



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA

RALF MAJEVSKI SANTOS

**ESTUDO DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA
DO CONSUMIDOR RESIDENCIAL POR USO FINAL**

SÃO MATEUS – ES
2016

RALF MAJEVSKI SANTOS

**ESTUDO DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA
DO CONSUMIDOR RESIDENCIAL POR USO FINAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Energia do Centro Universitário Norte do Espírito Santo, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Energia, na área de eficiência energética.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Gisele de Lorena Diniz Chaves

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Marielce de Cássia Ribeiro Tosta

SÃO MATEUS – ESPÍRITO SANTO
2016

RALF MAJEVSKI SANTOS

**ESTUDO DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA
DO CONSUMIDOR RESIDENCIAL POR USO FINAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia do Centro Universitário Norte do Espírito Santo da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Energia na área de concentração Eficiência Energética.

Aprovada em de de 2016.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dra^a. Gisele de Lorena Diniz Chaves
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

Prof. Dr. Wanderley Cardoso Celeste
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof^a. Dr^a. Marielce de Cássia Ribeiro Tosta
Universidade Federal do Espírito Santo
Co-orientadora

Prof. Dr. Helder Roberto de Oliveira Rocha
Universidade Federal do Espírito Santo

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelos incentivos concedidos ao longo desta jornada, impulsionando o meu amadurecimento pessoal e profissional.

A minha família, principalmente ao meu pai, Sérgio dos Santos, a minha mãe, Maria Lúcia e a minha esposa Maria Júlia, por compreender minha ausência durante este período de estudo.

Às professoras Marielce Tosta e Gisele Chaves pelo empenho, dedicação e carinho quanto à orientação. Especialmente pela paciência para com as correções dos meus textos. Como professor sei da enorme responsabilidade que as referidas professoras possuem com a sociedade e fico muito feliz por ter sido orientado por ambas.

Aos meus amigos da Coordenadoria em Automação Industrial do Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes campus Linhares pelo apoio durante este processo de formação acadêmica.

Aos amigos Ricardo Santos, Osmar Pianca, Carlos Jones e Max Filipe pela dedicação em me motivar e por todas as contribuições acadêmicas durante esta jornada. Foi muito difícil conciliar minha jornada de trabalho no Instituto Federal com todas as responsabilidades para com o PPGE.

À Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional.

Aos servidores, principalmente, os professores do Programa de Pós-Graduação em Energia – UFES. Em especial ao professor Wanderley Cardoso pelo excelente trabalho desenvolvido nas disciplinas que trabalhamos juntos.

Aos membros da banca de qualificação pelas contribuições para com o desenvolvimento deste trabalho e amadurecimento científico pessoal deste aluno.

RESUMO

A energia elétrica é uma dos principais fatores do surgimento da sociedade moderna, e prova disso é que o consumo de desta energia pode ser utilizado como um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de qualquer sociedade. Neste viés, o estudo da demanda de energia elétrica por intermédio do método de usos finais desagregados por tipo de equipamento consumidor de energia elétrica ganha espaço na área acadêmica, fomentando a análise da demanda de energia elétrica por tipo de equipamento eletroeletrônico dos consumidores residenciais. Este trabalho se propõe por intermédio do método de uso final identificar as características de posse e hábitos de utilização dos equipamentos eletroeletrônicos residências e pelo método de regressão linear múltipla, pautado na ferramenta matemática de Mínimos Quadrados Ordinários – MQO apontar quais os equipamentos que mais influenciam o consumo de energia elétrica global no ponto de vista do consumidor residencial do bairro Colina de Laranjeiras situado no município da Serra no estado do Espírito Santo. Para realizar esta atividade foi elaborado um questionário de levantamento de dados com o intuito de se obter informações acerca das características de consumo, posse e hábitos dos consumidores residenciais. Os dados foram trabalhados por meio do pacote estatístico *Stata*. Os resultados obtidos deste estudo apontam, na perspectiva do consumidor residencial, que o chuveiro elétrico ainda é o equipamento que apresenta maior participação no consumo de energia elétrica no setor, seguido pelo refrigerador, televisor e iluminação. É importante salientar que na população pesquisada, 403 entrevistas realizadas, foram encontradas 0,79 unidade de lâmpada incandescente (Halógena), equipamento constituído de filamento resistivo, por unidade residencial. O chuveiro elétrico apresenta participação de 38% de todo o consumo de energia elétrica e como a lâmpada incandescente, também é constituído por um filamento resistivo. Nesta perspectiva, percebe-se neste estudo o aperfeiçoamento tecnológico do equipamento lâmpada, proporcionando uma maior eficiência energética para o respectivo setor residencial. Entretanto, ao analisar a característica elétrica do equipamento chuveiro elétrico conclui-se que este aperfeiçoamento tecnológico não ocorreu na mesma intensidade quando comparado com a lâmpada.

Palavras-chave: Regressão Linear Múltipla, Eficiência Energética Residencial, Método de Uso Final.

ABSTRACT

Electricity is one of the main elements the advent of modern society, and proof is the consumption of this energy can be used as a leading indicator of economic development and quality of life of any society. Research of demand of electric power through the end-uses of method by type of consumer equipment is gaining ground in the academic area. This study is proposed by means of the end-use method to identify the ownership characteristics and usage habits of electronic equipment residences and the multiple linear regression method guided by the mathematical tool of Ordinary Least Squares - OLS point which equipment that influence consumption of global electricity in the residential consumer's view of Colinas Laranjeiras district situated the city of Serra in the state of Espirito. To do this activity was an elaborate data survey questionnaire in order to get information about consumption characteristics, possession and habits of residential consumers. We arrived at using the Stata. Results obtained of this study indicate in the residential consumer perspective, that the electric shower is still the equipment that has the highest participation in consumption of electricity in the sector, followed by the refrigerator, television and lighting. It is important to highlight that the population studied, 403 interviews were found 0.79 unit incandescent lamp (Halogen), equipment made of resistive filament, per residential unit. The electric shower has a 38% of all consumption of electricity as well as the incandescent lamp, also consists of a resistive filament In this perspective, we can see in the present study the technological improvement lamp equipment, providing increased energy efficiency for its residential sector. However, when analyzing the electrical characteristic of electric shower equipment it is concluded that this technological improvement did not occur at the same intensity in comparison with the lamp.

Keywords: Multiple Linear Regression, Residential Energy Efficiency, End Use Method.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama básico de interações no setor residencial	28
Figura 2 - Delimitação do bairro Colina de Laranjeiras.....	57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.- Consumo de energia elétrica do Espírito Santo e do Brasil no ano-base 2014	16
Gráfico 2– Evolução da oferta de geração de energia elétrica	17
Gráfico 3 – Distribuição socioeconômica da região Sudeste e do Brasil.....	49
Gráfico 4 – Posse média e uso de lâmpadas nos domicílios da região Sudeste.....	51
Gráfico 5– Posse média de condicionador de ar no Brasil e suas regiões	52
Gráfico 6– Posse média dos refrigeradores no Brasil e suas regiões	52
Gráfico 7– Posse média de freezers no Brasil e suas regiões.....	53
Gráfico 8 – Posse média de televisores no Brasil e suas regiões	54
Gráfico 9 – Fonte utilizada para aquecimento de água para banho	54
Gráfico 10 – Posse média de chuveiro elétrico	55
Gráfico 11 – Posse média de outros equipamentos.....	56
Gráfico 12 – Comparação entre a posse média de equipamentos do bairro Colina de Laranjeiras (2015) e a região Sudeste do Brasil (2005).....	71
Gráfico 13 – Participação dos eletrodomésticos no consumo residencial bairro Colina de Laranjeiras.....	73
Gráfico 14 – Participação dos eletrodomésticos no consumo residencial na região Sudeste ..	74
Gráfico 15 – Participação do tipo de lâmpada na iluminação e o seu consumo de energia elétrica.....	75
Gráfico 16 – Distribuição de energia elétrica por tipo de cômodo – iluminação.....	76
Gráfico 17 – Quantitativo de ar-condicionado por marca e sua participação de energia elétrica	78
Gráfico 18 – Quantitativo de refrigerador por marca e sua participação de energia elétrica... 79	
Gráfico 19 – Quantitativo de freezer por marca e sua participação de energia elétrica.....	80
Gráfico 20 – Quantitativo de televisor por marca e sua participação de energia elétrica	81
Gráfico 21 – Quantitativo de chuveiro por marca e sua participação de energia elétrica.....	82
Gráfico 22 – Quantitativo de micro-ondas por marca e sua participação de energia elétrica..	83
Gráfico 23 – Quantitativo de ferro por marca e sua participação de energia elétrica	84
Gráfico 24 – Quantitativo de outros por tipo de equipamento e sua participação de energia elétrica	85
Gráfico 25 – Distribuição das classes: dados econômicos	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Modelos de demanda de energia elétrica	32
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Regras de decisão para o teste t de significância.....	46
Tabela 2 – Amplitude amostral	58
Tabela 3 – Levantamento de dados das lâmpadas.....	63
Tabela 4 – Levantamento de dados do ar-condicionado	64
Tabela 5 – Levantamento de dados do refrigerador	65
Tabela 6 – Levantamento de dados do freezer	66
Tabela 7 – Levantamento de dados da televisão	67
Tabela 8 – Levantamento de dados do chuveiro	67
Tabela 9 – Levantamento de dados do micro-ondas	68
Tabela 10 – Levantamento de dados do ferro de passar	69
Tabela 11 – Levantamento de dados de outros equipamentos	70
Tabela 12 – Tabela de estatística descritiva do bairro Colina de Laranjeiras	72
Tabela 13 – Tabela da regressão linear múltipla robusta	88
Tabela 14 – Matriz de correlação	91
Tabela 15 – Tabela da regressão linear múltipla – classe A	92
Tabela 16 – Tabela da regressão linear múltipla – classe B1.....	94
Tabela 17 – Tabela da regressão linear múltipla – classe B2.....	95
Tabela 18 – Tabela da regressão linear múltipla – classe C1.....	96

LISTA DE SIGLAS

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

LED - Diodo Emissor de Luz

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	20
2. REVISÃO DE LITERATURA	23
2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	23
2.1.1 Breve histórico da regulamentação da eficiência energética no Brasil.....	24
2.2 MODELOS DE DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA	27
2.3 DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA DESAGREGADA POR USO FINAL	33
2.4 MÉTODO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA.....	38
2.4.1 Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).....	40
2.4.2 Homoscedasticidade	41
2.4.3 Teste de <i>Breusch-Pagan</i>	42
2.4.4 Correção de <i>White</i>	43
2.4.5 Normalidade dos resíduos.....	44
2.4.6 Teste de <i>Shapiro-Wilk</i>	44
2.4.7 Multicolinearidade	45
2.5 TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DA REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA	45
2.5.1 Significância individual de um coeficiente parcial de regressão: Teste <i>t</i>	45
2.5.2 Teste de significância geral de uma regressão múltipla: Teste <i>F</i>	47
2.5.3 Nível de significância exato: o valor <i>p</i>	48
2.6 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS, POSSE E HÁBITOS DE UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS: REGIÃO SUDESTE.....	48
2.6.1 Características socioeconômicas.....	48
2.6.2 Posse e hábitos de utilização.....	50
3. METODOLOGIA	57
3.1 ÁREA DE ESTUDO	57
3.2 POPULAÇÃO, AMOSTRA E COLETA DE DADOS	58
3.3 UTILIZAÇÃO DA REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA	60
3.4 CONFIGURAÇÃO DA VARIÁVEL DEPENDENTE	62
3.4.1 Consumo de iluminação.....	62
3.4.2 Consumo de ar-condicionado	64
3.4.3 Consumo de refrigerador	65
3.4.4 Consumo de freezer	65
3.4.5 Consumo de televisão	66
3.4.6 Consumo de chuveiro	67
3.4.7 Consumo do micro-ondas	68
3.4.8 Consumo do ferro de passar.....	69

3.4.9 Consumo outros equipamentos	69
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	71
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE ANALISADA	71
4.1.1 Posse e hábitos de utilização por equipamento pesquisado	74
4.2 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE DE REGRESSÃO	86
4.2.1 O efeito dos fatores na variável dependente “CONS”	90
4.3 RESULTADOS DA ANÁLISE DE REGRESSÃO POR CLASSE SOCIAL	92
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
APÊNDICE A – Questionário de posse e hábitos de consumo	111
APÊNDICE B – Pressupostos da regressão linear	119
APÊNDICE C – Tabela de distribuição t	121
APÊNDICE D – Tabela de distribuição F	123

1. INTRODUÇÃO

Desde a Revolução Industrial, a competitividade entre os países e o desenvolvimento econômico mundial estão relacionados à utilização de energia, sendo que a “[...] maior oferta de energia estabelece condições para o crescimento econômico, que por sua vez, incorpora mais energia ao processo produtivo [...]” (COSTA e OLIVEIRA, 2004, p.837). Simas e Paccas (2013) ressaltam que a expansão das cidades leva ao aumento demográfico e este altera o consumo da sociedade, impulsionando um ciclo virtuoso de crescimento da economia e consumo de energia.

Segundo a ANEEL (2008, p. 39), o consumo de energia elétrica pode ser utilizado como um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de qualquer sociedade, uma vez que o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) é, por conceito, diretamente relacionado ao aumento das atividades dos setores industriais, comerciais e residenciais. Assim, quanto maior a capacidade da população de adquirir bens e serviços tecnologicamente mais avançados, maior será a demanda por infraestrutura correlacionada à energia, ou seja, maior será o consumo de energia.

Druckman e Jackson (2009) ressaltam que o aumento do nível socioeconômico do consumidor é fator importante na expansão do consumo de energia, uma vez que este eleva a melhoria no conforto e no lazer das pessoas. Ghisi *et. al.* (2007) complementam que a renda familiar está diretamente associada ao consumo de energia. Para Godoy (2006), a energia elétrica é um dos recursos mais confiáveis que a sociedade possui, sendo que o autor considera esta fonte energética de baixo custo e necessária para promover o desenvolvimento contínuo de uma região.

De acordo com dados da EPE (2015a), o Brasil apresentou crescimento de 14,4% no consumo de energia elétrica entre os anos de 2010 e 2014, com destaque para a região Sudeste com 51,1% do consumo total desta fonte energética. Já o estado do Espírito Santo obteve crescimento de 16,4% para o mesmo período analisado, acima da média nacional. Em 2014, os setores industriais e residenciais foram os responsáveis pelos maiores consumos.

No Brasil, o setor industrial apresentou o maior consumo energético, representando 38% do total e no Espírito Santo, o setor industrial apresentou 47% do consumo total, seguido

do setor residencial que apresentou o consumo de 22% de toda a energia elétrica consumida (Gráfico 1).

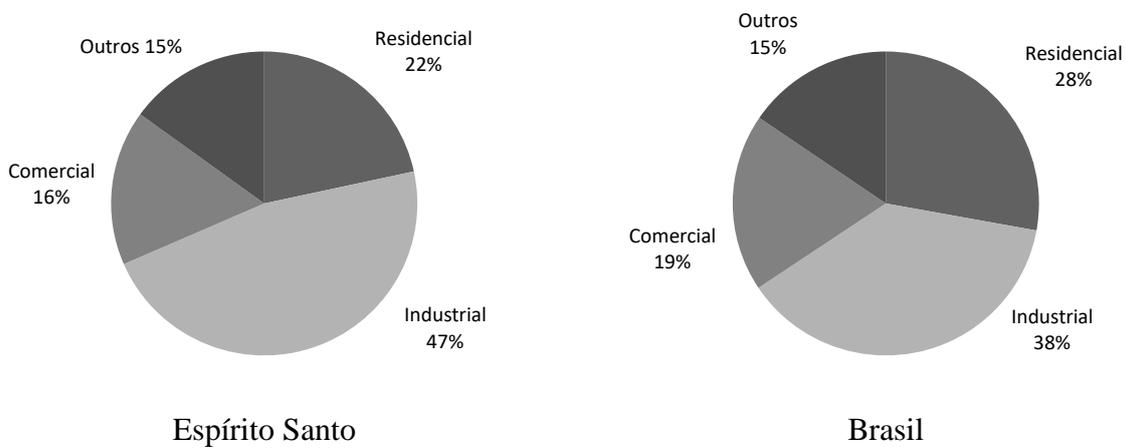


Gráfico 1.- Consumo de energia elétrica do Espírito Santo e do Brasil no ano-base 2014

Fonte: Adaptado de EPE, 2015a

Segundo a EPE (2012a), o crescimento do número de domicílios atendidos, devido ao fomento dos programas sociais para a energia elétrica e o aumento de renda da população foram os principais responsáveis pela alteração no consumo de energia elétrica no setor residencial. Cabe ressaltar que o aumento do consumo de energia elétrica possui relação direta com a expansão não somente do setor de geração, mas também de outros, tais como o de transmissão e de distribuição.

Desta forma, a ANEEL (2008) ressaltou que para atender este novo cenário de demanda seriam necessários elevados investimentos na pesquisa de novas fontes e construção de novas usinas, bem como a ampliação das capacidades de transmissão e de distribuição. Segundo previsões da Empresa de Pesquisa Energética brasileira - EPE (EPE, 2015b), o Brasil precisará expandir as fontes de geração de energia, saindo da oferta total de 132.878 MW em 2014 para 233.447 MW em 2024. Correspondendo a um aumento de 75,7% com o intuito de sanar a previsão de consumo projetado de 208 kWh/mês para o horizonte de 2024. Para isto será necessário diversificar a matriz energética nacional (Gráfico 2).

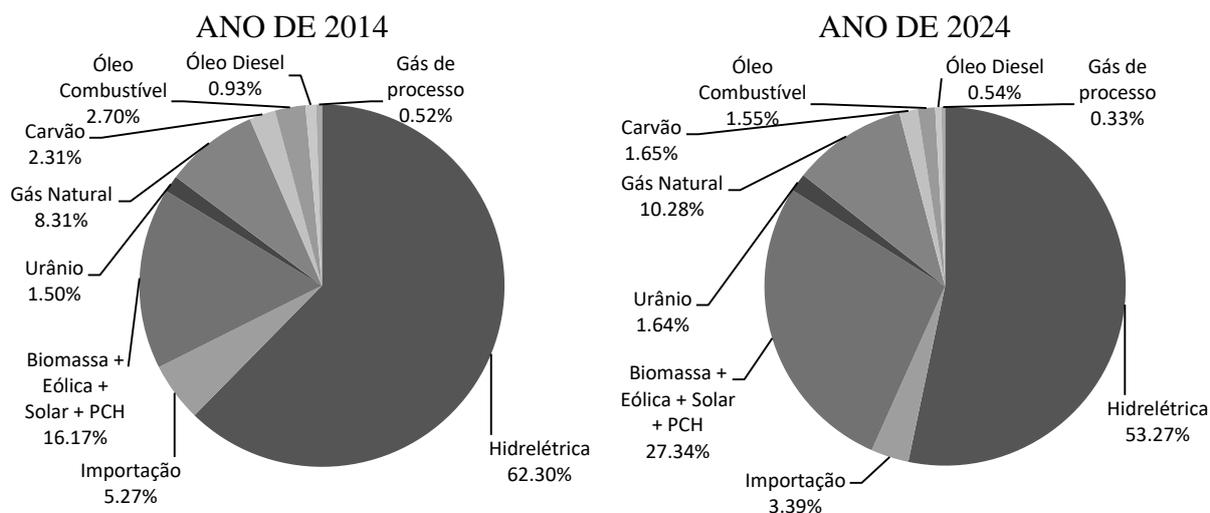


Gráfico 2– Evolução da oferta de geração de energia elétrica

Fonte: Adaptado do EPE, 2015b

Percebe-se, ao analisar o Gráfico 2, que algumas fontes renováveis ganharão maior participação na oferta de energia elétrica, tais como a “Biomassa + Eólica + Solar + PCH” que apresentaram participação de 16,7% para o ano de 2014 e projeção de participação de 27,34%, para o ano de 2024. Mesmo com a proposta de diversificar a matriz energética brasileira com novas fontes geradoras de energia elétrica ou até mesmo com o fomento de outras, a produção deste recurso energético ainda continuará a ser dominada pela geração hidráulica, responsável por 53,27% de toda oferta de energia elétrica gerada para o ano de 2024 (EPE, 2015b). Assim, percebe-se que ocorrerá o fomento tanto de novas fontes energéticas para a geração de energia elétrica, quanto para a expansão das atuais fontes energéticas e o Brasil continuará a desenvolver o setor elétrico com investimentos na expansão do parque instalado (TOLMASQUIM *et. al.*, 2007).

Segundo os dados da ANEEL (2009) e EPE (2015c), o custo marginal de expansão do parque instalado do setor elétrico é estimado em 154 R\$/MWh que, quando comparado com o custo médio para se conservar a energia elétrica de 79 R\$/MWh, evidencia que o fomento em políticas de conservação deste recurso energético poderá impulsionar o mercado com uma maior oferta desta fonte sem ocorrer nenhuma intervenção na estrutura do setor elétrico.

Assim sendo, ressalta-se que o uso racional de energia elétrica, por meio de políticas de eficiência energética, tende a proporcionar melhor relação de custo/benefício que o

aumento da oferta por meio da expansão da capacidade instalada, impulsionando uma economia de recurso. Estes fatos possibilitarão tanto ao governo quanto aos empresários direcionarem recursos financeiros para outras prioridades, tais como: projetos sociais, ambientais e de competitividade.

Neste sentido, considerando a complexidade e os gastos para a construção e expansão da oferta de energia elétrica, muitos países tem utilizado maneiras mais modernas para conter a expansão do consumo sem comprometer a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico e ainda estimulando o uso eficiente deste recurso energético, por meio de políticas de gerenciamento de demanda, ferramenta importante do planejamento energético (ANEEL, 2008).

Desta forma, tem-se que o planejamento energético é feito a fim de proporcionar a aquisição de energia ao menor custo ou, até mesmo, assegurar a continuidade do abastecimento com menores impactos sociais (TOLMASQUIM, 2012). Bajay (2013, p. 01) afirma que o planejamento energético:

[...] tem como objetivos auxiliar na formulação de políticas públicas, estabelecerem referências e diretrizes, indicativas ou normativas, de planejamento para os agentes que atuam, direta ou indiretamente, na indústria de energia, e propiciar balizadores para a mensuração de indicadores de eficiência e qualidade, pelos órgãos reguladores.

Segundo Saidel (2005), o planejamento energético pode ser definido como um conjunto de fundamentos, técnicas e ferramentas de ordenamento e conservação de energia, visando seu aproveitamento ótimo em base sustentável viabilizando estratégias e soluções de problemas sócios ambientais presentes e futuros, minimizando a ocorrência de conflitos, apoiando as atividades econômicas e conservando simultaneamente os ecossistemas envolvidos.

De acordo com o Plano Nacional e Eficiência Energética, a energia necessária para atender a demanda futura da sociedade poderá ser provida por intermédio de políticas de eficiência energética (MME, 2010) que, segundo a Eletrobras (2006), ocorre quando se consegue realizar uma atividade ou produzir um bem com quantidade de energia inferior ao que era usualmente consumido.

Nesta perspectiva, alguns países fomentam programas de eficiência energética com o intuito de promover a melhor utilização do recurso energético com base em estudos de demanda final. Nos Estados Unidos, desde a década de 70, vem sendo desenvolvido um modelo de certificação, *Residential Energy Consumption Survey* (RECS), a fim de desagregar o consumo total de combustível de modo a permitir que empresas comercializem créditos de energia limpa, na forma de *commodities* de energia. Este estudo está pautado em um questionário acerca dos hábitos de consumo, dados demográficos e de contas de energia elétrica dos respectivos consumidores (EIA, 2013).

Por intermédio de programas de eficiência energética, o Brasil poderá economizar o montante de 44 TWh ou 5,3% do consumo total de eletricidade projetado para o ano de 2024 (EPE, 2015b). E esse adicional de energia elétrica representa uma redução da geração deste recurso energético, correspondendo a uma potência instalada de 11,7 GW, equivalente a uma usina hidrelétrica do Xingó ou até mesmo da UHE Itaipú em sua parte brasileira.

Neste contexto da energia consumida, Fedrigo *et. al.* (2009) e Silva *et. al.* (2013) afirmam que no Brasil os principais fatores que influenciam o consumo de energia elétrica são: as diferenças climáticas do território nacional; a renda familiar e as rotinas de utilização dos equipamentos eletroeletrônicos residenciais. Segundo estes autores, os principais equipamentos residenciais responsáveis pelo consumo de energia são: o chuveiro elétrico seguido pelo refrigerador, televisão e iluminação. O manual de consumo sustentável ressalta que “segundo estimativas do setor elétrico, cada consumidor desperdiça em média 10% da energia fornecida, seja por hábitos adquiridos, seja pelo uso ineficiente de eletrodomésticos” (MMA, 2005, p. 105). Isso significa um volume significativo de energia elétrica gerada e desperdiçada.

De acordo com Ferreira (2006), deve-se considerar que o novo modelo do setor energético brasileiro exige que as distribuidoras possuam 100% da energia que irão distribuir, sendo esta contratada e prevista com margem de erro de no máximo 3%. Assim sendo, erros de dimensionamento poderão proporcionar aumentos dos custos devido à dicotomia existente entre a oferta e a demanda de energia elétrica (AZEVEDO *et. al.* 2005). Além disto, existe na legislação brasileira a obrigatoriedade das distribuidoras informarem anualmente “as previsões de seus mercados ou cargas para os cinco anos subsequentes” (BRASIL, 2004a).

A energia elétrica de uso final, desagregada por equipamento eletroeletrônico, demandada pelos consumidores residenciais é o que apresenta maior complexidade de se obter, ao se comparar com os outros setores. Dificuldade impulsionada pelo custo operacional de submedição direta do consumo de energia elétrica de cada equipamento residencial. Outro dado que apresenta grande dificuldade de ser obtido é o consumo global de energia elétrica, motivada pelo sigilo e privacidade dos dados dos clientes por parte da concessionária distribuidora (FUMO e BISWAS, 2015).

O estudo acerca do consumo de energia elétrica poderá fomentar o planejamento energético do respectivo setor, promovendo redução de custos tanto para as empresas e governo quanto para a sociedade. Neste sentido, ao se analisar o setor residencial, torna-se relevante estudar a demanda de energia elétrica por meio do seu uso final desagregado, que considera o número de domicílios, a posse média de equipamentos, o seu consumo específico (variações na potência) e os hábitos de uso dos equipamentos ao longo do tempo. Este levantamento permitirá relacionar o uso final de forma eficiente, a fim de impulsionar a redução dos custos da energia para o consumidor final.

Enfim, por desconhecer a existência de uma pesquisa específica de posse e hábitos de uso de energia elétrica no estado do Espírito Santo, conseqüentemente no bairro Colina de Laranjeiras, este trabalho busca fomentar o planejamento energético futuro deste respectivo bairro com o intuito de impulsionar além de novas pesquisas acadêmicas nesta temática para regiões que apresentem características correlatas, também poderá promover estudos por parte das empresas de distribuição de energia elétrica acerca do assunto.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi analisar a demanda de energia elétrica desagregada por uso final do consumidor residencial do bairro de Colina de Laranjeiras, do município de Serra, do estado do Espírito Santo.

Os objetivos específicos foram:

- Levantar e identificar dados do consumo de energia elétrica residencial do ponto de vista de posse e hábitos de uso de energia elétrica;
- Comparar os dados socioeconômicos obtidos com o levantamento dos dados deste estudo com os do Brasil e região Sudeste de acordo com o critério de classificação econômica Brasil (ABEP, 2015);e
- Identificar, por intermédio da regressão linear múltipla, quais as variáveis que mais impactam na demanda de energia elétrica no viés da amostra global e por classe social.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão tem o intuito de descrever acerca dos estudos desenvolvidos sobre a temática proposta. A seção está dividida em 06 partes, sendo a primeira referente à eficiência energética; a segunda aos modelos de demanda de energia elétrica; a terceira, por sua vez, trata da demanda de energia elétrica por uso final; a quarta descreve sobre a regressão linear múltipla seguida do teste de significância do modelo. Por fim, são apresentadas as características socioeconômicas, de posse e hábitos de utilização de equipamentos para a região Sudeste do Brasil.

2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A eficiência energética, segundo VICENTIN (2014, p.06) “consiste na relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização”. Assim, a promoção da eficiência energética abrange a otimização das transformações, do uso dos recursos energéticos, desde suas fontes primárias até seu aproveitamento. Adota-se como pressuposto básico a manutenção das condições de conforto, de segurança e de produtividade dos usuários, contribuindo para a melhoria da qualidade dos serviços de energia e para a mitigação dos impactos ambientais.

De acordo com Godoy (2006), existe uma dicotomia entre redução dos níveis de serviços e redução do consumo, sendo a primeira relacionada com a minimização do conforto do consumidor, representada pela redução do nível de iluminação ofertada ou, até mesmo, impossibilitando a demanda de determinada quantidade de energia elétrica. Entretanto, a redução do consumo, quando relacionada com a redução do desperdício da utilização de energia elétrica, pode ser considerada uma forma de eficiência energética. Assim o autor afirma que “[...] o consumo residencial de energia elétrica pode também ser afetado, diminuindo ou aumentando o uso de um dado equipamento de utilização ou uso final [...]”.

Para Bardelin (2004), o uso racional de energia elétrica trata da melhor utilização dos recursos e de técnicas de conservação de energia, que possam promover a substituição de

tecnologia em equipamentos de bens de consumo e serviços, tais como: máquinas elétricas, sistemas de refrigeração de ar-condicionado e iluminação. Nesta perspectiva, o fomento de programas de conscientização da utilização de energia elétrica poderá tanto reduzir os níveis de crescimento do consumo da respectiva fonte quanto reduzir a expansão do setor elétrico.

Segundo Godoy (2006), o consumo de energia elétrica residencial é um dos principais responsáveis pelo aumento da demanda de energia elétrica e, neste sentido, “[...] o conhecimento do consumo desagregado por uso final permite também avaliar o impacto de cada uso na obtenção de dada meta de racionamento”. É nesta perspectiva que a eficiência energética torna-se vetor de atendimento à demanda e, conseqüentemente, desempenha enorme participação no viés da competitividade da economia que, por ventura, contribui para a segurança energética do setor elétrico (EPE, 2012a).

2.1.1 Breve histórico da regulamentação da eficiência energética no Brasil

A eficiência energética brasileira está pautada em leis, decretos e resoluções. Em 1981, por meio da Portaria MIC/GM46 foi criado o Programa CONSERVE, visando à promoção da conservação de energia na indústria, ao desenvolvimento de produtos e processos energeticamente mais eficientes e ao estímulo à substituição de energéticos importados por fontes alternativas regionais ou nativas. O CONSERVE tinha por objetivo estimular a conservação e a substituição do óleo combustível consumido na indústria, especialmente na indústria siderúrgica, de papel e celulose e de cimento (MME, 2010).

Em 02 de abril de 1982, o Decreto Nº 87.079 aprovou as diretrizes para o Programa de Mobilização Energética – PME, conjunto de ações dirigidas à conservação de energia e à substituição de derivados de petróleo. O PME foi instituído com o objetivo de racionalizar a utilização da energia, obtendo a redução do consumo dos insumos energéticos e substituir progressivamente os derivados de petróleo por combustíveis alternativos nacionais (BRASIL, 1982).

Já em 1984, o Instituto Brasileiro de Metrologia, Normalização e Qualidade - Inmetro, implementou o Programa de Conservação de Energia Elétrica em Eletrodomésticos, tendo por objetivo promover a redução do consumo de energia em equipamentos como refrigeradores e

condicionadores de ar. Em 1992, este programa foi renomeado, sendo a partir de então denominado Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), tendo sido preservadas suas atribuições iniciais (BRASIL, 2001b e 2001c).

Seguidamente em 30 de dezembro de 1985, a Portaria Nº 1.877 dos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio Exterior institui o PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, com a finalidade promover a integração de ações de conservação de energia elétrica no país, dentro de uma visão abrangente e coordenada (BRASIL, 1985).

Em 26 de outubro do ano de 1990, o Decreto Nº 99.656, o Governo Federal cria a Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), onde obriga cada estabelecimento pertencente a órgão ou entidade da administração federal direta ou indireta que apresente consumo anual de energia elétrica superior a 600.000 kWh sinalizando uma tentativa de reduzir o desperdício de energia no setor Público (BRASIL, 1990).

Em 18 de julho de 1991, por Decreto Federal, foi instituído o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET). Neste instrumento foram revistas as competências do PROCEL, sendo, ambos os programas com finalidade de desenvolver e integrar ações que visem à racionalização do uso de energia (BRASIL, 1991).

Em 08 de dezembro de 1993, por Decreto Federal, foi criado o selo Verde de Eficiência Energética - Selo PROCEL, com o objetivo de identificar os equipamentos que apresentem níveis ótimos de eficiência energética (BRASIL, 1993).

