

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ANÁLISE DO POTENCIAL DE FLEXIBILIZAÇÃO DA CURVA DE CARGA DA CLASSE RESIDENCIAL BRASILEIRA CONSIDERANDO A ATUAÇÃO ATIVA DO CONSUMIDOR VIA REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES

CECÍLIA DELARUE TONIOLO LIMA

Brasília, julho de 2016.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

CECÍLIA DELARUE TONIOLO LIMA – 10/0054196

**ANÁLISE DO POTENCIAL DE FLEXIBILIZAÇÃO DA CURVA DE
CARGA DA CLASSE RESIDENCIAL BRASILEIRA CONSIDERANDO
A ATUAÇÃO ATIVA DO CONSUMIDOR VIA REDES ELÉTRICAS
INTELIGENTES**

Trabalho de conclusão de curso de
Engenharia Elétrica da Universidade de
Brasília para obtenção do diploma de
bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Rafael Amaral Shayani.

Brasília/2016
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**ANÁLISE DO POTENCIAL DE FLEXIBILIZAÇÃO DA CURVA DE
CARGA DA CLASSE RESIDENCIAL BRASILEIRA CONSIDERANDO
A ATUAÇÃO ATIVA DO CONSUMIDOR VIA REDES ELÉTRICAS
INTELIGENTES**

Cecília Delarue Toniolo Lima – 10/0054196

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília para
obtenção do diploma de bacharel Em Engenharia Elétrica.

APROVADA POR:

RAFAEL AMARAL SHAYANI, Dr. ENE/UNB (ORIENTADOR)

ANÉSIO DE LELES FERREIRA FILHO, Dr. ENE/UNB (EXAMINADOR INTERNO)

EDVALDO LIMA PANIAGO, Me. ENE/UNB (EXAMINADOR INTERNO)

Brasília, 04 de julho de 2016.

FICHA CATALOGRÁFICA

CECÍLIA DELARUE TONIOLO LIMA

Análise do Potencial de Flexibilização da Curva de Carga da Classe Residencial Brasileira Considerando a Atuação Ativa do Consumidor via Redes Elétricas Inteligentes

[Distrito Federal] 2016.

xviii, 130p., 210 x 297 mm (ENE/FT/UnB, Engenheira, Engenharia Elétrica, 2016). Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Elétrica.

1.Redes Elétricas Inteligentes

2.Gestão pelo lado da demanda

3.Análise de Curva de Carga

4.Tarifa Branca

I. ENE/FT/UnB

II. Engenheira

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LIMA, C. D. T. (2016). Análise do Potencial de Flexibilização da Curva de Carga da Classe Residencial Brasileira Considerando a Atuação Ativa do Consumidor via Redes Elétricas Inteligentes. Trabalho de Graduação em Engenharia Elétrica, Publicação FT. Departamento de Engenharia Elétrica, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 130p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Cecília Delarue Toniolo Lima.

TÍTULO: Análise do Potencial de Flexibilização da Curva de Carga da Classe Residencial Brasileira Considerando a Atuação Ativa do Consumidor via Redes Elétricas Inteligentes.

GRAU: Engenheira ANO: 2016

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste Trabalho de Conclusão de Curso e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desse Trabalho de Conclusão de Curso pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Cecília Delarue Toniolo Lima

CCSW 04, Lote 01, Bloco B – Sudoeste

70680-450, Brasília/DF – Brasil.

cee.dlr@gmail.com

Em memória de Elia Toniolo e Gianfranco Toniolo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais pelo infinito amor e apoio nos mais diversos momentos de minha jornada de vida, jamais questionando minha capacidade de perseguir aquilo que acredito. Sou imensamente grata pelo estímulo aos estudos desde a infância e por nunca terem me negado um livro apesar das dificuldades financeiras.

Agradeço às minhas tias Karla Toniolo e Elda Toniolo que, mesmo com a distância, sempre se fizeram presentes nos incentivos à melhor formação escolar possível.

Agradeço também à minha avó, Dra. Marlene Delarue, pelo exemplo de mulher excepcional que podemos nos tornar quando se faz da leitura um hábito para toda a vida.

Agradeço aos meus colegas de curso pela amizade e solidariedade ao longo desses anos na Universidade de Brasília. Agradeço, em especial, aos meus amigos Artur Rodrigues, Elisa Monteiro e Guilherme Barcellos, pessoas incríveis nas quais me inspirei em diversas ocasiões da vida universitária.

Agradeço à Empresa Júnior de Engenharia Elétrica, ENETEC Consultoria, pelos três anos e meio de alma empreendedora, período no qual engrandeci enormemente tanto na esfera profissional quanto pessoal.

Agradeço ao meu companheiro e melhor amigo, Marcelo Benedito, pelo respeito e atenção ao meu bem-estar, dos quais muito necessitei durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao CNPq pela oportunidade oferecida com o programa "Ciências sem Fronteiras", sem o qual não teria adquirido uma visão crítica do Brasil e do mundo ou aprofundado meus conhecimentos acerca de redes elétricas inteligentes.

Por fim, agradeço ao meu professor orientador, Rafael Shayani, por pacientemente ter me guiado durante a elaboração deste trabalho, tanto com suas lições técnicas como também com suas de vida.

RESUMO

Haja vista o aumento do consumo de energia elétrica por parte da classe residencial como uma tendência mundial, o Setor Elétrico (SE) necessita cada vez mais concentrar investimentos em alternativas que garantam a segurança e a confiabilidade da rede, especialmente durante o período de ponta. O presente trabalho reflete sobre o potencial da classe residencial brasileira em assumir uma postura mais consciente quanto aos seus hábitos de consumo tal que diminua o ritmo de crescimento de seu impacto na rede elétrica. Para tanto, considera-se um cenário de aplicação de tecnologias de Redes Elétricas Inteligentes (REI) que estimulam a formação de um perfil de consumidor final com participação ativa no SE. O objetivo do estudo é avaliar o potencial de flexibilização da curva de carga da classe residencial brasileira, considerando tal cenário. Para alcançar esse escopo, utilizam-se como base da metodologia proposta os dados coletados e as curvas de carga estimadas na Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso (PPH) mais recente, além de resultados de projetos demonstrativos internacionais relevantes quanto à atuação do consumidor residencial em um contexto de REI. Com os resultados, verifica-se certa flexibilização nos hábitos de uso dos eletrodomésticos por parte das unidades consumidoras, situação que origina novas topologias de curvas de carga. Estas, por sua vez, apresentam diferenças no percentual de redução de consumo e demanda de ponta entre as classes residenciais das regiões do país.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1: Modelo do Sistema Elétrico de Potência Brasileiro.	5
Figura 2-2: A rede elétrica inteligente: o sistema será constituído por geração centralizada e distribuída.	7
Figura 2-3: Relação entre custo e risco entre projetos de P&D, de demonstração e de implementação.	9
Figura 2-4: Alguns dos métodos de feedback do uso de energia explorados pelo projeto. a) monitor residencial, b) portal online, c) Wattson, o medidor inteligente do C2G.	13
Figura 2-5: Interface do FORE-Watch do projeto PEEM.	14
Figura 3-1: Metodologia proposta em formato de fluxograma.	23
Figura 3-2: Dados relativos à participação da classe residencial por região geográfica.	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1: Número de pessoas que alteraram o horário de realização de cada atividade como resultado da interação com o monitor de gestão de energia dentro da residência.	15
Gráfico 3-16: Curva de carga de um consumidor residencial hipotético.	24
Gráfico 3-17: Curva de carga de um consumidor residencial hipotético após adotar medidas de eficiência energética presentes em um contexto de REI.	29
Gráfico 3-1: Curva de carga típica para a classe residencial da CEB.	35
Gráfico 3-2: Curva de carga típica para a classe comercial da CEB.	36
Gráfico 3-3: Curva de carga típica para a classe industrial da CEB.	36
Gráfico 3-4: Curva de carga típica para a classe rural da CEB.	37
Gráfico 3-5: Curva de carga típica para a classe iluminação pública da CEB.	37
Gráfico 3-6: Distribuição da amostra de consumidores residenciais por faixa de consumo.	43
Gráfico 3-7 Média de moradores dos domicílios no Brasil por faixa de consumo segundo a PPH de 2005.	44
Gráfico 3-8: Média de moradores dos domicílios no Brasil e regiões segundo a PPH de 2005.	44
Gráfico 3-9: Curva de carga diária média no Brasil.	45
Gráfico 3-10: Curva de carga diária média na região Norte.	46
Gráfico 3-11: Curva de carga diária média na região Nordeste.	46
Gráfico 3-12: Curva de carga diária média na região Centro-Oeste.	47
Gráfico 3-13: Curva de carga diária média na região Sudeste.	47
Gráfico 3-14: Curva de carga diária média na região Sul.	48
Gráfico 3-15: Predisposição dos entrevistados da PPH ano base 2005 com relação à mudança do sistema de aquecimento de água do banho do atual para o coletor solar.	50
Gráfico 4-1: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Norte.	58
Gráfico 4-2: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Norte supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.	58
Gráfico 4-3: Participação dos eletrodomésticos no consumo total diário considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Norte.	59
Gráfico 4-4: Participação dos eletrodomésticos na demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Norte.	61
Gráfico 4-5: Participação dos eletrodomésticos no consumo de energia durante o posto de ponta (P) considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Norte.	62
Gráfico 4-6: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Nordeste.	63
Gráfico 4-7: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Nordeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.	63

Gráfico 4-8: Participação dos eletrodomésticos no consumo total diário considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Nordeste.	64
Gráfico 4-9: Participação dos eletrodomésticos na demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Nordeste.	65
Gráfico 4-10: Participação dos eletrodomésticos no consumo de energia durante o posto de ponta (P) considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Nordeste.	66
Gráfico 4-11: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Sudeste.	68
Gráfico 4-12: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Sudeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.	68
Gráfico 4-13: Participação dos eletrodomésticos no consumo total diário considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sudeste.	69
Gráfico 4-14: Participação dos eletrodomésticos na demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sudeste.	70
Gráfico 4-15: Participação dos eletrodomésticos no consumo de energia durante o posto de ponta (P) considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sudeste.	71
Gráfico 4-16: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Sul.	72
Gráfico 4-17: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Sul supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.	72
Gráfico 4-18: Participação dos eletrodomésticos no consumo total diário considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sul.	73
Gráfico 4-19: Participação dos eletrodomésticos na demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sul.	74
Gráfico 4-20: Participação dos eletrodomésticos no consumo de energia durante o posto de ponta (P) considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sul.	75
Gráfico 4-21: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Centro-Oeste.	76
Gráfico 4-22: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Centro-Oeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.	76
Gráfico 4-23: Participação dos eletrodomésticos no consumo total diário considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Centro-Oeste.	77
Gráfico 4-24: Participação dos eletrodomésticos na demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Centro-Oeste.	78
Gráfico 4-25: Participação dos eletrodomésticos no consumo de energia durante o posto de ponta (P) considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Centro-Oeste.	79
Gráfico 4-26: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária A da região Norte.	80
Gráfico 4-27: Curva de carga modificada para a Concessionária A da região Norte supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.	80

Gráfico 4-28: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária B da região Norte.....	81
Gráfico 4-29: Curva de carga modificada para a Concessionária B da região Norte supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.	81
Gráfico 4-30: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária C da região Norte.....	82
Gráfico 4-31: Curva de carga modificada para a Concessionária C da região Norte supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.	82
Gráfico 4-32: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária A da região Nordeste.	83
Gráfico 4-33: Curva de carga modificada para a Concessionária A da região Nordeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.....	83
Gráfico 4-34: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária B da região Nordeste.	84
Gráfico 4-35: Curva de carga modificada para a Concessionária B da região Nordeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.....	84
Gráfico 4-36: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária C da região Nordeste.	85
Gráfico 4-37: Curva de carga modificada para a Concessionária C da região Nordeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.....	85
Gráfico 4-38: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária D da região Nordeste.	86
Gráfico 4-39: Curva de carga modificada para a Concessionária D da região Nordeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.....	86
Gráfico 4-40: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária E da região Nordeste.	87
Gráfico 4-41: Curva de carga modificada para a Concessionária E da região Nordeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.....	87
Gráfico 4-42: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária A da região Sudeste.	88
Gráfico 4-43: Curva de carga modificada para a Concessionária A da região Sudeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.....	88
Gráfico 4-44: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária B da região Sudeste.	89
Gráfico 4-45: Curva de carga modificada para a Concessionária B da região Sudeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.....	89
Gráfico 4-46: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária C da região Sudeste.	90
Gráfico 4-47: Curva de carga modificada para a Concessionária C da região Sudeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.....	90
Gráfico 4-48: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária D da região Sudeste.	91
Gráfico 4-49: Curva de carga modificada para a Concessionária D da região Sudeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.....	91
Gráfico 4-50: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária E da região Sudeste.	92
Gráfico 4-51: Curva de carga modificada para a Concessionária E da região Sudeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.....	92

Gráfico 4-52: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária F da região Sudeste.....	93
Gráfico 4-53: Curva de carga modificada para a Concessionária F da região Sudeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.....	93
Gráfico 4-54: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária A da região Sul.	94
Gráfico 4-55: Curva de carga modificada para a Concessionária A da região Sul supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.	94
Gráfico 4-56: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária B da região Sul.	95
Gráfico 4-57: Curva de carga modificada para a Concessionária B da região Sul supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.	95
Gráfico 4-58: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária C da região Sul.	96
Gráfico 4-59: Curva de carga modificada para a Concessionária C da região Sul supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.	96
Gráfico 4-60: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária A da região Sul.	97
Gráfico 4-61: Curva de carga modificada para a Concessionária A da região Sul supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.	97
Gráfico 4-62: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária A da região Centro-Oeste. ..	98
Gráfico 4-63: Curva de carga modificada para a Concessionária A da região Centro-Oeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.	98
Gráfico 4-64: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária A da região Centro-Oeste. ..	99
Gráfico 4-65: Curva de carga modificada para a Concessionária A da região Centro-Oeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.	99
Gráfico 4-66: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária A da região Centro-Oeste.	100
Gráfico 4-67: Curva de carga modificada para a Concessionária A da região Centro-Oeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Horários de uso das cargas do consumidor residencial hipotético.	25
Tabela 2: Horários de uso das cargas do consumidor residencial hipotético após adoção de medidas de eficiência energética advindas dos resultados dos projetos demonstrativos.	28
Tabela 3: Consumo total diário e demanda de pico dos dois cenários hipotéticos estudados.....	29
Tabela 4: Consumo nas faixas da Tarifa Branca para os dois cenários hipotéticos estudados.....	30
Tabela 5: Resumo das respostas afirmativas por região para os questionamentos da PPH.	31
Tabela 6: Grupos e subgrupos dos usuários da rede.....	33
Tabela 7: Subclasses do subgrupo B1.	34
Tabela 8: Consumo por classe em GWh no Brasil, série histórica de 2010 a 2014.	38
Tabela 9: Consumo por região geográfica em GWh no Brasil, série histórica de 2010 a 2014.....	39
Tabela 10: Consumo da classe residencial em GWh por região geográfica.....	39
Tabela 11 Plano amostral dos consumidores residenciais da PPH ano base 2005.	42
Tabela 12: Predisposição dos entrevistados da PPH ano base 2005 com relação à redução de consumo de energia elétrica na ponta caso fosse adotada tarifação mais barata fora da ponta.	49
Tabela 13: Predisposição dos entrevistados da PPH ano base 2005 com relação à mudança do horário de banho caso fosse adotada tarifação mais cara na ponta.	49
Tabela 14: Potências típicas de aparelhos eletrodomésticos e eletroprofissionais.	54
Tabela 15: Potências de aparelhos de ar condicionado.	55
Tabela 16: Consumo total diário e demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Norte.....	60
Tabela 17: Consumo de energia nos postos da Tarifa Branca considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Norte.	61
Tabela 18: Consumo total diário e demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Norte.....	64
Tabela 19: Consumo de energia nos postos da Tarifa Branca considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Nordeste.	66
Tabela 20: Consumo total diário e demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sudeste.	69
Tabela 21: Consumo de energia nos postos da Tarifa Branca considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sudeste.....	70
Tabela 22: Consumo total diário e demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sul.....	73
Tabela 23: Consumo de energia nos postos da Tarifa Branca considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sul.	75

Tabela 24: Consumo total diário e demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Centro-Oeste.....	77
Tabela 25: Consumo de energia nos postos da Tarifa Branca considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Centro-Oeste.	79

Anexo A

Tabela A.1: Resultado dos questionários da região Norte sobre redução de consumo.	111
Tabela A.2: Resultado dos questionários da região Norte sobre banho no horário de ponta.	111
Tabela A.3: Resultado dos questionários da região Norte sobre pretensão de troca do sistema de aquecimento de água de banho.....	112
Tabela A.4: Quadros de posses médias da região Norte.	112

Anexo B

Tabela B.1: Resultado dos questionários da região Nordeste sobre redução de consumo.	113
Tabela B.2: Resultado dos questionários da região Nordeste sobre banho no horário de ponta.	113
Tabela B.3: Resultado dos questionários da região Nordeste sobre pretensão de troca do sistema de aquecimento de água de banho.....	114
Tabela B.4: Quadros de posses médias da região Nordeste.	114

Anexo C

Tabela C.1: Resultado dos questionários da região Sudeste sobre redução de consumo.	115
Tabela C.2: Resultado dos questionários da região Sudeste sobre banho no horário de ponta.	115
Tabela C.3: Resultado dos questionários da região Sudeste sobre pretensão de troca do sistema de aquecimento de água de banho.....	116
Tabela C.4: Quadros de posses médias da região Sudeste.	116

Anexo D

Tabela D.1: Resultado dos questionários da região Sul sobre redução de consumo.	117
Tabela D.2: Resultado dos questionários da região Sul sobre banho no horário de ponta.	117
Tabela D.3: Resultado dos questionários da região Sul sobre pretensão de troca do sistema de aquecimento de água de banho.....	118
Tabela D.4: Quadros de posses médias da região Sul.	118

Anexo E

Tabela E.1: Resultado dos questionários da região Centro-Oeste sobre redução de consumo.	119
Tabela E.2: Resultado dos questionários da região Centro-Oeste sobre banho no horário de ponta.	119

Tabela E.3: Resultado dos questionários da região Centro-Oeste sobre pretensão de troca do sistema de aquecimento de água de banho.....	120
Tabela E.4: Quadros de posses médias da região Centro-Oeste.....	120

Anexo F

Tabela F.1: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Norte. Demanda em W.....	121
Tabela F.2: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Norte supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI. Demanda em W.....	122
Tabela F.3: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Nordeste. Demanda em W.....	123
Tabela F.4: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Nordeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI. Demanda em W.....	124
Tabela F.5: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Sudeste. Demanda em W.....	125
Tabela F.6: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Sudeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI. Demanda em W.....	126
Tabela F.7: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Sul. Demanda em W.....	127
Tabela F.8: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Sul supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI. Demanda em W.....	128
Tabela F.9: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Centro-Oeste. Demanda em W.....	129
Tabela F.10: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Centro-Oeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI. Demanda em W.....	130

