



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

LIDIANE MARIA MENDONÇA BRAGA

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO: CASO DO BLOCO J DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS CAMPUS PALMAS**

Palmas (TO)
2021

LIDIANE MARIA MENDONÇA BRAGA

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO: CASO DO BLOCO J DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS CAMPUS PALMAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à UFT – Universidade Federal
do Tocantins – Campus Universitário de
Palmas para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil, sob
orientação do Prof. Esp. Antônio Carlos da
Silva Junior.

Palmas (TO)

LIDIANE MARIA MENDONÇA BRAGA

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO: CASO DO BLOCO J DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS CAMPUS PALMAS**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do Prof. Esp. Antônio Carlos da Silva Junior.

Data de Aprovação: ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof. Esp. Antônio Carlos da Silva Júnior
Orientador – UFT

Prof. Esp. Nélío Robert Barboza Cezar
Examinador – UFT

Antônio Marcelino da Silva Filho
Professor mestre do IFTO

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por ter me dado o dom da vida e me guardado até o presente momento. Ao meu pai Divino por todo apoio e paciência. Minha mãe Maria José, minhas irmãs Lizandra, Nathália e Bruna. A nossa nova integrante da família Luiza Vitória, minha vó paterna por todo amor incondicional.

RESUMO

Em 2001 o Brasil teve sérios problemas com a racionamento de energia, esse assunto volta a ser forte nesse ano de 2021. A importância de economizar energia vai muito além da questão de custos financeiros, mas também para a importância para o meio ambiente.

A Universidade Federal do Tocantins no campus de Palmas tem mais de 50 salas de aula em toda a universidade. Existe um consumo de energia muito grande de energia elétrica, além do estado do Tocantins ter temperaturas altas durante todo o ano o uso de ar condicionado se torna necessário para o bem-estar dos alunos e profissionais que atuam na Universidade, as aulas ocorrem durante os três turnos: matutino, vespertino e noturno. O funcionário de cada bloco fica responsável pelo controle que liga os equipamentos de ar condicionando.

Existe um gasto desnecessário de energia ocorrendo durante as aulas, um gasto que pode ser evitado em todas aulas com a instalação de um dispositivo.

Economizar energia não é deixar de fazer coisas básicas que devem ser feitas usando aparelhos que consomem energia, mas evitar o desperdício que pode gerar uma grande diferença no fim do dia.

Palavras Chaves: Energia, Desperdício, Temperaturas.

ABSTRACT

In 2001, Brazil had serious problems with energy rationing, this issue is strong again in this year of 2021. The importance of saving energy goes far beyond the issue of financial reasons, but also to the importance for the environment.

The Federal University of Tocantins on the Palmas campus has more than 50 classrooms across the university. There is a very high energy consumption of electricity, in addition to the state of Tocantins having high temperatures throughout the year, the use of air conditioning is necessary for the well-being of students and professionals working at the University, classes take place during the three shifts: morning, afternoon and night. The employee of each block is responsible for the control that connects the air conditioning equipment.

There is an unnecessary waste of energy that occurs during classes, an expense that can be avoided in all classes by installing a device.

Saving energy is not about not doing basic things that should be done using energy-consuming appliances, but avoiding the waste that can make a big difference at the end of the day.

Keywords: Energy, Waste, Temperatures.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Trocas térmicas entre o Homem e o Ambiente	13
Figura 2 - Sistema de ar Condicionado da Linha Residencial	17
Figura 3 - Sistema de ar Condicionado da Linha Comercial leve	17
Figura 4 - Diagrama Funcional do Sistema de Ar Condicionado	19
Figura 5 - Sensores de presença utilizados	24
Figura 6 - Variação dos preços dos horários na energia elétrica.	25
Figura 7 - Bloco J	27
Figura 8 - Sala 103 bloco J	28
Figura 9 - Planta Baixa da sala 103do bloco J	28
Figura 10 - Ar condicionado modelo Split marca Carrier	29
Figura 11 - Ar condicionado modelo piso teto marca Fujitsu	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo de energia elétrica nos 10 meses de estudo	22
Tabela 2 - Sensores utilizados	23
Tabela 3 - Descrição técnica dos aparelhos de ar condicionado	30
Tabela 4 - Horários das aulas de segunda-feira à sexta-feira	30
Tabela 5 - Horários que são ligados e desligados os equipamentos	31
Tabela 6 – Horas que os equipamentos ficam ligados sem atividade	32
Tabela 7 - Total de energia que é gasto nos dois equipamentos em kW/	33
Tabela 8 - Total do desperdício de energia em dia, semana e meses	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 JUSTIFICATIVA	11
1.2 OBJETIVO GERAL	11
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 CONFORTO TÉRMICO	12
2.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	13
2.3 TIPOS DE SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO	16
2.4 IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS DE AR CONDICIONADO NOS SISTEMAS ENERGÉTICOS	18
2.5 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO E TECNOLOGIA DE CONDICIONADORES DE AR	18
2.6 USO DESNECESSÁRIO DE ENERGIA	19
2.7 USO DE TECNOLOGIAS PARA REDUÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO	21
2.8 ENERGIA	24
2.9 DEMANDA	24
3.0 HORÁRIO DE PONTA	25
3 METODOLOGIA	25
4 RESULTADOS	27
4.1 CONSUMO DE ENERGIA NO BLOCO J	27
4.2 HORÁRIO DE AULAS	30
4.3 INÍCIO E TÉRMINO DAS AULAS	30
5. CÁLCULO EM KWH EM DESPERDÍCIO DE ENERGIA	32
5.1 - VALOR GASTO EM REAIS	33
6. CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1 INTRODUÇÃO

A capital do estado do Tocantins foi fundada em 19 de maio de 1989, sendo uma cidade planejada com a intenção de ser a sede administrativa do mais novo estado do país e oferecer aos seus habitantes melhor qualidade de vida. Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Palmas foi a capital com o maior crescimento no ano de 2018, chegando ao ano de 2018 com uma população de 286 mil habitantes, um crescimento de 2,78% em relação ao ano de 2017.

Uma das características marcantes da capital do estado do Tocantins são suas altas temperaturas ao longo do ano. A preocupação em manter um local agradável está desde uma residência como em comércios, igrejas, universidades.

Segundo o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), em meses de chuvas frequentes a temperatura mínima na cidade de Palmas é de 19° C e o máximo pode chegar a 37°C. Em épocas de ausência de chuvas essas temperaturas variam entre 39°C a 42°C. Mesmo sendo uma cidade planejada, a dinâmica ocupacional e o comportamento das pessoas em relação ao ambiente podem fugir do controle do poder público, causar instabilidades climáticas e, conseqüentemente, comprometer a qualidade de vida de seus habitantes (Paz, 2009).

Desde a época de Hipócrates, no século V a.c, o ser humano tem buscado meios de melhorar a qualidade de vida. Estudos mostram que nessa época já haviam fatos que concretizavam a relação entre a saúde do ser humano e o clima.

Durante muitas décadas, o ser humano usou o avanço tecnológico a favor do seu bem-estar, para melhorar suas condições de vida no meio profissional, no lazer e no conforto de sua casa. Um desses exemplos é o uso de refrigeradores em regiões mais altas com o objetivo de amenizar o clima da região.

Segundo Menkes (2004), ao buscar o bem-estar durante o dia, o ser humano pode acabar esquecendo das conseqüências que o uso de ar condicionado pode gerar, tanto na questão do meio ambiente como no custo. A energia é fundamental tanto para os meios produtivos quanto para a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

Na busca pelo bem-estar e por um ambiente agradável, o ser humano costuma esquecer das conseqüências que podem gerar prejuízos econômicos e afetar o meio ambiente.

Em 2001 o Brasil passou por uma crise de energia elétrica, a qual foi chamada de “crise do apagão”. Nesse ano, percebeu-se uma redução na contribuição energética vinda das hidrelétricas, acarretando no desequilíbrio dos seguintes fatores: oferta e demanda. Após a crise, diferentes ações destinadas à promoção da eficiência energética têm mostrado progressos significativos.