Em 26 de dezembro de 1996 a Lei Nº 9.427 cria a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, cujo regulamento foi definido pelo Decreto Nº 2.335 de 06 de outubro de 1997. O Decreto estabelece as diretrizes da ANEEL, suas atribuições e estrutura básica (BRASIL, 1996).

Em 06 de agosto de 1997 é promulgada a Lei Nº 9.478, conhecida como a Lei do Petróleo, que dispõe sobre a Política Energética Nacional e cria a ANP. Esta Lei determina que um dos princípios e objetivos da Política Energética Nacional seja a política nacional para o aproveitamento racional das fontes de energia, visando proteger o meio ambiente e promover a conservação de energia. A referida lei também determina que a ANP seja

obrigada a fazer cumprir as boas práticas de conservação e uso racional do petróleo e do gás natural e observando a preservação do meio ambiente (BRASIL, 1997).

Em 24 de julho de 2000, é promulgada a Lei Nº 9.991, que dispõe sobre a realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica. (BRASIL, 2000b)

Em 17 de outubro de 2001, é promulgada a Lei Nº 10.295, também conhecida como Lei da Eficiência Energética. Esta lei dispõe sobre a política nacional de conservação e o uso racional da energia, visando à alocação eficiente dos recursos energéticos e também a preservação do meio ambiente. Por determinação da Lei de Eficiência Energética, o poder executivo é obrigado a estabelecer os níveis máximos de consumo de energia ou mínimo de eficiência energética de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no país, com base em indicadores técnicos pertencentes (BRASIL, 2001b).

O Decreto N.º 4059, de 19 de dezembro de 2001, regulamenta a Lei de Eficiência Energética, determinando os procedimentos para o estabelecimento dos indicadores e dos níveis de eficiência energética. O Decreto institui o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), sendo, que seu artigo 3º descreve a sua competência. Destacando-se (BRASIL, 2001c):

- Elaborar um plano de trabalho e um cronograma para implementar a aplicação da Lei de Eficiência Energética; e

- Elaborar regulamentação específica para cada tipo de aparelho e máquina consumidora de energia;

A eficiência energética no Brasil, é norteada pelos dois programas: CONPET e PROCEL. Sendo, o primeiro responsável pelo uso eficiente dos derivados do petróleo e do gás natural e o segundo responsável pelo uso eficiente de energia elétrica.

O programa PROCEL e o PBE coordenam um processo sistematizado e com regras preestabelecidas, com o intuito de qualificar os equipamentos eletroeletrônicos quanto ao seu uso eficiente de energia elétrica.

De acordo com Brasil (1973), o Inmetro promove a harmonização das relações de consumo, inovação e competitividade do país, por intermédio da manutenção da confiança tanto nas medições quanto na qualidade e nas características técnicas dos produtos. Neste sentido, segundo Brasil (2000a) o Decreto nº 3.370 de fevereiro de 2000, dentre todas as competências do Inmetro, destaca:

III - manter e conservar os padrões das unidades de medida, assim como implantar e manter a cadeia de rastreabilidade dos padrões das unidades de medida no País, de forma a torná-las harmônicas internamente e compatíveis no plano internacional, visando, em nível primário, à sua aceitação universal e, em nível secundário, à sua utilização como suporte ao setor produtivo, com vistas à qualidade de bens e serviços (BRASIL, 2000a).

Impulsionando a normatização no viés das características elétricas dos equipamentos eletroeletrônicos de uso residencial com o intuito de garantir a qualidade do produto comercializado. Sendo, esta verificação de forma voluntária ou compulsória, apresentando, ao término de verificação da conformidade dos mesmos com os padrões preestabelecidos pelo PBE uma etiquetagem relacionada à eficiência energética, conhecida como Selo PROCEL.

O PROCEL e o PBE por intermédio das ações de eficiência energética proporcionaram, ao longo dos anos, o aperfeiçoamento tecnológico dos equipamentos eletroeletrônicos residenciais, o que permitiu ao país, só no ano de 2015, economizar 11,68 bilhões de kWh. Destacando-se as lâmpadas de LED que podem apresentar consumo de até 35% menor que as lâmpadas fluorescentes compactas e de até 80% menor que as lâmpadas fluorescentes. (ELETROBRAS, 2016).

2.2 MODELOS DE DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA

Analisar o consumo de energia elétrica do setor residencial torna-se importante para a o fomento das projeções de demanda para o planejamento energético. Além disso, por meio do estudo desagregado por equipamento de uso final é possível determinar o perfil de consumidor mais próximo da realidade (HAAS, 1997). Contudo, Januzzi (2001) e Monteiro e Rocha (2005) chamam a atenção para a dificuldade de se diagnosticar o perfil da demanda de energia elétrica para determinado consumidor, pois, existem várias interações que possuem

características de imprevisibilidade, tais como: as variações climáticas, o comportamento e as atitudes dos consumidores residenciais.

O diagrama básico de interações do setor energético residencial (Figura 1) explicita as interações entre os fatores exógenos e endógenos quanto ao consumo de energia elétrica residencial, tais como: renda, preço de energia, políticas energéticas, estilo de vida do consumidor e comportamento. Este diagrama é útil como uma lista de verificação de influências para examinar de forma metódica e avaliar a sua contribuição parcial para as tendências de consumo. Este diagrama parece centrar mais sobre o indivíduo em termos de sua atitude e renda, e estas influências sobre o seu comportamento, ao invés do impacto da economia como um todo sobre o consumo (HAAS, 1997).

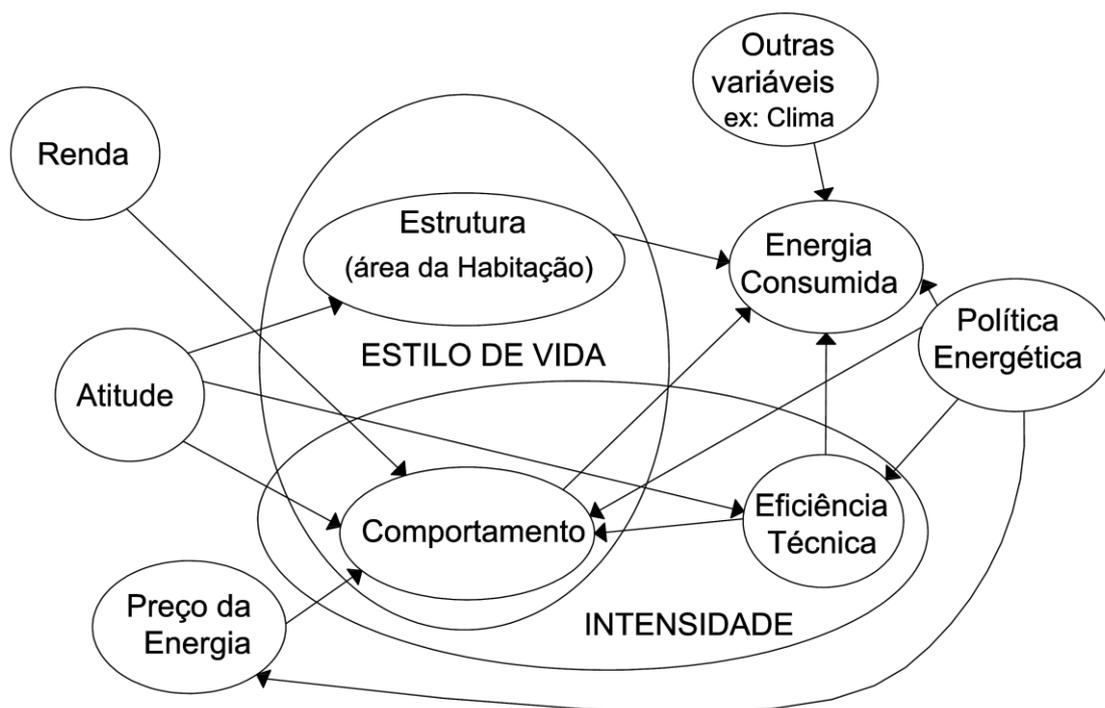


Figura 1 - Diagrama básico de interações no setor residencial
Fonte: Adaptado de Haas (1997)

Com o intuito de promover o progresso sustentável da utilização de energia, estudar as relações existentes entre as variáveis endógenas e exógenas existentes acerca da utilização da energia elétrica que os modelos de demanda são necessários. Sendo os mesmos classificados como econométricos, usos finais, decomposição estrutural, tendência, dinâmicos

e auto-adaptativos, híbridos de previsão, integrado de planejamento energético – MIPE, conforme apresentado no Quadro 1.

MODELO	VANTAGEM	DESVANTAGEM	AUTORES
Econométrico	<ul style="list-style-type: none"> - Requer menor quantidade de variáveis de entrada; - Apresenta excelente base teórica estatística; e - Utiliza-se da elasticidade de energia com preço e renda. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulação matemática complexa; - Pauta-se em séries temporais e tendências históricas; - Normalmente utilizada para representar o consumo de energia de uma classe homogênea completa de consumidores; - Não considera as características elétricas dos equipamentos utilizados; - Não considera as características de intensidade de utilização dos equipamentos utilizados; e - Considera a eficiência energética “Congelada”, constante. 	Horton (1995); Jannuzzi e Swisher (1997); Silva (2000); Ferreira (2006); Godoy (2006).
Usos Finais	<ul style="list-style-type: none"> - Formulação matemática simples; - As projeções de demandas obtidas apresentam maior robustez por utilizar maior número de variáveis de entrada; - Considera as características elétricas dos equipamentos utilizados; e - Considera as características de intensidade de utilização dos equipamentos utilizados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Classificar as diferentes atividades que formam a composição de consumo; - Requer dados detalhados; - Necessidade de obter novos dados por intermédio de pesquisa de campo; - Os cenários são fortemente influenciados por fatores exógenos e endógenos; e - Requer um especialista para elaborar o levantamento de dados e possíveis procedimentos de medições. 	Jannuzzi e Swisher (1997); Caio e Bermann (1998); Leonelli (1999); Silva (2000); Meetamehra (2002); Ferreira (2006); Godoy (2006); Fedrigo <i>et. al.</i> (2009).

MODELO	VANTAGEM	DESVANTAGEM	AUTORES
Decomposição Estrutural	<ul style="list-style-type: none"> - Análise das matrizes do tipo insumo-produto; - Variável em análise trata-se de uma função multivariável; e - Pode-se utilizar como dados os gases emitidos, como o CO₂, ou outros poluentes, provenientes da geração das energias analisadas. - 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessita-se de dados históricos agregados à economia; e - Pauta-se em séries temporais e tendências históricas. 	Rose e Casler (1996); Wachsmann (2005).
Tendência	<ul style="list-style-type: none"> - Não utiliza fatores econômicos, demográficos, sociais, tecnológicos entre outros; e - Seu uso é para situações simples, onde, não existe disponibilidade de dados suficientes para se aplicar outros modelos. - 	<ul style="list-style-type: none"> - Pauta-se em séries temporais e tendências históricas; e - A saída deste modelo não sofre influência externa, promovendo, erros de previsão. 	Meetamehra (2002); Morettin e Tolo (2004); Rebelo (2005).
Dinâmicos e Auto-adaptativos	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliza-se técnicas computacionais auto-adaptativas para estabelecer as correlações, tendências e sazonalidade entre os dados; - Muito utilizado em estudos de redes neurais artificiais; e - Utiliza-se de algoritmos computacionais baseados no funcionamento dos neurônios biológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Os cenários são fortemente influenciados por fatores exógenos e endógenos; - Requer um especialista para elaborar o levantamento de dados e possíveis procedimentos de medições; e - Utilizam-se séries históricas de demanda de energia. 	Haykin (1998); Carvalho <i>et. Al</i> (1998); Kovács (2006).

MODELO	VANTAGEM	DESVANTAGEM	AUTORES
Híbridos de Previsão	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizada em cenários onde a complexidade das correlações entre os dados são elevadas; - Reduz o grau de incerteza e a instabilidade da precisão; - Utiliza-se de dados macroeconômicos juntamente com séries temporais; e - Excelente ferramenta para trabalhar com redes neurais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pauta-se em séries temporais e tendências históricas; e - Necessidade de se criar um algoritmo para obtenção da saída desejada. 	Clemen (1989); Shimoda <i>et. al.</i> (2003); Kovács (2006).
MIPE	<ul style="list-style-type: none"> - Fornece os dados de saída em tempo real; - Trabalha com dados da Macroeconomia e da Microeconomia. - Pode incluir a evolução tecnológica dos equipamentos, motivada tanto pela força do mercado quanto por programa de eficiência energética; e - Considera as características de intensidade de utilização dos equipamentos utilizados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso exclusivo da EPE. 	Tolmasquim e Szklo (2000); EPE (2015b).

Quadro 1 - Modelos de demanda de energia elétrica

Fonte: Próprio Autor.

Todos os modelos apresentam características que viabilizam sua empregabilidade junto ao setor de energia, sendo suas utilizações viabilizadas tanto pela aplicabilidade desejada quanto pelos tipos de dados disponíveis para se obter os resultados almejados. Ao se verificar as vantagens e desvantagens de cada modelo (Quadro 1) percebe-se que o único modelo que não necessita de uma série histórica ou temporal de dados acerca da demanda de energia elétrica como variáveis de entrada é o de usos finais, sendo que, o modelo econométrico será de grande validade para este estudo, pois, o mesmo dará suporte estatístico, por intermédio da regressão linear múltipla ao dados levantados pelo método de usos finais.

2.3 DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA DESAGREGADA POR USO FINAL

Segundo Jannuzzi e Swisher (1997), e Fedrigo *et. al.* (2009), a demanda mensal de energia elétrica total de uma residencial é obtida pela somatória do consumo individual de energia elétrica, em kWh, de cada equipamento eletroeletrônico da respectiva residência, Equação 2.1.

$$E_T = \sum_{i=1}^{i=n} E_i \quad \text{Eq. 2.1}$$

Onde:

$E_T = \acute{E}$ a quantidade de energia elétrica global demandada pela residência em kWh;

$E_i = \acute{E}$ a quantidade de energia elétrica demandada por uso final de cada equipamento (i).

Ferreira (2006, p. 37) afirma que a Equação 2.1 “aplicada aos diferentes dispositivos de uso final, fornece a visão agregada de demanda”, sendo, portanto, possível obter, por intermédio da Equação 2.2, o valor desagregado de energia elétrica demandada por tipo de equipamento eletroeletrônico residencial. Neste contexto, a energia elétrica demandada por cada dispositivo eletroeletrônico residencial segundo Jannuzzi e Swisher (1997); Caio e Bermann (1998); Leonelli (1999); Silva (2000); Meetamehra (2002); Ferreira, (2006); Godoy (2006); Fedrigo *et. al.* (2009) pode ser dimensionado a partir da potência média consumida

pelo equipamento multiplicado tanto pelo número de consumidores que utiliza este dispositivo, quanto pelo tempo de utilização do mesmo.

$$E_i = N_i \times P_i \times H_i \quad \text{Eq. 2.2}$$

Onde:

E_i = É a quantidade de energia elétrica demandada por uso final de cada equipamento [kWh];

N_i = Número médio de consumidores de uma residência;

P_i = Potência requerida por dispositivo eletroeletrônico residencial [kWatts]; e

H_i = Tempo de utilização do equipamento por pessoa [horas].

Para se realizar esta atividade de obtenção de dados do consumo de energia elétrica de cada equipamento eletroeletrônico residencial, uma possível estratégia é a utilização de equipamentos de medição individual de energia elétrica, sendo, necessário, portanto, utilizar uma enorme quantidade de medidores, pois, cada residencial apresenta vários equipamentos eletroeletrônicos. Neste sentido, inviabilizando, portanto, esta tarefa de verificação de consumo desagregado de energia elétrica por medição direta por não existir disponível uma quantidade considerável de medidores.

Contudo, Silva *et. al.* (2013) e Ferreira (2006) afirmam que se não for possível realizar a medição direta, o consumo de energia elétrica desagregado poderá ser obtido por meio da verificação do comportamento do perfil do consumidor residencial. Sendo necessário desagregar por uso final o consumo deste recurso energético, por intermédio de uma estimativa da sua utilização determinada pelo levantamento de dados.

Leonelli (1999), Silva (2000) Godoy (2006) pesquisaram acerca do consumo desagregado de energia elétrica residencial e as suas implicações ocasionados pela característica dos hábitos de utilização e posse de eletrodomésticos por parte dos consumidores residenciais, perpassaram pelas relações de interação explicitadas no diagrama básico de Haas (1997) para qualificar a demanda de energia elétrica no viés do perfil do consumidor residencial e conseqüentemente, para quantificar tais dados usufruíram das ferramentas matemáticas citadas por Jannuzzi e Swisher (1997), Leonelli (1999), Silva (2000), Ferreira (2006), Godoy (2006), Eletrobras (2007), Fedrigo *et. al.* (2009), Fumo e Biswas (2015).

Leonelli (1999) propôs em seu trabalho uma análise do comportamento do consumidor residencial, da região metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no tocante do comportamento de uso eficiente de energia elétrica e de compra dos eletrodomésticos, com o intuito de verificar o nível de comprometimento do consumidor residencial quanto à redução do desperdício de energia elétrica em seus domicílios. Dentre os seus resultados, o autor apontou que embora existam na maioria dos casos atitudes favoráveis à redução do desperdício de energia elétrica, não se observou, efetivamente, o comportamento correspondente.

Cabe ressaltar que o autor acima citado, comparou os resultados encontrados em seu trabalho com os dados da 2ª pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo, realizada pela Procel/Eletrobras no ano de 1997. O mesmo conseguiu diagnosticar que ocorreu elevado percentual de posse de eletrodomésticos, ou seja, uma geladeira por parte de 99,09% dos consumidores, um chuveiro elétrico por parte de 66,97%, um aparelho de TV por parte de 98,37% e dois ferros elétricos por parte dos 96,19% dos consumidores entrevistados. Sendo que, ao analisar a faixa de consumo de energia elétrica, diagnosticou que para a faixa de consumo superior a 500 kWh/mês existem 35,42% pertencentes à classe social B, 31,25% classe social C, 25% classe social A, contrapondo a situação da faixa de menor consumo, inferior a 100 kWh/mês, destacando-se a classe social D com 50% de todo o consumo. Entretanto, este trabalho não utilizou em sua metodologia a regressão como proposta para realizar extrapolação do consumo residencial (LEONELLI,1999).

Silva (2000), com o intuito de analisar o consumo desagregado do setor elétrico residencial das regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, utilizou a ferramenta de análise condicionada da demanda e relacionou o número de habitantes por unidade de consumo, temperatura, renda familiar e utilização de equipamentos e séries históricas de demanda. Para isto, utilizou os dados da 1ª Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso - PPH, na classe residencial, em âmbito nacional do ano de 1988.

Como resultado deste estudo, o autor obteve, por intermédio da regressão linear múltipla aplicada para o modelo utilizado, o valor de R^2 de 0,54 explicitando que o conjunto das 11 variáveis independentes explica em 54% o consumo de energia elétrica global, destacando-se o ar-condicionado (93,07), refrigerador (69,73), freezer (66,16), micro-ondas (34,45), televisão (11,70), iluminação (4,37) e chuveiro (2,81), como os equipamentos que mais impactam essa demanda de energia (SILVA, 2000).

Achão (2003) analisou a estrutura de consumo de energia do setor residencial, desagregado por tipo de energia consumida e correlacionou a mesma com a renda familiar e a região do país, com o intuito de avaliar os impactos do nível de renda e das diferenças regionais no consumo familiar de energia. Com esta finalidade, utilizou dados de Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF 1996, publicado no ano de 1996 pelo IBGE, do Censo Demográfico, do Balanço Energético Nacional, publicado no ano de 2001 pelo Ministério de Minas e Energia, e, por fim, da pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo de 1997, publicado no ano de 1999 pela Eletrobras.

O autor verificou a redução significativa no uso da lenha por parte do consumidor residencial, sendo esta associada à maior utilização da energia elétrica e do GLP. Ressaltou ainda o uso mais eficiente da energia elétrica por intermédio de equipamentos aperfeiçoados tecnologicamente e por mudança no hábito de utilização do respectivo recurso. Por fim, concluiu que o consumo energético está diretamente relacionado com a classe de renda em que o consumidor estiver, ou seja, quanto mais alta a classe de renda maior os padrões de conforto e utilização de equipamentos de energia elétrica. (ACHÃO, 2003)

Shimoda *et. al.* (2003), com o intuito de avaliar o impacto do novo padrão de eficiência energética para isolamento térmico de habitação e condicionadores de ar no consumo total de energia para o setor residencial da cidade de Osaka, Japão, propuseram simular o consumo anual residencial a partir dos usos finais, relacionando-os com dados estatísticos, meteorológicos, climáticos, renda familiar e a eficiência energética dos equipamentos residenciais. Neste sentido, os autores utilizaram a temperatura como variável condicionada à manutenção da qualidade de vida e bem-estar dos habitantes desta cidade. Concluíram que o consumo energético está relacionado com o tipo de habitação e de região em que se encontra o consumidor final, bem como com a posse de equipamentos e seus hábitos de utilização.

Godoy (2006) analisou a demanda de energia elétrica desagregada por uso final do setor residencial da cidade de Recife. Neste trabalho, o autor obteve, por intermédio da regressão linear múltipla, a estatística R^2 o valor de 0,56, possibilitando afirmar que o conjunto de 20 variáveis independentes consegue justificar 56% do consumo de energia elétrica do grupo amostral pesquisado, destacando-se os seguintes equipamentos: ar-condicionado (65,42), refrigerador (51,39), freezer (47,56), micro-ondas (13,46), televisão (9,82), iluminação (8,97), chuveiro (6,37) como os que mais impactam este consumo global.

Os consumidores residenciais manifestaram grande interesse na possibilidade de mudança no hábito e utilização de energia elétrica na contrapartida de incentivos tarifários, possibilitando o fomento de políticas públicas relacionadas ao uso racional de energia elétrica e conseqüentemente uso eficiente deste recurso energético. Ressalta-se que neste estudo o consumo de energia elétrica residencial não apresentou grande relação com a renda familiar (GODOY, 2006).

Miranda (2011) procurou avaliar o desempenho termo energético em domicílios residências do município de Cuiabá, direcionando sua avaliação a eficiência do condicionamento térmico do ambiente analisado e a redução do consumo de energia elétrica. Neste sentido, o autor levantou as características de construção das residências analisadas com o intuito de confrontar a elevação de temperatura e umidade das mesmas com o consumo de energia elétrica por uso final de cada equipamento eletroeletrônico, sendo que, por fim, pode confrontar as mesmas com duas das variáveis climáticas analisadas, destacando-se a temperatura e umidade do ar externo. Concluiu que o consumo de energia elétrica residencial possui relação diretamente proporcional o condicionamento térmico residencial local, conseqüentemente influenciando a posse de equipamentos eletroeletrônicos e sua respectiva utilização por parte dos consumidores residenciais.

Na cidade de Kumming na China, Hu e Yoshino (2013) realizaram um estudo com o objetivo de investigar as características de construção e uso de aparelhos de condicionamento e aquecimento de ar. Os autores concluíram que 5% dos domicílios pesquisados possuem equipamento de condicionamento de ar e que 12% possuem aparelhos de aquecimento, sendo que, a maioria das famílias utiliza a energia solar como fonte de energia aquecedora de água, porque as horas de sol em Kunming possuem grande duração ao longo do dia. Ações estas de eficiências energéticas impulsionadas pelo código de design término para a construção civil do governo local.

Silva. *et. al.* (2013) com o intuito de diagnosticar o uso final de eletricidade e rotinas de utilização dos equipamentos em 60 habitações, área de baixa renda, da cidade de Florianópolis do estado de Santa Catarina, impetrou uma pesquisa de levantamentos de dados socioeconômicos e de coleta de dados elétricos, pautadas em auditoria energética, *in loco*, por intermédio de instrumentos de medição direta, obtendo dados tais como: potência média dos equipamentos características de utilização; consumo energético de cada equipamento; durante os períodos de inverno e verão do ano de 2012, sendo, que o mesmo obteve como resultado a

confirmação de que os maiores equipamentos demandantes de eletricidade para esta classe social são: chuveiro elétrico, seguido dos refrigeradores, televisão e iluminação.

Este autor ainda afirma que os usos finais dos equipamentos eletroeletrônicos não mostraram diferença significativa entre os períodos de verão ou inverno, possivelmente devido ao pequeno tamanho da amostra, o que explica a generalização dos usos finais para o ano todo, possibilitando extrapolar este resultado para outras regiões que contemplem o mesmo padrão de consumidor (SILVA *et. al.*, 2013).

Fumo e Biswas (2015) propuseram-se a sintetizar informações acerca da análise de regressão na previsão da demanda de energia em edifícios residenciais. Os autores apontaram que o consumo da energia residencial desagregada por uso final está sendo impulsionado pelo aperfeiçoamento das tecnologias utilizadas para o seu monitoramento, sendo possível destacar a obtenção dos dados provenientes de medidores inteligentes.

Com base nestes trabalhos, percebe-se a importância de estudos desta natureza, a fim de embasar políticas de eficiência energética. Os estudiosos Jannuzzi e Swisher (1997), Leonelli (1999), Silva (2000), Shimoda *et. al.* (2003), Godoy (2006), Eletrobras (2007), Hu e Yoshino (2013), Silva *et. al.* (2013) e Fumo e Biswas (2015) relacionam o consumo de energia elétrica com a renda familiar, tarifa energética e, por fim, com a temperatura, destacando-se, em sua análise, os equipamentos eletroeletrônicos tais como: iluminação, condicionador de ar, refrigerador, freezer, televisão e chuveiros como os maiores consumidores de energia elétrica residencial.

2.4 MÉTODO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

De acordo com Fávero *et. al.* (2009), a regressão linear múltipla consiste em uma técnica de dependência que apresenta como objetivo estudar a relação de duas ou mais variáveis explicativas (independentes), estas em uma perspectiva linear, e uma variável dependente métrica. Neste sentido, Hair Junior *et. al.* (2009) e Gujarati (2011) afirmam que a equação de regressão linear múltipla pode ser representada pela Equação 2.3.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \mu_i \quad \text{Eq. 2.3}$$

Onde:

Y é o elemento avaliado, ou seja, a variável dependente métrica;

β_0 o intercepto de Y ;

β_k são os coeficientes parciais de inclinação de cada variável

X_k são as variáveis explicativas;

μ_i o termo de erro;

$i = 1, 2, 3, \dots, n$, que corresponde ao tamanho da amostra.

Segundo Hair Junior *et. al.* (2009) cabe ao pesquisador tomar cuidado quando da utilização de muitas variáveis explicativas, sendo de sua responsabilidade a justificativa da inclusão das mesmas no modelo. Neste sentido, para cada unidade de consumo i existirá uma equação que corresponderá ao consumo global de energia elétrica demandada pela respectiva unidade, sendo a descrição das variáveis independentes discutidas na seção 3.4.

O intercepto β_0 da variável dependente representa o valor que a variável Y assumirá quando todas as variáveis explanatórias (independentes) assumirem o valor de 0 (zero), podendo, portanto, apresentar um resultado não prático para determinadas aplicações reais, pois, o valor do intercepto poderá encontrar-se fora do intervalo dos valores observados das variáveis independentes (GUJARATI, 2011).

Na regressão linear multivariada, as variáveis independentes, permitem identificar as contribuições sobre a capacidade preditiva do modelo como um todo. De acordo com Kennedy (2003), Hair Junior *et. al.* (2009) e Gujarati (2011) a estimativa da regressão linear por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) significa traçar uma reta em que se minimiza a soma dos quadrados dos resíduos (erro, μ) para ajustar a relação da variável dependente com as variáveis independentes.

Em outros termos, o modelo MQO minimiza o erro para explicar os valores da variável dependente por meio das variáveis independentes. A utilização da regressão múltipla, quando aplicada de maneira adequada, tende a resultar em estimadores BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*) desde que se cumpram os pressupostos: Homocedasticidade, Normalidade dos resíduos e Multicolinearidade (KENNEDY, 2003 e GUJARATI, 2011).

O procedimento de obtenção dos estimadores BLUE consome muito tempo de cálculo matemático, pois existe a necessidade de se estimar a variância de cada coeficiente de

regressão parcial, β_k , da Equação 2.3. Neste sentido, para minimizar o tempo de trabalho para se obter tais regressores são utilizados programas de estatísticas (HAIR JUNIOR *et. al.* 2009; GUJARATI, 2011).

2.4.1 Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)

O método do MQO consiste em estimar os coeficientes parciais, $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$, de maneira que a soma dos quadrados dos resíduos, $\sum u_i^2$, seja a menor possível. Isso é realizado ao diferenciarmos a Equação 2.4 parcialmente com relação ao $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ e ao igualarmos a zero as expressões resultantes (GUJARATI, 2011).

$$\sum u_i^2 = \sum (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{1i} - \dots - \beta_k X_{ki})^2 \quad \text{Eq. 2.4}$$

Neste sentido, se obtêm por intermédio da Equação 2.5, forma matricial da Equação 2.3, a Equação matricial 2.6.

$$Y = X\beta + u \quad \text{Eq. 2.5}$$

$$\begin{aligned} u'u &= (y - X\beta)'(y - X\beta) \\ &= y'y - 2\beta'X'y + \beta'X'X\beta \end{aligned} \quad \text{Eq. 2.6}$$

Em que,

$$u'u = [u_1 \quad \dots \quad u_n] \begin{bmatrix} u_1 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix} = u_1^2 + u_2^2 + \dots + u_n^2 = \sum u_i^2 \quad \text{Eq. 2.7}$$

Neste sentido, ao se diferenciar a Equação matricial 2.6, pelos coeficientes parciais β , obtêm-se a Equação 2.8.

$$\frac{\partial(u'u)}{\partial\beta} = -2X'y + 2X'X\beta \quad \text{Eq. 2.8}$$

Ao término da diferenciação da Equação 2.6 iguala-se a mesma a zero, obtendo-se os valores dos coeficientes parciais β desejados, resultando na Equação 2.9.

$$X'X\beta = X'y \rightarrow \beta = X'y(X'X)^{-1} \quad \text{Eq. 2.9}$$

2.4.2 Homoscedasticidade

O modelo de regressão tem como uma de suas premissas a homoscedasticidade que ocorre quando a variância do termo de erro é igual entre a variância das observações das variáveis. De acordo com Hair Junior *et. al.* (2009) a homoscedasticidade pauta-se no pressuposto de que a variável dependente exibe níveis iguais de variância em toda a extensão de variáveis independentes, sendo desejável obter-se a homoscedasticidade porque a variância da variável dependente a ser explicada na relação de dependência não deve ser concentrada em apenas um grupo limitado de variáveis independentes.

A priori foi utilizado o teste de *Breusch-Pagan* tendo como hipótese:

$$H_0 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \dots = \sigma_n^2$$

$$H_1 = \text{pelo menos uma das } \sigma_i^2 \text{ é diferente, sendo } i = 1,2,3 \dots n$$

Onde se o valor p do teste *Breusch-Pagan* for menor que o nível de significância de 5%, a hipótese nula de homoscedasticidade será rejeitada. Consequentemente, a ausência de homoscedasticidade implica no enviesamento da estimativa dos parâmetros populacionais pelo respectivo modelo (TABACHNICK E FIDELL, 2012). Logo, torna-se necessária alguma medida corretiva.

De acordo com Wooldridge (2012), caso ocorra a heteroscedasticidade, que é a falta da homoscedasticidade, e sendo a amplitude amostral acima de 30 observações, será possível obter-se os estimadores robustos (modelos com correção de White) para este modelo. Assim, ao realizar esta medida corretiva do modelo econométrico, obtêm-se a regressão linear múltipla robusta, sendo a mesma considerada como resultado válido.

2.4.3 Teste de *Breusch-Pagan*

Para explicitar o procedimento do teste considere um modelo de regressão linear com k variáveis explicativas, conforme Equação 2.3. Suponha que a variância do erro, σ^2 , seja descrita como:

$$\sigma_i^2 = f(\alpha_1 + \alpha_2 Z_{2i} + \dots + \alpha_m Z_{mi}) \quad \text{Eq. 2.10}$$

Em que σ^2 é uma função das variáveis não estocásticas Z ; alguns ou todos os X 's podem servir como Z 's. Especificamente, suponha que:

$$\sigma_i^2 = \alpha_1 + \alpha_2 Z_{2i} + \dots + \alpha_m Z_{mi} \quad \text{Eq. 2.11}$$

Ou seja, σ^2 é uma função linear dos Z . Se $\alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_m = 0$, $\sigma_i^2 = \alpha_1$ que é uma constante. Portanto, para testarmos se σ_i^2 é homoscedástico, podemos testar a hipótese de que $\alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_m = 0$. Essa é a ideia básica do teste de *Breusch-Pagan-Godfrey* (GUJARATI, 2011). Neste sentido, segundo Gujarati (2011), segue o procedimento para o teste:

1ª Etapa: Calcule a Equação 2.3 por MQO e obtenha os resíduos $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$;

2ª Etapa: Obtenha $\sigma_i^2 = \sum \mu_i^2 / (n - k)$;

3ª Etapa: Construa variáveis ρ_i , definida como $\rho_i = \mu_i^2 / \sigma^2$; que são simplesmente cada resíduo elevado ao quadrado e dividido por σ^2 ;

4ª Etapa: Faça a regressão de ρ_i assim construída sobre os Z 's como:

$$\rho_i = \alpha_1 + \alpha_2 Z_{2i} + \dots + \alpha_m Z_{mi} + v_i \quad \text{Eq. 2.12}$$

Em que v_i é o termo residual dessa regressão.

