

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELÉTRICA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

LUIZA SBARDELOTTO

**PROPOSTA DE INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA UM
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2018

LUIZA SBARDELOTTO

PROPOSTA DE INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA UM CÂMPUS UNIVERSITÁRIO

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Elétrica do Departamento Acadêmico de Elétrica – DAELE – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin

PATO BRANCO

2018

TERMO DE APROVAÇÃO

O trabalho de Conclusão de Curso intitulado **PROPOSTA DE INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA UM CÂMPUS UNIVERSITÁRIO**, da acadêmica **LUIZA SBARDELOTTO** foi considerado **APROVADO** de acordo com a ata da banca examinadora N° **186** de 2018.

Fizeram parte da banca os professores:

Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Trentin
Prof. Dr. Alexandre Batista de Jesus Soares
Prof. Me. Herve Stangler Irion

A Ata de Defesa assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente aos meu pais, minha irmã e meu namorado por todo amor, incentivo, apoio e dedicação para eu conseguir alcançar os meus objetivos.

A esta universidade e a todo o corpo docente pelos ensinamentos para minha formação acadêmica.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo G. Trentin pelo apoio e orientações para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos que contribuíram direta e indiretamente durante todos os momentos da minha graduação e na elaboração desse trabalho.

RESUMO

SBARDELOTTO, Luiza. Proposta de indicadores de eficiência energética para um Câmpus universitário. 2018. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

O desenvolvimento sustentável e medidas de eficiência energética estão cada vez mais presentes no mundo atual. A busca pela otimização dos recursos energéticos, bem como a sua racionalização, são fatores extremamente importantes para garantir o seu melhor aproveitamento. O sistema de gestão energética é uma ferramenta que auxilia na implantação de políticas a fim de se alcançar um maior desempenho e eficiência no consumo de energia. Com a utilização de indicadores de eficiência energética, é possível verificar e acompanhar as diretrizes propostas por este sistema, e assim caracterizar o perfil das unidades consumidoras. Dentre essas unidades, encontram-se as grandes fomentadoras de mudanças, comprometidas com o desenvolvimento da sociedade e projetos relacionados à sustentabilidade, que são as universidades. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo propor indicadores de eficiência energética para a UTFPR câmpus Pato Branco, com a finalidade de obter resultados quantitativos para um diagnóstico de desempenho e acompanhamento de seu sistema energético. Foram selecionados indicadores propostos em referenciais teóricos e aplicados de acordo com os dados disponibilizados pela instituição. Os resultados representaram o perfil de instalação e utilização da energia na universidade, sendo observados valores inadequados a respeito do gerenciamento energético.

Palavras-chave: Sistema de gestão energética. Indicadores de eficiência energética. Indicadores para universidades.

ABSTRACT

SBARDELOTTO, Luiza. Energetic Efficiency Indicators proposal for a University Campus. 2018. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

Sustainable development and energy efficiency measures are increasingly present in today's world. The pursuit for energy resources optimization, as well as their rationalization, are extremely important factors to ensure it's best use. The energy management system is a tool that assists in the implementation of policies in order to achieve a greater energy consumption performance and efficiency. With the use of energy efficiency indicators it is possible to verify and follow the guidelines proposed by this system, and thus characterize the consumer unit's profile. Among these units are the great promoters of change, committed to the development of society and projects related to sustainability, which are the universities. In this way, this paper aims to propose energy efficiency indicators for the UTFPR Pato Branco campus, with the purpose of obtaining quantitative results for a performance and monitoring diagnosis of its energy system. Indicators proposed in theoretical frameworks were selected and applied according to the data provided by the institution. The results represented the profile of the installation and use of energy for the university, being observed inadequate values about the energy management.

Keywords: Energy Management System. Energy Efficiency Indicators. Indicators for Universities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Consumo de ponta na UTFPR Câmpus Pato Branco – 2016 a 2018.....	31
Figura 2. Consumo Fora de Ponta na UTFPR Câmpus Pato Branco.	32
Figura 3. Demanda mensal na UTFPR Câmpus Pato Branco – 2016 a 2018.	32
Figura 4. Demanda em um dia útil típico - UTFPR Câmpus Pato Branco.	33
Figura 5. Gráfico do Fator de Potência durante uma semana típica - UTFPR Câmpus Pato Branco.....	34
Figura 6. Contribuição da parcela de consumo de reativo para a fatura energética.....	35
Figura 7. Participação por uso final de energia – UTFPR câmpus Pato Branco.	36
Figura 8. Curvas de cargas de um dia típico de atividades dos 4 transformadores da instituição - 2017.	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Estudos sobre IEE.....	25
Quadro 2. Relação dos indicadores e variáveis obtidas da Literatura.....	27
Quadro 3. Representação dos indicadores propostos para a universidade.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados referentes à instituição UTFPR câmpus Pato Branco.	39
Tabela 2. Carregamento dos transformadores.	40
Tabela 3. Indicadores Econômicos e Técnico Operacionais com contribuição anual.	41
Tabela 4. Indicadores Técnicos Operacionais e Econômicos com contribuição mensal.	43
Tabela 5. Indicadores Socioambientais com contribuição mensal.	46
Tabela 1A. Impacto do consumo e demanda de reativos na fatura mensal.	57
Tabela 1B. Dados utilizados para a determinação dos IEE.	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CO ₂	Dióxido de carbono
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
EE	Eficiência energética
FC	Fator de Carga
FP	Fator de Potência
GE	Gestão energética
ICA	Indicadores de condição ambiental
IEE	Indicadores de eficiência energética
IES	Instituições de ensino superior
PB	Pato Branco
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RU	Restaurante Universitário
SGE	Sistema de gestão energética
UC	Unidade Consumidora
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivo geral	12
1.1.2	Objetivos específicos.....	12
1.2	JUSTIFICATIVA.....	13
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2	REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1	DESEMPENHO ENERGÉTICO.....	15
2.2	GESTÃO ENERGÉTICA	16
2.3	INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	18
2.4	GESTÃO ENERGÉTICA E INDICADORES EM UNIVERSIDADES.....	20
3	METODOLOGIA	22
3.1	REVISÃO DA LITERATURA	22
3.2	SELEÇÃO DE INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	22
3.3	SELEÇÃO DE INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA A UTFPR CÂMPUS PATO BRANCO.....	23
3.4	COLETA DE DADOS.....	24
4	RESULTADOS	24
4.1	INDICADORES OBTIDOS NAS REFERÊNCIAS	25
4.2	ESTUDO DE CASO.....	30
4.2.1	Apresentação da UTFPR câmpus Pato Branco	30
4.2.2	Indicadores selecionados para a instituição	36
4.3	ANÁLISE DOS RESULTADOS	41
4.3.1	Avaliação dos resultados.....	49
5	CONCLUSÃO.....	51
	REFERÊNCIAS.....	53

Apêndice A.....	58
Apêndice B.....	59

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas vivenciados pela humanidade é a questão energética. É certo que grande parte dos problemas ambientais que estão surgindo são decorrentes das formas de fontes energéticas utilizadas. Com a queima dos combustíveis fósseis, as mudanças climáticas ocorrem mais rapidamente devido a quantidade de emissões de dióxido de carbono (CO₂). Contudo, conforme o desenvolvimento econômico e o crescimento dos países, requer-se cada vez mais fontes energéticas para assegurar esse crescimento (HUANG, 2011).

Ao longo dos séculos, tanto as indústrias como o governo estão direcionando seus planos de planejamentos ao meio ambiente. Se tem uma busca pela redução dos impactos ambientais a partir do avanço tecnológico e das mudanças comportamentais para minimizar os resultados que a atividade humana gerou no meio ambiente e que são enfrentados no mundo de hoje (NILSSON, 2007, p. 19).

O desenvolvimento sustentável tem um papel importante no impacto ambiental. Para que as gerações futuras não sejam comprometidas e possam atender as suas próprias necessidades, é preciso que haja mudanças perante as indústrias e microempresas. O meio ambiente possui um limite para garantir à sociedade o seu desenvolvimento hoje, sem que comprometa o amanhã (NILSSON, 2007, p. 21-24).

As gerações de energias renováveis possuem um rápido crescimento, e devido aos incentivos governamentais de apoio à sua utilização, assim como o avanço tecnológico, estima-se a partir dos dados obtidos pelo CONTI, *et al.* (2016) que no período correspondente de 2015 a 2040 se tenha um crescimento de 2,8% ao ano no mundo. O desenvolvimento das tecnologias para reduzir os impactos ambientais tem aumentado, e com isso se tem um maior direcionamento para o uso de fontes alternativas de energia. Estimativas e previsões sobre a demanda e o consumo energético são fundamentais para se ter um aprimoramento do planejamento energético, assim como a criação de metas e planos de ações voltadas ao consumo sustentável e eficiente.

Conforme CONTI, *et al.* (2016), a população é um importante fator impulsionador em relação à demanda energética. Conforme a renda e a população aumentam, é visto um aumento da demanda de energia. Porém, esse aumento é equilibrado devido a diminuição da intensidade energética, a qual se tem uma relação

de acordo com o consumo energético e o produto interno bruto (PIB). Há uma compensação entre o aumento populacional e dos rendimentos e o aumento da eficiência energética (EE).

Eficiência energética é definido como “a relação entre e a quantidade de energia final utilizada e de um bem produzido ou serviço realizado”, (ENERGÉTICA, 2010, p. 4), e tem um papel fundamental na segurança energética, crescimento econômico, bem-estar populacional e como forma de redução dos gases de efeito estufa (INDICATORS, 2014). Se obtém EE principalmente a partir de mudanças no gerenciamento energético da instalação, a instalação de novos equipamentos e tecnologias são apenas uma parte dessa mudança para sua melhoria (HUANG, 2011).

Decorrente das constantes transformações do mundo em relação ao meio ambiente, se observa uma preocupação da sociedade e das indústrias em melhorar a EE. O uso eficiente da energia tem um grande impacto nos processos produtivos, tanto na redução das perdas como na sua racionalização, ambos gerando impactos nos setores econômicos, técnicos e administrativos. Um processo de gerenciamento sistemático de energia oferece auxílio para que as organizações alcancem uma melhoria contínua na qualidade e segurança ofertada devido a forma que a energia é gerenciada. A partir de um padrão de gestão energética (GE), medidas de EE são adotadas nas instalações, além de mudanças nas práticas e culturas operacionais são empregadas a fim de se obter redução no uso, consumo e custos energéticos (HUANG, 2011).

Ao se adotar um Sistema de Gestão Energética (SGE) em uma organização, são elaborados Indicadores de Eficiência Energética (IEE) que relacionem as políticas da empresa com os objetivos ambientais. Esses IEE são utilizados para apresentar os desempenhos atuais da organização, integrar as ações da empresa com o meio ambiente e acompanhar a evolução dos resultados. Para se ter um bom resultado é aconselhável que sejam simples, entendíveis, apropriados, facilmente mensurável de acordo com os objetivos e que sejam aplicados dados confiáveis (como, dados organizacionais físicos e das faturas), para assim se adquirir resultados confiáveis (NILSSON, 2007, p. 89).

Ao longo dos anos, as universidades assumiram um papel de grande importância na sociedade. O desenvolvimento sustentável se tornou um ponto fundamental e as instituições de ensino superior (IES) são essenciais para se alcançar esse avanço (AMARAL; MARTINS; GOUVEIA, 2015). As IES possuem a capacidade

de desenvolvimento de pesquisas, aprimoramento de tecnologias e também possuem o dever educacional, fornecendo informações voltadas à conscientização de futuros líderes da sociedade (MURPHY; O'BRIEN, 2014).

As práticas desenvolvidas pelas IES em prol da sustentabilidade estão crescendo e gerando impactos ao meio ambiente (AMARAL; MARTINS; GOUVEIA, 2015). Um dos métodos utilizados para se ter uma avaliação energética da instituição se faz por meio de IEE, pois possuem a função de auxiliar tanto na alocação de recursos como na avaliação energética institucional. Segundo SCHWARTZMAN *et al.* (1994), a demanda por esses indicadores para as universidades está crescendo devido a sua grande importância institucional, tanto no controle energético como o estrutural e operacional. A partir de um planejamento energético realizado por meio de SGE local, é possível elaborar os IEE condizentes com as necessidades de cada instituição.

Dessa forma, a elaboração de IEE servirá como uma ferramenta de auxílio às universidades perante os desafios ambientais e da sustentabilidade, contribuindo também nas tomadas de decisões a respeito das políticas e gestões de energia.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo geral propor indicadores de desempenho de eficiência energética para a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), câmpus Pato Branco, tendo como base a norma NBR ISO 50001.

1.1.2 Objetivos específicos

- Estudar bibliografias que contenham índices de eficiência energética em instituições de ensino superior, assim como em indústrias;
- Analisar os dados referentes ao consumo energético, curvas de carga, dados da estrutura física e ocupacional da UTFPR câmpus Pato Branco;

- Selecionar índices existentes e comparar com o cenário da universidade;
- Propor índices de eficiência energética correlatos à realidade da universidade;
- Analisar os resultados obtidos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Devido ao contexto em que as universidades estão inseridas, há certa dificuldade perante aos recursos disponibilizados pelo Governo Federal em manter a estrutura interna, decorrente do aumento crescente de ingressos e o conseqüente aumento do consumo de energia. Segundo SCHWARTZMAN *et al.* (1994), se tem uma elevada preocupação no ambiente de IES em relação à eficiência do ensino e a expansão de vagas, os seus custos em manter suas atividades, a qualidade de ensino que é oferecida e com a produção acadêmica. Além disso, como a questão financeira é presente e fundamental, é essencial considerar a preocupação com a incerteza da economia brasileira.

O uso de IEE, os quais referem-se à racionalização energética, é ainda pouco explorado no Brasil (SAIDEL; FAVATO; MORALES, 2005). Em vista disso e do que foi apresentado, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um estudo na instituição de ensino da UTFPR câmpus Pato Branco (PB). A partir de um estudo de campo, percebe-se que a utilização de fontes renováveis de energia na instituição ainda é pouco explorada. O câmpus possui uma pequena quantidade de painéis fotovoltaicos instalados para fornecerem pouca carga para a instituição, e o restante da demanda necessária para suprir as atividades se faz a partir da rede de energia elétrica.

Além disso, a instituição dispõe de laboratórios técnicos e administrativos que atendem aos cursos, algumas salas de aulas, coordenações e sala de estudo com ar-condicionados, iluminação e dispositivos eletrônicos pessoais, demandando de uma elevada carga da rede.

Dessa maneira, a elaboração de IEE para a UTFPR – PB terá como intuito auxiliar nas decisões e na geração de ações e projetos voltados ao uso energético racional, direcionado a uma melhor eficiência dos meios e um melhor desempenho energético da instituição.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

No Capítulo 1 foi abordada a introdução do trabalho, a especificação dos objetivos e a justificativa de elaboração do projeto.

O Capítulo 2 apresentará uma fundamentação teórica a respeito do panorama energético, gestão energética, indicadores de eficiência energética, gestão e indicadores em universidades.

O Capítulo 3 retrata os métodos utilizados para a elaboração do trabalho, explicando a forma que os indicadores serão selecionados, elaborados e analisados conforme os dados que serão adquiridos.

No Capítulo 4 são apresentados os resultados, exibindo os indicadores adquiridos a partir dos referencias e também os elaborados para a instituição, além de uma análise dos resultados.