O Brasil é identificado por ser um dos precursores do desenvolvimento de alternativas energética, além da inserção de instrumentos que possibilitam a utilização da energia de forma correta, não somente para edifícios públicos, mas em toda a conjuntura de produção e consumo de energia em nível nacional para um crescimento econômico (TOLMASQUIM, 2012).

Os locais de formação de conhecimento como escolas, cursos profissionalizantes, institutos e Universidades requerem locais de clima agradável para que assim tenham um melhor aproveitamento das aulas. Em ambientes com temperaturas elevadas como a cidade de Palmas é normal o uso de centrais de ar, mas infelizmente podem acabar utilizando de forma incorreta, gerando altos custos e danos para o meio ambiente.

Mediante esse problema, propõe-se a instalação de dispositivo de liga e desliga nas centrais de ar das salas de aula da UFT, onde qualquer pessoa possa ligar e desligar o aparelho manualmente, já que todas as salas são devidamente fechadas e só são abertas antes das aulas e fechadas pelo mesmo funcionário que fica responsável por cada bloco. Com a instalação desse dispositivo ao final de cada aula qualquer pessoa pode desligar as centrais de ar, podendo ocasionar uma economia de energia elétrica.

1.1 JUSTIFICATIVA

A Universidade Federal do Tocantins intitulada pela lei 10.032 no dia 23 de outubro de 2000, devido às altas temperaturas na região norte e principalmente na cidade de Palmas, em todas as salas da universidade tem a necessidade do uso de uma central de ar que promova um ambiente agradável. Nas salas de aula os professores e alunos não ficam com o controle onde é feito a função de ligar/desligar.

As aulas têm um horário de início e de término, mas nem sempre o professor segue esse intervalo de tempo. Como nem o professor nem os alunos têm acesso ao controle. A importância deste estudo consiste em verificar o período em que os

aparelhos de ar condicionado estejam ligados indevidamente e estimar o consumo de energia elétrica que está sendo desperdiçado. Com este estudo é possível estimar o quanto de energia elétrica está sendo desperdiçado quando os aparelhos de ar condicionado estão funcionando em salas vazias e, portanto, sem necessidade alguma de estarem ligados.

Como já foi apresentado acima, há desperdício de energia na universidade por deixar as centrais de ar ligadas em momentos que não há necessidade de usá-las. Por isso, precisa-se de um estudo aprofundado para que se possa chegar a dados precisos, pois não se sabe exatamente a dimensão desse desperdício. E espera-se que o presente trabalho possa ser utilizado como base para futuras tomadas de decisão. É preciso analisar com dados precisos os valores monetários que estão sendo gastos em energia e que poderiam estar sendo usados para investir em outras áreas de real necessidade.

1.2 OBJETIVOS GERAIS

O objetivo geral deste trabalho é realizar um estudo sobre o desperdício de energia causado ao deixar os equipamentos de ar condicionado ligado sem necessidade no Bloco J da Universidade Federal do Tocantins campus de Palmas e apresentar uma proposta para a correção desta perda.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar e quantificar o tempo que os equipamentos ficam funcionando desperdiçando energia no Bloco J;
- Comparar a economia de energia quando disponibilizado um dispositivo liga e desliga em cada sala de aula;
- Sugerir um dispositivo liga e desliga para acionamento pelos usuários da sala;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONFORTO TÉRMICO

Vazquez (2009) define o conforto térmico como o estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda. Quando não se tem um certo conforto e assim é gerado um desconforto pelo calor ou pelo frio, acontece o balanço térmico não é estável, quando há diferenças entre o calor produzido pelo corpo e o calor perdido para o ambiente.

A temperatura de um ambiente influencia diretamente o comportamento das pessoas que passam ou residem em um determinado local, a temperatura pode mudar desde a vestimenta das pessoas a seus hábitos no dia a dia.

As disponibilidades climáticas de um local ou região estão entre os principais fatores que condicionam o comportamento humano e animal. Nos humanos, interferem principalmente na alimentação, na vestimenta e no tipo e intensidade das atividades. Os estudos realizados na área são direcionados geralmente para o conforto térmico no interior de ambientes residenciais e de trabalho (FROTA & SCHIFFER, 2003; NOGUEIRA, 2012, p. 243).

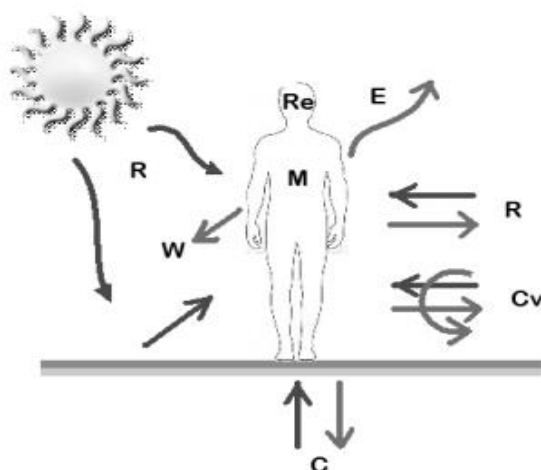
Prado (2003) afirma que depende de vários fatores para se ter um conforto térmico. O autor afirma que as variáveis pessoais são o metabolismo e o isolamento térmico da vestimenta de uma pessoa. Já as ambientais gerais são parâmetros como a temperatura radiante média, umidade, temperatura e velocidade relativa do ar, mas as variáveis ambientais locais ficam responsáveis pelo desconforto.

Segundo Lamberts (2008), pode-se considerar o corpo humano como uma “máquina térmica” que se dispõe de um mecanismo termorregulador, o qual controla as variações térmicas do organismo, e, por ser o organismo humano homeotérmico, isto é, sua temperatura deve permanecer praticamente constante, esse mecanismo termorregulador cria condições para que isso ocorra.

O modelo adaptativo de conforto térmico é uma abordagem que não parte do pressuposto da teoria da troca de calor, mas das adaptações comportamentais que os ocupantes realizam para ficarem confortáveis. Os ocupantes se adaptam ao ambiente, fazendo alterações em suas vestimentas, posturas e atividades; e também, adaptam o seu ambiente para a sua exigência atual com ações como abrir/fechar janelas. Por meio de tais processos pessoais busca-se o equilíbrio dinâmico com o meio envolvente (HUMPHREYS, RIJAL E NICOL, 2013 p.40).

A Figura 01 demonstra fisicamente as trocas térmicas realizadas entre o homem e o ambiente.

Figura 1 - Trocas térmicas entre o Homem e o Ambiente



Fonte: (KRAUSE, 2005)

Na Figura 01 pode-se perceber que R representa o calor solar que interfere no ser humano que está representado com Re, logo existe uma troca de calor entre o ser humano.

2.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Eficiência Energética pode ser caracterizada como uma oferta de serviço, porém, mantendo um nível de qualidade e ao mesmo tempo reduzindo o consumo de energia disponível.

Segundo a ANEEL (2019), a Eficiência Energética pode ser definida como uma atividade técnico-econômica, que tem por objetivo propiciar um uso otimizado de matéria prima fornecida pela natureza. Grande parte da energia elétrica do Brasil é proveniente de usinas hidrelétricas.

Wittmann (2014) afirma que na década de 70, a grande crise de energia deu início a uma preocupação para os responsáveis do ramo de energia, fazendo os maiores e influentes líderes do mundo readequarem seus pontos de estratégias de gerenciamento e utilização dos recursos energéticos disponíveis. Foi nessa década que começaram a surgir medidas de utilização de energia com eficiência.

Segundo a PROCEL (2017), no Brasil as edificações, no poder público ou no privado, é um dos maiores consumidores de energia elétrica, sendo responsável por aproximadamente 50% do consumo elétrico do país.

Conforme Ribeiro (2005), existem diferenças nas regiões devido aos custos, sendo elas: transmissão e distribuição de energia elétrica. Estas diferenças, na mesma proporção do volume de recursos, podem haver a possibilidade de apresentar resultados distintos para uma ou outra região do país, que podem ser abordados sob três critérios.