5ª Etapa: Obtenha a soma dos quadrados explicados (SQE) da Equação 2.12 e defina

$$\theta = \frac{1}{2} (SQE)$$

Portanto, se em uma aplicação o $\Theta (= X^2)$ calculado for maior que o valor crítico X^2 no nível escolhido de significância, pode-se rejeitar a hipótese de homoscedasticidade; caso contrário, esta não será rejeitada.

2.4.4 Correção de *White*

Os estimadores robustos de *White*, segundo Gujarati (2011) corrigidos para a heteroscedasticidade, são obtidos pela substituição do μ_i^2 no lugar da σ^2 por intermédio da Equação 2.13. Sendo que, o estimador proveniente da Equação 2.14 converge para o estimador obtido da Equação 2.13 quando o tamanho da amostra aumenta indefinidamente.

$$var(\beta_i) = \frac{\sum x_i^2 \sigma_i^2}{(\sum x_i^2)^2} \quad \text{Eq. 2.13}$$

$$var(\beta_i) = \frac{\sum x_i^2 \mu_i^2}{(\sum x_i^2)^2} \quad \text{Eq. 2.14}$$

Nesta mesma perspectiva, pode-se generalizar o procedimento de *White* para o modelo de regressão linear múltiplo, possibilitando, por intermédio da Equação 2.15 os estimadores desejados.

$$var(\beta_i) = \frac{\sum w_i^2 \mu_i^2}{(\sum w_i^2)^2} \quad \text{Eq. 2.15}$$

Em que μ_i são os resíduos obtidos da regressão realizada na Equação 2.3 e w_i são os resíduos obtidos da regressão, auxiliar, do regressor X_i contra os regressores remanescentes. Sendo, necessário realizar esta verificação para cada regressor com o objetivo de se estimar cada coeficiente parcial robusto.

2.4.5 Normalidade dos resíduos

O método de mínimos quadrados ordinários (MQO) necessita de uma distribuição normal dos erros, pois, quando os erros são significativamente assimétricos, podem comprometer a eficiência dos estimadores e, conseqüentemente, proporcionar dúvidas quanto à razoabilidade de se estimar a média condicional da variável dependente a partir das variáveis independentes (GUJARATI, 2011).

Para a análise dos resíduos foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*, sendo sua hipótese nula a distribuição normal dos resíduos. Onde se o valor p do teste *Shapiro-Wilk* for menor que o nível de significância de 5%, a hipótese nula de normalidade dos resíduos será rejeitada. Entretanto, segundo Wooldridge (2012); Hair Junior *et. al.* (2009) e Gujarati (2011), para que não exista a necessidade de se manipular os dados utilizados, foi utilizado o teorema do limite central que afirma que para amostras acima de 30 observações, a distribuição das médias tende à distribuição normal.

2.4.6 Teste de *Shapiro-Wilk*

Esse teste, segundo Hair Junior *et. al.* (2009) calcula uma estatística W que testa se uma amostra aleatória de tamanho n provém de uma distribuição normal. Valores pequenos de W são evidências de desvios da normalidade e pontos percentuais para a estatística W. A estatística W é calculada de acordo com a Equação 2.16.

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{Eq. 2.16}$$

Em que os x_i são os valores amostrais ordenado no formato crescente e os a_i são constantes geradas das médias, variâncias e covariâncias das estatísticas de ordem de uma amostra aleatória de tamanho n de uma distribuição normal. Por fim, compara-se o valor do W calculado com o W tabelado, para o nível de significância escolhido, e se, o $W_{\text{calculado}} > W_{\text{tabelado}}$ a distribuição dos resíduos são normalizados.

2.4.7 Multicolinearidade

A regressão linear que utiliza mais de uma variável explicativa necessita verificar, segundo Gujarati (2011) e Fávero *et. al.* (2009), se as variáveis explicativas são correlacionadas entre si, com o intuito de analisar a existência da relação “quase” perfeita entre duas ou mais variáveis explanatórias. Gujarati (2011) afirma que dificilmente exista uma relação ortogonal entre as variáveis explanatórias, e, conseqüentemente, se os coeficientes de correlação das variáveis independentes apresentarem o valor inferior a 0,8 não existirão indícios de multicolinearidade.

Desta forma, foram utilizados como testes de verificação da multicolinearidade a matriz de correlação de *Pearson* e a análise do Fator de Inflação da Variância (FIV), que deverá assumir como regra prática valor inferior a 10 (GUJARATI, 2011).

2.5 TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DA REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

O teste de significância resume-se em uma regra que tem o poder de decidir se uma determinada hipótese estatística será rejeitada ou não rejeitada com base nos resultados de uma determinada amostra. A ideia fundamental por trás dos testes de significância é a de um teste estatístico, estimador, e a distribuição amostral dessa estatística sob a hipótese nula. A decisão de aceitar ou rejeitar a hipótese nula, H_0 , é tomado com base no valor do teste estatístico dos dados disponíveis (GUJARATI, 2011).

2.5.1 Significância individual de um coeficiente parcial de regressão: Teste *t*

O teste *t* irá avaliar a significância estatística de cada um dos coeficientes parciais, individuais, da regressão. Considerando o pressuposto da normalidade dos resíduos, conforme discutido no item 2.4.2, será possível utilizar o teste *t* para a verificação da hipótese desejada. De acordo com Hair Junior *et. al.* (2009) e Gujarati (2011), o teste *t* utiliza-se da distribuição *t*, Apêndice C, para verificar se existe uma relação verdadeira entre a variável dependente e as

variáveis independentes, sendo, necessário estabelecer a hipótese desejada para que se possa utilizar a respectiva análise.

3.5.1.1 Teste t na hipótese H_0

A análise que será utilizada para com o teste t dependerá de qual hipótese que será escolhida, sendo, que para definir a hipótese nula (H_0) é comum escolher a hipótese que se deseja rejeitar e provar o contrário. Por exemplo, a correlação entre o consumo de energia global com o consumo desagregado por equipamento residencial seja igual a zero, ou definir a hipótese alternativa (H_1) que normalmente é mais simples, ou seja, H_0 não é verdadeira

Tabela 1.

Tabela 1 – Regras de decisão para o teste t de significância

Tipo de Hipótese	H_0 : hipótese Nula	H_1 : hipótese alternativa	Regra de decisão: Rejeitar H_0 se
Bicaudal	$\beta_1 = \beta_1^*$	$\beta_1 \neq \beta_1^*$	$ t > t_{\alpha/2,gl}$
Caudal direita	$\beta_1 \leq \beta_1^*$	$\beta_1 > \beta_1^*$	$t > t_{\alpha,gl}$
Caudal esquerda	$\beta_1 \geq \beta_1^*$	$\beta_1 < \beta_1^*$	$t < -t_{\alpha,gl}$

Notas: β_1^* é o valor numérico hipotético de β_1

$|t|$ é o valor absoluto de t .

t_α ou $t_{\alpha/2}$ representa o valor crítico t no nível de significância α ou $\alpha/2$.

gl grau de liberdade.

Fonte: Adaptado de Gujarati (2011).

Deseja-se verificar se as variáveis independentes possuem relação com a variável dependente, conseqüentemente, será utilizado como hipótese nula H_0 que os estimadores β sejam iguais a zero. Onde a hipótese nula, segundo Gujarati (2011), afirma que quando todas as outras variáveis independentes são mantidas constantes, a constante da variável em análise não exercerá influência linear sobre a variável dependente.

Quando o valor de t calculado exceder o valor crítico de t no nível de significância escolhido pode-se rejeitar a hipótese nula de que a variável independente, em análise, não afeta a variável dependente. Entretanto, Hair Junior *et. al.* (2009) e Gujarati (2011) afirmam que testar as hipóteses dos regressores individualmente não equivale ao teste de hipótese de todos os regressores em conjunto. Segundo Gujarati (2011, p. 251)

[...] testar uma série de hipóteses singulares (individuais) não é equivalente a testar essas mesmas hipóteses em conjunto. A razão intuitiva para isso é que, em um teste conjunto de várias hipóteses, qualquer uma delas é “afetada” pela informação relativa as outras hipóteses.

Neste sentido, para uma determinada amostra Gujarati (2011) sugere que seja realizado um único teste de significância, com o intuito de testar a hipótese nula simultânea dos estimadores β da regressão linear múltipla. Como não será possível aplicar o teste t para a verificação da hipótese conjunta de que os coeficientes estimados da regressão linear múltipla são simultaneamente não nulos, os autores Hair Junior *et. al.* (2009) e Gujarati (2011) afirmam que será necessário aplicar o teste F para verificar a significância do modelo geral.

2.5.2 Teste de significância geral de uma regressão múltipla: Teste F

Como explicitado, não é possível aplicar o teste t para verificar a hipótese conjunta de que os coeficientes parciais β são simultaneamente iguais a zero. Entretanto, essa hipótese conjunta pode ser verificada pela técnica da análise de variância, teste F .

De acordo com Gujarati (2011), para o modelo de regressão linear múltiplo de k variáveis será necessário testar a hipótese de que $H_0 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_k = 0$. O que significa dizer que as k variáveis independentes não exercem influência na variável dependente. Contrapondo-se à hipótese alternativa H_1 , que explicita que nem todos os coeficientes são simultaneamente iguais a zero.

O valor de F da análise de variância deve ser comparado com o valor de F tabelado, o qual é obtido na tabela de distribuição F , Apêndice D, de acordo com o nível de significância do teste e o número do grau de liberdade para a regressão. Portanto, rejeitamos H_0 se $F > F_{(1-\alpha; k; n-k-1)}$ e se o p -valor = $P[F_{(k; n-k-1)} > F] < \alpha$. Sendo que Gujarati (2011) afirma que se o p valor obtido for suficientemente baixo, pode-se rejeitar H_0 .

2.5.3 Nível de significância exato: o valor p

O valor p é definido como o menor nível de significância a que uma hipótese nula pode ser rejeitada. Em vez de fazer uma pré-seleção de α em níveis arbitrários, como 1, 5 ou 10%, pode-se obter o valor p (probabilidade) ou nível exato de significância de uma estatística de teste. De acordo com Gujarati (2011), poder-se fixar o valor de significância (α) e rejeitar a hipótese nula se o valor p for menor que o α especificado pelo pesquisador. Por outro lado, se o valor p é maior que o nível de significância, não se rejeita a hipótese nula.

Portanto, o valor p tem mais informações sobre a evidência contra H_0 e, assim, o pesquisador terá mais informações para decidir sobre a hipótese desejada com o nível de significância apropriado, aconselhando-se ao pesquisador a observar o valor p sempre que possível. Por fim, o nível de significância aceitável pode ser de 1%, 5% ou 10%, sendo da responsabilidade do pesquisador utilizar a significância desejada (GUJARATI,2011).

Neste sentido, se o valor p do teste F for menor que o valor que o pesquisador considerou como significativo: neste caso 5%, rejeita-se a hipótese H_0 e conclui-se que pelo menos uma das variáveis independentes está relacionada ao consumo de energia elétrica total residencial.

2.6 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS, POSSE E HÁBITOS DE UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS: REGIÃO SUDESTE

Nesta seção foram apresentados dados referentes à população da região Sudeste, pois, não foram encontrados estudos acerca das características socioeconômicas e hábitos e posse de equipamentos eletroeletrônicos residenciais da região de estudo.

2.6.1 Características socioeconômicas

Pesquisadores que buscam classificar socioeconomicamente uma determinada comunidade, pautam-se no critério de classificação econômica Brasil – Critério Brasil,

elaborado pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa – ABEP, que operacionaliza, por intermédio de um conjunto de regras, a classificação de domicílios residenciais.

Nesta perspectiva, ao se classificar um determinado domicílio residencial o pesquisador atribui, ao mesmo, uma determinada renda familiar, sendo esta subdividida em renda média familiar da classe social: A de R\$ 20.272,56; B1 de R\$ 8.695,88; B2 de R\$ 4.427,36; C1 de R\$ 2.409,01; C2 de R\$ 1.446,24 e D-E de R\$ 639,78 (ABEP, 2015).

Neste sentido, de acordo com o Critério Brasil, a região Sudeste possui representatividade em todas as classes sociais, destacando-se as classes sociais C1 com 27,3%, C2 com 23,9% e B2 com 22,7% de participação de domicílios residências (Gráfico 3). Nesta perspectiva, segundo ABEP (2015), a população da região Sudeste, sem sua maioria, possui renda média de R\$ 2.409,01.

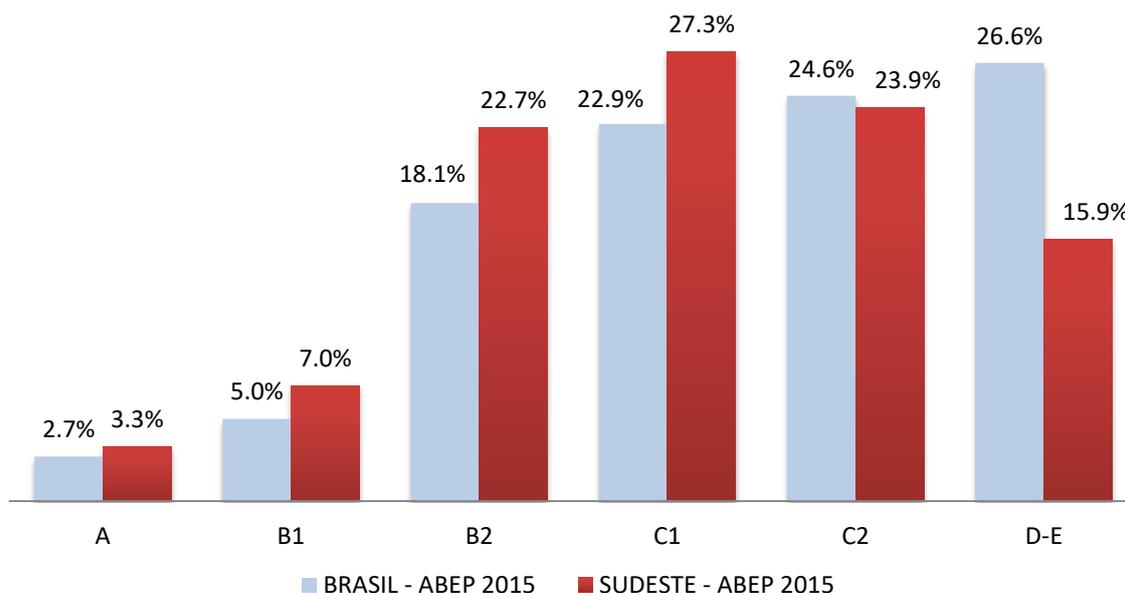


Gráfico 3 – Distribuição socioeconômica da região Sudeste e do Brasil
Fonte: ABEP, 2015

Percebe-se que a distribuição de classes sociais da região Sudeste converge com a classificação dos domicílios residenciais para a perspectiva Brasileira, entretanto, esta está representada, em sua maioria, na classe social D-E, permitindo afirmar, segundo ABEP (2015), que a renda média da população brasileira é de R\$ 639,78. Mesmo apresentando

distribuições sociais muito parecidas, Gráfico 3, existe uma dicotomia entre a renda média da região Sudeste e o restante da Federação Brasileira, ou seja a primeira apresenta renda média de R\$ 2.409,01, sendo que no restante da Federação Brasileira é de R\$ 639,78.

2.6.2 Posse e hábitos de utilização

O último estudo realizado para a região Sudeste foi a avaliação do mercado de eficiência energética no Brasil: Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, ano-base 2005, porém publicado no ano de 2007 pela Eletrobras. Os resultados de interesse para esta pesquisa foram apresentados nesta seção com o intuito de explicitar a característica de posse e de utilização para a região de estudo deste trabalho.

2.6.2.1 Iluminação

A iluminação torna-se necessária, no âmbito residencial, em sua maioria no período noturno, compreendido segundo Eletrobras (2007) e EPE (2014b), pela segmentação de utilização entre dois tipos: o primeiro de uso habitual e o segundo pelo uso eventual. O uso habitual fica definido pela utilização de lâmpadas da copa, cozinha, quartos etc., sendo, esta com a utilização média de 05 (cinco) horas por dia. O uso eventual compreende a utilização de lâmpadas da garagem com utilização de 01 (uma) hora por dia (EPE, 2014b).

Os domicílios da região Sudeste possuem posse média de 5,36 lâmpadas incandescentes e 3,35 lâmpadas fluorescentes (Gráfico 4). Distribuídos em posse média de 3,11 lâmpadas incandescentes para o uso eventual e 2,25 lâmpadas incandescentes de uso habitual. Já para as lâmpadas fluorescentes o quantitativo de posse é menor, sendo de 1,59 e 1,77 lâmpadas de uso eventual e uso habitual, respectivamente (ELETROBRAS, 2007).

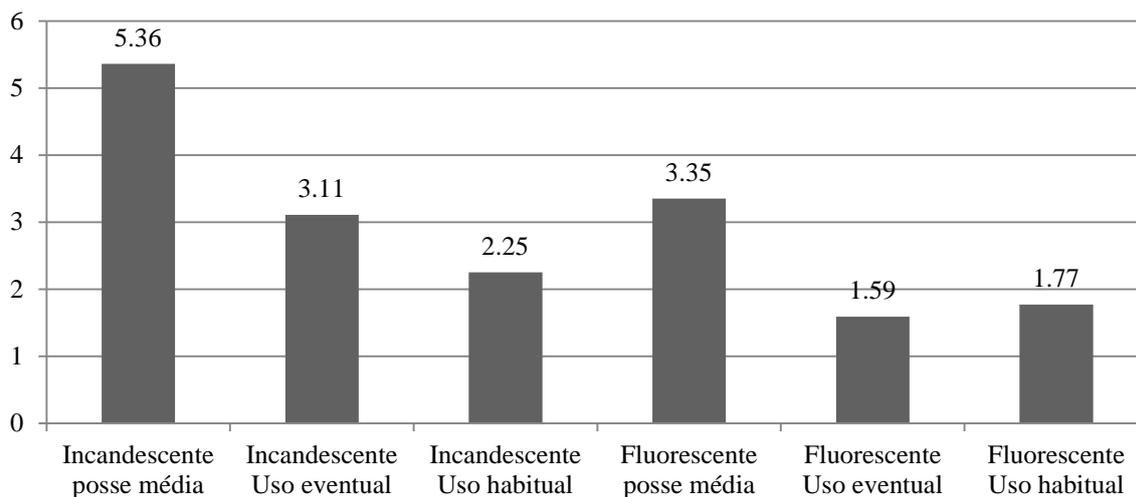


Gráfico 4 – Posse média e uso de lâmpadas nos domicílios da região Sudeste

Fonte: Eletrobrás, 2007, p.31

Cabe ressaltar que, segundo a Eletrobras (2007) e EPE (2014b), as lâmpadas incandescentes possuem maior consumo energético quando comparadas com as lâmpadas fluorescentes. Ou seja, a lâmpada incandescente apresenta baixo nível de eficiência energética, neste sentido, a Portaria interministerial N° 1.007, define quais são as diretrizes acerca da regulamentação da eficiência energética das lâmpadas incandescentes e, portanto, define que as mesmas serão substituídas gradualmente caso não sigam a respectiva regulamentação (BRASIL, 2010).

2.6.2.2 Condicionador de ar

O condicionador de ar pode ser utilizado para resfriar, ventilar ou aquecer o ar, isto dependerá da demanda da região analisada. Por exemplo, na região sul do país, o mesmo é utilizado na maior parte do ano para aquecer o ar. Já na região norte serve para resfriar o ar (ar-condicionado). A região Sudeste, conforme Eletrobras (2007) e EPE (2014b) possui clima ameno e, portanto, sua utilização ficou direcionada para os meses que apresentam maiores temperaturas, ou seja, 04 (quatro) meses durante o ano, e que o seu tempo de utilização médio é de 8 horas por dia, pois, considera-se que seu compressor funcione em 50% do tempo utilizado. A região Sudeste possui o menor índice de posse de condicionador de ar: 0,09 por unidade de consumo (Gráfico 5). De acordo com Inmetro (2015a), este equipamento não possui consumo de energia elétrica na modalidade de *standby*.

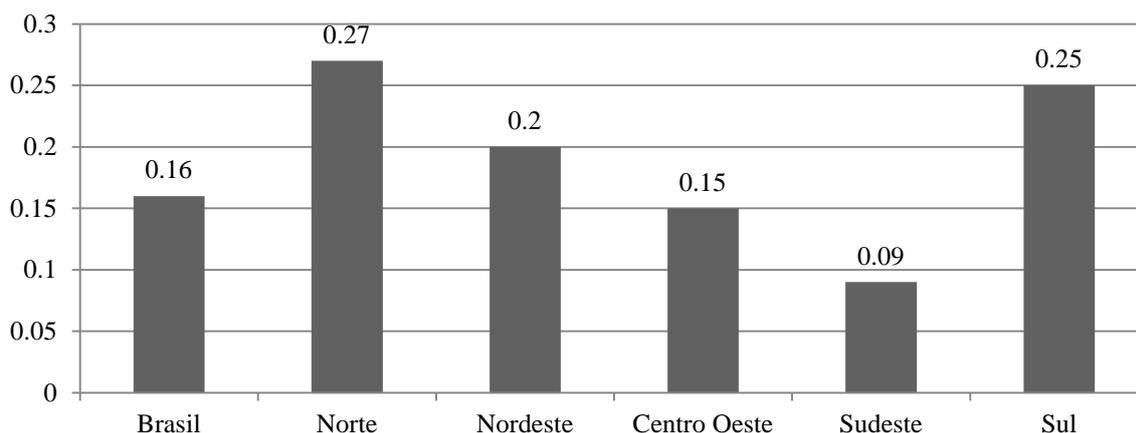


Gráfico 5– Posse média de condicionador de ar no Brasil e suas regiões

Fonte: Eletrobrás, 2007, p.40

2.6.2.3 Refrigerador

O refrigerador é utilizado por todos os domicílios brasileiros, sendo de extrema importância para a manutenção do bem-estar dos consumidores residenciais (EPE, 2014b). Segundo a Eletrobrás (2007), o quantitativo médio de posse para o Brasil é de 1,00 por domicílio ou unidade de consumo residencial, sendo que para a região Sudeste este valor sobe para 1,02 (Gráfico 6). Segundo EPE (2014b), a média de demanda de energia elétrica necessária para a manutenção deste equipamento corresponde à utilização de 10 (dez) horas por dia.

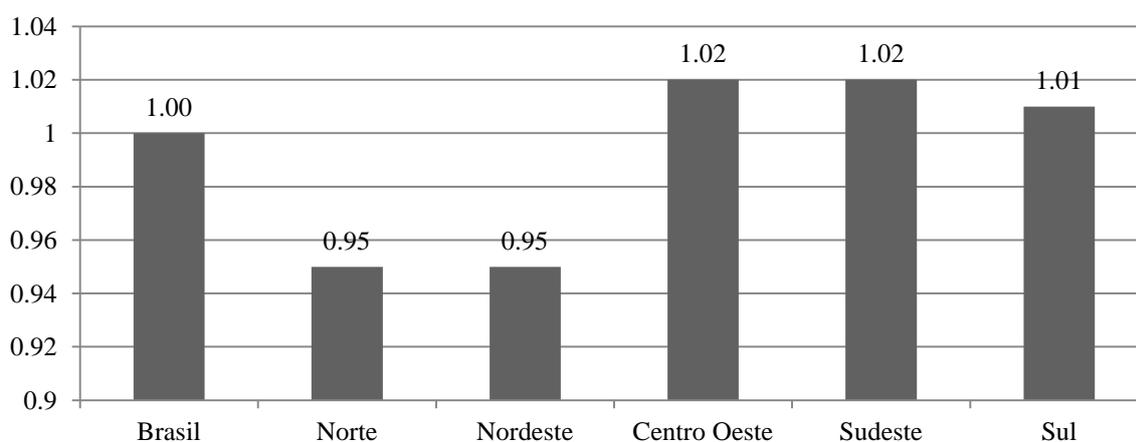


Gráfico 6– Posse média dos refrigeradores no Brasil e suas regiões

Fonte: Eletrobrás, 2007, p.35

2.6.2.4 Freezer

O freezer possui utilização semelhante a do refrigerador. No entanto, assume utilização de tempo em 09 (nove) horas por dia, durante os 365 dias do ano (EPE, 2014b). Ao analisar o Gráfico 7, percebe-se que o quantitativo de posse deste equipamento é baixo tanto no âmbito brasileiro quanto para a região Sudeste, onde apresenta a posse de 0,22 por domicílio, unidade de consumo.

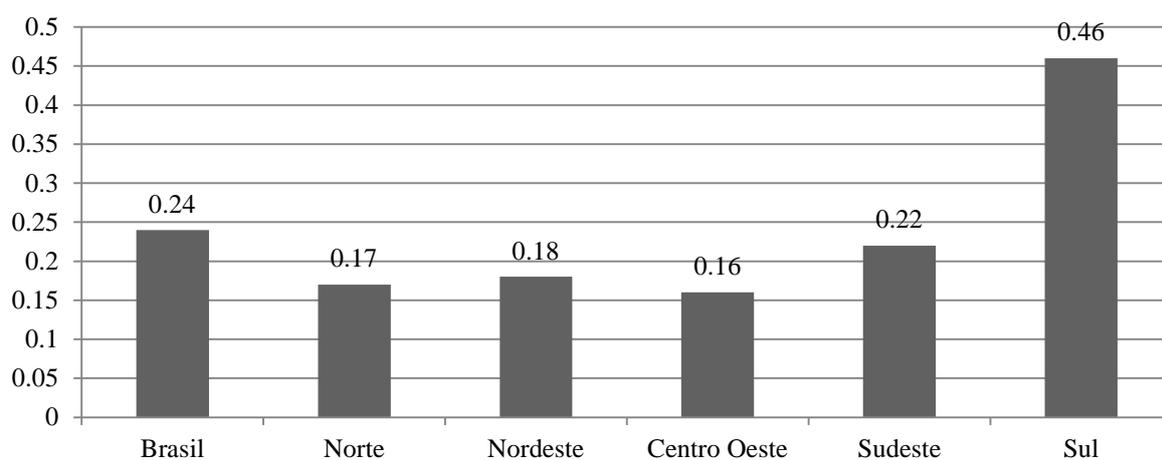


Gráfico 7– Posse média de freezers no Brasil e suas regiões

Fonte: Eletrobrás, 2007, p.38

2.6.2.5 Televisão

Segundo a Eletrobras (2007), havia 1,41 unidades deste equipamento no Brasil no ano de 2005, sendo que para a região Sudeste este número sobe para 1,46 equipamentos por domicílio (Gráfico 8). Ressalta-se que este eletrodoméstico é o que possui maior média entre os pesquisados, e, segundo EPE (2014b), sua utilização é feita nos 365 dias do ano, com média de consumo de 4 (quatro) horas por dia.

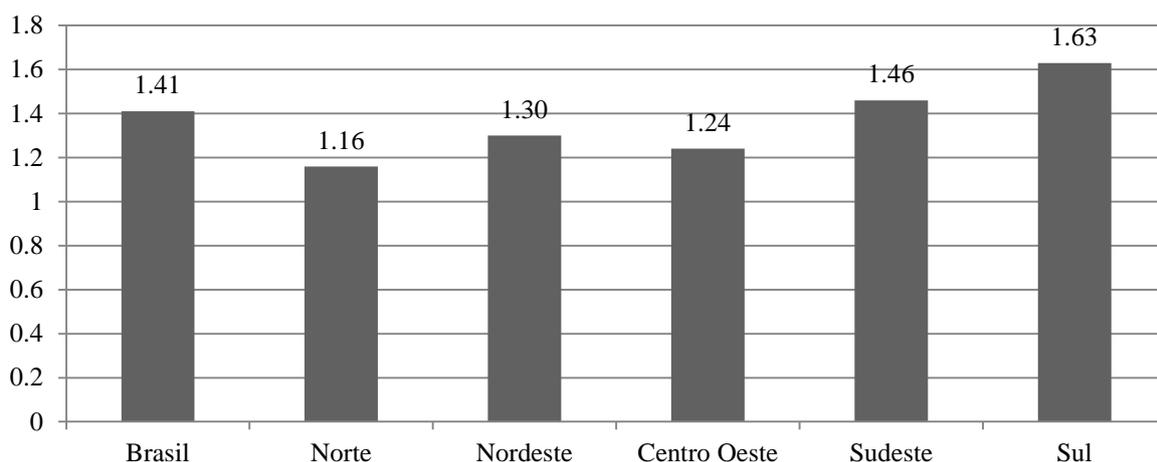


Gráfico 8 – Posse média de televisores no Brasil e suas regiões

Fonte: Eletrobrás, 2007, p.42

2.6.2.6 Chuveiro

Existem várias fontes energéticas que são utilizadas para se aquecer a água com o intuito de tomar banho, tais como: solar, gás e eletricidade. Percebe-se, no entanto, que a grande maioria das unidades de consumo residencial utiliza a fonte proveniente da energia elétrica, com 91,4% (Gráfico 9).

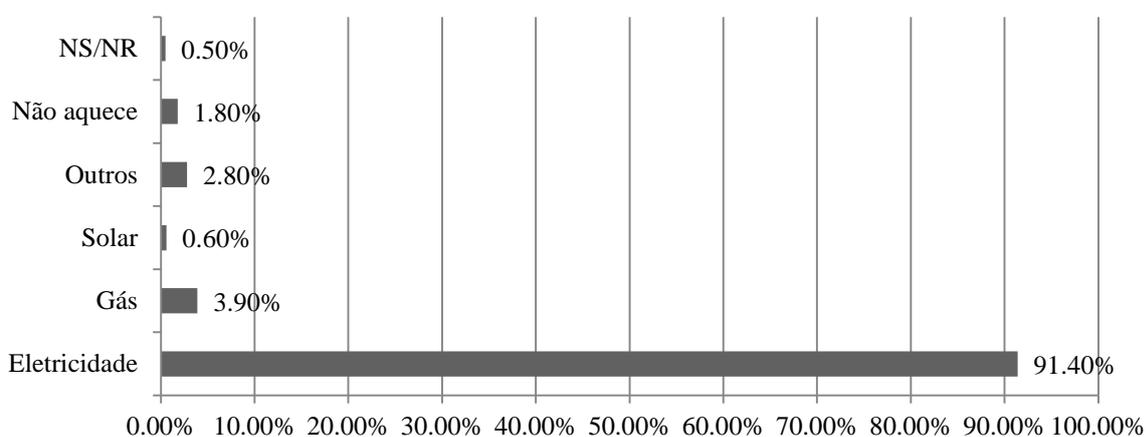


Gráfico 9 – Fonte utilizada para aquecimento de água para banho

Fonte: Eletrobrás, 2007, p.48

A posse média de chuveiros elétricos no Brasil é inferior a 1 unidade por domicílio. Mas este quantitativo para a região Sudeste foi de 1,10 equipamentos por unidade de consumo residencial (Gráfico 10). Segundo EPE (2014b) e Eletrobrás (2007), o chuveiro elétrico é

utilizado em média por 10 minutos (0,167 horas) por dia e por consumidor, durante todos os 365 dias do ano.

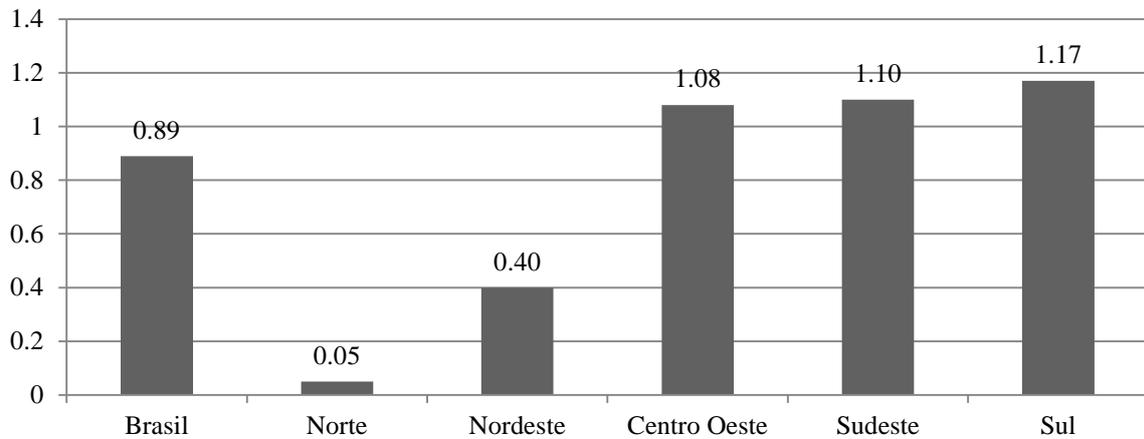


Gráfico 10 – Posse média de chuveiro elétrico

Fonte: Eletrobrás, 2007, p.49

2.6.2.7 Outros equipamentos

Estes equipamentos são demandantes de energia elétrica, mas, são considerados pela Eletrobras (2007) como pequenos consumidores. Portanto, sua participação no contexto residencial foi apresentada como Outros equipamentos. Destacando a posse média de 0.94 equipamentos de ferro elétrico por unidade de consumo residencial da região Sudeste (Gráfico 11). Salienta-se que a pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, ano-base 2005, publicado no ano de 2007 pela Eletrobras, não especificou a utilização em unidade de tempo de todos os equipamentos eletroeletrônicos classificados como Outros Equipamentos, sendo explicitada em sua pesquisa, somente a posse média.

