

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

PATRÍCIA NOGUEIRA VAZ

**ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS MORADIAS
ESTUDANTIS DA UFV**

VIÇOSA
2016

PATRÍCIA NOGUEIRA VAZ

**ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS MORADIAS
ESTUDANTIS DA UFV**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal de Viçosa, para a obtenção dos créditos da disciplina ELT 490 – Monografia e Seminário e cumprimento do requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Mauro de Oliveira Prates.

Co-orientador: Prof. Dr. Tarcísio de Assunção Pizziolo.

VIÇOSA
2016

PATRÍCIA NOGUEIRA VAZ

**ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS MORADIAS
ESTUDANTIS DA UFV**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal de Viçosa, para a obtenção dos créditos da disciplina ELT 490 – Monografia e Seminário e cumprimento do requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em ____ de _____ de 20__.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Mauro de Oliveira Prates - Orientador
Universidade Federal de Viçosa

Prof. Dr. Tarcísio de Assunção Pizziolo
Universidade Federal de Viçosa

Prof. Dr. José Tarcísio de Resende - Membro
Universidade Federal de Viçosa

Eng. Walter Magno Valente - Membro
Universidade Federal de Viçosa

“Ainda que eu tivesse o dom da profecia, o conhecimento de todos os mistérios e de toda a ciência, ainda que eu tivesse toda a fé, a ponto de transportar montanhas, se não tivesse o amor, eu não seria nada.”

(1Cor 13,2)

Aos meus pais Nilton e Marta Helena.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradecer a Deus! Meu bom pai que sempre me guiou e me amou desde o início e foi com Ele que sonhei e busquei a realização desse sonho

Agradecer ao orientador e companheiro, professor Mauro de Oliveria Prates. Agradecer pelos puxões de orelha, pelas conversas, pelas dicas, pela paciência, educação, carinho e atenção durante esses anos tanto do trabalho, quanto de UFV. O senhor é para mim um grande exemplo de profissional. Ao co-orientador Prof. Tarcísio de Assunção Pizziolo que foi essencial para o andamento deste trabalho com seu extenso conhecimento e grandes conselhos.

Gostaria de agradecer a toda a minha família, meus avós, minha bisavó, meus tios, meus primos e minha afilhadas queridas. Mas em especial a meus pais Marta Helena e Nilton, que mesmo de longe estiveram presentes e me apoiaram, seja por meio de incentivos, broncas, orações, carinhos. Devo a eles tudo que sou e conquistei até hoje. Agradeço também ao meu *brother* Nilton César, pela cumplicidade, preocupação e carinho de sempre! Obrigada Família!

Agradeço a Pró Reitoria de Assuntos pelo apoio e incentivo. Ao todos os estudantes das moradias estudantis sem colaboração de cada um não seria possível à finalização deste trabalho. Agradeço também ao grupo JSC (Jovens seguidores de Cristo), lugar onde cresci como cristã, como pessoa e como estudante. A todos os amigos que Deus permitiu eu conhecer nesse pedaço do céu na terra, em especial a equipe de Formação que me formou pra vida toda.

Agradeço a todos as pessoas que viçosa os transformou em amigos. Principalmente Vagner (Cabeça) idealizador da proposta inicial deste trabalho, ao Walter amigo e conselheiro, a Thaís minha irmã e mãe. E também a Ágatha que por meio de viradas de noites e revisões me ajudou a chegar a versão final deste trabalho, e também ao companheirismo e amizade que me proporcionou nestes últimos meses.

Por fim a todo o Departamento de Engenharia Elétrica. Em especial os professores, José Tarcísio, José Carlos e a Kétia, pelas oportunidades, conselhos e ensinamentos.

Agradecer a Universidade Federal de Viçosa, pelo apoio e por me propiciar os melhores momentos da minha e por ser minha maior fonte de ensino.

Enfim, obrigada a todos que me encorajaram e me deram força para concluir mais essa etapa da minha vida.

Resumo

Este trabalho foi realizado nas moradias estudantis da Universidade Federal de Viçosa, onde investigou-se a eficiência energética dos apartamentos presentes nestes prédios, voltando-se o foco principalmente para os eletrodomésticos. O objetivo é apresentar uma solução para amenizar o desperdício de energia elétrica proveniente dos maus hábitos em sua utilização, devido, principalmente aos refrigeradores antigos e em mau funcionamento. Foram realizadas medições em 95% dos apartamentos da moradia estudantil Velho, totalizando 38 refrigeradores. Os dados das outras moradias estudantis já haviam sido coletados anteriormente em um outro trabalho. Também foi aplicado um questionário aos moradores das moradias estudantis quanto aos hábitos de uso do refrigerador. Primeiramente esta pesquisa objetivava auxiliar na confecção de um Manual do Bom Uso da Energia Elétrica, almejando a economia de energia e a reeducação dos hábitos de utilização dos eletrodomésticos. Teve-se como objetivo também parametrizar os consumidores dos refrigeradores dos apartamentos para a realização de análises estatísticas de todos os dados. Partindo desses dados, é proposta a substituição dos refrigeradores de todas as moradias estudantis por um modelo mais eficiente (selo A do PROCEL). Tal medida pode gerar uma economia de R\$ 41.350,00 por ano. Para o fim de financiamento de toda a substituição dos refrigeradores também é proposta à Universidade a inscrição no Programa de Eficiência Energética em Prédios Públicos, o Procel Prédios Públicos (EPP).

Abstract

Work was done on the student housing of the Federal University of Viçosa, investigating the energy efficiency of the apartments present in these buildings with a focus on home appliances. The aim is to generate a solution for the waste of energy caused by bad habits of the use of electricity and due to the old and malfunctioning refrigerators. Measurements were made in 95% of the apartments in the Velho student residence, totaling 38 refrigerators, data from other student housing had already been done in another work. A questionnaire was also made to the residents of three of the five student residences regarding the habits of use of the refrigerator. Firstly, this research aims to assist in the preparation of a manual for the proper use of electric energy, aiming at energy saving and the re-education of the habits of use of household appliances. The other objective is to parameterize the consumers of the apartment refrigerators to carry out statistical analyzes of all data. The consumption of these refrigerators, according to the tariff modality of the university, was approximately 2,500 KWh. Based on these data, it was proposed to replace all refrigerators in all student housing with a more efficient model (PROCEL seal A). Generating an economy of R \$ 41,350.00 per year. For the replacement of refrigerators, the University was proposed to enroll in the Program of Energy Efficiency in Public Buildings, Procel Public Buildings.

Sumário

1	Introdução.....	15
1.1	Eficiência Energética.....	16
1.1.1	Eficiência Energética Mundial	16
1.1.2	Eficiência Energética Nacional	18
1.1.2.1	Procel Eficiência em Prédios Públicos	21
1.1.2.2	Selo Procel	22
1.2	Eficiência Energética em refrigeradores	23
1.2.1	Evolução da Eficiência Energética em Refrigeradores	24
1.2.2	Programas de etiquetagem de equipamentos.....	24
1.2.3	Diferenças entre refrigeradores antigos e recentes	27
1.2.4	Tecnologia dos refrigeradores no Brasil.....	27
1.2.5	Funcionamento Interno dos Refrigeradores	28
1.3	Objetivo Geral.....	29
2	Materiais e Métodos	31
2.1	Medições.....	31
2.2	Base de Dados.....	33
2.3	Análise Estatísticas	36
2.3.1	Test de <i>Student</i>	36
2.3.2	Aplicação do Test	38
2.3.3	Cálculo do Consumo e Custos Mensais	39
2.4	Manual do Bom Uso da Energia Elétrica	42
3	Resultados e Discussões	45
4	Conclusões.....	54
	Referências Bibliográficas	56
	Apêndice A– Manual do Bom Uso da Energia Elétrica	59

Apêndice B – Lista de Refrigeradores de alto consumo.....	63
---	----

Lista de Figuras

Figura 1 - Desenvolvimento de software para cadastro dos prédios públicos e seus respectivos administradores.	22
Figura 2 - Exemplo de etiquetas procel	23
Figura 3 – Exemplo de etiqueta utilizada nos países da europa e no canadá, respectivamente	26
Figura 4 - Exemplo de etiqueta utilizada nos estados unidos.....	26
Figura 5 - Ciclo de compressão	28
Figura 6 – Equipamento utilizado para a medição do consume dos refrigeradores.....	32
Figura 7 - Esquema de ligação do medidor.	33
Figura 8 - Alguns refrigeradores e um frigobar que participaram das medições.	34
Figura 9 - Questionário aplicado aos moradores e consumidores da moradia velho.	35
Figura 10 - Modelo do manual do bom uso da energia elétrica.	45
Figura 11 - Porcentagem da frequência dos eletrodomésticos presentes na moradia posinho.	46
Figura 12 - Porcentagem da frequência dos eletrodomésticos presentes na moradia velho.....	47
Figura 13 – Respostas às questões 3 e 5 do questionário aplicado na moradia estudantil velho.	48
Figura 14 – Respostas às questões 2 e 7 do questionário aplicado na moradia estudantil velho.	48
Figura 15 - Comparativo do consumo mensal, em (kWh), de refrigeradores novos e velhos.	50
Figura 16 - Comparativo do custo mensal, em (R\$), de refrigeradores novos e velhos.	51
Figura 17 – Métodos para solucionar problemas com a borracha de vedação dos refrigeradores na moradia estudantil velho.	52

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Cálculos e valores do consumo da amostra da moradia estudantil velho.	39
Tabela 2 - Consumo mensal dos refrigeradores presentes na moradia estudantil velho.....	40
Tabela 3 - Custo do consumo mensal dos refrigeradores presentes moradia estudantil velho.	40
Tabela 4 - Consumo mensal considerando os refrigeradores novos.....	41
Tabela 5 - Custo do consumo mensal considerando os refrigeradores novos.....	41
Tabela 6 - Consumo médio mensal de alguns eletrodomésticos dado pelo procel.....	49
Tabela 7 - Amplitude máxima dos valores medidos do consumo médio mensal na moradia estudantil velho.....	52
Tabela 8 - Resultados do teste t de student com 5% nível de significância e com 3 graus de liberdade.....	53

1 Introdução

A energia elétrica se tornou, atualmente, a principal fonte de luz, calor e força utilizada no mundo moderno [01]. A eletricidade também é o requisito fundamental para que a comunidade possa ter acesso aos serviços essenciais para se obter um nível aceitável da qualidade de vida, como por exemplo educação, saneamento e saúde. Assim, a energia elétrica tornou-se condição básica de cidadania [02].

Porém, essa expansão do consumo da energia elétrica trouxe alguns aspectos negativos. Um deles é a possibilidade do esgotamento dos recursos utilizados para a produção de energia. Outro impacto é a degradação do meio ambiente e por fim os elevados investimentos em construção de novas usinas. Assim, planejando-se manter a qualidade de vida e a evolução da economia, a maneira mais utilizada e moderna é se estimular o uso eficiente deste insumo. Desde 1985 o Brasil se comprometeu a intensificar a economia de energia elétrica quando o Ministério de Minas e Energia (MME) criou o Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), de âmbito nacional e coordenado pela Eletrobras [03].

Analisando o consumo de energia em uma residência, segundo um levantamento feito pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor, o refrigerador juntamente com o fogão de mesa elétrico (cooktop) são os maiores consumidores de energia elétrica. Mas esse primeiro equipamento também proporciona a melhoria na qualidade de vida das pessoas, sendo indispensável nas residências e em muitos locais de trabalho [04].

Observando a grande importância do refrigerador e da energia elétrica, motivou-se a melhoria da eficiência dos mesmos. No Brasil, os novos refrigeradores e freezers instalados no setor residencial tendem a conseguir reduzir o consumo de energia elétrica de 2,72% a 19,70% em 2030 com relação ao ano de 2005. Essa diminuição do consumo é devido aos avanços tecnológicos promovidos pela Lei nº 10.295/2001 que será detalhada na seção 1.1.2 [05].

Mas não só programas e leis são criados para se conscientizar do uso racional da eletricidade, muitas campanhas também estão atreladas em busca desse ideal. Neste sentido este trabalho propõe a construção de um Manual do Bom da Energia Elétrica para auxiliar os

alunos residentes nas moradias estudantis da Universidade Federal de Viçosa (UFV) campus Viçosa-MG, a serem mais conscientes ao utilizar a energia de forma mais eficiente. Para isso, foi feito um levantamento dos principais eletrodomésticos presentes nestes apartamentos.

Outro objetivo é comprovar de forma científica e análise estatística, utilizando o teste t de *Student*, que os refrigeradores antigos presentes nas moradias estudantis devem ser trocados por novos, gerando uma economia de energia e também de recursos naturais.

Dessa forma, o foco principal deste trabalho é propor melhorias na eficiência energética nas moradias estudantis da Universidade Federal de Viçosa (UFV), contando com o apoio da Pró Reitoria de Assuntos Comunitários, da Divisão de Assistência Estudantil (DAE) e dos moradores das moradias estudantis.

1.1 Eficiência Energética

A definição de eficiência energética baseia-se na possibilidade de se aperfeiçoar o consumo de energia, ou seja, utilizar a energia produzida de uma forma racional.

Utilizar a energia de uma forma mais eficiente tem se tornado cada dia mais importante, isso porque o cotidiano da população está cada vez mais dependente desse recurso. A evolução tecnológica, a automatização e a informatização se tornaram medidas fundamentais para a sociedade e sem a energia elétrica não é possível acessá-las.

Nesse cenário, a economia de energia passa a fazer parte da gestão competente das empresas e também é um significativo diferencial na competitividade. Portanto, a eficiência energética, é primordial para melhoria das condições climáticas do planeta, uma vez que a utilização da energia elétrica de forma racional, evita a emissão de mais dióxido de carbono na atmosfera [06].

1.1.1 Eficiência Energética Mundial

Em 1970 com a crise do petróleo, o combustível fóssil se tornara muito dispendioso, tanto economicamente quanto do ponto de vista ambiental. A partir de então a utilização da energia de forma eficiente se tornou um tema de estudo e discussões. Com essa nova visão

percebeu-se que um trabalho pode ser realizado consumindo-se menos energia e causando-se menores impactos econômicos, ambientais, sociais e culturais.