- Técnico e econômico;
- Ambiental;
- Social;

O autor afirma que tanto para o critério técnico ou o econômico, é fundamental identificar as regiões que têm o maior potencial de oportunidades de redução de consumo de energia elétrica e os segmentos (industrial, comercial, residencial, prédios públicos, hospitais e aeroportos) que apresentam maior economia de energia por investimento realizado.

Na parte ambiental, a disponibilidade de recursos naturais para a produção de energia e a preservação do meio ambiente são motivos a serem levados com mais atenção para a implementação de ações de eficiência energética.

Já na parte social, sendo o consumo de energia per capita um indicador de conforto, atitudes de eficiência energética podem desencarcerar diferenças regionais de bem-estar.

Lafontaine (2010) afirma que foi nas últimas décadas que o tema eficiência energética tem estado na pauta da comunidade científica mundial, por ser uma forma de reduzir gases de efeito estufa, contribuindo assim para atenuar as mudanças climáticas no planeta.

Atualmente na oferta de energia no Brasil ou demais países, é comum encontrar restrições no ramo financeiro e ambiental, onde as duas unidas fazem um papel de grande importância, sem as duas podem haver prejuízos nos custos e no meio ambiente.

O assunto eficiência energética está cada vez mais sendo discutido tanto em grandes empresas quanto nas pequenas. É comum ver nos grandes países tal assunto se tornando mais recorrente (alguns países incentivam a população pela sua

importância).

A eficiência energética veio se tornando cada vez mais um ponto recorrente nas discussões sobre a demanda de energia em nível global e possui hoje um papel preponderante nas políticas mundiais de energia e de meio ambiente, em especial naquelas relacionadas às mudanças climáticas (MENKES, 2004 p.277).

Marques (2007) afirma que com o objetivo de se tornarem mais competitivas e diminuir os custos, as empresas buscam a eficiência energética.

Venturini (2005), aponta que algumas empresas adotam um discurso ambientalista, assim prevendo antecipadamente dificuldades na disponibilidade energética. A utilização consciente da energia elétrica entra na logística de uma empresa, e faz com que ela busque conceitos de diversas áreas como de engenharia, economia e administração e aplique novas formas de conceitos energéticos.

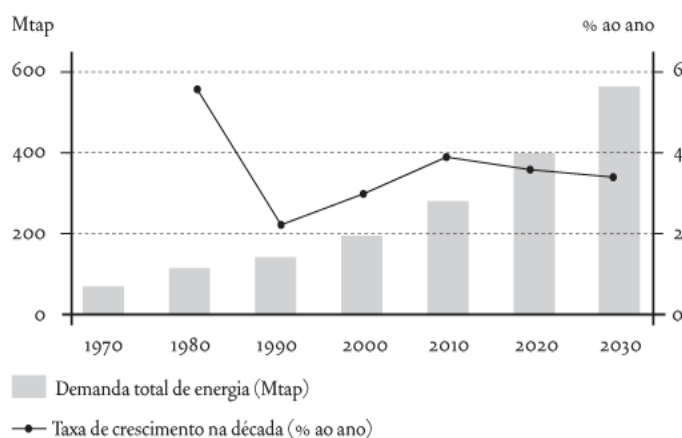
O objetivo de toda política energética deve ser contribuir para o desenvolvimento sustentável da sociedade. De todas as opções de políticas energéticas, o desenvolvimento de fontes de energia renováveis e a adoção da eficiência energética são, sem dúvida, os instrumentos mais afinados aos critérios do desenvolvimento sustentável (OECD, 2000 p.35).

É necessário saber trabalhar e incentivar todos para um bom uso energético, para que a cada dia os maus hábitos venham sendo menores, o Brasil vem trabalhando nos últimos anos uma forma consciente de boas práticas e consumo consciente, porém ainda existe a necessidade de mais formas de redução de consumo de energia.

Emissão de gases diante da crescente preocupação mundial com as mudanças do clima global — em especial o aquecimento do planeta —, a emissão de gases de efeito estufa se tornam uma questão cada vez mais relevante. Em comparação com o resto do mundo, o Brasil tem se destacado por apresentar reduzidos índices de emissão de gases em sua produção de energia, o que se deve basicamente à elevada participação de fontes renováveis na oferta energética interna, que em 2005 foi da ordem de 44,5% (TOLMASQUIMT, GUERREIRO, GORINI, 2007 p.47).

No Figura X mostra a evolução da demanda de energia e a taxa de crescimento econômico no Brasil no ano de 1970 um estimado de como será até 2030 mantendo o mesmo ritmo de redução.

Figura X: Evolução da demanda de energia e a taxa de crescimento econômico do ano de 1930 até 2030.



Fonte: EPE (2017)

Tolmasquim, Guerreiro e Gorini (2007) afirmam que ao longo dos anos o ritmo de crescimento da economia e a estrutura da expansão do consumo de energia terá uma grande influência fundamental no volume das emissões de gás carbônico (CO_2). Mesmo considerando o aumento da participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira, o nível de emissões deverá aumentar nos próximos 25 (vinte e cinco) anos.

Goldemberg e Lucon (2006) apontam que o Brasil é um país ainda em desenvolvimento, seu consumo de energia ainda é considerado pequeno e não se poderia esperar que medidas de eficiência energética tivessem um impacto maior comparado a outras grandes potências. Mas o uso de tecnologias modernas e eficientes vêm sendo introduzidos logo no início do processo de desenvolvimento não deixam de ter uma extrema importância, e o país tem a ganhar com esse acelerado.

2.3 TIPOS DE SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO

No mercado existem diversos tipos de sistemas de climatização que são utilizados em residências, escolas, Universidades, comércio. Na Figura 02 e 03 estão apresentados alguns deles:

Figura 2 - Sistema de ar Condicionado da Linha Residencial



Fonte: Adaptado de Carrier (2020)

Na Figura 03, apresentamos a linha comercial leve, aparelho usualmente para média capacidade térmica, como lojas, escolas, auditórios entre outros.

Figura 3 - Sistema de ar Condicionado da Linha Comercial leve



Fonte: Adaptado de Carrier (2020)

2.4 IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS DE AR CONDICIONADO NOS SISTEMAS ENERGÉTICOS

Souza (2010) indica que a iluminação e o ar condicionado têm uma grande importância no uso de energia em edifícios e setores comerciais e públicos. O ar condicionado usado por muito tempo pode ser a principal carga térmica, dependendo diretamente do projeto da edificação

A carga térmica por insolação de uma edificação pode favorecer no consumo de energia elétrica, onde se tem um ambiente onde suas temperaturas demoram a diminuir, chegando uma temperatura menor durante a noite, percebe-se uma maior necessidade de mais tempo de uso de ar-condicionado.

O autor ainda ressalta que um projeto que racionalize os recursos dentro de uma técnica ambiental correta pode reduzir um valor considerado importante, produzindo uma economia, que traga em um determinado prazo novos investimentos passivos.

De acordo com a PROCEL (2016) os condicionadores de ar são responsáveis por 20% de toda energia elétrica consumida nas residências.

Conforme dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), no ano de 2005-2017 houve um crescimento de 10% na aquisição de ar-condicionado em residências. A mesma fonte afirma que o número de aparelhos de ar em casas é de 1 por domicílio, concluindo um grande potencial por demanda.

Segundo Grossman (2002) o crescente uso de ar condicionado nos últimos anos, principalmente em climas quentes e úmidos [...] ressaltou em um significativo crescimento na procura de recursos energéticos de primeira ordem.

2.5 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO E TECNOLOGIA DE CONDICIONADORES DE AR

Venturini (2007) identifica que os aparelhos de ar condicionado têm como principal função climatizar o ambiente, para isso o local deve estar fechado para manter uma boa temperatura e umidade agradável.