O Capítulo 5 aborda as conclusões do trabalho realizado.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Esse capítulo tem como objetivo abordar a base teórica do trabalho. Será retratado a respeito do panorama energético mundial, sobre o desempenho energético, a forma de utilização de energia e o direcionamento à racionalidade. Além disso, a importância da gestão de energia, dos indicadores de desempenho de eficiência energética e de suas aplicabilidades nas IES.

2.1 DESEMPENHO ENERGÉTICO

Com o passar dos anos, a energia se tornou indispensável à sociedade e o seu cenário mundial de consumo vem se destacando devido à sua importância no desenvolvimento tecnológico, econômico e social dos países (ROMÉRO; REIS, 2012, p. 15). Apesar da dependência desse recurso, seu acesso ainda é deficitário em diversas regiões, ficando evidente a necessidade de uma melhoria no planejamento da demanda energética (ATLAS, 2008). O contínuo crescimento do consumo de energia vem acarretando em dificuldades para o atendimento da demanda, custos e impactos ambientais indesejados, tornando fundamental medidas e ferramentas para o gerenciamento energético direcionando ao uso eficiente de energia (ROCHA; MONTEIRO, 2005).

Para atender as demandas que surgirão devido às transformações do mundo em relação ao meio ambiente, é necessário que as empresas se adaptem às mudanças do mercado. A preferência por produtos com selos de garantia e eficiência, voltados ao comprometimento com o meio ambiente e o não desperdício, será uma prioridade (BATISTA, 2011).

As ações do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) visam ao consumo eficiente e racional de energia elétrica, incentivando a sua conservação e redução dos desperdícios e impactos ambientais. Conforme os dados disponibilizados a partir do site Procel (2006), estima-se uma redução de 50% no consumo de energia em edificações criadas de forma eficiente desde o seu projeto, e de 30% nas que realizaram reformas. Além de edificações, equipamentos e

eletrodomésticos possuem o Selo Procel de economia de energia, proporcionando ao consumidor o conhecimento e a escolha de produtos mais eficientes e com menor consumo energético.

Reduzir os gastos com energia se torna importante não apenas na redução de custos, mas também em relação aos impactos ambientais, levando-se em consideração desde a geração ao transporte de energia (MORALES, 2007). A redução do consumo e custos de energia pode ser feita a partir da utilização de novas tecnologias desde a sua geração até de seu uso final, objetivando as novas edificações serem projetadas a fim de se obter uma redução no consumo energético e manter as suas operações em níveis ideais de energia. Apesar do avanço tecnológico ser um fator importante em relação à EE, seu uso inadequado, juntamente com os hábitos e a forma das construções acarreta em desperdício energético em edificações (SISSON, *et al.*, 2009).

A importância do mercado é fundamental na capacitação profissional, pessoal, aos incentivos em EE, porém, a emergência de investimentos a curto prazo é primordial. Se torna necessário ações governamentais para estimular mudanças do consumo energético em residências, comércios, edifícios novos e já existentes, além da explicitação desse consumo. Com a utilização das novas tecnologias e a adaptação dos modelos de negócios, a transformação do mercado será alcançada (SISSON, *et al.*, 2009).

2.2 GESTÃO ENERGÉTICA

A preocupação com o suprimento energético, mudanças climáticas e os impactos ambientais vem ganhando maior importância nas últimas décadas, requerendo uma maior administração desse recurso. Deve-se manter uma busca pela racionalização e sustentabilidade para que haja uma melhoria do desempenho energético juntamente com a redução do seu consumo e ao aumento da sua eficiência (FOSSA; SGARB, 2015).

Uma maneira para se reduzir o consumo e os custos de energia se faz a partir de um gerenciamento energético (SCHULZE, *et al.*, 2016). Organizações com iniciativas próprias e isoladas, não conseguem manter suas atividades e

planejamentos de EE por um longo período de tempo. Há mudanças tecnológicas que exigem um acompanhamento sistêmico, pontual e contínuo ao longo do tempo, se tornando obsoleta a segurança em relação à EE e ao nível da produtividade (FOSSA; SGARB, 2015).

Dessa forma, a implantação de um sistema de SGE permite às organizações controlarem seu consumo de energia a partir do desenvolvimento da consciência e de cuidados com seu uso, a busca de soluções para se adquirir um melhor aproveitamento energético e um constante monitoramento das atividades e estratégias organizacionais, garantindo assim um bom desempenho energético (FOSSA; SGARB, 2015).

A implantação de um SGE requer uma cooperação entre os responsáveis, a fim de delimitar e atingir objetivos, superando os obstáculos, mudanças de rotinas e adequação aos novos hábitos para se alcançar um consumo racional de energia. Medidas de treinamento pessoal com enfoque à conscientização, assim como o avanço tecnológico, são ações de curto a longo prazo que devem ser consideradas para a criação de uma comissão de gestão voltada à eficiência energética (AIDA, 2014). Dessa forma, otimizando a utilização dos recursos e instrumentos disponíveis a partir da gestão, é possível obter uma redução no consumo de energia sem interferir nos resultados das atividades dos usuários (REIS, 2015, p. 17).

Porém, a partir do estudo de várias bibliografias, é visto que a utilização da prática de GE ainda é baixa, mesmo sendo uma boa ferramenta que facilite em questões econômicas, sociais e ambientais. Seus princípios e conceitos podem ser utilizados em qualquer tamanho e tipo de organização, assim como localidade e funcionalidade, porém seus resultados são mais significativos e satisfatórios em setores comerciais e industriais (FOSSA; SGARB, 2015).

A preocupação com a qualidade e a produtividade das empresas tem influência no mercado devido à competitividade global nos dias atuais. Um gerenciamento das políticas internas e externas empresariais, se torna fundamental para o aperfeiçoamento produtivo e competitivo em vários setores de atividade, contribuindo assim para melhorar a EE (GABRIEL, 2005).

Por meio da ABNT NBR ISO 50001:2011 as organizações conseguirão gerenciar o consumo, o uso e o suprimento da energia, até mesmo os processos de medições, documentações e elaboração dos relatórios. Muitas organizações

necessitam de uma maior orientação para melhorar o desempenho energético pois possuem um conhecimento limitado de práticas sustentáveis (HUANG, 2011).

Busca-se a partir da norma um comprometimento da organização e o estabelecimento de um direcionamento das ações, tanto a curto como a longo prazo, integrando o desempenho energético nas práticas gerenciais (FIEDLER; MIRCEA, 2012). É uma ferramenta que necessita de um contínuo aperfeiçoamento da gestão dentro dos requisitos presentes na norma, e seus objetivos e metas devem condizer com a política energética (ISO, 2011).

A metodologia utilizada pela ISO 50001 e pela gestão é caracterizada pelo método PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), o qual adota a sua estrutura para os processos de melhorias no sistema, permitindo que as organizações alcancem sistematicamente resultados energéticos satisfatórios. Além disso, as etapas do PDCA proporcionam o entendimento e a estrutura necessária para a criação de um SGE (ISO, 2011). Isto é, *Plan* (planejar), que representa as metas, objetivos, IEE, os planos de ações direcionados ao comportamento energético; *Do* (executar) representa a execução dos planos e objetivos; *Check* (checar) está relacionado com a verificação e monitoramento da execução dos projetos; e *Act* (agir) reflete no empreendimento, visando o contínuo desenvolvimento e desempenho dos resultados que foram obtidos (AVEIRO, 2014).

2.3 INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A avaliação do desempenho ambiental de uma organização é uma atividade complexa e difícil de quantificar, porém necessária. Requer, a partir do SGE, algum método que relacione as questões ambientais com as atividades econômicas por unidades de medidas quantificáveis, ou seja, a utilização de indicadores de eficiência energética (IEE) que realizem o controle das informações obtidas pelos gestores (NILSSON, 2007, p. 87).

Conforme o contexto energético vivenciado atualmente, os IEE apresentam-se como uma importante ferramenta avaliativa do ser humano. A sua elaboração, de âmbito global ou local, é feita a partir de uma associação dos tipos de energia com os fatores econômicos, ambientais, sociais e tecnológicos. Faz-se um

cruzamento de duas ou mais informações para se obter um auxílio nas análises tanto energéticas como sociais, e deste modo, estimar o nível de desenvolvimento da sociedade e permitir assim um monitoramento das políticas energéticas (ROMÉRO; REIS, 2012, p. 17).

A utilização de IEE contribui como uma ferramenta na formação de metas voltadas às políticas ambientais, nas limitações tecnológicas e de matérias-primas direcionadas à redução da demanda de energia e na conscientização do consumo energético (TAVARES; MONTEIRO, 2014). Além disso, tem como uma das principais funções a identificação das principais áreas que necessitam de uma otimização de potencial, controlando assim o fluxo energético bem como a adoção de medidas de desempenho (NILSSON, 2007, p. 95).

A seleção dos critérios e dados para a elaboração dos IEE deve ser feita cautelosamente. Seus resultados são direcionados às ações de gestão da organização, devendo-se manter a validade dos dados e uma percepção das práticas necessárias para o seu melhor desempenho dentro de suas limitações, para se evitar resultados distorcidos e não condizentes com a realidade (NILSSON, 2007, p. 89). Deste modo, é importante manter um monitoramento das informações existentes na composição dos indicadores de modo que se tenha uma maior administração e um melhor resultado da realidade do sistema.

Esse conjunto de indicadores elaborados servirão como um auxílio ao SGE, de forma que seja possível a partir de seus resultados quantitativos, um diagnóstico, controle e a identificação das necessidades presentes nas organizações para ser aperfeiçoado seu desempenho. Não é suficiente apenas indicadores que monitoram o desempenho e apresentam resultados se esse não estiver atrelado às atividades de gestão (MARTINS; NETO, 1998).

A qualidade do meio ambiente em uma organização pode ser determinada a partir das informações disponibilizadas pelos indicadores de condição ambiental (ICA). Como muitos fatores influenciam para os problemas ambientais existentes, a utilização dos dados obtidos pelos ICA poderá contribuir como uma orientação na determinação de prioridades para a elaboração dos indicadores específicos, tanto em relação aos problemas ambientais como nas particularidades empresariais (NILSSON, 2007, p. 92).

2.4 GESTÃO ENERGÉTICA E INDICADORES EM UNIVERSIDADES

Com o desenvolvimento populacional e industrial, assim como a mudança no estilo de vida, mostra-se importante a geração de energia com direcionamento ao consumo sustentável. O panorama energético está se deslocando à produção de formas de energia mais limpas a partir da utilização de novas tecnologias, devido a necessidade de diminuição dos efeitos ambientais (DUDLEY, 2012). Torna-se fundamental um crescente desenvolvimento mundial, mas também uma redução das emissões de CO₂.

A busca por eficiência energética e a grande preocupação com as questões ambientais estão cada vez mais presentes mundialmente. Devido ao elevado custo da energia, até mesmo no Brasil, em que apresenta um mercado economicamente competitivo e uma matriz energética com vasta parcela renovável, essa preocupação se mantém. Impactos ambientais diretos ou indiretos são evidentes em fontes de energia, tanto renováveis como não renováveis (ENERGÉTICA, 2010).

Como as iniciativas sustentáveis tem crescido, muitas empresas e IES tem desenvolvido pesquisas em prol do desenvolvimento sustentável (MURPHY; O'BRIEN, 2014). Devido a degradação do meio ambiente e às políticas voltadas ao assunto, as IES têm começado a alterar seus costumes e práticas educacionais para a capacitação de líderes hábeis a defrontar com os diferentes problemas referentes a sustentabilidade (WAHEED, *et al.*, 2011).

As IES possuem uma ampla função voltada à sustentabilidade (LANG, 2015). Elas estão inseridas em um meio social com diversas culturas e milhares de indivíduos com oportunidades e potenciais para desenvolver medidas educacionais aos desafios sustentáveis enfrentados pela sociedade, podendo promover ideias e práticas inovadoras (WAHEED, *et al.*, 2011).

Não basta apenas advertir e alertar as novas gerações a respeito do futuro sustentável, as instituições devem impor soluções racionais, formular propostas inovadoras futuras, educar e investir na formação de futuros tomadores de decisões devido a sua experiência em promover conhecimento.

Em relação ao desenvolvimento sustentável, as IES possuem dois papéis fundamentais, primeiro no que diz respeito à educação e formação de seus egressos. Cabe a elas incluir nos estudantes a preocupação com questões ambientais em suas

práticas profissionais. E em segundo, a implantação do SGA nas instituições para se ter um modelo para a sociedade de gestão sustentável (TAUCHEN; BRANDLI, 2006).

Os edifícios universitários apresentam um grande consumo energético, mesmo com o período de férias presente, o qual é acompanhado pelas estações de picos de demanda energética, e as variadas densidades de construções no campus. Se tem um amplo impacto socioeconômico devido a sua abrangência. Não se tem uma construção apenas para fins educacionais e de pesquisa, mas também para uma variedade de atividades culturais e sociais (CHUNG; RHEE, 2014).

O controle das cargas dos equipamentos instalados e também dos horários de utilização da instituição é trabalhoso e difícil de se conseguir um resultado satisfatório. Contudo, ainda é possível evitar consumos desnecessários e perdas de energia, assim como adaptar as construções mais antigas para se ter um consumo menor (CHUNG; RHEE, 2014).

Segundo SOARES, *et al.* (2015), o envolvimento e cooperação de estudantes, professores e funcionários é de fundamental importância no processo de avaliação do desempenho de eficiência energética nos prédios em que realizam suas atividades diárias. Esse desempenho pode ser determinado a partir de IEE da instituição, pois eles relacionam dados de demanda de energia com a estrutura geral da instituição, como alunos, professores e espaço físico, para criar ideias a fim de uma melhor tomada de decisões (GALLACHÓIR, *et al.*, 2007). Os indicadores estão atrelados às ações que gerem um planejamento estratégico utilizando-se da gestão e de recursos tecnológicos (TAVARES; MONTEIRO, 2014).

Devido ao comprometimento com as questões sustentáveis, as IES envolveram-se de tal forma que mudaram suas estratégias operacionais para atender às exigências da sociedade e para enfrentar os desafios que surgem na busca de soluções aos problemas presentes na comunidade (SOUZA; CARNIELLO; ARAÚJO, 2012).

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresentará as etapas e a forma como a pesquisa e a elaboração dos resultados foi delimitada e executada. Além disso, este trabalho de pesquisa teve como base o câmpus universitário Pato Branco da UTFPR. Para esta instalação foi levantado o seu comportamento e demais informações necessárias para a gestão de recursos energéticos.

3.1 REVISÃO DA LITERATURA

A partir da revisão bibliográfica de artigos, monografias, livros e outros documentos de caráter acadêmico, disponibilizados em portais de periódicos e na instituição, foi adquirida uma base teórica sobre o assunto a ser trabalhado. Foram analisadas aplicações no uso de IEE, a importância de um sistema de gestão para essa finalidade e a influência social, econômica e ambiental que o sistema proporciona.

O foco principal da revisão bibliográfica foi o de buscar referências que realizaram estudos de EE a partir da utilização de IEE tanto em indústrias como em IES. Esses indicadores já aplicados servirão como auxílio para o desenvolvimento deste trabalho.

3.2 SELEÇÃO DE INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Conforme os indicadores propostos em outras instituições de ensino superior, assim como em indústrias, uma seleção de índices globais e também os condizentes com a realidade da instituição de PB foram coletados e analisados para posterior utilização. Esses indicadores servirão como base para o desenvolvimento da proposta e auxiliarão na elaboração dos mesmos conforme as principais necessidades do câmpus.

A estratégia utilizada para a seleção e enquadramento dos indicadores foi de acordo com 3 fatores, econômicos, técnico operacional e socioambientais, propostos por WAHEED, *et al* (2011), analisando o seu grau de importância, abrangência e utilização. Selecionou-se macro indicadores globais, utilizados em instituições de ensino, aplicados em vários referenciais e que retratem os impactos ambientais, econômicos e técnicos.