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
BIRD – Banco Mundial
C2G – *Consumer to Grid*
CEB – Companhia Energética de Brasília
CEMIG – Companhia de Energia Elétrica de Minas Gerais
CLNR – Customer-LED Network Revolution
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
FP – Posto tarifário fora de ponta
GLD – Gestão pelo Lado da Demanda
GWh – Gigawatt-hora
h – Hora
I – Posto tarifário intermediário
IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers*
kWh – Kilowatt-hora
MME – Ministério de Minas e Energia
NTD – Norma Técnica de Distribuição
ONS – Operador Nacional do Sistema
P – Posto tarifário ponta
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PRODIST – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
PEE – Programa de Eficiência Energética para o Brasil
PEEM – *Persuasive End-User Energy Management*
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PUC-RIO – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
REI – Redes Elétricas Inteligentes
RN – Resolução Normativa
SE – Setor Elétrico
SEP – Sistema Elétrico de Potência
SINPHA – Sistema de Informação de Posses e Hábitos de Uso de Aparelhos Elétricos
SGDP – The Smart Grid Demonstration Project
SOM – *Self Organization Map*
UE – União Europeia
W – Watt
Wh – Watt-hora
ZEB – *Zero emission building*

SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
1.1	Motivação.....	1
1.2	Objetivos	2
1.3	Estrutura do Trabalho.....	2
2	Revisão Bibliográfica	4
2.1	Setor Elétrico.....	4
2.2	Redes Elétricas Inteligentes	6
2.2.1	Classificação dos Projetos de Redes Elétricas Inteligentes.....	8
2.2.2	Papel dos Consumidores no Contexto de REI	9
2.2.3	Projetos Demonstrativos Internacionais com Foco no Consumidor Residencial	11
2.2.4	REI no Brasil.....	16
2.2.5	Projetos Demonstrativos Nacionais	17
2.3	Considerações sobre Curvas de Carga	19
3	Materiais e Métodos	21
3.1	Considerações Iniciais.....	21
3.2	Metodologia	22
3.2.1	Cenário Hipotético	23
3.2.2	Adoção de Ações Conscientes em um Contexto de REI	26
3.2.3	Extensão do Método ao Resultado da PPH.....	30
3.3	Materiais Utilizados	33
3.3.1	Contexto Energético Brasileiro	33
3.3.1.1	Classificação das Unidades Consumidoras	33
3.3.1.2	Curvas de Carga por Classe	34
3.3.1.3	Participação da Classe Residencial	38
3.3.1.4	Participação por Região	38
3.3.2	Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – PPH.....	40
3.3.2.1	Sobre a Pesquisa.....	40
3.3.2.2	Curvas de Carga	45
3.3.2.3	Flexibilidade do Consumidor Residencial	48
3.3.3	Considerações Tarifárias	51
3.3.3.1	Tarifa Convencional.....	51

3.3.3.2	Tarifa Branca.....	51
3.3.4	Considerações Normativas.....	52
3.3.4.1	NTD 6.01.....	52
3.3.5	Ferramenta Computacional	55
3.4	Considerações Finais.....	56
4	Resultados e Discussões	57
4.1	Considerações Iniciais.....	57
4.2	Curvas de Carga por Região.....	57
4.2.1	Região Norte	57
4.2.2	Região Nordeste	62
4.2.3	Região Sudeste	67
4.2.4	Região Sul	71
4.2.5	Região Centro-Oeste	75
4.3	Curvas de Carga por Concessionária	79
4.3.1	Concessionárias da Região Norte.....	80
4.3.2	Concessionárias da Região Nordeste	83
4.3.3	Concessionárias da Região Sudeste	88
4.3.4	Concessionárias da Região Sul	94
4.3.5	Concessionárias da Região Centro-Oeste	98
4.4	Considerações Finais.....	101
5	Conclusões e Sugestões.....	103
5.1	Conclusões	103
5.2	Sugestões para Desenvolvimento Futuro	104
6	Referências Bibliográficas	105
Anexos	110

1 INTRODUÇÃO

Apresentam-se as considerações gerais preliminares relacionadas à motivação, objetivos e estrutura do trabalho acadêmico em questão.

1.1 MOTIVAÇÃO

O crescimento da classe residencial brasileira na participação do consumo energético do país é uma realidade observada nas últimas décadas, especialmente após o início da revolução digital, na década de 2000, quando o país aperfeiçoou significativamente seu arcabouço legal, seus instrumentos de financiamento e de apoio à difusão das tecnologias de informação e comunicação (LIMA, 2012). Neste período, surgiram diversas iniciativas de desenvolvimentos tecnológicos no mercado de eletrodomésticos e eletrônicos voltamos ao público de consumidores comuns. O veloz avanço da aquisição dessas novas tecnologias originou novos hábitos de consumo de energia elétrica, além de uma nova gama de cargas residenciais que a cada ano contribuem para o crescimento da demanda nacionalmente.

De fato, segundo a edição mais recente do Anuário Estatístico de Energia Elétrica da Empresa de Pesquisa Energética, o consumo de energia elétrica da classe somou 132.399 GWh em 2014, 6,0% acima do valor registrado no ano anterior, e foi responsável por 27,8% do consumo energético total do Brasil naquele ano (EPE, 2015). Este cenário, entretanto, não se restringe apenas ao atual contexto energético brasileiro. São muitos os esforços internacionais concentrados em projetos de pesquisa e desenvolvimento destinados ao teste de tecnologias e práticas de eficiência energética para conter a expansão do consumo sem comprometer a qualidade de vida dos consumidores residenciais.

Esses projetos exploram o conceito de rede elétrica inteligente (REI), conhecido globalmente como *smart grid*, que propõe uma mudança de paradigma na estrutura sistemática de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica. A REI, em um contexto futuro, pretende substituir o tradicional sistema de distribuição, que hoje apresenta uma via única de comunicação entre concessionárias e consumidores, por um modelo mais aberto aos *stakeholders*. Dentre os diversos campos de pesquisa, vários projetos em estágio de

demonstração, inclusive nacionais, estudam o potencial dos consumidores como agentes ativos em um cenário de aplicabilidade de redes inteligentes a fim de compreender melhor seu papel mais participativo nesse novo sistema.

Posto isso, o presente trabalho retrata o cenário projetado para a classe residencial brasileira ao serem consideradas tecnologias e iniciativas discutidas por tais projetos demonstrativos no âmbito de REI. Pretende-se, com essa abordagem, discutir o potencial das unidades consumidoras residenciais em prol da diminuição do consumo da classe e da demanda durante a ponta, assumindo assim a postura ativa visada no sistema inteligente.

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho acadêmico, ao jogar luz sobre as novas tecnologias e práticas em REI voltadas ao setor residencial, tem como objetivo geral evidenciar a aplicabilidade dessas como soluções para um consumo mais inteligente, que atenda as necessidades residenciais sem aumentar o impacto na rede elétrica brasileira, de forma a não incrementar o consumo ou a demanda de ponta da rede brasileira.

Como objetivo específico, busca-se a análise do potencial de flexibilização da curva de carga da classe residencial brasileira, considerando perfis de consumo estimados para as 5 regiões do país e para 21 concessionárias. Deste modo, o trabalho contempla cenários em que o consumidor residencial assume uma postura mais consciente e, em decorrência disso, o sistema elétrico pode ter investimentos postergados.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O documento é segmentado em capítulos, seguindo uma apresentação lógica e elucidativa do tema ao leitor. Inicia-se o trabalho com a apresentação de conceitos relacionados a redes inteligentes e, após exposição de metodologia e análise dos resultados, finaliza-se o estudo com conclusões acerca dos objetivos gerais e específicos.

No Capítulo 2, realiza-se uma revisão bibliográfica do tema em pauta, descrevendo o cenário atual do Setor Elétrico e o estado da arte em projetos demonstrativos em REI com foco em unidades consumidoras residenciais.

O Capítulo 3 descreve a metodologia adotada para atingir os objetivos do trabalho, evidenciando em seguida os materiais utilizados para tal. As etapas do método são ilustradas por meio de fluxogramas para melhor visualização e entendimento dos métodos descritos.

Para a exposição dos resultados e discussão dos mesmos, reserva-se o Capítulo 4. Ao longo deste, a análise dos resultados utiliza de tabelas e gráficos ilustrativos dos cenários considerados para efetuar comparações.

Finalmente, o Capítulo 5 encerra o tema do trabalho, resumizando o que foi debatido no capítulo anterior e relacionando os resultados obtidos com o alcance dos objetivos propostos. Há ainda a apresentação de sugestões para trabalhos futuros que por ventura complementem o estudo realizado. Os anexos, localizados ao final do documento, detalham algumas informações referenciadas ao longo do texto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo sumariza o estado da arte em redes elétricas inteligentes a servir de base no desenvolvimento metodológico e de fomento na posterior discussão.

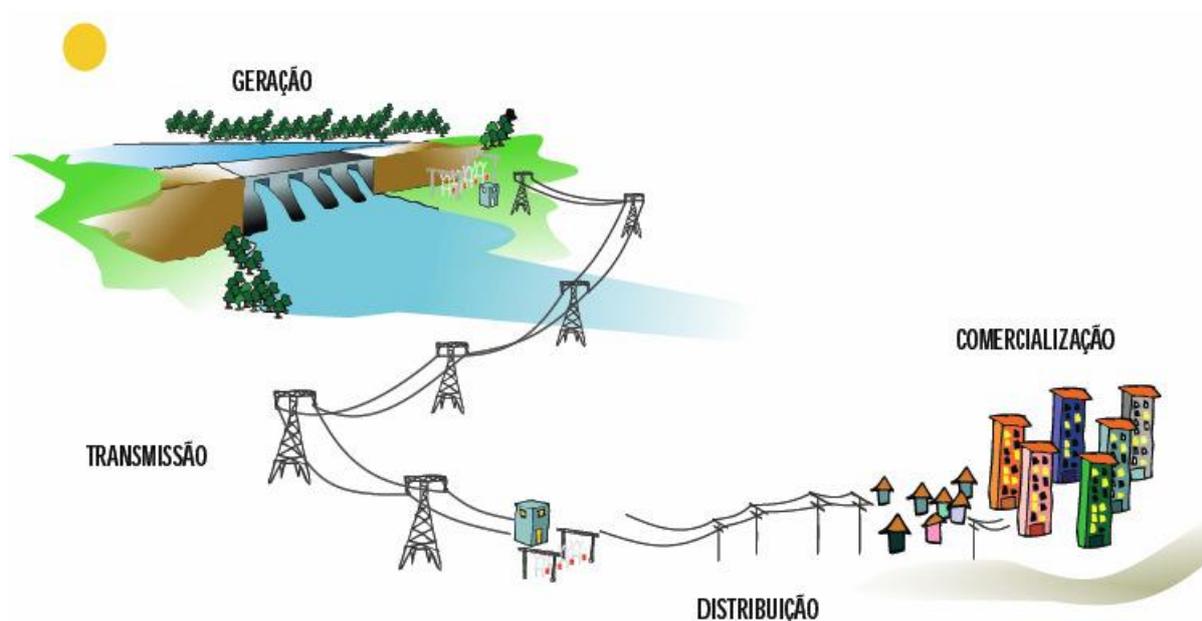
2.1 SETOR ELÉTRICO

O Setor Elétrico (SE) fornece um serviço essencial ao desenvolvimento de uma nação: assegurar a cada um de seus consumidores o acesso à eletricidade. A estrutura do mesmo em diversos países obedece ao formato vertical, constituído predominantemente por grandes unidades de geração centralizadas, consumo distribuído ao longo do território e interligações limitadas entre as áreas de controle das concessionárias. Adicionalmente, os Sistemas de Distribuição são comumente comandados por monopólios naturais sob supervisão de autoridades do mercado de energia. Neste cenário regulatório e comercial, há interesses diferentes entre usuários e distribuidoras, tal que atuar garantindo benefícios mútuos representa um desafio regulatório para os agentes mencionados. [1]

De uma perspectiva geral, o Sistema Elétrico de Potência (SEP) assume um fluxo de potência unidirecional a partir das centrais geradoras, por meio dos sistemas de transmissão e distribuição até o consumidor final, como ilustra a Figura 2-1. O despacho de potência e o controle da rede são de responsabilidade de órgãos centralizados, que controlam várias regiões a partir de um mesmo local. Há pouca ou nenhuma participação do consumidor e comunicação ponta a ponta, ou seja, entre esses agentes e os consumidores finais.

Por apresentar uma estrutura limitada, o SEP enfrenta dificuldades à medida que uma nação se desenvolve economicamente, impedindo que o SE exerça sua função primordial com qualidade. Como discute CLARIM (2013), o aumento da demanda e da complexidade de atendimento aos consumidores implicam em congestionamento da rede e fluxos de carga desequilibrados, muitas vezes resultando em falhas no fornecimento da energia elétrica. Além dos problemas citados que desagradam os usuários do sistema, a escassez de recursos e o

impacto da geração de energia no ambiente criam pressões nos órgãos do setor para uma modernização imediata do SEP.



Fonte: Ministério da Fazenda. Smart Grid: O Modelo Brasileiro. Julho, 2012.

Figura 2-1: Modelo do Sistema Elétrico de Potência Brasileiro.

Segundo PRATA (2014), a presente revolução tecnológica mundial, impulsionada pelo avanço das tecnologias de comunicação e de informação, apresenta diversas oportunidades para a nova rede: integração de recursos de geração de energia distribuídos, principalmente a partir de fontes renováveis, e veículos elétricos, comercialização de equipamentos menos custosos e mais eficientes, desenvolvimento de técnicas avançadas de monitoramento e controle, dentre outras inovações que seguramente contribuirão para a criação de uma rede confiável e adaptável aos diversos perfis de usuários. Esse cenário permite também o desenvolvimento de ofertas de novos serviços ao consumidor tal que haja um melhor aproveitamento da infraestrutura necessária à implantação da rede moderna. Isso torna o consumidor final um participante mais ativo do sistema elétrico.

Em resposta a esses novos desafios e oportunidades, os agentes responsáveis pelo SE iniciaram sua evolução com a concepção das Redes Elétricas Inteligentes (REI), ou *Smart Grids*, a principal iniciativa mundial de inovação no setor e já em fase de implementação

pelos países desenvolvidos. Ainda de acordo com o autor, as REI representam a evolução das redes elétricas atuais, no sentido de aumento da eficiência e da qualidade de fornecimento, da diminuição dos custos, bem como do respeito ao meio ambiente e da integração de recursos distribuídos.

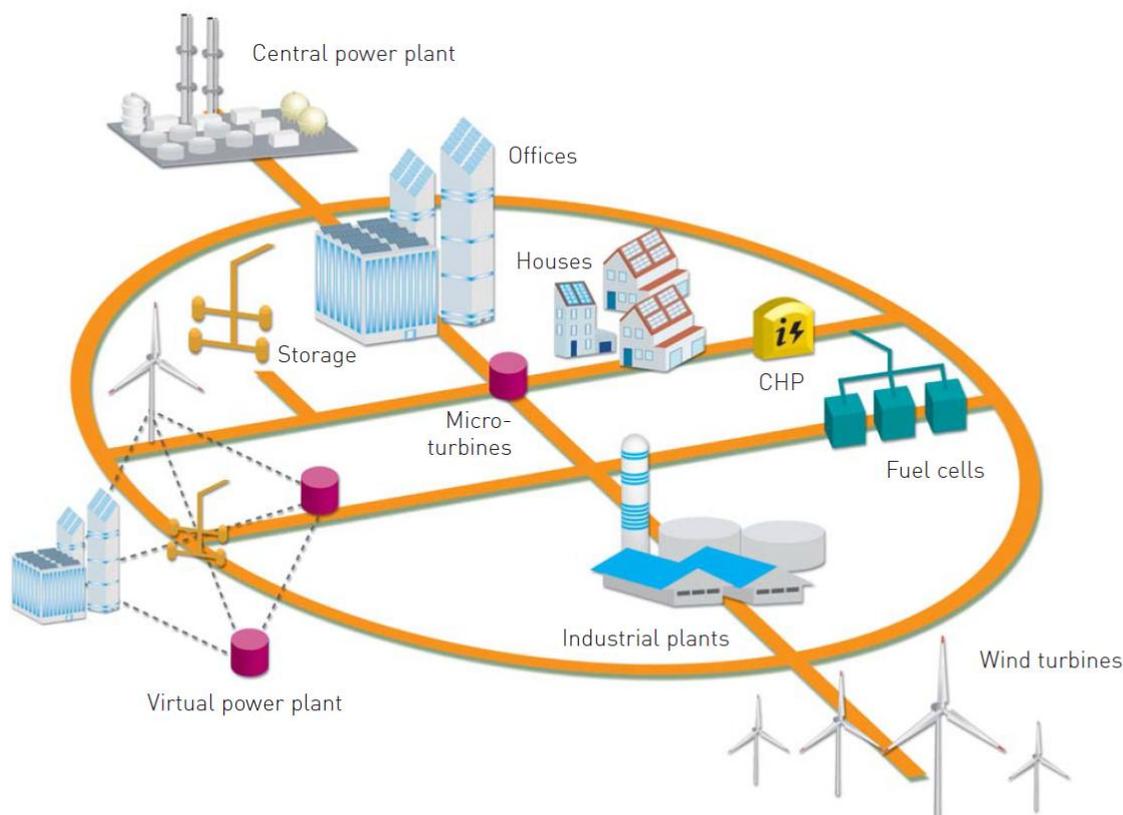
2.2 REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES

Atual dentro dos diversos campos de pesquisa e desenvolvimento em Engenharia Elétrica, o conceito de *Smart Grids*, ou Redes Elétricas Inteligentes, propõe uma mudança de paradigma na estrutura sistemática de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica. O estado da arte das tecnologias e ideologias é foco de projetos demonstrativos nos últimos 10 anos e os resultados promissores apontam soluções para os problemas de gestão de energia da conjuntura elétrica atual.

A primeira utilização do termo ocorreu no artigo de Massoud Amin e Bruce F. Wollenberg, "Toward a Smart Grid", publicado pela revista IEEE P&ES em 2005. [2] A sua definição legal foi aprovada pelo Congresso dos Estados Unidos com a lei *The Energy Independence and Security Act of 2007* (Lei da Independência e Segurança da Energia de 2007, em tradução livre). [3] O documento caracteriza a rede elétrica inteligente como uma infraestrutura confiável e segura, que possa atender um crescimento de demanda futuro além de cumprir uma série de características relacionadas a informação digital, otimização dinâmica, integração de fontes renováveis de energia na forma de geração distribuída, propagação de tecnologias domésticas inteligentes, armazenamento de energia com veículos elétricos, fornecimento de informações temporais e opções de controle aos consumidores, entre outras.

Para a União Europeia (UE), o conceito de *smart grid* provém da primeira publicação do fórum *The European Technology Platform for Electricity Networks of the Future* (Plataforma Europeia de Tecnologias para as Redes Elétricas do Futuro, em tradução livre), em 2006. [1] A definição figura uma rede de energia elétrica que inteligentemente integra as ações de todos os usuários a ela conectados – geradores, consumidores e aqueles que são ambos – e que fornece energia de forma sustentável, econômica, segura e eficiente. A rede emprega produtos e serviços inovadores que, juntos com tecnologias capazes de monitorar, controlar, comunicar e de se auto-corrigir, facilitam a operação do sistema, permitindo os consumidores

participarem da otimização da mesma ao deterem maior informação e a possibilidade de escolha quanto ao fornecimento de energia.



Fonte: Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future, 2006.

Figura 2-2: A rede elétrica inteligente: o sistema será constituído por geração centralizada e distribuída.