Países desenvolvidos industrialmente organizaram-se e levantaram fundos para investimentos em projetos voltados para efficientização do uso de energia e para projetos que utilizavam fontes renováveis de energia. Os objetivos destes investimentos eram de diminuir a dependência em relação ao uso do petróleo e seus derivados [07].

Por volta dos anos 80, mais um problema entrou em questão quanto ao uso dos combustíveis fósseis originados pelo petróleo, estes estavam afetando consideravelmente o clima, portanto, novamente virando pauta de assuntos de cunho mundial. Como resultado foi criado o protocolo de Kyoto em 1997. Este protocolo foi um acordo internacional em que os países solicitantes estabeleceram metas de redução de emissões de CO₂ e, para alcançar tais objetivos, foram necessárias medidas e mecanismos que estimulassem a eficiência energética.

O Canadá, por exemplo, iniciou seus programas de efficientização de energia na década de 70, porém só em 1995 foi criado o "*National Action Program on Climate Change*". Seus principais programas, atualmente, são voltados para a indústria, setor público, transportes, normalizações de equipamentos na construção civil, programa de etiquetagem de padrões eficientes e de conservação de energia [08].

Ainda na América do Norte, os Estados Unidos atuam por meio da Rede de Eficiência Energética e Energias Renováveis - EERN (sigla do inglês "*Energy Efficiency and Renewable Energy Network*"), cujo objetivo é estimular e explorar as fontes alternativas de energia.

Já no continente europeu, a Espanha iniciou o incentivo às fontes de energia renováveis através da utilização de combustíveis "limpos", de auditorias energéticas e da modernização de maquinários ultrapassados que poderiam gerar economia de energia. Tudo isso por meio do programa de Eficiência Energética por meio do Instituto para Diversificação e Economia Energética (IDAE), empresa pública que realiza projetos que estimulam o uso racional de energia.

Outros países como Noruega, Dinamarca, Austrália, Nova Zelândia e Japão desenvolvem programas parecidos com os demais, buscando reduzir as perdas de energia desnecessárias em todos os segmentos de consumo, sejam por meio de programas de

etiquetagem e normalização de produtos ou por geração de energia utilizando matérias primas renovável [09].

1.1.2 Eficiência Energética Nacional

A crise do petróleo também atingiu o Brasil, que a enfrentou intensificando a geração de energia: a princípio aumentando a criação de usinas térmicas e lançando um programa nuclear para criação de usinas nucleares e expansão de hidrelétricas com o objetivo de aumentar a geração de energia elétrica.

Também foi criado o Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL). O governo brasileiro percebeu que a indústria era o setor que mais consumia o derivado de petróleo (óleo combustível), então os preços de tal insumo foram aumentados e implantou-se um sistema de controle de abastecimento por meio de cotas de combustíveis. Essas medidas governamentais foram realizadas na tentativa de frear o consumo do combustível, porém não foram bem vistas pelos empresários e, com isso, o governo lançou o Programa de Conservação de Energia Elétrica, o CONSERVE, em 1981, que constituiu a principal experiência que impulsionou a eficiência energética no Brasil [10].

Ao longo do tempo, a questão ambiental e o desperdício de energia se tornaram pontos importantes para o desenvolvimento econômico e elétrico do País. Assim sendo, atualmente no Brasil existem muitos programas que atuam para a melhoria da eficiência energética. São exemplos: o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), coordenado pelas Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRAS) e o Programa de apoio a Projetos de Eficiência Energética (PROESCO), coordenado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). O PBE é vinculado ao Ministério do Desenvolvimento da Indústria e do Comércio Exterior (MDIC). O PROCEL é vinculado ao Ministério de Minas e Energia (MME).

Além dos programas citados, também foram criadas leis para a regulamentação do consumo energético, como exemplo, a Lei nº 10.295/2001 que determina a instituição de “níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados e comercializados no país”,

regulamentada pelo Decreto nº 4.059/2001. Também neste âmbito insere-se a política de banimento gradativo das lâmpadas incandescentes por faixa de potência através da Portaria Interministerial MME/MCTI e MDIC, nº 1.007/2010 [11].

Neste trabalho será dado maior destaque ao programa que é considerado o maior símbolo de eficiência energética: o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel). Criado em 1985 pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, o Procel se transformou em um Programa de Governo no ano de 1991, o que aumentou sua área de atuação. O objetivo deste programa é diminuir o desperdício de energia elétrica, usando a de forma eficiente e racional.

As iniciativas do programa estão subdivididas em seis categorias principais: fontes alternativas de energia e eficiência energética; programas educacionais para uso racional de energia; projetos em prédios públicos; projetos de gestão energética municipal; projetos para iluminação pública e sinalizações semaforicas eficientes e projetos internos para eficiência energética.

Em 2009, os recursos aplicados nessas categorias somaram R\$ 41 milhões, com um total de 135 projetos e 140 municípios beneficiados. O desenvolvimento desses projetos conta com centenas de parceiros. Dentre eles universidades, institutos de pesquisa, governos estaduais e municipais, fundações e associações, de modo que trazem benefícios para toda a sociedade, uma vez que promovem a capacitação de profissionais, a redução de custos no uso de energia elétrica e a diminuição de impactos ambientais. Além disso, também contribuirão para a melhoria nos sistemas de iluminação pública (e, conseqüentemente, na segurança pública) e para a educação ambiental [12].

A Eletrobras ocupa a Secretaria Executiva do Procel e é responsável por sua operação, o que inclui a elaboração do planejamento e execução das ações, além do suporte técnico e financeiro ao programa. Também é a Eletrobras, juntamente com a Reserva Global de Reversão (RGR), que envia e mantém os recursos do programa. Esse programa possui muito segmentos. Esses são:

Procel Sanear: Criado para evitar os desperdícios de energia elétrica e água em sistemas de saneamento ambiental, promove o uso eficiente dos recursos hídricos, prevenindo a escassez de água, e contribui para a universalização dos serviços de saneamento ambiental.

Procel Indústria: Cerca de 46% da energia elétrica do país é consumida pelo setor industrial. Por isso, foi criado o Procel Indústria, que atua no combate ao desperdício de energia elétrica nos sistemas motrizes das indústrias e na promoção de ações visando o uso de motores de alto rendimento.

Procel Edifica: Promove ações de economia e eficiência energética nas edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas. Com este programa, o Brasil entrou para o seleto grupo de países que avaliam seus edifícios em termos de eficiência energética. Em 2009, o Procel Edifica lançou as primeiras etiquetas brasileiras de edificações, publicou o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos e o Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética para os edifícios.

Procel EPP: Também conhecido como Procel Prédios Públicos, atua no sentido de promover a economia e o uso racional de energia elétrica nos prédios públicos do país. Entre as ações estão: pesquisa tecnológica, divulgação dos conceitos de eficiência energética e modernização dos sistemas de eletricidade, iluminação e condicionamento de ar nessas instalações.

Procel GEM: O subprograma de Gestão Energética Municipal (GEM) atua na promoção do combate ao desperdício e do uso eficiente de energia elétrica nas prefeituras municipais do país. Em 2009, obteve uma economia de cerca de 1.100 MWh/ano, o equivalente ao consumo de mais de 600 famílias durante um ano.

Procel Reluz: O Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficiente proporciona economia de energia elétrica através do desenvolvimento de sistemas eficientes de iluminação pública. Entre eles, a substituição de lâmpadas incandescentes, mistas e a vapor de mercúrio, por lâmpadas a vapor a sódio de alta pressão, que são mais eficientes. Em 2009, com Procel Reluz dez municípios foram beneficiados, tornando eficientes mais de 56 mil pontos de iluminação pública, o que resultou em uma economia de

energia de 16.870 MWh/ano e uma redução na demanda de 3.800 kW. Além disso, foram instalados outros 528 novos pontos eficientes. Ainda em 2009, os investimentos totalizaram R\$ 30,3 milhões, cabendo a Eletrobrás o financiamento de R\$ 22,7 milhões.

Selo Procel: O Selo Procel de Economia de Energia foi criado em 1993 com o objetivo de identificar os produtos que apresentam os melhores índices de eficiência energética em suas categorias. Em 2009, 28 categorias foram contempladas com o Selo Procel, que contou com a participação de 160 fabricantes e 3.054 produtos [13].

Com a ação de todos esses segmentos o programa Procel já contribuiu para a economia de mais de 80 bilhões de kWh de energia elétrica, sendo que grande parte desse resultado é creditada ao Selo Procel [03].

Outro grande aliado na redução do consumo de energia elétrica é Procel Eficiência em Prédios Públicos cuja estimativa de potencial de redução de consumo, com implementação de ações de Eficiência Energética, é da ordem de 20% (referência projetos implementados no período de 2002 a 2007) [14].

1.1.2.1 Procel Eficiência em Prédios Públicos

Dentre as ações que são desenvolvidas pelo programa Procel EPP, estão as seguintes: apoio aos agentes envolvidos na administração de prédios públicos, promoção de projetos demonstrativos, suporte à normatização, implantação de infraestrutura e apoio às concessionárias de energia elétrica em projetos de eficiência energética.

No ano de 2010, o Procel EPP desenvolveu o Software para Cadastro dos Prédios Públicos e de seus Respective Administradores, o Software para Banco de Preços, visando ao auxílio na aprovação dos projetos apoiados com recursos da Reserva Global de Reversão - RGR, bem como o Software para Cadastro e Análise de Projetos. O subprograma também participou da elaboração do “Projeto Esplanada Sustentável”, que teve como agentes públicos o MME e o Ministério do Planejamento e ainda celebrou um Protocolo de Intenções com a Controladoria Geral da União - CGU para ações de eficiência energética nos prédios de sua sede em Brasília.

Além disso, foi firmada uma parceria com a UFMG e o Cefet/MG, a qual resultou na patente do Módulo de Instrumentação, Controle e Automação – MICA, que pode ser

visualizado na Figura 1. Ele caracteriza um módulo elétrico de ensaios e simulações de diversos cenários e dispositivos requeridos em sistemas domóticos, com forte apelo didático [15].

PROCEL EPP
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS PRÉDIOS PÚBLICOS

Eletrobras

VOLTAR [Alterar Usuário/Senha](#) [Fale Conosco](#) [Ajuda](#) [Sair](#)
lb@lb.com.br

Duvidas?

Preencha os dados solicitados no formulário e clique em SALVAR.
Preencha o campo ?outros dados? com qualquer informação que julgar relevante para as futuras considerações sobre projetos de eficiência energética desta edificação.

DADOS DA EDIFICAÇÃO

Nome da Edificação: Concessionária: [selecione]

Ano Construção: Data Última Reforma:

LOCALIZAÇÃO

Endereço: Número: Complemento:

Bairro: UF: [selecione] Município: [selecione] CEP:

Órgão Proprietário:

ETIQUETA RTQ-C

Classificação	Validade
A, B, C, D, E	Mês/Ano

Prédio Completo:

Figura 1 - Desenvolvimento de Software para Cadastro dos Prédios Públicos e seus Respectivos Administradores [15].

1.1.2.2 Selo Procel

Este selo, uma das maiores criações relacionadas a eficiência da energia no país, foi instituído por meio de Decreto presidencial em 08 de dezembro de 1993, o qual indica ao consumidor os produtos que apresentam diferentes tipos de eficiência energética, variando do mais alto até o mais baixo valor.

O Brasil tem grande recurso de incentivo a Lei 10.295 (BRASIL, 17/10/2001), regulamentada pelo Decreto 4.059 (BRASIL, 19/12/2001) que dispõe sobre a “Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia”. Esta lei é responsável pela disseminação de inovações e estímulos para criação de aparelhos elétricos eficientes e está relacionada a “Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia” e à estipulação de níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, com base em indicadores técnicos pertinentes. A Figura 2b apresenta exemplos do Selo Procel que podem vir estampados nos equipamentos [16].

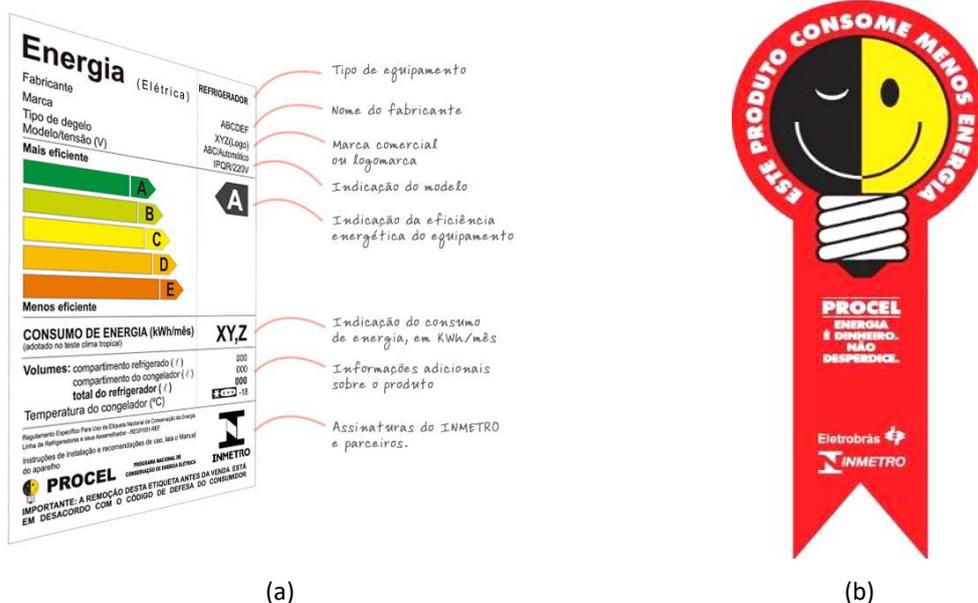


Figura 2 - Exemplo de etiquetas PROCEL [16]

Na Figura 2a observa-se a etiqueta Procel de eficiência energética que classifica o produto de "A" até "E" de acordo com a sua eficiência. Na etiqueta apresentada na Figura 2a, "A" significa a classificação mais eficiente e "E" a menos eficiente e também traz informações específicas do produto como: marca, modelo, tamanho e, principalmente, o consumo em kWh/mês. É muito importante antes de se adquirir um produto que se verifique todas estas informações.

1.2 Eficiência Energética em Refrigeradores

Nesta seção serão apresentadas algumas questões ligadas ao desempenho energético de refrigeradores domésticos, a evolução da eficiência energética ao longo dos anos, bem como o potencial de conservação de eletricidade frente a substituições de aparelhos.