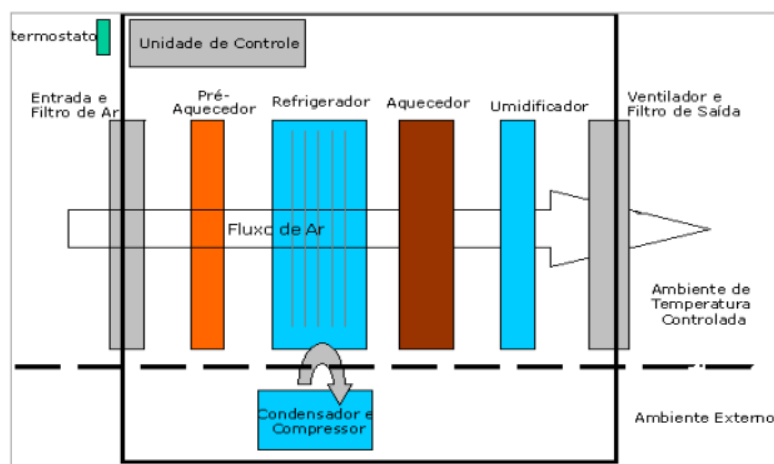
O autor ainda afirma que existem vários fatores importantes que influenciam diretamente no conforto usando o aparelho, sendo eles: temperatura, umidade, circulação de ar, radiação de superfícies vizinhas, odores e ruídos.

O equipamento de ar condicionado se classifica com a função de fluido

utilizado, esse fluido é responsável por equilibrar as cargas térmicas e latentes do ambiente.

Na Figura 04 é possível observar um diagrama funcional de um ar condicionado (AC).

Figura 4 - Diagrama Funcional do Sistema de Ar Condicionado



Fonte: Telecon 2010

Para um bom funcionamento de um equipamento de ar condicionado, deve-se levar em consideração três fatores, sendo eles: temperatura, umidade e ventilação. O sistema deve dar uma grande atenção para o controle desses três fatores.

Analisando a Figura 04 o ar flui a partir da esquerda, sendo sugado pelo ventilador de saída.

Os filtros de entrada e de saída ajudam na limpeza do ar ambiente, evitando o acúmulo de partículas dentro do sistema. O primeiro retira a poeira grossa, por meio de um material fibroso, geralmente lã de vidro, na forma de tela que é substituída quando suja (SOUZA, 2010 p.30).

2.6 USO DESNECESSÁRIO DE ENERGIA

Infelizmente o desperdício de energia é um assunto que traz grande preocupação. É preocupante dizer que o uso consciente é ainda desafiador para a sociedade. Nos dias atuais, a energia se torna cada vez mais cara e causa maior geração de resíduos e poluentes. O aparelho de ar condicionado não se tornou tão necessário para o bem-estar e a permanência de pessoas em locais de clima agradável.

Economizar energia é diferente de não a usar, o desperdício de energia é um fator sério, e uso desnecessário que traz grandes prejuízos e danos, economizando

ao invés de desperdiçar não gera transtorno para o usuário e não atrapalha nos seus afazeres diários.

Consumo consciente da energia elétrica não é a privação do uso, mas o não desperdiçar, substituindo lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes econômicas ou até mesmo lâmpadas LED, não manter ambientes iluminados sem necessidade, escolher novos eletrônicos de acordo com o seu consumo, substituir velhos eletrodomésticos por novos mais econômicos e com novas tecnologias (ROSSETO, 2016 p.259)

Papadopoulos (2003) nota que o fator energético dos sistemas de ar condicionado tem uma grande alta na demanda energética na época de verão, principalmente nos países com o clima tropical com suas altas temperaturas.

Segundo EPE (2013) tendo conhecimento de alguns dados é possível minimizar os investimentos necessários para atender à grande demanda crescente por energia elétrica, tendo um foco principal em reduzir desperdícios, visto que em um estudo realizado pela EPE em indústrias, comércios e setor público, constatou-se que os índices de desperdício chegam a 15%, 30% e 45%, respectivamente.

Ao longo dos anos com a modernização e um aumento do número de população houve uma crescente utilização de energia elétrica.

Com esse preocupante crescente no consumo de eletricidade, o governo tomou algumas medidas estratégicas, consistindo no planejamento da construção de mais de 80 usinas até 2020, incluindo hidrelétricas e termoeletricas, dentre essas somente uma usina nuclear. O grande problema desse planejamento é que os impactos ambientais e financeiros seriam imensos (BRITO, 2016 p. 110).

Santos (2011) descreve a usina de Hidrelétrica de Belo Monte que está sendo construída no Rio Xingu no estado do Pará, na região sudeste do estado. Segundo seu planejamento é estimado que seja a 4ª maior usina do mundo e a maior do Brasil, estima-se que seu orçamento de R\$ 30 bilhões já foi extrapolado.

A autora ainda ressalta que a usina gigantesca seria capaz de sozinha produzir energia suficiente para abastecer 40% de todas as residências brasileiras. A usina estima abastecer 60 milhões de pessoas e colocar o Brasil em uma segurança energética.

Apesar de ter alguns pontos positivos, são diversas as desvantagens para o meio ambiente, sendo elas o comprometimento natural do rio, agravando consequentemente a flora e a fauna da região. A obra comprometeu igarapés que cortam cidades próximas, como Altamira e Ambé e a agricultura da região,

aumentando o risco de desapropriação de terras indígenas.

2.7 USO DE TECNOLOGIAS PARA REDUÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO

O mundo nas últimas décadas vem passando por transformações tecnológicas, um desses principais avanços pode ser notado na eficiência energética. Esses avanços geram economia tanto para o custo do consumidor e para o meio ambiente. A necessidade da sustentabilidade é vista com grande importância em diversos patamares na ciência.

Para se ter uma conservação e um uso inteligente de energia, são necessárias várias ações e medidas, como técnica, comportamental e logística, a fim de ter uma minimização do consumo de energia e não gerando consequências para o meio ambiente.

Rosseto (2016), desenvolveu um estudo com um dispositivo que pode fazer o desligamento dos aparelhos eletrônicos quando o morador da residência se ausentar, esse dispositivo desliga os circuitos elétricos das tomadas usando um único interruptor. As tomadas dos eletrônicos ao ficarem conectadas podem ainda assim gerar um consumo de energia considerado significativo, utilizando um leitor de cartão RFID (*Radio Frequency Identification*) e assim acionando o relé pode ser feito o total desligamento, sem haver o trabalho físico de tirar todos os eletrodomésticos das tomadas. O principal foco do desenvolvimento do dispositivo foi gerar economia de energia para se obter uma economia financeira.

Para acionar o relé de estado sólido e circuito isolador de potência foi realizado com uma fonte de 12 Volts e 1.0A, essa energia alimenta o módulo Arduino e aciona o relé. Um detalhe importante é que a energia que foi utilizada na fonte não foi retirada de outro conjunto de circuito de tomada onde não serão desativadas, um exemplo disso é o circuito da geladeira, o morador faz a escolha das tomadas que vão ser desligadas.

O autor ainda defende que o dispositivo é de baixo custo, com uma facilidade de instalação e operação. Para a instalação do dispositivo efetua-se o desligamento dos disjuntores e em seguida instala-se o relé de uma maneira que fique próximo ao quadro de energia, fazendo uma interligação ao relé o cabo do circuito de tomadas que forem escolhidas.

É necessário passar um cabo de sinal pelo conduíte até o interruptor, de

maneira que fiquem mais próximos à entrada da residência.

O módulo Arduino com leitor RFID, foi instalado ao lado do quadro de energia, que fica localizado atrás da porta de entrada da residência. Foram utilizados dois cartões RFID e um chaveiro para o acionamento diário do dispositivo. Cartões do transporte coletivo podem ser utilizados, necessitando apenas realizar a leitura de seus dados e autorização no software do Arduino (ROSSETO, 2016 p.258).

O morador ao se ausentar e ao retornar faz uma leitura do cartão, fazendo assim, um desligamento e um ligamento das tomadas.