O estudo de conjuntos de conceitos tecnológicos existentes e emergentes vinculados a REI é o alicerce de órgãos de pesquisa dos países imersos no desenvolvimento e implantação do novo modelo de SEP. A plataforma europeia *The European Technology Platform for Electricity Networks of the Future* [4] e o programa governamental estado-unidense *The Smart Grid Demonstration Program* (SGDP), criado juntamente com a definição legal de REI em 2007, [5] agrupam tais conceitos em diferentes campos de pesquisa, podendo ser destacadas as seguintes áreas:

- Integração de fontes de energia distribuídas e de fontes de energia renováveis;
- Gestão pelo lado da demanda;

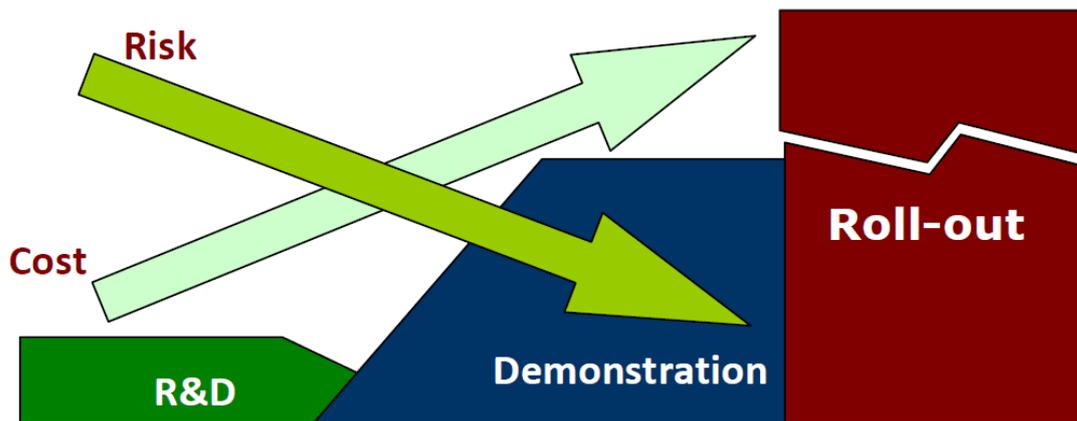
- Consumidor mais inteligente e residências mais inteligentes;
- Aplicações de veículos elétricos;
- Medição inteligente;
- Infraestrutura de comunicação;
- Armazenamento de Energia;
- Outros.

2.2.1 Classificação dos Projetos de Redes Elétricas Inteligentes

Os campos de estudo abrangem projetos subsidiados pelos órgãos de pesquisa e *stakeholders* que podem ser classificados em três categorias: pesquisa e desenvolvimento (P&D), demonstração e implantação. [4] Projetos qualificados como P&D, segundo o Manual de Frascati [6], são aqueles que "incluem o trabalho criativo empregado de forma sistemática, com o objetivo de aumentar o volume de conhecimentos, abrangendo o conhecimento do homem, da cultura e da sociedade, bem como a utilização desses conhecimentos para novas aplicações. O termo P&D abrange três atividades: a pesquisa básica, a pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental".

Segundo BROWN (2009), os projetos demonstrativos podem ser vistos como uma fase prévia à inserção no mercado das tecnologias em estudo. A categoria inclui projetos cujo foco é o teste do desempenho de uma tecnologia em diferentes ambientes operacionais na forma de testes de mercado, nos quais a tecnologia é utilizada nas instalações do usuário final. O objetivo desses projetos é apresentar a tecnologia em situações reais para testar sua adequabilidade ao usuário, visando difundir o seu uso.

Finalmente, os projetos de implantação referem-se ao estudo de uma tecnologia, aplicação ou sistema como uma solução padrão dentro das fronteiras geográficas do projeto. Alguns projetos de implantação são de abrangência nacional, outros são limitados a áreas geográficas menores. A Figura 2-3 apresenta a relação inversa entre risco e custo com relação aos diferentes estágios de maturidade de uma tecnologia, da fase de P&D para a demonstrativa e, por fim, para a de implantação. Os limites entre as diferentes fases não são definidos, dado que um mesmo projeto pode apresentar uma fase de P&D e outra demonstrativa, por exemplo.



Fonte: Smart Grid projects in Europe: Lessons learned and current developments, 2012 atualização.

Figura 2-3: Relação entre custo e risco entre projetos de P&D, de demonstração e de implementação.

2.2.2 Papel dos Consumidores no Contexto de REI

Em uma aplicação futura de REI, o tradicional sistema de distribuição, que hoje apresenta uma via única de comunicação entre concessionárias e consumidores, será substituído por um modelo mais aberto aos *stakeholders* (agentes de interesse, que participam direta ou indiretamente do sistema), transformando os consumidores finais de passivos a agentes ativos dentro do SE. Sob essa perspectiva, é imprescindível envolver e educar os consumidores sobre o potencial das REI a fim de que compreendam seu papel mais participativo nesse novo sistema.

Cientes dessa importância, instituições de pesquisa e empresas autorizadas do SE em diversos países aplicam testes com os consumidores finais em seus estudos sobre REI. Elas consideram que a gestão pelo lado da demanda (GLD) e o envolvimento dos consumidores são temas-chaves a serem desenvolvidos em projetos de P&D e demonstrativos. [4] Os projetos, em geral, estimulam a participação ativa dos clientes na operação da rede por meio de ferramentas de mercado, como respostas no comportamento da demanda via estímulo a GLD, tarifas dinâmicas e aparelhos de controle do consumo da energia residencial. Uma dificuldade enfrentada pelos programas, no entanto, é a adesão apenas de voluntários, apontando a ausência de metodologia de recrutamento que selecione estatisticamente amostras representativas dos diferentes tipos de consumidores.

A partir da ótica do consumidor, as REI prometem vários benefícios [7], dentre eles:

- Economia devido a uma redução tarifária, graças aos investimentos em eficiência do sistema de distribuição pelas concessionárias, os quais resultaram em uma rede menos congestionada;
- Redução de duração e frequência de faltas na rede devido ao fato de comunicação e controle estarem fortalecidos;
- Possibilidade de um consumo sustentável e até auto suficiente (*zero emission building* – ZEB) com o uso de fontes renováveis de energia;
- Serviços convenientes e relativos ao conforto e lazer como automação residencial e veículos elétricos.

Como discutido por alguns autores, o único aspecto das REI que pode ser verdadeiramente inteligente é a comunidade que da rede usufrui (HONEBEIN et al., 2011). Em outras palavras, a ação do consumidor é um mecanismo fundamental. Ainda segundo os mesmos, se estudados os consumidores como agentes passivos neste estágio inicial do desenvolvimento das REI, as iniciativas de implantação correm o risco de não perceber todo o seu potencial, pois se deve estudá-los assumindo uma postura ativa. Como escreveu VERBONG (2013), esse é o motivo de alguns estudiosos estimularem o foco das pesquisas nos hábitos diários dos consumidores e não principalmente em inovações tecnológicas e incentivos econômicos como faz grande parte da comunidade de projetos de REI. Ainda segundo o autor, a partir do entendimento de que os consumidores não podem esperar a completa implantação das REI, o estudo dos consumidores em seu contexto social, seja em seu domicílio ou em sua comunidade, e a inclusão desses no processo de desenvolvimento da nova rede é o formato ideal para os projetos atingirem suas metas.

É nítido o desafio de modificar os hábitos de consumo e motivar os consumidores a torná-los mais sustentáveis. Os consumidores estão, em sua maioria, presos a um padrão de consumo não sustentável influenciado por rotinas, normas sociais e expectativas, assim como por estruturas tarifárias, barreiras institucionais e restrição de escolha com relação ao seu fornecimento de energia. De acordo com JACKSON (2005), os consumidores são guiados tanto por normas sociais, comportamento e opiniões de pessoas de seu círculo de convivência

quanto por suas próprias escolhas. Isso mostra a complexidade associada com a negociação, engajamento e motivação de comportamentos que propiciem um consumo sustentável e com o desenvolvimento das estratégias apropriadas para tal.

2.2.3 Projetos Demonstrativos Internacionais com Foco no Consumidor Residencial

Dentre os diversos projetos demonstrativos em andamento no exterior, selecionam-se apenas aqueles que estudam algum aspecto do consumidor residencial dentro de um contexto de REI e que foram considerados relevantes em relatórios sobre pesquisas em andamento na UE. [4] Pretende-se apresentar os resultados alcançados que servirão de base para a especificação do método deste trabalho.

Large Scale Smart Grids Demonstration of Real Time Market-based Integration of DER and DR – Ecogrid EU

O projeto Ecogrid EU operou na ilha de Bornholm, Dinamarca e teve seu início em 2012, com duração de 2 anos e meio. Esperavam-se das 2.000 instalações envolvidas no projeto que apresentassem uma flexibilização da demanda em resposta a sinais do preço da energia elétrica em tempo real. Os participantes foram equipados com equipamentos que registram a demanda por meio de *gateways* e controladores modernos. Por meio do aparelho, os consumidores podiam verificar o valor momentâneo da tarifa de energia e pré-programar suas preferências automáticas de acordo com um tipo de contrato de fornecimento, por exemplo.

Seu relatório final [8] apresenta os resultados com relação a mudanças no uso de utensílios por parte dos participantes durante o projeto. No período intermediário do projeto, 35% dos consumidores responderam ao questionário aplicado que mudaram de alguma forma o uso dos equipamentos em casa, porém a maioria relatou preferir alterar o horário de utilização do que a frequência de uso em uma situação de tarifas reduzidas em outros horários: 84% preferiram alterar o horário e 27%, a frequência, sendo que os usuários não estavam restritos a seleção de uma única opção. Já ao fim do projeto, 58% dos participantes indicaram que mudaram de alguma forma a utilização dos aparelhos, a frequência com que os usam ou investiram em medidas de eficiência energética. Novamente a maioria, com 43%, indicou preferir alterar o horário de utilização do que a frequência de uso (7% preferiram alterar a frequência).

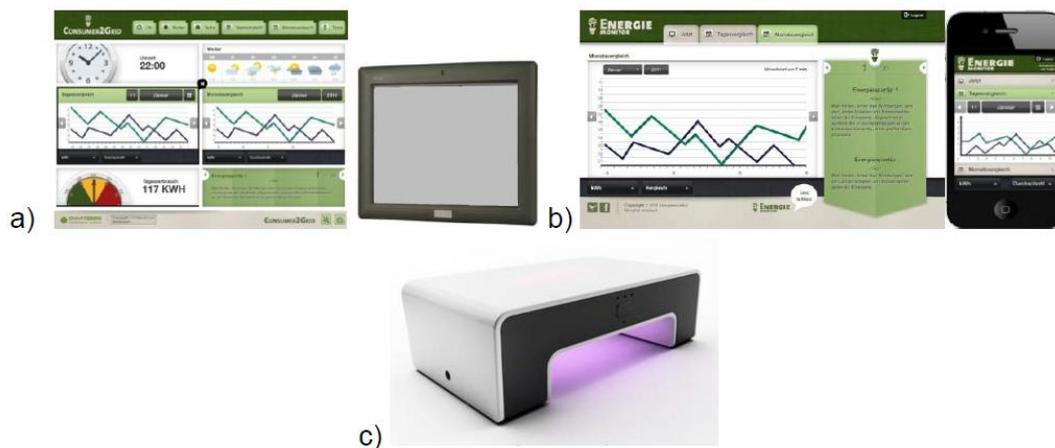
Os resultados dos experimentos com deslocamento de carga também mostraram que os consumidores alteram mais o horário do que a intensidade de uso dos aparelhos. Observou-se que a intensidade de uso aumentou quando os preços estavam muito baixos, o que pode indicar que é mais fácil para o consumidor aumentar a potência com que usa um equipamento do que diminuí-la. Os participantes que relataram não ter alterado o horário ou a maneira com que utilizam seus equipamentos afirmaram que era impossível mudarem seus hábitos naquele teste (o morador, por exemplo, não estava em casa no momento de alteração de preço da energia) e que os incentivos eram poucos.

Smart Grids Model Region Salzburg

Dentro do programa de REI da Região Modelo de Salzburg, na Áustria, que contava com 23 projetos, o *Consumer to Grid* (C2G) foi um dos que abordava o papel dos consumidores residenciais dentro do contexto da REI. O estudo investigou durante 2 anos (2010-2012) qual seria a melhor maneira de se apresentar informações relativas a medidas de economia de energia ao consumidor, tal que o influenciassem a reduzir seu consumo com uma rede inteligente. Objetivava-se ainda descobrir como, quando e qual a forma de se apresentar um *feedback* do consumo aos moradores, baseado no contexto cultural e social em que estão inseridos.

Os resultados divulgados em 2013 [9] discutem o consumo de eletricidade das 288 residências participantes durante os dois anos do projeto. Comparado com o ano anterior, em 2012 a redução média de consumo em todos os grupos do teste foi de 6,7%, com um mínimo de 2,5% e um máximo de 10,9%. Um grupo de referência que não fez parte dos testes e, portanto, não foi influenciado por nenhum de suas ferramentas durante o período do projeto, apresentou uma redução de consumo de 2,7% em comparação com o ano anterior.

Com relação aos métodos de *feedback*, não houve diferença significativa com relação ao consumo de eletricidade, ou seja, não foi possível dizer qual o método mais eficaz. Um ponto interessante destacado pelo relatório foi que, ao início do projeto, os participantes foram instigados a questionarem seus próprios hábitos de consumo, o que os levou a comportamentos mais sustentáveis em outras áreas que não eram monitoradas pelo projeto como, por exemplo, transporte sustentável.



Fonte: *Results & Findings from the Smart Grids Model Region Salzburg*, maio de 2013.

Figura 2-4: Alguns dos métodos de feedback do uso de energia explorados pelo projeto. a) monitor residencial, b) portal online, c) Wattson, o medidor inteligente do C2G.

No projeto *Persuasive End-User Energy Management – PEEM* do programa, foi utilizado o relógio FORE-Watch como método simples de *feedback* em 24 residências (Figura 2-5). A representação utiliza cores para informar os usuários quando é favorável (verde), pouco favorável (amarelo) e não favorável (vermelho) o consumo de energia elétrica. Os participantes alteraram alguns dos seus padrões de consumo baseado nas recomendações das cores, o que levou a uma mudança no horário de uso de máquinas de lavar, secadoras de roupa e lava louças, apesar de não ter sido divulgado dados estatísticos sobre o assunto. Os resultados ainda apontam que o benefício esperado pela maioria dos consumidores ao adequarem sua rotina ao relógio foi a diminuição dos custos com energia elétrica. Apesar do fator financeiro, o fato de estar contribuindo com o meio ambiente e, assim, colaborando de alguma forma para o bem da sociedade também foi motivacional aos participantes.



Fonte: Results & Findings from the Smart Grids Model Region Salzburg, maio de 2013.

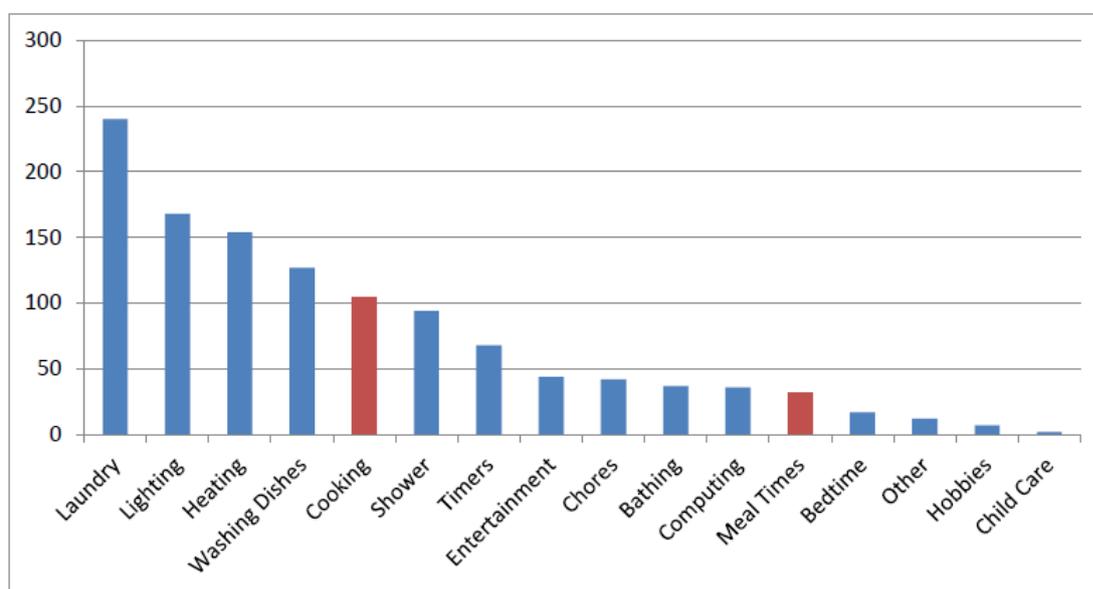
Figura 2-5: Interface do FORE-Watch do projeto PEEM.

Customer-LED Network Revolution - CLNR

O projeto desenvolvido em parceria com concessionárias e universidades do Reino Unido adotou uma abordagem técnica e ao mesmo tempo social e foi desenvolvido de 2011 a 2015. [10] O objetivo foi o estudo das formas com que a eletricidade é utilizada pelas unidades consumidoras residenciais e qual a flexibilidade que pode se encontrar dentro de fatores sociais e materiais. Com 131 participantes, os resultados mostraram a alteração do custo da energia elétrica levou 49% a mudar a forma como a utilizam. Eles alegaram que a gestão da energia passou a ser um item importante dentro da economia doméstica. Para 59% das residências, observou-se uma integração entre atividades domésticas, educacionais e profissionais devido à ampla utilização de equipamentos eletrônicos (micro-computadores, impressoras *smartphones*) e à modalidade de *home office* (trabalho em casa). O uso de equipamentos para as duas últimas atividades foram consideradas oportunidades para

substituir o modelo convencional de retorno à residência após o horário comercial, representando um potencial de atenuação da demanda no período de ponta.

Para 55% dos participantes, a capacidade de manter os hábitos de lazer e a conectividade à *internet* é tão importante quanto adotar medidas de eficiência energética. O resultado sugere certa flexibilidade na demanda, uma vez que os aparelhos eletrônicos como *tablets*, *notebook* e *smartphones* promovem conectividade por longos períodos de tempo sem necessitar de energia da rede. Aparelhos de monitoramento da demanda e medidores eletrônicos foram bem recebidos por 90% das residências, porém os entrevistados alegaram que, apesar da fácil utilização, os aparelhos contribuíram pouco em termos de impacto no consumo de energia. O Gráfico 2-1 apresenta o resultado do estudo com relação às atividades que sofreram alteração no horário de uso devido ao monitoramento da demanda, os usuários podiam assinalar mais de uma opção. Da esquerda para a direita: lavagem de roupas, iluminação, aquecimento ambiental, lavagem de louças, cozimento de alimentos, banho, aparelhos de aquecimento ambiental com regulagem de duração, lazer, obrigações domésticas, banho de banheira, uso do computador, refeições, horário de dormir, outros, hobbies e cuidado com crianças.



Fonte: Jey Social Science Findings: Domestic and SME Customers. CLNR, 2015.

Gráfico 2-1: Número de pessoas que alteraram o horário de realização de cada atividade como resultado da interação com o monitor de gestão de energia dentro da residência.

2.2.4 REI no Brasil

De acordo com PAULI (2012), o SE brasileiro compartilha dos mesmos desafios globais, porém atua em três tópicos: no estudo da geração de energia a partir de fontes alternativas e intermitentes integradas à rede, na criação de estímulos ao usuário e tecnologias capazes de reduzir de seus picos de demanda, e no investimento em controles digitais e segurança. Essas metas principais são levadas em consideração pelo Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente – *Smart Grid* bem como nos projetos piloto em andamento no país pelo Programa de Pesquisa & Desenvolvimento da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

Em 2010, o Grupo de Trabalho do Ministério de Minas e Energia – MME foi instituído pela Portaria MME nº 440/210 e a Comissão Técnica Conjunta instituída pela Portaria Conjunta MCT/ANEEL nº 230/2010 com o objetivo de analisar e identificar ações necessárias para subsidiar o estabelecimento de políticas públicas para a implantação do Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente – *Smart Grid*. A iniciativa, no entanto, ainda está com seus trabalhos em estado inicial e, como destacou PRATA (2014), o principal mecanismo de financiamento de projetos de REI atualmente é o Programa de Pesquisa & Desenvolvimento da ANEEL.