Conforme já relatado, a refrigeração de alimentos representa uma fatia importante do consumo de energia elétrica. Nesta seção serão discutidas questões sobre a metodologia de classificação da eficiência energética no Brasil, a evolução da tecnologia e o princípio e funcionamento deste aparelho.

A seguir, serão apresentados alguns programas de etiquetas similares aos brasileiros, mas que são aplicados em outros países. Também será apresentado um apanhado geral de como se pode diminuir o consumo de energia elétrica residencial por meio de atitudes e decisões tomadas, e de características a serem consideradas perante a escolha e o uso dos refrigeradores.

1.2.1 Evolução da Eficiência Energética em Refrigeradores

A eficiência energética de equipamentos domésticos, tais como refrigeradores, congeladores, condicionadores de ar, lavadoras de roupa e equipamentos de aquecimento, aumentou drasticamente nos Estados Unidos, nos últimos 25 anos. O consumo médio de eletricidade dos modelos de refrigeradores em 2000 representava apenas 29% do consumo dos modelos em 1972 [17].

Esta grande economia energética é resultado basicamente dos aprimoramentos nos projetos de refrigeradores realizados pelos fabricantes. Os programas de etiquetagem impulsionaram produtos mais eficientes, por apresentar essa informação estampada no produto.

Outros estudos realizados em três outras crescentes economias, China, Brasil e México, apresentaram bons resultados para implantação de programas de padrões mínimos de eficiência e também a substituição de refrigeradores antigos por novos que tivessem alto padrão energético.

Uma pesquisa realizada nos Estados Unidos publicada em 1995 apresenta a redução do consumo de energia elétrica devida à substituição de refrigeradores antigos por outros novos e eficientes. O resultado do trabalho apontou uma redução de 60% do consumo de energia elétrica nesse uso final, indicando ser esse um alvo importante quando se tratar de programas de conservação de energia [18].

1.2.2. Programas de etiquetagem de equipamentos

Existem pelo mundo vários programas de etiquetagem de equipamentos e as mais comuns são aquelas cuja classificação é dada por faixa contínua ou por categoria, esta última utilizada no Brasil.

A França foi pioneira a adotar etiquetas de classificação de eficiência energética para refrigeradores, lavadoras de roupas, lavadoras de louças, televisores entre outros. Porém, dez anos depois, outros países também vieram a adotá-las, como é o caso dos Estados Unidos e da Alemanha, seguidos por Canadá, Japão e China. E, segundo o CLASP - *Collaborative Labeling and Appliance Standards Program* (segundo tradução livre, Programa de Rotulagem Colaborativa e Padrão de aparelhos), o Brasil foi o nono país a adotar índices para classificação da eficiência energética em equipamentos [19].

Desta forma, podemos apresentar um destes programas de etiquetagem como merecedor de destaque: o *Energy Star*, que foi fundado em 1992, pela Agência de Proteção ao Meio Ambiente dos Estados Unidos (EPA), ganhando força em 1996 com o apoio do Departamento de Energia (DOE) do país. Em 2008, conseguiu alcançar o número de aproximadamente 60 categorias de produtos aprovadas pela qualificação deste programa, as quais contribuíram para um total estimado de 190 bilhões de kWh total de energia elétrica economizada, um relatório de resultados deste mesmo ano. Esta economia corresponde a cerca de 5% do consumo de eletricidade daquele país (EPA, 2009). Uma diferença do *Energy Star* para o programa brasileiro é quanto aos ensaios laboratoriais, pois o programa norte-americano aceita a declaração vinda do fabricante quanto ao índice de eficiência energética de seus produtos.

Já França, bem como em grande parte da Europa, a etiqueta em uso é bastante parecida com a brasileira. A principal diferença está na possibilidade do equipamento ser premiado com um A+ ou um A++, sendo que, logicamente, o A++ indica maior eficiência que o A+. O programa é de responsabilidade do Ministério da Energia e Desenvolvimento Sustentável francês e é gerenciado pela ADEME (sigla do francês *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie*, que significa em tradução livre Agência do Ambiente e da Gestão de Energia). A etiqueta é obrigatória para vários equipamentos elétricos e também engloba veículos automotores a combustão. Modelos destas etiquetas de eficiência energética podem ser vistos nas Figuras 3 e 4 [20].

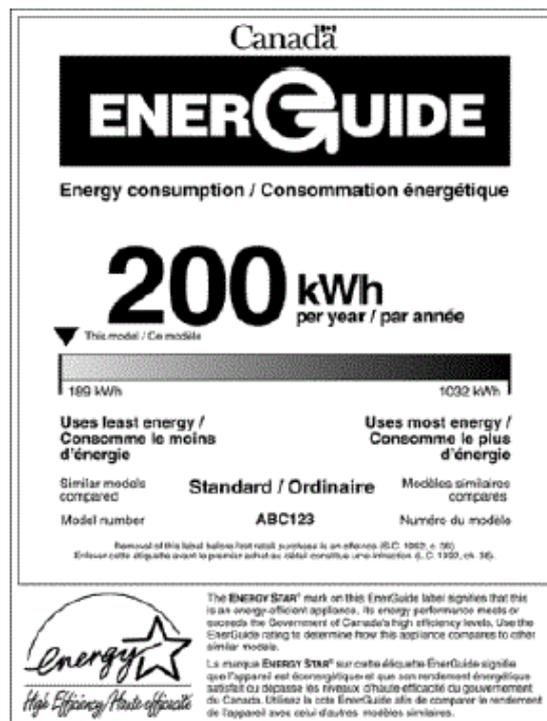
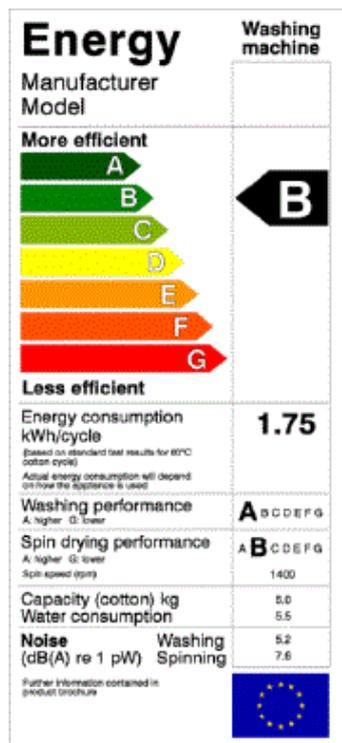


Figura 3 – Exemplo de etiqueta utilizada nos países da Europa e no Canadá, respectivamente [20].

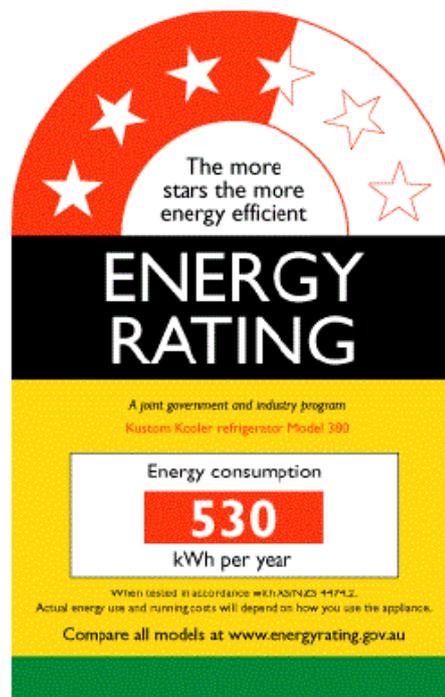
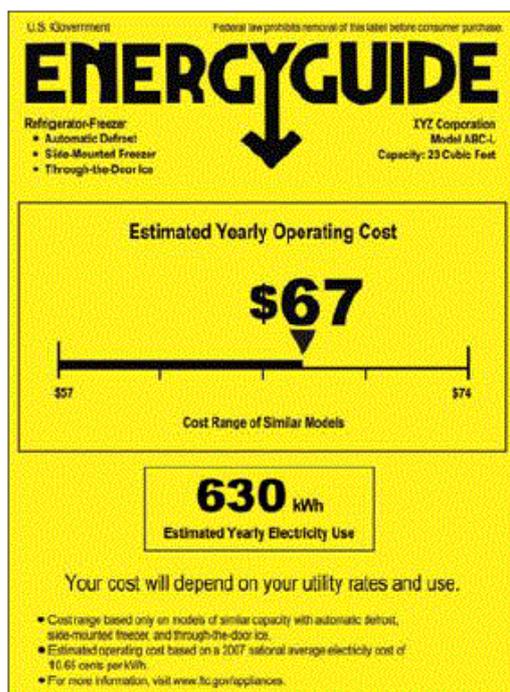


Figura 4 - Exemplo de etiqueta utilizada nos Estados Unidos [20].

1.2.3 Diferenças entre refrigeradores antigos e recentes

Sabe-se que cada inovação tecnológica na produção e o modo de utilização dos freezers e refrigeradores afetam diretamente seu desempenho. O aprimoramento da vedação, do isolamento, do compressor e do termostato, na maioria das vezes, acaba aperfeiçoando a eficiência energética destes aparelhos. Outra melhoria inserida na fabricação dos novos refrigeradores foi a substituição do gás "freon 12" (Clorofluorcarborno), que participa da degradação da Camada de Ozônio, por um gás praticamente equivalente, porém inofensivo à camada de ozônio, por exemplo, o gás HFC-134A [21]. A criação dos refrigeradores "frost free" também foi um grande avanço tecnológico, pois este equipamento dispensa o descongelamento, impedindo o acúmulo de gelo como nos mais antigos. [22].

Os refrigeradores presentes nos apartamentos das moradias estudantis da UFV são em sua maioria antigos e estão em degradados. Refrigeradores em bom estado normalmente trabalham 12 horas por dia, totalizando cerca de 360 horas mensais. Já um refrigerador em mau funcionamento pode funcionar até 600 horas no mês [23]. Tal fato se deve ao mau funcionamento do termostato que comanda o compressor, o ativando mais vezes do que o necessário ou da própria vedação do refrigerador, que troca calor com o ambiente externo com mais facilidade, acionando o termostato com maior frequência.

1.2.4 Tecnologia dos refrigeradores no Brasil

Os refrigeradores são os equipamentos que geralmente mais consomem energia elétrica na maioria das residências em todo país. Melhorar sua eficiência significa uma economia de energia significativa. A introdução de 1,85 milhões de refrigeradores mais eficientes no mercado brasileiro, supondo que eles sejam cerca de 20% mais eficientes dos que atualmente existem, levaria a uma redução de cerca de 385 GWh no consumo do setor residencial por ano e evitaria uma expansão de 100 MW da capacidade a cada ano [24].

Com o intuito de aumentar o número de refrigeradores eficientes fabricados no Brasil, o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e o Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL) estabeleceram índices de eficiência para a etiquetagem e o Selo PROCEL de eficiência energética. O PBE coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia (Inmetro) proporciona informações sobre as performances dos produtos, em sua

maioria sobre a eficiência energética. Com isso o consumidor será capaz de escolher o melhor produto. O PBE do mesmo modo promove a competitividade da indústria que deverá fabricar produtos cada vez mais eficientes.

Até o ano de 1998 os índices de eficiência eram determinados pela relação entre o consumo de energia elétrica dos equipamentos e o volume interno. Assim o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e o PROCEL estabeleceram medidas para corrigir os níveis de eficiência [25].

1.2.5 Funcionamento Interno dos Refrigeradores

Os refrigeradores são responsáveis por cerca de 30% do consumo mensal de uma típica residência no Brasil [26]. Desta forma, melhorar sua eficiência acarretará em uma significativa economia de energia. E uma das formas de melhorar a eficiência dos refrigeradores é substituindo os antigos pelos mais novos.

O refrigerador é uma máquina térmica que tem como função retirar calor de um ambiente, no caso de seu interior. É constituído essencialmente por um compressor (motor), condensador, válvula de expansão e um evaporador, como esquematizado na Figura 5. Seu princípio de funcionamento é constituído por ciclos em um circuito fechado.

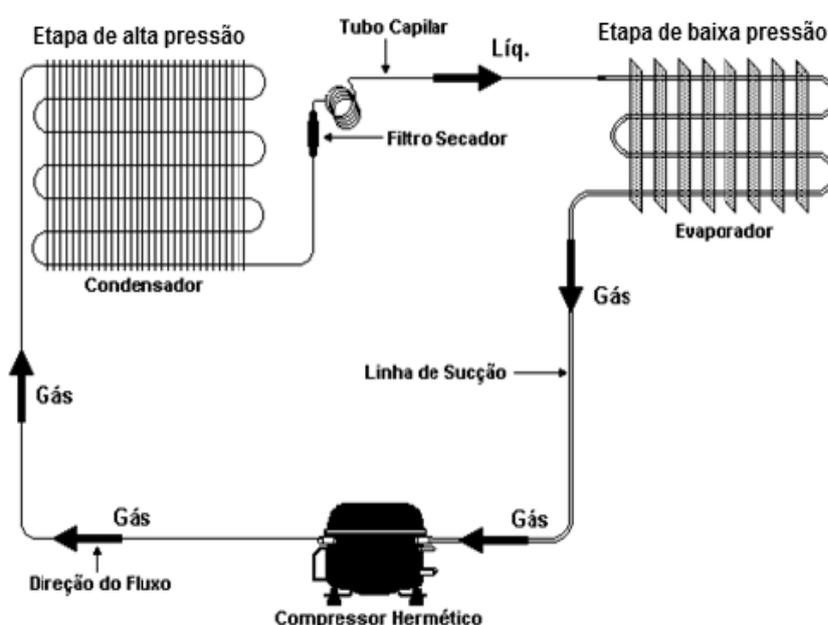


Figura 5 - Ciclo de compressão [22].