Dentre as bibliografias encontradas, observa-se a grande preocupação com EE, além de que uma das grandes dificuldades encontradas pelos gestores nas IES é a de realizar a avaliação do desempenho da GE.

3.3 SELEÇÃO DE INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA A UTFPR CÂMPUS PATO BRANCO

Para a elaboração dos indicadores para a universidade, foi necessária uma primeira análise dos indicadores gerais selecionados nas bibliografias para realizar a seleção dos quais serão utilizados no câmpus. Os indicadores selecionados nas bibliografias serão empregados conforme as necessidades, e seu grau de importância e utilização foi ponderado para a posterior seleção dos dados necessários.

A elaboração dos indicadores envolveu uma análise geral das atividades desenvolvidas no câmpus, um estudo das faturas de energia elétrica da universidade, e uma verificação do comportamento do consumo e demanda. Como os indicadores demandam de informações desagregadas para sua formulação, relacionou-se os dados obtidos principalmente nas faturas com os dados estruturais, como o número da população acadêmica e a metragem.

De acordo com a disponibilização dos dados a escolha dos indicadores é afetada. Dessa forma, a seleção dos indicadores é feita considerando os seguintes fatores: *(i)* econômicos, os quais envolvem as faturas energéticas; *(ii)* operacionais, os quais exploram a forma que a energia está sendo consumida na instituição por meio dos dados de consumo e demanda; *(iii)* sociais, incluindo a população acadêmica nas considerações; e *(iv)* em relação acesso aos dados que serão concedidos pelos responsáveis de cada área de atuação.

3.4 COLETA DE DADOS

Os dados utilizados para o desenvolvimento dos indicadores foram coletados e adquiridos por meio de entrevistas e contatos com os responsáveis da Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) da instituição. Além disso, já está sendo desempenhado um projeto de eficiência energética na instituição juntamente com a CICE, o qual realizou em março de 2017 um diagnóstico energético de medições e verificações para sua aprovação. Dessa forma, houve a disponibilização dos resultados para a elaboração da proposta dos indicadores para o câmpus.

Dentre os dados que foram utilizados para a construção dos resultados, são essenciais os dados de consumo, demanda, curvas de carga, fator de potência, valores faturados, entre outros. Além disso, os responsáveis do Departamento de Registros Acadêmicos (DERAC), Recursos Humanos (RH) e outros departamentos que continham as informações necessárias, auxiliaram dispondo os dados da instituição.

O conhecimento de como a energia está sendo utilizada na instituição é de grande importância para o uso dos dados energéticos que serão obtidos. Esses dados fornecem informações a respeito da contratação de energia e também do comportamento do consumo de energia em cada período. Dessa forma foram obtidos os dados de acordo com a viabilidade do indicador, evitando-se assim propor IEE's desnecessários e que não contribuam construtivamente para os resultados, não podendo ser utilizados de forma ampla e eficiente.

4 RESULTADOS

Esse capítulo apresenta os IEE obtidos a partir da seleção bibliográfica, bem como a elaboração dos indicadores para a UTFPR e as respectivas análises conforme os dados institucionais.

4.1 INDICADORES OBTIDOS NAS REFERÊNCIAS

A seleção dos IEE a partir das bibliografias consiste em identificar quais são os principais fatores que impactam na análise energética da instituição, levando-se em consideração parâmetros mensuráveis, indicadores que possuem significância e relevância na análise energética, suscetíveis à comparações e verificações. Alguns macros indicadores possuem maior relevância e são aplicados em vários referenciais.

Dentre os referenciais encontrados, selecionou-se 26 documentos que consistiam em pesquisas direcionadas à elaboração de IEE em universidades. Visando a apresentação do estudo das bibliografias, o Quadro 1 compreende o título e o resumo de cada uma.

Quadro 1. Estudos sobre IEE.

Citação da referência	Título	Conceito
[1] (SAIDEL; FAVATO; MORALES, 2005)	Indicadores energéticos e ambientais: ferramenta importante na gestão da energia elétrica.	Proposta de indicadores de eficiência energética a partir de dados da Universidade de São Paulo, a fim de demonstrar a importância de ações de uso racional e eficiente de energia.
[2] (SEKKI; AIRAKSINEN; SAARI, 2017)	<i>Effect of energy measures on the values of energy efficiency indicators in Finnish daycare and school buildings.</i>	Apresenta a importância do uso de indicadores a partir dos impactos gerados nos resultados mensuráveis a respeito de eficiência energética.
[3] (BUNSE, et al., 2011)	<i>Integrating energy efficiency performance in production management e gap analysis between industrial needs and scientific literature.</i>	Destaca a importância e a necessidade das indústrias e as empresas em se integrar eficiência energética por meio de uma análise de ferramentas e conceitos, os quais são facilitadores desta análise. Além de apresentar indicadores propostos em outros referenciais.
[4] (ALVAREZ, 1998)	Uso racional e eficiente de energia elétrica: metodologia para determinação dos potenciais de conservação dos usos finais em instalações de ensino e similares.	Estudo realizado a fim de estimar o potencial de conservação energética nos usos finais, elaborando-se também indicadores para a realização do diagnóstico principalmente de instituições de ensino.
[5] (MORALES, 2007)	Indicadores de consumo de energia elétrica como ferramentas de apoio à gestão: Classificação por prioridades de atuação na universidade de São Paulo.	Elaboração de indicadores para analisar o consumo e servir como auxílio para a gestão na elaboração de ações de eficiência energética na universidade de São Paulo.
[6] (IEA, 2014)	<i>Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics.</i>	Manual elaborado a fim de melhorar a eficiência energética a partir do entendimento de quais políticas e ações são necessárias de acordo com os resultados obtidos.
[7] (ENERGÉTICA, 2010)	Eficiência energética na indústria e nas residências.	Detalhamento da projeção energética desenvolvida pela EPE, com foco na eficiência energética das áreas de serviços.
[8] (SARI; WIDANARKO, 2016)	<i>Evaluation of UI Green Metric 2010 – 2015: Challenges and Opportunity.</i>	Desenvolvido às instituições de ensino superior como contribuição aos estudos e às práticas relacionados à sustentabilidade.

[9] (BONNET, et al., 2002)	<i>Analysis of electricity and water end-uses in university campuses: case study of the University of Bordeaux in the framework of the Eco campus European Collaboration.</i>	Elaboração de uma ferramenta para auxiliar no uso de água e energia, analisar a demanda e os impactos ambientais que são gerados em um câmpus universitário, a partir da avaliação dos resultados dos indicadores. Estimam a partir dos resultados o potencial de conservação energética.
[10] (RIDDELL, et al., 2009)	<i>Assessing carbon dioxide emissions from energy use at a university.</i>	Análise da quantidade de CO ₂ é liberada de acordo com o uso energético em um estudo de caso de um câmpus universitário.
[11] (GALLACHÓIR, et al., 2007)	<i>Using indicators to profile energy consumption and to inform energy policy in a university—A case study in Ireland.</i>	Estudo de caso realizado em uma instituição de ensino Irlanda a fim de analisar a partir de indicadores, as políticas energéticas e o gerenciamento de energia, utilizando-se de ferramentas para essa avaliação.
[12] (ROBINSON; KEMP; WILLIAMS, 2015)	<i>Carbon management at universities: a reality check.</i>	Estudo de gerenciamento de emissões de carbono. Realiza-se a partir da utilização de indicadores referentes às emissões de CO ₂ em instituições de ensino em 20 universidades inglesas
[13] (ALLAB, et al., 2017)	<i>Energy and comfort assessment in educational building: Case study in a French university campus.</i>	Trabalho realizado com o objetivo de elaborar gerenciamento energético para edifícios de ensino superior a fim de alcançar eficiência energética.
[14] (SOARES, et al., 2015)	<i>Energy efficiency of higher education buildings: a case study.</i>	Planejamento de eficiência energética em um edifício educacional, analisando o perfil de consumo energético.
[15] (BECCALI; FINOCCHIARO; NOCKE, 2012)	<i>Energy performance evaluation of a demo solar desiccant cooling system with heat recovery for the regeneration of the adsorption material.</i>	Apresentação de indicadores a respeito do desempenho de um sistema de resfriamento.
[16] (ASCIONE, et al., 2015)	<i>Energy retrofit of an educational building in the ancient center of Benevento. Feasibility study of energy savings and respect of the historical value.</i>	Estudo de caso realizado em um edifício educacional com a finalidade de se desenvolver um método para a análise de energia, avaliando-se o desempenho, possíveis economias de energia e medidas de eficiência energética.
[17] (TU, 2015)	<i>Establishing the DEA energy management system for individual departments within universities.</i>	Utilização de uma ferramenta de análise de envolvimento de dados de um sistema de gerenciamento de energia, para auxiliar os prédios universitários a respeito da eficiência energética da instalação.
[18] (PETRATOS; DAMASKOU, 2015)	<i>Management strategies for sustainability education, planning, design, energy conservation in California higher education.</i>	Objetivo principal é realizar uma análise dos efeitos de um planejamento sustentável em um câmpus universitário localizado na Califórnia.
[19] (CHUNG; RHEE, 2014)	<i>Potential opportunities for energy conservation in existing buildings on university campus: A field survey in Korea.</i>	Pesquisa realizada em edifícios universitários, a fim de determinar o consumo energético, analisar o potencial dos edifícios, elaborar estratégias de eficiência energética e contribuição para a conscientização.
[20] (WAHEED, et al., 2011)	<i>Uncertainty-based quantitative assessment of sustainability for higher education institutions.</i>	Pesquisa que descreve uma nova ferramenta de avaliação da sustentabilidade, a qual utiliza uma lógica Fuzzy de multicritérios para realizar avaliações em instituições de ensino superior.
[21] (DESHKO; SHEVCHENKO, 2013)	<i>University campuses energy performance estimation in Ukraine based on measurable approach.</i>	Trabalho realizado na Ucrânia como uma tentativa de realizar um sistema de certificação de energia, a fim de demonstrar a eficiência do consumo energético.
[22] (BATISTA, 2011)	Gestão energética industrial: uma abordagem frente à inteligência empresarial.	Apresenta a importância de uma gestão energética em empresas, tendo como finalidade a diminuição dos custos com energia e viabilizar investimentos com o montante economizado.
[23] (CORGNATI; CORRADO; FILIPPI, 2008)	<i>A method for heating consumption assessment in existing buildings: A field survey concerning 120 Italian schools.</i>	Estudo realizado para analisar o consumo e comportamento energético de 140 edifícios escolares, avaliando os indicadores de desempenho energético específicos de sistemas de aquecimento.

[24] (AIDA, 2014)	Sistema de Gestão Energética: Guia prático.	Guia prático normalizado a partir da norma ISO50001, para a implementação de um sistema de gestão de energia, a fim de reduzir o consumo e melhorar a eficiência energética e ambiental.
[25] (SCHWARTZMAN; OTHERS, 1994)	Um sistema de indicadores para as universidades brasileiras.	Pesquisa realizada a respeito do sistema da qualidade de ensino e infraestrutura das instituições de ensino superior brasileiras, propondo indicadores para análise dos dados obtidos.
[26] (ZHOU, <i>et al.</i> , 2013)	<i>Survey of energy consumption and energy conservation measures for colleges and universities in Guangdong province.</i>	Estudo de análise detalhada de consumo energético e eficiência energética em universidades, a partir do estabelecimento de indicadores de consumo.

[...]. Identificação da referência citada.

Fonte: autoria própria.

É possível verificar a partir do que foi apresentado no Quadro 1 a importância dos IEE e da aplicação de SGE. Além disso, representam uma busca por EE nos edifícios educacionais e em outros setores por meio de análises econômicas de consumo e de planejamentos de acordo com o potencial disponível em cada unidade.

O Quadro 2 apresenta os indicadores selecionados, os quais estão subdividido em 3 fatores estratégicos como, os econômicos, técnicos operacionais e socioambientais, sendo essas as principais dimensões de preocupações das universidades.

Por meio do Quadro 2 é possível identificar os impactos que a GE tem nas 3 dimensões analisadas devido a abrangência e o agrupamento dos indicadores nessas subdivisões. As macro divisões tem como objetivo integrar os indicadores que possuem finalidades e estratégias operacionais similares, sendo fundamentais para a união de parâmetros com objetivos semelhantes.

Quadro 2. Relação dos indicadores e variáveis obtidas da Literatura.

Fatores	Indicador	Variáveis do indicador	Referências que utilizam o indicador
Econômicos	(E1) Índice percentual de consumo no período de faturamento reservado	Energia no período reservado (KWh) / Energia total de instalação (KWh)	[1],[5], [24]
	(E2) Índice percentual de consumo total	Energia ativa da unidade (KWh) / Energia total da instituição (KWh)	[1], [6], [20]
	(E2) Índice percentual de consumo total	Consumo energético (kWh) / Variável monetária (R\$)	[3], [7], [24]
	(E4) Custo médio de energia	Variável monetária (R\$) / consumo energético (kWh)	[10], [11], [14], [16], [18], [20], [22], [24]
	(E5) Consumo por unidade (iluminação, ar condicionado, equipamentos...)	Consumo energético total (kWh) / Consumo específico (kWh)	[6], [7], [9], [20], [23], [24]
	(E6) Custo educacional	Custo de energia (R\$)/ Estudante	[3], [11], [20], [25]

	(E7) Economia energética	Consumo energético (kWh)/ ano	[14], [20]
	(E8) Custo de infraestrutura, laboratórios e trabalhos extras		[20], [25]
Técnico operacional	(T1) Índice de consumo médio mensal por m ²	Energia média mensal (KWh) / Área construída (m ²)	[1], [4], [6], [11], [13], [16], [17], [18], [26]
	(T2) Índice de demanda máxima mensal por m ²	Demanda máxima mensal (KW) / Área construída (m ²)	[1], [11], [13], [16], [17]
	(T3) Consumo específico de energia	Energia total anual (kWh) / Área bruta (m ²)	[2], [6], [9], [13], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24]
	(T4) Consumo específico de energia por ocupação	Energia total anual (kWh) / (Área bruta (m ²) *tempo de ocupação (h))	[2], [5]
	(T5) Fator de carga	Demanda média (kW)/ Demanda máxima (kW)	[3], [4], [5], [22]
	(T6) Consumo mensal em iluminação por área iluminada	Energia média mensal (KWh) / Área iluminada (m ²) *tempo (h)	[4], [5], [6], [9], [11], [13], [14], [20], [21]
	(T7) Consumo mensal em ar condicionado por área climatizada	Energia média mensal (KWh) / Área climatizada (m ²) *tempo (h)	[4], [5], [6], [9], [11], [13], [14], [15], [20], [21], [23]
	(T8) Potência instalada em iluminação por área iluminada	Potência instalada (K) / Área iluminada (m ²)	[4], [16], [17], [19], [26]
	(T9) Potência instalada em iluminação por número de interruptores	Potência instalada (K) / n	[4]
	(T10) Potência instalada em ar condicionado por área climatizada	Potência instalada (K) / Área climatizada (m ²)	[4], [15], [16], [19], [26]
	(T11) Porcentagem de luminárias defeituosas	%	[4]
	(T12) Fator de potência	Energia ativa / raiz quadrada da soma dos quadrados das energias ativas e reativas	[5]
	(T13) Consumo por fonte energética	Consumo da fonte (kWh) / consumo total (kWh)	[6], [8], [15], [20], [24], [26]
	(T14) Eficiência	Perdas nos centros de transformação/ Perdas no sistema de transmissão e distribuição	[3], [7], [15], [19]
	(T15) Consumo de água por membro	Volume (m ³) / Usuário	[9], [14], [20], [21], [26]
	(T16) Consumo de água no câmpus	Volume (m ³) / Ano	[9], [14], [18], [20], [21]
	(T17) Densidade populacional	Volume ao ano (m ³)/ Área total (m ²)	[9], [18], [20], [21], [26]
Socio ambientais	(S1) Índice de consumo médio mensal por funcionários	Energia média mensal (KWh) / Número de funcionários	[1], [4], [5], [6]
	(S2) Índice de consumo médio mensal por alunos	Energia média mensal (KWh) / Número de alunos	[1], [2], [4], [5], [6], [11], [26]
	(S3) Índice de demanda máxima mensal por funcionários	Demanda máxima mensal (KW) / Número de funcionários	[1]
	(S4) Índice de demanda máxima mensal por alunos	Demanda máxima mensal (KW) / Número de alunos	[1]
	(S5) Consumo mensal por usuário	Energia média mensal (KWh) / Número total de usuários	[4], [5], [7], [8], [9]
	(S6) Área ocupada	Área total (m ²) / Número total de população acadêmica	[8], [9], [16], [17], [19]
	(S7) Programas de conservação de energia		[8], [12], [13], [14], [15], [17], [18], [19], [20], [26]
	(S8) Emissões de gás carbônico	Total de emissões de gases / Área total (m ²)	[8], [10], [12], [13], [14], [18], [20], [26]
	(S9) Uso consciente de água		[8], [9], [20]
	(S10) Uso de veículos	Média de veículos (carros e motos) / Número total da população acadêmica	[8], [20]
	(S11) Uso de transporte coletivo	Média ônibus disponíveis / Número total da população acadêmica	[8], [20]
	(S12) Uso de bicicletas	Média de bicicletas / Número total da população acadêmica	[8], [20]

