Sala de Reuniões 2	8	Lampadas 1,20m	40	3	5	4,8
B	SETOR Educação	16	Lampadas 1,20m	40	12	20	153,6
B	FATEC SENAI MT	16	Lampadas 1,20m	40	8	20	102,4
B	SETOR Educação professores	16	Lampadas 1,20m	40	8	20	102,4
B	SETOR Administrativo	8	Lampadas 1,20m	40	8	20	51,2
B	Arquivo área técnica	16	Lampadas 1,20m	40	1	20	12,8
B	Sala Direção Acadêmica	2	Lampadas 1,20m	40	5	20	8
B	Sala Direção Acadêmica	2	Lampadas 1,20m	40	0	20	0
B	Secretaria	10	Lampadas 1,20m	40	8	20	64
B	Sala Direção SENAI	2	Lampadas 1,20m	40	4	12	3,84
B	Sala Direção SENAI	2	Lampadas 1,20m	40	0	12	0
B	Recepção	12	Lampadas 1,20m	40	8	20	76,8
B	Corredor da entrada	8	Lampadas 1,20m	40	4	20	25,6
B	Arquivo	10	Lampadas 1,20m	40	4	20	32
B	Banheiro Masculino 1º Andar	6	Lampadas 1,20m	40	4	20	19,2
B	Banheiro Feminino 1º Andar	6	Lampadas 1,20m	40	4	20	19,2
B	FÍSICO-QUÍMICO	22	Lampadas 1,20m	40	3	6	15,84
B	SENSORIAL	8	Lampadas 1,20m	40	3	3	2,88
C	PROC. VEGETAL	64	Lampadas 1,20m	40	3	4	30,72
Garagem	Nível 1	162	Lampadas 1,20m	40	3	20	388,8
Garagem	Nível 2	236	Lampadas 1,20m	40	3	20	566,4
Garagem	Nível 3	260	Lampadas 1,20m	40	3	20	624
Garagem	Nível 4	260	Lampadas 1,20m	40	3	20	624
D	Sala D4	12	Lampadas 1,20m	40	11	9	47,52

Bloco	Sala	Quant	Equipamento	Potência Média (Watts)	Tempo médio de uso por dia (hora)	Numero estimado de dias de uso por mês	Consumo Médio Mensal KW h
D	Lab D8	21	Computadores Aplee Imac	94	8	9	142,128
D	D7	1	Computador Positivo	185	7	1	1,295
D	Lab D16	1	PC LG	195	0	4	0,00
D	Lab D16	1	PC HP	185	0	4	0,00
D	Lab D16	1	PC Samsung	140	6	4	3,36
D	Biblioteca D22	12	PC HP	95	8	20	182,40
C	C8	38	PCs Samsung	140	11	2	117,04
C	C14	49	PC Lenovo	160	11	14	1207,36
C	C13	41	PC HP	140	11	9	568,26
C	DISMEQ	1	PCs Samsung	140	11	20	30,80
C	C18	50	PC Lenovo	160	11	9	792
C	C22	50	PC Lenovo	160	11	11	968
C	C21	50	PC Lenovo	160	11	11	968
C	C20	50	PC Lenovo	160	11	14	1232
C	C17	50	PC Lenovo	160	11	10	880
C	C16	50	PC Lenovo	160	11	10	880
C	C19	50	PC Lenovo	160	11	13	1144
C	C15	50	PC Lenovo	160	7	7	392
B	B1	1	PC HP	185	11	17	34,595
B	B4	1	PC Lenovo	110	11	12	14,52
B	Sala dos Professores FATEC 1	3	PC HP	185	11	20	122,1
B	Sala dos Professores FATEC 1	1	Notebooks Lenovo	160	3	20	9,6
B	Sala dos Professores FATEC 2	3	Notebooks Lenovo	160	11	20	105,6
B	Sala dos Professores FATEC 2	3	Notebooks HP	185	11	20	122,1
B	Sala de Reuniões 2	1	PC HP	185	3	5	2,775
B	SETOR Educação	3	PC HP professores extra quadro	185	1	20	11,1
B	SETOR Educação	3	PC HP	185	8	20	88,8
B	SETOR Educação	3	PC HP	185	8	20	88,8
B	SETOR Educação	3	PC HP	185	8	20	88,8
B	SETOR Educação	2	PC HP	185	8	20	59,2
B	SETOR Educação	1	PC HP Assistente social	185	6	20	22,2
B	SETOR Educação	1	PC HP coordenação pedagógica	185	8	20	29,6
B	FATEC SENAI MT	1	PC HP	185	8	20	29,6
B	FATEC SENAI MT	2	PC HP	185	0	20	0
B	FATEC SENAI MT	1	Impressora SANSUMG	88	1	20	1,76
B	FATEC SENAI MT	2	PC HP	185	8	20	59,2
B	FATEC SENAI MT	1	PC HP comercial	185	3	20	11,1
B	FATEC SENAI MT	3	PC HP	185	8	20	88,8
B	FATEC SENAI MT	1	PC HP coordenação pedagógica	185	0	20	0
B	FATEC SENAI MT	1	PC HP MERLY	185	4	20	14,8
B	FATEC SENAI MT	1	PC HP PSCICOLOGA	185	0	20	0
B	FATEC SENAI MT	1	PC HP NAR	185	8	20	29,6
B	SETOR Educação professores	1	NOTEBOOK HB	185	2	20	7,4
B	SETOR Administrativo	8	PC HP	185	8	20	236,8
B	Sala Direção Acadêmica	1	Notebook Vaio	185	5	20	18,5
B	Secretaria	3	PC HP	185	8	20	88,8
B	Secretaria	3	PC HP	185	8	20	88,8
B	Secretaria	3	PC HP	185	0	20	0
B	TESOURARIA	2	PC HP	185	8	20	59,2
B	TESOURARIA	1	PC HP	185	0	20	0
B	Sala Direção SENAI	1	Notebook Vaio	185	5	12	11,1
B	Recepção	8	PC HP	185	8	20	236,8
B	Arquivo	1	PC HP	185	4	20	14,8