As etapas deste circuito são as seguintes:

Passagem do fluido pelo compressor: O compressor é movimentado por um motor elétrico, sendo que o fluido refrigerante entra no compressor com a pressão igual do evaporador, como vapor saturado, sendo assim é comprimido até atingir pressão de condensação. Nesta etapa o fluido está superaquecido, logo a principal função do compressor é elevar a temperatura e a pressão do fluido refrigerante colocando-o para circular por toda tubulação;

Passagem do fluido pelo condensador: No condensador o fluido refrigerante perde calor para o meio externo à pressão constante. Neste processo o fluido é resfriado até tornar-se líquido. Ao sair do condensador, um estreitamento da tubulação (tubo capilar) provoca uma diminuição da pressão em função do atrito com as paredes internas do tubo;

Passagem do fluido pelo dispositivo de expansão: Ocorre uma diminuição na tubulação no dispositivo de expansão (válvula ou capilar) e assim ocorre uma queda da pressão em função do atrito com as paredes internas do tubo;

Passagem do fluido pelo evaporador: O líquido chega ao evaporador onde ocorre a vaporização e remove calor da parte interna do refrigerador. O evaporador está localizado na parte superior do refrigerador geralmente. Sendo assim o ciclo recomeça outra vez com gás refrigerante sendo succionado pelo compressor [21].

1.3 **Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise geral da eficiência energética de todos os eletrodomésticos das moradias estudantis da Universidade Federal de Viçosa – Campus Viçosa. E englobar e completar o trabalho de conclusão de curso do aluno Wagner Duarte do Amaral do ano de 2015, com o título “Análise do consumo de energia elétrica dos refrigeradores das moradias estudantis da UFV” [27], realizando medições onde não foi realizada, além de tratar os dados por meio de análises estatísticas descritivas e inferências.

Dado o objetivo geral, têm-se como objetivos específicos:

- Confeccionar um Manual do bom uso da Energia Elétrica, a fim de conscientizar os moradores das moradias estudantis com relação as práticas de economia de Energia.
- Fazer um levantamento dos dados em todas as moradias estudantis, quanto aos eletrodomésticos encontrados nestes locais.
- Estudar a viabilidade econômica e sustentável da troca desses refrigeradores antigos e o quanto pode ser interessante para universidade;

Listar quais são os refrigeradores que mais consomem energia elétrica em todas as moradias estudantis.

2 *Materiais e Métodos*

Este capítulo do trabalho tem por finalidade discorrer sobre as medições nos refrigeradores, realizadas na moradia estudantil de nome Velho, da Universidade Federal de Viçosa (UFV) – Campus Viçosa, bem como mostrar o levantamento das potências de outros eletrodomésticos, além das lâmpadas utilizadas nas outras moradias estudantis. A UFV possui cinco moradias estudantis: Posinho, Pós, Feminino, Novíssimo, Novo e Velho. A razão pela qual foram realizadas medições nos refrigeradores apenas na moradia Velho, foi que no trabalho (AMARAL, 2015) foram realizadas medições nas demais moradias. Desta forma esse capítulo tem como intuito, dar continuidade ao trabalho (AMARAL, 2015), além de realizar estudos mais profundos para que esses dados obtenham mais credibilidade perante a administração da universidade.

2.1 *Medições*

A moradia estudantil Velho é feminina e possui 40 apartamentos distribuídos em seis seções, nomeadas de 09 a 14. As seções 09 e 14 possuem quatro apartamentos cada, com capacidade para seis moradoras cada um, já as seções 10, 11, 12 e 13 possuem oito apartamentos cada, com capacidade para quatro moradoras. Essas informações também serão importantes para realizar os estudos dos dados.

Com a permissão da Pró Reitoria de Assuntos Comunitários e dos próprios moradores, todos os apartamentos foram visitados para a realização da coleta de dados.

A primeira parte da coleta de dados era a medição do consumo de energia elétrica individual dos refrigeradores de cada apartamento. Para isso, utilizou-se o equipamento mostrado na Figura 6. Trata-se do *Kill a Watt*, da *P3 International Corporation Limited Warranty*. Ele é um aparelho que coleta diversos parâmetros. Pode se medir tensão em Volts (V), corrente em Ampères (A), potência ativa Watts, potência aparente Volt ampères (VA), frequência em Hertz (Hz), fator de potência, a duração da medição em horas e minutos, e por fim o consumo (em kWh) do equipamento durante o intervalo de tempo que o aparelho ficou conectado ao equipamento [28]. É importante ressaltar que após a retirada do medidor do

eletrodoméstico monitorado as medições são zeradas, ou seja, ele não possui uma memória para se armazenar os dados.



Figura 6 – Equipamento utilizado para a medição do consumo dos refrigeradores.

Devido ao grande número de apartamentos e a pequena quantidade de aparelhos Kill a Watt, optou-se por realizar as medições num período de 24 h. O ideal seria realizar medições com duração de uma semana, porém é inviável neste trabalho. Desta forma conectava-se o aparelho na tomada do refrigerador, conforme a Figura 7, e após as 24 horas retornava-se aos apartamentos e coletavam-se os dados.

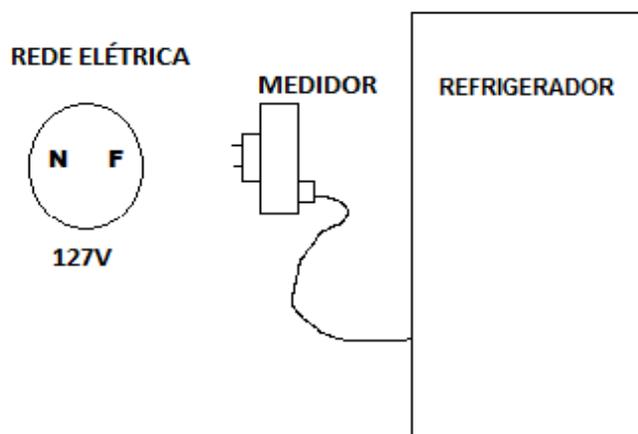


Figura 7 - Esquema de ligação do medidor.

Perante essas características, durante as medições foram enfrentados alguns imprevistos. Por se tratar de apartamentos dos universitários, em alguns casos não era possível coletar os dados no momento certo, por não encontrar nenhuma moradora no apartamento.

Mesmo assim foi possível medir 95 % dos refrigeradores das moradias. E os valores foram o suficientes para montar as amostras e realizar as análises estatísticas necessárias.

2.2 **Base de Dados**

Foram feitas medições em 95% dos apartamentos da moradia estudantil Velho. Ao todo foi medido o consumo de 39 refrigeradores e 01 Frigobar. O consumo diário total de todos os refrigeradores no período das medições foi de 42,63 kWh.

Os refrigeradores encontrados variam tanto em volume, quanto em tempo de uso. Dentre os 39 refrigeradores apenas três eram do tipo duplex.

Na Figura 8, pode se analisar alguns dos refrigeradores que participaram das medições.



Figura 8 - Alguns refrigeradores e um frigobar que participaram das medições.

Nos apartamentos que participaram da pesquisa foram encontrados somente 6 refrigeradores considerados novos, ou seja, equipamento com menos de dez anos de uso. Ou seja, apenas 15 % dos refrigeradores das moradias são “novos”.

Durante as visitas aos apartamentos, para colocar e retirar o medidor foi feito um questionário a eles quanto aos hábitos de uso do refrigerador. O questionário era composto por sete perguntas e era respondido de forma anônima. Na Figura 9, pode-se visualizar um modelo do questionário.

Notou-se que os moradores em uma maioria se sentiam motivados a responder as perguntas. Normalmente se deixava o questionário quando conectava o medidor ao refrigerador e tomava-o de volta, no momento de apanhar o medidor. Desta forma os estudantes podiam analisar seus hábitos e práticas e responder as perguntas sem reserva.

O objetivo desta pesquisa, além de auxiliar na confecção do manual, era *a priori* parametrizar os consumidores dos refrigeradores dos apartamentos, para posteriormente dividir os dados de medições em amostras para as análises estatísticas.



Universidade Federal de Viçosa – UFV
Departamento de Engenharia Elétrica – DEL
ELT 490 - Monografia e Seminário

Questionário para análise estatística do consumo dos Refrigeradores das Moradias Estudantis

Moradia Estudantil: _____ Nº Moradores: _____ Gênero: _____

Volume: _____ litros Estado/Ano: _____ Marca: _____

Morador 01.

Quantas vezes você abre a geladeira por dia aproximadamente?	
Você coloca alimentos quentes na geladeira ou espera esses esfriarem?	
Quantas vezes no semestre o congelador é descongelado?	
Você normalmente utiliza a geladeira aos finais de semana ou durante a semana?	
Você tem o costume de secar roupas atrás da geladeira?	
Normalmente a geladeira fica vazia; razoavelmente cheia; cheia?	
Você tenta abrir a geladeira poucas vezes quando vai guardar ou retirar os alimentos?	

Figura 9 - Questionário aplicado aos moradores e consumidores da moradia Velho.

Também durante essas visitas era feito outro levantamento. Foi pedido aos estudantes que listassem quais eletrodomésticos possuíam em casa. Na moradia Velho, esse levantamento foi mais tranquilo e fácil de fazer, pois como o apartamento já estava sendo visitado para as medições os alunos eram mais abertos para diálogos e perguntas. Alguns alunos até mesmo se empolgavam e contavam históricos de problemas com eletrodoméstico e até mesmo com o sistema elétrico da UFV. A reclamação da maioria das moradoras do Velho era em relação ao disjuntor, que desarma com muita frequência. “Algumas vezes liga-se apenas um liquidificador e um secador e já apaga tudo” relatou a moradora de um dos apartamentos.

Porém o levantamento dos eletrodomésticos nas demais moradias não foi tão fácil e tranquilo. Como havia tempo que o estudante Vagner havia feito as medições nessas moradias em alguns apartamentos houve certo receio em responder, alguns alunos não atenderam a porta, talvez por esse motivo ou até mesmo devido suas próprias ocupações. Frente a essas dificuldades foi feito o levantamento no prédio Velho, Novo e Posinho, totalizando 71 apartamentos.

Como a moradia Velho é feminina e o Posinho é masculino pôde-se ter uma visão de quais os eletrodomésticos são mais utilizados pelos moradores e quais são as maiores fontes

de consumo de energia. Sendo que, pelo conhecimento adquirido durante os anos que se frequenta a UFV, a maior diferença entre as moradias estudantis são das masculinas para as femininas. Desta forma, ao se ter os dados destas duas moradias poderá ser feito um estudo para as moradias como um todo.

Esse levantamento, além de fornecer dados do consumo de energia elétrica, também foi importante para um melhor embasamento na confecção de um manual do bom uso da energia elétrica para os estudantes residentes nas moradias estudantis. A descrição de tal manual se encontra neste mesmo capítulo, na seção 2.4.

2.3 *Análise Estatísticas*

A Estatística é uma ferramenta que estuda e pesquisa o levantamento de dados com a máxima quantidade de informação possível para um dado custo, realiza o processamento de dados para a quantificação do grau de incerteza existente na resposta para um determinado problema e facilita a tomada de decisões sob condições de incerteza, sob o menor risco possível.

Desta forma ela está presente no planejamento do experimento, na construção de modelos, na coleta, no processamento e na análise de dados e sua conseqüente transformação em informação, para refutar ou validar hipóteses científicas sobre um fenômeno observável. Pode ser dividida em três segmentos: descritiva, inferencial e probabilidade.

A estatística descritiva é a etapa inicial da análise utilizada para descrever e compactar os dados. A disponibilidade de uma grande quantidade de dados e de métodos computacionais muito eficientes revigorou esta área da estatística. A teoria de probabilidades nos permite descrever os fenômenos aleatórios, ou seja, aqueles em que está presente a incerteza. Já a inferência é o estudo de técnicas que possibilitam a extrapolação, a um grande conjunto de dados (população), das informações e conclusões obtidas a partir de uma amostra dessa população. Neste trabalho serão aplicados os dois primeiros [29].

2.3.1 Teste t de *Student*

Neste trabalho, optou-se pela aplicação do teste t de *Student*, já que essa é indicada quando se tem tamanho amostral menor ou igual a 30, além de pressupor que a característica a

ser analisada é distribuída normalmente com variância populacional desconhecida, fatores que favorecem nossos estudos através dessa ferramenta.

O teste t é usado para verificar se a média de uma característica de uma população assume um valor especificado, digamos m_0 . Para aplicação deste teste devemos selecionar uma amostra aleatória de tamanho n da população. Digamos que os elementos amostrais sejam; X_1, X_2, \dots, X_n . Estas estatísticas são então utilizadas para calcular o valor de t usando a equação 01 [29].

$$t = \frac{\hat{m} - m_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad (01)$$

Onde:

t = valor da estatística t calculada

\hat{m} = média de uma característica amostral

m_0 = média de uma característica de uma população

S = desvio padrão

n = tamanho da amostra, número de elementos estudados

Esta estatística tem distribuição t de "Student" com $n-1$ graus de liberdade, ou seja, é uma distribuição de probabilidades que depende do número de graus de liberdade associado. Os tipos de hipóteses utilizadas neste teste t , para uma média populacional, são as seguintes:

$$H_0 : m = m_0$$

$$H_a : m > m_0$$

Por fim, a decisão de rejeitar ou não rejeitar H_0 é dada ao se comparar o valor de t para o nível de significância determinado (α), calculado a partir dos processos anteriores, com o valor tabelado de t (t_{tab}), obtido pela equação 02.

$$t_{\text{tab}} = t_{\alpha}(n - 1) \quad (02)$$

Agora, basta usar a regra analítica:

- se $t_{\alpha} \geq t_{\text{tab}}$, então se Rejeita H_0

| |

- se $t_{\alpha} < t_{\text{tab}}$ então não se Rejeita H_0 [29].

2.3.2 Aplicação do test

O teste t de *Student* é um dos procedimentos para testar todos os possíveis contrastes entre as médias dos níveis do fator em estudo. Neste caso será testada apenas uma média: a média do consumo energético dos refrigeradores da moradia estudantil “Velho” da UFV. As demais moradias não foram incluídas neste estudo, pois em (AMARAL, 2015) quando foram coletados os dados de consumo dos refrigeradores nas outras moradias, não foi realizado o questionário da Figura 9, crucial para análise estatística. E também, ao aprovar o teste t para a amostra do consumo dos refrigeradores da moradia “Velho” será possível inferir esse resultado à amostra populacional total, que engloba os refrigeradores que participaram das medições de (AMARAL, 2015).

Para se aplicar este teste foi necessário dividir o consumo dos refrigeradores em uma amostra parametrizada com quatro refrigeradores de apartamentos diferentes. Todos os refrigeradores possuíam o mesmo volume e se encontravam numa situação semelhante de uso, ou seja, as moradoras possuíam hábitos semelhantes de uso. Para agrupar essa amostra foram utilizados os resultados da pesquisa feita durante as medições do consumo dos refrigeradores nos apartamentos.