No estudo de caso Rosseto (2016) cadastrou três cartões, com a finalidade de realizar os testes de funcionalidade. Foram observadas variações no consumo de energia consideradas satisfatórias, o autor utilizou um tempo de estudo de dez meses, onde 5 sem a instalação do dispositivo, e cinco meses após sua instalação. Não houve variação de eletrodomésticos na residência durante o período de análise. Na Tabela 01 a seguir é possível perceber uma redução no consumo de energia nos últimos 5 cinco meses após a instalação do dispositivo.

Tabela 01 - Consumo de energia elétrica nos 10 meses de estudo

Mês Ref.	Valor Total	Un. de Medida	Consumo registrado
Out- 14	R\$ 57,35	KW/h	96
Nov - 14	R\$ 55,39	KW/h	92
Dez- 14	R\$ 42,69	KW/h	87
Jan - 15	R\$ 44,93	KW/h	86
Fev – 15	R\$ 47,36	KW/h	87
Mar - 15	R\$ 47,68	KW/h	66
Abr - 15	R\$ 49,29	KW/h	66
Mai – 15	R\$ 55,24	KW/h	74
Jun – 15	R\$ 65,69	KW/h	88

Fonte: Rosseto (2016)

O dispositivo desenvolvido mostrou-se eficiente no que foi proposto, economizando energia em aparelhos que consomem em *stand by* com baixo custo de investimento. De montagem simples, tem retorno financeiro em curto prazo. Provou-se também que com a utilização do mesmo, houve uma redução acima do objetivo que era 10%, atingindo média de 19% de redução no consumo de energia elétrica,

comprovado na fatura de energia elétrica. (ROSSETO,2016)

Fornazari e Borges (2016), desenvolveram uma pesquisa com equipamentos de transformação de corrente de tensão, foi feita uma leitura de potência absorvida pelo circuito de iluminação e do projetor de multimídias, essa pesquisa foi feita na Universidade Tecnológica do Paraná (UTFPR), nas salas de aula do campus da cidade de Ponta Grossa. O controle de consumo de energia elétrica das mesmas salas foi feito por equipamento de automação, contadores, relés e sensores de presença. Também utilizando um sistema supervisor foi possível realizar uma visualização do consumo em tempo real. Os autores utilizaram duas salas para o projeto e uma para o sistema de aquisição e controle.

Os autores para realizar a monitoria das salas utilizaram sensores de presença infravermelhos, esses sensores são capazes de detectar a fonte de calor das pessoas. Eles acionam uma carga após identificar algum movimento, e quando o tempo programado acaba desaciona o mesmo.

A detecção de movimento através dessa variação térmica é possível, pois todos os corpos emitem radiação térmica, como é dado pela lei de Stefan Boltzmann e para que exista um contraste térmico, a temperatura do corpo a ser detectado deve ser diferente da dos objetos ao redor no ambiente, determinando a passagem de alguém pelo seu raio de atuação. Para definir o campo de atuação desse detector, é utilizado um sistema de lentes, obtidos pela distribuição de vários feixes de atuação (HAUSMANN, 2000 p. 35).

Foi necessário instalar em cada ambiente um sensor de presença, os mesmos quando acionados transferem a informação para o CLP (Controlador Lógico Programável).

Para a pesquisa em campo foram utilizados dois modelos de sensores de presença, no Tabela 02 mostra as especificações dos sensores usados nas salas, a Figura 05 mostra os modelos dos dois sensores:

Tabela 02 - Sensores utilizados

Sala	Cobertura	Alcance (m)	Altura (m)	Fabricante
L007	110°	12	2,10	Exatron
L008	220°	12	2	Skilltec

Fonte: Exatron; Skilltec, 2015

Figura 05 - Sensores de presença utilizados



Fonte: Adaptado de Exatron, Skilltec, 2015

Após a instalação dos sensores foram obtidas coletas de dados em cinco dias. O valor obtido de economia foi de R \$6,10 ao dia, representando uma economia de 12,31%. Os resultados foram considerados satisfatórios, já que foram analisados apenas 5 dias.

2.8 ENERGIA

Segundo ALVAREZ, SAIDEL a energia elétrica ocupa um dos lugares de destaque na matriz energética brasileira, sendo a categoria de energia mais consumida no país. Segundo a Cartilha de Energia da empresa Energisa energia é a capacidade de realizar um trabalho, o que pode ocorrer uma mudança na configuração de um sistema. Na fatura de energia ela vem descrita como “Consumo”.

Energia elétrica ativa é a que pode ser convertida em outra forma de energia, expressa em quilowatts-hora (kWh). (CARTILHA DA ENERGIA, 2019). Um exemplo disso é uma lâmpada que é acesa de 100 watts, onde fica ligada durante 10 horas. Logo, ela irá consumir 1.000 watts-horas (Wh) ou 1 (um) quilowatt-hora (kWh). Outro exemplo é de um chuveiro elétrico de 4.000 watts ligado por 15 (quinze) minutos, logo ele consumirá um valor de kWh.

2.9 DEMANDA

Energisa caracteriza demanda como sendo uma somatória das cargas instaladas, que operam no mesmo intervalo de tempo. Sendo, a potência elétrica que é solicitada ao sistema pela parcela de carga em operação em um pequeno intervalo de tempo, onde é expressa em quilowatts (kW). A potência condiz com o fluxo de energia no tempo.

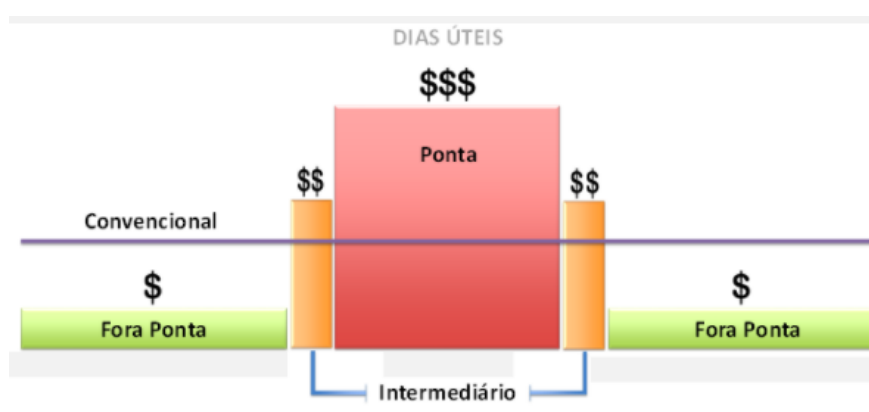
Um exemplo pode ser determinado como em uma determinada casa estiver ligado (todos no mesmo horário): uma TV com potência de 250 W, um ferro elétrico de passar com potência de 1.000 W e uma lâmpada de 60 W, a demanda da sua casa neste instante será de 1.310 W ou 1,31 kW. Sendo o somatório de todas as potências ligadas no mesmo horário.

3.0 HORÁRIO DE PONTA

Segundo a empresa Energisa o horário de Ponta ocorre nos dias de semana de segunda-feira à sexta-feira, não ocorre em feriados nacionais, logo, é um período de 3 horas. No estado do Tocantins ele varia de 18:00 às 20:59. Nesse horário o preço da energia pode subir quase três vezes mais.

Na Figura 06 podemos perceber a variação dos preços dos horários na energia elétrica.

Figura 06 - Variação dos preços dos horários na energia elétrica.