Bloco	Sala	Quant	Equipamento	Potência Média (Watts)	Tempo médio de uso por dia (hora)	Numero estimado de dias de uso por mês	Consumo Médio Mensal KW h
D	Lab D6 - Gráfica	1	SOLNA225 Sheet-fed OFF set Press (solna 225 AL)	10000	3	9	270,00
D	Lab D6 - Gráfica	2	Multilith 1250-tc	0,27	3	9	0,01
D	Lab D6 - Gráfica	1	Exaustor sala de chapas	400	4	9	14,40
D	Lab D6 - Gráfica	1	Exaustor	400	4	9	14,40
D	Lab D6 - Gráfica	1	Geladeira Beierxin	2500	3	9	67,50
D	D7 - Gráfica	1	Furadeira de Matrizes Solna 225 AL	1500	0,5	1	0,75
D	D7 - Gráfica	1	Impressora Jato de Tinta DESCKJET 9800 COLORIDA	60	7	1	0,42
D	D7 - Gráfica	1	Balança de Precisão Filizola BP 15	10	1	1	0,01
D	Lab D16 - Moda	21	Maquina industrial de costura reta BRUCE	700	4	4	235,20
D	Lab D16 - Moda	5	Maquina industrial de costura reta MARFRAN ESPECIAL	3300	4	4	264,00
D	Lab D16 - Moda	1	Maquina industrial de costura reta sunestar	550	4	4	8,80
D	Lab D16 - Moda	1	Maquina industrial de costura reta WESTNAN	400	4	4	6,40
D	Lab D16 - Moda	1	Maquina industrial de costura reta MARFRAN ESPECIAL	400	4	4	6,40
D	Lab D16 - Moda	1	Maquina de costura singer	90	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina sung especial	400	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina Westnan	400	2	4	3,20
D	Lab D16 - Moda	1	Ferro de passar blackaedeker	1200	4	4	19,20
D	Lab D16 - Moda	1	Importador Sun especial	100	1	4	0,40
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina Westman	150	1	4	0,60
D	Lab D16 - Moda	1	Passadeira Hironim	750	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Ferro de passar Wistman	1350	1	4	5,40
D	Lab D16 - Moda	6	Maquina Overlock morita	400	2	4	19,20
D	Lab D16 - Moda	2	Maquina Wistman	550	1	4	4,40
D	Lab D16 - Moda	1	Maquina Bruce	600	1	4	2,40
D	Lab D16 - Moda	1	Maquina Sun especial	350	1	4	1,40
D	Lab D16 - Moda	8	Máquina Janone	100	1	4	3,20
D	Lab D16 - Moda	1	Maquina Wistman	400	1	4	1,60
D	Lab D16 - Moda	8	Ventilador de teto	130	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	3	Ventilador de teto	130	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Impressora HP	150	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina de corte Wistman	45	1	4	0,18
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina de corte Silverstar	100	1	4	0,40
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina de corte Yamata	300	1	4	1,20
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina de corte Singer	100	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina de corte Fitlaser	55	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina de corte Wistman	200	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Marcador	55	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Caldeira	1780	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Prensa	3500	0	4	0,00
C	DISMEQ	1	Copiadoras SHARP MX - N620N	1500	11	20	330,00
C	DISMEQ	1	Copiadoras SHARP MX - M453N	1500	11	20	330,00
C	DISMEQ	1	Encadernadora Mini Max	330	11	20	72,60
C	C6 - Panificação	2	Modeladora para panificação PRATICA TECNIPAN	500	1	11	11,00
C	C6 - Panificação	1	Balança eletrônica Filizola	10	1	11	0,11
C	C6 - Panificação	1	Batedeira ARNO	300	1	11	3,30
C	C6 - Panificação	3	Batedeira Kitchenaid	250	1	11	8,25
C	C6 - Panificação	1	Cilindro para massa BRAESI	450	1	11	4,95
C	C6 - Panificação	1	Liquidificador Industrial SKYmsen 3 l	372,5	1	11	4,10
C	C6 - Panificação	1	Liquidificador Industrial SKYmsen 1,5 l	800	1	11	8,80
C	C6 - Panificação	1	Microondas	1400	1	11	15,40
C	C6 - Panificação	1	Exaustor	400	1	11	4,40
C	C6 - Panificação	1	Fatiadeira de Pão GPANIS	745	1	11	8,20
C	C6 - Panificação	1	Batedeira Industrial SUPREMA	3725	1	11	40,98
C	C6 - Panificação	2	Amassadeira PRATICA TECNIPAN	2100	1	11	46,20
C	C6 - Panificação	2	Forno turbo PRATICA TECNIPAN	625	4	11	55,00
C	C6 - Panificação	2	Forno Lastro PRATICA TECNIPAN	4000	2	11	176,00
C	C6 - Panificação	1	Camera Climatica GPANIZ	1000	3	11	33,00
C	C6 - Panificação	1	Ultracongelador CLIMAKIP	6000	1	11	66,00