Os parâmetros utilizados na amostra foram: número de moradoras que utilizam o refrigerador, quantidade média de vezes que cada apartamento (ou seja, todas as moradoras) abre o refrigerador por dia e o quão cheio ou vazio o refrigerador se encontra normalmente.

Para realização do teste necessita-se ainda do cálculo do valor t dos refrigeradores antigos, a partir da média do consumo mensal estimada destes e da média mensal do refrigerador novo. Também é necessário o cálculo do desvio padrão (S) e a quantificação da amostra. Os cálculos e valores se encontram na Tabela 1.

Como dito anteriormente os cálculos foram realizados apenas para uma amostra dos dados da moradia estudantil “Velho”, devido à ausência dos dados referente ao questionário da Figura 9 aplicado somente nessa moradia.

Tabela 1 - Cálculos e valores do consumo da amostra da moradia estudantil Velho.

Análise estatística - Moradia Estudantil Velho							
Características:	4	4 Moradores, abrem por dia de 6 à 8 vezes a geladeira, as geladeiras são mais pra cheias.					
Alojamentos	Consumo	Consumo Total	Média Diária	Média/mês Antigos	Variância	Desvio Padrão	Média/mês Novo
1224	1.28	3.69	0.9225	27.675	0.1091	0.3303	23.5
1214	0.96						
1213	0.48						
1211	0.97						
Hipótese Alternativa:	Média do consumo de refrigeradores velhos maior que média do consumo de refrigeradores novos.						

A hipótese alternativa (H_a) do teste t do presente trabalho é: Refrigeradores antigos consomem demasiadamente mais do que os novos refrigeradores que portam o selo Procel de eficiência energética. Portanto, a média estimada (\hat{m}) de consumo energético dos refrigeradores velhos é maior que a média de um refrigerador novo com selo A Procel (m_o).

O modelo sugerido para a realização da comparação do teste é um refrigerador de marca tradicional cujo volume interno é de 239 litros e o consumo é de 23,4 kWh /mês. Ele possui o selo PROCEL de qualidade e se enquadra na categoria de consumo A (a de maior eficiência energética). Trata-se do mesmo modelo utilizado no trabalho (AMARAL, 2015), para que fosse possível que as análises feitas no presente trabalho, fossem suficientes para abranger o trabalho (AMARAL, 2015), o qual foi dado continuidade aqui.

Para encontrar o valor de t tabelado, tomou-se o nível de significância igual a 5% com n-1 graus de liberdade, ou seja, três graus de liberdade. Com isso ao olhar a tabela bilateral de valores de t em níveis de 10% a 0.1% de probabilidade tem-se o valor de t igual a 2.35.

2.3.3 Cálculo do Consumo e Custo Mensais

Para o cálculo do custo mensal do consumo dos refrigeradores é necessário calcular o consumo dos mesmos diferenciando o consumo no horário fora de ponta (HFP) e no horário de ponta (HP). Para melhor compreensão dos é interessante saber que a modalidade tarifária da UFV atualmente é a THS (Tarifa Horo-Sazonal) Azul A4, por isso o cálculo de consumo mensal foi dividido em dois períodos. Assim, para os cálculos de consumo mensal foram considerados 664 horas durante o mês para o Horário Fora de Ponta e 66 horas durante o mês para Horário de Ponta [30].

Para calcular o consumo mensal no HFP e HP, utilizou-se a equação 03, onde H é igual a 664 e 66, respectivamente. Ct representa o consumo total médio em kWh.

$$C(HFP) = \frac{H \times Ct}{24} \quad (03)$$

A Tabela 2 apresenta o consumo mensal que foi medido dos refrigeradores das moradias estudantis. Esses valores foram encontrados por meio da equação 03.

Tabela 2 - Consumo mensal dos refrigeradores presentes na moradia estudantil Velho.

Prédio	Qtde. de refrigeradores	Consumo HP (kWh/mês)	Consumo HFP (kWh/mês)
Velho	38	220,94	2260,42
CONSUMO TOTAL no mês (kWh/mês)			2481,36

Também foi realizado o cálculo do custo mensal do consumo em reais de todos os refrigeradores que foram medidos de acordo com os valores de tarifação da universidade, que é a modalidade THS Azul A4. Estes valores foram obtidos através das Equações (04) e (05). Custo mensal em reais no HFP e HP, respectivamente.

$$C(R\$) = 0,35324438 \times Cm(HFP) \quad (04)$$

$$C(R\$) = 0,51075379 \times Cm(HP) \quad (05)$$

Note que, Cm(HFP) é o consumo mensal no horário fora de ponta e Cm(HP) é o consumo mensal no horário de ponta cuja unidade é o (kWh/mês). Esses valores podem ser encontrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Custo do consumo mensal dos refrigeradores presentes moradia estudantil Velho.

Prédio	Qtde. de refrigeradores	Custo Mensal HP (R\$)	Custo Mensal HFP (R\$)
Velho	38	112,83	798,48
CUSTO TOTAL em (R\$)			911,31

Com os dados medidos em relação aos refrigeradores existentes, fez-se então uma comparação entre consumo atual de todos os refrigeradores, que em sua maioria são velhos e desgastados, com um refrigerador novo com o selo PROCEL de qualidade com a categoria de consumo A.

Para simulação, supôs-se um refrigerador de uma marca tradicional cujo seu volume interno é de 239 litros e seu consumo é de 23,4 kWh /mês, como mencionado anteriormente.

Logo, considerando-se que todos os refrigeradores das moradias estudantis fossem novos como o sugerido e, refazendo os cálculos, obtêm-se os valores apresentados nas Tabelas 4 e 5, para consumo e custo, respectivamente. Nota-se uma economia do consumo de 36 % somente no Velho, o que resulta numa diminuição de custo em quase 37 % do valor total mensal pago pela UFV nesta mesma moradia.

Tabela 4 - Consumo mensal considerando os refrigeradores novos.

Prédio	Qtde. de refrigeradores	Consumo HP (kWh/mês)	Consumo HFP (kWh/mês)
Velho	38	80,27	813,31
CONSUMO TOTAL no mês (kWh/mês)			893,58

Tabela 5 - Custo do consumo mensal considerando os refrigeradores novos.

Prédio	Qtde. de refrigeradores	Custo Mensal HP (R\$)	Custo Mensal HFP (R\$)
Velho	38	41	287,30
CUSTO TOTAL em (R\$)			328,30

2.4 Manual do Bom Uso da Energia Elétrica

Hoje em dia ao economizar energia elétrica em suas residências, principalmente em época de crise, os brasileiros economizam também uma boa quantia em dinheiro a ser pago às concessionárias de energia, além da contribuição, na maioria involuntária, com a preservação ambiental. Ao contrário da grande parte dos brasileiros citados anteriormente, os alunos da UFV que moram nas moradias estudantis são isentos de pagar a conta de energia elétrica. São alunos de baixa renda que necessitam deste apoio para permanecerem na universidade. É muito comum que, por possuírem recursos financeiros escassos, compram eletrodomésticos que já foram utilizados por outros donos para seus apartamentos. Tais aparelhos, por já estarem mais degradados apresentam maior dispêndio energético, como é o caso dos alvos deste estudo: os refrigeradores.

Outra causa do grande consumo da energia elétrica nas moradias estudantis, pode ser atribuída ao mau uso dos eletrodomésticos nos apartamentos. Talvez pela isenção do pagamento da energia ou por não terem o controle do quanto consomem, a maioria dos moradores provavelmente não percebe a importância dessa economia.

Pensando em uma maneira de se economizar energia e ainda no bom uso da mesma nas moradias estudantis foi idealizado um Manual do Bom uso da Energia Elétrica. Esse manual foi elaborado baseando-se nas condições em que os moradores se encontram e em quais são os principais eletrodomésticos presentes em suas moradias, ou seja, onde mais se concentra o consumo da energia elétrica.

Para a obtenção desses dados, foi aplicado um questionário em todos os apartamentos das moradias estudantis, levantando quais os eletrodomésticos presentes nestes locais que se caracterizam como grandes consumidores de energia elétrica.

Através das pesquisas, pôde se concluir que 100% dos alojamentos possuem refrigeradores e também 100% dos alojamentos femininos possuem chapinha ou secador para cabelo.

É importante ter em mente que a utilização da energia elétrica é uma forma de se melhorar a qualidade de vida da comunidade, levando conforto e comodidade à mesma. E essa tecnologia deve ser aproveitada ao máximo.

Desta forma, a economia de energia não significa deixar de assistir um programa de televisão, ou sentir calor deixando de ligar um ventilador. O segredo está no uso de equipamentos elétricos eficientes de forma racional, sem desperdício.

Posteriormente neste estudo serão listadas dicas de utilização e bons hábitos a serem adquiridos pelos estudantes. Tais dicas foram colocadas no Manual do Bom Uso da Energia Elétrica, para a melhora do uso da mesma. Nele também haverá uma tabela com os eletrodomésticos mais comuns nas moradias estudantis e seus respectivos valores de consumo médio. O modelo do manual a ser entregue aos estudantes se encontra no Apêndice A.

Pode se citar duas formas básicas para a redução do consumo de energia elétrica. A primeira é a redução da potência, ou seja, melhoria da eficiência dos equipamentos, através de novas tecnologias. Desse modo, pode-se dizer que investimentos como a aquisição de novas geladeiras (ao invés de geladeiras usadas) e de lâmpadas fluorescentes ou de LED (no lugar das incandescentes) são exemplos de medidas que visam a diminuição do consumo de energia através da redução de potência dos equipamentos. Já a segunda diz respeito à redução do tempo de utilização, ou seja, melhoria de processos produtivos e mudança de hábitos. Um exemplo para esta segunda forma de economia é a reeducação dos hábitos de utilização dos eletrodomésticos. Com base nisto, a seguir, listamos as algumas dicas presentes no manual para orientação de como se pode evitar os desperdícios da energia elétrica no dia-a-dia:

Sugestões para usar melhor os eletrodomésticos sem desperdiçar energia elétrica:

SECADOR DE CABELOS, BABYLISS E CHAPINHA

- O secador é um aparelho de alta potência, por isso evite ligá-lo juntamente com outros aparelhos também potentes como micro-ondas, ferro elétrico, chuveiro, forno elétrico e a churrasqueira elétrica.
- Seque bem os cabelos com a toalha antes de ligar o Secador!
- ✓ DICA: Depois de ligá-lo, use-o para secar totalmente os cabelos e só então ligue a chapinha ou o Babyliss para finalizar o penteado!

Esse manual será distribuído em todos os apartamentos das cinco moradias estudantis. A intenção é que cada novo morador que entre nas moradias tenha fácil acesso a esse manual

para ser lido constantemente até que suas dicas do bom uso da energia elétrica se tornem hábitos frequentes dos estudantes.

Além de incentivar e orientar acerca do uso consciente da energia elétrica dentro da universidade, o emprego das dicas do manual pode resultar em um reflexo externo, ou seja, o morador poderá levar as dicas de economia de também para fora da universidade, uma vez que estejam em cidades de origem.

3 Resultados e Discussões

Os resultados obtidos a partir das pesquisas feitas, relacionada aos eletrodomésticos, nas moradias estudantis foram muito importantes para auxiliar na confecção do Manual do Bom Uso da Energia elétrica. Na Figura 10 pode-se visualizar o formato e modelo do Manual a ser entregue nos apartamentos de todas as moradias estudantis.



Figura 10 - Modelo do Manual do Bom Uso da Energia Elétrica.

Sugere-se que este Manual seja entregue a todos os apartamentos de todas as moradias estudantis, que ele seja similar a um patrimônio do apartamento, a ser passado entre as gerações dos moradores, uma vez que a rotatividade dos moradores é significativa. Outra observação importante a se fazer perante as pesquisas dos eletrodomésticos nas moradias é o percentual de cada um desses em nos apartamentos.

A Figura 11 ilustra a porcentagem da frequência de cada dispositivo elétrico presente na moradia Posinho. Alguns eletrodomésticos como ferro de passar, liquidificador e

sandueira eram presentes na maioria dos apartamentos e como os alunos algumas vezes se sentiam constrangidos em responder por esses equipamentos, preferiu-se por não questioná-los na pesquisa.

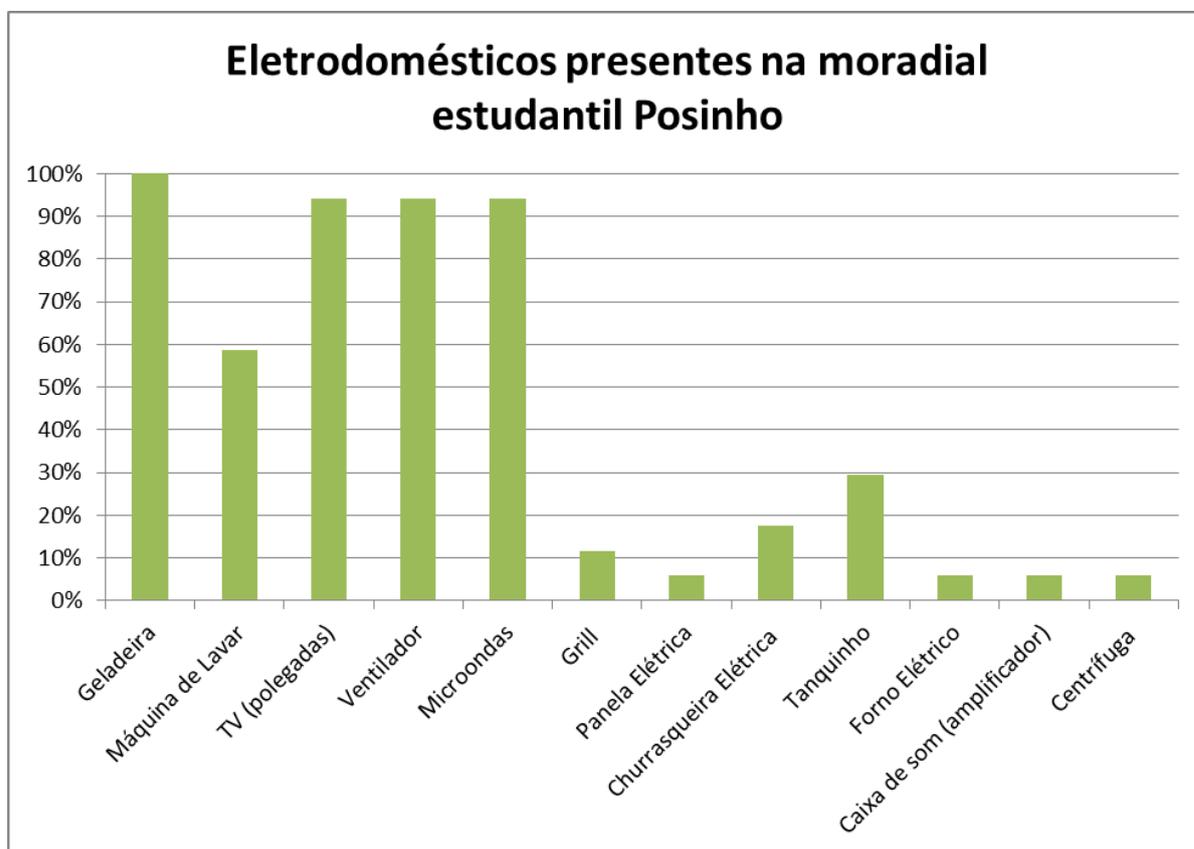


Figura 11 - Porcentagem da frequência dos eletrodomésticos presentes na moradia Posinho.