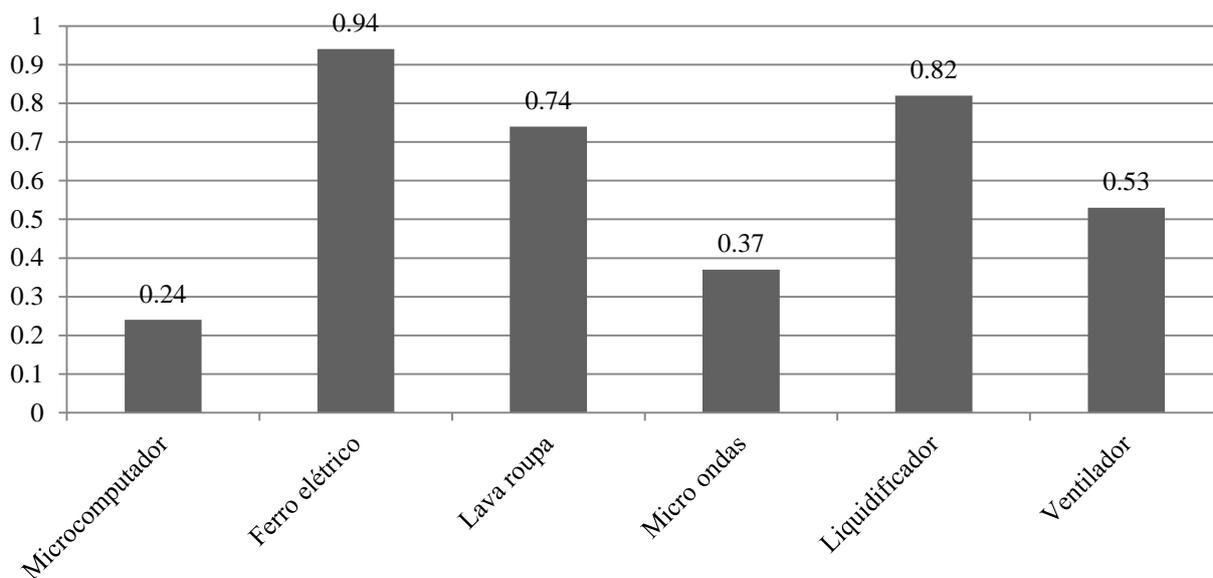


Gráfico 11 – Posse média de outros equipamentos
Fonte: Adaptado do Eletrobrás, 2007

Por fim, por intermédio do anuário estatístico de energia elétrica, o consumo médio de energia elétrica do consumidor residencial para o ano de 2014 foi de 167,2 kWh/mês por unidade de consumo para a perspectiva brasileira, de 183,1 kWh/mês para a região Sudeste e de 167,4 kWh/mês para o estado do Espírito Santo (EPE, 2015a).

3. METODOLOGIA

Este estudo pode ser caracterizado como exploratório e de levantamento de dados. Uma vez que procura descrever e levantar os dados acerca do comportamento de utilização de energia elétrica do consumidor residencial de um grupo amostral definido. Foi utilizada uma abordagem quantitativa e qualitativa, sendo utilizado um instrumento de levantamento de dados que, segundo Gil (2002), poderá promover a obtenção dos dados pautados sob a perspectiva do entrevistado, fomentando a análise do comportamento do consumidor residencial.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O levantamento de dados foi realizado no bairro Colina de Laranjeiras, localizado no município da Serra. Segundo a Prefeitura Municipal de Serra - PMS (2001), este bairro possui extensão territorial de aproximadamente 280 mil m², dos quais 229 mil m² foram destinados para loteamento residencial (Figura 2).



Figura 2 - Delimitação do bairro Colina de Laranjeiras

Fonte: Adaptado da PMS, 2014

3.2 POPULAÇÃO, AMOSTRA E COLETA DE DADOS

De acordo com os dados fornecidos pela concessionária de distribuição de energia elétrica (EDP) Escelsa, o bairro de Colina de Laranjeiras possuía, em agosto de 2015, amplitude da população 4.486 consumidores residenciais de energia elétrica, distribuídos entre casas de via pública e em condomínios fechados horizontais e verticais. Como este projeto não possui fonte de financiamento para viabilizar o levantamento de dados em toda a população do respectivo bairro foi determinada uma amostra desta população.

Neste sentido, Hair Junior *et. al.* (2009) sugerem que a razão entre o número de observações e o número de variáveis independentes nunca deva ser inferior a cinco, ou seja, para cada variável independente analisada deverá ter no mínimo cinco observações disponíveis. Os estudiosos Pituch e Stevens (2015) sugerem uma relação de 15 observações por variável independente para produzir estimativas confiáveis. Entretanto, Gil (2002) utiliza-se de uma tabela para definir a amplitude amostral desejada.

Percebe-se que quanto maior o número de observações por variáveis independentes, maior será o tamanho da amostra, conseqüentemente, maior será a chance de se obter resultados mais próximos da amplitude da população pesquisada. Gujarati (2011) salienta que estimativas oriundas de amostras pequenas são instáveis, podem apresentar problemas com os graus de liberdade do modelo e apenas relações extremamente fortes serão detectadas, optou-se por utilizar Gil (2002), Tabela 2, para definir o tamanho da amostra que será entrevistada.

Tabela 2 – Amplitude amostral

(continua)

Amplitude da população	Amplitude da amostra com as margens de erro indicadas					
	±1%	±2%	±3%	±4%	±5%	±10%
<1000	-	-	-	-	222	83
1000	-	-	-	385	286	91
1500	-	-	638	441	316	94
2000	-	-	714	476	333	95
2500	-	1 250	769	500	345	96
3000	-	1364	811	517	353	97
3500	-	1458	843	530	359	97
4000	-	1538	870	541	364	98
4500	-	1607	891	549	367	98
5000	-	1667	909	556	370	98

(conclusão)

Amplitude da população	Amplitude da amostra com as margens de erro indicadas					
	±1%	±2%	±3%	±4%	±5%	±10%
6000	-	1 765	938	566	375	98
7000	-	1842	949	574	378	99
8000	-	1905	976	480	381	99
9000	-	1957	989	584	383	99
10000	5000	2000	1000	488	383	99
15000	6000	2143	1034	600	390	99
20000	6667	2222	1053	606	392	100
25000	7143	2273	1 064	610	394	100
50000	8333	2381	1087	617	397	100
100000	9091	2439	1099	621	398	100
>100000	10000	2500	1111	625	400	100

Fonte: Adaptado de Gil (2002)

Para este estudo, foi considerado erro de 5% para população de 4.486 consumidores, obtendo, a amplitude da amostra de 367 consumidores entrevistados, Tabela 2.

De acordo com Gujarati (2011) as variáveis observadas que apresentarem valores numéricos nulos (zero) não são consideradas para o grupo de observações coletadas que foram utilizadas para a regressão linear múltipla. Neste sentido, ao se realizar as entrevistas foi considerado a possibilidade de não utilização de algumas observações, impulsionando a obtenção do número maior de entrevistas. Obteve o número de 403 entrevistados, sendo este número obtido de acordo com a disponibilidade de tempo da equipe de levantamento de dados.

Para se realizar a tarefa de coleta de dados, foi utilizado um questionário de levantamento de dados (Apêndice A), sendo este adaptado dos estudos de Godoy (2006); Eletrobrás (2007) e ABEP (2015). A obtenção dos entrevistados foi feita por amostragem sistemática. Segundo Gil (2002), trata-se de variação da amostragem aleatória simples, sendo que os elementos de análise foram escolhidos de forma aleatória dentro da amplitude da população.

Nesta pesquisa, considerou-se a seguinte distribuição: nos condomínios verticais foram pesquisados no mínimo dois apartamentos por andar e por torre; nos condomínios horizontais foram entrevistadas casas salteadas; as casas em via pública foram escolhidas no mínimo quatro por rua. Fez-se isto com o intuito de homogeneizar ao máximo a amplitude de análise.

Estas informações foram obtidas por entrevistas pessoais junto aos consumidores residenciais, onde os mesmos respondiam ao questionário semiestruturado acerca das características e hábitos de utilização dos equipamentos eletroeletrônicos. A intenção ~~em o~~ ~~intuito~~ de se obter os dados individuais em kWh por cada equipamento e por seguinte, foi possível obter a informação do consumo energético global demandado pelo entrevistado.

O levantamento de dados foi realizado entre os meses de agosto e outubro de 2015, que segundo SIMEPAR (2016), foi considerado como final da estação de inverno e meados da estação de primavera, não sendo possível considerar que os dados obtidos sejam característicos das estações de inverno ou verão, ou seja, a análise da interferência da temperatura, característica destas estações distintas, no consumo de energia elétrica não foi considerada, conseqüentemente, foi um limitador deste estudo. Salienta-se, que o período utilizado para a obtenção dos dados foi definido para atender disponibilidade da equipe de levantamento de dados.

Os dados de consumo energético global e o quantitativo de equipamentos utilizados pelos consumidores residenciais, obtidos no levantamento de dados, foram coletados uma única vez por cada unidade de consumo. Por fim, com o intuito de proporcionar confiabilidade aos dados levantados pelo modelo de uso final foi utilizada a regressão linear múltipla.

3.3 UTILIZAÇÃO DA REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

Por intermédio da utilização da Equação 2.3 foi possível descrever o modelo de relação linear entre as variáveis, independente e dependente, com o intuito de analisar quais variáveis são mais significativas para explicar o consumo de energia elétrica residencial:

$$\begin{aligned}
 CONS_i = & \beta_0 + \beta_1 ILUM_i + \beta_2 REFRI_i + \beta_3 CHUV_i + \beta_4 TELEV_i + \beta_5 MICRO_i \\
 & + \beta_5 OUTROS_i + \beta_6 ARCOND + \beta_7 FREEZER + \beta_8 FERRO + \mu_i
 \end{aligned}
 \tag{Eq. 3.1}$$

Em que,

β_0 = Intercepto;

$CONS_i$ = É o consumo mensal total medido em kWh consumidor residencial i ;

$ILUM_i$ = É a quantidade total de lâmpadas utilizada em cada residência i ;

$REFRI_i$ = É a quantidade de total de refrigeradores em cada residência i ;
 $CHUV_i$ = É a quantidade de total de chuveiro em cada residência i ;
 $TELEV_i$ = É a quantidade de total de televisão em cada residência i ;
 $MICRO_i$ = É a quantidade de total de micro-ondas em cada residência i ;
 $ARCOND_i$ = É a quantidade de total de ar-condicionado em cada residência i ;
 $FREZEER_i$ = É a quantidade de total de freezer em cada residência i ;
 $FERRO_i$ = É a quantidade de total de ferro em cada residência i ;
 $OUTROS_i$ = É a quantidade de total de alguns aparelhos em cada residência i ;
 β_k = Consumo de energia por tipo de equipamento k ;
 μ_i = Erro aleatório para a residência i .
 $k = 1, 2, 3, \dots, 9$;
 $i = 1, 2, 3, \dots, n$;

A variável dependente da regressão linear múltipla deste estudo é a CONS, que representa o consumo de energia elétrica total de cada unidade residencial pesquisada, sendo essa variável quantificada pela soma do consumo de energia elétrica de cada equipamento eletroeletrônico residencial. As variáveis independentes desta mesma regressão foram representadas pelas quantidades de equipamentos de iluminação, de refrigerador, de chuveiro elétrico, de televisor, de micro-ondas, de ferro, de freezer, de ar-condicionado e de outros equipamentos, que serão discutidos na seção 3.4. Nesta perspectiva, a variável dependente é uma composição de todos os objetos que consomem energia elétrica em uma unidade residencial, e, portanto, espera-se uma relação positiva entre as variáveis independentes e a variável dependente.

É importante salientar que o intercepto β_0 da variável dependente representa a média de energia elétrica de “CONS” quando todas as variáveis explanatórias assumirem o valor de 0 (zero).

Ao término de obtenção dos dados pertinentes à demanda de energia elétrica desagregada por cada equipamento dos consumidores residenciais, foi verificado o número de observações por cada tipo de eletroeletrônico, pois, segundo Gujatati (2011), todas as variáveis independentes precisam possuir valor numérico não nulo. Neste sentido, os entrevistados que não tinham posse de qualquer eletrodoméstico pesquisado teriam seus dados excluídos junto à regressão linear múltipla.

Por fim, ao verificar o número de entrevistados que apresentaram todos os equipamentos eletroeletrônicos pesquisados, foi realizada a regressão linear múltipla, juntamente com a verificação de todos os seus pressupostos e dos testes de significância da respectiva regressão, por intermédio do software *Stata*¹ versão 11.1, com o intuito realizar a análise estatística do modelo e de se encontrar os respectivos estimadores BLUE.

3.4 CONFIGURAÇÃO DA VARIÁVEL DEPENDENTE

Para este trabalho, foram considerados os eletroeletrônicos de uso residencial, regulamentados pelo Inmetro, com o intuito de garantir a qualidade do produto comercializado. Neste sentido, por intermédio dos dados fornecidos pelo programa brasileiro de etiquetagem do Inmetro foram coletados os dados acerca das características elétricas dos equipamentos coletados nas entrevistas dos consumidores residenciais.

Para melhor entendimento de como os dados do Inmetro, juntamente com os dados levantados pelo questionário, foram utilizados, este item descreve, por intermédio da entrevista realizada, o consumo de uma unidade residencial. Ressalta-se que os dados utilizados são pertinentes ao consumo de uma casa de via pública.

Para o dimensionamento da demanda de energia elétrica desagregada por uso final e global consumido por uma unidade residencial, foram utilizadas as Equações 2.1 e 2.2, sendo necessário fazer algumas adaptações, conforme sugerem Jannuzzi e Swisher (1997), Leonelli (1999), Silva (2000), Godoy (2006), Eletrobrás (2007), Fedrigo *et. al.* (2009), pois o dimensionamento de energia consumida por alguns equipamentos eletroeletrônicos apresentam características de consumo de energia elétrica específicas. Neste sentido, tais equacionamentos encontram-se descritos nos demais subitens do item 3.4. Por fim, o consumo de energia elétrica demandada por esta unidade residencial foi de 138,65 kWh/mês.

3.4.1 Consumo de iluminação

O consumo energético desta variável foi obtido por meio da Equação 3.2.

¹ Agradeço ao professor Ricardo dos Santos que disponibilizou a utilização do *Software Stata* para a realização deste trabalho.

$$ILUM_i = \sum_1^n N_{in} \times P_{in} \times H_{in} \times 30 \quad \text{Eq. 3.2}$$

Onde:

N_{in} = Número de lâmpadas;

P_{in} = Potência em kW da lâmpada, sendo esta de acordo com o tipo utilizado;

H_i = Tempo em horas de utilização diária; e

n = Tipo de lâmpada que está sendo utilizada.

Tabela 3 – Levantamento de dados das lâmpadas

TIPO DE CÔMODO	LÂMPADAS		UTILIZAÇÃO DIÁRIA (TEMPO EM HORAS - DIAS DE SEMANA)	UTILIZAÇÃO DIÁRIA (TEMPO EM HORAS - FINAIS DE SEMANA)
	TOTAL	TIPO (1)		
Sala de estar, jantar e TV	2	10	3	3
Quarto 1	2	10	2	2
Quarto 2				
Banheiro 1	2	10	1	1
Banheiro 1	1	10		1
Copa e Cozinha	2	10	2	2
Garagem	2	10	4	4
Área externa				

CHAMADA (1):

- | | |
|--------------------------------|---|
| (1) 25W – Incandescente | (8) 80W – Fluorescente Tubular |
| (2) 40W – Incandescente | (9) 20W – Fluorescente Compacta não integrada |
| (3) 60W – Incandescente | (10) 15W – Fluorescente Compacta integrada |
| (4) 100W – Incandescente | (11) 20W – Fluorescente Compacta integrada |
| (5) 150W – Incandescente | (12) 7W – LED |
| (6) 20W – Fluorescente Tubular | (13) 40W – Halógenas (Dicroicas) |
| (7) 40W – Fluorescente Tubular | (14) Outras: _____ |

Fonte: Adaptado Inmetro (2015a)

Utilizando-se os dados da Tabela 3 e substituindo os mesmos na Equação 3.2, é possível obter o consumo energético deste tipo de equipamento. Neste exemplo, calculou-se o consumo energético do cômodo “área de serviço”, que servirá como modelo para os cálculos dos demais cômodos, sendo necessário somar o consumo energético de cada cômodo ao término do dimensionamento dos mesmos.

Portanto, $ILUM_{Garagem} = 2 \text{ lâmpada} \times \frac{15 \text{ watts}}{1000} \times (4 \text{ hora} \times (22 \text{ dias semana}) + 4 \text{ hora} \times (8 \text{ dias final de semana})) = 3,6 \text{ kWh/mês}$. Para esta unidade residencial o consumo energético mensal total de iluminação foi igual a 10,92 kWh.

3.4.2 Consumo de ar-condicionado

Para dimensionar o consumo mensal dos equipamentos de ar-condicionado (Equação 3.3) foi necessário utilizar a tabela de consumo energético de ar-condicionado do Inmetro (2015b) juntamente com as informações acerca dos hábitos de consumo do respectivo eletroeletrônico, Tabela 4.

$$ARCOND_i = \sum_1^n (Valor_{in} \times D_{in}) \div 30 \quad \text{Eq. 3.3}$$

Onde:

$Valor_{in}$ = Consumo energético mensal em Kwh;

D_i = Número de dias no mês em que o equipamento está sendo utilizado; e

n = Quantidade de ar-condicionado.

Tabela 4 – Levantamento de dados do ar-condicionado

MARCA	BTU	220V	Utilização em dias	Consumo de Energia em Kwh/Mês
ELETROLUX	7000	x	8	13,2

Fonte: Adaptado Inmetro (2015b)

De acordo com Inmetro (2015b), este equipamento de ar-condicionado, Tabela 4, consome mensalmente 13,2 kWh, sendo este valor dimensionado para uma utilização de 8 dias/mês. Portanto, por intermédio da Equação 3.2, este equipamento consome $Ar = 13,2 \text{ kWh} \times \frac{8 \text{ dias de utilização}}{30 \text{ dias (mês comercial)}} = 3,52 \text{ kWh/mês}$.

3.4.3 Consumo de refrigerador

O consumo energético deste equipamento, segundo Inmetro (2015c), perpassa pela utilização diária ininterrupta, proporcionada pela característica de utilização por parte do consumidor residencial.

$$REFRIG_i = \sum_1^n (Valor_{in} \times D_{in}) \div 30 \quad \text{Eq. 3.4}$$

Onde:

$Valor_{in}$ = Consumo energético mensal em Kwh;

D_i = Número de dias no mês em que o equipamento está sendo utilizado; e

n = Quantidade de refrigeradores

Tabela 5 – Levantamento de dados do refrigerador

TIPO DE APARELHO				Consumo de Energia em Kwh/Mês
MARCA	CAPACIDADE (Litros)	127V	220V	
BRASTEMP	352	x		46,4

Fonte: Adaptado Inmetro (2015c)

Com os dados das características do refrigerador, Tabela 5, foi possível por intermédio da tabela de consumo energético, Inmetro (2015c), diagnosticar que o consumo mensal deste equipamento foi de 46,4 kWh. Portanto, utilizando-se a Equação 3.4, este equipamento consome $refrigerador = 46,4 kWh \times \frac{30 \text{ dias de utilização}}{30 \text{ dias (mês comercial)}} = 46,4 kWh/mês$.

3.4.4 Consumo de freezer

O freezer apresenta a mesma característica de consumo energético que o refrigerador, item 3.4.3, possibilitando dimensionar o consumo energético do mesmo (Equação 3.5) com as informações levantadas pelo questionário, Tabela 6, juntamente com a tabela de consumo energético de freezer do Inmetro (2015d).

$$FREE_i = \sum_1^n (Valor_{in} \times D_{in}) \div 30 \quad \text{Eq. 3.5}$$

Onde:

$Valor_{in}$ = Consumo energético mensal em Kwh;

D_i = Número de dias no mês em que o equipamento está sendo utilizado; e

n = Quantidade de refrigeradores

Tabela 6 – Levantamento de dados do freezer

TIPO DE APARELHO					Utilização dias	Consumo de Energia em Kwh/Mês
MARCA	CAPACIDADE (Litros)	127V	220V	POSIÇÃO		
CONSUL	121	X		Vertical	4	37

Fonte: Adaptado Inmetro (2015d)

Por intermédio da tabela de consumo energético de freezer do Inmetro (2015d), obtêm-se o consumo energético mensal igual a 37 kWh. Sendo importante salientar que este consumo será diretamente proporcional à utilização de 30 dias, segundo o Inmetro (2015d), ou seja, o valor energético deste equipamento elétrico será uma proporção desta utilização. Portanto, utilizando-se a Equação 3.5, este equipamento consome

$$Freezer = 37 kWh \times \frac{4 \text{ dias de utilização}}{30 \text{ dias (mês comercial)}} = 4,93 kWh/mês.$$

3.4.5 Consumo de televisão

O dimensionamento do consumo energético deste equipamento foi calculado ao se utilizar as informações de características de consumo do consumidor residencial, Tabela 7, juntamente com as informações de consumo energético da tabela de consumo energético de televisão do Inmetro (2015e), que por intermédio da Equação 3.6, foi possível chegar ao valor mensal de 11,4kWh/mês.

$$TV_i = \sum_1^n N_{in} \times P_{in} \times H_{in} \times 30 \quad \text{Eq. 3.6}$$

Onde:

N_{in} = Número de televisões de mesma polegada e marca;

P_{in} = Potência em kW da televisão;

H_i = Tempo em horas de utilização diária; e

n = Tipo de televisão que está sendo utilizada

Tabela 7 – Levantamento de dados da televisão

TIPO DE APARELHO			UTILIZAÇÃO POR SEMANA (EM DIAS)	UTILIZAÇÃO POR FINAL DE SEMANA (EM DIAS)	TEMPO DE UTILIZAÇÃO (em horas)		POTÊNCIA (W)	ST*
MARCA	MODELO	POLEGADAS						
SEMP TOSHIBA	PLASMA	42	5	2	2	2	105	0,32

Fonte: Adaptado Inmetro (2015e)

*Standby do equipamento kWh/mês

De acordo com o Inmetro (2015e), a potência elétrica do equipamento pesquisado é de 105 Watts, Tabela 7, e, neste sentido, ao observar as características de utilização do consumidor residencial para este equipamento, obtêm-se $TV_1 = 1 \times \frac{105}{1000} \times (22 \times 2 + 8 \times 2) = 6,3 \text{ kWh/mês}$. Sendo que o valor de consumo do aparelho no estado de *standby* foi de 0,32 kWh/mês.

3.4.6 Consumo de chuveiro

O consumo energético do chuveiro elétrico foi dimensionado de acordo com a Equação 3.7, sendo, utilizadas as informações da Tabela 8, juntamente com as informações de consumo energético do respectivo equipamento eletroeletrônico que consta na tabela do Inmetro (2015f).

$$CH_i = \sum_1^n P_{in} \times H_{in} \times Dias \quad \text{Eq. 3.7}$$

Onde:

P_{in} = Potência em kW do chuveiro;

H_i = Tempo em horas de utilização diária; e

Dias = Dias em que este equipamento está sendo utilizado;

n = Quantidade.

Tabela 8 – Levantamento de dados do chuveiro

TIPO DE APARELHO			Nº DE PESSOAS QUE USAM	UTILIZAÇÃO POR DIAS DE SEMANA (em minutos)	UTILIZAÇÃO FINAL DE SEMANA (em minutos)
MARCA	POTÊNCIA (watts)	REDE			
LORENZET	7500	220	1	10	10
			1	5	5

Fonte: Adaptado Inmetro (2015f)

O consumo energético mensal deste equipamento foi dimensionado a partir da soma do consumo energético de cada consumidor, sendo este consumo representado pela Equação 3.7, onde, foi considerado 22 dias para a utilização semanal e 8 dias para a utilização de final de semana, totalizando 30 dias por mês de utilização.

$$\text{Ao substituir os dados da Tabela 8 na equação obteve-se o } CH_{total} = \frac{7500}{1000} \times \left(\frac{15}{60} \times 22 + \frac{15}{60} \times 8 \right) = 56,25 \text{ kWh/mês.}$$

3.4.7 Consumo do micro-ondas

Este equipamento apresenta característica de consumo idêntica ao item 3.4.6, portanto, ao utilizar a Equação 3.8 e por intermédio das informações levantadas pelo questionário, Tabela 9, juntamente com as informações de consumo energético do respectivo equipamento eletroeletrônico que consta na tabela do Inmetro (2015g), foi possível dimensionar o consumo mensal deste equipamento.

$$\text{Micro Ondas}_i = \sum_1^n P_{in} \times H_{in} \times \text{Dias} \quad \text{Eq. 3.8}$$

Onde:

P_{in} = Potência em kW do micro-ondas;

H_i = Tempo em horas de utilização diária; e

Dias = Dias em que este equipamento está sendo utilizado;

n = Quantidade.

Tabela 9 – Levantamento de dados do micro-ondas

TIPO DE APARELHO			UTILIZAÇÃO POR SEMANA (EM DIAS)	UTILIZAÇÃO POR FINAL DE SEMANA (EM DIAS)	TEMPO DE UTILIZAÇÃO (em horas)	POTÊNCIA (W)	ST*
MARCA	MODELO	TENSÃO					
BRITÂNICA	20L	127	5		10/60	1200	

Fonte: Adaptado Inmetro (2015g)

*Standby do equipamento kWh/mês

Portanto, a demanda de energia elétrica mensal deste aparelho foi de 4,4 kWh.

3.4.8 Consumo do ferro de passar

O consumo de energia elétrica deste equipamento foi dimensionado ao utilizar a Equação 3.9, juntamente com os dados da Tabela 10 e dos dados da tabela do Inmetro (2015h) de consumo energético do respectivo equipamento.

$$Ferro = \sum_1^n P_{in} \times H_{in} \times Dias \quad \text{Eq. 3.9}$$

Onde:

P_{in} = Potência em kW do Ferro;

H_i = Tempo em horas de utilização diária; e

Dias = Dias em que este equipamento está sendo utilizado;

n = Quantidade.

Tabela 10 – Levantamento de dados do ferro de passar

MARCA	UTILIZAÇÃO POR MÊS (EM DIAS)	TEMPO DE UTILIZAÇÃO (em horas)	POTÊNCIA (W)
Black & Decker	1 vez ao mês	1	1200

Fonte: Adaptado Inmetro (2015h)

Portanto, de acordo com a Equação 3.9 o consumo de energia elétrica mensal do ferro de passar roupa foi $Ferro = \frac{1200}{1000} \times 1 \times 1 = 1,2 \text{ kWh}$.

3.4.9 Consumo outros equipamentos

Este item e é composto por diversos equipamentos eletroeletrônicos residenciais que não são levados em consideração para o consumo energético residencial, segundo a Eletrobras (2007), entretanto, o se analisar estes equipamentos como uma única fonte de demanda de energia elétrica pode-se obter um consumo energético considerado, Tabela 11.

Tabela 11 – Levantamento de dados de outros equipamentos

N.º	APARELHO	QUANTIDADE	UTILIZAÇÃO POR SEMANA EM DIAS	CONSUMO/POTÊNCIA	TEMPO DE UTILIZAÇÃO
1	LAVAR ROUPA	1	1	0,46 Kwh/ciclo	1 ciclo
2	COMPUTADOR	2	2	148Watts	1 horas
3	LIQUIDIFICADOR			300 Watts	
4	VENTILADOR			150 Watts	
5	SECADORDECABELO			1200 Watts	

Fonte: Adaptado Inmetro (2015i , 2015j, 2015l, 2015m, 2015n)

Pautando-se na Equação 3.9 e realizando as modificações necessárias para atender as especificidades de consumo de cada equipamento deste item obtêm-se, por intermédio das informações da Tabela 11 o consumo energético total de:

$$\text{- Lava roupa} = 1 \times (1 \times 4,5) \times 0,46 = 2,07 \text{ kWh/mês};$$

$$\text{- Computador} = 2 \times (2 \times 1 \times 4,5) \times \frac{148}{1000} = 2,664 \text{ kWh/mês};$$

Totalizando o consumo mensal de 4,734 kWh.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE ANALISADA

De acordo com a pesquisa realizada no bairro de Colina de Laranjeiras, os consumidores residenciais apresentaram posse média de equipamentos eletroeletrônicos semelhante ao realizado pela última pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, ano-base 2005, publicado no ano de 2007 pela Eletrobras (Gráfico 12). Neste sentido, ao comparar os estudos realizados (Gráfico 12), conclui-se que a posse média dos equipamentos eletroeletrônicos residenciais das duas pesquisas apresentam a mesma característica de distribuição, ou seja, as lâmpadas ainda continuam sendo o equipamento que apresenta maior participação, seguida por outras cargas, televisor, chuveiro e refrigerador.

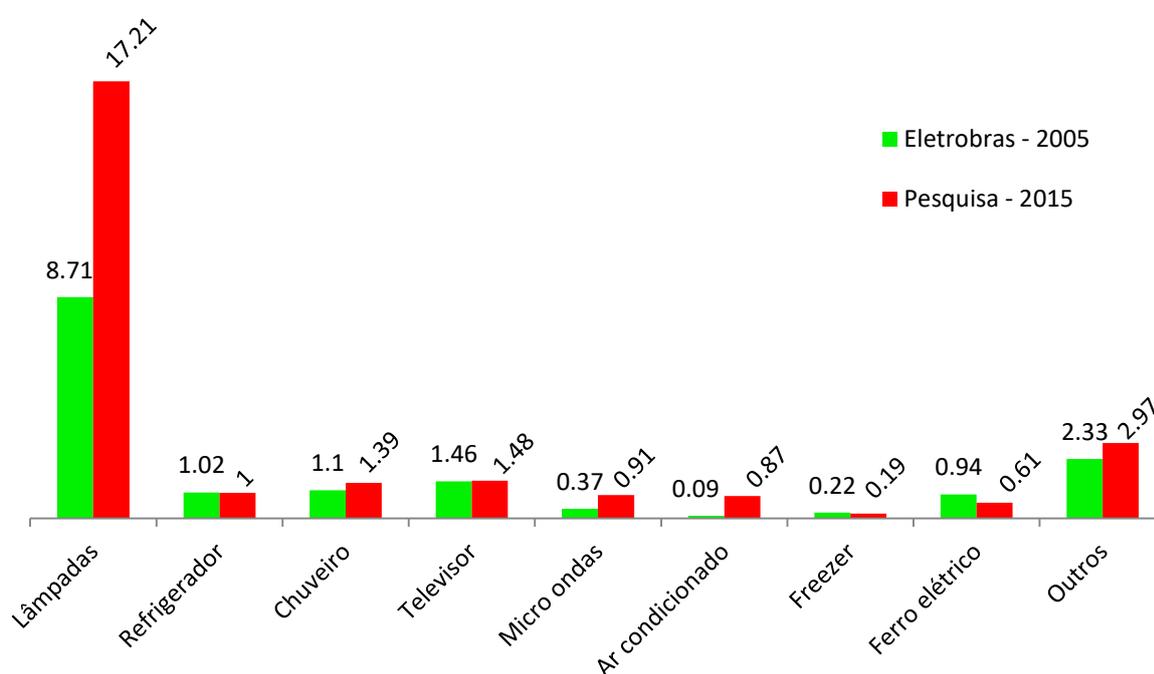


Gráfico 12 – Comparação entre a posse média de equipamentos do bairro Colina de Laranjeiras (2015) e a região Sudeste do Brasil (2005)

Fonte: Adaptado da ELETROBRAS (2007), PRÓPRIO AUTOR (2016)

Dentre todos os equipamentos pesquisados, destaca-se a lâmpada e o chuveiro elétrico, sendo que, as lâmpadas passaram de no ano-base de 2005 a posse de 8,71 unidades, para a

posse de 17,21 unidades, no ano-base de 2015, e nesta mesma perspectiva, o chuveiro elétrico possui de 1,1 unidade em 2005, para a posse média de 1,39 unidade de chuveiros elétricos, em 2015, aumentando a participação dos respectivos equipamentos eletroeletrônicos no contexto do consumidor residencial (Gráfico 12).