Bloco	Sala	Quant	Equipamento	Potência Média (Watts)	Tempo médio de uso por dia (hora)	Numero estimado de dias de uso por mês	Consumo Médio Mensal KW h
D	Lab D6 - Gráfica	1	SOLNA225 Sheet-fed OFF set Press (solna 225 AL)	10000	3	9	270,00
D	Lab D6 - Gráfica	2	Multilith 1250-tc	0,27	3	9	0,01
D	Lab D6 - Gráfica	1	Exaustor sala de chapas	400	4	9	14,40
D	Lab D6 - Gráfica	1	Exaustor	400	4	9	14,40
D	Lab D6 - Gráfica	1	Geladeira Beierxin	2500	3	9	67,50
D	D7 - Gráfica	1	Furadeira de Matrizes Solna 225 AL	1500	0,5	1	0,75
D	D7 - Gráfica	1	Impressora Jato de Tinta DESCKJET 9800 COLORIDA	60	7	1	0,42
D	D7 - Gráfica	1	Balança de Precisão Filizosa BP 15	10	1	1	0,01
D	Lab D16 - Moda	21	Maquina industrial de costura reta BRUCE	700	4	4	235,20
D	Lab D16 - Moda	5	Maquina industrial de costura reta MARFRAN ESPECIAL	3300	4	4	264,00
D	Lab D16 - Moda	1	Maquina industrial de costura reta sunestar	550	4	4	8,80
D	Lab D16 - Moda	1	Maquina industrial de costura reta WESTNAN	400	4	4	6,40
D	Lab D16 - Moda	1	Maquina industrial de costura reta MARFRAN ESPECIAL	400	4	4	6,40
D	Lab D16 - Moda	1	Maquina de costura singer	90	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina sung especial	400	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina Westnan	400	2	4	3,20
D	Lab D16 - Moda	1	Ferro de passar blackaedecker	1200	4	4	19,20
D	Lab D16 - Moda	1	Importador Sun especial	100	1	4	0,40
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina Westman	150	1	4	0,60
D	Lab D16 - Moda	1	Passadeira Hironim	750	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Ferro de passar Wistman	1350	1	4	5,40
D	Lab D16 - Moda	6	Maquina Overlock morita	400	2	4	19,20
D	Lab D16 - Moda	2	Maquina Wistman	550	1	4	4,40
D	Lab D16 - Moda	1	Maquina Bruce	600	1	4	2,40
D	Lab D16 - Moda	1	Maquina Sun especial	350	1	4	1,40
D	Lab D16 - Moda	8	Máquina Janone	100	1	4	3,20
D	Lab D16 - Moda	1	Maquina Wistman	400	1	4	1,60
D	Lab D16 - Moda	8	Ventilador de teto	130	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	3	Ventilador de teto	130	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Impressora HP	150	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina de corte Wistman	45	1	4	0,18
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina de corte Silverstar	100	1	4	0,40
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina de corte Yamata	300	1	4	1,20
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina de corte Singer	100	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina de corte Fitlaser	55	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Máquina de corte Wistman	200	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Marcador	55	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Caldeira	1780	0	4	0,00
D	Lab D16 - Moda	1	Prensa	3500	0	4	0,00
C	DISMEQ	1	Copiadoras SHARP MX - N620N	1500	11	20	330,00
C	DISMEQ	1	Copiadoras SHARP MX - M453N	1500	11	20	330,00
C	DISMEQ	1	Encadernadora Mini Max	330	11	20	72,60
C	C6 - Panificação	2	Modeladora para panificação PRATICA TECNIPAN	500	1	11	11,00
C	C6 - Panificação	1	Balança eletrônica Filizola	10	1	11	0,11
C	C6 - Panificação	1	Batedeira ARNO	300	1	11	3,30
C	C6 - Panificação	3	Batedeira Kitchenaid	250	1	11	8,25
C	C6 - Panificação	1	Cilindro para massa BRAESI	450	1	11	4,95
C	C6 - Panificação	1	Liquidificador Industrial SKYmsen 3 l	372,5	1	11	4,10
C	C6 - Panificação	1	Liquidificador Industrial SKYmsen 1,5 l	800	1	11	8,80
C	C6 - Panificação	1	Microondas	1400	1	11	15,40
C	C6 - Panificação	1	Exaustor	400	1	11	4,40
C	C6 - Panificação	1	Fatiadeira de Pão GPANIS	745	1	11	8,20
C	C6 - Panificação	1	Batedeira Industrial SUPREMA	3725	1	11	40,98
C	C6 - Panificação	2	Amassadeira PRATICA TECNIPAN	2100	1	11	46,20
C	C6 - Panificação	2	Forno turbo PRATICA TECNIPAN	625	4	11	55,00
C	C6 - Panificação	2	Forno Lastro PRATICA TECNIPAN	4000	2	11	176,00
C	C6 - Panificação	1	Camera Climatica GPANIZ	1000	3	11	33,00
C	C6 - Panificação	1	Ultracongelador CLIMAKIP	6000	1	11	66,00