Através da Figura 11, nota-se que 100% dos apartamentos que participaram da pesquisa possuem refrigeradores. TV, ventilador e micro-ondas são os eletrodomésticos mais comuns nestes apartamentos depois da geladeira, estando presente em 94% dos apartamentos, seguidos da máquina de lavar que auxilia os estudantes em 59% dos apartamentos.

Já na moradia Velho, os eletrodomésticos mais encontrados foram os secadores de cabelo e as pranchas, além das geladeiras. 100% dos apartamentos que participaram da pesquisa possuem Geladeira e secador de cabelo ou prancha, já TV está presente 63% dos apartamentos. Depois da TV o eletrodoméstico que mais se encontra entre as estudantes é o ventilador em 26% dos apartamentos pesquisados. A Figura 12 mostra um apanhado geral dos eletrodomésticos presentes na moradia Velho.

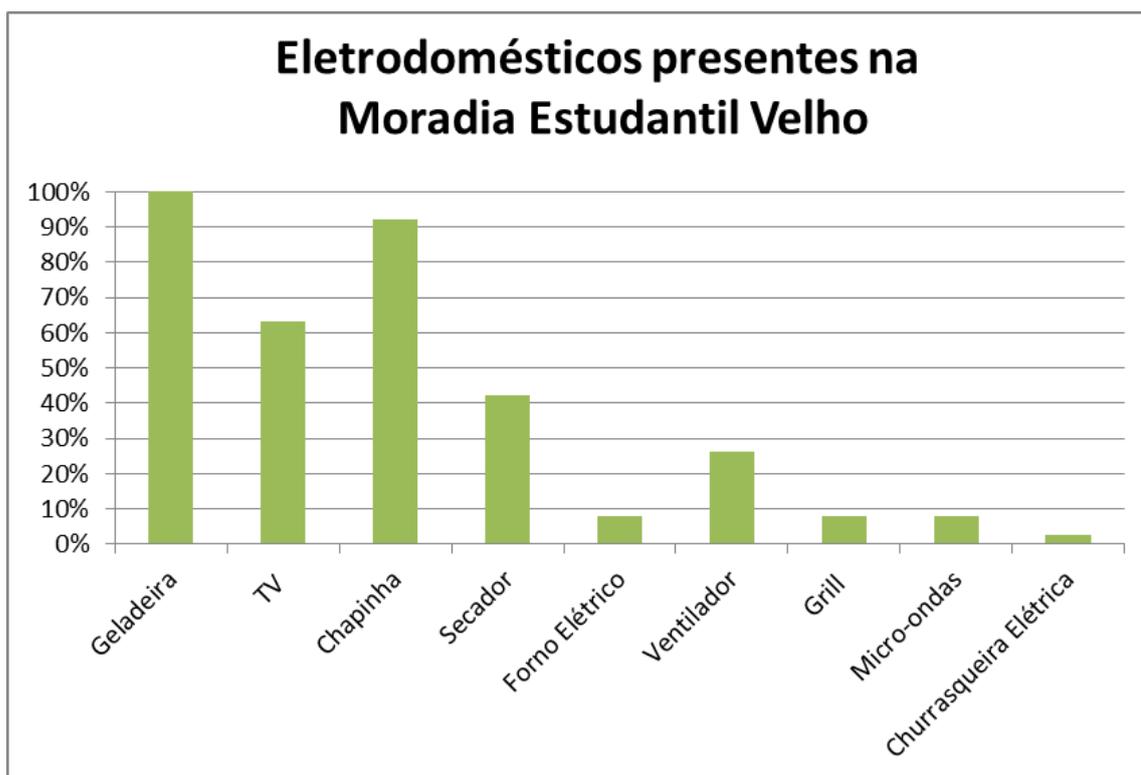


Figura 12 - Porcentagem da frequência dos eletrodomésticos presentes na moradia Velho.

Na moradia Novo não foi possível pesquisar em muitos apartamentos pelos motivos mencionados anteriormente. Mas por se tratar de uma moradia estudantil feminina, os eletrodomésticos encontrados nos apartamentos pesquisados na moradia Novo foram exatamente os mesmos encontrados na moradia Velho.

Como pode-se observar, a grande diferença entre os eletrodomésticos masculinos e femininos são o micro-ondas e a máquina de lavar. As moradias Velho e Novo possuem uma lavanderia para os estudantes utilizarem, por isso a ausência deste equipamento em tais apartamentos.

A pesquisa realizada para parametrizar os consumidores dos refrigeradores obteve os seguintes resultados. A questão 01 foi utilizada apenas para separar as amostras para o teste t. Já as outras questões também podem remeter como estão os hábitos dos estudantes. A Figura 13 representa as respostas dos alunos diante das questões 03 e 05.

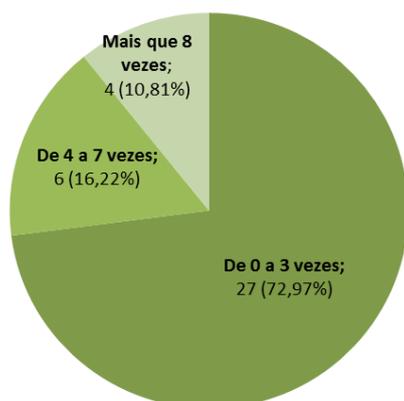
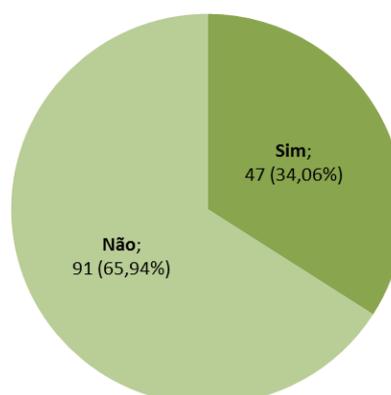
Resposta à 3ª questão: Quantas vezes no semestre o congelador é descongelado?**Resposta à 5ª questão: Você tem o costume de secar roupas atrás da geladeira?**

Figura 13 – Respostas às Questões 3 e 5 do questionário aplicado na moradia estudantil Velho.

Pode-se notar que a maioria dos estudantes não têm se preocupado, ou não estão cientes destas ações para reduzir o consumo de energia elétrica no uso dos refrigeradores. Desta forma o Manual do bom uso da energia elétrica seria uma excelente ferramenta para conscientiza-los e coloca-los a par de medidas simples, tornando o uso da energia elétrica mais eficiente.

Em contrapartida, na Figura 14, pode-se visualizar as respostas das questões 02 e 07, o que nos leva a crer que muitos alunos então cientes de alguns hábitos para a economia da energia.

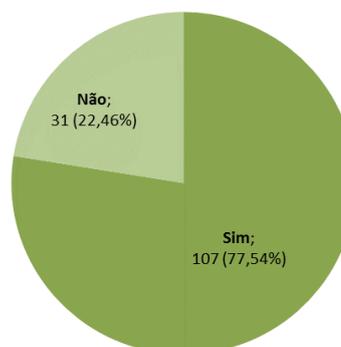
Questão 2: Você coloca alimentos quentes na geladeira ou espera esses esfriarem?**Questão 7: Você tenta abrir a geladeira poucas vezes quando vai guardar ou retirar os alimentos?**

Figura 14 – Respostas às Questões 2 e 7 do questionário aplicado na moradia estudantil Velho.

O que é interessante ressaltar é que mesmo os hábitos dos alunos oscilando entre bons e ruins, o consumo médio total do refrigerador se manteve alto.

Se tratando em consumo de energia elétrica, pode-se observar através da Tabela 6 quais são os eletrodomésticos presentes nas moradias estudantis que são os maiores consumidores de energia elétrica por mês. Esse consumo foi avaliado baseando se em uma estimativa de consumo médio mensal de eletrodomésticos de acordo com um uso hipotético feita pelo Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética (Procel Info) [31].

Tabela 6 - Consumo médio mensal de alguns eletrodomésticos dado pelo Procel. [31]

Aparelhos Elétricos	Dias Estimados Uso/Mês	Média Utilização/Dia	Consumo Médio Mensal (kWh)
Churrasqueira elétrica	5	4 h	76,00
Forno elétrico	30	1 h	15,00
Forno micro-ondas - 25L	30	20 min	13,98
Grill	10	30 min	3,20
Notebook	30	8 h	4,80
Prancha (chapinha)	20	30 min	0,33
Sandueira	30	10 min	3,35
Secador de cabelo	30	10 min	5,21
Secadora de roupa	8	1 h	14,92
Tanquinho	12	1 h	0,84
TV - 14" (tubo)	30	5 h	6,30
TV - 29" (tubo)	30	5 h	15,15
TV - 32" (LCD)	30	5 h	14,25
TV - 40" (LED)	30	5 h	12,45
TV - 42" (LED)	30	5 h	30,45
Ventilador de mesa	30	8 h	17,28
Ventilador de teto	30	8 h	17,52

Dentre esses eletrodomésticos, os maiores consumidores são a churrasqueira elétrica, com o consumo de 76 kWh/mês, seguido da televisão de 42 polegadas com um consumo de

30, 5 kWh/mês. Porém, se tratando de moradias estudantis para alunos de baixa renda, a grande maioria das TVs encontradas foram de tubo e de 29 polegadas. Sendo assim o segundo maior consumidor passar a ser o ventilador de mesa consumindo 17,28 kWh/mês. Por fim o forno elétrico, micro-ondas e as TVs (29 polegadas) de tubo são os outros eletrodomésticos de maior impacto com um consumo, em torno de 15 kWh/mês cada um destes equipamentos.

O consumo elétrico dos refrigeradores das moradias estudantis não foi analisado utilizando uma tabela, como foi feito para os outros eletrodomésticos. Foram feitas medições e cálculos para 95% dos refrigeradores presentes na moradia estudantil Velho. Observou-se que o consumo médio total destes refrigeradores foi 33,65 kWh/mês.

Ao analisar o consumo mensal dos refrigeradores da moradia estudantil Velho tem-se que os refrigeradores novos consomem mensalmente quase 37% a menos que os refrigeradores encontrados neste prédio. Na Figura 15 pode visualizar o consumo mensal total dos refrigeradores da moradia estudantil Velho e a comparação feita com o outro novo equivalente com selo Procel categoria A que foi sugerido.

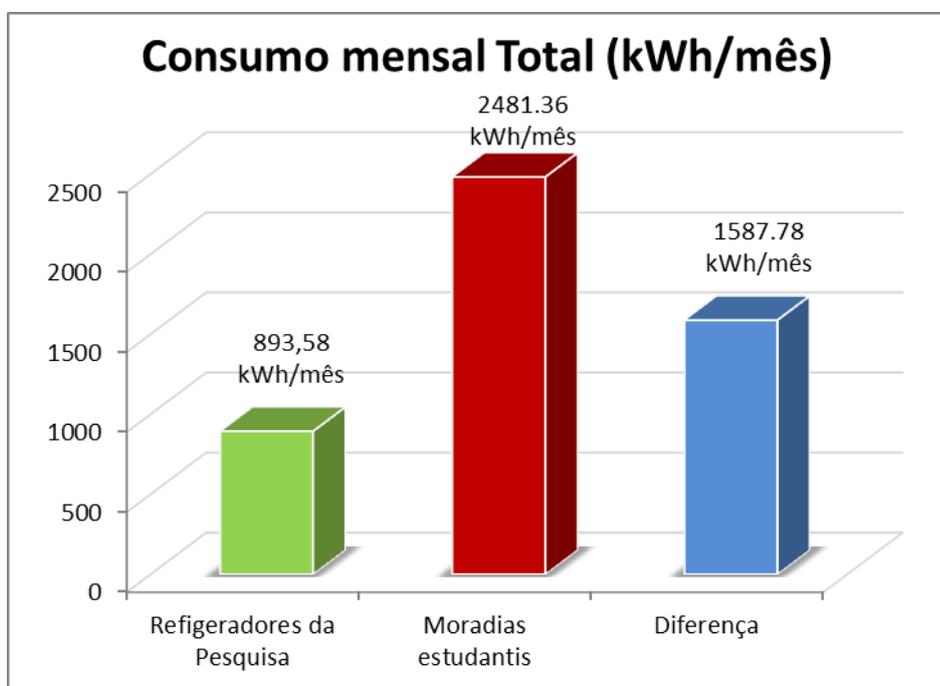


Figura 15 - Comparativo do consumo mensal, em (kWh), de refrigeradores novos e velhos.

Além disso, se somente os refrigeradores da moradia velha fossem substituídos a universidade economizaria R\$ 583,01 por mês, caso todos os refrigeradores de todas as

moradias fossem substituídos esse valor aumentaria para R\$ 3360,01 por mês. Em um ano seria economizado aproximadamente R\$ 40.320,00, já atualizando os dados levantados em (AMARAL, 2015). A Figura 16 mostra essa comparação de custo.