Outro ponto que precisa ser evidenciado é a pequena participação de alguns equipamentos eletroeletrônicos na posse dos consumidores residenciais, destacando-se o freezer, com 0,19 unidade, o ferro elétrico com 0,61 unidade o ar-condicionado com 0,81 unidade (Gráfico 12). Portanto, alguns equipamentos são mais requisitados para a manutenção do bem-estar dos consumidores, em contrapartida, outros não apresentam grande impacto na posse do consumidor residencial (Gráfico 12).

Ao ponderar os dados de posse média (Gráfico 12) com os dados de consumo de energia elétrica dos equipamentos residenciais (Tabela 12), percebe-se que o chuveiro elétrico ostenta o maior número de posse média por unidade residencial, e, concomitantemente também apresenta um dos maiores consumos de energia elétrica. Nesta perspectiva, entende-se a relevância da análise de consumo e posse de alguns equipamentos eletroeletrônicos residenciais, pois, quanto maior for a posse média e o consumo médio, em kWh, dos respectivos equipamentos, maior será a demanda total de energia elétrica por equipamento eletroeletrônico e por unidade de consumo residencial.

Tabela 12 – Tabela de estatística descritiva do bairro Colina de Laranjeiras

Variável	Média (kWh)	Mínimo (kWh)	Máximo (kWh)	Observações
CONSU_M3	209,694	50,000	590,333	403
ILUM	21,957	1,875	52,000	403
REFRIG	55,209	37,500	85,300	403
CHUV	83,891	11,250	262,500	401
TELEV	20,913	2,270	85,200	403
MICRO	5,658	0,855	18,600	367
ARCOND	10,324	0,520	51,000	298
FREEZER	2,359	2,500	68,000	77
FERRO	1,747	0,500	4,800	246
OUTROS	9,068	1,840	44,280	399

ILUM = iluminação, REFRIG = refrigerador, CHUV = chuveiro, TELEV = televisor, MICRO = micro-ondas, ARCOND = ar-condicionado, FREEZER = freezer, FERRO = ferro de passar, OUTROS = outros equipamentos.

Fonte: Próprio Autor

Neste contexto, ao analisar a participação dos equipamentos chuveiro elétrico e da lâmpada no consumo total de energia elétrica residencial dos consumidores tanto do bairro Colina de Laranjeiras (Gráfico 13), quanto da região Sudeste (Gráfico 14), constata-se que o chuveiro elétrico apresentou um aumento em sua participação neste interstício, saindo de 25% em 2005 para 38% em 2015, sendo que a lâmpada apresentou redução em sua participação ao longo deste mesmo período, saindo de 18% em 2005 para 10% em 2015.

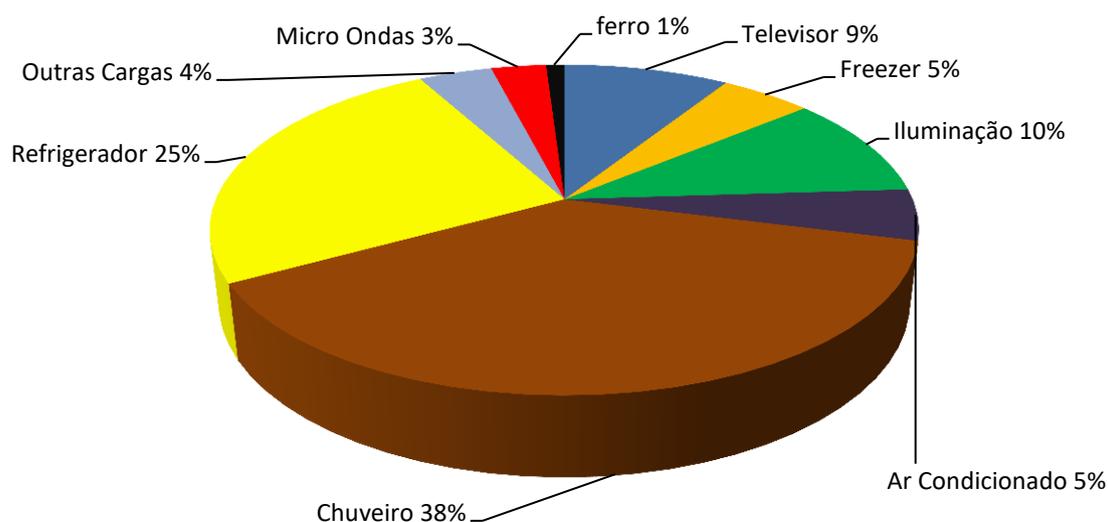


Gráfico 13 – Participação dos eletrodomésticos no consumo residencial bairro Colina de Laranjeiras
Fonte: Próprio Autor

Considerando que o consumo médio mensal de energia elétrica no ano de 2005 foi de 160 kWh por unidade de consumo residencial da região Sudeste, entende-se ao analisar o Gráfico 14 que a participação do chuveiro elétrico foi de 40 kWh do consumo total e o da lâmpada foi de 28,8 kWh (EPE, 2011). Entretanto, o consumo mensal médio dos equipamentos chuveiro elétrico e lâmpada do bairro Colina de Laranjeiras foram de 83,89 kWh e 21,95 kWh, respectivamente (Tabela 12).

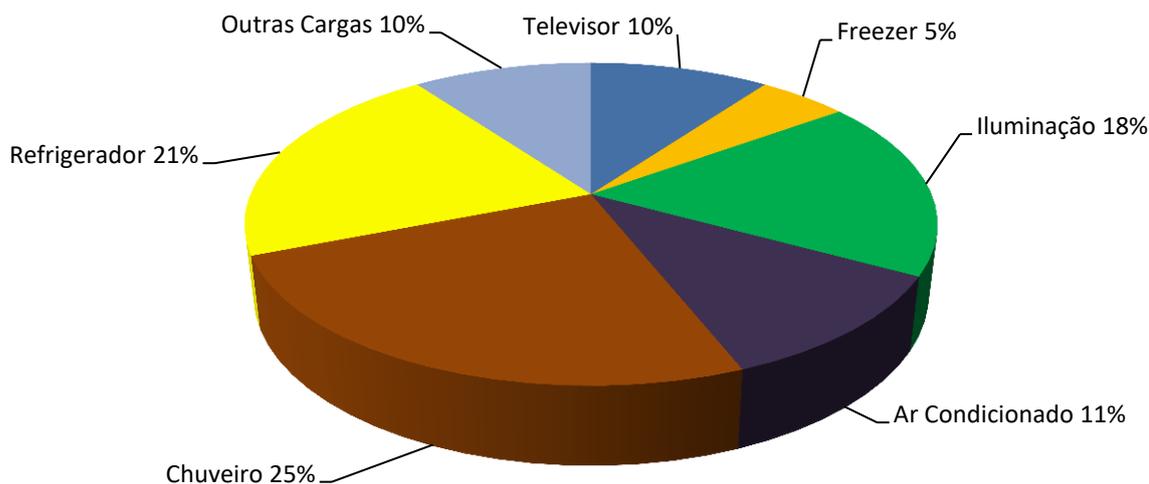


Gráfico 14 – Participação dos eletrodomésticos no consumo residencial na região Sudeste
Fonte: Adaptado do Eletrobrás, 2007, p. 17

A análise acerca da alteração de participação no consumo residencial dos equipamentos eletroeletrônicos chuveiro elétrico e da lâmpada é relevante ao se observar a alteração de posse média dos respectivos equipamentos durante este mesmo interstício, pois, de acordo com o Gráfico 12, a posse média tanto do chuveiro elétrico quanto da lâmpada aumentaram durante este período. Portanto, percebe-se que mesmo com o aumento de posse dos respectivos equipamentos, a participação no consumo de energia elétrica residencial do equipamento chuveiro elétrico aumentou e da lâmpada sofreu uma redução neste período, contribuindo para a percepção de que ocorreu uma alteração no hábito de utilização ou na tecnologia do equipamento analisado ao longo do tempo.

4.1.1 Posse e hábitos de utilização por equipamento pesquisado

4.1.1.1 Iluminação

O equipamento iluminação é um aglomerado de lâmpadas de diversos tipos, sendo, as mesmas demandantes de energia elétrica. Neste sentido, o Gráfico 15, apresenta a participação de cada tipo de lâmpada e sua demanda de energia elétrica na perspectiva do consumidor residencial do bairro Colina de Laranjeiras.

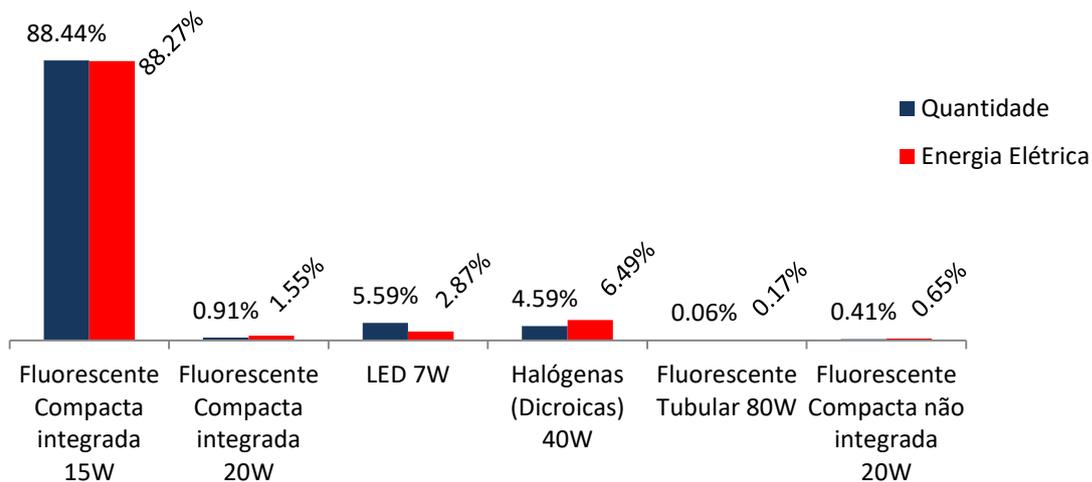


Gráfico 15 – Participação do tipo de lâmpada na iluminação e o seu consumo de energia elétrica
Fonte: Próprio Autor

Ao analisar o Gráfico 15 percebeu-se que a lâmpada compacta integrada fluorescente de 15 W apresentou maior participação na posse média, com 88,44% das 17,21 lâmpadas (Gráfico 12), ou seja, o valor de 15,22 lâmpadas por unidade de consumo residencial, sendo que, ao comparar essa posse média com os demais tipos de lâmpadas utilizadas identificou-se que as demais participações são insignificantes para com o consumo total de energia elétrica. Essa afirmativa é ratificada ao confrontar a participação de cada tipo de lâmpada no consumo total de energia elétrica do equipamento lâmpada, pois, a lâmpada fluorescente de 15 W consome 88,27% das 21,96 kWh, Tabela 12, ou seja, 19,38 kWh/mês.

O consumidor residencial do bairro Colina de Laranjeiras apresentou posse média de lâmpada fluorescente de 15,46 unidades e 0,79 unidade de lâmpada incandescente (Halógenas), sendo que, este novo consumidor exibiu a posse média de 0,96 unidade de lâmpadas de LED (Gráfico 15). Esse consumidor ainda apresentou como característica de utilização o número de 14,95 horas diárias para as lâmpadas fluorescentes, com a utilização de 2,79 horas para a lâmpada compacta fluorescente de 15 W, com a utilização de 3,24 horas para as lâmpadas de LED e com utilização de 1,50 hora para as lâmpadas incandescentes.

Ao analisar os números de posse média da região Sudeste (Gráfico 4), percebeu-se que existe uma mudança no hábito de posse e de utilização dos consumidores residenciais, sendo que, na pesquisa realizada pela Eletrobras, ano-base de 2005, a posse média de lâmpadas fluorescente era de 3,35 unidades e de lâmpadas incandescentes era de 3,11 unidades.

Essa mudança de hábito de posse média é interessante no contexto da demanda de energia elétrica requisitada pelo consumidor residencial, pois, as lâmpadas incandescentes consomem mais energia elétrica do que as lâmpadas fluorescentes e as lâmpadas de LED, (BRASIL, 2010), portanto é possível entender o motivo pelo qual o consumo de energia elétrica pelo equipamento de iluminação reduziu ao comparar as duas pesquisas (Gráfico 13 e 14).

Outro ponto interessante a ser destacado é a introdução de lâmpadas de LED com potência de 7W que consomem 35% menos de energia elétrica do que as lâmpadas fluorescentes mais utilizadas, e a compacta de 15W, sendo essa tecnologia recente e mesmo assim já está presente em 5,59% das unidades consumidoras de energia elétrica, conforme Gráfico 15.

Na análise de como o consumidor residencial está utilizando o equipamento iluminação para a manutenção do seu bem-estar, percebe-se que o mesmo, utiliza alguns cômodos mais que outros, neste sentido, destacam-se o cômodo “sala de estar, jantar e TV” com o consumo de 21,90%, seguido pelo cômodo “Copa e Cozinha” com 21,72% de toda a energia elétrica demanda pela iluminação no cômodo como os que mais utilizam este tipo de equipamento e os cômodos “corredores” com 0,29% e “garagem” com 3,79% como os que menos utilizam (Gráfico 16).

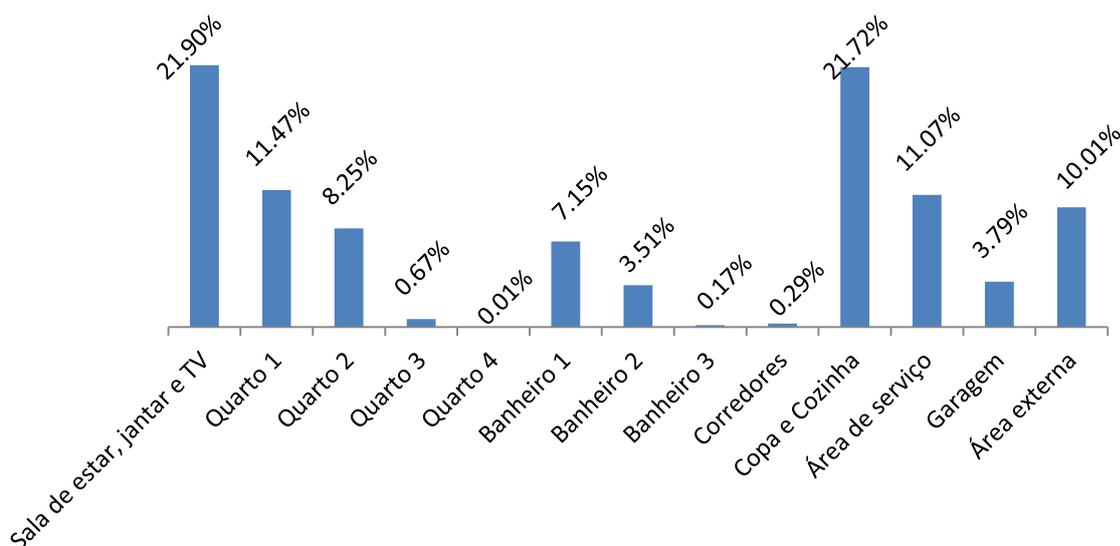


Gráfico 16 – Distribuição de energia elétrica por tipo de cômodo – iluminação
Fonte: Próprio Autor

Cabe resaltar que alguns cômodos, tais como “Quarto 3”, “Quarto 4” e “Banheiro 3”, não existem em todas as edificações, motivo pelo qual obtiveram resultados interessantes quanto à participação na utilização do equipamento iluminação.

Por fim, percebe-se que a introdução de políticas públicas, tais como a regulamentação da eficiência energética das lâmpadas incandescente no contexto comercial, impulsiona o aperfeiçoamento tecnológico proporcionando a redução do consumo de energia elétrica no viés da utilização e não da posse do respectivo equipamento.

4.1.1.2 Ar-condicionado

Este equipamento não estava presente em todas as edificações pesquisadas, com posse média de 0,87 unidade de ar-condicionado, sendo possível destacar a posse média da marca Eletrolux com 101 unidades, seguido pela posse média da marca Gree (90 unidades). Algumas marcas apresentaram número pequeno de equipamentos, tais como a Ecoplus com 05 unidades e as marcas: Brastemp, Consul, Sprincer e Unifrio, com média de 10 unidades cada (Gráfico 17).

Entretanto, ao comparar a posse média de ar-condicionado desta pesquisa com a pesquisa realizada pela Eletrobras, ano-base 2005, percebeu-se que o equipamento de ar-condicionado apresentou aumento de 866,67%, durante este interstício (Gráfico 12 e 05). Toda via, mesmo com este aumento significativo em sua posse, o mesmo ainda não apresenta grande participação no consumo residencial, com 5% de demanda de energia elétrica (Gráfico 13).

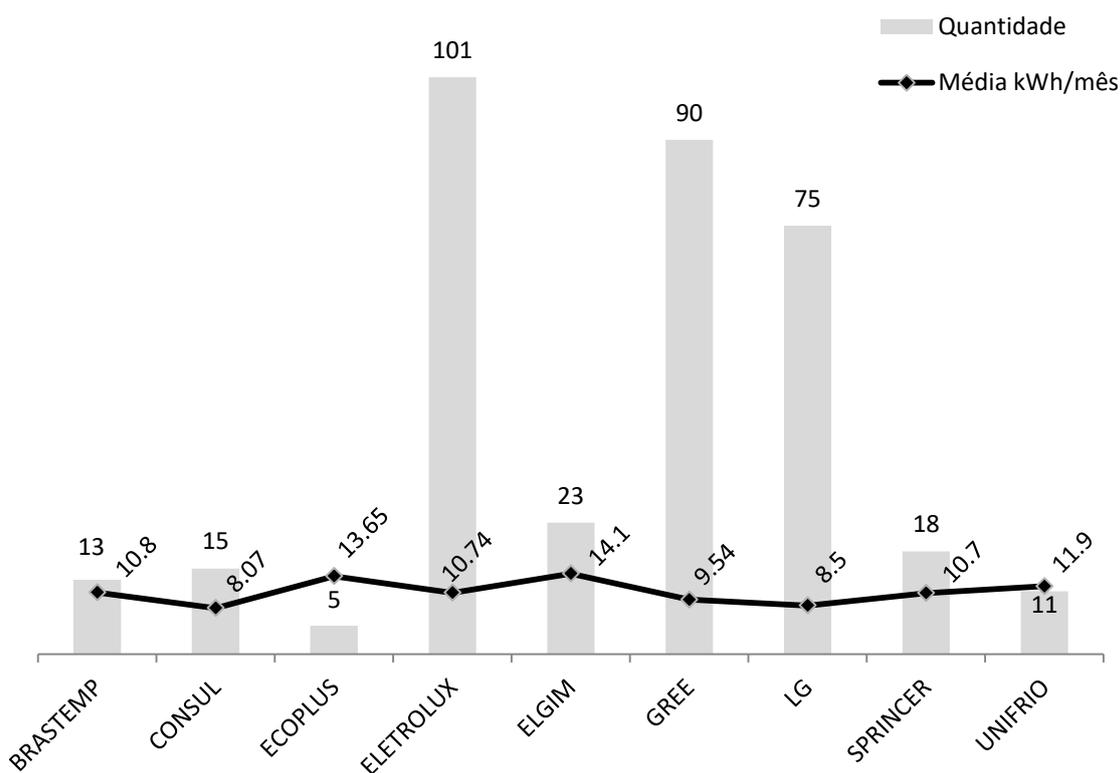


Gráfico 17 – Quantitativo de ar-condicionado por marca e sua participação de energia elétrica
Fonte: Próprio Autor

Ao analisar o consumo de energia elétrica por cada marca do equipamento condicionador de ar, destacou-se o consumo médio mensal da marca Eletrolux com o valor de 10,74 kWh/mês, seguido, da marca Gree com o consumo mensal de 9,54 kWh, pois, são as marcas que apresentaram os maiores quantitativos de equipamentos.

4.1.1.3 Refrigerador

Este equipamento está presente em todas as unidades de consumo residencial pesquisadas, apresentando posse média de 01 unidade. Ao comparar este dado com o dado da pesquisa da Eletrobras, ano-base de 2005, constatou-se que durante este interstício ocorreu uma redução de 1,96% por unidade de consumo (Gráfico 12 e 06).

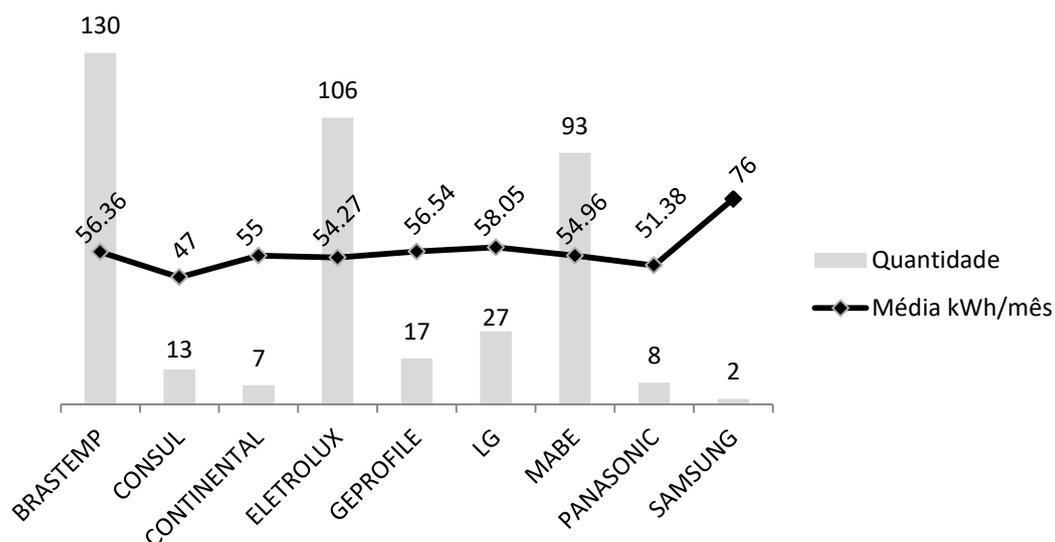


Gráfico 18 – Quantitativo de refrigerador por marca e sua participação de energia elétrica

Fonte: Próprio Autor

Constatou-se que a marca Brastemp apresentou o maior quantitativo de equipamento (130 unidades) e um dos maiores consumo médio de energia elétrica, com valor de 56,36 kWh/mês, seguido da marca Eletrolux (106 unidades) e consumo médio de 54,27 kWh/mês (Gráfico 18).

4.1.1.4 Freezer

Este equipamento eletroeletrônico residencial apresentou baixa posse média por unidade de consumo, 0,19 unidade (Gráfico 12). Ao comparar este resultado com o obtido na pesquisa da Eletrobras, ano-base de 2005, percebeu-se que durante este período ocorreu uma redução de 13,64% na posse média por unidade de consumo (Gráfico 12 e 07).

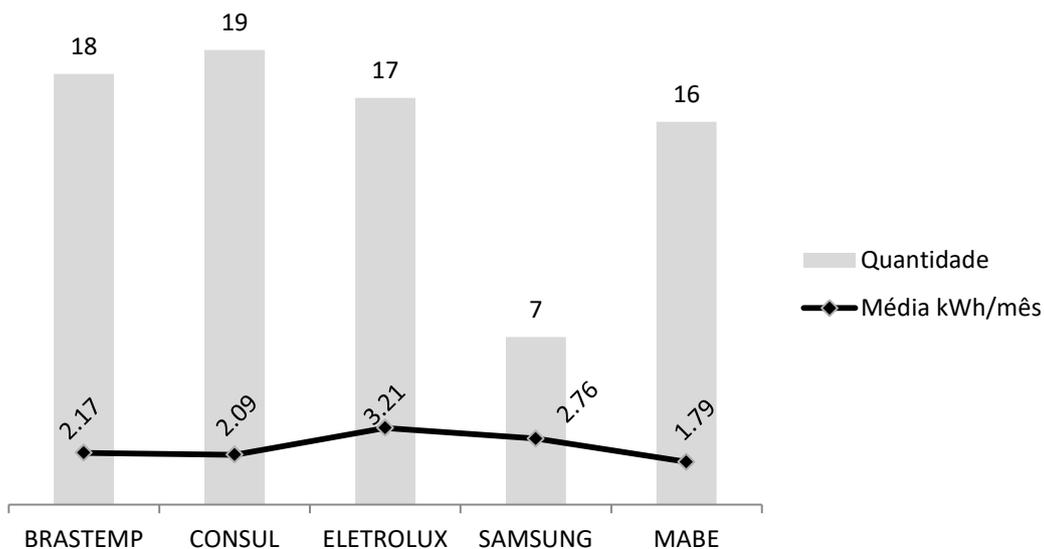


Gráfico 19 – Quantitativo de freezer por marca e sua participação de energia elétrica

Fonte: Próprio Autor

Mesmo apresentando pequena participação na posse e nas características de utilização por parte dos consumidores pesquisados, foi possível destacar a posse média de 19 unidades da marca Consul, com participação de 2,09 kWh/mês, e da marca Eletrolux, com participação de 3,21 kWh/mês (Gráfico 19).

4.1.1.5 Televisor

Este equipamento apresentou pose média de 1,48 unidades por cada consumidor residencial, sendo que, ao se comparar este resultado com o dado da pesquisa realizada pela Eletrobras, ano-base de 2005, foi possível identificar que ocorreu aumento de 1,37% neste interstício (Gráfico 12 e 08).

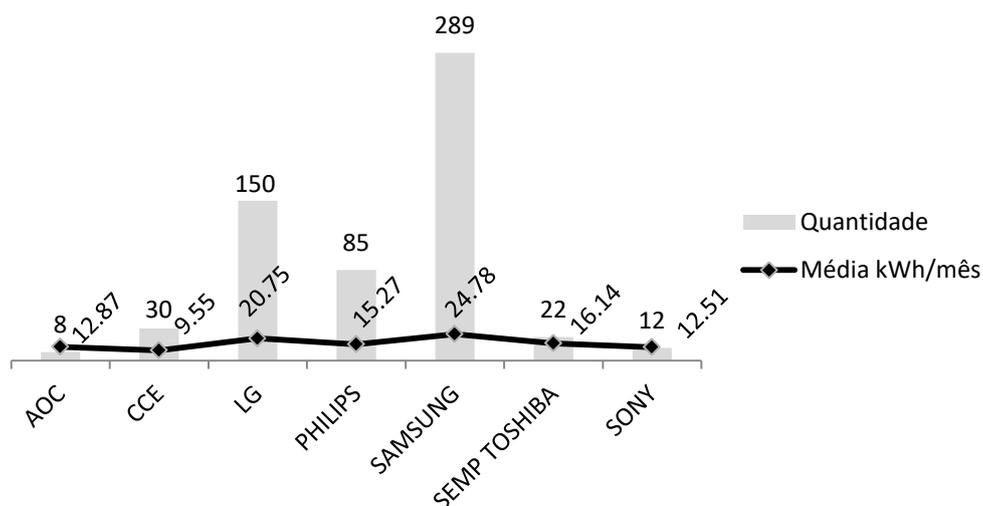


Gráfico 20 – Quantitativo de televisor por marca e sua participação de energia elétrica

Fonte: Próprio Autor

Destacando-se a participação da marca Samsung com o quantitativo de 289 unidades e consumo energético médio de 24,78 kWh/mês, seguido da marca LG com o quantitativo de 150 unidades de televisores e consumo de energia elétrica médio de 20,75 kWh/mês (Gráfico 20). Salienta-se que a utilização média deste equipamento é de 5,84 horas dia, sendo que, a utilização deste mesmo equipamento no ano de 2005 foi de 04 horas dia, permitindo afirmar que ocorreu aumento de 46% na sua utilização durante este interstício.

4.1.1.6 Chuveiro elétrico

Este equipamento apresentou posse média de 1,39 unidade, sendo que ao comprar com o estudo realizado pela Eletrobras, ano-base de 2005, foi possível concluir que ocorreu aumento de 26,36% na posse deste equipamento neste interstício (Gráfico 12 e 10).

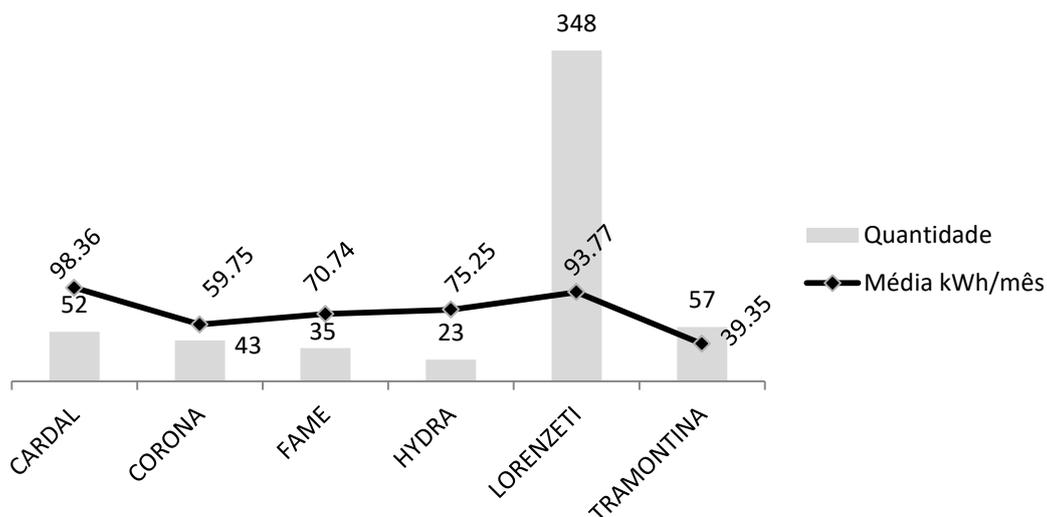


Gráfico 21 – Quantitativo de chuveiro por marca e sua participação de energia elétrica

Fonte: Próprio Autor

Na perspectiva de posse deste equipamento destaca-se a marca Lorenzetti com o quantitativo de 348 unidades e consumo energético médio de 93,77 kWh/mês, seguida da marca Cardal com o quantitativo de 52 unidades e consumo médio de 98,36 kWh/mês (Gráfico 21). Sendo que, o equipamento chuveiro elétrico apresentou tempo de utilização médio de 10,86 minutos dia. Ao se comparar este resultado com o obtido na pesquisa anterior, que é de 10 minutos, percebe-se que o chuveiro elétrico apresentou aumento de 8,6% em sua utilização diária.

Ou seja, este equipamento além de apresentar ao longo deste interstício, 2005 a 2015, o aumento de 26,36% em sua posse por unidade residencial, também apresentou o aumento de 8,6% em sua utilização diária. Esses A partir destes dados confrontados com a informação de que o chuveiro elétrico ainda utiliza um filamento resistivo com o objetivo de se obter o efeito térmico, ou efeito *joule*, é possível afirmar que o consumo de energia elétrica também aumentará, pois, não ocorreu nenhum aperfeiçoamento tecnológico ao longo tempo neste equipamento eletroeletrônico residencial.

4.1.1.7 Micro-ondas

Este equipamento não está presente em todas as unidades residenciais pesquisadas, mas, apresentou posse média de 0,91 unidade (Gráfico 12). Sendo que, ao comparar os dados

do estudo realizado pela Eletrobras, ano-base de 2005, com os desta pesquisa, foi possível identificar que ocorreu um aumento de 145,95% na posse deste equipamento (Gráfico 11 e 12).

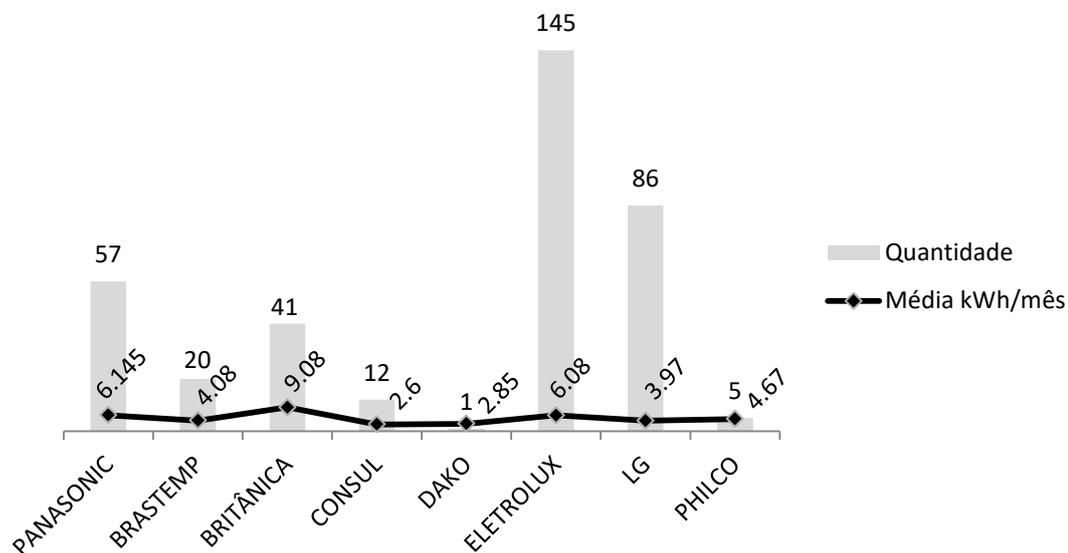


Gráfico 22 – Quantitativo de micro-ondas por marca e sua participação de energia elétrica

Fonte: Próprio Autor

Destacando-se a participação da marca Eletrolux com o quantitativo de 145 unidades e consumo energético médio de 6,08 kWh/mês, seguido da marca Lg com o quantitativo de 86 unidades de micro-ondas e consumo de energia elétrica médio de 3,97 kWh/mês (Gráfico 22). Salienta-se que a utilização média deste equipamento foi de 9,60 minutos dia.