O Programa de Pesquisa & Desenvolvimento da ANEEL, pela Lei nº 9.991/2000 e pelos contratos de concessão, tornou obrigatória para empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas de distribuição, transmissão e geração, a aplicação anual de uma fatia percentual mínima de sua receita operacional líquida em P&D. Com o Programa, a partir de 2010 surgiram os primeiros projetos pilotos ambientados em REI, os quais hoje representam agentes importantes de inovação para a modernização do setor elétrico, principalmente no que diz respeito à geração distribuída, redução de pico de demanda e confiabilidade da rede: três tópicos estratégicos para o Brasil.

Os projetos de P&D sobre o tema REI podem ser divididos [11] nos seguintes subtemas:

- Sistemas de Medição Inteligente;
- Automação da Distribuição;
- Geração Distribuída;
- Sistemas de Armazenamento;

- Veículos Elétricos;
- Telecomunicações;
- Tecnologia da Informação;
- Prédios e Residências Inteligentes;
- Novos Serviços; e
- Outros (Relacionamento com os Clientes, IP, Segurança Cibernética, Gestão de Ativos, entre outros).

2.2.5 Projetos Demonstrativos Nacionais

Os projetos demonstrativos desenvolvidos nacionalmente costumam envolver consumidores de um ou mais municípios e englobar vários dos subtemas do Programa de P&D da ANEEL. Aqueles de grande investimento e reconhecimento nacional [11] são destacados neste item.

Cidades do Futuro

O projeto piloto de REI da Cemig Distribuição é um dos mais abrangentes dentre os projetos nacionais em andamento devido a sua diversidade de classes de consumidores e abrangência da área geográfica. O projeto se iniciou em 2010 e sua duração prevista inicialmente era de 36 meses. O piloto encontra-se em desenvolvimento atualmente na região metropolitana de Sete Lagoas/MG e envolve automação de subestações e redes de distribuição, medição inteligente, redes de comunicação operacionais, sistemas de computacionais para operação do sistema elétrico, sistemas de iluminação LED, gerenciamento e integração de geração distribuída e relacionamento com o consumidor.

Smart Grid Light

A Light Serviços de Eletricidade possui seu próprio programa voltado ao desenvolvimento e aplicação de soluções em REI, o Programa Smart Grid Light, com início em setembro de 2010 e duração prevista de três anos. Os cinco projetos de P&D do programa abordavam os temas de medição inteligente de energia, certificação digital, novas tarifas, produtos e serviços (inclusive pré-pagamento), automações residenciais, inserção de geração distribuída, operação em modo ilhado, sistemas de recarga para veículos elétricos e híbridos recarregáveis, automação de rede de distribuição, soluções de eficiência energética, gestão pelo lado da demanda e novos canais de interação com o consumidor, como portal Web, aplicativos *mobile*, e-mail e aplicativo para TV digital. O Programa Smart Grid Light já foi finalizado

obtendo como resultado uma série de novos produtos e serviços, atualmente em desenvolvimento na área de concessão da empresa.

Projeto Parintins

O projeto de REI da Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – Eletrobrás, por meio da Amazonas Distribuidora de Energia S.A, está em desenvolvimento desde 2011 na cidade de Parintins, um município do interior do estado do Amazonas, localizado a 369 km de Manaus. O Projeto Parintins visa o desenvolvimento de um Modelo de Referência para as distribuidoras de energia, fundamentado no estudo de tecnologias de REI. O planejamento envolve oferecer tarifas diferenciadas ao longo do dia aos consumidores do grupo B da região, estimulando o consumo fora dos horários de pico de demanda. Outras áreas de aplicação são automação da distribuição, geração distribuída, telecomunicações, tecnologia de TI, iluminação pública com LEDs e relacionamento com o cliente por meio de um portal e um aplicativo móvel para o monitoramento da conta de energia. O projeto da cidade amazonense foi o vencedor, em 2013, do concurso Projeto do Ano da PennWell do Brasil, instituição que atua desde 1910 na produção de conteúdos e soluções para os setores de geração e distribuição de energia. [12]

Cidade Inteligente Búzios

Em Armação de Búzios, no Estado do Rio de Janeiro, ocorre desde 2011 o projeto demonstrativo de REI da Ampla. Inspirado em iniciativas internacionais, o projeto almeja ser reconhecido como um Estudo de Caso de REI a partir da implementação de uma Cidade Inteligente, coletando dados relativos a medição inteligente, automação de distribuição, geração renovável, mobilidade elétrica, iluminação pública, armazenagem de energia, prédios inteligentes e conscientização de cidadãos.

Arquipélago Fernando de Noronha

O projeto Arquipélago Fernando de Noronha da Celpe teve início em 2012 com duração prevista de 36 meses, porém ainda está em fase de operação. A abrangência de aplicação do piloto é a Ilha de Fernando de Noronha, localizada a 545 km da capital do Estado de Pernambuco. O projeto implementará tecnologias ligadas ao conceito de REI, contemplando as áreas de automação de redes, telecomunicação, medição e microgeração distribuída. Planeja-se uma avaliação da viabilidade de sua aplicação sob a ótica da sustentabilidade, da

qualidade da energia elétrica, do suprimento a veículos elétricos, do estudo de aplicação de tarifas diferenciadas e da segurança do trabalho.

Projeto InovCity

A EDP Bandeirante com o Projeto InovCity objetivava transformar a cidade de Aparecida do Norte, localizada a 172 km da capital paulistana, em um laboratório em escala natural para os testes de medição inteligente, carregamento de veículos elétricos, microgeração, eficiência energética, automação de rede e telecomunicações. Além disso, estudou a percepção e reação dos clientes frente às novas tecnologias e regulações, tais como Tarifa Branca, Bandeiras Tarifárias, pré-pagamento, micro e minigeração, automação residencial, etc. O projeto se iniciou em 2011 e já foi finalizado. A EDP iniciará o projeto InovCity II com a Escelsa no Espírito Santo, a qual também é distribuidora do grupo.

2.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE CURVAS DE CARGA

Conforme definido no Módulo 1 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST (ANEEL, 2016), a curva de carga é o registro horário, em um período diário, das demandas de capacidade, podendo ser, excepcionalmente para período semanal, mensal ou anual.

Tal qual descreveu FAGUNDES (2011), a análise da curva de carga auxilia o planejamento técnico e econômico do SE, uma vez que visa à qualidade de entrega da energia, cálculos de perdas, previsão de demanda e dimensionamento de tarifas e investimentos por parte das concessionárias para otimização da operação da malha de distribuição. BORGES e JÚNIOR (2010) ressaltam a importância da modelagem da curva de carga para o SE. Eles alegam que esta valorização motiva o desenvolvimento de algoritmos que associem a massa de dados advindas de medições com as de modelagens específicas, agregando informações para as concessionárias controlarem o período do dia de maior consumo e intervirem conforme necessário (implantando medidas de eficiência energética, por exemplo).

Novamente segundo FAGUNDES, a modelagem da curva de carga necessita de informações relativas a medições de consumo, demanda máxima e fator de carga. Para efeitos comparativos e identificação de possíveis distorções de medição, pode-se utilizar a estimativa de curvas de carga de pesquisas de posse e hábitos (PPH) realizadas pela

Eletrobrás/PROCEL. Por fim, o autor afirma que o conhecimento da curva de carga permite uma análise mais detalhada para o melhor enquadramento tarifário do consumidor, além de conceder uma visualização de uma possível aplicação de ações de eficiência energética, como o gerenciamento da demanda, colaborando assim para a redução de tarifas e consumo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Uma síntese dos materiais e ferramentas que embasam a metodologia do trabalho é descrita neste capítulo, assim como o procedimento metodológico em si.

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Com a apresentação do estado da arte em REI sob uma perspectiva focada no consumidor residencial e na importância de sua participação mais ativa no SE, estabelece-se uma base conceitual para a criação de um cenário de estudo envolvendo a classe residencial brasileira.

Por meio de um exemplo didático, apresenta-se uma curva de carga simplificada de uma típica unidade consumidora brasileira no contexto energético atual, ressaltando seus aspectos de consumo e de uso das cargas. A partir deste perfil de consumo, adotam-se medidas e práticas de gestão da demanda que apresentaram resultados promissores nos projetos demonstrativos internacionais comentados. O caso a ser estudado, apesar de hipotético, refletirá os benefícios proporcionados pelas tecnologias vinculadas à rede elétrica inteligente.

As ações propostas são então extrapoladas para as curvas de cargas residenciais por região e por concessionária advindas da PPH de 2005. [13] Esse método visa verificar o impacto das medidas internacionais considerando curvas de carga típicas do Brasil. A própria pesquisa já havia realizado questionários investigando a predisposição dos consumidores em adotar mudanças em suas rotinas de consumo, porém os dados não foram analisados tal qual neste trabalho.

O intuito deste capítulo é, portanto, estabelecer premissas quanto aos horários de uso de equipamentos domésticos a fim de verificar o potencial de flexibilização da curva de carga da classe residencial brasileira em uma posterior análise. Esta, a ser realizada no capítulo seguinte, permitirá avaliar a capacidade dos consumidores residenciais do Brasil em participar ativamente no controle da demanda e, por consequência, aliviar o problema da sobrecarga da rede durante o horário de ponta.

3.2 METODOLOGIA

O método utilizado por este trabalho envolve manipulações das curvas de carga residenciais resultantes da PPH de 2005 tal que se figure um perfil relativo ao comportamento do consumidor residencial brasileiro quando adotadas tecnologias e práticas estudadas em projetos demonstrativos de REI. O objetivo é analisar a potencial contribuição do consumidor residencial brasileiro para minimizar os efeitos da alta demanda durante o horário de ponta e o crescimento do consumo, problemas enfrentados atualmente pelo SE do país.

A fim de ilustrar tais ações, adota-se uma curva de carga de um consumidor hipotético. A seleção das cargas é pautada naquelas consideradas relevantes pela PPH de 2005 e pelos projetos demonstrativos internacionais. O material intelectual resultante desses influencia quais medidas a serem adotadas por este consumidor hipotético visando à redução de seu consumo como um todo e de sua demanda durante o período em que a rede costuma estar sobrecarregada. Considera-se também como possível a adesão à Tarifa Branca no contexto tarifário desta unidade consumidora.

As mudanças incorporadas à topologia do exemplo hipotético didático são então estendidas às curvas de carga regionais e por concessionária da PPH de 2005, concedidas em planilha da Microsoft Office Excel para este estudo. A extrapolação é feita com base nos questionários aplicados pela PPH de forma semelhante ao utilizado por LEITE (2013), em que os usuários da rede apresentaram sua predisposição à adoção de hábitos similares aos estudados pelos projetos mencionados no Capítulo 2. A Figura 3-1 elucida em formato de diagrama blocos as entradas, saídas e etapas do método proposto. Os resultados obtidos são discutidos posteriormente no capítulo seguinte.

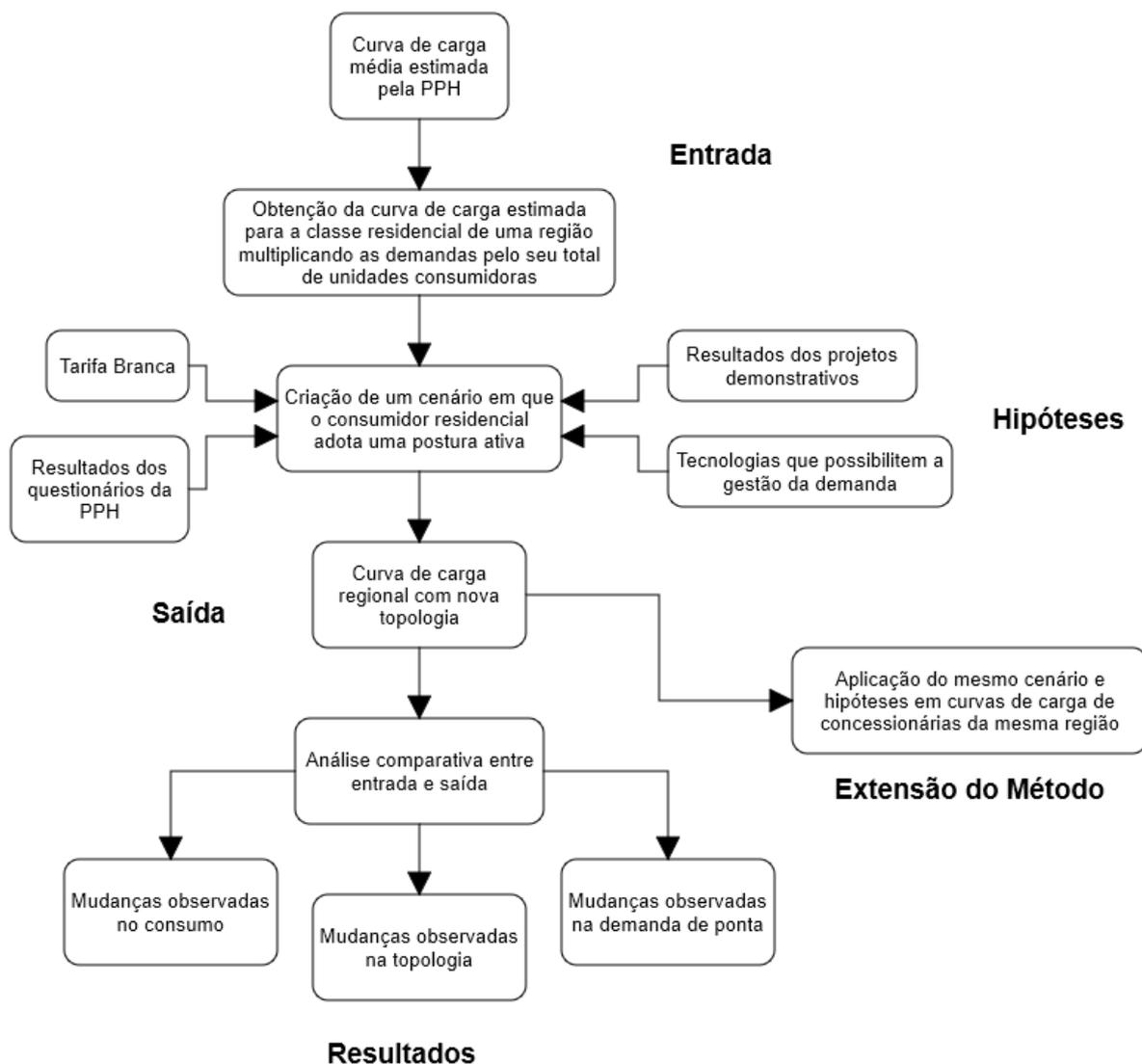


Figura 3-1: Metodologia proposta em formato de fluxograma.

3.2.1 Cenário Hipotético

A curva de carga apresentada pelo Gráfico 3-1 é uma representação simplificada dos hábitos de consumo em um dia útil de uma típica unidade domiciliar brasileira, morada de 3 pessoas: dois adultos e um jovem, quantidade correspondente à média de habitantes por residência segundo o Censo Brasileiro mais recente (2010). [14] Essa curva hipotética contempla o uso de equipamentos utilizados nos estudos da PPH de 2005 e também de outras cargas hoje consideradas de alta demanda dentro de uma residência. Como dito anteriormente, o gráfico servirá de base para a exemplificação da metodologia adotada por este estudo.

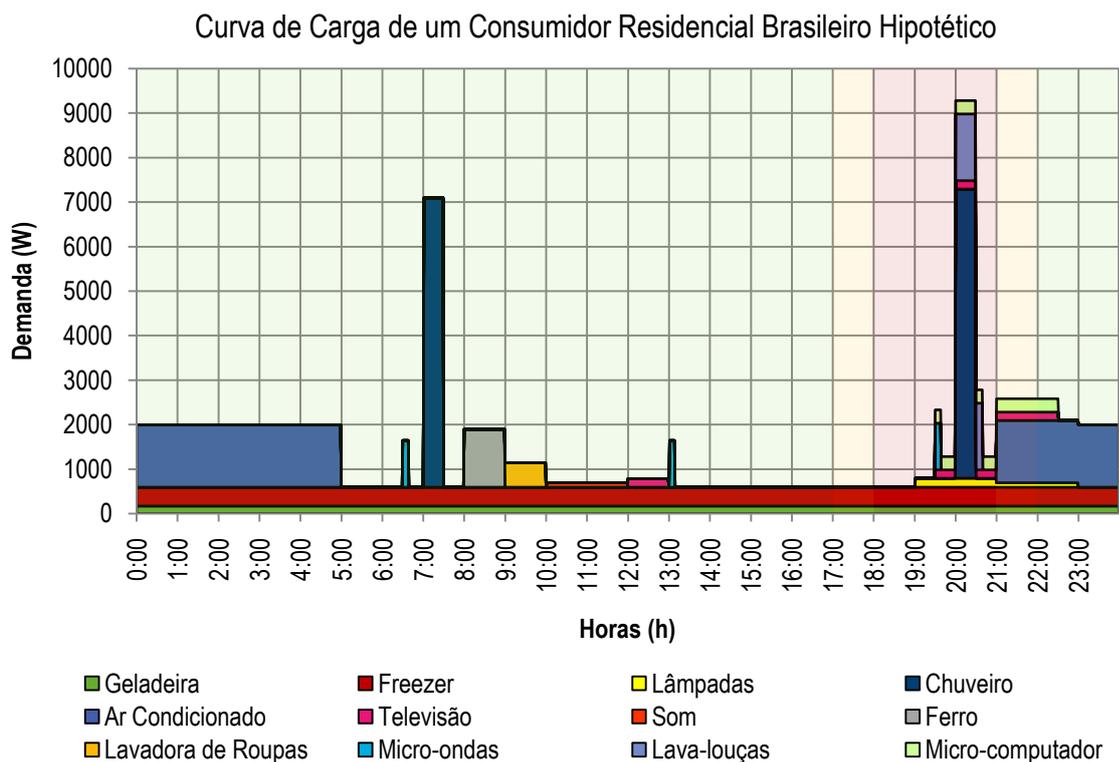


Gráfico 3-1: Curva de carga de um consumidor residencial hipotético.

Considera-se a modalidade tarifária convencional como a vigente. No entanto, é admitida como hipótese a possibilidade de adesão à modalidade tarifária Branca descrita na Resolução Normativa nº 414/2010 (ANEEL, 2012). A área colorida observada ao fundo do gráfico ilustra os diferentes postos da Tarifa Branca para efeitos comparativos.

Na situação exemplo, os horários de uso dos eletrodomésticos foram selecionados segundo os períodos registrados pela PPH de 2005 como os de maior demanda das respectivas cargas em nível Brasil. A curva do Gráfico 3-1 é, portanto, uma simplificação do Gráfico 3-11, porém relativo a apenas uma unidade consumidora. A Tabela 3-1 apresenta as cargas referenciadas pela curva, sendo apenas a lava-louças e o micro-computador não presentes na avaliação da PPH. As potências especificadas correspondem àquelas utilizadas para o cálculo de demanda das instalações elétricas residenciais segundo a NTD 6.01 (CEB, 2014), ou às médias das faixas de valores sugeridas.