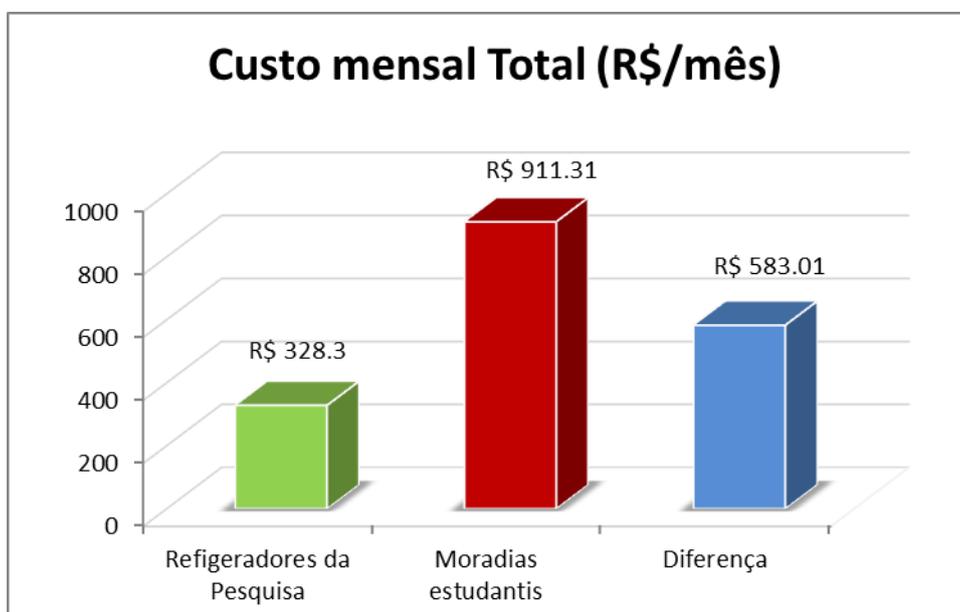


Figura 16 - Comparativo do custo mensal, em (R\$), de refrigeradores novos e velhos.

Ao analisar a relevância destes resultados frente ao consumo e ao custo total da energia elétrica da UFV, observa-se que o consumo seria reduzido em média cerca de 1,62 %, por mês, do total. Já, analisando-se o custo, ao final de um ano a universidade economizaria cerca de 5 % do valor total que paga pela energia elétrica.

Além da economia financeira tal medida acarretará em benefícios tanto sociais quanto ambientais, já tornando viável e de extrema importância a substituição dos refrigeradores obsoletos.

Pôde se observar que existiram consumos bem acima da média em alguns casos nas medições. Estes casos foram listados na Tabela 7.

Tabela 7 - Amplitude máxima dos valores medidos do consumo médio mensal na moradia estudantil Velho.

Refrigeradores com alto consumo médio mensal									
Moradia Estudantil	Apartamento	Marca	Volume (l)	Tipo	Estado	Tensão (V)	Consumo (KWh)	Tempo	Consumo (KWh)/mês
Velho	1421	Consul	280	Comum	Antiga	124	2.35	24h	70.5
	922	Brastemp	384	Duplex	Antiga	124	2.15	24h	64.5
	1222	Brastemp	450	Duplex	Antiga	126	3.85	24h	115.5
	1113	Electrolux	280	Comum	Antiga	127	1.67	24h	50.1
	1323	Consul	280	Comum	Antiga	124	1.97	24h	59.1

Como pode-se observar, os refrigeradores duplex possuem uma tendência a consumir mais do que os comuns, isso devido ao ser maior volume. Mas o refrigerador do apartamento 1222 teve destaque no grupo dos maiores consumidores, tal fato é explicado devido a estado da borracha de vedação deste refrigerador que não está em bom estado. Este é um dos maiores motivos para reduzir a eficiência energética de um refrigerador. Na Figura 17, é possível notar alguns métodos que os moradores utilizam para solucionar esse problema. Houve casos em que os moradores colocaram uma cadeira para escorar a porta do refrigerador, não sendo o suficiente, colocaram um vaso de planta sobre a cadeira. Evidente que esta é uma forma muito errônea para se solucionar este problema. Para uma pequena melhoria na eficiência, poder-se-ia realizar a troca da borracha de vedação. Mas o ideal mesmo é a substituição dos refrigeradores muito antigos por novos.

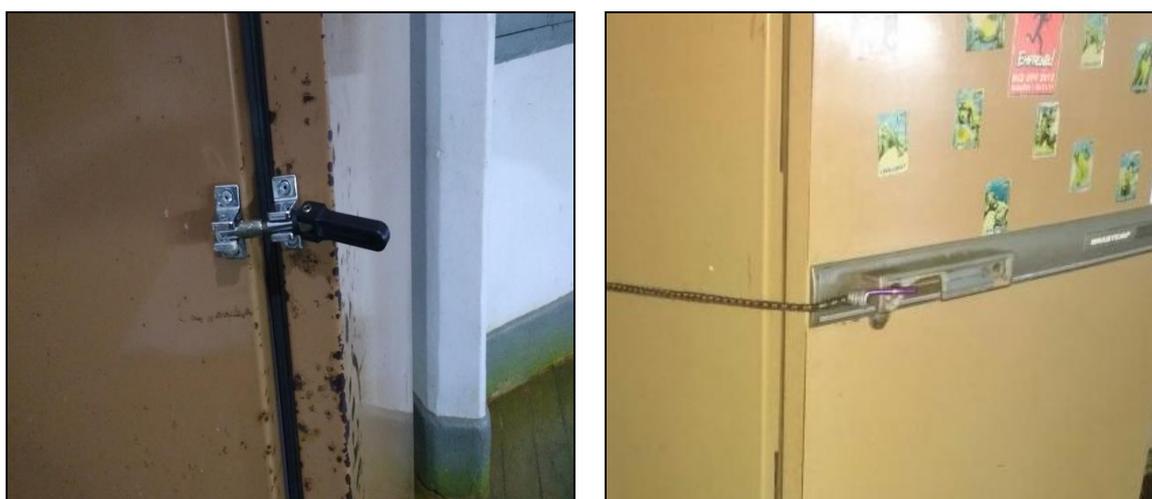


Figura 17 – Métodos para solucionar problemas com a borracha de vedação dos refrigeradores na moradia estudantil Velho.

Através dos gráficos das Figuras 13 e 14, têm-se que os refrigeradores estão presentes em todos os apartamentos das moradias estudantis e comparando a Tabela 2 e 3, percebe-se que são os responsáveis pelo maior consumo desses prédios.

Como já era esperado o refrigerador ser o maior consumidor de energia elétrica o trabalho, se propôs a comprovar que estes equipamentos novos possuem o consumo bem mais reduzido que os antigos.

No Apêndice B tem-se a lista de todos os refrigeradores de maior consumo de todas as moradias estudantis. Essa lista busca facilitar para a administração da universidade a troca dos refrigeradores com maior consumo.

Então essa proposta se tornou a hipótese alternativa do teste de variância a ser realizado. Para isso realizou o teste *t Student* para pequenas amostras. Para decidirmos entre rejeitar ou não rejeitar H_0 , que é contrária a hipótese alternativa, ou seja, o consumo médio dos refrigeradores velhos é igual ao dos refrigeradores novos, deve-se comparar o valor de $t_{\text{calculado}}$ com o valor de t_{tabelado} obtido. Esses valores podem ser visualizados na Tabela 08.

Tabela 8 - Resultados do Teste *t* de Student com 5% nível de significância e com 3 graus de liberdade.

Teste t Student	
t calculado	25.28
t tabelado	2.35
significância 5% (n-1)	4 amostras

Como foi dito na seção 2.3.1, para rejeitar a hipótese H_0 o valor do $t_{\text{calculado}}$ deve ser maior ou igual ao valor de t_{tabelado} . Desta forma rejeita-se H_0 , pois 25.28 é maior que 2.35. Pode-se dizer então, que as médias estimadas da amostra de refrigeradores dos apartamentos da moradia estudantil Velho representa a população global dos refrigeradores de todas as moradias estudantis. Sendo assim os cálculos realizados em (AMARAL, 2015) e neste presente trabalho podem ser considerados corretos e comprovados de forma científica.

4 *Conclusões*

As medidas de eficiência energética, grande parte das vezes, são economicamente viáveis, ou seja, o custo de sua implantação é menor do que o custo de produzir ou adquirir a energia, cujo consumo é evitado.

Com isso a confecção do Manual do Bom Uso da Energia Elétrica se propõe a contribuir para a reeducação dos moradores frente a esses hábitos de utilização dos eletrodomésticos. Podendo estender esse aprendizado à suas cidades de origem, aumento ainda mais a eficiência do sistema elétrico brasileiro.

Notou-se que os hábitos dos alunos que reside na moradia estudantil Velho, em relação à utilização dos refrigeradores são inconstantes. Em alguns aspectos, como evitar abrir a porta da geladeira desnecessariamente e não colocar alimentos quentes dentro da geladeira, os alunos são eficientes e conscientes. Porém, se tratando de descongelar o congelador e não secar roupas no trocador de calor da geladeira, eles se mostram indiferentes e omissos ao bom uso da energia elétrica e aos recursos ambientes de uma forma indireta.

Acreditando nas medidas de eficiência energética, este trabalho estudou e avaliou a eficiência energética das moradias estudantis no que se refere a utilização dos eletrodomésticos, em especial os refrigeradores. Pode-se concluir que a universidade precisa tomar medidas para se substituir os refrigeradores antigos presentes nas moradias estudantis. De acordo com os resultados obtidos neste trabalho conclui-se que refrigeradores velhos e em mau estado de funcionamento consomem mensalmente quase 37% mais energia elétrica que os novos, uma vez que estes possuam o Selo A Procel.

É importante reafirmar que dentre todos os eletrodomésticos presentes nos apartamentos das moradias estudantis analisadas, o refrigerador é o possui maior consumo de energia elétrica. Outra solução, além das citadas em (AMARAL, 2015) é a inscrição da UFV no Programa Eficiência Prédios Públicos. Tal programa avalia projetos de eficiência energética em prédios públicos e busca recursos junto ao Reserva Global de Reversão – RGR, para executa-los.

Foi comprovado também que os resultados obtidos em (AMARAL, 2015) estão corretos. Ou seja, ao investir na eficiência energética dos refrigeradores das moradias estudantis, a universidade estará economizando recursos econômicos e naturais, que em

tempos atuais estão tão escassos. Será economizado por mês em todas as moradias estudantis cerca de 94.000 kWh, cerca de R\$ 3.360, 00 ao mês, o que pode acarretar anualmente uma economia de cerca de 40.320, 00. Tais valores representam aproximadamente 5,0 % da Energia Elétrica total da UFV, pode aparentar pouco, porém já é um grande avanço em tempos de crise econômica, além de contribuir para a qualidade de vida dos moradores com novos equipamentos e também com o meio ambiente.

As pesquisas realizadas no decorrer deste trabalho, permitiu-se ainda listar grandes necessidades da eficiência dos prédios analisados. Há certos refrigeradores que consomem quase seis (06) vezes mais que o modelo proposto em (AMARAL, 2015). A moradia estudantil Velho também possui problemas com a rede elétrica. Muitos alunos reclamaram que o sistema quase nunca resiste à demanda dos moradores, ocorrendo constantes desarmes de disjuntores.

Para trabalhos futuros, como mencionado anteriormente, seria interessante realizar uma análise de cada moradia estudantil como prédio público eficiente, realizando uma análise mais global do consumo, fazendo também uma média de consumo per capita. Além disso, fazer medições também, quando possível, do consumo de todo o prédio com o analisador de qualidade de energia disponível no Departamento de Engenharia Elétrica.

Referências Bibliográficas

- [01] ELÉTROBRAS. Importância da Energia Elétrica (2010). Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/natrilhadaenergia/main.asp>>. Acesso em 26 de novembro 2016.
- [02] ROMÉRO, M. A.; REIS, L. B, “ Eficiência energética em edifícios”, 1 ed. São Paulo, Manoel, 2012. Série sustentabilidade/ coordenador Arlindo Philippi Jr, p.5. 13.
- [03] ELÉTROBRAS. PROCELINFO (2015/2014) Resultados Procel 2015 ano base 2014
- [04] IDEC. Levantamento de consumo dos eletrodomésticos (Fevereiro 2013). Disponível em: <<http://www.idec.org.br/o-idec/sala-de-imprensa/release/idec-da-dicas-de-como-economizar-na-conta-de-luz>>. Acesso em 25 de novembro 2016.
- [05] LEITE, A.A.; BAJAY, S.V.; “Impactos de possíveis novos programas de eficiência energética nas projeções da demanda energética nacional”, Revista Brasileira de Energia, v. 13 n° 2, paper n° 2, p. 21-34, 2007. J. M.
- [06] Revista Eficien – Eficiência Energética – Disponível <<http://www.eficien.com.br>>. Acesso em 25 de novembro de 2016.
- [07] Haddad, J. et al.; “Eficiência energética: Integrando Usos e Reduzindo Desperdícios”, ANEEL; ANP; MCT e PNUD, Editora Designum; Rio de Janeiro, 1ª Edição, - RJ, 1999.
- [08] HADDAD, Jamil. Eficiência e conservação de energia. Dossiê Energia Positiva para o Brasil. Disponível em: <www.greenpeace.org.br>. Acesso em 25 de novembro 2016
- [09] Revista Tecnologia e Sociedade - 1ª Edição, 2011 ISSN (versão online): 1984-3526
- [10] FERNANDO PIMENTEL, O Fim da Era do Petróleo e a Mudança do Paradigma Energético Mundial: Perspectivas e Desafios para a Atuação Diplomática Brasileira - Disponível em: <<http://funag.gov.br/loja>> Acesso em 25 de novembro 2016.
- [11] Nota Técnica DEA 26/14. Avaliação da eficiência energética e geração distribuída para os próximos 10 anos (2014-2023).
- [12] Projetos de Cooperação Técnica Internacional - Disponível em <<https://www.eletronbras.com/>>. Acesso em 25 de novembro 2016.
- [13] Relatório de Sustentabilidade do Sistema Eletrobras 2009: Disponível em <<https://www.eletronbras.com>>. Acesso em 26 de novembro 2016.