Bloco	Sala	Quant	Equipamento	Potência Média (Watts)	Tempo médio de uso por dia (hora)	Numero estimado de dias de uso por mês	Consumo Médio Mensal KW h
C	C6 - Panificação	1	Lamiador de frios	186,25	1	11	2,05
C	C6 - Panificação	1	Máquina de lavar Eletrolux	350	2	11	7,70
C	C6 - Panificação	1	Máquina de Algodão doce	500	1	11	5,50
C	C6 - Panificação	1	Balança Eletronica Amuza	0,03	1	11	0,00
C	C6 - Panificação	1	Camera Fria PANAN	1000	24	11	264,00
C	C6 - Panificação	1	Balança Toledo	6	1	11	0,07
C	C6 - Panificação	1	Freezer GELOPAR	170	24	11	44,88
C	C6 - Panificação	1	Geladeira Frionox	170	24	11	44,88
B	B4 - Panificação	1	Geladeira Consul	180	24	12	51,84
B	Sala dos Professores SENAI	2	Bebedouro	125	24	20	120,00
B	Sala dos Professores SENAI	1	Cafeteira	1000	11	20	220,00
B	SETOR Educação	2	TV Samsung plana 55 polegadas	320	12	20	153,60
B	Sala Direção Acadêmica	1	Tv Samsung plana 24 polegadas	240	1	20	4,80
B	Sala Direção Acadêmica	1	Frigobar	200	24	30	144,00
B	Sala Direção SENAI	1	TV Samsung plana 24 polegadas	240	1	12	2,88
B	Sala Direção SENAI	1	Frigobar	200	24	12	57,60
B	Recepção	2	TV SANSUNG	580	8	20	185,60
B	Lanchonete	2	Freezers Metal Coca-cola	300	24	20	288,00
B	Lanchonete	1	Freezer Gelopar Horizontal	500	24	20	240,00
B	Lanchonete	1	Freezer Gelopar Vertical	300	24	20	144,00
B	Lanchonete	1	Freezer Creme Mel	500	24	20	240,00
B	Lanchonete	1	Máquina de Café	1800	24	20	864,00
B	Lanchonete	1	Máquina para guardar salgados Titan	1020	24	20	489,60
B	Lanchonete	1	Microondas Panasônico	2000	2	20	80,00
B	Lanchonete	1	Forno Mundial 36l	1500	2	20	60,00
B	Lanchonete	1	Freezer Eletrolux H500	340	24	20	163,20
B	Lanchonete	1	Forno Cook Gril Fisher 60l	2000	2	20	80,00
B	Lanchonete	1	Rabo quente	2000	0,5	20	20,00
B	Lanchonete	1	Liquidificador 1l	400	1	20	8,00
B	Lanchonete	1	Ventilador	300	6	20	36,00
B	Lab Carnes	1	LIQUIDIFICADOR INDUSTRIAL SKYMSEM CAP. P	368	1	6	2,21
B	Lab Carnes	1	ESTUFA BANDEJA DUPLA	550	1	6	3,30
B	Lab Carnes	1	FREEZER FREEZERHORIZONTAL, COR BRANCA,	400	24	30	288,00
B	Lab Carnes	1	EXAUSTOR	300	3	6	5,40
B	Lab Carnes	1	CAMARA GELOPAR REFRIGERADA P/CARNE, CAP.	600	24	30	432,00
B	Lab Carnes	1	BALANCA INTELIGENTE C/IMPRESSOR INCORPOR	43	0	6	0,00
B	Lab Carnes	1	AUTOCLAVE VERTICAL MB100/137	6000	0	6	0,00
B	Lab Carnes	1	CAMARA FRIA PANAN P/REFRIGERACAO C/04 PO	600	24	6	86,40
B	Lab Carnes	1	MOINHO MULTIPROC. C/CONVER. FREQUENCIA,	370	0	6	0,00
B	Lab Carnes	2	ESTERILIZADOR DE FACA E CHAIRAS	700	0	6	0,00
B	Lab Carnes	1	BALANCA DE PRECISAO DIGITAL UX-8200	18	1	6	0,11
B	Lab Carnes	1	PROCESSADOR DE ALIMENTOS	245	0	6	0,00
B	Lab Carnes	1	CUTTER ACO INOX CAPAC. 05 LITROS	370	1	6	2,22
B	Lab Carnes	1	CUTTER ACO INOX CAPAC. 02 LITROS	250	0	6	0,00
B	Lab Carnes	1	EMBTIDORA VERTICAL HIDRAULICA JAMAR	100	0	6	0,00
B	Lab Carnes	1	MISTURADOR DE CARNE SKYMSSEN MMS-50I	368	0	6	0,00
B	Lab Carnes	1	TUMBLER LAVADOR AUTOMATICO GRECO DR 30L	370	0	6	0,00
B	Lab Carnes	1	PICADOR DE CARNE EM INOX BECCARO	500	2	6	6,00
B	Lab Carnes	1	FATIADOR DE FRIOS MARCA FILIZOLA	500	0	6	0,00
B	Lab Carnes	1	SERRA FITA EM ACO INOX BECKER M42	1117,5	0	6	0,00
B	Lab Carnes	1	CUTTER INDUSTRIAL	4400	0	6	0,00
B	Lab Carnes	1	SELADORA	200	1	6	1,20
B	Lab. Microbiologia	1	FORNO MICROONDAS MICROONDAS CAPAC. 27 LI	1620	1	6	9,72
B	Lab. Microbiologia	2	ESTUFA DE ESTERILIZACAO E SECAGEM LS 40	100	1	6	1,20
B	Lab. Microbiologia	10	MICROSCOPIO OPTICO MOD. Q 707-B, MARCA Q	20	1	6	1,20
B	Lab. Microbiologia	1	DESTILADOR DE AGUA 10 LITROS - S: 071282	7000	1	6	42,00
B	Lab. Microbiologia	1	BANCADA DE FLUXO LAMINAR 'LOGEN SCIENTIF	1100	0,5	6	3,30
B	Lab. Microbiologia	1	AGITADOR DE TUBO VORTEX MOTION LS 56, 'L	100	1	6	0,60
B	Lab. Microbiologia	2	AGITADOR MAGNETICO C/ AQUECIMENTO MOD. H	250	1	6	3,00