4.1.1.8 Ferro elétrico

Este equipamento apresentou posse média de 0,61 unidades de ferro elétrico por unidade residencial (Gráfico 12). Sendo que, ao confrontar os dados do estudo realizado pela Eletrobras, ano-base de 2005, com os desta pesquisa, foi possível concluir que ocorreu uma redução de 34,11% na posse deste equipamento (Gráfico 11 e 12).

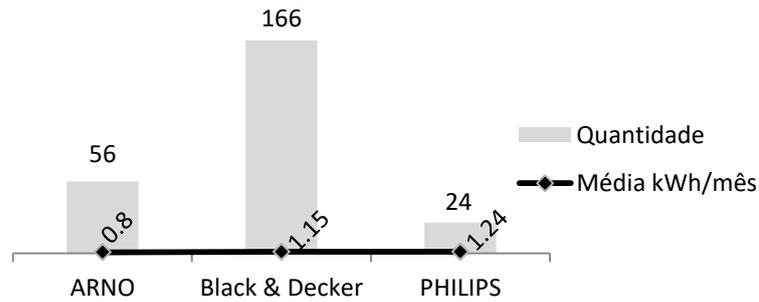


Gráfico 23 – Quantitativo de ferro por marca e sua participação de energia elétrica
Fonte: Próprio Autor

Destacando-se a participação da marca Black & Decker com o quantitativo de 166 unidades e consumo energético médio de 1,15 kWh/mês, seguido da marca Arno com o quantitativo de 56 unidades de ferro elétrico e consumo de energia elétrica médio de 0,8 kWh/mês (Gráfico 23). Salienta-se que a utilização média deste equipamento foi de 1,23 hora dia.

4.1.1.9 Outras cargas

Este tipo de equipamento é composto por alguns eletrodomésticos que não proporcionam individualmente impacto significativo no consumo energético residencial, sendo que, ao analisar a participação individual de cada equipamento desta pesquisa com a realizada pela Eletrobras, ano-base de 2005, pode-se identificar que o computador apresentou aumento de 421,1% em sua posse durante este interstício, seguida pela posse do equipamento lava roupa 33,79% de posse por unidade de consumo (Gráfico 11 e 12).

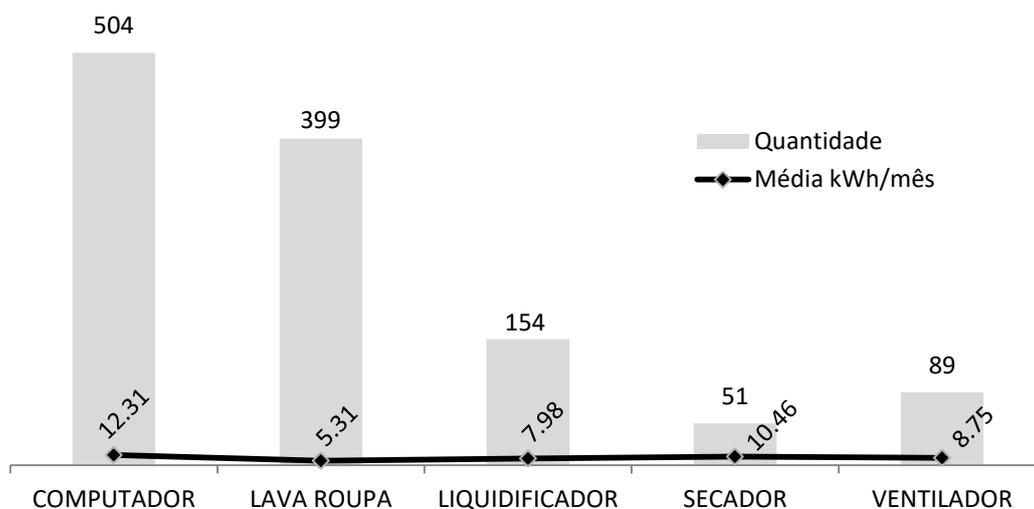


Gráfico 24 – Quantitativo de outros por tipo de equipamento e sua participação de energia elétrica
Fonte: Próprio Autor

Ao comparar os dados relacionados aos equipamentos liquidificador e ventilador, percebeu-se que em ambos os casos a posse média por unidade de consumo sofreu redução de 53,40% e 58,33%, respectivamente. Salienta-se que nesta pesquisa foi incluído o aparelho, resistivo secador de cabelo, que apresentou posse média de 0,13, 51 unidades dividida por 403 residências entrevistadas.

Outro ponto a ser destacado é a aparente não preocupação ou falta de conhecimento técnico acerca do consumo energético dos equipamentos demandantes de energia elétrica residencial. Ao serem questionados se ao término da utilização dos equipamentos micro-ondas e televisor os respectivos equipamentos eram desconectados da tomada dos entrevistados, 39,45% afirmaram que não desconectam o micro-ondas e 45,16% dos entrevistados não desconectam o televisor e 34% não desconectam nenhum destes equipamentos. Esse comportamento é fruto de uma não conscientização ou falta de políticas de conscientização para com o cidadão.

4.1.1.10 Dados socioeconômicos

O bairro de Colina de Laranjeiras apresentou, quanto aos dados econômicos, uma classe média com poder aquisitivo elevado composta por 40% (B1), seguida por 28% e 20% das classes B e A, respectivamente (Gráfico 25).

Ao analisar os dados econômicos deste estudo com a pesquisa desenvolvida pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa, ABEP (2015) acerca da distribuição das classes sociais da população para o Brasil e para a região Sudeste (Gráfico 25), foi possível identificar que o Brasil possui como maior participação dentro da população a classe D-E, com 26,6%, seguida pelas classes C2 e C1, com 24,6% e 22,9%, respectivamente, sendo que, para a região Sudeste, a classe C1 com 27,3% é a que apresenta maior participação.

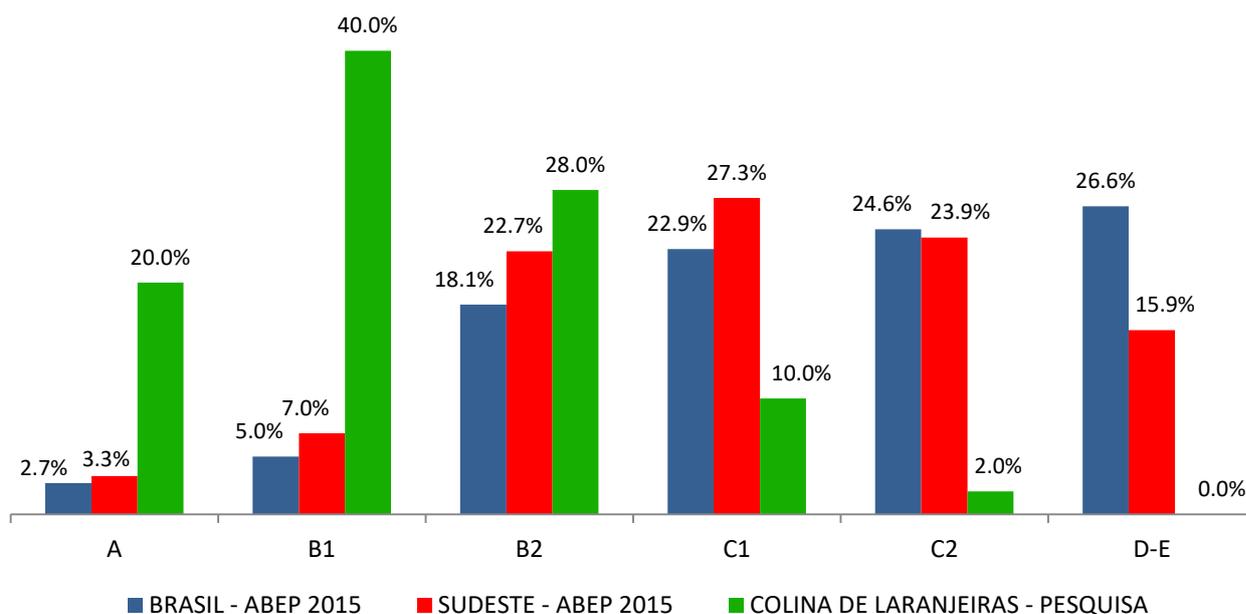


Gráfico 25 – Distribuição das classes: dados econômicos

Fonte: Adaptado de ABEP, 2015; Próprio Autor

Essa diferença socioeconômica entre a região Sudeste e o bairro Colina de Laranjeiras, possibilita identificar que os consumidores residenciais do estudo realizado em 2015 são economicamente mais afortunados, possibilitando o fomentando de aquisição dos equipamentos eletroeletrônicos residenciais. Ao analisar o Gráfico 12, percebeu-se essa diferença na posse média, pois, quase todos os equipamentos sofreram aumento.

4.2 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE DE REGRESSÃO

Neste estudo não foi considerada a influência da temperatura e do clima, no consumo de energia elétrica residencial ou até mesmo como variável da regressão linear, pois, segundo Silva (2000) e Silva *et. al.* (2013), para sua utilização seria necessário obter uma série história do consumo de energia elétrica, especificamente para os meses que fazem parte das estações

de inverno e verão, com o intuito de se comparar este consumo de energia elétrica com as temperaturas médias do ambiente externo do local de levantamento de dados.

Antes de discutir as regressões lineares obtidas, torna-se importante explicitar que ao término do levantamento de dados foi constatado que alguns consumidores residenciais não possuíam determinados equipamentos eletroeletrônicos pesquisados. Neste sentido, foi verificado quais eram os números de observações encontrados para cada eletrodoméstico utilizados, Tabela 12. Ao verificar o número de observações que eram inferiores a 367 o respectivo equipamento e consumidor residencial não foram considerado para a regressão linear múltipla.

De acordo com os dados da Tabela 12, os equipamentos ar-condicionado, freezer e ferro elétrico apresentaram, respectivamente, 298, 77 e 246 observações, não sendo utilizados nas análises de regressão. A partir disso, foi verificado também que os eletrodomésticos micro-ondas, outros equipamentos e o chuveiro elétrico apresentaram o quantitativo de 367, 399 e 401 observações, sendo que, os demais equipamentos com o quantitativo de 403.

Ao analisar o número de observações de cada equipamento, ainda foi apurado se existia algum valor nulo entre os equipamentos: iluminação, refrigerador, televisor, chuveiro elétrico, micro-ondas e outros equipamentos. Constatando-se que das 367 observações, 05 (cinco) apresentaram valores nulos, sendo uma (01) observação do chuveiro elétrico e quatro (04) proveniente de “outros equipamentos”. Totalizando em 362 observações para cada equipamento utilizado na regressão linear múltipla.

Por fim, ao realizar a regressão linear múltipla dos dados obtidos, constatou-se que o número de equipamento de refrigerador e de micro-ondas era constante entre todas as unidades pesquisadas, ou seja, todas as unidades de consumo residencial possuíam 01 (um) único refrigerador e 01 (um) único micro-ondas. Neste sentido, não ocorrendo a variação dos respectivos dados e conseqüentemente, impossibilitando medir sua contribuição para a função consumo de energia elétrica.

O resultado obtido da regressão linear múltipla aplicada nas 362 observações encontra-se na Tabela 13, em que o teste F apresentou significância de 1% e conseqüentemente inferior ao nível de significância estabelecido de 5%. Permitindo afirmar, segundo Hair Junior *et. al.* (2009) e Gujarati (2011), que o modelo é significativo e que

poderá ser utilizado para representar matematicamente a relação entre o consumo energético global com o quantitativo de todas as variáveis independentes significantes, ou seja:

$$CONS_i = 45,350 + 4,221ILUM_i + 32,740CHUV_i + 18,630TELEV_i + 4,074OUTROS_i \quad \text{Eq. 4.1}$$

Onde:

$CONS_i$ = É o consumo mensal total medido em kWh consumidor residencial i ;

$ILUM_i$ = É a quantidade total de lâmpadas utilizadas em cada residência i ;

$CHUV_i$ = É a quantidade de total de chuveiro em cada residência i ;

$TELEV_i$ = É a quantidade de total de televisão em cada residência i ;

$OUTROS_i$ = É a quantidade de total de outros equipamentos em cada residência i ;

Salienta-se que a variável dependente, CONS, apresentará o valor de 45,35 kWh/mês quando todas as variáveis independentes, da Equação 4.1, apresentarem valores nulos, ou seja, um consumidor residencial apresentará valor nulo para todos os equipamentos. Sendo, portanto, este valor não prático, pois, todas as 362 observações são não nulas.

Tabela 13 – Tabela da regressão linear múltipla robusta

CONSUMO	COEFICIENTE	ERRO-PADRÃO	Teste t	p-valor	Significância
ILUM	4,221	0,467	9,039	0,000	1%
CHUV	32,740	5,073	6,454	0,000	1%
TELEV	18,630	4,926	3,782	0,000	1%
OUTROS	4,074	1,497	2,721	0,007	1%
CONSTANTE	45,350	6,483	6,995	0,000	

Notas: observações: 362; $F(4, 357) = 151,8$ (Prob> F 0,000 – 1%) R^2 -ajustado = 0,7010 (70,10%).

ILUM = iluminação, CHUV = chuveiro, TELEV = televisor e OUTROS = outros equipamentos.

Fonte: Próprio Autor

Na perspectiva dos pressupostos do modelo de regressão linear múltipla, constatou-se que para a homoscedasticidade, o teste de *Breusch-Pagan* obteve como resultado o valor de 119,28 (p-valor = 0,000), Apêndice B, e com base no p-valor pode-se afirmar em nível de significância de 5%, neste caso de 1% (p-valor=0,000<0,05) que a variância do erro não é constante, rejeitando a hipótese nula de homoscedasticidade. Entretanto, segundo Wooldridge (2012) como o grupo amostral é superior a 30 observações foi possível utilizar os estimadores robustos, Tabela 13, como proposta de correção do modelo. Por fim, o teste de *Breusch-Pagan* foi rejeitado sendo utilizada a correção dos estimadores robusto de *White*.

Para a normalidade dos resíduos foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*, apêndice B, sendo considerada como hipótese nula a distribuição normal dos resíduos. O respectivo teste apresentou como resultado a estatística de teste de 8,603 (p-valor = 0,000, ou seja, 1%), sendo que este resultado foi inferior ao nível de significância estipulado de 5%, permitindo afirmar que não existe uma distribuição normal dos resíduos. Entretanto, como o número de observações utilizado nesta regressão linear múltipla é superior a 30, foi possível utilizar o teorema do limite central para afirmar que a distribuição dos resíduos é igual à curva de distribuição normal (GUJARATI, 2011; WOOLDRIDGE, 2012).

Por fim, a multicolinearidade apresentou o FIV médio de 2,28, Apêndice B, demonstrando que os níveis de multicolinearidade estão adequados e não impactam significativamente os resultados da regressão.

Ao analisar a Tabela 13, no viés do resultado do teste *t* dos coeficientes β da regressão linear, percebeu-se que o menor valor obtido para o respectivo teste foi de 2,721, sendo que, ao se comparar este valor com o valor tabelado do teste *t* encontrou-se o valor de 1,960, apêndice C. Como os valores do teste *t* calculado são maiores que o tabelado, todas as variáveis independentes segundo Hair Junior *et. al.* (2009) e Gujarati (2011) influenciam individualmente a variável dependente, consumo energético global.

Nesta perspectiva, ao se observar o *p* valor das respectivas variáveis explicativas (Tabela 13), percebeu-se que todos foram menores que 5% de nível de significância, permitindo afirmar que todas as variáveis independentes influenciam, individualmente, a variável dependente (HAIR JÚNIOR *et. al.*, 2009; GUJARATI, 2011; WOOLDRIDGE, 2012).

Quanto a influência que cada variável explicativa exerce na variável dependente da regressão linear, pode-se dizer que quando o consumidor utilizar 01 (uma) lâmpada (ILUM), o consumo de energia elétrica (CONS), será de 4,221 kWh considerando todas as outras variáveis independentes constantes. Todas as vezes que o chuveiro elétrico (CHUV) for utilizado serão consumidos 32,740 kWh/mês de energia. Quando o televisor (TELEV) e outros equipamentos (OUTROS) o acréscimo no consumo de energia por unidade utilizada será, respectivamente, de 18,630 kWh e 4,074kWh por mês.

No estudo de Silva (2000) os coeficientes β das variáveis independentes foram de 11,70 para o televisor, 4,37 para iluminação e 2,81 para chuveiro elétrico. Já para Godoy

(2006) o coeficiente de inclinação do equipamento televisor foi de 9,82, do chuveiro elétrico e da iluminação foram 7,37 e 2,67, respectivamente. Destaca-se o chuveiro elétrico como o responsável pelo maior consumo de energia elétrica, mesmo não sendo o equipamento de maior influência no consumo de energia elétrica global residencial. Estes resultados são contrários aos apresentados pelo bairro Colina de Laranjeiras, na perspectiva global da amostra, onde o consumo do chuveiro elétrico apresentou além da maior influência, Tabela 13, a maior participação do consumo energético residencial apresentado no Gráfico 13.

Neste sentido, Silva (2000) e Godoy (2006) afirmam que a televisão, iluminação e chuveiro são os equipamentos, nesta ordem, que mais influenciam a variável dependente. Entretanto, este trabalho obteve como resultado os equipamentos chuveiro elétrico, televisor, iluminação, e outros equipamentos como os que mais exercem influência na variável dependente. Isso pode ser explicado pelas constatações já apontadas: neste período o perfil do consumo de lâmpadas se alterou no sentido de redução da sua participação do consumo total além do aumento do consumo pelo chuveiro elétrico, o que ultrapassou o consumo de energia dos televisores.

Este trabalho apresentou na regressão linear o valor de R^2 ajustado de 70,10%, dentro do universo de 362 domicílios pesquisados, sendo que o estudo desenvolvido por Silva (2000) apresentou R^2 ajustado de 54%, dentro do universo de 10.818 domicílios pesquisados, e o estudo do Godoy (2006) apresentou o valor de R^2 ajustado de 56%, dentro do universo de 600 unidades de consumo residencial, permitindo afirmar que o resultado encontrado neste estudo foi significativo ao ser comparado com os estudos de Silva (2000) e Godoy (2006).

4.2.1 O efeito dos fatores na variável dependente “CONS”

A priori é importante salientar a relação existente entre cada variável independente, permitindo distinguir a participação que cada uma possui na variável dependente. Portanto, torna-se importante comprovar a inexistência da colinearidade perfeita entre as variáveis independentes da regressão linear. Desta forma as variáveis explicativas não terão uma relação linear exata, conseqüentemente, elas não terão uma característica de “mistura”, ou seja, não terão influência entre si.

Tabela 14 – Matriz de correlação

	ILUM	CHUV	TELEV	OUTROS
ILUM	1			
CHUV	0,6647	1		
TELEV	0,6418	0,5788	1	
OUTROS	0,2513	0,221	0,2013	1

ILUM = iluminação, CHUV = chuveiro, TELEV = televisor e OUTROS = outros equipamentos.

Fonte: Próprio Autor

De acordo com Gujarati (2011) uma das formas de comprovar a colinearidade entre duas variáveis independentes, regressores, é a observação por intermédio da matriz de correlação, sendo, possível afirmar que coeficientes superiores a 0,8 ocasionaram em uma associação linear e relação colinear prejudicial ao modelo. Pela inspeção visual da Tabela 14, constatou-se que nenhuma correlação ultrapassou o nível aceitável, permitindo afirmar que não existe multicolinearidade entre as variáveis independentes.

Ao verificar a Tabela 14 destacam-se a relação existente entre as variáveis explicativas “CHUV” e “ILUM”, com o valor de 0,6647. Relação esta caracterizada pelo hábito de utilização do consumidor residencial, que na maioria das vezes liga as lâmpadas ao tomar banho com o chuveiro elétrico. E entre as variáveis explicativas “TELEV” e “ILUM” com o valor de correlação de 0,641, proporcionada pelas características de hábitos de utilização dos respectivos equipamentos.

A Variável “ILUM” obteve significância ao nível de 1%, com sinal positivo para o coeficiente, ratificando a afirmação de alguns pesquisadores de que existe uma relação diretamente proporcional do consumo energético “CONS” de uma unidade de consumo residencial e a variável “ILUM”, convergindo com os resultados encontrados por Silva (2000), Godoy (2006) e Eletrobrás (2007) que ratificam que o consumo energético residencial é impactado pela utilização da iluminação, permitindo afirmar que esta variável explicativa apresentou o nível de significância esperado por este autor.

A variável explicativa “CHUV” apresentou nível de significância de 1% e sinal positivo para o coeficiente, explicitando a relação diretamente proporcional com a variável dependente, corroborando com os resultados encontrados pelos pesquisadores Godoy (2006) e Eletrobras (2007), que ratificam que esta é uma das variáveis que mais impactam no consumo residencial.

Continuando na análise das variáveis independentes que apresentaram nível de significância de 1%, incluem-se, as variáveis “TELEV” e “OUTROS” sendo a primeira convergente com os resultados encontrados pelos estudos de Silva (2000) e Godoy (2006).

Neste sentido, ao analisar a regressão linear múltipla e a matriz de correlação, Tabelas 13 e 14, respectivamente, foi possível perceber que todos os fatores contribuem de forma efetiva e parcialmente independente para com a variável dependente, impulsionando a análise de qual variável independente que apresenta maior “força” para explicar o consumo de energia elétrica residencial. Como se trata de variáveis que possuem mesma unidade de medida, essa análise torna-se intuitiva através dos coeficientes estimados na regressão.

4.3 RESULTADOS DA ANÁLISE DE REGRESSÃO POR CLASSE SOCIAL

Neste tópico foi analisado o mesmo modelo de regressão linear múltipla, Equação 4.1, aplicado no grupo amostral de 362 observações do bairro de Colina de Laranjeiras, sendo que o mesmo foi dividido em classes sociais. *A priori* salienta-se que todos os pressupostos analisados para todo o grupo amostral foram considerados para os subgrupos A, B1, B2 e C1 (Gráfico 25). Entretanto, não foram realizadas regressões lineares múltiplas para as classes C2 e D-E, pois, as mesmas não obtiveram número de observações suficientes (GIL, 2002; PITUCH e STEVENS, 2015). A Tabela 15 apresenta os resultados determinados para a classe A, com 80 observações.

Tabela 15 – Tabela da regressão linear múltipla – classe A

CONSUMO	COEFICIENTE	ERRO-PADRÃO	Teste t	p-valor	Significância
ILUM	2.961	1.165	2.542	0.0130	5%
CHUV	20.300	13.380	1.517	0.1330	
TELEV	55.950	15.120	3.700	0.0000	1%
OUTROS	3.570	4.216	0.847	0.4000	
CONSTANTE	48.390	20.960	2.309	0.0240	

Notas: observações: 80; $F(4, 75) = 31,47$ (Prob> F 0,000 – 1%) R^2 -ajustado = 0,4810 (48,10%).

ILUM = iluminação, CHUV = chuveiro, TELEV = televisor, e OUTROS = outros equipamentos.

Fonte: Próprio Autor

Os resultados da Tabela 15 indicam que as variáveis CHUV e OUTROS não são significativas a 5% quanto à análise do *p* valor do teste *t*. Assim sendo, o consumo de energia

da classe A será representado pela Equação 4.2 onde destaca-se que o número de televisores é o maior responsável pelo aumento no consumo de energia elétrica residencial nesta classe. Assim sendo o aumento de 01 (uma) unidade do equipamento aumentará em 55,950 kWh/mês

$$CONS_i = 48,390 + 2,961ILUM_i + 55,950TELEV_i \quad \text{Eq. 4.2}$$

Onde:

$CONS_i$ = É o consumo mensal total medido em kWh consumidor residencial i ;

$ILUM_i$ = É a quantidade total de lâmpadas utilizada em cada residência i ;

$TELEV_i$ = É a quantidade de total de televisão em cada residência i ;

Percebeu-se que o hábito de utilização e posse desta classe social está diretamente relacionado com a aquisição e utilização do equipamento televisor, pois, este equipamento apresentou a maior influência junto ao consumo total de energia elétrica residencial. Mesmo, não sendo o equipamento que apresenta maior participação no consumo total é a oscilação do seu quantitativo que provocará a maior influência na variável CONS.

A regressão linear múltipla da classe A apresentou o valor de R^2 ajustado de 48,10%, sendo que o estudo desenvolvido por Silva (2000) apresentou R^2 ajustado de 54% e o estudo do Godoy (2006) apresentou o valor de R^2 ajustado de 56%, permitindo afirmar que o resultado encontrado neste estudo é significativo ao ser comparado com os estudos de Silva (2000) e Godoy (2006).

A classe B1 registrou um grupo amostral de 152 observações. De acordo com os valores apresentados na Tabela 16, ressalta-se que os equipamentos televisor (TELEV) e outros equipamentos (OUTROS) não foram significativos ao nível e 5%, ao analisar o p valor do teste t para cada coeficiente. Assim, a Equação 4.3 representa o consumo de energia elétrica para a classe B1. O valor do R^2 ajustado (50,80%) está de acordo com os resultados encontrados por Silva (2000) e Godoy (2006) sendo possível considerar que a regressão seja estatisticamente significativa.

Tabela 16 – Tabela da regressão linear múltipla – classe B1

CONSUMO	COEFICIENTE	ERRO-PADRÃO	Teste t	p-valor	Significância
ILUM	2.585	0.569	4.543	0.0000	1%
CHUV	30.700	5.104	6.015	0.0000	1%
TELEV	9.229	5.408	1.707	0.0900	10%
OUTROS	0.146	1.645	0.089	0.9300	
CONSTANTE	95.730	10.180	9.404	0.0000	

Notas: observações: 152; $F(4, 147) = 35,42$ (Prob> F 0,000 – 1%) R^2 -ajustado = 0,5080 (50,80%).
 ILUM = iluminação, CHUV = chuveiro, TELEV = televisor, e OUTROS = outros equipamentos.

Fonte: Próprio Autor

$$CONS_i = 95,730 + 2,585ILUM_i + 30,700CHUV_i \quad \text{Eq. 4.3}$$

Onde:

$CONS_i$ = É o consumo mensal total medido em kWh consumidor residencial i ;

$ILUM_i$ = É a quantidade total de lâmpadas utilizada em cada residência i ;

$CHUV_i$ = É a quantidade de total de chuveiro em cada residência i ;

Percebeu-se ao analisar o perfil do consumidor desta classe social que os equipamentos lâmpada (ILUM) e chuveiro elétrico (CHUV) são os que influenciam o consumo total de energia elétrica, destacando-se o número de chuveiros, sendo o mesmo, o maior responsável pelo aumento no consumo de energia elétrica residencial nesta classe. O equipamento chuveiro elétrico além de apresentar maior participação no consumo total de energia elétrica, também é o que exerce a maior influência no consumo deste mesmo recurso, pois, este último está relacionado com a característica de uso e hábitos de utilização. Assim sendo, o aumento de 01 (uma) unidade do equipamento aumentará em 30,70 kWh/mês o consumo de energia elétrica total.

De acordo com os dados da Tabela 17, todas as variáveis apresentaram o p valor do teste t inferior ao nível de significância de 5% sendo consideradas significativas. Esta classe apresentou 104 observações e o consumo de energia elétrica foi representado pela Equação 4.4.

Tabela 17 – Tabela da regressão linear múltipla – classe B2

CONSUMO	COEFICIENTE	ERRO-PADRÃO	Teste t	p-valor	Significância
ILUM	2.765	0.660	4.189	0.0000	1%
CHUV	23.530	7.682	3.063	0.0000	1%
TELEV	25.690	7.686	3.342	0.0000	1%
OUTROS	9.782	2.398	4.079	0.0000	1%
CONSTANTE	51.060	10.180	5.016	0.0000	

Notas: observações: 104; $F(4, 99) = 56,07$ (Prob> F 0,000 – 1%) R^2 -ajustado = 0,5880 (58,80%).
 ILUM = iluminação, CHUV = chuveiro, TELEV = televisor, e OUTROS = outros equipamentos.

Fonte: Próprio Autor

$$\begin{aligned}
 CONS_i = & 51,060 + 2,765ILUM_i + 23,530CHUV_i + 25,690TELEV \\
 & + 9,782OUTROS_i
 \end{aligned}
 \tag{Eq. 4.4}$$

Onde:

$CONS_i$ = É o consumo mensal total medido em kWh consumidor residencial i ;

$ILUM_i$ = É a quantidade total de lâmpadas utilizada em cada residência i ;

$CHUV_i$ = É a quantidade de total de chuveiro em cada residência i ;

$TELEV_i$ = É a quantidade de total de televisão em cada residência i ;

$OUTROS_i$ = É a quantidade de total de outros equipamentos em cada residência i ;

O número de aparelhos de televisão (TELEV) seguida pelo número de chuveiros (CHUV) são os maiores responsáveis pelo aumento de consumo de energia elétrica desta classe social B2. Cabe ressaltar que o valor R^2 ajustado desta regressão foi de 58,80%, convergindo com os resultados encontrados pelos estudos desenvolvidos por Silva (2000) e Godoy (2006).

Quanto aos resultados obtidos para a classe social C1 (Tabela 18) obteve-se que apenas a variável iluminação foi significativa quanto ao p valor do teste t . desta forma o consumo de energia elétrica para esta classe ficou representada pela Equação 4.5.

Tabela 18 – Tabela da regressão linear múltipla – classe C1

CONSUMO	COEFICIENTE	ERRO-PADRÃO	Teste t	p-valor	Significância
ILUM	7.141	1.682	4.246	0.0000	1%
CHUV	29.360	22.760	1.290	0.2130	
TELEV	-18.210	27.280	-0.668	0.5120	
OUTROS	5.149	6.770	0.761	0.4560	
CONSTANTE	48.700	29.350	1.659	0.1130	

Notas: observações: 24; $F(4, 19) = 6,71$ (Prob> F 0,000 – 1%) R^2 -ajustado = 0,2210 (22,10%).

ILUM = iluminação, CHUV = chuveiro, TELEV = televisor, e OUTROS = outros equipamentos.

Fonte: Próprio Autor

$$CONS_i = 48,700 + 7,141ILUM_i \quad \text{Eq. 4.5}$$

Onde:

$CONS_i$ = É o consumo mensal total medido em kWh consumidor residencial i ;

$ILUM_i$ = É a quantidade total de lâmpadas utilizada em cada residência i ;

Analisando estes resultados na perspectiva nas características dos hábitos de utilização dos eletroeletrônicos de cada classe social, identificou-se a influência de no mínimo um equipamento no consumo total de energia elétrica residencial. Neste sentido, observou-se que a iluminação é o equipamento que influenciou o consumo de energia elétrica em todas as classes sociais e que este ainda apresenta a terceira maior participação no consumo total de eletricidade, com o valor médio de 21,957 kWh/mês.

Na análise das outras classes sociais, constatou-se que o televisor é o equipamento que apresentou a maior influência no hábito de consumo de energia elétrica dos consumidores A e B2, sendo, o chuveiro elétrico para a classe B1. Neste sentido, percebeu-se que a alteração do quantitativo de um ou mais equipamentos exercem influência significativa na oscilação do consumo total de energia elétrica de cada classe social.

Este controle está diretamente relacionado com as características de posse e hábitos de utilização dos consumidores residenciais de cada classe e representado pelas equações 4.2 até 4.5. Nesta perspectiva, salienta-se que alguns equipamentos são os maiores demandantes de energia elétrica, tais como o chuveiro elétrico (83,89 kWh), o refrigerador (55,209 kWh), a Iluminação (21,957 kWh) e o televisor (20,913). Entretanto, na perspectiva do hábito de

utilização dos consumidores residenciais os maiores demandantes de energia elétrica nem sempre são os que proporcionam as maiores influências no consumo total da energia elétrica.

Para exemplificar esta relação de controle atentem-se as equações 4.2 e 4.4, pois, mesmo apresentando consumo energético inferior ao do chuveiro elétrico o televisor exerce maior relação de influência sobre a demanda total de energia elétrica residencial para as classes A e B2.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste trabalho foi analisar as características de utilização da energia elétrica desagregada por uso final na perspectiva dos consumidores residenciais do bairro Colina de Laranjeiras, bem como também no viés das classes sociais. No intuito de se atingir tais objetivos foram realizadas 403 entrevistas, sendo esta a etapa mais importante e difícil de ser realizada, pois, por intermédio destes dados foram identificadas classes socioeconômicas e as características de posse e hábitos de utilização dos equipamentos eletroeletrônicos.