Tabela 3-1: Horários de uso das cargas do consumidor residencial hipotético.

Cargas		1º Uso			2º Uso			3º Uso		
Eletrodoméstico	Potência (W)	Quant.	De	Até	Quant.	De	Até	Quant.	De	Até
Geladeira	170	1	00:00	23:59	-	-	-	-	-	-
Freezer	425	1	00:00	23:59	-	-	-	-	-	-
Lâmpadas	20	10	19:00	20:59	5	21:00	23:00	-	-	-
Chuveiro	6.500	1	07:00	07:30	1	20:00	20:30	-	-	-
Ar Condicionado	1.400	1	21:00	23:59	1	00:00	05:00	-	-	-
Televisão	187,5	1	12:00	13:00	1	19:30	22:30	-	-	-
Som	100	1	10:00	12:00	-	-	-	-	-	-
Ferro	1.300	1	08:00	09:00	-	-	-	-	-	-
Lavadora de Roupas	550	1	09:00	10:00	-	-	-	-	-	-
Micro-ondas	1.050	1	06:30	06:39	1	13:00	13:09	1	19:30	19:39
Lava-louças	1.500	1	20:00	20:40	-	-	-	-	-	-
Micro-computador	300	1	19:30	22:30	-	-	-	-	-	-

Uma análise do perfil de consumo da família brasileira hipotética mostra dois períodos de maior consumo de energia: de 6:30 às 13:09 e de 19:00 às 5:00. Durante todo o dia, admite-se uma demanda constante por parte da geladeira e do freezer assim como na metodologia da PUC-Rio para a PPH. [15] No intervalo de 6:30 às 8:00, as atividades matinais envolvem o uso do micro-ondas para alimentação e do chuveiro elétrico para banho.

Com relação a esses equipamentos, considera-se que cada morador utilize o micro-ondas por 3 minutos, um total de 9 minutos a cada uso, e que o banho individual tenha duração de 10 minutos¹. A partir das 8:00, observa-se o início das tarefas domésticas com o uso do ferro de passar roupas e da máquina de lavar roupas, além do uso do som para entretenimento entre 10:00 e 12:00. Neste horário, a televisão é ligada e assim permanece até as 13:00, quando

¹ Segundo o Relatório da PPH Ano Base 2005, Classe Residencial em nível Brasil (ELETROBRÁS, 2007), 48,3% dos entrevistados alegaram um tempo médio de banho por pessoa de até 10 minutos em um chuveiro elétrico. A duração de 10 a 20 minutos foi a resposta de 19,9% dos questionários, e 4% afirmaram demorar mais de 20 minutos no banho.

ocorre novamente o uso do micro-ondas para o almoço. Considera-se que a louça suja do almoço é acumulada com a do café-da-manhã para ser enxaguada na lava-louças após o jantar.

Assim como observado no Gráfico 3-11, o uso intenso dos eletrodomésticos ocorre a partir das 19:00, horário que boa parte da população retorna ao lar e causa uma alta demanda de eletricidade da rede. Com o retorno da família, considera-se que há a necessidade de iluminar os ambientes da convivência com o acionamento de 10 lâmpadas fluorescentes. Às 19:30, costuma-se ligar a televisão e só desligá-la às 22:30, a mesma duração de uso do micro-computador. No mesmo horário, ocorre o uso do microondas para o preparo do jantar.

A partir das 20:00, ocorre o pico de demanda da residência devido ao uso simultâneo de chuveiro elétrico, micro-computador, iluminação, lava-louças e televisão, além da geladeira e do freezer. Apesar da quantidade de lâmpadas ligadas diminuir para 5 após 1 hora, iluminando apenas os cômodos em que os moradores estão, o aparelho de ar condicionado é acionado e opera com demanda admitida constante até as 05:00 da manhã. As lâmpadas são totalmente desligadas um pouco após a televisão e o micro-computador, às 23:00.

Nesse período de intenso uso da energia, caracteriza-se o posto Ponta da Tarifa Branca. Em uma situação que a unidade consumidora adotasse essa modalidade dentro de um contexto de REI e, portanto, se tornasse proativa com relação ao uso da energia elétrica, ela deve ser capaz de reduzir seu consumo entre as 18:00 e as 21:00. Para que ocorra esse deslocamento de carga, os hábitos dos demais horários também devem sofrer alterações.

3.2.2 Adoção de Ações Conscientes em um Contexto de REI

No intuito de ilustrar a transformação do consumidor residencial brasileiro passivo no agente ativo requerido pelas REI, adotam-se as seguintes mudanças de hábitos e hipóteses para este consumidor hipotético:

- O consumidor passar a contar com medidores de gestão energética em sua casa e recebe *feedback* constante com relação ao seu consumo energético tanto por aparelhos semelhantes a um monitor de gerenciamento quanto por aplicativo de seu *smartphone*;
- Ao retornarem ao lar à noite, apenas 7 lâmpadas são acessas e somente 2 após as 21:00, uma redução plausível de 30% na quantidade de lâmpadas em utilização;

- Os banhos foram postergados para as 21:00, início do posto intermediário da Tarifa Branca;
- A duração de uso do ar condicionado passa de 8 horas para 6 horas de uso, de 22:00 às 04:00, horário do posto fora de ponta;
- A lava-louças agora é programável e opera a partir das 06:00 para que os pratos do dia anterior sejam limpos e armazenados na manhã seguinte;
- O micro-computador, assim como os aparelhos mais modernos, funciona em modo bateria e assim é utilizado durante os postos ponta e intermediário, a recarga é realizada após as 22:00 para uso no dia seguinte.

Muitas das medidas de eficiência energética adotadas neste caso hipotético foram verificadas pelos projetos demonstrativos internacionais durante os testes com os consumidores residenciais. São elas:

- A preferencial mudança dos horários de uso dos eletrodomésticos em relação à opção de alterar sua frequência foi uma atitude observada pelo projeto EcoGrid EU;
- O uso do micro-computador sem a alimentação da rede foi uma sugestão dos testes realizados pelo projeto CLNR;
- Ainda conforme o projeto e o Gráfico 2-1, iluminação, aquecimento (que neste caso será tratado como condicionamento de ar, dado o clima brasileiro majoritariamente quente durante o ano), lavagem de louças e o banho foram atividades cujo horário de execução foram alterados assim como o fizeram a maioria dos participantes do programa;
- O uso do micro-ondas não foi alterado devido a pouca inclinação dos participantes do projeto CLNR em alterar o horário das refeições (apesar de se mostrarem dispostos em adiantar o ato de cozinhar);
- Pelo mesmo motivo, pouca inclinação dos usuários, os horários de uso dos aparelhos de entretenimento (som e televisão, com exceção do micro-computador) foram inalterados.

No caso do ferro de passar roupas, seu uso preferencial às manhãs não interfere na alta demanda do horário de ponta e, portanto, seu horário permanece o mesmo. O mesmo se aplica à lavadora de roupas, que, apesar deste último projeto ter relatado que os participantes se mostraram dispostos a postergar em até 24 horas o horário de uso da máquina de lavar, no

cenário brasileiro não há tal necessidade, visto que os horários preferenciais observados pela PPH são matutinos.

A curva de carga desta unidade consumidora residencial torna-se aquela apresentada pelo Gráfico 3-2, agora considerando a adesão à Tarifa Branca. A Tabela 3-2 apresenta os novos horários de uso dos equipamentos da casa.

Tabela 3-2: Horários de uso das cargas do consumidor residencial hipotético após adoção de medidas de eficiência energética advindas dos resultados dos projetos demonstrativos.

Cargas		1º Uso			2º Uso			3º Uso		
Eletrodoméstico	Potência (W)	Quant.	De	Até	Quant.	De	Até	Quant.	De	Até
Geladeira	170	1	00:00	23:59	-			-	-	-
Freezer	425	1	00:00	23:59	-			-	-	-
Lâmpadas	20	7	19:00	20:59	2	21:00	23:00	-	-	-
Chuveiro	6.500	1	07:00	07:30	1	21:00	21:29	-	-	-
Ar Condicionado	1.400	1	22:00	23:59	1	00:00	04:00	-	-	-
Televisão	187,5	1	12:00	13:00	1	19:30	22:30	-	-	-
Som	100	1	10:00	12:00	-			-	-	-
Ferro	1.300	1	08:00	09:00	-			-	-	-
Lavadora de Roupas	550	1	09:00	10:00	-			-	-	-
Micro-ondas	1.050	1	06:30	06:38	1	13:00	13:08	1	19:30	19:39
Lava-louças	1.500	1	06:00	06:40	-			-	-	-
Micro-computador	300	1	22:00	23:59	-	00:00	01:00	-	-	-

Curva de Carga de um Consumidor Residencial Brasileiro Hipotético em um Contexto de REI

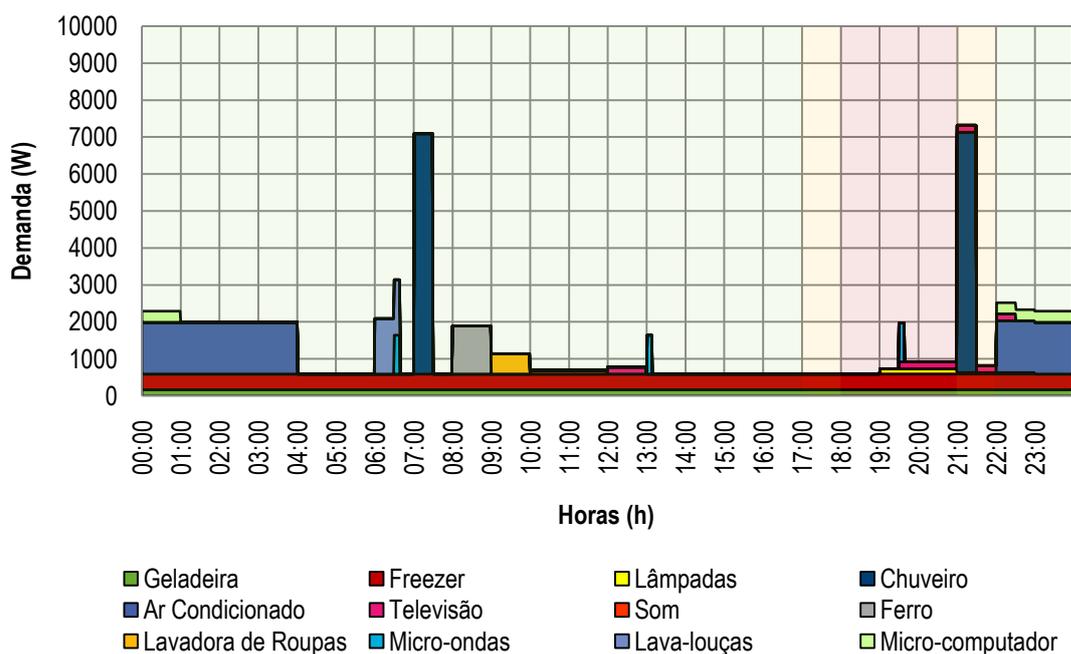


Gráfico 3-2: Curva de carga de um consumidor residencial hipotético após adotar medidas de eficiência energética presentes em um contexto de REI.

A Tabela 3-3 e a Tabela 3-4 contêm dados energéticos das duas situações apresentadas com o objetivo de avaliar os efeitos da adoção das medidas estudadas pelos projetos demonstrativos. Segundo a Tabela 3-3, é notável a diminuição tanto do consumo quanto da demanda de pico para este dia útil: houve uma redução de 8,2% do primeiro e de 21,1% da segunda.

Tabela 3-3: Consumo total diário e demanda de pico dos dois cenários hipotéticos estudados.

Consumo Total Diário (Wh)		Demanda de Pico (W)	
Antes	Depois	Antes	Depois
37.629,79 ²	34.542,54	9.282,50	7.322,50

² Tal consumo total diário resultaria em mais de 1.000 kWh de consumo mensal de energia, o que não representa um valor crível para uma unidade consumidora residencial comum. Deve-se ressaltar a finalidade didática desta curva de carga hipotética, de modo que seu consumo total diário foi calculado somente para fins de comparação entre o cenário inicial e o encontrado após aplicação do método.

Tabela 3-4: Consumo nas faixas da Tarifa Branca para os dois cenários hipotéticos estudados.

Consumo nas Faixas da Tarifa Branca (Wh)			
	FP	IN	P
Antes	27.131,88	3.177,50	7.320,42
	72,1%	8,4%	19,5%
Depois	27.411,88	4.667,50	2.501,42
	79,4%	13,5%	7,2%

Quando considerada a modalidade tarifária Branca, a família inicialmente concentrava 19,5% do consumo no período de ponta, reduzido a apenas 7,2% com a mudança de hábitos. Em decorrência disso, o uso de eletrodomésticos durante o posto intermediário aumentou de 8,4% para 13,5% e durante o posto fora da ponta, de 72,1% para 79,4%.

3.2.3 Extensão do Método ao Resultado da PPH

Uma vez apresentada a economia de energia proporcionada pela mudança de hábitos e adoção de tecnologias de REI, aplica-se essa metodologia às curvas de carga regionais e por concessionária resultantes da PPH de 2005. Essas curvas, a princípio apresentadas como médias das curvas individuais de uma específica amostra de unidades consumidoras, são trabalhadas a partir deste ponto em sua topologia original. Em outras palavras, as curvas de carga exploradas nesta extensão do método são as agregadas típicas da classe residencial de uma região ou de uma concessionária.

Admite-se que as residências dispostas a redefinir sua rotina contam com o apoio de aparelhos de gestão energética, assim como as estudadas pelos projetos demonstrativos internacionais. O processo de adesão dos consumidores à postura mais consciente quanto ao uso de eletrodomésticos é realizado segundo dados dos questionários da pesquisa de 2005, em que os entrevistados responderam às seguintes perguntas:

1. Se o preço da energia elétrica fosse mais barato fora do período de 18:00 às 21:00, você reduziria seu consumo neste período?

2. Se o preço da energia fosse o dobro no horário de ponta, evitaria tomar banho nesse período?
3. Mudaria seu sistema de aquecimento de água de banho para solar?

A Tabela 3-5 sintetiza as respostas das tabelas dos Anexos para cada região do país. A pergunta número 1 apontará a quantidade de consumidores da região em questão que passará da modalidade tarifária convencional para branca e que, portanto, estão dispostos a diminuir o consumo de energia durante o horário de ponta, assim como o fez LEITE (2013). Já a segunda pergunta agrupa as residências dispostas a alterar o horário do banho noturno para o período intermediário.

A última pergunta, apesar de relativa a uma prática não apresentada na exemplificação do método com o consumidor hipotético, representa o grupo de consumidores que anularia completamente a carga do chuveiro elétrico nos períodos vespertino e noturno por meio do aquecimento da água por coletor solar com reservatório.

Tabela 3-5: Resumo das respostas afirmativas por região para os questionamentos da PPH.

Pergunta	Respostas Afirmativas por Região					
	N	NE	SE	CO	S	Brasil
1.	79,5%	65,7%	73,8%	55,4%	37,7%	65,0%
2.	2,3%	21,0%	67,5%	51,0%	43,3%	48,1%
3.	1,5%	5,5%	18,2%	3,7%	6,1%	11,7%

Assim, consideram-se as seguintes hipóteses e consequentes alterações a serem realizadas nas curvas de carga da PPH para os consumidores cujas respostas foram afirmativas para a pergunta 1:

- Esses consumidores comprometem-se a diminuir 30% da iluminação durante os postos intermediários e ponta;
- Esses consumidores comprometem-se a não utilizar o aparelho de ar condicionado durante o posto ponta;

- Esses consumidores alteram o horário de utilização do ferro de passar roupa para o período do posto intermediário, sendo que aqueles que realizavam a atividade de 18:00 às 19:00 e a metade dos que a faziam de 19:00 às 20:00 a antecedem; a outra metade, juntamente com os que preferiam o horário de 20:00 às 21:00, a postergam;
- Esses consumidores alteram o horário de utilização máquina de lavar roupa para o período do posto fora ponta, sendo que aqueles que realizavam a atividade de 17:00 às 19:00 e a metade dos que a faziam de 19:00 às 20:00 a antecedem; a outra metade, juntamente com os que preferiam o horário de 20:00 às 22:00, a postergam;

Com relação aos consumidores cujas respostas foram afirmativas para a pergunta 2, considera-se que:

- Esses consumidores alteram o horário do banho com o chuveiro elétrico para o período do posto intermediário, sendo que aqueles que tomavam banho de 18:00 às 19:00 e a metade dos que o faziam de 19:00 às 20:00 o antecedem; a outra metade, juntamente com os que preferiam o horário de 20:00 às 21:00, o postergam;

Para a extrapolação das respostas dessas duas questões, encara-se as afirmativas como uma predisposição exclusiva dos consumidores que apresentam alto consumo de energia entre 18:00 e 21:00. Exemplificando, no caso Brasil, 65,0% dos consumidores residenciais durante o horário de ponta se mostrarão dispostos a diminuir o uso de eletrodomésticos neste período.

Finalmente, para os de resposta afirmativa para a pergunta 3, admite-se que:

- Esses consumidores adotaram o sistema de aquecimento de água por coletor solar e contam com reservatório suficiente para banhos realizados a partir das 12:00, de forma que a participação de seus chuveiros elétricos na curva de carga é anulada.

Neste último caso, assume-se que a porcentagem de consumidores considerada está presente em todos os horários a partir das 12:00. A hipótese é adotada uma vez que as respostas afirmativas foram poucas e a extrapolação dessas não permitiria averiguar os efeitos da adoção de coletores solares na curva de carga.

Vale ressaltar que a Eletrobrás não forneceu os dados dos questionários por concessionária, apenas por região. A fim de se obter mais insumo para análise das medidas estudadas, extrapolam-se as respostas obtidas de uma região para as concessionárias locais.

3.3 MATERIAIS UTILIZADOS

Para a elaboração da metodologia seguida por este estudo, é necessário esclarecer a abordagem de certos conceitos técnicos e selecionar dados relevantes para a construção da análise do problema. O uso de uma ferramenta computacional para a manipulação de dados também é imprescindível para a obtenção dos resultados. A seguir, apresentam-se todos os materiais conceituais e ferramentais utilizados para os métodos desenvolvidos no trabalho.

3.3.1 Contexto Energético Brasileiro

3.3.1.1 Classificação das Unidades Consumidoras

Os consumidores brasileiros são identificados por classes e subclasses de consumo de acordo com seu grupo de tensão de atendimento: Grupo A ($\geq 2,3$ kV) e Grupo B ($\leq 2,3$ kV). Segundo a Resolução Normativa nº 414/2010 da ANEEL (2012), os grupos são ainda divididos em subgrupos, conforme ilustra a Tabela 3-6.

Tabela 3-6: Grupos e subgrupos dos usuários da rede.

Grupo	Subgrupos	Descrição
A	A1	Atendimento em tensão igual ou superior a 230 kV
	A2	Atendimento em tensão de 88 kV a 138 kV
	A3	Atendimento em tensão de 69 kV
	A4	Atendimento em tensão de 2,3 kV a 44 kV
	AS	Atendimento em tensão inferior a 2,3 kV (sistema subterrâneo)
B	B1	Atendimento Residencial
	B2	Atendimento Rural
	B3	Atendimento Demais Classes
	B4	Atendimento da Iluminação Pública

Fonte: Estrutura Tarifária para o Serviço de Distribuição de Energia Elétrica (ANEEL, 2010). Modificado.

Os subgrupos do grupo A são definidos segundo a tensão de atendimento, com exceção ao subgrupo AS. Já o grupo B obedece à lógica de classe de atendimento. Cada classe tem uma estrutura tarifária distinta de acordo com as suas peculiaridades de consumo e demanda. Há ainda a divisão por subclasses, que também produz diferenças tarifárias.