Bloco	Sala	Quant	Equipamento	Potência Média (Watts)	Tempo médio de uso por dia (hora)	Numero estimado de dias de uso por mês	Consumo Médio Mensal KW h
B	FÍSICO-QUÍMICO	1	REFRIGERADOR DUPLEX-320 LITROS MARCA DAK	122	24	6	17,57
B	FÍSICO-QUÍMICO	3	Exaustores	300	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	1	DIGESTOR E DESTILADOR DE NITROGENIO	6600	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	3	AGITADOR DE TUBO VORTEX MOTION - LOGEN	100	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	1	ESTUFA DE ESTERILIZACAO E SECAGEM - LOGE	500	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	6	MANTA AQUECEDORA PARA BALCAO 500ml - LOG	130	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	1	CENTRIFUGA 24 TUBOS SUPER C/AQUECIMENTO	300	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	1	BALANCA ANALITICA MARK 210A, MARCA BEL	13,2	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	1	BALANCA ANALITICA MODELO MARK 210A, MARC	13,2	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	1	VISCOSIMETRO Q860 M21-GABINETE EM MATERI	30	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	1	BOMBA A VACUO ISENTA DE OLEO MOD. BCP 15	130	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	1	EXTRATOR DE OLEOS E GRAXAS MOD -MA044/55	1500	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	1	DESTILADOR DE AGUA 10 LITROS - S: 071282	7000	1	6	42,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	1	FORNO MARCONI ELET. MUFLA MOD- MA 385/3,	4816	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	4	AGITADOR MAGNETICO COM AQUECIMENTO (LS 5	320	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	1	MOEDOR DE CARNE DE CAFÉ	250	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	1	CRIOSCOPIO MICROPROCESSADO 'CAPI' - MOD.	665	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	1	DETERMINADOR DE FIBRAS 'MARCONI'	1500	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	1	EXTRATOR DE GORD. C/ TEMPE E REGUL TENSA	3000	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	2	AGITADOR MAGNETICO C/ AQUECIMENTO MOD. H	100	0	6	0,00
B	FÍSICO-QUÍMICO	1	CENTRIFUGA MICROPROCESSADA PARA 16 TUBOS	180	0	6	0,00
B	SENSORIAL	1	REFRIGERADOR CONTINENTAL DUPLEX 470 LITROS	380	24	3	27,36
B	SENSORIAL	1	FOGAO COOKTOP 2 BOCAS - VIDRO-FISCHER-Se	2500	0	3	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	AUTOCLAVE VERTICAL PRISMATEC CS-75 CAPAC	4000	0	3	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	BALANCA DIGITAL PESADORA RAMUZA DPR-30	3,75	1	3	0,01
C	PROC. VEGETAL	1	BALANCA SEMI-ANALITICA SHIMADZU UX8200S	18	1	3	0,05
C	PROC. VEGETAL	1	CENTRIFUGA DE CESTO TRIDENT MOD. SV-150	250	0	3	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	CONCENTRADOR A VACUO BIAZINOX TACHO 100L	16117,5	0	3	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	COZINHADOR VERTICAL TCE-30G ECIRTEC	745	0	3	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	DESCASCADOR EM INOX SKYSEN DB-10S	520	0	3	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	DESCASCADOR P/ PESQUISA DME-100 ECIRTEC	1500	0	3	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	DESPOLPADEIRA DE FRUTAS BRAESI DES-60	350	0	3	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	EMBALADEIRA AUTOMATICA DOM PACK PLUS	300	0	3	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	EMBALADORA A VACUO MODELO C250	1000	0	3	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	ENGENHO PROVADOR DE ARROZ SUZUKI	370	1	2	0,74
C	PROC. VEGETAL	1	EXTRUSORA C/CAPAC. 50KG/H INBRAMAQ RX50	12175	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	FILTRO PRENSA FPE-20/6 AC TRIF ECIRTEC	250	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	FREEZER HORIZONTAL C/ 02 PORTAS ACO INOX	380	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	MINI PRENSA + TANQUE DECANTADOR ECIRTEC	3700	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	MOINHO COLOIDAL INDUSTRIAL MOD. JMF-65	2200	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	MOINHO EXPERIMENTAL VITTI VG2000I	1117,5	1	2	2,24
C	PROC. VEGETAL	1	MOINHO LAMINADOR DE GRAOS MLG-300 SINUEL	2235	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	MOINHO TRITURADOR MTE-10 AC ECIRTEC	800	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	PENEIRA DE LIMPEZA + CICLONE ECIRTEC	1500	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	PROCESSADOR DE ALIMENTOS PA7SEN SKYSEN	600	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	REATOR ABERTO 25KG/CARGA INOX ECIRTEC	750	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	RECRVADEIRA MANUAL DE BANCADA IMM RMB10	250	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	REFRIGERADOR VERTICAL C/ 02 PORTAS 550L	380	24	30	273,60
C	PROC. VEGETAL	1	SECADOR/TORRADOR ROTATIVO ECIRTEC SRE480	370	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	SISTEMA DE BRANQUEAMENTO C/ 02 TANQUES	1380	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	Desidratador de alimentos	220	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	4	Exaustor	400	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	Tunel de Exaustão	290	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	Conjuto pastelizador	2000	0	2	0,00
C	PROC. VEGETAL	1	Mesa de Aspersão	380	0,5	2	0,38