(S13) Pesquisas	Pesquisas em relação à sustentabilidade / Pesquisas em geral	[8], [11], [20]
(S14) Índice de saúde e segurança		[20]
(S15) Produtividade	Professor/ Aluno	[25]
(S16) Produtividade	Diplomados / Ingressantes	[25]
(S17) Produtividade	Aluno / Servidores	[25]
(S18) Produtividade	Trabalhos publicados / Professor	[25]

(...). Identificação da referência citada.

Fonte: dados extraídos de acordo com as pesquisas.

As 3 dimensões presentes no quadro consistem em:

- **Econômicos:** a avaliação de custos em IES está presente em todos os aspectos e atividades desenvolvidas e há uma crescente relevância entre as questões financeiras em relação ao meio ambiente (NILSSON, 2007, p. 91). A partir dos dados institucionais, de consumo energético em relação à estrutura física, é possível se ter uma análise estratégica dos resultados devido à variação dos consumos diários e em relação aos períodos do ano, tanto em questões econômicas como de EE.
- **Técnico operacional:** são indicadores que expressam as relações de operação das instituições, analisando o consumo, utilização de ar-condicionado e iluminação, equipamentos elétricos em operação, retratando dessa forma o perfil de consumo da instalação e o potencial de conservação energética por meio de análises comparativas (ALVAREZ, 1998).
- **Socioambientais:** os dados fornecidos pelos IEE podem advir de uma relação entre as atividades humanas e as consequências disto. Os impactos gerados devido à essas atividades podem afetar seriamente o meio ambiente, impactando diretamente na gestão ambiental e nos indicadores (NILSSON, 2007, p. 89). Além disso, a conscientização dos usuários a respeito do consumo energético e a busca por EE são fatores preocupantes em IES (MURPHY; O'BRIEN, 2014).

4.2 ESTUDO DE CASO

A seguir será retratada a UTFPR câmpus Pato Branco, os dados serão exibidos e os resultados explicitados.

4.2.1 Apresentação da UTFPR câmpus Pato Branco

A UTFPR câmpus Pato Branco está situada no Sudoeste do estado do Paraná, apresentando uma estrutura ampla de ensino. De acordo com os dados disponibilizados pela CICE e pelos departamentos de registros acadêmicos, recursos humanos e de obras e projetos, são ofertados 12 cursos de graduação, 8 cursos de mestrado, 1 curso de doutorado e 1 curso técnico de nível médio. Sua estrutura física é composta de uma área total construída de aproximadamente 50.000,00 m², além de 422 servidores ativos e 4132 alunos matriculados.

A energia utilizada na instituição é quase que totalmente energia elétrica provinda da rede. Há um pequeno gerador fotovoltaico instalado na instituição de 2,5kWp a fim de auxiliar em pesquisas e desenvolvimento de trabalhos acadêmicos na área de geração, e fornecer energia para a iluminação da pista de atletismo da universidade.

Por meio dos dados disponibilizados pela CICE a partir do fornecimento da Companhia Paranaense de Energia (COPEL), constata-se que a UTFPR câmpus PB é um consumidor pertencente ao grupo A e subgrupo A4, pois possui um fornecimento de energia em alta tensão (AT) de 13,8 kV, sendo que está dentro da faixa de tensão de 2,3 kV a 44 kV estipulado para esse subgrupo. Sua modalidade tarifária é a verde, em que possui tarifas diferenciadas para o consumo na ponta e fora de ponta e a demanda de potência dispõe de uma única tarifa, e também atende a todos os consumidores que possuem uma demanda superior a 150 kW.

Devido a sua forma de tarifação (modalidade tarifária verde) a Unidade Consumidora (UC) deve estabelecer um contrato com a concessionária de energia, a COPEL, delimitando a demanda pretendida a ser contratada, a qual será cobrada o mesmo valor independente da hora do dia utilizada. A UTFPR câmpus PB conta com uma contratação de 450 kW. Dessa forma, paga-se o valor integral da demanda

contrata, mesmo não utilizando os 450 kW, além de pagar um percentual de ultrapassagem caso a demanda registrada no mês exceder 5% do valor pré-determinado.

Analisando as faturas de energia do ano de 2016, 2017 e 2018 da instituição, juntamente com a CICE, os gráficos de consumo de energia na ponta e fora de ponta, assim como da demanda foram elaborados. O estudo das faturas de energia permite realizar estimativas de crescimento de consumo e demanda, avaliações do uso eficiente e racional de energia, realizar planejamentos para expansão do sistema elétrico, além de conter diversas informações importantes como as tarifas e as multas por ultrapassagem da demanda contratada ou por excesso de energia elétrica reativa.

A Figura 1 evidencia o consumo mensal no horário de ponta da UC, na qual se tem um comportamento de consumo semelhante durante os anos de 2016 e 2017. Porém, nos meses de janeiro e abril, o ano de 2017 apresentou um consumo maior comparado com 2016, e nos meses de maio e novembro o ano de 2016 atingiu um consumo maior comparando-se com 2017, havendo no mês de maio uma diferença de aproximadamente 4 kWh entre os dois anos.

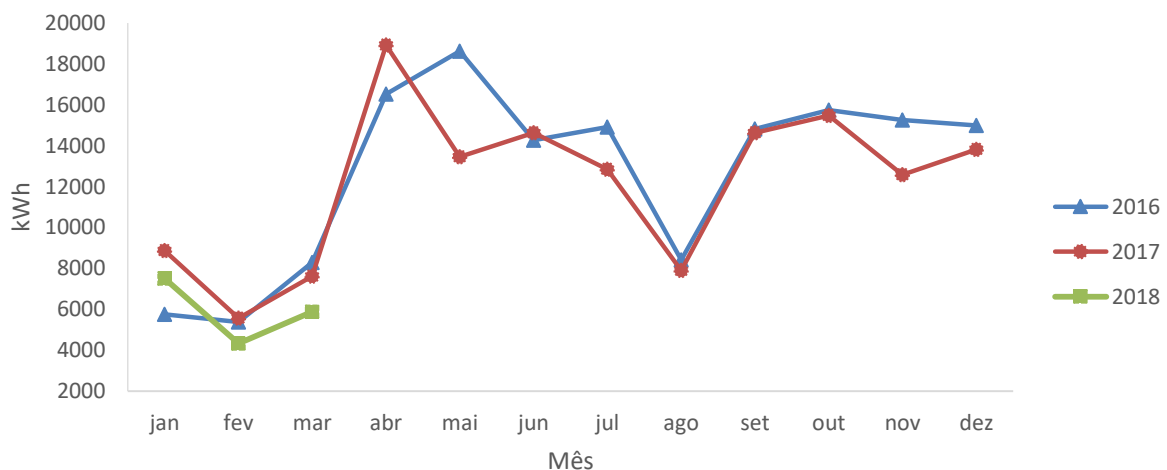


Figura 1. Consumo de ponta na UTFPR Câmpus Pato Branco – 2016 a 2018.
Fonte: adaptado da CICE.

Conforme a Figura 2, a qual demonstra o consumo fora do horário de ponta da UC, é possível verificar que o comportamento do consumo nos anos de 2016 e 2017 são similares, e o ano de 2018 segue do mesmo modo, porém, com um consumo menor. Além disso, o mês de maio apresenta uma diferença de aproximadamente

20 kWh entre os dois anos, sendo que o ano de 2016 apresentou um consumo médio maior.

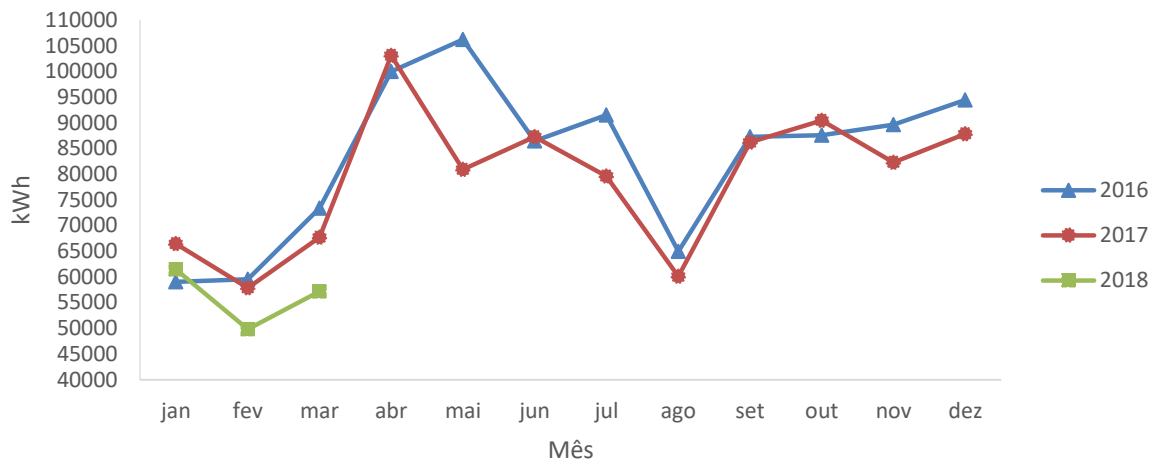


Figura 2. Consumo Fora de Ponta na UTFPR Câmpus Pato Branco.
Fonte: adaptado da CICE.

A Figura 3 retrata as curvas de demanda dos anos de 2016 a 2018. Identifica-se no gráfico a demanda contratada de 450 kW, e assim, os meses em que ocorreram a ultrapassagem da demanda. No ano de 2016 houveram 4 ultrapassagens e em 2017 2, havendo a necessidade de se pagar o excedente consumido apenas daquelas que excederam o limite aceitável pela concessionária.

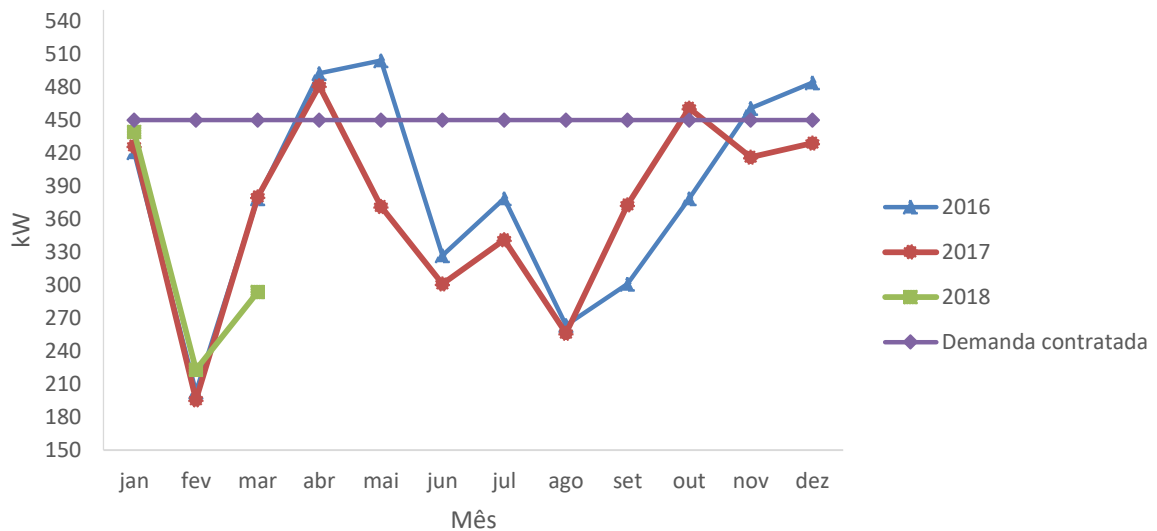


Figura 3. Demanda mensal na UTFPR Câmpus Pato Branco – 2016 a 2018.
Fonte: adaptado da CICE.

A Figura 4 exibe o comportamento da demanda em um dia típico de atividades no câmpus. Percebe-se o início das atividades às 6:00 horas, mantendo-

se a demanda em aproximadamente 200 kW e aumentando a partir das 12:00 horas, a qual é um período de pico devido ao retorno das atividades e à utilização dos ares condicionados. No período entre as 17:00 e 18:00 horas há uma queda no consumo devido ao término das atividades, e posteriormente um aumento consequente das atividades noturnas, mantendo a demanda em aproximadamente 250 kW até o término das atividades, em que retorna a um valor constante durante a noite de aproximadamente 50 kW.

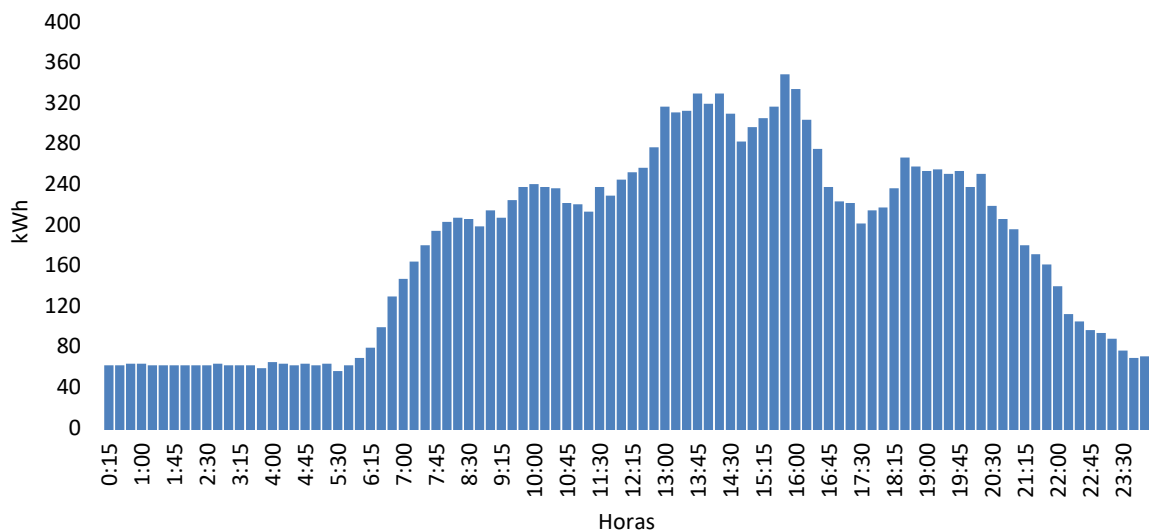


Figura 4. Demanda em um dia útil típico - UTFPR Câmpus Pato Branco.
Fonte: adaptado da CICE.