Como a classe de consumidores foco deste trabalho é a residencial, subgrupo B1, apresentam-se apenas suas subclasses na Tabela 3-7. A metodologia descrita posteriormente é baseada apenas na subclasse residencial de modalidade tarifária convencional.

Tabela 3-7: Subclasses do subgrupo B1.

Subgrupo	Subclasses	Descrição
B1	Residencial	Atendimento Residencial (Tarifa Convencional)
	Baixa Renda	Atendimento Residencial Baixa Renda - TSEE (Tarifa Social de Energia Elétrica)

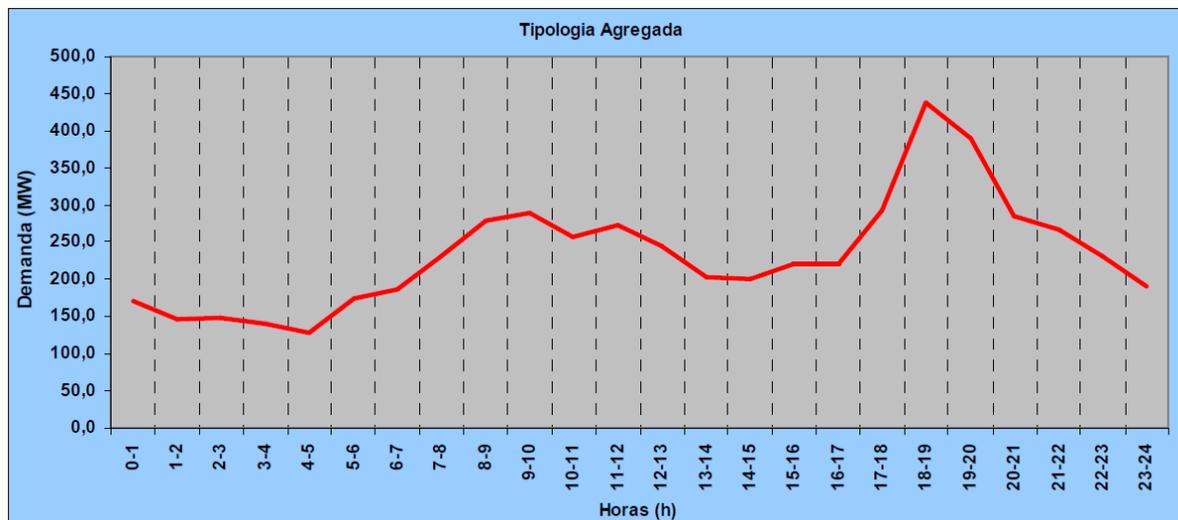
Fonte: Estrutura Tarifária para o Serviço de Distribuição de Energia Elétrica (ANEEL, 2010). Modificado.

3.3.1.2 Curvas de Carga por Classe

Cada classe de consumidor apresenta uma topologia de curva de carga padrão, uma vez que a carga é uma variável dependente do comportamento do consumidor e sensível a diversos fatores, como climáticos e socioeconômicos, por exemplo. Com o propósito de oferecer um embasamento para a discussão dos resultados deste trabalho, apresentam-se as estruturas típicas das classes consumidoras residenciais (Gráfico 3-3), comerciais (Gráfico 3-4), industriais (Gráfico 3-5), rurais (Gráfico 3-6) e de iluminação pública (Gráfico 3-7) construídas a partir de um estudo com 862.475 clientes atendidos em BT pela Companhia Energética de Brasília – CEB (DAIMON, 2011). Vale destacar que o Operador Nacional do Sistema – ONS não divulga publicamente dados semelhantes de abrangência nacional e, por este motivo, optou-se por referenciar o estudo da concessionária.

A curva de carga residencial do Gráfico 3-3 cresce a partir do início da manhã, acentuando-se a partir das 16:00, horário do início do retorno da população às suas residências após o

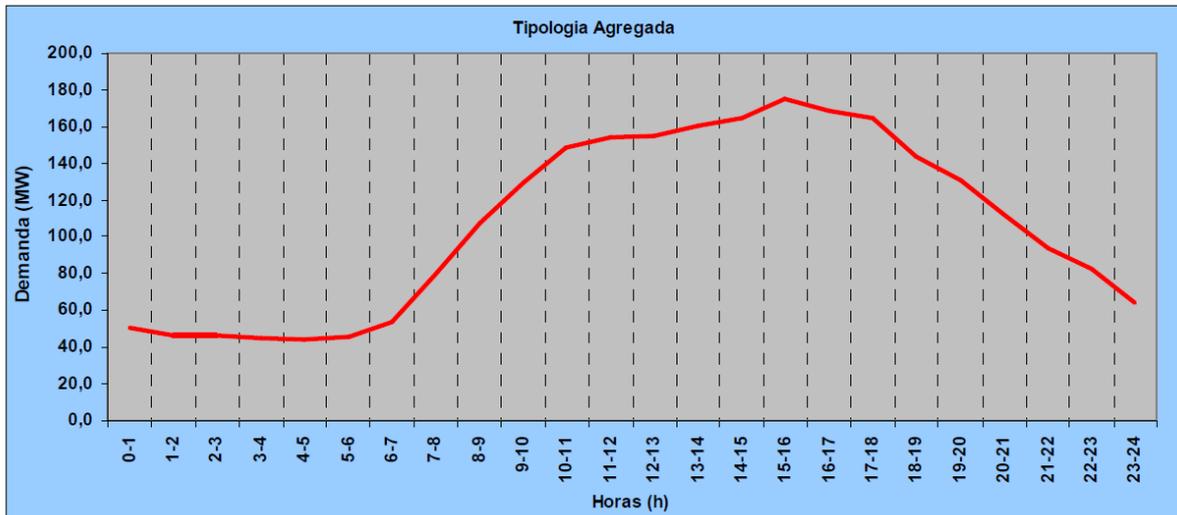
período de trabalho/escolha. Seu pico de demanda ocorre por volta das 18:00, horário em que há maior uso dos eletrodomésticos.



Fonte: Caracterização da Carga da CEB. CEB, 2011.

Gráfico 3-3: Curva de carga típica para a classe residencial da CEB.

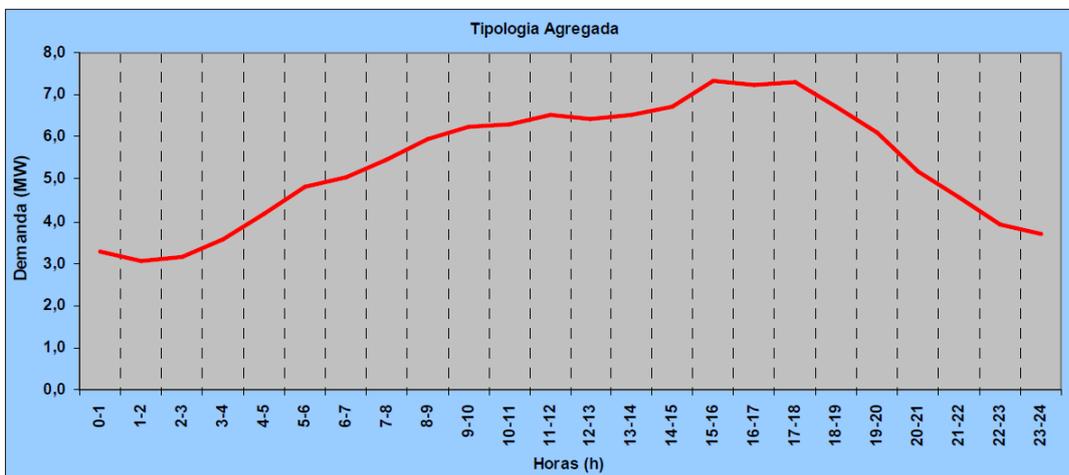
O Gráfico 3-4 exibe a curva de carga comercial, cuja demanda é bastante elevada durante o horário comercial (08:00 às 18:00). A demanda costuma ser maior ao fim da tarde, quando todos os sistemas de iluminação costumam ser ligados. Há um ligeiro declínio na hora do almoço, porém a redução da demanda efetivamente ocorre ao fim do horário de trabalho em virtude do fechamento dos estabelecimentos comerciais.



Fonte: Caracterização da Carga da CEB. CEB, 2011.

Gráfico 3-4: Curva de carga típica para a classe comercial da CEB.

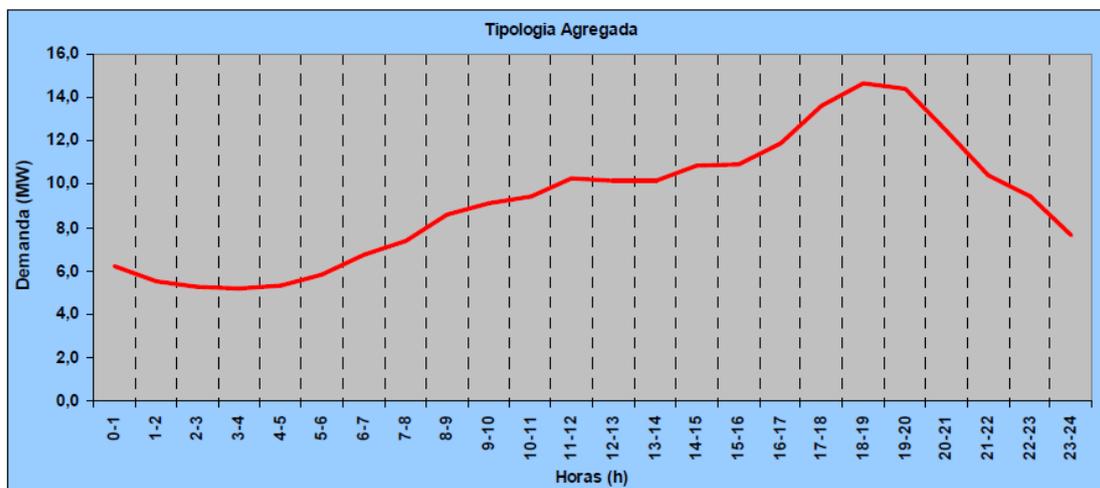
O perfil da classe industrial, segundo o Gráfico 3-5, aponta uma demanda crescente no horário fora de ponta com uma acentuada queda no horário de ponta. Neste período, a tarifa de energia e demanda elétrica são mais caras para os consumidores industriais e, portanto, há uma redução no uso da carga.



Fonte: Caracterização da Carga da CEB. CEB, 2011.

Gráfico 3-5: Curva de carga típica para a classe industrial da CEB.

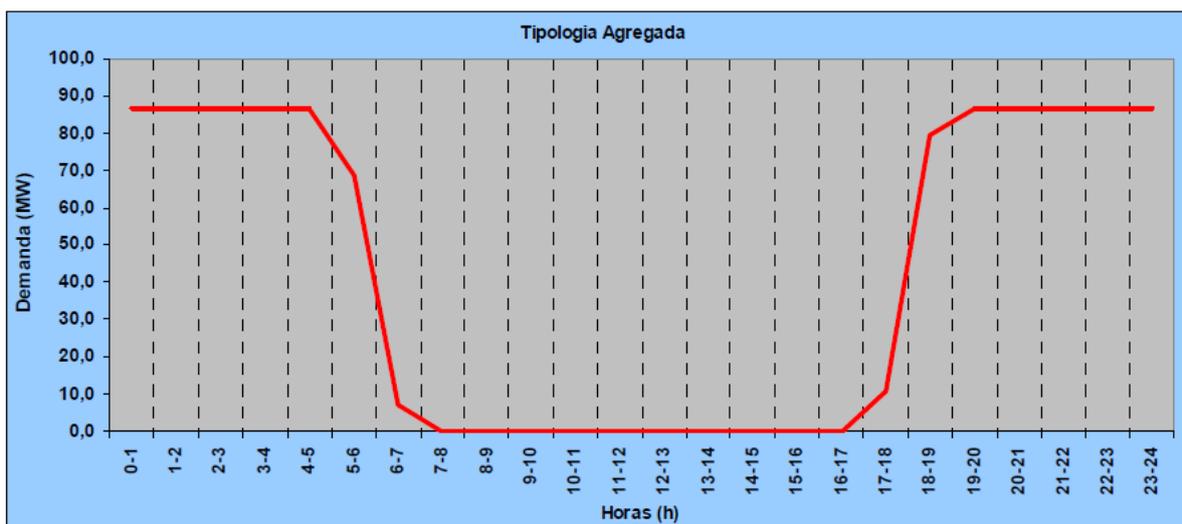
A classe rural tem sua curva de carga evidenciada pelo Gráfico 3-6. Diferentemente da classe residencial, apresenta uma demanda crescente inclusive no período vespertino. No entanto, as duas são semelhantes quanto à alta demanda durante o horário de ponta.



Fonte: Caracterização da Carga da CEB. CEB, 2011.

Gráfico 3-6: Curva de carga típica para a classe rural da CEB.

Por fim, a iluminação pública caracteriza-se por uma demanda constante durante a noite, porém essa se anula durante o dia, quando há iluminação natural. A topologia pode ser observada no Gráfico 3-7.



Fonte: Caracterização da Carga da CEB. CEB, 2011.

Gráfico 3-7: Curva de carga típica para a classe iluminação pública da CEB.

3.3.1.3 Participação da Classe Residencial

O acentuado crescimento do consumo de energia elétrica no Brasil tem como parcela significativa a participação da classe residencial, que, como relata a Tabela 3-8, em 2014 representava 27,8% do consumo na rede brasileira, atrás apenas da classe industrial, com 37,8% (EPE, 2015). Como pontuou a Eletrobrás/PROCEL no Relatório Brasil da Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso (2007), esta participação é uma tendência mundial e pode ser explicada por um conjunto de fatores, tais como: a introdução de equipamentos eletrônicos como ferramentas de trabalho intelectual, possibilitando a execução de serviços via domicílio; a crescente disponibilidade e facilidade de aquisição desses eletrônicos como itens de conforto e lazer doméstico; o aumento do número de microempresas que operam em residências motivadas pela economia informal em decorrência dos níveis de desemprego; a tendência de residentes de grandes centros urbanos em permanecer mais tempo em seus domicílios devido à falta de segurança, entre outros.

Tabela 3-8: Consumo por classe em GWh no Brasil, série histórica de 2010 a 2014.

	2010	2011	2012	2013	2014	$\Delta\%$ (2014/2013)	Part. % (2014)	
Brasil	415.667	433.015	448.177	463.134	475.432	2,7	100,0	Brazil
Residencial	107.215	111.971	117.646	124.908	132.399	6,0	27,8	Residential
Industrial	179.478	183.576	183.475	184.685	179.618	-2,7	37,8	Industrial
Comercial	69.170	73.482	79.226	83.704	89.840	7,3	18,9	Commercial
Rural	18.906	21.027	22.952	23.455	25.671	9,4	5,4	Rural
Poder público	12.817	13.222	14.077	14.653	15.354	4,8	3,2	Public Sector
Iluminação públ.	12.051	12.478	12.916	13.512	14.043	3,9	3,0	Public lighting
Serviço público	13.589	13.983	14.525	14.847	15.242	2,7	3,2	Public service
Próprio	2.441	3.277	3.360	3.371	3.265	-3,4	0,7	Own use

Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2015 Ano Base 2014 (EPE, 2015).

3.3.1.4 Participação por Região

É importante destacar a contribuição de cada região no consumo de energia elétrica nacional. Com a Tabela 3-9, pode-se verificar que a região Sudeste corresponde a aproximadamente metade do consumo brasileiro via rede, 51,1% em 2014. As duas regiões mais representativas

atualmente, em termos de consumo de eletricidade da rede, são o Sul e o Nordeste, com 17,8% e 17% de participação, respectivamente.

Tabela 3-9: Consumo por região geográfica em GWh no Brasil, série histórica de 2010 a 2014.

	2010	2011	2012	2013	2014	$\Delta\%$ (2014/2013)	Part. % (2014)	
Brasil	415.668	433.016	448.178	463.134	475.432	2,7	100,0	Brazil
Norte	26.222	27.759	29.100	30.209	32.364	7,2	6,8	North
Nordeste	71.197	71.914	75.610	79.694	80.746	1,3	17,0	Northeast
Sudeste	222.005	230.668	235.259	240.084	243.123	1,3	51,1	Southeast
Sul	69.934	74.470	77.491	80.393	84.819	5,5	17,8	South
Centro-Oeste	26.310	28.205	30.718	32.755	34.381	5,0	7,2	Midwest

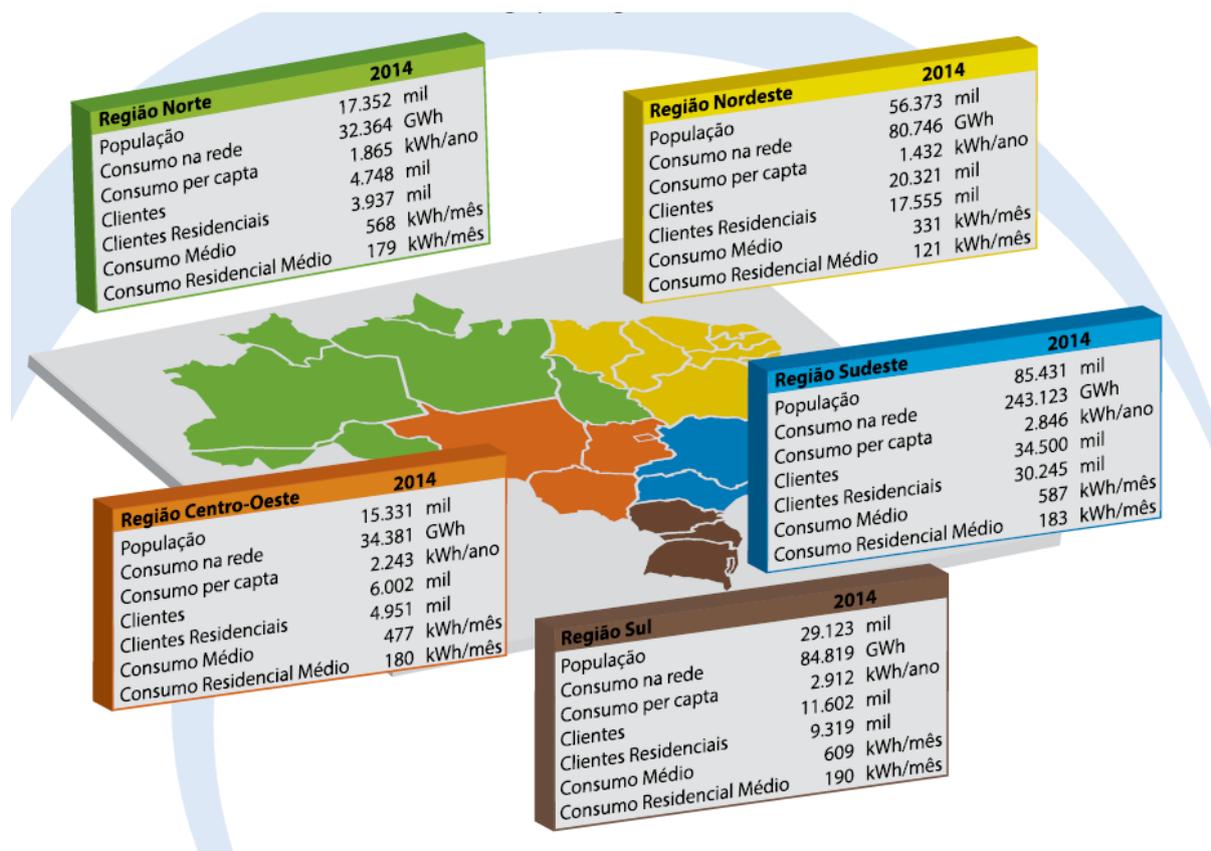
Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2015 Ano Base 2014 (EPE, 2015).