Referências Bibliográficas

- [14] [Revista – Mobilização/Sensibilização; Módulo – Eficiência Energética de Fevereiro 2012-]
- [15] Revista Resultados do Procel 2011 Ano base 2010
- [16] BRASIL. Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e da outras providências. Lex: Legislação Federal, Brasília, 17 de outubro de 2001; 180^o da Independência e 113^o da República.
- [17] GELLER, Howard S. *Revolução Energética: Políticas para um futuro sustentável*. Rio de Janeiro: USAID, 2003.
- [18] MEIER, Alan. Refrigerator energy use in the laboratory and in the field. *Energy and Buildings*, v. 22, 3^a edição, agosto de 1995.
- [19] CLASP. The Status of Energy Efficiency Labels and Standards. (September 2004). Disponível em: <<http://www.clasponline.org>>. Acesso em: de dezembro. 2016.
- [20] SALVADOR, E, NOGUEIRA L.A.H., D.SC. HADDAD, J. Título: Eficiência energética em refrigeradores, Novembro -2013.
- [21] CARDOSO, R . B., “*Avaliação da Economia de Energia atribuída ao Programa Selo PROCEL em Freezers e Refrigeradores*”, Universidade Federal de Itajubá, 2008, Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica de Energia), p. 19-23
- [22] WILLIAM.D. M. C, “Os efeitos da diversidade de tensões de distribuição no setor elétrico brasileiro. Estudo do caso do Refrigerador Doméstico Freezers e Refrigeradores”, Universidade Estadual de Campinas, 2008, Dissertação (Faculdade de engenharia elétrica Departamento de máquinas, componentes e sistemas inteligentes), p.01,22,56
- [23] PEREIRA,S.C;PIZZIOLO,T.A;CECON,P.R ; Título:Estudo do Consumo de Energia Elétrica de Eletrodomésticos Utilizando um Sistema de Aquisição de Dados. Junho, 2010.
- [24] BRASIL. Ministério de Minas e Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética, EPE, ”Plano Nacional de Energia 2030”, Brasília. 2007,p.52-53
- [25] INMETRO. Etiqueta Nacional de Conservação de Energia do Programa Brasileiro de Etiquetagem. (Dezembro 2005). Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/etiquetas.asp>>. Acesso em 26 novembro 2016.
- [26] MINISTÉRIO MINAS ENERGIA. PROCELinfo. Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética.Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp>>. Acessado em 26 de novembro 2016.

Referências Bibliográficas

- [27] Amaral V. D., Prates M.O.; Título : Análise do consumo de energia elétrica dos refrigeradores das moradias estudantis da UFV. Dezembro, 2015
- [28] MANUAL. Manual de Operação. Disponível em : <http://www.p3international.com/manuals/p4400_manual.pdf>. Acesso em 26 de novembro de 2015
- [29] Apostila de ELT 220 - Estatística Experimental, Universidade Federal de Viçosa, Segundo Semestre de 2010.
- [30] CEMIG. Companhia Energética de Minas Gerais 2011. “Manual de Gerenciamento de Energia”,p.10-12
- [31] Dicas de Economia de Energia-Equipamento. Disponível em <<http://www.procelinfo.com.br>> Acesso em 26 de novembro de 2016.

Apêndice A

Manual do bom uso da energia elétrica



Sugestões para usar melhor os eletrodomésticos sem desperdiçar energia elétrica e aumentar a vida útil destes equipamentos:

Geladeira

- ✓ Não coloque alimentos ainda quentes no interior da geladeira.
- ✓ Não forre as prateleiras da geladeira com plásticos ou vidros.
- ✓ Mantenha os alimentos longe das paredes.
- ✓ Use recipientes de vidro ou de cerâmica.
- ✓ Cubra líquidos e embrulhe alimentos.
- ✓ Geladeira vazia consome mais energia.
- ✓ Evite que a grade traseira fique encostada na parede e que acumule poeira nas serpentinas de resfriamento.
- ✓ Desligue a geladeira durante longas férias.
- ✓ Evite o abre e fecha desnecessário da porta.
 - Arrume os alimentos de forma a perder menos tempo encontrando-os e deixando espaços para a circulação de ar.
 - Quando for cozinhar, tente retirar todos os alimentos da geladeira de uma só vez, evitando a entrada de ar quente.
- ✓ Fique de olho na borracha de vedação.

DICA: Teste! Coloque uma nota ou papel sulfite entre a geladeira e a borracha e feche a porta. Agora tente tirar, se a folha deslizar facilmente, então a borracha precisa ser substituída.
- ✓ Deixe a geladeira trabalhar na temperatura ideal.
 - Por exemplo, no inverno diminua a temperatura dela.
- ✓ Na sua cozinha, escolha o melhor lugar para a geladeira.
 - Coloque-a em local ventilado.
 - Evite a proximidade do fogão, de aquecedores ou áreas expostas ao sol.
- ✓ Descongele o congelador.
 - Evite a formação de uma camada muito espessa de gelo.



- ✓ Use uma lâmpada eficiente.
- ✓ Evite mais de um aparelho.
 - Um equipamento de maior tamanho é mais eficiente do que dois menores.
- ✓ Evite os modelos de portas paralelas.



Chuveiro Elétrico

- ✓ Evite banhos quentes demorados.

DICAS: Controle seu tempo de banho. Um bom banho não necessita mais que dez minutos! Evite também fazer a barba ou escovar os dentes debaixo do chuveiro.
- ✓ Não mude a chave "verão/inverno" com o chuveiro ligado!
- ✓ Utilize a posição "inverno" somente nos dias frios. A chave na posição "verão" **gasta** até 40% menos energia.
- ✓ Não diminua, não emende, nem reaproveite resistências queimadas.
- ✓ Caso tenha costume de lavar o banheiro utilizando a água do chuveiro, mantenha a parte elétrica desligada.
- ✓ A fiação deve ser adequada, bem instalada e com boas conexões.
 - Fios derretidos, pequenos choques e cheiro de queimado são sinais de problemas que precisam ser corrigidos imediatamente!

Iluminação

- ✓ Apague sempre as luzes dos ambientes desocupados, salvo aquelas que contribuam para a segurança.
- ✓ Evite acender lâmpadas durante o dia.

DICAS: Abra bem as cortinas e persianas e use ao máximo a luz do sol!

Use cores claras nas paredes internas da sua residência as cores escuras exigem lâmpadas com maior potência (Watts) que consomem mais energia.
- ✓ Use iluminação dirigida (luminárias) para leitura e trabalhos manuais.
- ✓ Limpe regularmente luminárias, globos e arandelas para ter um bom nível de iluminação.
- ✓ Prefira lâmpadas fluorescentes ou fluorescentes compactas, pois iluminam melhor, consomem menos energia e duram até dez vezes mais do que as lâmpadas incandescentes.
 - Lâmpadas de LED são opções interessantes: consomem menos e podem durar até sete vezes mais!





Ferro elétrico e Sanduicheira

- ✓ Deixe o ferro desligado quando não estiver em uso, mesmo por intervalos curtos.
- ✓ No caso de ferro elétrico automático, use a temperatura de aquecimento indicada para cada tipo de tecido.
 - DICA: Inicie sempre pelas roupas que requerem temperaturas mais baixas!
- ✓ Ligar o ferro várias vezes ao dia desperdiça muita energia!
 - DICA: Espere acumular uma boa quantidade de roupas e passe de uma só vez!
- ✓ O funcionamento das sanduicheiras é similar ao do ferro elétrico e elas também consomem muita energia, então, assim como o ferro, o ideal é assar o máximo de sanduíches de uma só vez!
 - Quando possível opte por fazê-los no fogão, ele consome muito pouca energia!

Secador de cabelos, *Babyliss* e Chapinha

- ✓ O secador é um aparelho de alta potência, por isso evite ligá-lo juntamente com outros aparelhos também potentes como micro-ondas, ferro elétrico, chuveiro, forno elétrico e a churrasqueira elétrica.
- ✓ Seque bem os cabelos com a toalha antes de ligar o Secador!
 - DICA: Depois de ligá-lo, use-o para secar totalmente os cabelos e só então ligue a chapinha ou o Babyliss para finalizar o penteado!

Ventilador e ar-condicionado

- ✓ Utilize apenas um de cada vez e, sempre que possível, prefira o ventilador ao ar-condicionado. Os ventiladores consomem menos energia.
- ✓ Na hora da compra, dê preferência aos modelos que tenham o Selo Procel de Economia de Energia.
- ✓ Quando usar o ar-condicionado, mantenha as portas e janelas sempre fechadas.

Forno Micro-ondas

- ✓ Para obter o máximo de rendimento e impedir o superaquecimento, não obstrua a saída de ar do aparelho.
- ✓ Mantenha a superfície interna do forno sempre limpa a fim de permitir um cozimento mais eficiente.
- ✓ Retire os alimentos do freezer com antecedência, evitando o descongelamento apenas através do micro-ondas.
- ✓ Evite utilizar o forno micro-ondas para aquecer líquidos.



Máquina de lavar roupas e louças

- ✓ Utilize as máquinas de lavar roupas ou louças sempre na capacidade máxima.
- ✓ Utilize a quantidade adequada de sabão ou detergente, para não ter que repetir a operação de enxaguar.
- ✓ Mantenha o filtro sempre limpo.
- ✓ Retire e dobre, ou pendure, as roupas logo que a máquina parar, para evitar que se amassem, diminuindo a necessidade de passá-las com o ferro.



Televisor, Aparelho de som, Computador, entre outros

- ✓ Evite o hábito de dormir com aparelhos ligados.
- ✓ Não deixe aparelhos ligados sem necessidade.
 - Televisão, som ou computador? Mantenha ligado somente o que você está utilizando no momento!
 - Desligue os aparelhos da tomada e economize até 20%!

Aparelhos Elétricos	Dias Uso/Mês	Média Uso/Dia	Consumo Médio (kWh/mês)
Aparelho de som	20	3 h	6,60
Churrasqueira elétrica	5	4 h	76,00
Ferro elétrico automático a seco - 1050 W	12	1 h	2,40
Ferro elétrico automático a vapor - 1200 W	12	1 h	7,20
Forno elétrico	30	1 h	15,00
Forno micro-ondas - 25 l	30	20 min	13,98
Frigobar	30	24 h	18,90
Geladeira 1 porta	30	24 h	25,20
Grill	10	30 min	3,20
Notebook	30	8 h	4,80
Prancha (chapinha)	20	30 min	0,33
Sanduicheira	30	10 min	3,35
Secador de cabelo - 1000 W	30	10 min	5,21
TV em cores - 14" (tubo)	30	5 h	6,30
TV em cores - 29" (tubo)	30	5 h	15,15
Ventilador de mesa	30	8 h	17,28



Para esclarecimento de dúvidas ou mais informações favor procurar:
 Acervo da Universidade Federal de Viçosa
 Monografia e Seminário: Estudo da Eficiência Energética nas Moradias Estudantis da UFV.
 Autora: Patrícia Nogueira Vaz

Apêndice B

Refrigeradores com alto consumo médio mensal									
Moradia Estudantil	Apart.	Marca	Volume (l)	Tipo	Estado	Tensão (V)	Consumo (KWh)	Tempo	Consumo (KWh)/mês
Velho	1421	Consul	280	Comum	Antiga	124	2.35	24h	70.5
	922	Brastemp	384	Duplex	Antiga	124	2.15	24h	64.5
	1222	Brastemp	450	Duplex	Antiga	126	3.85	24h	115.5
	1113	Electrolux	280	Comum	Antiga	127	1.67	24h	50.1
	1323	Consul	280	Comum	Antiga	124	1.97	24h	59.1
Pos e Posinho	Portaria Pos	Brastemp	410	Duplex	Antiga	124	3.45	24h	103.5
	1511	Consul	340	Comum	Antiga	129.8	2.72	24h	81.6
	1522	Brastemp	340	Duplex	Antiga	128.5	3.65	24h	109.5
	1532	Brastemp	230	Duplex	Antiga	128.3	3.12	24h	93.6
	1712	Brastemp	440	Duplex	Antiga	126.3	3.88	24h	116.4
	1722	Consul	340	Comum	Antiga	127.4	3.83	24h	114.9
	1731	Phillips Especial	-	Comum	Antiga	127	3.29	24h	98.7
	1811	Brastemp	320	Duplex	Antiga	126.3	3.93	24h	117.9
	1831	CCE	310	Comum	Antiga	126.2	3.75	24h	112.5
	1832	Brastemp	-	Duplex	Antiga	127.7	4.82	24h	144.6
	1832	Brastemp	-	Duplex	Antiga	127.7	3.11	24h	93.3
	1912	-	410	duplex	Antiga	128	3.72	24h	111.6
	1921	Brastemp	410	Duplex	Antiga	127.2	4.73	24h	141.9
	1922	Brastemp	-	Duplex	Antiga	125.2	4.87	24h	146.1
	1931	-	410	Duplex	Antiga	126.7	3.82	24h	114.6
	2031	White Westinghouse	410	Duplex	Antiga	126.3	3.26	24h	97.8
	2111	Electrolux	280	Comum	Antiga	124.1	2.57	24h	77.1
	2111	Consul	230	Comum	Antiga	119.7	1.63	24h	48.9

	2112	Brastemp	410	Duplex	Antiga	124.1	4.51	24h	135.3
	2122	Consul	-	Comum	Antiga	124.8	2.13	24h	63.9
	2122	Brastemp	-	Comum	Antiga	124	1.79	24h	53.7
	2212	Brastemp	440	Duplex	Antiga	126.4	3.8	24h	114
	2221	Consul	230	Comum	Antiga	129.3	1.96	24h	58.8
	2221	-	-	Comum	Antiga	123.5	2.39	24h	71.7
	2312	Consul	-	Duplex	Antiga	120.5	2.97	24h	89.1
	2322	Electrolux	440	Duplex	Antiga	119.1	3.45	24h	103.5
	2331	Brastemp	440	Duplex	Antiga	127.1	3.36	24h	100.8
Novo	532	White - Westinhouse	-	Comum	Antiga	126.6	3.25	24h	97.5
	712	General electric	330	Comum	Antiga	124.7	3.17	24h	95.1
	733	Consul	410	Comum	Antiga		3.87	24h	116.1
	812	Brastemp	410	Comum	Antiga	126.3	3.91	24h	117.3
	813	Consul	410	Comum	Antiga	127.9	3.43	24h	102.9
Feminino	109	Brastemp	410	duplex	Antiga	126.6	3.73	24h	111.9
	217	Consul	410	duplex	Antiga	125.8	3.61	24h	108.3
	306	General motors	410	duplex	Antiga	127.3	3.95	24h	118.5