A respeito do fator de potência, a Figura 5 apresenta o comportamento típico de uma semana típica (17/11/2017 a 25/11/2017) sem feriados. O fator de potência (FP) relaciona duas parcelas de energia, a ativa (kW) e a aparente (kVA). Para a composição da energia aparente, se tem a relação entre a energia reativa (kVAr), a qual é necessária, porém não realiza trabalho, e a energia ativa, a qual realiza trabalho. Segundo a Resolução Normativa nº 414/2010 da ANEEL, o FP deve manter seu valor acima de 0,92 e o mais próximo de 1, caso isso não for atendido, a fatura terá ajustes de acordo com o valor do FP atingido. Dessa forma, devido a relação das energias para sua composição, quanto maior for a energia reativa consumida menor será o valor do FP (COPEL).

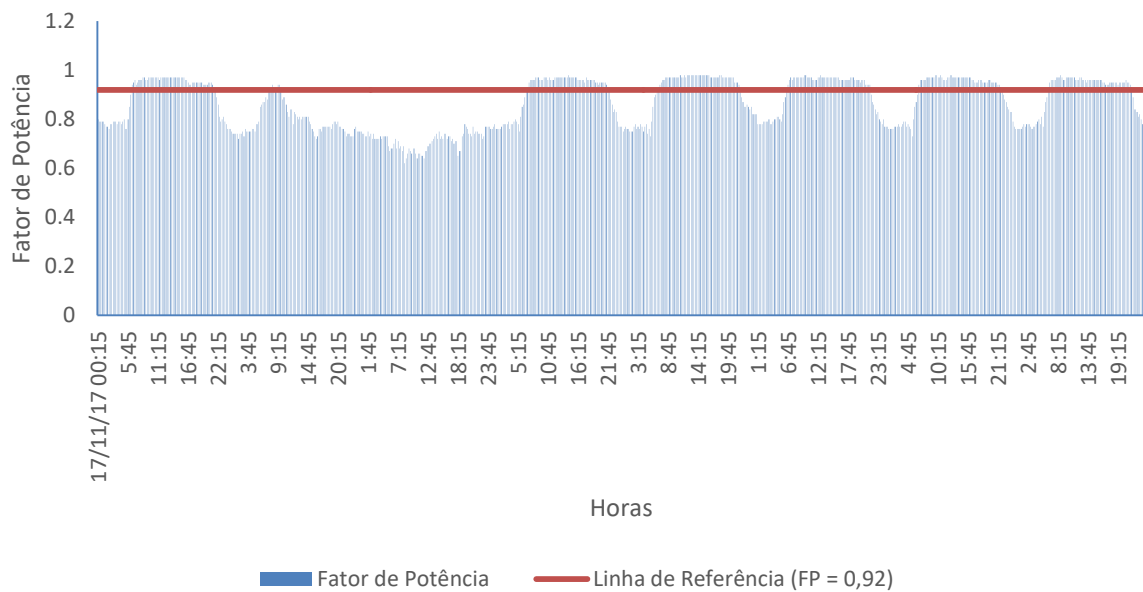


Figura 5. Gráfico do Fator de Potência durante uma semana típica - UTFPR Câmpus Pato Branco.
Fonte: adaptado da CICE.

Analisando a Figura 5, constata-se que nos dias úteis da semana, o FP permanece acima de 0,92 durante o horário de funcionamento da instituição, das 6:00 às 22:00 horas. Porém, no período noturno em que se encerram as atividades há uma queda e permanece entre 0,7 e 0,9, até o horário de retorno de funcionamento. Isso ocorre devido as instituições de ensino apresentarem grande parte de seu consumo em iluminação, a qual apresenta um fator de potência maior que 0,95. Dessa forma, após o término das atividades essa carga demandada do transformador é diminuída, fazendo-o trabalhar com pouca carga, contribuindo assim para o baixo fator de potência evidenciado.

Já nos finais de semana o comportamento é diferente. No período matutino o FP está acima de 0,92 ou próximo, justificado pela utilização do Restaurante Universitário (RU), aulas do curso técnico em agrimensura e de pós-graduação, havendo uma quantidade significativa de iluminação. Após às 12:00 horas do sábado e aos domingos, o FP diminui para um valor entre 0,7 e 0,85, explicado pelo baixo número de atividades no câmpus e os transformadores operando com pouca carga.

A Figura 6 representa a contribuição da parcela de consumo e demanda de reativos na fatura de energia. Conforme os dados de FP presentes na Figura 5, é possível identificar que os valores não se mantêm acima do estabelecido, o qual é 0,92. Desta maneira, devido às Resoluções Normativas propostas pela ANEEL, deve-se manter uma proporcionalidade entre a energia ativa e reativa, a qual implica no

valor do FP. Quando esses valores não são atendidos e permanecem abaixo do especificado, é cobrado um valor correspondente ao excedente de reativo (COPEL, 2016).

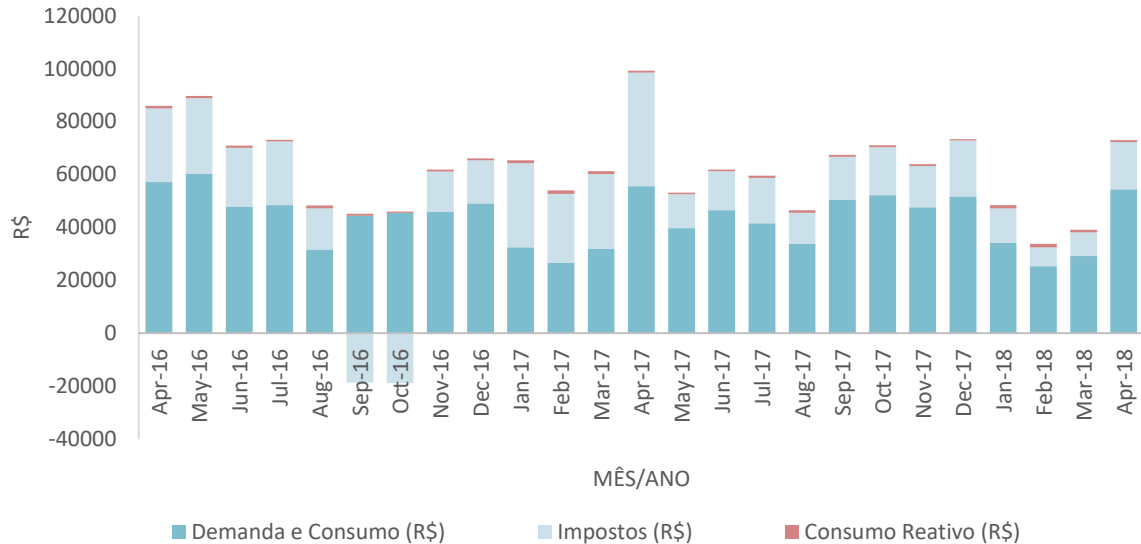


Figura 6. Contribuição da parcela de consumo de reativo para a fatura energética.
Fonte: adaptado da CICE.

Em visto disso, a Figura 6 representa a parcela reativa que é cobrada juntamente com os valores de demanda, consumo e os impostos aplicados. Essa fração de reativos considerado no montante geral não representa um valor impactante, porém, analisando os valores individuais presentes no Apêndice A, percebe-se que representa uma quantidade significativa, aproximadamente R\$1000,00 ao mês.

Percebe-se que nos meses de setembro e outubro de 2016 há valores negativos correspondentes aos impostos. Analisando as faturas de energia, verifica-se que há um montante da devolução do consumo compensado por mini/micro geração nos dois meses, sendo aproximadamente R\$40.000,00. Porém, a universidade não possui mini/micro geração para compensar o consumo. Dessa forma, a partir de janeiro de 2017 são identificados 4 meses com ajustes proporcionais aos valores das faturas para suprir o desconto dado nos meses referentes.

Além disso, conforme o diagnóstico energético realizado pela CICE para o projeto de eficiência energética da instituição, estimou-se a porcentagem de participação de uso final de energia de acordo com o consumo mensal de energia da unidade consumidora, o qual está presente na Figura 7.

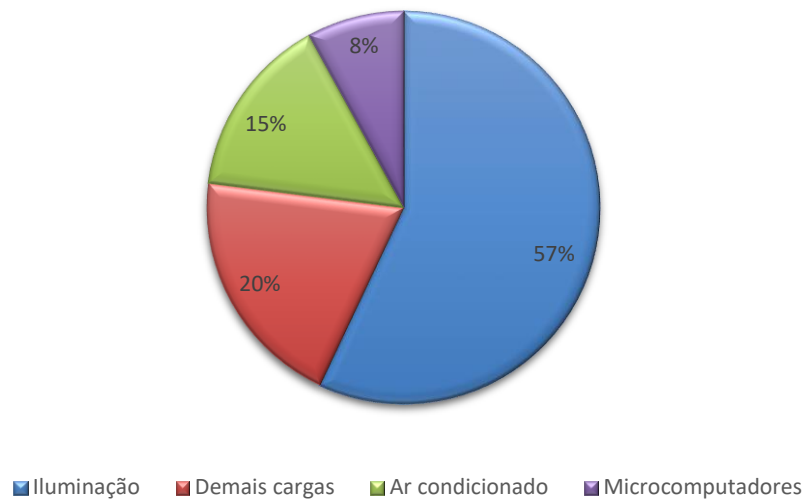


Figura 7. Participação por uso final de energia – UTFPR câmpus Pato Branco.
Fonte: adaptado da CICE.

Por meio da Figura 7 é possível perceber que a iluminação corresponde ao maior consumo da instituição, sendo 57% do total. Os usos de ares condicionados também impactam na parcela final de consumo, sendo 15%, assim como os microcomputadores que representam 8%. 20% da participação de uso advém de eletrodomésticos, usos de dispositivos pessoais, serrarias, diversos equipamentos instalados em laboratórios e utilizados em aulas práticas, representando a segunda maior participação no consumo.

4.2.2 Indicadores selecionados para a instituição

A importância dos IEE como uma ferramenta para um planejamento estratégico energético, é percebida por empresas e instituições que requerem um acompanhamento energético. Dentre os fatores impactados por essas ações de EE, destacam-se os econômicos, técnicos e ambientais, devido às políticas energéticas estabelecidas, substituição tecnológicas a fim de reduzir o consumo, impactos ambientais e consequentemente o valor faturado.

Os indicadores propostos para a UC UTFPR Câmpus PB visam a percepção da forma de consumo da energia, levando-se em consideração o seu aproveitamento e desperdício, tanto em equipamentos mal dimensionados como na demanda acentuada de energia em certos períodos do ano. Em conformidade com o

objetivo de análises, o Quadro 3 exibe os indicadores propostos à instituição, os quais representam a seleção dos índices presentes no Quadro 2. Selecionou-se indicadores que pudessem ser calculados conforme os dados disponibilizados e que pudessem fornecer resultados significativos.

Quadro 3. Representação dos indicadores propostos para a universidade.

Fatores	Indicador	Variáveis do indicador
Econômicos	(E4) Custo médio de energia	Variável monetária (R\$) / consumo energético (kWh)
	(E5) Consumo por unidade (iluminação, ar condicionado, equipamentos...)	Consumo energético total (kWh) / Consumo específico (kWh)
	(E6) Custo educacional	Custo de energia / Estudante
	(E7) Economia energética	Consumo energético (kWh)/ ano
Técnico operacional	(T1) Índice de consumo médio mensal por m ²	Energia média mensal (KWh) / Área construída (m ²)
	(T2) Índice de demanda máxima mensal por m ²	Demanda máxima mensal (KW) / Área construída (m ²)
	(T3) Consumo específico de energia	Energia total anual (kWh) / Área bruta (m ²)
	(T5) Fator de carga	Demanda média (kW) / Demanda máxima (kW)
	(T12) Fator de potência	
	(T18) Fator de demanda	Demanda máxima (kW) / Potência instalada (kW)
Socio ambientais	(S1) Índice de consumo médio mensal por funcionários	Energia média mensal (KWh) / Número de funcionários
	(S2) Índice de consumo médio mensal por alunos	Energia média mensal (KWh) / Número de alunos
	(S3) Índice de demanda máxima mensal por funcionários	Demanda máxima mensal (KW) / Número de funcionários
	(S4) Índice de demanda máxima mensal por alunos	Demanda máxima mensal (KW) / Número de alunos
	(S5) Consumo mensal por usuário	Energia média mensal (KWh) / Número total de usuários
	(S6) Área ocupada	Área total (m ²) / Número total de população acadêmica
	(S15) Produtividade	Professor/ Aluno
	(S17) Produtividade	Aluno / Servidores

(...). Representa a identificação dos indicadores conforme o Quadro 2.

Fonte: dados extraídos de acordo com as pesquisas.

Conforme os indicadores apresentados, é possível analisar o consumo energético e possível falhas presentes no sistema.

- Índice de demanda e consumo mensal por m² (T1 e T2): são indicadores que podem auxiliar para o correto dimensionamento dos transformadores, em análises comparativas entre UC e como uma forma de padronização de

edifícios para futuras instalações (SAIDEL; FAVATO; MORALES, 2005). São indicadores que apresentam poucas variações mensais e dependendo da área construída, possuirá valores entre 0 e 20.

- Consumo específico de energia (T3): utilizado como um auxílio comparativo com diversas UC, além de ser utilizado com a finalidade de realizar o dimensionamento adequado dos transformadores presentes na instituição para evitar o sub ou sobre dimensionamento (SAIDEL; FAVATO; MORALES, 2005);
- Fator de carga (T5): é um dos principais indicadores utilizados para realizar análises energéticas, por relacionar os valores de demanda e verificar a forma que a energia elétrica está sendo consumida (MORALES, 2007). Seu resultado varia de 0 a 1, e quanto mais próximo da unidade ele estiver a eficiência energética na instalação é melhor, e quanto mais próximo de zero maior é o potencial para a redução dos custos energéticos (ALVAREZ, 1998);
- Fator de demanda (T18): de acordo com as resoluções normativas da ANEEL (2005), o fator demanda relaciona a demanda máxima do consumidor pela potência instalada. Dessa forma, é possível verificar o quanto o consumidor utiliza de sua carga instalada. Quanto mais próximo de 1 esse indicador estiver, mais potência o cliente estará utilizando simultaneamente;
- Custo médio de energia (E4): utilizado como um acompanhamento referente ao faturamento energético, o qual serve como auxílio às medidas de contratações de energia (BATISTA, 2011). Quando menor as tarifas e encargos cobrados, menor será o custo energético e menor será o indicador;
- Consumo por unidade consumidora (E5): identificação do impacto que cada equipamento gera no consumo final (SAIDEL; FAVATO; MORALES, 2005). Além disso, pode-se planejar a utilização de equipamentos com um desempenho energético maior e de fontes energéticas renováveis (BATISTA, 2011);
- Consumo e demanda por alunos e servidores (Socioambientais): caracteriza o perfil de consumo energético na UC (SAIDEL; FAVATO;

MORALES, 2005). Para indicadores que possuem em sua variável o consumo, espera-se um indicador com valores acima de 10, devido o valor do consumo energético representar um valor grande. Já os indicadores que relacionam a demanda, o indicador corresponderá um valor pequeno e com poucas variações.