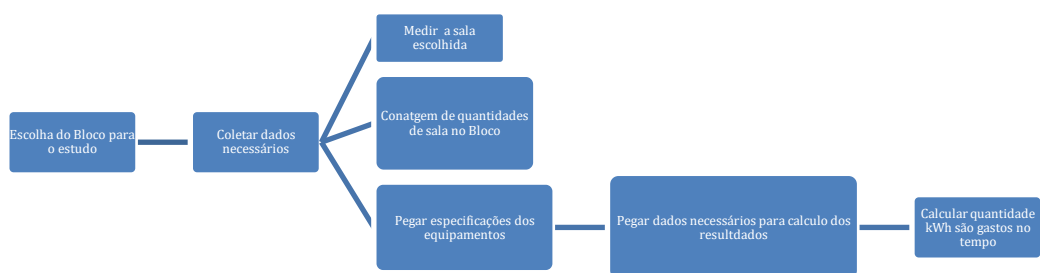


Fonte: Energisa (2020)

3 METODOLOGIA

Toda a pesquisa foi feita na Universidade Federal do Tocantins no campus de Palmas. Foi Feita uma pesquisa quantitativa. A pesquisa quantitativa é uma pesquisa que age sobre um problema, podendo ser humano ou social. Ela é fundamentada no teste de uma teoria e combinada por variáveis e quantificadas em números. Depois disso é analisado de uma forma estatística. A finalidade principal é determinar se os estudos previstos são aplicáveis ou não. Sua principal meta é comprovar se uma teoria está certa ou não a partir dos dados obtidos.

Figura 07: Fluxograma com cada passo para o calculo dos resultados



Fonte: Próprio Autor

O primeiro passo do estudo foi escolha do bloco para análise, em seguida foram contadas quantas salas eram usadas como salas de aula, após a contagem foi escolhida uma sala tipo para ser usada em todo o estudo de caso. Foram coletadas todas as especificações da sala como, medidas da sala, quais características os equipamentos de ar condicionado.

Logo depois que foi feita a coleta de dados. Todos os dados que foram coletados para os cálculos, desde contagem das salas do bloco J, medição da sala escolhida.

Após a medição foi pego os dados das características dos aparelhos de ar

condicionado.

A partir dos dados obtidos foi feito o cálculo para chegar aos valores em kWh e R\$ que estão sendo gastos em energia.

Foi calculado o tempo de um dia, uma semana, meses e um ano letivo de aula.

Com esse cálculo foi possível analisar o quanto está sendo desperdiçando de energia elétrica.

Esse tipo de pesquisa se preocupa com o significado dos fenômenos e processos sociais. Mas sendo uma análise relacionada também à subjetividade, quais são os critérios do pesquisador? Bem, ele leva em consideração as motivações, crenças, valores e representações encontradas nas relações sociais (KNECHTEL, 2014 p.18).

4 RESULTADOS

4.1 CONSUMOS DE ENERGIA NO BLOCO J

Para os resultados foi feita a contagem de quantas salas possuem no bloco J em seus três pavimentos, quantas centrais de ar há em cada sala, contabilizando o total em todo o bloco J.

Logo em seguida foi medida uma sala no bloco J, onde foram colhidos todos os detalhes desta sala. A sala foi medida usando uma trena digital, medindo as alturas do pé direito, as dimensões da sala, tamanho das janelas e das portas. Será verificado que tipo de central de ar possui essa sala, quantas centrais de ar, quantos BTU cada um deles possui, a potência desses aparelhos. Quanto é o seu consumo e kW/h (BTU é a unidade usada para definir o quanto um equipamento é capaz de resfriar ou aquecer um local).

Também foi feita a contagem de respectivas quantidades de todas as salas do bloco J. Foi feita uma análise para detalhar quantos kWh mês o bloco J são gastos de energia em um mês de aula regularmente. O kWh é uma medida da energia elétrica durante um determinado tempo.

Para feitas várias suposições baseadas nos dias que possuem aulas regularmente. Com isso foi possível quantificar quanto de energia é gasto em 1 dia regular de aula. Foi detalhado a hora que é ligado às centrais de ar para início da aula, a hora que o professor finaliza a aula, e o horário que o responsável pelas chaves e controle das centrais de ar os desliga respectivamente.

Nessa suposição foi feito um cálculo para se basear quanto de energia está sendo desperdiçada entre esse intervalo de tempo (entre o momento que o professor finaliza a aula, e que o momento que o ar é desligado).

Com os horários com as suposições de desperdícios de energia, sabendo quanto é gasto em média de energia por mês no bloco J, sabendo o tipo de central de ar, quanto essa central de ar gasta por hora de energia poderá se basear quanto de energia está sendo gasta em 1 (um) dia regular de aula, 1 (um) semana ou até mesmo 1 (um) mês.

Foi feito tabelas com o tempo total de tempo de desperdício e poderá ser demonstrado que há uma energia sendo utilizada de forma indevida gerando um prejuízo para a universidade e ao meio ambiente.

O Bloco J é um dos principais blocos onde ocorrem as aulas na Universidade

Federal do Tocantins, a Universidade do campus de Palmas fica localizado na AV NS 15, 109 Norte. Nesse mesmo bloco acontecem as aulas dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia Elétrica, Engenharia Ambiental, Nutrição, Enfermagem, Arquitetura e Urbanismo, Ciências Contábeis, Filosofia e Artes.

Além de aulas, ocorre também apresentação de Trabalho de Conclusão de Curso, monitorias, reuniões, palestras, minicursos ou qualquer outra atividade que seja autorizada pelo responsável das reservas de salas.

O bloco J possui três pisos, cada piso tem doze salas e banheiros feminino e masculino. No total são 36 salas em todo o bloco. A Figura 07 retrata o bloco J na Universidade.

Figura 07- Bloco J



Fonte: O próprio Autor

Cada sala possui dois equipamentos de ar condicionado. As salas desse bloco possuem a dimensão de 8,5 x 7 metros. Uma área de 59,5 m².

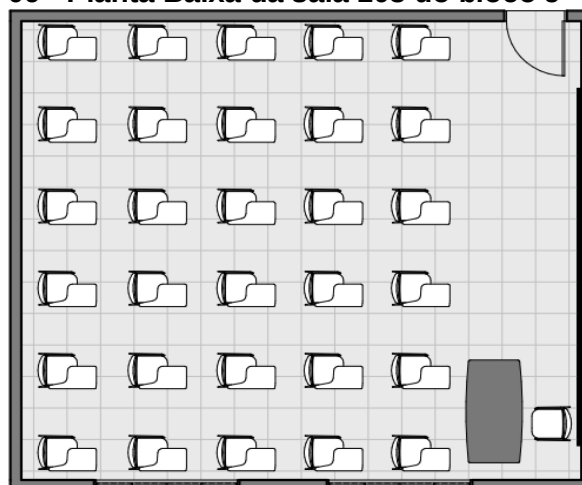
A sala tipo foi a sala 103, mesmo padrão para as demais salas, abaixo nas Figuras 08 e 09 é possível ver como é o interior da sala.

Figura 08 - Sala 103 do bloco J



Fonte: O próprio Autor

Figura 09 - Planta Baixa da sala 103 do bloco J



1 SALA DE AULA
ESCALA 1:50

Fonte: O próprio Autor

A sala tipo possui dois aparelhos de ar condicionado. Um deles sendo do modelo Split (linha leve residencial), e o outro piso teto (linha comercial leve). O split é da marca Carrier, sendo sua potência de 12.000 BTU, o aparelho piso reto é da marca Fujitsu de 36.000 BTU. Na Figura 10 e 11 os respectivos modelos dos aparelhos.

Figura 10 - Ar condicionado modelo Split marca Carrier



Fonte: O próprio Autor

Figura 11 - Ar condicionado modelo piso teto marca Fujitsu



Fonte: O próprio Autor

Na Tabela 03 estão as descrições técnicas dos dois equipamentos de ar condicionado que ficam na sala tipo.

Tabela 03 - Descrição técnica dos aparelhos de ar condicionado

	Características dos Equipamentos de ar condicionado		
	Marca	Potência BTU	Potência kW
Equipamento 01	Carrier	12000	1,08
Equipamento 02	Fujitsu	36000	2,92

Fonte: Próprio Autor

4.2 HORÁRIO DE AULAS

As aulas no bloco J acontecem nos três períodos: matutino, vespertino e noturno. No período matutino as aulas ocorrem de 08h00min até 11h40min, acontece um intervalo às 09h40min com o retorno previsto para 10h00min.