Bloco	Sala	Quant	Equipamento	Potência Média (Watts)	Tempo médio de uso por dia (hora)	Numero estimado de dias de uso por	Consumo Médio Mensal KW h
D	Elevador	1	Elevador Thyssenkr upp	7355	1	20	147,1
C	Elevador	1	Elevador Thyssenkr upp	7355	1	20	147,1

Bloco	Sala	Quant	Equipamento	Potência Média (Watts)	Tempo médio de uso por dia (hora)	Numero estimado de dias de uso por mês	Consumo Médio Mensal KW h
D	Sala D9	1	Luz de emergência ECP	2	11	8	0,176
D	Sala D2	1	Luz de emergência decorlus DELLw Led	2	11	14	0,308
D	Sala D11	1	Luz de emergência decorlus DELLw Led	2	11	11	0,242
D	Contorno B D	8	Lampadas externas de LED	2	11	20	3,52
D	Sala D20	1	Luz de emergência ECP	2	7	1	0,014
D	Escad Corredor	8	Luz de emergência	2	11	20	3,52
D	Sala D4	1	Luz de emergência decorlus DELLw Led	2	11	9	0,198
C	C4	1	Luz de emergência	2	11	13	0,286
C	C3	1	Luz de emergência	2	11	13	0,286
C	C2	1	Luz de emergência	2	11	14	0,308
C	C1	1	Luz de emergência	2	11	13	0,286
C	corredor	3	Luz de emergência	2	11	20	1,32
C	C7	1	Luz de emergência	18	11	3	0,594
C	C8	1	Luz de emergência	2	11	2	0,044
C	C11	1	Luz de emergência	2	11	13	0,286
C	C09	1	Luz de emergência	2	11	5	0,11
C	C10	1	Luz de emergência	2	11	7	0,154
C	C14	1	Luz de emergência	2	11	14	0,308
C	C12	1	Luz de emergência	2	11	14	0,308
C	C13	1	Luz de emergência	18	11	9	1,782
C	C13	2	Lampadas de estação	44	11	9	8,712
C	corredor 2º piso	6	Luz de emergência	2	11	20	2,64
C	DISMEQ	4	Lampadas de estação	44	11	20	38,72
C	C18	1	Luz de emergência	18	11	9	1,782
C	C22	1	Luz de emergência	2	11	11	0,242
C	C21	1	Luz de emergência	2	11	11	0,242
C	C20	1	Luz de emergência	18	11	14	2,772
C	C17	1	Luz de emergência	18	11	10	1,98
C	C16	1	Luz de emergência	18	11	10	1,98
C	C19	1	Luz de emergência	18	11	13	2,574
C	C15	1	Luz de emergência	18	7	7	0,882
C	corredor 3º P	6	Luz de emergência	2	11	20	2,64
B	Corredor - Escada	6	Lampadas de Emergência	2	11	20	2,64
B	Rampa	2	Lampadas de Emergência	2	11	20	0,88
B	Corredor 2º Piso	3	Lampadas de Emergência	2	11	20	1,32
B	FAIXADA	6	Lampadas Olofote	250	4	20	120
B	Lab Carnes	22	LAMPADAS 1,10	40	3	6	15,84
B	Lab Carnes	3	Lampadas de emergência	2	11	6	0,396
B	SENSORIAL	30	lampadas coloridas	14	1	3	1,26
B	SENSORIAL	10	lampadas 0,50	16	1	3	0,48
B	SENSORIAL	10	lampadas strogo	50	1	3	1,5
Garagem	Nível 1	9	Lampadas de emergência	2	3	20	1,08
Garagem	Nível 2	11	Lampadas de emergência	2	3	20	1,32
Garagem	Nível 3	9	Lampadas de emergência	2	3	20	1,08
Garagem	Nível 4	9	Lampadas de emergência	2	4	20	1,44