Por mediação dos dados coletados, além de ser possível determinar os equipamentos que possuem maior participação no consumo de energia elétrica residencial, foi possível por intermédio das regressões lineares múltiplas tanto para o grupo amostral total, sendo este constituído de todas as classes sociais, quanto para as classes sociais identificar quais os equipamentos que mais influenciavam o consumo de energia elétrica no viés das características de hábitos de utilização.

Conclui-se que o chuveiro elétrico ainda continua sendo o equipamento que apresenta a maior participação no consumo de energia elétrica residencial e ainda utiliza a mesma tecnologia de aquecimento de água, isto é, por filamento resistivo. Contudo, no viés das características e hábitos de utilização, este eletroeletrônico não exerce em todas as classes sociais relação de influência sobre a demanda total de energia elétrica residencial.

Não motivando, portanto, ações de eficiência energética nas mesmas proporções que as ações propostas para o equipamento iluminação (lâmpada), pois, percebeu-se que o chuveiro elétrico não apresentou a mesma evolução tecnológica que o equipamento iluminação (lâmpada), sendo este último presente em todas as relações de influência de consumo de energia elétrica.

Neste sentido, uma proposta para a redução da demanda de energia elétrica deste setor, perpassa pela pesquisa e fomento de ações de políticas públicas para o aperfeiçoamento tecnológico do chuveiro elétrico. Pois, mesmo não sendo o equipamento que desempenha influência em todas as classes sociais, ainda é o que apresenta maior consumo médio.

Outro ponto que poderia fomentar a redução do desperdício deste recurso energético seria a inserção do assunto “eficiência energética dos eletrodomésticos” nas instituições de ensino, pois, além de se obter um consumidor mais consciente quanto à utilização deste recurso, esta atitude poderá impulsionar a escolha por equipamentos com melhores índices de eficiência energética, reduzindo assim o desperdício de energia elétrica.

Na perspectiva de trabalhos futuros acerca do tema, este trabalho poderá fomentar estudos quanto ao consumo de energia elétrica de determinadas regiões, sendo necessário para esta atividade estabelecer algumas diretrizes, tais como: qualificar a comunidade ou região desejada de estudo quanto às características socioeconômicas; possuir o quantitativo de cada equipamento eletroeletrônico residencial. Com o intuito de utilizar além das características de posse e consumo de cada equipamento eletroeletrônico, também as equações das regressões obtidas para cada classe social.

O levantamento de dados *in loco* apresentou grande dificuldade, mas demonstrou ser de grande valia para os resultados encontrados neste estudo, conseqüentemente, sugere-se como proposta de aperfeiçoamento deste trabalho:

- Realizar, em conjunto com a pesquisa de levantamento de dados, medições do consumo de energia elétrica dos equipamentos eletroeletrônicos com o intuito de melhor quantificar a influência que cada equipamento exercerá dentro das unidades residências de consumo energético, impulsionando o fomento das redes inteligentes residenciais, dotados de recursos tecnológicos, que permitam aperfeiçoar tais demandas da sociedade moderna; e

- Incluir as interferências climáticas, tais como a variação da temperatura, no questionário de levantamento de dados com o intuito de verificar a influência da mesma no consumo de energia elétrica.

Por fim, este estudo apresenta como grande contribuição à possibilidade de perceber que ao introduzir políticas públicas que regularize a eficiência energética de cada tipo de equipamento, como o ocorrido no equipamento lâmpada, será possível utilizar o mesmo equipamento sem restringir o bem-estar dos consumidores residenciais e ainda demandar menor quantidade de energia elétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHÃO, C. C. L. **Análise Da Estrutura De Consumo De Energia Pelo Setor Residencial Brasileiro**. P. 103, 2003. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Engenharia. Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 2003.

ABEP. **Critério de classificação econômica Brasil 2015 - Implantação em 01/01/2015**. Associação Brasileira de Empresa de Pesquisa. Acessado em Maio de 2015. Disponível em: <http://www.abep.org/criterio-brasil>.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Eficiência energética na indústria: O que foi feito no Brasil, oportunidades de redução de custos e experiência internacional**. Brasília: ANEEL, 2009. 16p.

_____. Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3.ed. Brasília: Aneel, 2008. 236p.

_____. Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Estabelece os critérios de aplicação de Recursos em Ações de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica e Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do setor elétrico brasileiro**. Livro II – Resoluções. Resolução no 271, de 19 de julho De 2000.

AZEVEDO, E. M.; MENEZES, M.; ARAÚJO, A. L. D. G.; RAMOS, I. & REIS, S. **O novo modelo do setor elétrico - Avaliação de riscos e impacto financeiro para as distribuidoras**. Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. 2005.

BAJAY, S. V. **Modelos de planejamento da expansão de sistemas energéticos**. Núcleo interdisciplinar de planejamento energético e departamento de energia. Universidade estadual de Campinas (UNICAMP), São Paulo, 2013. Acessado em julho de 2015, disponível em: http://www.researchgate.net/publication/228985104_Modelos_de_planejamento_da_expansao_de_sistemas_energticos

BARDELIN, C. E. A. **Os efeitos do Racionamento de Energia Elétrica ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com ênfase no Consumo de Energia Elétrica**. p. 112, 2004. Dissertação (Mestrado em engenharia). Escola Politécnica – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

BRASIL. **Lei Nº 5.966**: Institui o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, e dá outras providências. Lei Nº 5.966, de 11 de Dezembro de 1973. Casa Civil, Brasília, 1973.

_____. **Decreto Nº 87.079**: Aprova as Diretrizes para o Programa de Mobilização Energética. Decreto nº 87.079, de 2 de Abril de 1982. Brasília, 1982.

_____. **Decreto Nº 1.877**: Instituir o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL. Portaria Interministerial Nº 1.877, de 30 de Dezembro de 1985. Brasília, 1985.

_____. **Decreto Nº 99.656:** Dispõe sobre a criação, nos órgãos e entidades da Administração Federal direta e indireta, da Comissão Interna de Conservação de Energia (Cice), nos casos que menciona, e dá outras providências. Decreto N.º 99.656, de 26 outubro de 1990. Casa Civil, Brasília, 1990.

_____. **Decreto 18 julho de 1991:** Institui o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural - CONPET e dá outras providências. Casa Civil, Brasília, 1991.

_____. **Decreto 08 dezembro de 1993:** Dispõe sobre a criação do Selo Verde de eficiência energética. Casa Civil, Brasília, 1993.

_____. **Lei Nº 9.427:** Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. Lei nº 9.427, de 26 de Dezembro de 1996. Casa Civil, Brasília, 1996.

_____. **Lei Nº 9.478:** Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Lei nº 9.478, de 06 de Agosto de 1997. Casa Civil, Brasília, 1997.

_____. **Portaria interministerial Nº 1.007.:** Aprovar a regulamentação específica de lâmpadas Incandescentes. . Portaria interministerial nº1.007, de 31 de dezembro de 2010. Ministério de Minas e Energia – MME, Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia – MCT e Ministro de Estado do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDICE, Brasília, 2010.

_____. **Decreto Nº 3.370:** Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e Funções Gratificadas do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, e dá outras providências. Decreto Nº 3.370, de fevereiro de 2000. Sub Chefia de assuntos jurídicos, Brasília, 2000a.

_____. **Lei Nº 9.991:** Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Lei Nº 9.991, de 24 de julho de 2000. Casa Civil, Brasília, 2000b.

_____. **Resolução Nº 91:** Estabelece os parâmetros gerais da metodologia de cálculo da recomposição tarifária extraordinária e dá outras providências. Resolução Nº 91, de 21 de dezembro de 2001. Câmara de gestão da crise de energia elétrica – CGE – casa Civil, Brasília, 2001a.

_____. **Lei Nº 10.295:** Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Lei N.º 10.295, de 17 de outubro de 2001. Casa Civil, Brasília, 2001b.

_____. **Decreto Nº 4.059:** Regulamenta a Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras

providências. Decreto N.º 4059, de 19 de Dezembro de 2001. Sub Chefia de assuntos jurídicos, Brasília, 2001c.

_____. **Decreto N.º 5.163:** Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências. Decreto N.º 5.163 de 30 de julho de 2004. Ministério de Minas e Energia – MME, Brasília, 2004a.

_____. **Lei N.º 10.847:** Autoriza a criação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE e dá outras providências. Lei N.º 10.847, de 15 de março de 2004. Casa Civil, Brasília, 2004b.

_____. **Lei N.º 13.203:** Dispõe sobre a repactuação do risco hidrológico de geração de energia elétrica; institui a bonificação pela outorga; e altera as Leis nos 12.783, de 11 de janeiro de 2013, que dispõe sobre as concessões de energia elétrica, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, que disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica, 9.478, de 6 de agosto de 1997, que institui o Conselho Nacional de Política Energética, 9.991, de 24 de julho de 2000, que dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, 10.438, de 26 de abril de 2002, 10.848, de 15 de março de 2004, que dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, e 11.488, de 15 de junho de 2007, que equipara a autoprodutor o consumidor que atenda a requisitos que especifica. Lei nº 13.203, de 08 de dezembro de 2015. Casa Civil, Brasília, 2015.

BROGNOLI, M. L. **Consumo de alimentos congelados por indivíduos frequentadores de supermercados.** P. 56, 2010. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel no Curso de Nutrição), Nutrição. Universidade do extremo sul catarinense – UNESC, Criciúma – SC, 2010.

CAIO, L. S.; BERMAN, C., **Análise das metodologias de previsão de mercado de energia elétrica face ao novo perfil de planejamento no ambiente pós-privatização.** In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 3. São Paulo, SP, 1998. Anais. SBPE, São Paulo, SP, p. 256-61.

CARVALHO, A. C. P. L. F.; BRAGA, A. P.; LUDERMIR, T.B. **Fundamentos de Redes Neurais Artificiais.** XI Escola Brasileira de Computação. 1998.

COSTA, L. M.; OLIVEIRA, E. A. Q. **Análise da Importância da Energia Elétrica no Crescimento Econômico Brasileiro.** In: VIII-Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 2004, p.837-839. São Jose dos Campos, São Paulo.

CLEMEN, R. T. **Combining forecast:** A review and annotated bibliography. International Journal of Forecasting. Faculdade de Administração da Universidade de Oregon, Eugene. USA, p. 559–583. 1989.

DUARTE, C. H. **Impactos econômicos dos harmônicos de corrente das cargas não lineares em redes elétricas de distribuição residenciais.** P. 224, 2010. Tese (Doutorado em Planejamento Energético). Engenharia. Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 2010.

DRUCKMAN, A.; JACKSON, T. **The carbon footprint of UK households 1990–2004: A socio-economically disaggregated, quasi-multi-regional input–output model.** Ecological Economics, v. 68, n. 7, p. 2066–2077, 2009.

ESCELSA. **Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária edificações coletiva.** Padrão técnico. PT.PN.03.24.0015. Disponível em: http://www.edp.com.br/distribuicao/edp-escelsa/informacoes/tecnicas/normas-de-fornecimento/Documents/Publicado_PT.PN.03.24.0015_2.pdf. Acessado em Agosto de 2015.

EIA. **Residential Energy Consumption Survey (RECS) End-Use Models FAQs.** Independent Statistics e Analysis. U.S. Energy Information Administration – EIA, February, 2013. Disponível em: <http://www.eia.gov/consumption/residential/methodology/2009/pdf/faqs-enduse-models022013.pdf>. Acessado em Fevereiro de 2015.

ELETRORBRAS. **Conservação de Energia:** PEE energética de equipamentos e instalações. Eletrobras/Procel Educação. FUPAI - Universidade Federal de Itajubá, 2006, 3ª ed., Itajubá, 2006.

_____. **Avaliação do mercado de eficiência energética no Brasil:** Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso – Ano-base 2005 – Classe residencial região Sudeste. Eletrobras/Procel Educação. Rio de Janeiro – RJ, 2007.

_____. **PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. 2008.** Disponível em: <http://www.cdes.gov.br/documento/1340428/procel-programa-nacional-de-conservacao-de-energia-eletrica-.pdf>. Acessado em 27 de Maio 2015.

_____. **Resultados PROCEL 2016:** ano-base 2015. Superintendência de Eficiência Energética. Departamento de Desenvolvimento da Eficiência Energética. Rio de Janeiro – RJ, 2016.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário estatístico de energia elétrica 2011.** Brasília – DF. 2011. Disponível em: http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/20111213_1.pdf. Acessado em 03 de março de 2016. 2011.

_____. **Eficiência Energética.** Estudo de Demanda - Nota técnica DEA 16/12. Ministério de Minas e Energia. Brasília: MME/EPE, 2012.(versão para Consulta Pública). Rio de Janeiro – RJ. Disponível em: http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20121221_1.pdf. Acessado em 27 de fevereiro 2015. 2012a.

_____. **Consumo de Energia no Brasil.** Estudos da eficiência energética- Nota técnica DEA 10/14. Ministério de Minas e Energia. Brasília: MME/EPE, 2014.(versão para Consulta Pública). Rio de Janeiro – RJ. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/D>

EA%2010-14%20Consumo%20de%20Energia%20no%20Brasil.pdf. Acessado em: 05 de janeiro de 2016. 2014a.

_____. **Estudos De Demanda.** Eficiência Energética e Geração Distribuída. Para os próximos 10 anos (2014-2023). Nota técnica DEA 26/14. Ministério de Minas e Energia. Brasília: MME/EPE, 2014.(versão para Consulta Pública). Rio de Janeiro – RJ. Disponível em:

<http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/DEA%2026%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica%20e%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADa%20para%20os%20pr%C3%B3ximos%2010%20anos.pdf>. Acessado em: 10 de janeiro de 2016. 2014b.

_____. **Anuário estatístico de energia elétrica 2015.** Brasília – DF. 2015. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx>. Acessado em 05 de janeiro de 2016. 2015a.

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia PDE 2024.** Ministério de Minas e Energia. Brasília: MME/EPE, 2015.(versão para Consulta Pública). Brasília – DF. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/PDEE/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202024.pdf>. Acessado em 05 de janeiro 2016. 2015b.

_____. **Custo Marginal de Expansão: Metodologia e Cálculo 2015.** Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro: MME/EPE, 2015. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/NT-EPE-DEE-RE-043-2015-20150302.pdf>. Acessado em 05 de janeiro 2016. 2015c.

_____. **Projeção da demanda de energia.** Estudos da Demanda – Nota técnica DEA 03/15. Ministério de Minas e Energia. Brasília: MME/EPE, 2015.(versão para Consulta Pública). Rio de Janeiro – RJ. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/DEA%2003-2015-%20Proje%C3%A7%C3%B5es%20da%20Demanda%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202015-2024.pdf>. Acessado em: 05 de janeiro de 2016. 2015d.

FAVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L.; CHAN, B. L. **Análise de dados:** Modelagem multivariada para a tomada de decisões. Rio de Janeiro. Campus, 2009. ISBN-13: 978-85-352-3046-8

FEDRIGO, N. S.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. **Usos finais de energia elétrica no setor residencial brasileiro.** Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Eficiência energética. X Encontro Nacional e VI Encontro latino americano de conforto no ambiente construído, p. 1076 – 1085. Natal, 2009.

FERREIRA, R. V. **Previsão de Demanda: Um Estudo de Caso para o Sistema Interligado Nacional.** P. 116, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Engenharia. Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais - PPGEE/UFMG, Belo Horizonte – MG, 2006.

FUMO, N.; BISWAS, R. **Regression analysis for prediction of residential energy consumption**. Mechanical Engineering Department, The University of Texas, Tyler, United States. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, V. 47, p. 332-343, julho, 2015.

GODOY, M. V. **Modelagem do consumo de energia elétrica residencial na cidade do Recife: O processo de tomada de decisão para políticas de eficiência de energia elétrica**. P. 160. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Engenharia de produção, Universidade federal de Pernambuco – Departamento de engenharia de Produção – PPGEP/UEPE, Recife, 2006.

GHISI, E.; GOSCH, S.; LAMBERTS, R. **Electricity end-uses in the residential sector of Brazil**. **Energy Policy**, v. 35, n. 8, p. 4107– 4120, 2007.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 5ª Ed. São Paulo: Makron Books, 2011.

HAAS, R. **Energy efficiency indicators in the residential sector**. Institute of Energy Economics, Vienna University of Technology. **Energy Policy**, v. 25, p. 789-802, 1997.

HAIR Junior., J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E. & TATHAM, R.L. **Análise multivariada de dados**. 6.ed. Porto Alegre, Bookman, 2009. 688p.

HAYKIN, S. **Neural Networks: A Comprehensive Foundation**. Universidade McMaster, Canada, 2ª ed. Editora Prentice Hall, 1998.

HORTON, G. A. **Forecasting and impact analysis, data analysis and forecasting techniques**. Divisão de Planejamento da Água, Departamento de Conservação e Recursos Naturais, Universidade de Nevada, Nevada, Estados Unidos, 1995.

HU.T.; YOSHINO. H. **Analysis on Energy Consumption and Indoor Environment in Kunming, China. OPEN ACCESS: Sustainability**. ISSN 2071-1050. doi:10.3390/su4102574. China, 2012. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2071-1050/4/10/2574>. Acessado em Fevereiro de 2015.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Tipo de Equipamento: Lâmpadas de Uso Doméstico - Incandescente**. Programa brasileiro de Etiquetagem. PROCEL/INMETRO, Julho de 2015. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/incandescente.pdf>. Acessado em Março de 2015. 2015a

_____. **Eficiência Energética: Condicionadores de ar - Critério 2013**. Programa brasileiro de Etiquetagem. PROCEL/INMETRO, Março de 2015. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/condicionadores_ar_janela_indice-novo.pdf. Acessado em Março de 2015. 2015b

_____. **Eficiência Energética: Refrigeradores**. Programa brasileiro de Etiquetagem. PROCEL/INMETRO, Fevereiro de 2015. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/refrigeradores.pdf>. Acessado em Março de 2015. 2015c

_____. **Eficiência Energética: Congeladores.** Programa brasileiro de Etiquetagem. PROCEL/INMETRO, Março de 2015. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/congeladores.pdf>. Acessado em Março de 2015. 2015d

_____. **Eficiência Energética: Televisores.** Programa brasileiro de Etiquetagem. PROCEL/INMETRO, 2015. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/televisores.pdf>. Acessado em Março de 2015. 2015e

_____. **Eficiência Energética: Chuveiros elétricos.** Programa brasileiro de Etiquetagem. PROCEL/INMETRO, Março de 2015. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/chuveiro.pdf>. Acessado em Março de 2015. 2015f

_____. **Eficiência Energética: Micro-ondas.** Programa brasileiro de Etiquetagem. PROCEL/INMETRO, Março de 2015. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/fornos_de_micro-ondas.pdf. Acessado em Março de 2015. 2015g

_____. **Eficiência Energética: Ferro.** Programa brasileiro de Etiquetagem. PROCEL/INMETRO, 2015. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/ferroeletrico.asp#conclusoes>. Acessado em Março de 2015. 2015h

_____. **Eficiência Energética: Liquidificador.** Programa brasileiro de Etiquetagem. PROCEL/INMETRO, 2015. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/liquidificador2.asp>. Acessado em Março de 2015. 2015i

_____. **Eficiência Energética: Máquina de Lavar Roupa.** Programa brasileiro de Etiquetagem. PROCEL/INMETRO, 2015. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/lavadorasTopLoad.pdf>. Acessado em Março de 2015. 2015j

_____. **Eficiência Energética: Ventilador.** Programa brasileiro de Etiquetagem. PROCEL/INMETRO, 2015. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/ventilador_mesa.pdf. Acessado em Março de 2015. 2015l

_____. **Eficiência Energética: Secador de Cabelo.** Programa brasileiro de Etiquetagem. PROCEL/INMETRO, 2015. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/secador.asp>. Acessado em Março de 2015. 2015m

_____. **Eficiência Energética: Microcomputador.** Programa brasileiro de Etiquetagem. PROCEL/INMETRO, 2015. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001808.pdf>. Acessado em Março de 2015. 2015n

KENNEDY, P. **A Guide to Econometrics**. Cambridge, Instituto de Tecnologia Massachusetts, 5ª Edição. 603 p. Editora: MIT Press, 2003.

JANNUZZI, G. M. **Aumentando a eficiência nos usos finais de energia no Brasil**. Departamento de Energia, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, São Paulo – SP, 2001.

JANNUZZI, G. M.; SWISHER, J. N. P. **Planejamento integrado de recursos energéticos: Meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis**. Campinas – SP. Ed. Autores associados. 1997.

JONES, P. J.; LANNON, S.; WILLIAMS, J. **Modelling building energy use at urban scale**. Welsh School of Architecture. Cardiff University. Seventh International IBPSA Conference. Building Simulation, p. 175 – 180. Rio de Janeiro, Brasil, Agosto, 2001.

KOVÁCS, Z. L. **Redes neurais artificiais: fundamentos e aplicações: um texto básico**. 4ª Ed. São Paulo. Editora Livraria da Física, 2006.

LEONELLI, P. A.; **Uso eficiente de energia elétrica no setor residencial - uma análise do comportamento do consumidor**. (Tese de Mestrado) Programa de Planejamento Energético - COPPE/UFRJ, 1999. Rio de Janeiro. 137 páginas

MEETAMEHRA, A. **Demand forecasting for electricity**. Disponível em: <http://www.teriin.org/upfiles/pub/papers/ft30.pdf>. Acessado em Março de 2016. 2002.

MIRANDA, S. A. **Desempenho Térmico em Dormitórios e Consumo de Energia Elétrica Residencial: Estudo de Caso em Cuiabá**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental), Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2011, 143 páginas.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Consumo sustentável: Manual de educação**. Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Educação, Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. Brasília: ConsumersInternational/ MMA/ MEC/ IDEC, 2005. 160 p. 2005.

MME – Ministério de Minas e Energia. PNEf - **Plano Nacional de Eficiência Energética: Premissas e diretrizes básicas**. Brasília – DF, 2010.

_____. **Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro: Agosto de 2015**. Secretaria de Energia Elétrica | Departamento de Monitoramento do Sistema Elétrico. Brasília – DF, 2015.

MONTEIRO, M. A. G.; ROCHA, L. R. R. **Guia Técnico: Gestão energética**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de Séries Temporais**. 1. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 535 p., 2004.

NUNES. F. D. M. **Estudo do risco associado à comercialização de energia elétrica no setor elétrico brasileiro**. Projeto de Diplomação. Departamento de Engenharia Elétrica –

Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, 2009. P.104.

PMS – (Prefeitura Municipal da Serra). **Mapa do Bairro Colina de Laranjeiras**. Secretaria de Planejamento Estratégico-SEPLAE - Departamento de Geoprocessamento – DGEO. Serra – ES, novembro/2014. Disponível em: http://app.serra.es.gov.br/info_municipais/download/pp-colina-de-laranjeiras.pdf. Acessado em Agosto de 2015.

_____. **Decreto Nº 1290**. Aprova o Loteamento Colina de Laranjeiras, situado no lugar denominado taquara, no distrito de Carapina, Serra, ES. Neste município, a requerimento de rbm planejamento e consultora. Decreto nº 1290, de 05 de outubro de 2001. Serra – ES. Disponível em: <http://legis.serra.es.gov.br/normas/images/leis/html/D12902001.html>. Acessado em Agosto de 2015.

PHILIPS.**Guia prático Philips de iluminação: Lâmpadas, Reatores, Luminárias e LEDs**. Disponível em: http://www.lighting.philips.com/pwc_li/br_pt/connect/Assets/pdf/GuiaBolso_Sistema_09_final.pdf. Acessado em Março de 2015.

PITUCH, K. A.; STEVENS. J. **Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences**. Estados Unidos: Matemática. Universidade Cincinnati. 6ª Edição. 2015. 814p. Editora Routledge.

REBELO, S. **Real business cycle models: Past, present, and future**. *Scandinavian Journal of Economics*, V. 107, p. 217–238. Junho, 2005.

ROSE, A.; CASLER, S. **Input-output structural decomposition analysis: A critical appraisal**. Pesquisa de sistema econômicos. Vol. 8, p. 33–62, Nº1, 1996. DOI: 10.1080/09535319600000003

SAIDEL, M. A. **A Gestão de Energia Elétrica na USP: O Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia Elétrica**. Texto apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Livre Docente, 2005.

SHIMODA, Y. FUJII, T. MORIKAWA, T. MIZUNO, M. **Development of residential energy end-use simulation model at city scale**. Department of Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University, Seventh International IBPSA Conference. Eindhoven, Netherlands, p. 1201 – 1208. Agosto, 2003.

SILVA, A. C. M. **Análise condicionada da demanda de energia do setor residencial brasileiro**. (Tese de Doutorado). COPPE/UFRJ, Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000. 155 p.

SILVA, M. G.; GUIMARÃES, L. S. **Uso do Índice de Desenvolvimento Humano como Instrumento de Projeção de Demanda de Energia Elétrica: Modelagem Matemática Simples do Desmatamento da Amazônia**. Revista de Economia e Energia. Ed. Nº 86:Julho/Setembro de 2012. Ano XVI. Rio de Janeiro – RJ. ISSN 1518-2932. 2012.

SILVA, S. S.; LUIZ, F.; MANSUR, A. C.; GHISI, E. **Usos finais de eletricidade e rotinas de uso como base para estratégias de eficiência energética por meio de auditoriaresidencial.** XII Encontro Nacional e VIII Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Anais. Brasília, 2013.

SIMAS, M.; PACCA, S. **Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável.** Estudos avançados, São Paulo. 2013, vol.27, n.77, pp. 99-116. ISSN 0103-4014.

SIMEPAR – (Sistema Meteorológico do Paraná). **Estações do Ano.** Centro Politécnico da UFPR - Curitiba - Paraná – Brasil, 2016. Acessado em 28 de janeiro de 2016. Disponível em: http://www.simepar.br/site/internas/conteudo/meteorologia/estacoes_ano.shtml

TABACHNICK, B.; FIDELL, L. **Using Multivariate Statistics.** Estados Unidos: Matemática. Universidade da Califórnia. 6ª Edição. 2012. 1024 p. Editora Pearson.

TOLMASQUIM, M. T. e SZKLO, A. S. (coords.). **A Matriz Energética Brasileira na virada do Milênio.** Rio de Janeiro: ENERGE, 2000.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A. GORINI, R.; **Matriz energética brasileira: uma prospectiva.** *Novos estud. - CEBRAP.* 2007, n.79, pp. 47-69. ISSN 0101-3300.

TOLMASQUIM, M. T. **Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil.** Estudos Avançados. 2012, vol.26, n.74, pp. 247-260. ISSN 0103-4014.

VICENTIN, T. A. **Acionamento de dois sistemas de bombeamento alimentados por uma central de micro geração fotovoltaica.** P. 81. Dissertação (Mestrando em Energia Agronomia). Universidade Estadual de Ciências Agrônômicas, Botucatu - SP, 2014.

WACHSMANN, U.. **Mudanças no consumo de energia e nas emissões associadas de CO2 no Brasil entre 1970 e 1996:** Uma análise de decomposição estrutural. 2005. Dissertação (Doutorado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio. Rio de Janeiro, 2005.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory Econometrics: A Modern Approach.** Estados Unidos: Economia. Universidade Michigan. 5ª Edição, 2012. 912p. Editora South-Western College Pub

APÊNDICE A – Questionário de posse e hábitos de consumo



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA**

Pesquisador: RALF MAJEVSKI SANTOS

Pesquisa: Demanda de energia elétrica desagregada por uso final do consumidor residencial do bairro de Colina de Laranjeiras, do município de Serra, do estado do Espírito Santo.

INFORMES:

-
- As informações fornecidas aos pesquisadores não serão divulgadas de forma individual, ou seja, não será relacionado nenhum dado com uma pessoa específica.
 - As informações fornecidas serão resguardadas pelo sigilo acadêmico, ou seja, busca-se somente compreender o perfil do consumidor com a utilização de energia elétrica.
 - A veracidade das respostas é muito importante para a validade desta pesquisa. Pede-se aos respondentes que respondam de forma mais próxima da realidade.
-

QUESTIONÁRIO DE POSSE E HÁBITOS DE CONSUMO

1 – IDENTIFICAÇÃO

1.1 – Liste as pessoas que moram neste domicílio, especificando o grau de parentesco ou relação com o(a) chefe da família, idade e período habitual de permanência no domicílio.

MORADORES DO DOMICÍLIO	CONDIÇÃO NO DOMICÍLIO (1)	IDADE	PERÍODO HABITUAL DE PERMANÊNCIA NO DOMICÍLIO (2)	NÚMERO DE DIAS DE PERMANÊNCIA NO DOMICÍLIO
1)				
2)				

CHAMADA (1):

(1) Responsável (3) Filho ou enteado (5) empregado doméstico
 (2) Conjuge/companheiro(A) (4) outro parente (6) Hóspede

CHAMADA (2):

(M) Manhã (N) Noite
 (T) Tarde (MA) Madrugada

2 – CARACTERIZAÇÃO DO DOMICÍLIO

2.1 – Tipo de domicílio

() Casa () Apartamento () Outros

3 – ILUMINAÇÃO

3.1 – Características e hábitos de uso

TIPO DE CÔMODO	LÂMPADAS		UTILIZAÇÃO DIÁRIA (TEMPO EM HORAS - DIAS DE SEMANA)	UTILIZAÇÃO DIÁRIA (TEMPO EM HORAS - FINAIS DE SEMANA)
	TOTAL	TIPO (1)		
Sala de estar, jantar e TV				
Quarto 1				
Quarto 2				
Quarto 3				
Quarto 4				
Banheiro 1				
Banheiro 2				

TIPO DE CÔMODO	LÂMPADAS		UTILIZAÇÃO DIÁRIA (TEMPO EM HORAS - DIAS DE SEMANA)	UTILIZAÇÃO DIÁRIA (TEMPO EM HORAS - FINAIS DE SEMANA)
	TOTAL	TIPO (1)		
Banheiro 3				
Corredores				
Copa e Cozinha				
Área de serviço				
Garagem				
Área externa				

CHAMADA (1):

- | | |
|--------------------------------|---|
| (1) 25W – Incandescente | (8) 80W – Fluorescente Tubular |
| (2) 40W – Incandescente | (9) 20W – Fluorescente Compacta não integrada |
| (3) 60W – Incandescente | (10) 15W – Fluorescente Compacta integrada |
| (4) 100W – Incandescente | (11) 20W – Fluorescente Compacta integrada |
| (5) 150W – Incandescente | (12) 7W – LED |
| (6) 20W – Fluorescente Tubular | (13) 40W – Halógenas (Dicroicas) |
| (7) 40W – Fluorescente Tubular | (14) Outras: _____ |

4 – REFRIGERADOR

Nº DE REFERÊNCIA DO APARELHO	TIPO DE APARELHO				ESTIMATIVA DE IDADE DO APARELHO (em anos)
	MARCA	CAPACIDADE (Litros)	127V	220V	
1					
2					
3					

5 - FREEZER

Nº DE REFERÊNCIA DO APARELHO	TIPO DE APARELHO				ESTIMATIVA DE IDADE DO APARELHO (em anos)
	MARCA	CAPACIDADE (Litros)	127V	220V	
1					
2					
3					

6 – FORNO MICRO-ONDAS

Nº DE REFERÊNCIA DO APARELHO	TIPO DE APARELHO			UTILIZAÇÃO POR SEMANA (EM DIAS)	UTILIZAÇÃO POR FINAL DE SEMANA (EM DIAS)	TEMPO DE UTILIZAÇÃO (em horas)	
	MARCA	MODEL O	TENSÃO				
1							
2							
3							

6.1 – Desconecta-se da tomada a o Micro-ondas ao término de utilizá-lo?

- () Sim
 () Não

7 – AQUECIMENTO DE ÁGUA PARA O BANHO

7.1 – Como esquentar a água?

AQUECIMENTO ELÉTRICO

- () Chuveiro elétrico
 () Boiler
 () Aquecimento central

AQUECIMENTO A GÁS

- () GLP (Gás)
 () Boiler
 () Aquecimento central

- () Aquecimento solar
 () Não esquentar (Banho frio)
 () Outras Formas. _____

OBS: Esta questão admite múltiplas respostas

Caso Utilize o chuveiro elétrico preencher os itens 6.2 e 6.3.