Para a determinação dos indicadores referentes aos anos de 2016, 2017 e 2018, mais alguns dados foram obtidos por meio dos departamentos responsáveis na instituição e mediante a solicitação à CICE, juntamente com o projeto de eficiência energética, os quais estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados referentes à instituição UTFPR câmpus Pato Branco.

Dados	2016.1	2016.2	2017.1	2017.2	2018.1
Dados energéticos:					
Consumo médio Ponta anual (kWh)	12.747,92		12.191,92		8.681,00
Consumo médio Ponta semestral (kWh)	11.474,66	14.021,167	11.510,5	12.873,3	
Consumo médio Fora de Ponta anual (kWh)	83.339,42		79.160,33		67.101,75
Consumo médio Fora de Ponta semestral (kWh)	80.778,00	85.900,83	77.218,17	81.102,5	
Consumo médio anual (kWh)	96.087,33		91.352,25		75.782,75
Consumo médio semestral (kWh)	92.252,67	99.922,00	88.728,67	93.975,8	
Demanda média Contratada (kW)	450		450		450
Demanda média registrada anual (kW)	382,68		369,36		356,4
Demanda média registrada semestral (kW)	387,6	377,76	359,28	379,44	
Demanda Máxima anual (kW)	504		480,96		469,44
Demanda Máxima semestral (kW)	504	483,84	480,96	460,8	
Dados de um dia típico de atividades na instituição:					
Demanda máxima trafo 1 (kW)			114,746		
Demanda máxima trafo 2 (kW)			42,013		
Demanda máxima trafo 3 (kW)			44,940		
Demanda máxima trafo 4 (kW)			182,353		
Potência instalada:					
Potência Instalada de iluminação (kW)			293,01		
Potência Instalada de ar condicionado (kW)			2.000		
Potência instalada Trafo 3			447.319,5		
Estimativa consumo:					

Iluminação	57%				
Microcomputadores	8%				
Ar condicionado	15%				
Demais cargas	20%				
Dados institucionais:					
Número de alunos matriculados	3.926	3.998	3.846	4.716	4.132
Número de servidores ativos	383		384		422
Área coberta	35.745,2				
Área descoberta	16.754,66				
Área total	52.499,86				

Fonte: dados obtidos por meio dos departamentos responsáveis na instituição.

Em relação aos dados obtidos dos transformadores por meio da CICE, cabe salientar conforme as informações recebidas, que cada transformador foi monitorado durante uma semana típica de atividades no câmpus, não sendo realizados todos simultaneamente pois a universidade possui apenas um analisador de energia. O período de medições correspondeu de 30 de outubro à 06 de dezembro de 2017. Assim, é possível analisar por meio da Tabela 2 que nenhum dos transformadores está operando próximo de sua capacidade nominal, sendo que a demanda aparente total registrada em um dia típico é muito pequena comparando-se com a capacidade total dos transformadores.

Tabela 2. Carregamento dos transformadores.

Transformadores	Capacidade (kVA)	Demanda máxima (kVA)
Transformador 1	500	117,30
Transformador 2	300	42,71
Transformador 3	300	26,63
Transformador 4	300	187,47
Total	1.400	374,11

Fonte: adaptado da CICE.

O potencial energético existente na universidade é grande conforme evidenciado na Tabela 2, porém, como os transformadores estão operando em um valor abaixo do seu nominal, há desperdício de energia e também contribui para o baixo fator de potência que é demonstrado na Figura 5.

Por meio da Figura 8 é possível analisar a demanda de cada um dos transformadores em um dia típico de atividades, correspondendo também ao período entre 30 de outubro à 06 de dezembro de 2017. Percebe-se 3 picos de demanda em

cada um, no início da manhã quando se iniciam as atividades, tendo uma queda durante o meio dia. A partir da 13:00 há um novo pico justificado pelo retorno das atividades, utilização de iluminação e ar condicionado. E o ultimo pico ocorre das 19:00 às 22:00, período em que se tem as atividades noturnas na instituição.

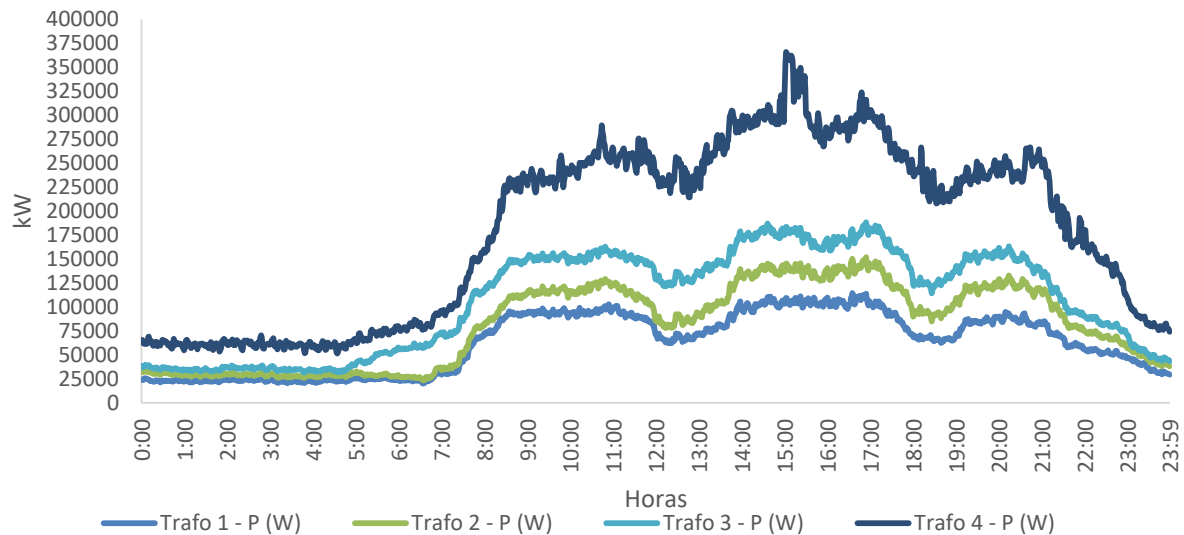


Figura 8. Curvas de cargas de um dia típico de atividades dos 4 transformadores da instituição - 2017.

Fonte: adaptado da CICE.

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme os indicadores selecionados no Quadro 3 e os dados que foram obtidos, os resultados conquistados por meio dos cálculos serão apresentados a seguir. A Tabela 3 corresponde ao agrupamento de indicadores Econômicos e Técnicos Operacionais que possuem uma representatividade anual. Os dados utilizados para a elaboração de todos os IEE para a instituição constam no Apêndice B.

Tabela 3. Indicadores Econômicos e Técnico Operacionais com contribuição anual.

Indicadores Econômicos e Técnicos Operacionais	
(E5) Consumo por unidade	Indicador
Iluminação	1,75
Microcomputadores	12,50

Ar condicionado	6,67		
Demais cargas	5,00		
	2016	2017	2018
(E6) Custo educacional	14,97	13,85	11,77
(T3) Consumo específico de energia	1,83	1,74	1,44
(T18) Fator demanda			
Fator Demanda Iluminação		0,935	0,913
Fator Demanda ar condicionado		0,0361	0,0352

(...). Representa a denominação dos indicadores presentes no quadro 2.

Fonte: autoria própria.

Os indicadores econômicos presentes na Tabela 3 possuem significados diferentes em relação ao impacto gerado. O indicador E5 representa a influência de cada uso final no consumo energético total, sendo que o valor mais próximo a 1 corresponde aquele que possui um consumo maior. Juntamente com o que foi mostrado na Figura 7, tem-se que a iluminação é a principal carga consumidora do sistema e, porém, como há uma elevada carga em aparelhos de ar condicionado e computadores funcionando em diversos prédios da instituição, além dos equipamentos utilizados em laboratórios, estes representam uma participação importante no consumo energético.

O indicador E6 representa uma estimativa do custo de energia por cada aluno nos anos analisados, sendo que o número de alunos ingressantes aumentou a cada ano e o custo energético anual não obteve variações bruscas, esse indicador diminuiu. Mesmo com a entrada de novos alunos e o consequente aumento do uso de dispositivos eletrônicos móveis, o impacto na fatura que estes dispositivos geram não foi significativo, quando comparado com os principais consumos da instituição.

O indicador técnico operacional T3 representa o consumo energético anual em relação à área da instituição. Observa-se um valor menor para o ano de 2018 pois considerou-se o consumo parcial até o mês de abril, menor período.

Como a potência instalada e a porcentagem de uso final em aparelhos de ar condicionado e lâmpadas são conhecidos, foi possível caracterizar o indicador T8 pelo fator demanda de cada uso. Como o sistema de iluminação possui a maior parcela de consumo energético e sua potência instalada é elevada, o seu fator de demanda mantém um valor próximo de 1, significando que grande parte do sistema está consumindo energia. Já o fator demanda em ar condicionado apresenta um valor próximo a zero, pois os aparelhos não são ligados todos ao mesmo tempo e algumas salas não os utilizam.

A Tabela 4 apresenta os indicadores técnicos operacionais e econômico conforme a sua participação mensal. Por meio dos dados adquiridos, é possível produzir alguns indicadores energéticos que relacionem os custos e consumos energéticos a fim de se ter uma análise da forma que a energia está sendo aproveitada.

Tabela 4. Indicadores Técnicos Operacionais e Econômicos com contribuição mensal.

Indicadores Técnicos Operacionais e Econômico				
Mês/Ano	Consumo/m ² (T1)	Demanda/m ² (T2)	Fator de Carga (T5)	Custo médio mensal (E4)
Jan-16	1,814	0,0118	0,2112	0,7890
Fev-16	1,816	0,0057	0,4379	0,7702
Mar-16	2,285	0,0106	0,2954	0,7409
Abr-16	3,259	0,0138	0,3240	0,7382
Mai-16	3,493	0,0141	0,3394	0,7182
Jun-16	2,819	0,0091	0,4222	0,7049
Jul-16	2,977	0,0106	0,3850	0,6877
Ago-16	2,053	0,0074	0,3815	0,6583
Set-16	2,856	0,0084	0,4647	0,2604
Out-16	2,890	0,0106	0,3737	0,2632
Nov-16	2,935	0,0129	0,3118	0,5895
Dez-16	3,061	0,0135	0,3097	0,6042
Jan-17	2,107	0,0119	0,2420	0,8692
Fev-17	1,774	0,0055	0,4435	0,8530
Mar-17	2,107	0,0106	0,2714	0,8138
Abr-17	3,414	0,0135	0,3475	0,8135
Mai-17	2,641	0,0104	0,3481	0,5639
Jun-17	2,851	0,0084	0,4639	0,6072
Jul-17	2,587	0,0095	0,3712	0,6439
Ago-17	1,903	0,0072	0,3635	0,6849
Set-17	2,822	0,0104	0,3705	0,6685
Out-17	2,964	0,0129	0,3150	0,6706
Nov-17	2,654	0,0116	0,3123	0,6740
Dez-17	2,844	0,0120	0,3246	0,7224
Jan-18	1,930	0,0123	0,2152	0,7030
Fev-18	1,515	0,0062	0,3323	0,6249
Mar-18	1,763	0,0082	0,2939	0,6211
Abr-18	3,272	0,0131	0,3413	0,6241

(...). Representa a denominação dos indicadores presentes no quadro 2.

Fonte: autoria própria.

Dentre os indicadores técnicos obtidos, o indicador T1 apresenta um baixo consumo por área construída, mantendo-se em uma média de 2,5 (kWh/m²). Como a

área da instituição é relativamente grande, o consumo energético evidenciado para cada metro quadrado é menor, constatando que o aproveitamento energético contém uma participação pequena de cada bloco da instituição, devido ao consumo ser bem disperso por todo o câmpus. Comparando-se com os resultados de ALVAREZ (1998), o qual realizou estudo em centros universitários, este obteve um valor mais elevado para o indicador de 8,3 (kWh/m²). Esse resultado se justifica, pois, o consumo energético mensal da instituição avaliada, naquele trabalho, era maior do que o da UTFPR PB e a área construída era menor que o câmpus PB, adquirindo assim uma relação maior para o fator analisado.

O mesmo é verificado para o indicador T2, como a demanda possui um valor menor que a área útil da instituição, seu resultado dispõe de um valor pequeno e próximo a zero, quando analisado na grandeza kW. Considerando-se os resultados obtidos por SAIDEL, *et al.* (2005), percebe-se que o indicador na UTFPR apresenta alguns meses de acordo ou próximo da faixa aceitável de eficiência energética perante as bibliografias, entre 20 e 10 W/m². Nos períodos de férias em que a demanda energética diminui, o índice exibe valores abaixo da faixa especificada nas bibliografias, porém, não caracteriza como sendo um resultado crítico, pois a área analisada continua a mesma e a demanda diminuiu, acarretando em uma redução do indicador.

Um dos principais indicadores para análises do consumo energético é o Fator de carga (FC) identificado como T5, o qual exibe um resultado não satisfatório, quando comparado com o seu intervalo de variação de 0 a 1. Nota-se que todos os índices estão abaixo de 0,5, indicando assim que a energia não está sendo bem aproveitada pois a relação entre consumo e demanda não está próxima.

Para a sua avaliação, considerou-se a contribuição mensal de cada fatura a fim de verificar as divergências de cada mês. Identifica-se uma relação entre o FC e a densidade de energia T2 (W/m²), pois ambos estão relacionados com a demanda. Essa relação demonstra que não há uma otimização do sistema, visto que os dois apontam valores abaixo do ideal em determinados meses. Assim como observado em ALVAREZ (1998), o FC observado na instalação é baixo (0,462) e o consumo por área útil é alto (8,3 kWh/m²), indicando também uma falta de racionalidade de energia.

Dessa forma, os três indicadores T1, T2 e T5 possuem grande importância para a elaboração de novos edifícios e adequação dos já existentes, no que se refere ao dimensionamento dos circuitos de alimentação e dos transformadores. De acordo

com os resultados que são obtidos, pode-se analisar a disponibilidade de cargas do transformador ou a determinação de novos equipamentos que atendam a demanda solicitada. Além disso, melhorar esses indicadores implica na redução da fatura de energia e uma melhor EE devido à otimização e readequação dos equipamentos.

O indicador E4 representa o custo médio mensal, sendo que mesmo relacionando o consumo energético com o valor da fatura de todos os meses esse índice não é constante. Isso se deve à variação dos consumos na ponta e fora de ponta, além do consumo de reativos e demanda, os quais possuem valores tarifários vigentes diferentes e também devido a multas referentes à atrasos no pagamento, caso ocorra. Dessa forma, esse indicador é utilizado para a determinação da melhor modalidade tarifária a ser contratada, comparando-se a partir de simulações tarifária e escolhendo aquela que apresenta o menor custo energético de acordo com o perfil da instalação.

Durante os dois anos e meio analisados, percebe-se que o custo médio mensal de energia permanece variando entre 0,6 R\$/kWh e 0,8 R\$/kWh com exceção dos meses de setembro e outubro do ano de 2016, os quais apresentam um valor de 0,26 R\$/kWh. Tal valor do indicador é justificado, pois o valor faturado correspondente a esses meses possui um desconto de aproximadamente R\$40.000,00 devido ao consumo de micro/mini geração, o que não é observado em outros meses da pesquisa. Porém, nos primeiros 4 meses de 2017 em que o indicador apresentou um valor maior, há um aumento de aproximadamente R\$19.000,00 nas 4 faturas sendo referente à um ajuste de consumo, além de multas e juros por atrasos de pagamento.