APÊNDICE F – Identificação de desperdícios de energia

Grupos de Pontos de Consumo	Consumo (Kw h Mês)	Frequência Acumulada Relativa	Frequência Acumulada	80 - 20
Ar Condicionado	74238,42	69,28%	74238,42	80%
Lampadas 1,20	11673,96	80,17%	85912,38	80%
Computadores	11305,49	90,72%	97217,88	80%
Máquina e Equipamentos	7443,35	97,67%	104661,23	80%
Periféricos Informática	1976,67	99,51%	106637,90	80%
Elevador	294,2	99,79%	106932,10	80%
Outros Tipos de lâmpadas	228,452	100,00%	107160,55	80%

Máquinas e Equipamentos	Consumo (Kw h Mês)	Frequência Acumulada Relativa	Frequência Acumulada	80-20
Lanchonete	2712,80	41,39%	2712,80	80,00%
Lab. Panificação	906,59	55,22%	3619,39	80,00%
Lab. Carnes	826,84	67,83%	4446,23	80,00%
XEROX - DISMEQ	732,60	79,01%	5178,83	80,00%
Lab. Moda	583,58	87,91%	5762,41	80,00%
Lab. Gráfica	367,49	93,52%	6129,90	80,00%
Lab. Vegetal	277,02	97,74%	6406,92	80,00%
Lab. Microbiologia	78,59	98,94%	6485,51	80,00%
Lab. Fizio-Químico	42,00	99,58%	6527,51	80,00%
Lab. Análise Sensorial	27,36	100,00%	6554,87	80,00%

Lâmpadas 1,20 m	Consumo (Kw h Mês)	Consumo Acumulado	Frequência Acumulada	80-20
Bloco C	5864,04	50,23%	5864,04	80%
Garagem	2203,2	69,10%	8067,24	80%
Bloco B	2116,4	87,23%	10183,64	80%
Bloco D	1490,32	100,00%	11673,96	80%

Computadores	Consumo (Kw h Mês)	Consumo Acumulado	Frequência Acumulada	80-20
Bloco C	9179,46	81,19%	9179,46	80,0%
Bloco B	1796,85	97,09%	10976,31	80,0%
Bloco D	329,183	100,00%	11305,49	80,0%

Ar Condicionado	Consumo (Kw h Mês)	Consumo Acumulado	Frequência Acumulada	80-20
Bloco B	37206,13	50,12%	37206,13	80,0%
Bloco C	19285,50	76,09%	56491,63	80,0%
Bloco D	17746,79	100,00%	74238,42	80,0%

APÊNDICE G – Estimativa para necessidades de alto consumo de energia

Quadro 33. Estimativa para necessidades de alto consumo de energia elétrica

CONSUMO		100%
SIMULAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO		
DADO:	INDICE SOLARIMÉTRICO	5,06 kWh/m ² .dia
	CONSUMO	88571,43 kWh/mês
	DIAS NO MÊS	30,00 dias
	EFICIENCIA ENERGETICA DO SISTEMA	0,80 %
	CONSUMO Wh/dia	2.952,38 kWh/dia
	POTENCIA DE CADA PLACA	325 watts
ÁLCU:	ÁREA / PLACA	2,00 m ²
	TEMPO DE GERAÇÃO (hrs)	5,00 hrs
	POTENCIA A SER GERADA	583,38 kW
	CONSIDERANDO EFICIENCIA	729,22 kW
	POTENCIA INSTALADA	747 kWp
	ENERGIA GERADA (mês) c/ perdas	90.730,62 kWh/mês
ERAÇ:	ÁREA TOTAL OCUPADA	4.596,92 m ²
	Tarifa de energia	R\$0,74 R\$/kW
	Geração / mês	67.503,58 R\$
QUANTIDADE TOTAL DE PLACAS		2298,46 placas