7.2 – Hábitos de utilização

Nº DE REFERÊNCIA DO APARELHO	TIPO DE APARELHO			Nº DE PESSOAS QUE USAM	UTILIZAÇÃO POR DIAS DE SEMANA (em minutos)	UTILIZAÇÃO POR FINAL DE SEMANA (em minutos)
	MARCA	POTÊNCIA (watts)	RED E			
1						
2						

7.3 – Hábitos de utilização do aparelho

Nº DE REFERÊNCIA DO APARELHO	POSIÇÃO EM QUE SE ENCONTRA A CHAVE DO APARELHO NO VERÃO			POSIÇÃO EM QUE SE ENCONTRA A CHAVE DO APARELHO NO INVERNO		
	VERÃO	INVERNO	DESLIGADA	VERÃO	INVERNO	DESLIGADA
1						
2						
3						

8 – CONDICIONADOR DE AR

Nº DE REFERÊNCIA DO APARELHO	TIPO DE APARELHO					ESTIMATIVA DE IDADE DO APARELHO (em anos)	UTILIZAÇÃO EM DIAS
	MARCA	BTU	Split	127V	220V		
1							
2							
3							

9 – TELEVISÃO

Nº DE REFERÊNCIA DO APARELHO	TIPO DE APARELHO			UTILIZAÇÃO POR SEMANA (EM DIAS)	UTILIZAÇÃO POR FINAL DE SEMANA (EM DIAS)	TEMPO DE UTILIZAÇÃO (em horas)	
	MARCA	MODEL O	POLEGADAS				
1							
2							
3							

9.1 – Desconecta-se da tomada a TV ao término de utilizá-la?

() Sim

() Não

10 – FERRO DE PASSAR ROUPA

Nº DE REFERÊNCIA DO APARELHO	TIPO DE APARELHO		UTILIZAÇÃO POR MÊS (EM DIAS)	TEMPO DE UTILIZAÇÃO (em horas)
	MARCA	MODELO		
1				
2				
3				

11 - OUTROS ELETRODOMÉSTICOS

N.º	APARELHO	QUANTIDADE	UTILIZAÇÃO POR SEMANA EM DIAS	TEMPO DE UTILIZAÇÃO (em horas)
1	LAVAR ROUPA			
2	MICROCOMPUTADOR			
3	LIQUIDIFICADOR			
4	VENTILADOR			
5	SECADORDE CABELO			

12 – Dados do consumo de energia fornecidos pela Conta de Energia – Escelsa em KWh/Mês

ANO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out
2015										

13 – DADOS ECONÔMICOS

Agora vou fazer algumas perguntas sobre itens do domicílio para efeito de classificação econômica. Todos os itens de eletroeletrônicos que vou citar devem estar funcionando, incluindo os que estão guardados. Caso não estejam funcionando, considere apenas se tiver intenção de consertar ou repor nos próximos seis meses.

ITENS DE CONFORTO	NÃO POSSUI	QUANTIDADE QUE POSSUI			
		1	2	3	4+
Quantidade de automóveis de passeio exclusivamente para uso particular					
Quantidade de empregados mensalistas, considerando apenas os que trabalham pelo menos cinco dias por semana					
Quantidade de máquinas de lavar roupa, excluindo tanquinho					
Quantidade de banheiros					
DVD, incluindo qualquer dispositivo que leia DVD e desconsiderando DVD de automóvel					
Quantidade de geladeiras					
Quantidade de <i>freezers</i> independentes ou parte da geladeira duplex					
Quantidade de microcomputadores, considerando computadores de mesa, laptops, notebooks e netbooks e desconsiderando tablets, palms ou smartphones					
Quantidade de lavadora de louças					
Quantidade de fornos de micro-ondas					
Quantidade de motocicletas, desconsiderando as usadas exclusivamente para uso profissional					
Quantidade de máquinas secadoras de roupas, considerando lava e seca					

A água utilizada neste domicílio é proveniente de?	
1	Rede geral de distribuição
2	Poço ou nascente
3	Outro meio

Considerando o trecho da rua do seu domicílio, você diria que a rua é:	
1	Asfaltada/Pavimentada
2	Terra/Cascalho

Qual é o grau de instrução do chefe da família? Considere como chefe da família a pessoa que contribui com a maior parte da renda do domicílio.

- () Analfabeto / Fundamental I incompleto
- () Fundamental I completo / Fundamental II incompleto
- () Fundamental completo/Médio incompleto
- () Médio completo/Superior incompleto
- () Superior completo

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DA MORADIA

APÊNDICE B – Pressupostos da regressão linear

Tabela 4.4 – Tabela da heterocedasticidade

Teste	Resultado	p-valor
<i>Breusch-Pagan</i>	119,28	0,000

Tabela 4.5 – Tabela normalidade dos resíduos

Teste	Resultado	p-valor
<i>Shapiro Wilk</i>	8,603	0,000

Tabela 4.5 – Tabela multicolinearidade

Variável	FIV	1/FIV
ILUM	2,59	0,386456
CHUV	2,14	0,466611
TELEV	2,8	0,357517
OUTROS	1,59	0,627557
Média VIF	2,28	

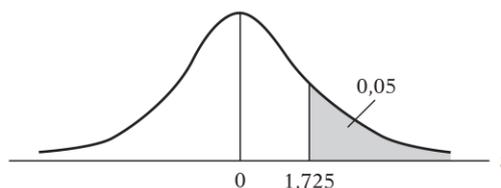
APÊNDICE C – Tabela de distribuição t

Exemplo

$$\Pr(t > 2,086) = 0,025$$

$$\Pr(t > 1,725) = 0,05 \quad \text{para } gl = 20$$

$$\Pr(|t| > 1,725) = 0,10$$



Pr/ gl	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,001
	0,50	0,20	0,10	0,05	0,02	0,010	0,002
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	318,31
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	22,327
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	10,214
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	7,173
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	5,893
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,208
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,785
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	4,501
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,297
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,144
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,025
12	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,930
13	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,852
14	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,787
15	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,733
16	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,686
17	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,646
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,610
19	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,579
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,552
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,527
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,505
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,485
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,467
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,450
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,435
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,421
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,408
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,396
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,385
40	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,307
60	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,232
120	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,160
∞	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,090

Fonte: PEARSON, E. S.; HARTLEY, H. O. (Eds.). *Biometrika tables for statisticians*. 3. ed. Nova York: Cambridge University Press, 1966. v. 1, tabela 12. Reprodução autorizada pelos editores e curadores da *Biometrika*.

Nota: a menor probabilidade mostrada no título de cada coluna é a área em uma cauda; a probabilidade maior é a área em ambas as caudas.

Fone: Adaptado Gujarati (2011)

APÊNDICE D – Tabela de distribuição F

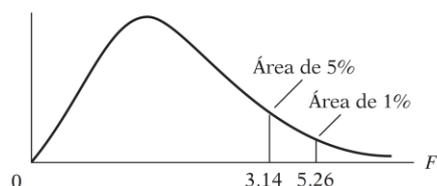
TABELA D.3

Pontos percentuais superiores da distribuição F

Exemplo

$\Pr(F > 1,59) = 0,25$
 $\Pr(F > 2,42) = 0,10$
 $\Pr(F > 3,14) = 0,05$
 $\Pr(F > 5,26) = 0,01$

para $gl\ N_1 = 10$
e $N_2 = 9$



gl para denominador N_2	gl para numerador N_1												
	Pr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,25	5,83	7,50	8,20	8,58	8,82	8,98	9,10	9,19	9,26	9,32	9,36	9,41
	0,10	39,9	49,5	53,6	55,8	57,2	58,2	58,9	59,4	59,9	60,2	60,5	60,7
	0,05	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244
2	0,25	2,57	3,00	3,15	3,23	3,28	3,31	3,34	3,35	3,37	3,38	3,39	3,39
	0,10	8,53	9,00	9,16	9,24	9,29	9,33	9,35	9,37	9,38	9,39	9,40	9,41
	0,05	18,5	19,0	19,2	19,2	19,3	19,3	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4
3	0,01	98,5	99,0	99,2	99,2	99,3	99,3	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4	99,4
	0,25	2,02	2,28	2,36	2,39	2,41	2,42	2,43	2,44	2,44	2,44	2,45	2,45
	0,10	5,54	5,46	5,39	5,34	5,31	5,28	5,27	5,25	5,24	5,23	5,22	5,22
4	0,05	10,1	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,76	8,74
	0,01	34,1	30,8	29,5	28,7	28,2	27,9	27,7	27,5	27,3	27,2	27,1	27,1
	0,25	1,81	2,00	2,05	2,06	2,07	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08
5	0,10	4,54	4,32	4,19	4,11	4,05	4,01	3,98	3,95	3,94	3,92	3,91	3,90
	0,05	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,94	5,91
	0,01	21,2	18,0	16,7	16,0	15,5	15,2	15,0	14,8	14,7	14,5	14,4	14,4
6	0,25	1,69	1,85	1,88	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89
	0,10	4,06	3,78	3,62	3,52	3,45	3,40	3,37	3,34	3,32	3,30	3,28	3,27
	0,05	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,71	4,68
7	0,01	16,3	13,3	12,1	11,4	11,0	10,7	10,5	10,3	10,2	10,1	9,96	9,89
	0,25	1,62	1,76	1,78	1,79	1,79	1,78	1,78	1,78	1,77	1,77	1,77	1,77
	0,10	3,78	3,46	3,29	3,18	3,11	3,05	3,01	2,98	2,96	2,94	2,92	2,90
8	0,05	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,03	4,00
	0,01	13,7	10,9	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,79	7,72
	0,25	1,57	1,70	1,72	1,72	1,71	1,71	1,70	1,70	1,69	1,69	1,69	1,68
9	0,10	3,59	3,26	3,07	2,96	2,88	2,83	2,78	2,75	2,72	2,70	2,68	2,67
	0,05	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,60	3,57
	0,01	12,2	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,99	6,84	6,72	6,62	6,54	6,47
10	0,25	1,54	1,66	1,67	1,66	1,66	1,65	1,64	1,64	1,63	1,63	1,63	1,62
	0,10	3,46	3,11	2,92	2,81	2,73	2,67	2,62	2,59	2,56	2,54	2,52	2,50
	0,05	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,31	3,28
11	0,01	11,3	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,18	6,03	5,91	5,81	5,73	5,67
	0,25	1,51	1,62	1,63	1,63	1,62	1,61	1,60	1,60	1,59	1,59	1,58	1,58
	0,10	3,36	3,01	2,81	2,69	2,61	2,55	2,51	2,47	2,44	2,42	2,40	2,38
12	0,05	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,10	3,07
	0,01	10,6	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,61	5,47	5,35	5,26	5,18	5,11

Fone: Adaptado Gujarati (2011)

Continua...

Apêndice D - Continuação

gl para numerador N_1													gl para denominador N_2
15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	∞	Pr	
9,49	9,58	9,63	9,67	9,71	9,74	9,76	9,78	9,80	9,82	9,84	9,85	25	1
61,2	61,7	62,0	62,3	62,5	62,7	62,8	63,0	63,1	63,2	63,3	63,3	0,10	
246	248	249	250	251	252	252	253	253	254	254	254	0,05	
3,41	3,43	3,43	3,44	3,45	3,45	3,46	3,47	3,47	3,48	3,48	3,48	0,25	2
9,42	9,44	9,45	9,46	9,47	9,47	9,47	9,48	9,48	9,49	9,49	9,49	0,10	
19,4	19,4	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	0,05	
99,4	99,4	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	0,01	3
2,46	2,46	2,46	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	0,25	
5,20	5,18	5,18	5,17	5,16	5,15	5,15	5,14	5,14	5,14	5,14	5,13	0,10	
8,70	8,66	8,64	8,62	8,59	8,58	8,57	8,55	8,55	8,54	8,53	8,53	0,05	4
26,9	26,7	26,6	26,5	26,4	26,4	26,3	26,2	26,2	26,2	26,1	26,1	0,01	
2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	0,25	
3,87	3,84	3,83	3,82	3,80	3,80	3,79	3,78	3,78	3,77	3,76	3,76	0,10	5
5,86	5,80	5,77	5,75	5,72	5,70	5,69	5,66	5,66	5,65	5,64	5,63	0,05	
14,2	14,0	13,9	13,8	13,7	13,7	13,7	13,6	13,6	13,5	13,5	13,5	0,01	
1,89	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	0,25	6
3,24	3,21	3,19	3,17	3,16	3,15	3,14	3,13	3,12	3,12	3,11	3,10	0,10	
4,62	4,56	4,53	4,50	4,46	4,44	4,43	4,41	4,40	4,39	4,37	4,36	0,05	
9,72	9,55	9,47	9,38	9,29	9,24	9,20	9,13	9,11	9,08	9,04	9,02	0,01	7
1,76	1,76	1,75	1,75	1,75	1,75	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	0,25	
2,87	2,84	2,82	2,80	2,78	2,77	2,76	2,75	2,74	2,73	2,73	2,72	0,10	
3,94	3,87	3,84	3,81	3,77	3,75	3,74	3,71	3,70	3,69	3,68	3,67	0,05	8
7,56	7,40	7,31	7,23	7,14	7,09	7,06	6,99	6,97	6,93	6,90	6,88	0,01	
1,68	1,67	1,67	1,66	1,66	1,66	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	0,25	
2,63	2,59	2,58	2,56	2,54	2,52	2,51	2,50	2,49	2,48	2,48	2,47	0,10	9
3,51	3,44	3,41	3,38	3,34	3,32	3,30	3,27	3,27	3,25	3,24	3,23	0,05	
6,31	6,16	6,07	5,99	5,91	5,86	5,82	5,75	5,74	5,70	5,67	5,65	0,01	
1,62	1,61	1,60	1,60	1,59	1,59	1,59	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	0,25	9
2,46	2,42	2,40	2,38	2,36	2,35	2,34	2,32	2,32	2,31	2,30	2,29	0,10	
3,22	3,15	3,12	3,08	3,04	2,02	3,01	2,97	2,97	2,95	2,94	2,93	0,05	
5,52	5,36	5,28	5,20	5,12	5,07	5,03	4,96	4,95	4,91	4,88	4,86	0,01	9
1,57	1,56	1,56	1,55	1,55	1,54	1,54	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	0,25	
2,34	2,30	2,28	2,25	2,23	2,22	2,21	2,19	2,18	2,17	2,17	2,16	0,10	
3,01	2,94	2,90	2,86	2,83	2,80	2,79	2,76	2,75	2,73	2,72	2,71	0,05	9
4,96	4,81	4,73	4,65	4,57	4,52	4,48	4,42	4,40	4,36	4,33	4,31	0,01	

Continuação...

Apêndice D - Continuação

gl para denominador N_2	gl para numerador N_1												
	Pr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	0,25	1,49	1,60	1,60	1,59	1,59	1,58	1,57	1,56	1,56	1,55	1,55	1,54
	0,10	3,29	2,92	2,73	2,61	2,52	2,46	2,41	2,38	2,35	2,32	2,30	2,28
	0,05	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,94	2,91
	0,01	10,0	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,20	5,06	4,94	4,85	4,77	4,71
11	0,25	1,47	1,58	1,58	1,57	1,56	1,55	1,54	1,53	1,53	1,52	1,52	1,51
	0,10	3,23	2,86	2,66	2,54	2,45	2,39	2,34	2,30	2,27	2,25	2,23	2,21
	0,05	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,82	2,79
	0,01	9,65	7,21	6,22	5,67	5,32	5,07	4,89	4,74	4,63	4,54	4,46	4,40
12	0,25	1,46	1,56	1,56	1,55	1,54	1,53	1,52	1,51	1,51	1,50	1,50	1,49
	0,10	3,18	2,81	2,61	2,48	2,39	2,33	2,28	2,24	2,21	2,19	2,17	2,15
	0,05	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,72	2,69
	0,01	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,64	4,50	4,39	4,30	4,22	4,16
13	0,25	1,45	1,55	1,55	1,53	1,52	1,51	1,50	1,49	1,49	1,48	1,47	1,47
	0,10	3,14	2,76	2,56	2,43	2,35	2,28	2,23	2,20	2,16	2,14	2,12	2,10
	0,05	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,63	2,60
	0,01	9,07	6,70	5,74	5,21	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	4,02	3,96
14	0,25	1,44	1,53	1,53	1,52	1,51	1,50	1,49	1,48	1,47	1,46	1,46	1,45
	0,10	3,10	2,73	2,52	2,39	2,31	2,24	2,19	2,15	2,12	2,10	2,08	2,05
	0,05	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,57	2,53
	0,01	8,86	6,51	5,56	5,04	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,86	3,80
15	0,25	1,43	1,52	1,52	1,51	1,49	1,48	1,47	1,46	1,46	1,45	1,44	1,44
	0,10	3,07	2,70	2,49	2,36	2,27	2,21	2,16	2,12	2,09	2,06	2,04	2,02
	0,05	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,51	2,48
	0,01	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,73	3,67
16	0,25	1,42	1,51	1,51	1,50	1,48	1,47	1,46	1,45	1,44	1,44	1,44	1,43
	0,10	3,05	2,67	2,46	2,33	2,24	2,18	2,13	2,09	2,06	2,03	2,01	1,99
	0,05	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,46	2,42
	0,01	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,62	3,55
17	0,25	1,42	1,51	1,50	1,49	1,47	1,46	1,45	1,44	1,43	1,43	1,42	1,41
	0,10	3,03	2,64	2,44	2,31	2,22	2,15	2,10	2,06	2,03	2,00	1,98	1,96
	0,05	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,41	2,38
	0,01	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,52	3,46
18	0,25	1,41	1,50	1,49	1,48	1,46	1,45	1,44	1,43	1,42	1,42	1,41	1,40
	0,10	3,01	2,62	2,42	2,29	2,20	2,13	2,08	2,04	2,00	1,98	1,96	1,93
	0,05	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,37	2,34
	0,01	8,29	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,84	3,71	3,60	3,51	3,43	3,37
19	0,25	1,41	1,49	1,49	1,47	1,46	1,44	1,43	1,42	1,41	1,41	1,40	1,40
	0,10	2,99	2,61	2,40	2,27	2,18	2,11	2,06	2,02	1,98	1,96	1,94	1,91
	0,05	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,34	2,31
	0,01	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,63	3,52	3,43	3,36	3,30
20	0,25	1,40	1,49	1,48	1,46	1,45	1,44	1,43	1,42	1,41	1,40	1,39	1,39
	0,10	2,97	2,59	2,38	2,25	2,16	2,09	2,04	2,00	1,96	1,94	1,92	1,89
	0,05	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,31	2,28
	0,01	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,70	3,56	3,46	3,37	3,29	3,23

Continuação...

Apêndice D - Continuação

gl para numerador N_1												gl para denominador N_2	
15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	∞		Pr
1,53	1,52	1,52	1,51	1,51	1,50	1,50	1,49	1,49	1,49	1,48	1,48	0,25	10
2,24	2,20	2,18	2,16	2,13	2,12	2,11	2,09	2,08	2,07	2,06	2,06	0,10	
2,85	2,77	2,74	2,70	2,66	2,64	2,62	2,59	2,58	2,56	2,55	2,54	0,05	
4,56	4,41	4,33	4,25	4,17	4,12	4,08	4,01	4,00	3,96	3,93	3,91	0,01	11
1,50	1,49	1,49	1,48	1,47	1,47	1,47	1,46	1,46	1,46	1,45	1,45	0,25	
2,17	2,12	2,10	2,08	2,05	2,04	2,03	2,00	2,00	1,99	1,98	1,97	0,10	
2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,51	2,49	2,46	2,45	2,43	2,42	2,40	0,05	12
4,25	4,10	4,02	3,94	3,86	3,81	3,78	3,71	3,69	3,66	3,62	3,60	0,01	
1,48	1,47	1,46	1,45	1,45	1,44	1,44	1,43	1,43	1,43	1,42	1,42	0,25	
2,10	2,06	2,04	2,01	1,99	1,97	1,96	1,94	1,93	1,92	1,91	1,90	0,10	13
2,62	2,54	2,51	2,47	2,43	2,40	2,38	2,35	2,34	2,32	2,31	2,30	0,05	
4,01	3,86	3,78	3,70	3,62	3,57	3,54	3,47	3,45	3,41	3,38	3,36	0,01	
1,46	1,45	1,44	1,43	1,42	1,42	1,42	1,41	1,41	1,40	1,40	1,40	0,25	14
2,05	2,01	1,98	1,96	1,93	1,92	1,90	1,88	1,88	1,86	1,85	1,85	0,10	
2,53	2,46	2,42	2,38	2,34	2,31	2,30	2,26	2,25	2,23	2,22	2,21	0,05	
3,82	3,66	3,59	3,51	3,43	3,38	3,34	3,27	3,25	3,22	3,19	3,17	0,01	15
1,44	1,43	1,42	1,41	1,41	1,40	1,40	1,39	1,39	1,39	1,38	1,38	0,25	
2,01	1,96	1,94	1,91	1,89	1,87	1,86	1,83	1,83	1,82	1,80	1,80	0,10	
2,46	2,39	2,35	2,31	2,27	2,24	2,22	2,19	2,18	2,16	2,14	2,13	0,05	16
3,66	3,51	3,43	3,35	3,27	3,22	3,18	3,11	3,09	3,06	3,03	3,00	0,01	
1,43	1,41	1,41	1,40	1,39	1,39	1,38	1,38	1,37	1,37	1,36	1,36	0,25	
1,97	1,92	1,90	1,87	1,85	1,83	1,82	1,79	1,79	1,77	1,76	1,76	0,10	17
2,40	2,33	2,29	2,25	2,20	2,18	2,16	2,12	2,11	2,10	2,08	2,07	0,05	
3,52	3,37	3,29	3,21	3,13	3,08	3,05	2,98	2,96	2,92	2,89	2,87	0,01	
1,41	1,40	1,39	1,38	1,37	1,37	1,36	1,36	1,35	1,35	1,34	1,34	0,25	18
1,94	1,89	1,87	1,84	1,81	1,79	1,78	1,76	1,75	1,74	1,73	1,72	0,10	
2,35	2,28	2,24	2,19	2,15	2,12	2,11	2,07	2,06	2,04	2,02	2,01	0,05	
3,41	3,26	3,18	3,10	3,02	2,97	2,93	2,86	2,84	2,81	2,78	2,75	0,01	19
1,40	1,39	1,38	1,37	1,36	1,35	1,35	1,34	1,34	1,34	1,33	1,33	0,25	
1,91	1,86	1,84	1,81	1,78	1,76	1,75	1,73	1,72	1,71	1,69	1,69	0,10	
2,31	2,23	2,19	2,15	2,10	2,08	2,06	2,02	2,01	1,99	1,97	1,96	0,05	20
3,31	3,16	3,08	3,00	2,92	2,87	2,83	2,76	2,75	2,71	2,68	2,65	0,01	
1,39	1,38	1,37	1,36	1,35	1,34	1,34	1,33	1,33	1,32	1,32	1,32	0,25	
1,89	1,84	1,81	1,78	1,75	1,74	1,72	1,70	1,69	1,68	1,67	1,66	0,10	20
2,27	2,19	2,15	2,11	2,06	2,04	2,02	1,98	1,97	1,95	1,93	1,92	0,05	
3,23	3,08	3,00	2,92	2,84	2,78	2,75	2,68	2,66	2,62	2,59	2,57	0,01	
1,38	1,37	1,36	1,35	1,34	1,33	1,33	1,32	1,32	1,31	1,31	1,30	0,25	20
1,86	1,81	1,79	1,76	1,73	1,71	1,70	1,67	1,67	1,65	1,64	1,63	0,10	
2,23	2,16	2,11	2,07	2,03	2,00	1,98	1,94	1,93	1,91	1,89	1,88	0,05	
3,15	3,00	2,92	2,84	2,76	2,71	2,67	2,60	2,58	2,55	2,51	2,49	0,01	20
1,37	1,36	1,35	1,34	1,33	1,33	1,32	1,31	1,31	1,30	1,30	1,29	0,25	
1,84	1,79	1,77	1,74	1,71	1,69	1,68	1,65	1,64	1,63	1,62	1,61	0,10	
2,20	2,12	2,08	2,04	1,99	1,97	1,95	1,91	1,90	1,88	1,86	1,84	0,05	20
3,09	2,94	2,86	2,78	2,69	2,64	2,61	2,54	2,52	2,48	2,44	2,42	0,01	

Continuação...

Apêndice D - Continuação

gl para denominador N_2	gl para numerador N_1												
	Pr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22	0,25	1,40	1,48	1,47	1,45	1,44	1,42	1,41	1,40	1,39	1,39	1,38	1,37
	0,10	2,95	2,56	2,35	2,22	2,13	2,06	2,01	1,97	1,93	1,90	1,88	1,86
	0,05	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,26	2,23
	0,01	7,95	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,18	3,12
24	0,25	1,39	1,47	1,46	1,44	1,43	1,41	1,40	1,39	1,38	1,38	1,37	1,36
	0,10	2,93	2,54	2,33	2,19	2,10	2,04	1,98	1,94	1,91	1,88	1,85	1,83
	0,05	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,21	2,18
	0,01	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,26	3,17	3,09	3,03
26	0,25	1,38	1,46	1,45	1,44	1,42	1,41	1,39	1,38	1,37	1,37	1,36	1,35
	0,10	2,91	2,52	2,31	2,17	2,08	2,01	1,96	1,92	1,88	1,86	1,84	1,81
	0,05	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,18	2,15
	0,01	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,18	3,09	3,02	2,96
28	0,25	1,38	1,46	1,45	1,43	1,41	1,40	1,39	1,38	1,37	1,36	1,35	1,34
	0,10	2,89	2,50	2,29	2,16	2,06	2,00	1,94	1,90	1,87	1,84	1,81	1,79
	0,05	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24	2,19	2,15	2,12
	0,01	7,64	5,45	4,57	4,07	3,75	3,53	3,36	3,23	3,12	3,03	2,96	2,90
30	0,25	1,38	1,45	1,44	1,42	1,41	1,39	1,38	1,37	1,36	1,35	1,35	1,34
	0,10	2,88	2,49	2,28	2,14	2,05	1,98	1,93	1,88	1,85	1,82	1,79	1,77
	0,05	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,13	2,09
	0,01	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,07	2,98	2,91	2,84
40	0,25	1,36	1,44	1,42	1,40	1,39	1,37	1,36	1,35	1,34	1,33	1,32	1,31
	0,10	2,84	2,44	2,23	2,09	2,00	1,93	1,87	1,83	1,79	1,76	1,73	1,71
	0,05	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	2,04	2,00
	0,01	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,89	2,80	2,73	2,66
60	0,25	1,35	1,42	1,41	1,38	1,37	1,35	1,33	1,32	1,31	1,30	1,29	1,29
	0,10	2,79	2,39	2,18	2,04	1,95	1,87	1,82	1,77	1,74	1,71	1,68	1,66
	0,05	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,95	1,92
	0,01	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,56	2,50
120	0,25	1,34	1,40	1,39	1,37	1,35	1,33	1,31	1,30	1,29	1,28	1,27	1,26
	0,10	2,75	2,35	2,13	1,99	1,90	1,82	1,77	1,72	1,68	1,65	1,62	1,60
	0,05	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,17	2,09	2,02	1,96	1,91	1,87	1,83
	0,01	6,85	4,79	3,95	3,48	3,17	2,96	2,79	2,66	2,56	2,47	2,40	2,34
200	0,25	1,33	1,39	1,38	1,36	1,34	1,32	1,31	1,29	1,28	1,27	1,26	1,25
	0,10	2,73	2,33	2,11	1,97	1,88	1,80	1,75	1,70	1,66	1,63	1,60	1,57
	0,05	3,89	3,04	2,65	2,42	2,26	2,14	2,06	1,98	1,93	1,88	1,84	1,80
	0,01	6,76	4,71	3,88	3,41	3,11	2,89	2,73	2,60	2,50	2,41	2,34	2,27
∞	0,25	1,32	1,39	1,37	1,35	1,33	1,31	1,29	1,28	1,27	1,25	1,24	1,24
	0,10	2,71	2,30	2,08	1,94	1,85	1,77	1,72	1,67	1,63	1,60	1,57	1,55
	0,05	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88	1,83	1,79	1,75
	0,01	6,63	4,61	3,78	3,32	3,02	2,80	2,64	2,51	2,41	2,32	2,25	2,18

Continuação...

Apêndice D - Continuação

gl para numerador N_1												gl para denominador N_2	
15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	∞		Pr
1,36	1,34	1,33	1,32	1,31	1,31	1,30	1,30	1,30	1,29	1,29	1,28	0,25	22
1,81	1,76	1,73	1,70	1,67	1,65	1,64	1,61	1,60	1,59	1,58	1,57	0,10	
2,15	2,07	2,03	1,98	1,94	1,91	1,89	1,85	1,84	1,82	1,80	1,78	0,05	
2,98	2,83	2,75	2,67	2,58	2,53	2,50	2,42	2,40	2,36	2,33	2,31	0,01	
1,35	1,33	1,32	1,31	1,30	1,29	1,29	1,28	1,28	1,27	1,27	1,26	0,25	24
1,78	1,73	1,70	1,67	1,64	1,62	1,61	1,58	1,57	1,56	1,54	1,53	0,10	
2,11	2,03	1,98	1,94	1,89	1,86	1,84	1,80	1,79	1,77	1,75	1,73	0,05	
2,89	2,74	2,66	2,58	2,49	2,44	2,40	2,33	2,31	2,27	2,24	2,21	0,01	
1,34	1,32	1,31	1,30	1,29	1,28	1,28	1,26	1,26	1,26	1,25	1,25	0,25	26
1,76	1,71	1,68	1,65	1,61	1,59	1,58	1,55	1,54	1,53	1,51	1,50	0,10	
2,07	1,99	1,95	1,90	1,85	1,82	1,80	1,76	1,75	1,73	1,71	1,69	0,05	
2,81	2,66	2,58	2,50	2,42	2,36	2,33	2,25	2,23	2,19	2,16	2,13	0,01	
1,33	1,31	1,30	1,29	1,28	1,27	1,27	1,26	1,25	1,25	1,24	1,24	0,25	28
1,74	1,69	1,66	1,63	1,59	1,57	1,56	1,53	1,52	1,50	1,49	1,48	0,10	
2,04	1,96	1,91	1,87	1,82	1,79	1,77	1,73	1,71	1,69	1,67	1,65	0,05	
2,75	2,60	2,52	2,44	2,35	2,30	2,26	2,19	2,17	2,13	2,09	2,06	0,01	
1,32	1,30	1,29	1,28	1,27	1,26	1,26	1,25	1,24	1,24	1,23	1,23	0,25	30
1,72	1,67	1,64	1,61	1,57	1,55	1,54	1,51	1,50	1,48	1,47	1,46	0,10	
2,01	1,93	1,89	1,84	1,79	1,76	1,74	1,70	1,68	1,66	1,64	1,62	0,05	
2,70	2,55	2,47	2,39	2,30	2,25	2,21	2,13	2,11	2,07	2,03	2,01	0,01	
1,30	1,28	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,21	1,21	1,20	1,19	1,19	0,25	40
1,66	1,61	1,57	1,54	1,51	1,48	1,47	1,43	1,42	1,41	1,39	1,38	0,10	
1,92	1,84	1,79	1,74	1,69	1,66	1,64	1,59	1,58	1,55	1,53	1,51	0,05	
2,52	2,37	2,29	2,20	2,11	2,06	2,02	1,94	1,92	1,87	1,83	1,80	0,01	
1,27	1,25	1,24	1,22	1,21	1,20	1,19	1,17	1,17	1,16	1,15	1,15	0,25	60
1,60	1,54	1,51	1,48	1,44	1,41	1,40	1,36	1,35	1,33	1,31	1,29	0,10	
1,84	1,75	1,70	1,65	1,59	1,56	1,53	1,48	1,47	1,44	1,41	1,39	0,05	
2,35	2,20	2,12	2,03	1,94	1,88	1,84	1,75	1,73	1,68	1,63	1,60	0,01	
1,24	1,22	1,21	1,19	1,18	1,17	1,16	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	0,25	120
1,55	1,48	1,45	1,41	1,37	1,34	1,32	1,27	1,26	1,24	1,21	1,19	0,10	
1,75	1,66	1,61	1,55	1,50	1,46	1,43	1,37	1,35	1,32	1,28	1,25	0,05	
2,19	2,03	1,95	1,86	1,76	1,70	1,66	1,56	1,53	1,48	1,42	1,38	0,01	
1,23	1,21	1,20	1,18	1,16	1,14	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08	1,06	0,25	200
1,52	1,46	1,42	1,38	1,34	1,31	1,28	1,24	1,22	1,20	1,17	1,14	0,10	
1,72	1,62	1,57	1,52	1,46	1,41	1,39	1,32	1,29	1,26	1,22	1,19	0,05	
2,13	1,97	1,89	1,79	1,69	1,63	1,58	1,48	1,44	1,39	1,33	1,28	0,01	
1,22	1,19	1,18	1,16	1,14	1,13	1,12	1,09	1,08	1,07	1,04	1,00	0,25	∞
1,49	1,42	1,38	1,34	1,30	1,26	1,24	1,18	1,17	1,13	1,08	1,00	0,10	
1,67	1,57	1,52	1,46	1,39	1,35	1,32	1,24	1,22	1,17	1,11	1,00	0,05	
2,04	1,88	1,79	1,70	1,59	1,52	1,47	1,36	1,32	1,25	1,15	1,00	0,01	