No período vespertino as aulas começam às 14h00min até às 17h40min, onde acontece um intervalo às 15h40min. O retorno é previsto às 16h00min.

No período noturno as aulas começam às 19h00min até às 22h40min, acontece um intervalo às 20h40min. Na Tabela 04 abaixo estão descritos os horários das aulas durante a semana nos três períodos.

Tabela 04 - Horária das aulas de segunda-feira à sexta-feira

	Matutino	Vespertino	Noturno
Início das aulas	08:00	14:00	19:00
Intervalo	09:40	15:40	20:40
Retorno das aulas	10:00	16:00	21:00
Fim da aula	11:40	17:40	22:40

Fonte: Próprio Autor

A numeração das salas de aula nos três pisos ocorre da numeração da seguinte forma: Primeiro piso 101 até a 112, segundo piso 201 até a 212 e terceiro piso 301 a 312.

4.3 INÍCIO, TÉRMINO E INTERVALO DAS AULAS

Todas as aulas são estipuladas para começar no turno Matutino às 08hr da manhã, no turno Vespertino às 14hr e no turno Noturno às 19hr, os equipamentos de ar condicionado são ligados geralmente 10 minutos antes de começarem as atividades, o responsável pelo controle dos equipamentos passa de sala em sala ligando de todas as aulas que estão reservadas para acontecer às aulas.

Como os controles dos equipamentos ficam pela responsabilidade do funcionário do bloco, o funcionário faz o desligamento do início e término das aulas.

Conforme os horários de aula oficial para cada intervalo são previstos 20 minutos, mesmo que esse tempo possa ser ultrapassado será utilizado 20 minutos conforme consta nos horários de aula.

Para calcular o valor gasto em energia durante os intervalos são necessários de algumas informações como: horas por dia, dias por mês, consumo de energia por kWh/mês.

Horas por dia: É o tempo que o aparelho de ar condicionado fica ligado em uso, deve ser o número de horas por dia que é utilizado. Ex: 10 horas por dia.

Dias por mês: o número do total de dias que o aparelho fica ligado durante todo o mês de pesquisa.

Consumo de energia em por kW/h: Quantidade de energia gasta em kW/h durante um determinado tempo.

Para o cálculo será utilizado a média de dias de aula de um semestre regular, onde um mês de aula são vinte e um dias de aula, com um total de 88 dias segundo o mapa acadêmico do semestre 2019/01.

Para analisar o total gasto em energia será feito um cálculo de gasto médio em energia de 10 minutos antes e 10 minutos do término de todas as aulas e 20 minutos de cada intervalo.

Contabilizando em todas as salas de aula, nos 3 períodos e 3 pisos, na Tabela 05 que estão descritos respectivamente o horário que são ligados e desligados os equipamentos ar condicionado, início das aulas, intervalo, retorno do intervalo, fim da aula e desligamento do equipamento de ar condicionado, onde estão descritos todos os horários.

Tabela 05 - Horários que são ligados e desligados os equipamentos

	Matutino	Vespertino	Noturno
Ligou os equipamento	07:50	13:50	18:50
Início das aulas	08:00	14:00	19:00
Intervalo	09:40	15:40	20:40
Retorno do Intervalo	10:00	16:00	21:00
Fim da aula	11:40	17:40	22:40
Desligou os equipame	12:00	18:00	23:00

Fonte: Próprio Autor

Em uma sala em um dia regular de aula pode ser consumido quarenta minutos de energia sem estar acontecendo nenhuma atividade, como em cada andar são doze salas de aula o tempo pode chegar até em 480 minutos, ou seja, oito horas de ar condicionado ligado, sem necessidade.

Fazendo o cálculo para os 3 andares em 1 período chega até em 1.440 minutos o que equivale a 24 horas em apenas 1 período de aula. No Tabela 06 estão descritos o horário e os respectivos tempo que cada período gasta e energia.

Tabela 06– Horas que os equipamentos ficam ligados sem atividade

	Minutos	Horas
01 sala por dia	120	2
01 andar por dia	1.440	24
Todo o bloco por dia	4.320	72
Todo bloco por mês	90.720	1.512
Todo o bloco por ano	725.760	12.096

Fonte: Próprio Autor

Na Tabela 07 demonstra que 1 sala por dia gasta 120 minutos de energia, o equivalente a 2 horas de desperdício de energia. Em todo andar pode ser gasto 1.440 minutos de energia, chegando a 24 horas de consumo de energia. Todo o bloco por dia gasta 4.320 minutos de energia, todo o bloco por mês 90.720 minutos de energia, equivalente a 1.512 horas.

5 CÁLCULO EM kW/h EM DESPERDÍCIO DE ENERGIA

Foi feito um cálculo de quantos kWh são gastos em cada sala, cada período, nos 3 períodos simultaneamente, 1 dia regular de aula, 1 semana, 1 mês e 1 ano de atividades.

Para calcular a quantidade de kWh será usada a equação 01, no cálculo será utilizado a soma das duas potências que estão descritas na Tabela 01, o equipamento 01 possui potência de 1,08 kW e o equipamento 02 possui potência de 2,92 kW, a soma das duas potências são 4,00 kW.

Foram utilizados dois horários os de Ponta e Fora ponta. Horário de Ponta é o horário onde a energia está mais cara. Tecnicamente são os horários que tem mais consumo, por isso eles se torna mais cara.

Esse horário começa às 18 horas e termina às 22 horas. Conforme a Energisa o valor atual da energia no Tocantins está todos os kW/h têm-se dois preços de energia, horário de Ponta custa R\$ 9.743 e fora ponta custa R\$ 8.441.

Na Tabela 08 e 09 estão descrito os horários de fora Ponta e Ponta.

Tabela 08 – Horários de aula que estão fora de Ponta

	Matutino	Vespertino	Noturno
Início das aulas	08:00	14:00	
Intervalo	09:40	15:40	
Retorno das aulas	10:00	16:00	
Fim das aulas	11:40	17:40	22:40

Fonte: Próprio Autor

Tabela 09 – Horários de aula que estão dentro de Ponta

	Matutino	Vespertino	Noturno
Início das aulas			19:00
Intervalo			20:40
Retorno das aulas			21:00
Fim das aulas			

Fonte: Próprio Autor

	1 dia	1 semana	1 mês	1 ano
1 sala	520	2600	10400	83200
1 piso	6240	31200	124800	998400
Todo o Bloco	18720	93600	374499	2995992

	1 dia	1 semana	1 mês	1 ano
1 sala	240	1200	4800	39400
1 piso	2880	14400	57600	460800
Todo o Bloco	8640	43200	172800	1382400

Equação 01:

$$E = P \times \Delta t \times t$$

Onde:

P = Potência do aparelho em kW;

Δt = Tempo em horas de utilização do equipamento;

t = Período para faturamento da concessionária de energia elétrica (dias);

Na Tabela 07 está o resultado do total de kWh que foram calculados.

Tabela 07 - Total de energia que é gasto nos dois equipamentos em kWh.

	1 dia	1 semana	1 mês	1 ano
1 sala	8,04	40,2	168,84	1350,72
1 piso	96,48	482,4	2.026	16.209
Todo o bloco	289,44	1447,2	6.078	48.626

Fonte: Próprio Autor

Uma sala em um dia de aula regular gasta 8,04 kWh de energia, essa sala e em uma semana um valor de 40,2 kWh. Calculando essa mesma sala em um ano pode chegar até 1350,72 Kw77h o gasto de energia sem nenhuma atividade.

Já em um piso que tem doze salas em um dia pode gastar 96,48 kWh em apenas 1 um dia de aula, em todo o bloco é gasto o valor de 289,44 kW/h. Em uma semana de aula todo o piso gasta 482,4 kWh. Em um ano todo o bloco pode gastar 48.626 kW/h.

5.1 - VALOR GASTO EM REAIS

Além de ser prejudicial ao meio ambiente o desperdício de energia, existe o custo de toda essa energia que é gasta e paga pelo dinheiro público. É importante saber quanto está sendo gasto de energia ao longo do dia, semana, meses e ano.