O crescimento do consumo de energia elétrica pela classe residencial é também visível sob a perspectiva das regiões brasileiras, cenário observado na Tabela 3-10. Apesar deste comportamento homogêneo, o consumo de energia elétrica se distingue em cada região, uma vez que se verifica relevantes diferenças climáticas e grandes defasagens socioeconômicas entre elas, como conta a Figura 3-2.

Tabela 3-10: Consumo da classe residencial em GWh por região geográfica.

	2010	2011	2012	2013	2014	$\Delta\%$ (2014/2013)	Part. % (2014)
Brasil	415.668	433.016	448.176	463.134	475.432	2,7	100
Norte	5.923	6.194	6.764	7.425	8.474	14,1	1,8
Nordeste	19.284	20.163	21.395	23.964	25.496	6,4	5,4
Sudeste	56.680	59.349	61.595	63.946	66.458	3,9	14,0
Sul	17.121	17.740	18.690	19.671	21.278	8,2	4,5
Centro-Oeste	8.206	8.525	9.202	9.902	10.692	8,0	2,2

Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2015 Ano Base 2014 (EPE, 2015). Modificado.



Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2015 Ano Base 2014 (EPE, 2015).

Figura 3-2: Dados relativos à participação da classe residencial por região geográfica.

3.3.2 Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – PPH

3.3.2.1 Sobre a Pesquisa

Desde 1988, a Eletrobrás, por meio do PROCEL, realiza a pesquisa de campo intitulada Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – PPH, que contempla todas as regiões do País e conta com o apoio de concessionárias locais. Como classificou FAGUNDES (2011), a PPH é uma pesquisa quantitativa do tipo "tracking" e traça um perfil da posse e hábitos de consumo de equipamentos elétricos por meio da aplicação de um formulário de auditoria energética nos setores residencial, comercial e industrial, com o intuito de avaliar o mercado de eficiência energética nas cinco regiões do Brasil. A metodologia aplicada na coleta de

dados dos consumidores atendidos em baixa tensão foi desenvolvida pelo PROCEL em parceria com a PUC-Rio entre os anos de 1997 e 1998, utilizada nas PPHs desde a época.

A PPH mais recente foi desenvolvida nos anos de 2004 a 2006, com 2005 como ano base, e se inseriu nos trabalhos do projeto de Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil (ELETROBRÁS, 2007). Este também foi implementado pela Eletrobrás/PROCEL, porém no âmbito do Programa de Eficiência Energética para o Brasil – PEE com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD e com recursos doados pelo *Global Environment Facility* – GEF, por meio do Banco Mundial (BIRD). O projeto direciona as ações da Eletrobrás por meio do PROCEL com foco na eficácia das mesmas, assumindo assim uma grande importância. Seus resultados embasam as previsões de redução da taxa de crescimento do consumo e da demanda de energia elétrica, sendo a redução decorrente de medidas adotadas ou a serem implementadas ao longo do tempo.

Em 2005, tal pesquisa contemplou 16 estados e o Distrito Federal, com a participação das 21 distribuidoras ilustradas na Tabela 3-11. Foram aplicados inicialmente 13.750 questionários, incluindo residências, unidades industriais e comerciais em baixa e alta tensão, além de prédios públicos atendidos em alta tensão. Segundo o Relatório de Avaliação do Mercado de Eficiência Energética (2009), a seleção das amostras dos consumidores para entrevistas foi feita de forma a se ter, para um intervalo de confiança de 95%, um erro não superior a 2,0% no setor residencial, 3,5% no setor comercial e 4,5% no setor industrial.

Haja vista o foco deste trabalho no consumidor residencial brasileiro, limita-se a apresentação dos dados mais relevantes da PPH de 2005 ao setor residencial. O estudo investigou 9.874 domicílios brasileiros e selecionou 4.310 por meio do tratamento estatístico Rede Neural Artificial de Kohonen (SOM - *Self Organization Map*), base da metodologia desenvolvida para o PROCEL no âmbito do projeto de Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil. A Tabela 3-11 também ilustra o plano amostral a ser considerado.

Tabela 3-11 Plano amostral dos consumidores residenciais da PPH ano base 2005.

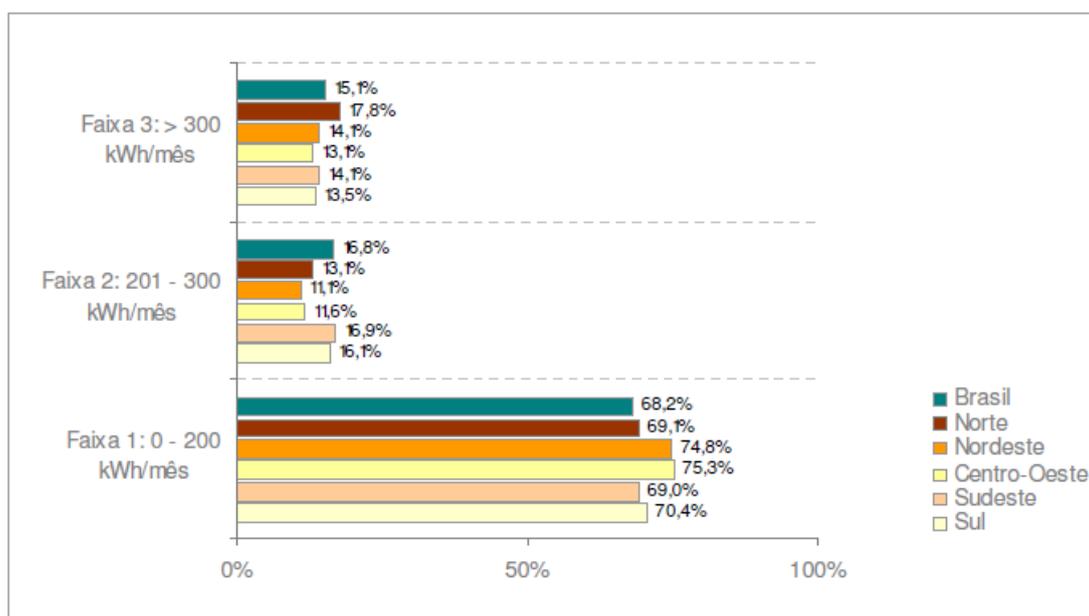
			Classe de Consumo						Total
			0 - 50	51 - 100	101 - 200	201 - 300	301 - 500	> 500	
Região	SUDESTE	AMPLA	26	30	51	19	14	10	150
		LIGHT	50	83	17	146	64	40	400
		ELETROPAULO	72	95	261	134	69	19	650
		ELEKTRO	31	42	78	26	15	8	200
		CPFL	23	52	131	53	26	15	300
		CEMIG	49	110	125	57	31	28	400
		Total	251	412	663	435	219	120	2100
	SUL	CEEE	28	31	38	20	12	7	136
		CELESC	18	34	55	35	18	11	171
		COPEL	21	67	110	39	18	16	271
		RGE	14	22	41	15	6	4	102
		Total	81	154	244	109	54	38	680
	NORTE	CELPA	27	26	36	18	12	11	130
		CERON	6	7	11	4	3	2	33
		MANAUS	13	8	11	6	5	4	47
		Total	46	41	58	28	20	17	210
	NORDESTE	CELPE	40	55	64	25	18	14	216
		CEMAR	33	31	36	10	7	6	123
		COELBA	75	94	74	43	37	20	343
		COELCE	55	55	63	19	12	9	213
		COSERN	18	21	19	13	9	5	85
		Total	221	256	256	110	83	54	980
	CENTRO-OESTE	CEB	9	13	33	9	7	6	77
		CELG	40	52	48	23	15	9	187
		CEMAT	8	24	29	8	4	3	76
		Total	57	89	110	40	26	18	340
	Total Geral			656	952	1331	722	402	247

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial em nível Brasil (ELETROBRÁS, 2007).

Os domicílios foram distribuídos em 3 faixas de consumo:

- Faixa 1: de 0 a 200 kWh/mês;
- Faixa 2: de 201 a 300 kWh/mês; e
- Faixa 3: maior que 301 kWh/mês.

A distribuição dos domicílios é apresentada no Gráfico 3-8.

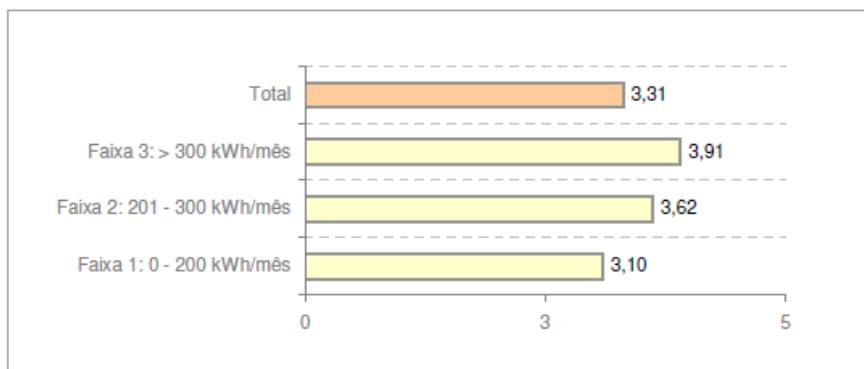


Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial em nível Brasil (ELETROBRÁS, 2007).

Gráfico 3-8: Distribuição da amostra de consumidores residenciais por faixa de consumo.

Ao se analisar o Gráfico 3-8, verifica-se que 2/3 das residências brasileiras analisadas consomem menos que 200 kWh de energia elétrica por mês. As regiões Centro-Oeste e Nordeste apresentaram os maiores percentuais de domicílios com consumo mensal na Faixa 1 (0-200 kWh/mês), 75,3% e 74,85, respectivamente. Para a Faixa 2 (201-300 kWh/mês), destacaram-se as regiões Sudeste e Sul com 16,9% e 16,1%. Os maiores percentuais da Faixa 3 (> 300 kWh/mês) ficaram com as regiões Norte, Nordeste e Sudeste, a primeira com 17,8% e as duas últimas, 14,1%.

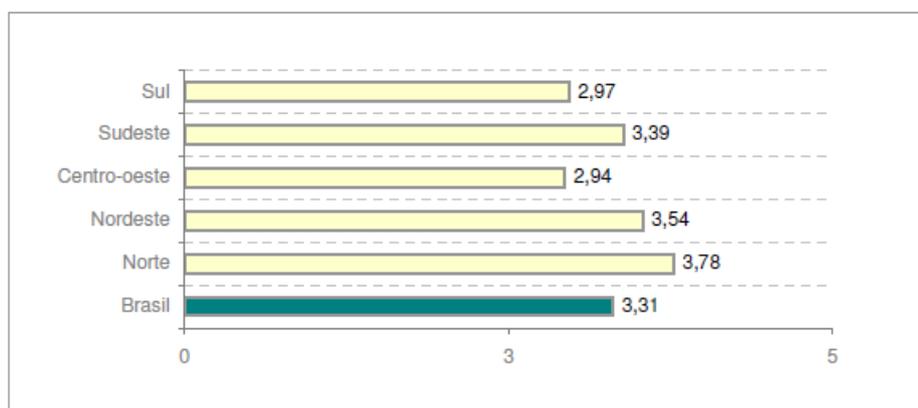
Com relação ao número de moradores por residência, o Relatório da Classe Residencial em nível Brasil (2007) observou que ocorre um maior consumo de energia elétrica quando há uma maior média de pessoas residentes por unidade consumidora, estabelecendo certa proporcionalidade entre consumo de energia elétrica e número médio de pessoas por domicílio. Apesar de a pesquisa ter sido realizada em 2005, a média de moradores por domicílio no Brasil nesse ano, segundo a PPH, é a mesma que a média registrada em 2010 pelo Censo Demográfico mais recente (IBGE, 2010), ou seja, 3,3 pessoas por moradia (vide Gráfico 3-9).



Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial em nível Brasil (ELETROBRÁS, 2007).

Gráfico 3-9 Média de moradores dos domicílios no Brasil por faixa de consumo segundo a PPH de 2005.

Analisando a média de moradores por unidade habitacional das regiões geográficas, Gráfico 3-10, o Norte ultrapassa a média brasileira com 3,78 pessoas por domicílio. O Centro-Oeste é a região de menor média, 2,94 pessoas, valor próximo ao atingido pelo Sul, que apresentou uma média de 2,97 ocupantes.

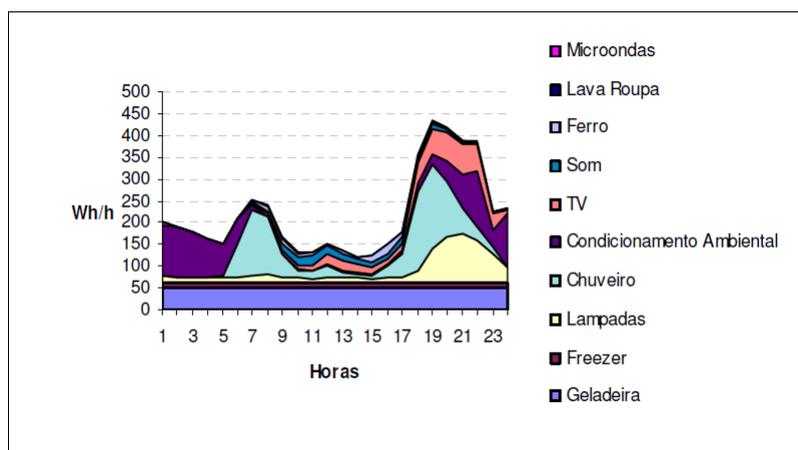


Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial em nível Brasil (ELETROBRÁS, 2007).

Gráfico 3-10: Média de moradores dos domicílios no Brasil e regiões segundo a PPH de 2005.

3.3.2.2 Curvas de Carga

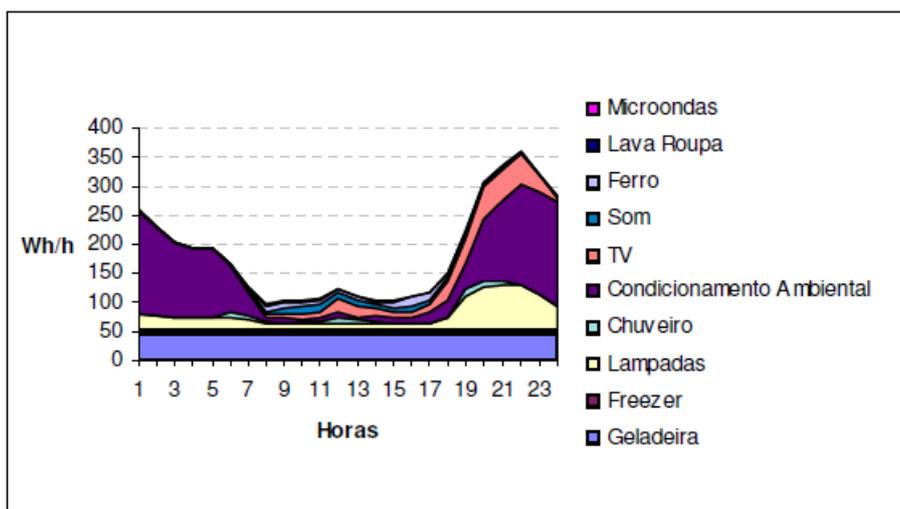
Com os dados da pesquisa de campo da PPH mais recente, a Eletrobrás/PROCEL estimou a curva de carga média de um domicílio em nível nacional e regional, como mostram os gráficos abaixo. É importante considerar que a pesquisa é datada em 2005³ e que, nesse ano, os aparelhos eletrônicos não representavam uma carga de uso cotidiano como nos dias atuais. Assim, as curvas de cargas médias contemplaram apenas os eletrodomésticos de uso diário na época.



Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial em nível Brasil (ELETROBRÁS, 2007).

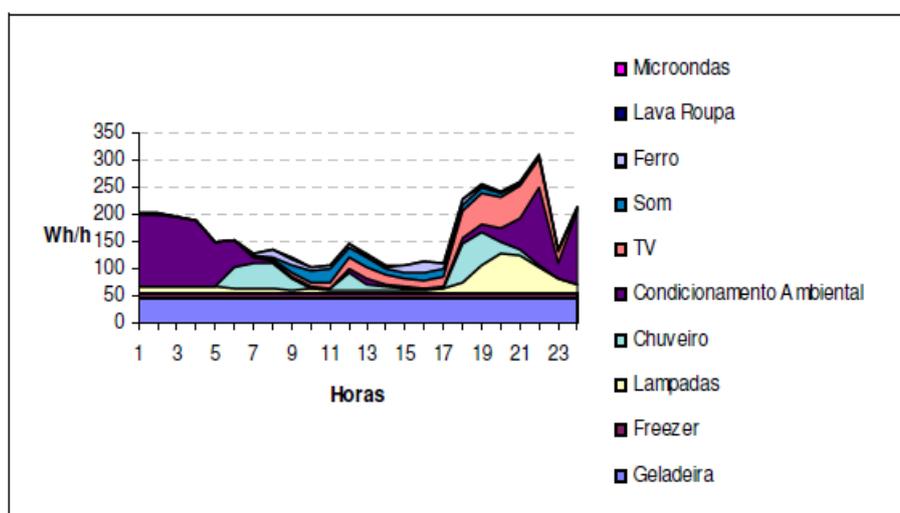
Gráfico 3-11: Curva de carga diária média no Brasil.

³ Apesar de a pesquisa ter sido realizada há mais de 10 anos, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) ainda utiliza o banco de dados na elaboração de séries de estudo de demanda do consumidor residencial, como é o caso da Nota Técnica DEA 26/14 (EPE, 2014).



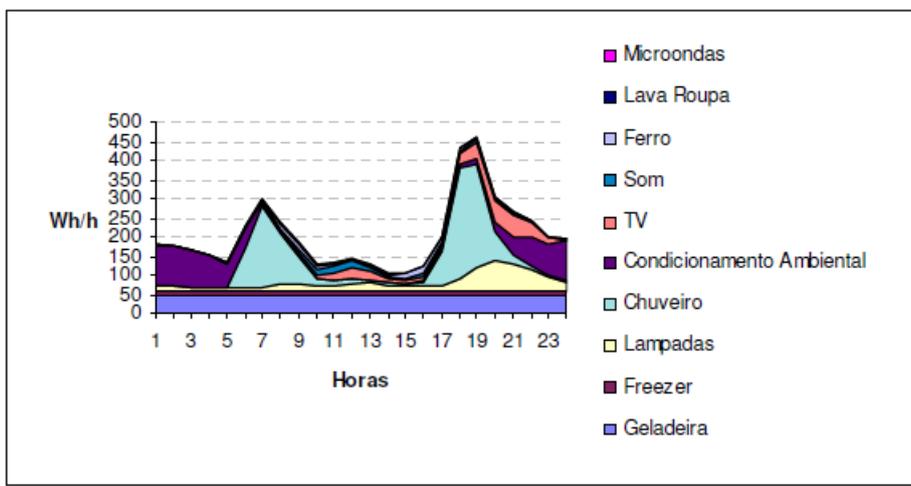
Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial em nível Brasil (ELETROBRÁS, 2007).

Gráfico 3-12: Curva de carga diária média na região Norte.