Mês	Irradiação solar (kWh/m ² /dia)	Estimativa de geração (kWh/mês) c/ perdas
jan	5,18	92867,04
fev	5,16	92508,48
mar	4,98	89281,44
abr	4,92	88205,76
mai	4,48	80317,44
jun	4,55	81572,40
jul	4,89	87667,92
ago	5,25	94122,00
set	5,20	93225,60
out	5,45	97707,60
nov	5,49	98424,72
dez	5,18	92867,04
Média (mensal)	5,06	90730,62

Fonte:
<http://www.atomra.com.br/indice-solarimetrico-do-local/>
<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&#sundata>

Fonte: Realizado por projetista do setor energético

APÊNDICE H – Orçamentos para Sistema Fotovoltaico

Quadro 34. Orçamento em Sistema Fotovoltaico ligado a rede de energia

DADOS DO SISTEMA				
Painéis	Potência total instalada	Inversores	Área estimada	Tensão
1.612 x 325W JA Solar	523.9 kWp	4 x 125 kW Sungrow c/ Wi-Fi	3.200 m ²	127 / 220 V

LISTA DE EQUIPAMENTOS e MATERIAIS		Qtde
JA SOLAR 72 CELLS 325W POLY-Si - 1500V		1612
INVERSOR SUNGROW 125KW 1500V / AC 480 - 690V		4
CONECTOR MC4 ACOPLADOR FEMEA/MACHO		104
ESTRUTURA METÁLICA DE FIXAÇÃO COMPLETA		1
STRING BOX - PROTECAO DC E AC - CHAVE SEC / DPS		4
CABO SOLAR 6MM-1000V_PRETO_NXS_PRY_BAL		1560m
CABO SOLAR 6MM-1000V_VERMELHO_NXS_PRY_BAL		1560m
TRANSFORMADOR ISOLADOR Rebaixador 380/220V TRI Ynym0 - 500kVA		1
MONITORAMENTO EM TEMPO REAL		1

SERVIÇOS	%	
Assinatura do contrato	15%	R\$ 267.803,85
Serviços: projeto + fornecimento de equipamentos + instalação ***	80%	R\$ 1.428.287,20
Troca do medidor (sistema em operação)	5%	R\$ 89.267,95
	100%	R\$ 1.785.359,00

Observação: considera-se como investimento 95% de todo o valor, pois os 5% referentes a troca do medidor é de responsabilidade da concessionária de energia.

Fonte: Adaptado do projeto de sistema fotovoltaico realizado por projetista do setor

APÊNDICE I– Estimativa de geração de energia Sistema Fotovoltaico

Quadro 35. Estimativa de geração de energia do Sistema Fotovoltaico

CONSUMO		
SIMULAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO		
DADO	INDICE SOLARIMÉTRICO	5,06 kWh/m ² .dia
	CONSUMO	62742,86 kWh/mês
	DIAS NO MÊS	30,00 dias
	EFICIENCIA ENERGETICA DO SISTEMA	0,80 %
	CONSUMO Wh/dia	2.091,43 kWh/dia
	POTENCIA DE CADA PLACA	325 watts
	ÁREA / PLACA	2,00 m ²
	TEMPO DE GERAÇÃO (hrs)	5,00 hrs
ÁLCUI	POTENCIA A SER GERADA	413,26 kW
	CONSIDERANDO EFICIENCIA	516,57 kW
	POTENCIA INSTALADA	523 kWp
	ENERGIA GERADA (mês) c/ perdas	63.523,58 kWh/mês
	ÁREA TOTAL OCUPADA	3.218,46 m ²
ERAÇ	Tarifa de energia	R\$0,67 R\$/kW
	Geração / mês	42.272,06 R\$
	QUANTIDADE TOTAL DE PLACAS	1609,23 placas

Mês	Irradiação solar (kWh/m ² /dia)	Estimativa de geração (kWh/mês) c/ perdas
jan	5,18	65019,36
fev	5,16	64768,32
mar	4,98	62508,96
abr	4,92	61755,84
mai	4,48	56232,96
jun	4,55	57111,60
jul	4,89	61379,28
ago	5,25	65898,00
set	5,20	65270,40
out	5,45	68408,40
nov	5,49	68910,48
dez	5,18	65019,36
Média (mensal)	5,06	63523,58

Fonte:
<http://www.atomra.com.br/indice-solarimetrico-do-local/>
<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&#sundata>

Fonte: Realizado por projetista do setor energético