Dessa forma, considerando o valor que foi descontado devido ao consumo de micro/mini geração, assume-se que houve um erro e corrigiram por meio de 4 parcelas nos meses seguinte, pois a potência da micro/mini geração instalada na universidade é de 2,5 Wp e atende somente a iluminação da pista de atletismo.

A Tabela 5 a seguir está explicitando os indicadores socioambientais obtidos para a instituição. Esses indicadores representam uma análise mais específica em relação à universidade, identificando o comportamento de consumo em relação às particularidades da unidade consumidora.

Devido a algumas particularidades verificadas na instituição analisada, serão apresentadas algumas considerações a respeito dos indicadores.

Tabela 5. Indicadores Socioambientais com contribuição mensal.

Indicadores Sócioambientais								
Mês/Ano	Consumo médio mensal/ Servidores (S1)	Consumo médio mensal/ Alunos (S2)	Demanda média mensal/ Servidores (S3)	Demanda média mensal/ Alunos (S4)	Consumo médio mensal/ Total de usuários (S5)	Área total (m ²) / População acadêmica (S6)	Servidor/ Aluno (S15)	Aluno/ Servidor (S17)
Jan-16	169,258	16,512	1,098	0,1071	15,044	8,295	0,0976	10,251
Fev-16	169,454	16,531	0,530	0,0517	15,062	8,295	0,0976	10,251
Mar-16	213,256	20,804	0,989	0,0965	18,955	8,295	0,0976	10,251
Abr-16	304,146	29,671	1,286	0,1254	27,034	8,295	0,0976	10,251
Mai-16	326,034	31,806	1,316	0,1284	28,979	8,295	0,0976	10,251
Jun-16	263,063	25,663	0,853	0,0833	23,382	8,295	0,0976	10,251
Jul-16	277,883	26,621	0,989	0,0947	24,293	8,159	0,0958	10,439
Ago-16	191,611	18,356	0,688	0,0659	16,751	8,159	0,0958	10,439
Set-16	266,587	25,539	0,786	0,0753	23,306	8,159	0,0958	10,439
Out-16	269,747	25,841	0,989	0,0947	23,582	8,159	0,0958	10,439
Nov-16	273,893	26,238	1,203	0,1153	23,945	8,159	0,0958	10,439
Dez-16	285,637	27,363	1,263	0,1210	24,971	8,159	0,0958	10,439
Jan-17	196,112	19,581	1,110	0,1108	17,803	8,450	0,0998	10,016
Fev-17	165,112	16,485	0,510	0,0509	14,989	8,450	0,0998	10,016
Mar-17	196,167	19,586	0,990	0,0988	17,808	8,450	0,0998	10,016
Abr-17	317,773	31,728	1,253	0,1251	28,848	8,450	0,0998	10,016
Mai-17	245,820	24,544	0,968	0,0966	22,316	8,450	0,0998	10,016
Jun-17	265,401	26,499	0,784	0,0783	24,093	8,450	0,0998	10,016
Jul-17	240,823	19,609	0,889	0,0724	18,133	7,009	0,0814	12,281
Ago-17	177,120	14,422	0,668	0,0544	13,336	7,009	0,0814	12,281
Set-17	262,656	21,387	0,971	0,0791	19,776	7,009	0,0814	12,281
Out-17	275,917	22,466	1,200	0,0977	20,775	7,009	0,0814	12,281
Nov-17	247,094	20,120	1,084	0,0882	18,605	7,009	0,0814	12,281
Dez-17	264,763	21,558	1,118	0,0910	19,935	7,009	0,0814	12,281
Jan-18	163,498	16,698	1,041	0,1063	15,151	7,849	0,1021	9,791
Fev-18	128,313	13,105	0,529	0,0540	11,890	7,849	0,1021	9,791
Mar-18	149,363	15,254	0,696	0,0711	13,841	7,849	0,1021	9,791
Abr-18	277,147	28,305	1,112	0,1136	25,682	7,849	0,1021	9,791

(...). Representa a denominação dos indicadores presentes no quadro 2.

Fonte: autoria própria.

A relação entre servidor e aluno (S15) e aluno e servidor (S17), corresponde ao total geral da população acadêmica sem considerar o período de utilização do câmpus. Como a universidade conta um curso técnico, cursos superiores de graduação, mestrado e pós-graduação, obter a relação de alunos com suas respectivas cargas horárias seria muito complexa. Como há equivalência de matérias entre os cursos e o acesso à universidade não é restrito aos períodos em que se tem aula, muitos alunos possuem atividades curriculares nos 3 períodos do dia, sendo que outros apenas em 1. O mesmo é observado em relação aos servidores, pois relaciona

tanto o número de professores como os técnicos e não está sendo considerado o número de horas semanais de atividades.

Assim, a análise desse indicador se restringe a uma média aproximada, podendo haver distorções em relação às interpretações. Considerando os dados fornecidos e desconsiderando as horas relativas às atividades desempenhadas, tanto para alunos como servidores, tem-se que o indicador S15 apresenta uma média de 0,095 e o indicador S17 uma média de 10,6. Esta diferença é justificada devido a relação de alunos ser maior que servidores, e as atividades desempenhadas serem diferentes. Professores atendem diversos alunos de diferenciados cursos e os técnicos administrativos desempenham variadas funções administrativas.

A principal diferença observada durante os períodos considerados está durante o segundo semestre do ano de 2017. Verifica-se que o número de alunos matriculados aumentou em relação ao semestre anterior, porém o número de servidores se manteve o mesmo, havendo uma relação maior para o índice S17 e menor para o S15. Já no ano de 2018, constata-se que o número de alunos diminuiu, havendo assim um egresso maior de alunos do câmpus do que a efetivação de matrículas, e há um aumento no número de servidores, mas não na mesma proporção. Assim, a relação observada dos índices no segundo semestre de 2017 é invertida no ano de 2018, e fica mais próxima do observado no ano anterior.

Explorando as análises seguintes, o indicador S1 representa o consumo médio mensal por servidores e o indicador S2 representa uma relação referente ao número de alunos. Como o número de servidores é menor que o número de alunos matriculados na instituição, o indicador obtido é maior para esses usuários considerando a instituição total. Porém, levando-se em consideração a relação S17, há aproximadamente 10 alunos para cada professor, implicando que cada professor consumirá mais, pois a sua presença na sala de aula independe da quantidade de alunos presentes.

Em conformidade com SAIDEL, *et al.* (2005), observa-se a mesma semelhança quanto aos indicadores S1 e S2. Cada unidade consumidora possui suas particularidades e uma estrutura diferenciada, porém percebe-se que a contribuição de consumo por servidores é maior que do por alunos, assim como ocorre no câmpus PB.

Como não há analisadores de energia em cada bloco para ser verificado o consumo de acordo com cada usuário (alunos ou servidores), o indicador mais

apropriado para fins de análise é o S5, pois ele relaciona o consumo mensal pela população acadêmica total. Dessa forma, em períodos do ano em que o consumo é menor, o qual corresponde ao período de férias, o indicador constatado também é menor, porém representa a participação quase totalmente de servidores e de atividades ininterruptas. Durante os outros períodos do ano há uma média de 20 kWh/n, em que n representa o número total da população acadêmica, um pouco menor da média observada referente ao indicador S2 (22 kWh/alunos), devido ao número da população acadêmica ser maior que o número de alunos utilizados para o cálculo do indicador S2.

Os indicadores S3 e S4 relacionam a demanda faturada com o número de alunos e servidores. Identifica-se que essa relação apresenta um índice menor em comparação com os indicadores S1 e S2. Esses indicadores apresentam a diversidade da demanda para cada consumidor e seu perfil de carregamento dos circuitos.

Analisando conforme apresentado por SAIDEL, *et al.* (2005), há uma similaridade dos resultados obtidos em algumas unidades de sua pesquisa. O índice S3 possui uma média de 1,0 kW/servidores, próximo do observado em algumas unidades da bibliografia (entre 1,0 e 2,0 kW/servidores). Já o índice S4 apresenta uma média menor em comparação com o S3, sendo 0,1 kW/alunos, estando em conformidade com a bibliografia, a qual possui grande parte dos resultados abaixo de 0,1 kW/alunos.

O indicador S6 representa a área útil da universidade em relação ao total da população acadêmica, o qual exibe uma média grande de aproximadamente 8m²/n, próximo do observado em BONNET, *et al.* (2002), o qual apresenta um índice de 10m²/n, em que n representa o número total da população acadêmica. Câmpus universitários que possuem uma estrutura grande, tenderá a apresentar um indicador S6 grande, assim como ocorreu na bibliografia.

Esses indicadores são de extrema importância para análises em instituições de ensino por relacionar o custo de energia por cada usuário, sendo que por meio de uma avaliação periódica dos índices é possível verificar as mudanças comportamentais da população acadêmica.

4.3.1 Avaliação dos resultados

Conforme os resultados obtidos, os indicadores de desempenho de eficiência energética da UTFPR – PB refletem o perfil da instalação elétrica e de consumo da universidade, havendo a necessidade de medidas que possa melhorar esses indicadores.

Dentre o subgrupo econômico, percebe-se que a participação de iluminação no consumo geral é bem presente, assim como a utilização de ar condicionado. Como a utilização da iluminação é primordial para o desenvolvimento das atividades, a substituição do sistema atual que é composto principalmente por lâmpadas fluorescentes e vapor metálico na área externa, pela tecnologia led, diminui consideravelmente a potência instalada e assim a demanda de energia da instituição, refletindo na diminuição do custo energético. Tal atividade já está sendo desenvolvida por meio do projeto de eficiência energética vigente na universidade, visando uma redução de aproximadamente 100 kW.

Outra maneira de se atingir uma redução do consumo referente à iluminação, é se conseguir um maior aproveitamento da luz natural. Há um protótipo de um sistema para esse aproveitamento, em que as luminárias das salas de aula se acendem conforme a luminosidade do ambiente. Cada fileira de luminárias acende conforme a iluminação provinda do ponto em que há maior intensidade luminosa (o lado da janela) vai diminuindo, evita-se acender lâmpadas sendo que o ambiente está bem iluminado. Replicando essa tecnologia em locais viáveis, assim como com a utilização de sensores de presença, seria possível evitar o desperdício de energia.

Para o sistema de ar condicionado, como envolve um investimento maior, é mais complexo de se analisar. A substituição dos equipamentos antigos por aqueles de tecnologia *Inverter* seria uma opção para se economizar na fatura energética devido aos seus recursos, porém o investimento inicial é elevado e inacessível.

Os indicadores técnicos operacionais obtidos refletem os aspectos da instalação elétrica da instituição. Devido ao superdimensionamento dos transformadores que foi observado, não é possível atingir o máximo aproveitamento elétrico. O FP baixo durante a madrugada e finais de semana, assim como FC baixo, refletem esse impacto que os transformadores geram no sistema. No entanto, por se tratar de uma instituição de ensino, que possuem um aspecto de consumo diferente

de indústrias, o FC está de acordo com as outras instituições analisadas nas bibliografias.

Os transformadores presentes na instituição foram dimensionados com projeções futuras de aumento de carga, porém foi em excesso. Poderia ser feita uma readequação dos circuitos e utilizar apenas dois transformadores de 300 kVA, os quais supririam toda a demanda da instituição, evitando que todos os transformadores operem a vazio. Outra sugestão, é se instalar um banco de capacitores para ser feita a compensação da potência reativa que a concessionária precisa injetar na rede para manter o equilíbrio de potências, aumentando assim o FP e diminuindo os custos com a fatura de energia.

Os indicadores socioambientais caracterizam o consumo em relação à comunidade acadêmica, se mudanças comportamentais e o aumento de pessoas impactam no valor final da fatura, justamente por serem os usuários do sistema.

A conscientização da comunidade acadêmica é primordial para se atingir um melhor desempenho energético, com palestras, minicursos, eventos e divulgação de medidas eficientes de energia. Não se obtém eficiência energética apenas pela substituição de equipamentos por tecnologias novas, mas também pela mudança de hábitos, conscientização e pela opção por fontes alternativas de energia.

É fundamental que se tenha por meio da instituição o incentivo à utilização a fontes alternativas e renováveis de energia para toda a comunidade. Esse mercado está crescendo gradativamente, e com isso os custos da energia tendem a diminuir, assim como a emissão de gases poluentes, garantindo melhores condições ambientais para todo o planeta.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento desse trabalho possibilitou uma análise de Indicadores de Eficiência Energética para a UTFPR Câmpus Pato Branco. Por meio dos índices propostos, foi possível realizar um estudo de campo, verificar as faturas de energia, o comportamento das cargas e as particularidades do circuito elétrico da instituição.

Por meio do estudo bibliográfico, foi possível perceber que há diversos estudos correlacionados à gestão e EE, tanto em indústrias como em universidades. Os indicadores propostos nos referencias foram selecionados e utilizados para a elaboração dos indicadores para a instituição, sendo fundamentais para a consequente análise e obtenção dos resultados.

Além disso, os dados institucionais fornecidos pelos departamentos responsáveis, tanto de faturas de energia como de medições, permitiram a elaboração de um estudo do comportamento das cargas na instituição. No entanto, dados da potência instalada de toda a instituição não foram obtidos, não sendo possível calcular um dos principais indicadores energéticos, o Fator de Demanda.

O câmpus de PB apresenta indicadores que refletem a sua instalação elétrica e o perfil de consumo da universidade. Transformadores superdimensionados e o sistema de iluminação como sendo um dos maiores consumidores, são fatores que influenciam para um FC baixo, um consumo de reativos devido ao impacto gerado no FP e um não aproveitamento energético. No entanto, comparando-se com outras instituições os indicadores estão apropriados, necessitando apenas de ações que possam melhorar esses índices futuramente.

Além disso, como a UTFPR PB possui uma CICE e está sendo desenvolvido projetos de EE, espera-se assim, um melhor aproveitamento energético e uma redução dos custos referentes.

Em trabalhos futuros, será possível verificar os IEE propostos nesse trabalho após implantadas as medidas de EE que estão sendo desenvolvidas na UTFPR Câmpus Pato Branco, e efetuar uma análise comparativa dos resultados obtidos. Com a instalação de multimedidores nos circuitos elétricos, será possível estudar o impacto das cargas em cada bloco da universidade e serem elaborados micro indicadores correspondentes.

Uma grande importância dos IEE para o meio acadêmico está relacionada aos gastos advindos do consumo energético, havendo uma busca por ações de conservação de energia e de conscientização dos usuários. As ações de gerenciamento, otimização e monitoramento das instalações se tornam fundamentais para a verificação do potencial energético e a consequente redução dos custos. Porém, deve-se ter mais incentivos na aquisição de produtos e equipamentos eficientes, assim como no desenvolvimento de pesquisas e projetos voltados à EE dentro da universidade, e propiciar a difusão de informações para a conscientização da comunidade acadêmica.

Como a UTFPR Câmpus PB possui uma CICE vigente, por meio deste trabalho a comissão poderá verificar e analisar as variações que surgirem nos IEE a partir do constante acompanhamento das faturas de energia e do comportamento das cargas. Além disso, outras instituições de ensino poderão aplicar os índices e verificar como está o seu aproveitamento energético.