Utilizando a Equação 02 foi possível calcular o valor que é gasto em cada kW/h utilizando os dados da Tabela 07. Na Tabela 08 estão descritos os valores que foram encontrados.

Equação 02:

$$R\$ = kW/h \times R\$ \text{ do } kW/h;$$

Sendo R\$= Total gasto em reais;

kW/h= tempo do quilowatts por hora;

R\$ do kW/h= valor dos quilowatts;

Tabela 08 - Total de energia que é gasto nos dois equipamentos em Reais

	1 dia	1 semana	1 mês	1 ano
1 sala	5,04	25,23	105,98	847,88
1 piso	60,56	302,81	1.271,78	10.174,87
todo o bloco	181,68	908,45	3.815,34	30.523,99

Fonte: Próprio Autor

Em um dia é gasto R\$ 5,04 em uma sala em um dia regular de aula, essa mesma sala pode gastar em uma semana o valor de R\$ 25,23.

Em todo o piso é gasto em um dia R\$ 60,56, em um ano esse valor pode chegar em até R\$ 10.174,87 em um único piso.

Todo o bloco em um ano de aula, sendo 2 semestres cada um com 4 meses de aula esse valor pode chegar em até R\$ 30.523,99.

6. CONCLUSÃO

Cada sala de aula na UFT possui dois equipamentos de ar condicionado, sendo que o professor e nem os alunos não têm autonomia para ligar ou desligar os equipamentos na hora exata que se inicia e termina as atividades, pois os controles ficam com o responsável pelo bloco de cada turno. Sendo assim, está ocorrendo um desperdício de energia elétrica em todas as salas durante todo o semestre letivo, é uma energia que está sendo desperdiçada que pode ser evitada, já que não há necessidade dos aparelhos ficarem ligados sendo que não está ocorrendo nenhuma atividade.

São 36 salas de aulas que ocorrem aulas durante os 3 turnos, onde são gastos energia antes de começar as aulas, no intervalo e no fim da aula, é um gasto muito grande de energia elétrica entre o intervalo de ligamento até o início da aula e fim da aula e o desligamento dos aparelhos.

Cada sala pode gerar um desperdício de 8,04 kW, e em cada piso 96,48 kW.

Uma alternativa para esse problema que está ocorrendo seria a instalação de um dispositivo em cada sala de aula, assim tanto o professor como os alunos poderiam ligar ou desligar os equipamentos assim que se encerrar as atividades da sala, evitando um desperdício de energia. O que diminuiria até um total de 24,312 kW/h de energia em todo o bloco em um semestre de aula.

As chaves das salas ainda continuariam com o responsável do bloco, porém, evitaria o desperdício de energia entre o intervalo de tempo que ele leva para chegar até a sala e desligar os equipamentos.

Além de ser prejudicial ao meio ambiente o desperdício de energia, o valor que é gasto em reais é muito alto, em um ano pode se economizar até R\$ 30.523,99 caso haja a instalação de um dispositivo. Esse valor foi calculado apenas para o bloco J, a UFT possui vários blocos de aula, com esse dispositivo pode ter uma economia muito

grande nos gastos públicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL, **Programa de Eficiência Energética** – Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>, Acesso em 12/05/2019.

BARROSO-KRAUSE, C. et al. **Bioclimatismo no projeto de Arquitetura: dicas de projeto**. Rio de Janeiro: FAU-UFRJ, 2005.

BRITO, João Luis Grizinsky de. **Sistema para monitoramento de consumo de energia elétrica particular, em tempo real e não invasivo utilizando a tecnologia Arduino**. 2016. 106 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

FORNAZARI, Ednilson; BORGES, Fábio Galvão. **Automação e controle do consumo de energia elétrica em blocos de salas de aulas em universidades públicas, buscando a eficiência energética**. 2016. 87. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Eletrônica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2016.

FROTA, A.B.; SCHIFFER, S.R. **Manual de conforto térmico**. 2.ed. São Paulo: Studio Nobel, 1995. 243p.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 59, n. 21, p.07-19, 2007.

GROSSMAN, G, **Solar-powered systems for cooling, dehumidification and air-conditioning**, Solar Energy, v 72,nº1, 2002, p 53-62.

HAUSMANN, Romeu. **Sistema inteligente de iluminação para duas lâmpadas fluorescentes de 40W**, Florianópolis, Santa Catarina, 2000.

HUMPHREYS, M.A.; RIJAL, H.B.; NICOL, J.F. **Updating the adaptive relation between climate and comfort indoors; new insights and an extended database**. *Building and Environment*, v. 63, p. 40-55, 2013.

KNECHTEL, Maria do Rosário. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba: Intersaberes, 2014.

LAMBERTS, R. et al. Desempenho térmico de edificações. Apostila versão 2005. Apostila versão 2005. Florianópolis, 2005. In: www.labeee.ufsc.br, acesso em 11/05/2019.

MARQUES, M. C. S., HADDAD, J., GUARDIA, E. C., et al., **Eficiência energética: teoria e prática**, Itajubá, MG, Brasil: FUPAI, 2007.

MENKES, Monica. **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, POLÍTICAS PÚBLICAS E SUSTENTABILIDADE**. 2004. p.277 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenvolvimento Sustentável, Unb, Brasília, 2004.

NOGUEIRA, C.E.C. et al. **Avaliação do conforto térmico nas residências**

convencional e inovadora do “Projeto CASA”, Unioeste, Campus de Cascavel. Acta Scientiarum Technology, v.34, n.1, p. 3-7, 2012.

OECD. **“Toward Sustainable Development. Indicators to measure progress”.** **Proceedings of the OECD Rome Conference.** Vol. II Frameworks and indicators. OECD, 2000.

PAZ, L.H.F. A influência da vegetação sobre o clima de Palmas - TO. 2009. 169f. Dissertação. (Mestrado em Arquitetura), Faculdade de Arquitetura, UNB, Brasília, 2009.

PRADO, R.T.A. - **Conforto térmico. Universidade de São Paulo, MBA Gerenciamento de Facilidades**, 2003

PROCEL, Resultados PROCEL.2017. Disponível em: <http://www.eletrobras.com/procel>. Acesso em 10/09/2020.

ROAF, S.; CRICHTON, D.; NICOL, F. **Adapting buildings and cities for climate change.** Oxford: Architectural Press, 2009.

ROSSETO, Angelo Rafael. DISPOSITIVO PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA STANDBY EM RESIDÊNCIAS. **Revista Techn Eng**, Ponta Grossa, v. 1, n. 18, p.255-268, dez. 2016.

SANTOS, Fernanda Katarina Cavaletti. **OS IMPACTOS ECONÔMICOS E SOCIOAMBIENTAIS DO APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DA BACIA DO RIO XINGU: ESTUDO DE CASO DA USINA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE.** 2011. 70 f. Monografia (Especialização) - Curso de Graduação em Ciências Econômicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011. Cap. 3.

SOUZA, Edson Palhares de. **ECONOMIA DE ENERGIA EM AR CONDICIONADO NO BRASIL: EFICIÊNCIA E ECONOMICIDADE.** 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 210. Cap. 4.

TELECO, www.teleco.com.br “Princípios de Funcionamento do Sistema”

TOLMASQUIMT., Mauricio; GUERREIRO, Amilcar; GORINI, Ricardo. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. **Novos Estudos - Cebrap**, [s.l.], n. 79, p.47-69, nov. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-33002007000300003>.

VAZQUEZ, Elaine Garrido. **Conforto Térmico em edificações Sustentáveis.** 2009. 30 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Cap. 4.

VENTURINI, O. J., PIRANI, M. J., **Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração Industrial e Comercial**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Eletrobras, 2005.

WITTMANN, Douglas. **A indústria de energia elétrica no Brasil e o desenvolvimento sustentável : uma proposta para o horizonte 2050 à luz da teoria de sistemas.** 2014. 200 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Energia do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo,

Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Cap. 2.