REFERÊNCIAS

- AIDA, Associação I. D. D. A. Sistema de Gestão Energética: Guia prático. **Projeto Sustentabilidade e Competitividade**, 2014.
- ALLAB, Yacine et al. Energy and comfort assessment in educational building: Case study in a French university campus. **Energy and Buildings**, v. 143, n. Elsevier, p. 202--219, 2017.
- ALVAREZ, André L. M. Uso racional e eficiente de energia elétrica: metodologia para determinação dos potenciais de conservação dos usos finais em instalações de ensino e similares. **Universidade de São Paulo**, 1998.
- AMARAL, Luís P.; MARTINS, Nelson; GOUVEIA, Joaquim B. Quest for a sustainable university: A review. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 16, p. 155--172, 2015.
- ANEEL, Agência N. D. E. E. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, 2005. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Modulo3_Cartilha_PND1A_DE8_0337_201205.pdf>. Acesso em: 25 abr 2018.
- ASCIONE, Fabrizio et al. Energy retrofit of an educational building in the ancient center of Benevento. Feasibility study of energy savings and respect of the historical value. **Energy and Buildings**, v. 95, n. Elsevier, p. 172--183, 2015.
- ATLAS, de E. E. D. B. Agência Nacional de Energia Elétrica. **ANEEL**, Brasília, Brasil, n. 3aEd, 2008.
- AVEIRO, Associação I. D. D. D. Sistema de gestão energética: guia prático. **AIDA**, p. 75, 2014.
- BATISTA, Oureste E. A. O. Gestão energética industrial: uma abordagem frente à inteligência empresarial. **UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**, 2011.
- BECCALI, Marco; FINOCCHIARO, Pietro; NOCKE, Bettina. Energy performance evaluation of a demo solar desiccant cooling system with heat recovery for the regeneration of the adsorption material. **Renewable energy**, v. 44, n. Elsevier, p. 40-52, 2012.

BONNET, Jean-François et al. Analysis of electricity and water end-uses in university campuses: case-study of the University of Bordeaux in the framework of the Ecocampus European Collaboration. **Journal of Cleaner Production**, v. 10, n. Elsevier, p. 13--24, 2002. ISSN 1.

BUNSE, Katharina et al. Integrating energy efficiency performance in production management--gap analysis between industrial needs and scientific literature. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. Elsevier, p. 667--679, 2011. ISSN 6-7.

CHUNG, Min H.; RHEE, Eon K. Potential opportunities for energy conservation in existing buildings on university campus: A field survey in Korea. **Energy and Buildings**, v. 78, n. Elsevier, p. 176--182, 2014.

CONTI, John et al. **International Energy Outlook 2016 With Projections to 2040**. USDOE Energy Information Administration (EIA), Washington, DC (United States). Office of Energy Analysis. [S.l.]: [s.n.], 2016.

COPEL. O setor elétrico. **Copel pura energia**, 2016. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2FIndustrial%2Fpagcopel2.nsf%2Fverdocatual%2F8089E3C766886E300325742800650F21#4>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

COPEL. Fator de Potência: em busca da eficiência energética nas instalações elétricas. Disponível em: <[http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/fator_de_potencia/\\$FILE/fator_potencia.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/fator_de_potencia/$FILE/fator_potencia.pdf)>. Acesso em: 25 abr 2018.

CORGNATI, Stefano P.; CORRADO, Vincenzo; FILIPPI, Marco. A method for heating consumption assessment in existing buildings: A field survey concerning 120 Italian schools. **Energy and buildings**, v. 40, n. Elsevier, p. 801--809, 2008. ISSN 5.

DESHKO, Valeriy I.; SHEVCHENKO, OM. University campuses energy performance estimation in Ukraine based on measurable approach. **Energy and Buildings**, v. 66, n. Elsevier, p. 582--590, 2013.

DUDLEY, Bob. BP statistical review of world energy. June 2012. **London, UK**, 2012.

ENERGÉTICA, Empresa D. P. **Análise da Eficiência energética na indústria e nas residências no horizonte decenal (2010-2019)**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2010.

FIEDLER, Thorsten; MIRCEA, P. Applied and Theoretical Electricity (ICATE), 2012 International Conference on. **Energy management systems according to the ISO 50001 standard—Challenges and benefits**, n. IEEE, p. 1--4, 2012.

FOSSA, Alberto J.; SGARB, Felipe D. A. Guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 50001, Gestão de Energia. **International Copper Association Brazil - Cu**, 2015.

GABRIEL, Vítor. **Gestão da Energia**. [S.l.]: [s.n.], 2005.

GALLACHÓIR, BP ' . et al. Using indicators to profile energy consumption and to inform energy policy in a university—A case study in Ireland. **Energy and Buildings**, v. 39, n. Elsevier, p. 913--922, 2007. ISSN 8.

HUANG, Eric G. T. Entendendo os requisitos da certificação de sistemas de gestão da energia. **Energia e Sustentabilidade SGS**, 2011.

IEA, International E. A. Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics. **França**, 2014.

INDICATORS, Energy E. Energy Efficiency Indicators: Essentials for policy making. **International Energy Agency**, p. 1--162, 2014.

ISO, NBR. 50001: 2011--Sistemas de Gestão da Energia. **ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas**, Rio de Janeiro, 2011.

LANG, Tim. Campus sustainability initiatives and performance: do they correlate? **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 16, n. Emerald Group Publishing Limited, p. 474--490, 2015. ISSN 4.

MARTINS, Roberto A.; NETO, Pedro L. D. O. C. Indicadores de desempenho para a gestão pela qualidade total: uma proposta de sistematização. **Gestão & Produção**, v. 5, p. 298--311, 1998. ISSN 3.

MORALES, Clayton. Indicadores de consumo de energia elétrica como ferramentas de apoio à gestão: classificação por prioridades de atuação na Universidade de São Paulo. **Universidade de São Paulo**, 2007.

MURPHY, Tom; O'BRIEN, Will. A strategic decision model for evaluating college and university sustainability investments. **Management Research Review**, v. 37, p. 2--18, 2014.

NILSSON, Lennart. **Cleaner production**: technologies and tools for resource efficient production. [S.l.]: Baltic University Press, v. 2, 2007.

PETRATOS, Panagiotis; DAMASKOU, Evangelia. Management strategies for sustainability education, planning, design, energy conservation in California higher education. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 16, n. Emerald Group Publishing Limited, p. 576--603, 2015. ISSN 4.

PROCEL. **Selo Procel**. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br>>.

REIS, Lineu B. D. **Geração de energia elétrica**. [S.l.]: Editora Manole, 2015.

RIDDELL, William et al. Assessing carbon dioxide emissions from energy use at a university. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 10, n. Emerald Group Publishing Limited, p. 266--278, 2009. ISSN 3.

ROBINSON, Oliver; KEMP, Simon; WILLIAMS, Ian. Carbon management at universities: a reality check. **Journal of Cleaner Production**, v. 106, n. Elsevier, p. 109--118, 2015.

ROCHA, Leonardo R. R.; MONTEIRO, MAG. Guia Técnico: Gestão Energética. **Centrais elétricas brasileiras, FUPAI, Efficientia**. , Rio de Janeiro, 2005.

ROMÉRO, Marcelo D. A.; REIS, Lineu B. D. **Eficiência energética em edifícios**. [S.l.]: Editora Manole, 2012.

SAIDEL, MA; FAVATO, LB; MORALES, C. Indicadores energéticos e ambientais: Ferramenta importante na gestão da energia elétrica. **PURE USP, São Paulo**, 2005.

SARI, Riri F.; WIDANARKO, Baiduri. Evaluation of UI GreenMetric 2010--2015: Challenges and Opportunities, 2016.

SCHULZE, Mike et al. Energy management in industry: a systematic review of previous findings and an integrative conceptual framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 3692--3708, 2016.

SCHWARTZMAN, Jacques; OTHERS. **Um sistema de indicadores para as universidades brasileiras**. [S.l.]: NUPES, 1994.

SEKKI, Tiina; AIRAKSINEN, Miimu; SAARI, Arto. Effect of energy measures on the values of energy efficiency indicators in Finnish daycare and school buildings. **Energy and Buildings**, v. 139, n. Elsevier, p. 124--132, 2017.

SISSON, William A. V.-A. C. et al. Energy efficiency in buildings: Transforming the market. **Switzerland: World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)**, 2009.

SOARES, Nelson et al. Energy efficiency of higher education buildings: a case study. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 16, n. Emerald Group Publishing Limited, p. 669--691, 2015. ISSN 5.

SOUZA, Maria D. G. B. D.; CARNIELLO, Monica F.; ARAÚJO, Elvira A. S. D. O papel das instituições de ensino superior no desenvolvimento sustentável. **Revista Cereus**, v. 4, p. 24--35, 2012. ISSN 3.

TAUCHEN, Joel; BRANDLI, Luciana L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. **Gestão & Produção**, v. 13, n. SciELO Brasil, p. 503--515, 2006. ISSN 3.

TAVARES, Flávio V.; MONTEIRO, Luciane. Indicadores de Eficiência Energética na Indústria de Fertilizantes de Amônia. **Sistemas & Gestão**, v. 9, p. 216--223, 2014. ISSN 2.

TU, Kung-Jen. Establishing the DEA energy management system for individual departments within universities. **Facilities**, v. 33, n. Emerald Group Publishing Limited, p. 716--735, 2015. ISSN 11/12.

WAHEED, Bushra et al. Uncertainty-based quantitative assessment of sustainability for higher education institutions. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. Elsevier, p. 720--732, 2011. ISSN 6-7.

WAHEED, Bushra; KHAN, Faisal I.; VEITCH, Brian. Developing a quantitative tool for sustainability assessment of HEIs. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 12, p. 355--368, 2011.

ZHOU, Xuan et al. Survey of energy consumption and energy conservation measures for colleges and universities in Guangdong province. **Energy and Buildings**, v. 66, n. Elsevier, p. 112--118, 2013.

APÊNDICE A

A Tabela 1A apresenta a contribuição de consumo, demanda, parcela reativa e os impostos para a determinação do valor total da fatura de energia da UTFPR câmpus PB.

Tabela 1A. Impacto do consumo e demanda de reativos na fatura mensal

Impacto do Consumo e Demanda de Reativos				
Mês	Consumo Reativo (R\$)	Demanda e Consumo (R\$)	Impostos (R\$)	Total (R\$)
Jan-16	2.261,48	32.400,14	16.485,17	51.146,8
Apr-16	1.000,5	57.177,04	27.814,49	85.992,0
May-16	841,11	60.310,47	28.527,86	89.679,4
Jun-16	931,13	47.835,59	22.255,87	71.022,6
Jul-16	669,42	48453,76	24064,62	73187,8
Aug-16	1.053,69	31.627,54	15.626,35	48.307,6
Sep-16	654,33	44.494,94	-18.557,73	26.591,5
Oct-16	510,65	45.536,9	-18.855,73	27.191,8
Nov-16	660,35	45.975,02	15.205,75	61.841,1
Dec-16	744,11	49.100,31	16.252,09	66.096,5
Jan-17	1.201,05	32.508,61	31.748,75	65.458,4
Feb-17	1.417,19	26.679,98	25.984,09	54.081,3
Mar-17	1.138,84	31.840,08	28.324,32	61.303,2
Apr-17	688,9	55.628,26	42.946,86	99.264,0
May-17	681,18	39.698,23	12.847,25	53.226,7
Jun-17	642,17	46.479,89	14.759,19	61.881,3
Jul-17	763,47	41.561,63	17.216,34	59.541,4
Aug-17	1.047,63	33.833,42	11.699,63	46.580,7
Sep-17	721,03	50.444,51	16.263,02	67.428,6
Oct-17	638,5	52.250,71	18.165,41	71.054,6
Nov-17	769,64	47.596,66	15.585,73	63.952,0
Dec-17	603,1	51.782,88	21.061,36	73.447,3
Jan-18	1.311,16	34.175,56	13.015,02	48.501,7
Feb-18	1.316,65	25.335,55	7.183,16	33.835,4
Mar-18	973,58	29.191,0	8.983,96	39.148,5
Apr-18	636,26	54.405,5	17.946,72	72.988,5

Fonte: adaptado da CICE.

APÊNDICE B

A Tabela 1B representa a planilha de dados utilizada para a determinação dos IEE para a UTFPR câmpus PB.

Tabela 1B. Dados utilizados para a determinação dos IEE.

Mês/Ano	Consumo (kWh)			Demanda (kW)		Valor Total fatura	Número de alunos	Número de servidores	População acadêmica	Área total coberta
	Ponta	Fora de Ponta	Total	Faturada	Contratada					
Jan-16	5.762	59.064	64.826	420,48	450	51.146,79	3.926	383	4.309	35.745,2
Fev-16	5.379	59.522	64.901	203,04	450	49.984,95	3.926	383	4.309	35.745,2
Mar-16	8.291	73.386	81.677	378,72	450	60.511,78	3.926	383	4.309	35.745,2
Abr-16	16.521	99.967	116.488	492,48	450	85.992,03	3.926	383	4.309	35.745,2
Mai-16	18.619	106.252	124.871	504	450	89.679,44	3.926	383	4.309	35.745,2
Jun-16	14.276	86.477	100.753	326,88	450	71.022,59	3.926	383	4.309	35.745,2
Jul-16	14.912	91.517	106.429	378,72	450	73.187,8	3.998	383	4.381	35.745,2
Ago-16	8.417	64.970	73.387	263,52	450	48.307,58	3.998	383	4.381	35.745,2
Set-16	14.813	87.290	102.103	300,96	450	26.591,54	3.998	383	4.381	35.745,2
Out-16	15.742	87.571	103.313	378,72	450	27.191,82	3.998	383	4.381	35.745,2
Nov-16	15.261	89.640	104.901	460,8	450	61.841,12	3.998	383	4.381	35.745,2
Dez-16	14.982	94.417	109.399	483,84	450	66.096,51	3.998	383	4.381	35.745,2
Jan-17	8.872	66.435	75.307	426,24	450	65.458,41	3.846	384	4.230	35.745,2
Fev-17	5.568	57.835	63.403	195,84	450	54.081,26	3.846	384	4.230	35.745,2
Mar-17	7.629	67.699	75.328	380,16	450	61.303,24	3.846	384	4.230	35.745,2
Abr-17	18.920	103.105	122.025	480,96	450	99.264,02	3.846	384	4.230	35.745,2
Mai-17	13.451	80.944	94.395	371,52	450	53.226,66	3.846	384	4.230	35.745,2
Jun-17	14.623	87.291	101.914	300,96	450	61.881,25	3.846	384	4.230	35.745,2
Jul-17	12.853	79.623	92.476	341,28	450	59.541,44	4.716	384	5.100	35.745,2
Ago-17	7.898	60.116	68.014	256,32	450	46.580,68	4.716	384	5.100	35.745,2
Set-17	14.629	86.231	100.860	372,96	450	67.428,56	4.716	384	5.100	35.745,2
Out-17	15.469	90.483	105.952	460,8	450	71.054,62	4.716	384	5.100	35.745,2

Nov-17	12.579	82.305	94.884	416,16	450	63.952,03	4.716	384	5.100	35.745,2
Dez-17	13.812	87.857	101.669	429,12	450	73.447,34	4.716	384	5.100	35.745,2
Jan-18	7.512	61.484	68.996	439,2	450	48.501,74	4.132	422	4.554	35.745,2
Fev-18	4.343	49.805	54.148	223,2	450	33.835,36	4.132	422	4.554	35.745,2
Mar-18	5.888	57.143	63.031	293,76	450	39.148,54	4.132	422	4.554	35.745,2
Abr-18	16.981	99.975	11.6956	469,44	450	72.988,48	4.132	422	4.554	35.745,2

Fonte: adaptado da CICE.