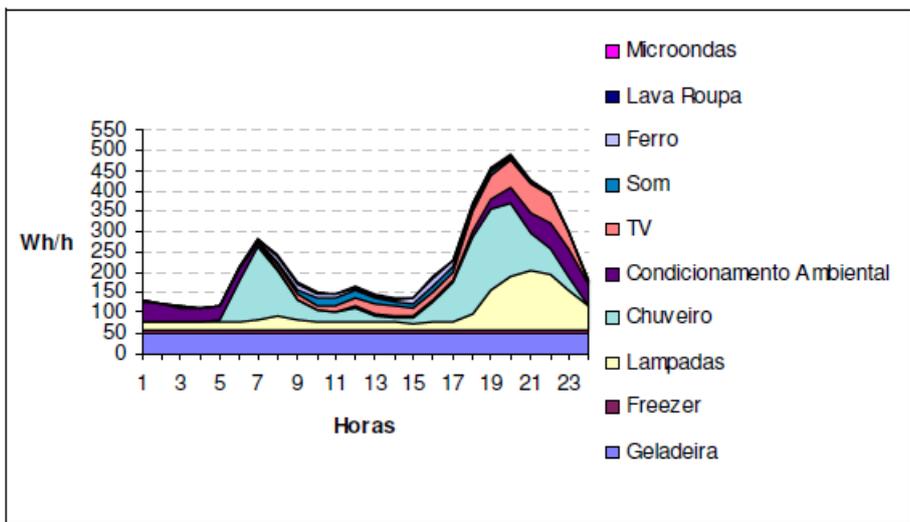
Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial em nível Brasil (ELETROBRÁS, 2007).

Gráfico 3-13: Curva de carga diária média na região Nordeste.



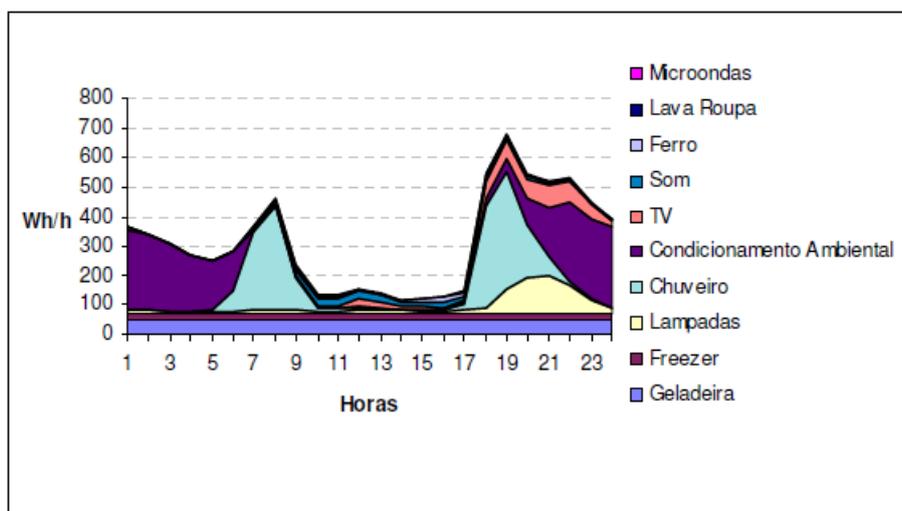
Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial em nível Brasil (ELETROBRÁS, 2007).

Gráfico 3-14: Curva de carga diária média na região Centro-Oeste.



Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial em nível Brasil (ELETROBRÁS, 2007).

Gráfico 3-15: Curva de carga diária média na região Sudeste.



Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial em nível Brasil (ELETROBRÁS, 2007).

Gráfico 3-16: Curva de carga diária média na região Sul.

O Relatório da Classe Residencial Brasil (2007) esclarece que as curvas de carga estimadas podem assumir duas representações:

1. A divisão da curva de carga agregada típica da classe residencial do país ou da região pelo número de unidades consumidoras atendidas; ou
2. O consumo diário de um consumidor hipotético, considerando as frações dos equipamentos possuídos e expandidos para a amostra de unidades consumidoras, bem como os hábitos de uso, que foram distribuídos ao longo de um dia típico.

A primeira definição será a utilizada ao longo deste trabalho. A pesquisa considerou os consumos das geladeiras e freezers constantes, afirmando que a forma de operação desses equipamentos, quando tratada estatisticamente para o universo dos consumidores, permite este tipo de modelagem.

3.3.2.3 Flexibilidade do Consumidor Residencial

A fim de cumprir sua função de direcionador das futuras ações de eficiência energética da Eletrobrás para o setor residencial, a PPH introduziu nos questionários perguntas relativas à predisposição dos consumidores para alterações nos hábitos de uso dos eletrodomésticos considerados. Os resultados dos questionamentos relevantes para este trabalho encontram-se nas Tabela 3-12 e Tabela 3-13 e no Gráfico 3-17.

Tabela 3-12: Predisposição dos entrevistados da PPH ano base 2005 com relação à redução de consumo de energia elétrica na ponta caso fosse adotada tarifação mais barata fora da ponta.

			Se fosse o preço da energia elétrica fosse mais barato fora do período de 18 às 21 horas, você reduziria seu consumo neste período				Total
			Sim	Depende do desconto	Não	NS/NR	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	1926	625	240	148	2939
		%	65,5%	21,3%	8,2%	5,0%	100,0%
	201 a 300	Casos	469	176	45	32	722
		%	65,0%	24,4%	6,2%	4,4%	100,0%
	> 300	Casos	407	140	69	33	649
		%	62,7%	21,6%	10,6%	5,1%	100,0%
Total	Casos		2802	941	354	213	4310
	%		65,0%	21,8%	8,2%	4,9%	100,0%

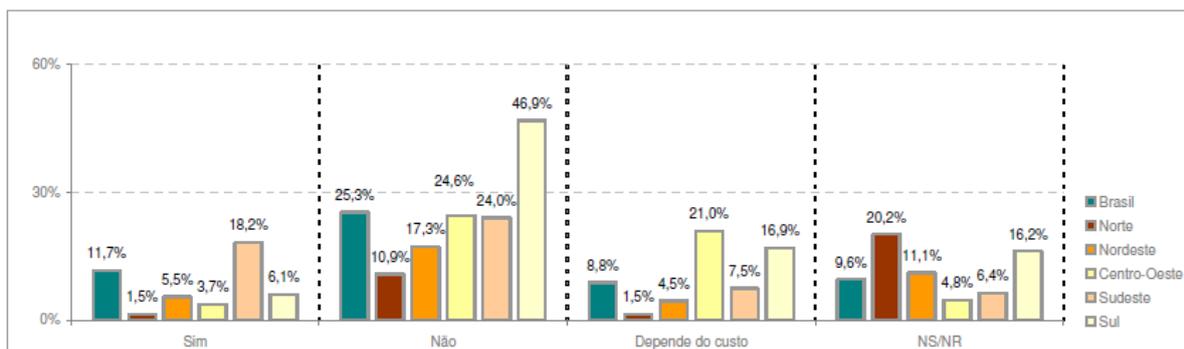
Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial em nível Brasil (ELETROBRÁS, 2007).

Tabela 3-13: Predisposição dos entrevistados da PPH ano base 2005 com relação à mudança do horário de banho caso fosse adotada tarifação mais cara na ponta.

			Se o preço da energia fosse o dobro no horário de ponta, evitaria tomar banho nesse período					Total
			Sim	Não	Uns sim, outros não	NS/NR	NA	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	1413	262	100	268	896	2939
		%	48,1%	8,9%	3,4%	9,1%	30,5%	100,0%
	201 a 300	Casos	380	72	42	107	121	722
		%	52,6%	10,0%	5,8%	14,8%	16,8%	100,0%
	> 300	Casos	282	77	43	103	144	649
		%	43,5%	11,9%	6,6%	15,9%	22,2%	100,0%
Total	Casos		2075	411	185	478	1161	4310
	%		48,1%	9,5%	4,3%	11,1%	26,9%	100,0%

Nota: A coluna NA representa os consumidores que não possuem chuveiro elétrico.

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial em nível Brasil (ELETROBRÁS, 2007).



Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial em nível Brasil (ELETROBRÁS, 2007).

Gráfico 3-17: Predisposição dos entrevistados da PPH ano base 2005 com relação à mudança do sistema de aquecimento de água do banho do atual para o coletor solar.

O questionamento sobre redução do consumo de energia elétrica durante o período de ponta caso houvesse uma diminuição na tarifa fora desse horário sugere a adoção da Tarifa Branca (LEITE, 2013). Ao se analisar a Tabela 3-12, é notável a quantidade de respostas afirmativas, 65,0%, e a inclinação de muitos consumidores se o desconto for razoável, 21,8%.

Com relação à possibilidade do preço de energia ser duas vezes maior durante o período de ponta, pode-se dizer pela Tabela 3-13 que os consumidores não se mostraram tão dispostos a alterar o horário do uso do chuveiro elétrico como na situação anterior. Uma porcentagem de 48,1% alegaram que evitariam tomar banho no horário. No entanto, há de se considerar que 26,9% dos entrevistados não possuíam chuveiro elétrico à época da consulta.

Já o Gráfico 3-17 mostra que os consumidores residenciais da região Sudeste, com 18,2%, são os mais dispostos à troca do sistema atual de aquecimento da água do banho para o modelo de aquecimento por coletor solar. Porcentagem essa maior que a brasileira, de 11,7%. A região Norte se mostrou a menos propensa à adesão do novo sistema, com apenas 1,5% de respostas afirmativas, provavelmente devido ao clima quente durante boa parte do ano.

Outras informações estatísticas da PPH de 2005 e dos anos anteriores estão disponíveis para a realização de simulações simples e comparações de dados no Sistema de Informação de Posses e Hábitos de Uso de Aparelhos Elétricos – SINPHA. Mais curvas e tabelas de importância para a obtenção dos resultados do presente trabalho são encontradas nos Anexos,

algumas especialmente concedidas pela Eletrobrás/PROCEL para o desenvolvimento deste estudo acadêmico.

3.3.3 Considerações Tarifárias

3.3.3.1 Tarifa Convencional

Conforme define a Resolução Normativa nº 414/2010 da ANEEL (2012), uma modalidade tarifária é o conjunto de tarifas aplicáveis às componentes de consumo de energia elétrica e demanda de potência ativas. Tais conjuntos diferem de acordo com a classificação de grupo, subgrupo e subclasse da unidade consumidora.

A modalidade tarifária aplicada de forma compulsória e automática às unidades consumidoras do grupo B, foco de estudo deste trabalho, é a Convencional Monômnia, cujas tarifas de consumo de energia elétrica independem das horas de utilização do dia. Com base nesta definição, ao se considerar o cenário metodológico a ser desenvolvido adiante neste capítulo, deve ser entendido que a Tarifa Convencional Monômnia é a utilizada pelo consumidor residencial brasileiro típico.

3.3.3.2 Tarifa Branca

Definida pela Resolução Normativa nº 414/2010 da ANEEL (2012), a Tarifa Branca é uma alternativa tarifária aos consumidores atendidos em BT, ou seja, aqueles pertencentes ao grupo B, exceto os do subgrupo B4 e os das subclasses Baixa Renda do subgrupo B1. Nessa modalidade, o valor da energia elétrica varia entre três diferentes períodos de consumo no dia: fora de ponta, intermediário e ponta. Segundo a RN nº 479/2012, também da ANEEL (2012), esses são definidos como:

- **Posto tarifário ponta (P)** refere-se a 3 (três) horas consecutivas de um dia, período este definido pela distribuidora, com exceção feita aos sábados, domingos e feriados nacionais específicos;
- **Posto tarifário intermediário (I)** diz respeito à hora imediatamente anterior e à hora imediatamente posterior ao posto tarifário ponta;
- **Posto tarifário fora de ponta (FP)** caracteriza as horas complementares àquelas definidas nos outros postos.

Os finais de semana e os feriados nacionais citados em resolução constituem os dias inteiramente caracterizados no posto FP.

A Nota Técnica nº 311/2011 da ANEEL (2011), referente à Audiência Pública nº 120/2010, define os valores a serem cobrados em cada posto, tal que:

- O valor em P é 5 (cinco) vezes maior que o cobrado em FP;
- O valor em I é 3 (três) vezes maior que o cobrado em FP;
- O valor em FP é 0,55 (55%) do valor cobrado pela tarifa convencional.

Dado que o horário de ponta é o posto de maior custo tarifário, verifica-se um incentivo à descentralização do consumo de energia nessas horas, redirecionando-o aos demais períodos, preferencialmente o fora de ponta. Quando comparada com a Tarifa Convencional, a Tarifa Branca propicia, portanto, uma redução da fatura de energia elétrica aos consumidores cujos hábitos de consumo são flexíveis. É importante frisar que a redução ocorre apenas aos que priorizarem o deslocamento de carga do período de ponta para o fora de ponta, caso contrário o valor da fatura pode aumentar.

Com a adesão de consumidores à Tarifa Branca, a ANEEL pretende melhorar o fator de utilização da rede ao diminuir o consumo na ponta e, conseqüentemente, postergar novos investimentos que reforcem o sistema para o período. Todavia, a resolução específica com a definição de procedimentos e critérios a serem atendidos na modalidade ainda não foi publicada pelo órgão em questão. Em outras palavras, a opção tarifária é atualmente indisponível ao consumidor por falta de sua resolução específica, como consta na RN nº 414/2010.

3.3.4 Considerações Normativas

3.3.4.1 NTD 6.01

A Norma Técnica de Distribuição 6.01 (NTD 6.01) da Companhia Energética de Brasília – CEB (2014) refere-se ao fornecimento de energia em tensão secundária a consumidores individuais e agrupados, ou seja, aqueles caracterizados como Grupo B. A NTD apresenta as diretrizes para o cálculo de demanda necessário para a adequação do padrão de entrada das unidades consumidoras.

As Tabelas 01 e 02 do documento listam, respectivamente, as potências típicas de aparelhos eletrodomésticos e eletroprofissionais e as potências de aparelhos de ar condicionado necessárias para o cálculo de demanda. Neste trabalho, tais tabelas são parâmetros para a especificação das potências dos equipamentos operados pelo consumidor residencial hipotético descrito anteriormente nos métodos do presente capítulo. As tabelas citadas são reproduzidas, respectivamente, pela Tabela 3-14 e pela Tabela 3-15.

Tabela 3-14: Potências típicas de aparelhos eletrodomésticos e eletrofissionais.

ITEM	APARELHOS	POTÊNCIAS TÍPICAS (W)
1	Aparelho de DVD	100
2	Aquecedor de água por acumulação	Até 100 litros
3		De 100 a 300 litros
4		de 300 a 600 litros
5	Aquecedor de água por passagem	6000
6	Aspirador de pó	400 a 1200
7	Barbeador	12
8	Batedeira	100 a 300
9	Cafeteira	600 a 1200
10	Carregador de celular	5 a 10
11	Centrífuga	250
12	Churrasqueira (resistência elétrica)	3800
13	Churrasqueira (motor p/ espeto giratório)	90
14	Chuveiro	4.400 a 8600
15	Circulador de ar	90 a 200
16	Condicionador de Ar	Ver Tabela 2
17	Conjunto de som	100
18	Cortador de grama	500 a 1300
19	Depurador	450
20	Esterilizador	200
21	Exaustor	170
22	Espremedor de frutas	200
23	Fax	30
24	Ferro de passar roupa	600 a 2000
25	Forno	1500 a 4500
26	Forno de microondas	600 a 1500
27	Freezer	350 a 500
28	Geladeira	100 a 240
29	Grill	900 a 1200
30	Home Theater	350
31	Impressora a jato de tinta	70 a 160
32	Impressora a laser	400
33	Liquidificador	300
34	Máquina de costura	100
35	Máquina de lavar louças	1500

Fonte: NTD 6.01 (CEB, 2014).

Tabela 3-15: Potências de aparelhos de ar condicionado.

TIPO JANELA				MINICENTRAIS		
CAPACIDADE		POTÊNCIA NOMINAL		TR	kcal	kW
BTU	Kcal	kW	kVA			
7.100	1.775	0,90	1,10	3,00	9.000	5,2
8.500	2.125	1,30	1,50	4,00	12.000	7,0
10.000	2.500	1,40	1,65	5,00	15.000	8,7
12.000	3.000	1,60	1,90	6,00	18.000	10,4
14.000	3.500	1,90	2,10	7,50	22.500	13,0
18.000	4.500	2,60	2,86	8,00	24.000	13,9
21.000	5.250	2,80	3,08	10,00	30.000	18,9
27.000	6.875	3,30	3,70	12,50	37.500	21,7
30.000	7.500	3,60	4,00	15,00	45.000	26,0
-	-	-	-	17,00	51.000	29,5
-	-	-	-	20,00	60.000	34,7

Fonte: NTD 6.01 (CEB, 2014).

3.3.5 Ferramenta Computacional

Em razão dos dados da PPH fornecidos pela Eletrobrás/PROCEL se apresentarem em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel, preferiu-se utilizar o mesmo programa como ferramenta computacional para o desenvolvimento metodológico do trabalho. Os recursos presentes no Microsoft Excel e sua interface intuitiva foram suficientes para a criação e manipulação das curvas de carga aqui estudadas.

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos relatórios técnicos finais de projetos demonstrativos internacionais considerados de impacto, adaptou-se o perfil encontrado para um consumidor residencial com uma participação mais ativa e consciente de seus hábitos de consumo ao consumidor brasileiro, inteiramente passivo e modelado sob uma tarifa convencional. A Tarifa Branca foi utilizada como a ferramenta nacional de transformação deste consumidor e, apesar de ser uma modalidade tarifária ainda não vigente, também foi considerada na metodologia aplicada.

As hipóteses adotadas neste capítulo resultam em uma atualização das curvas de carga regionais e por concessionárias da PPH de 2005, base de dados consolidada e empregada atualmente pela EPE em suas séries de estudo e notas técnicas. O capítulo seguinte dará prosseguimento ao trabalho com as análises deste cenário hipotético resultante dentro do atual contexto energético brasileiro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo contempla a exposição dos resultados para os diferentes cenários propostos e a análise daqueles a partir de uma postura comparativa.

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo, apresentam-se os resultados das curvas de carga quando considerado um cenário de consumidores residenciais motivados a atuarem ativamente com relação à gestão da demanda, segundo as premissas da metodologia retratada no capítulo anterior. As novas topologias, oriundas das estimadas pela PPH de 2005, são analisadas e confrontadas com o cenário anterior, por vezes remetendo à base teórica construída e às hipóteses levantadas. Com as discussões acerca das curvas de carga modificadas de cada região brasileira e de suas concessionárias, procura-se encontrar soluções atreladas aos objetivos específicos do trabalho.

Em um primeiro momento, discorre-se a respeito dos resultados das regiões brasileiras para então compará-los com os obtidos das concessionárias. Gráficos e tabelas auxiliares agrupam informações necessárias para as análises de cada curva de carga regional. As considerações finais resumizam o conteúdo principal abordado no capítulo.

4.2 CURVAS DE CARGA POR REGIÃO

4.2.1 Região Norte

Das 650 pessoas da região Norte entrevistadas, 79,5% afirmaram que reduziriam o consumo de energia entre 18:00 e 21:00 caso o posto fora de ponta fosse mais barato. Houve uma grande quantidade de respostas afirmativas para as três classes de consumo estabelecidas pela PPH, conforme se verifica na Tabela 3-5. Entretanto, a predisposição dos consumidores em evitar o uso do chuveiro elétrico durante o mesmo período não foi tão significativa. Apenas 2,3% dos participantes afirmaram que o fariam caso o preço da energia fosse o dobro neste posto, e apenas 1,5% se mostraram interessados em mudar o sistema de aquecimento da água

do banho para o sistema de coletores solares. O Gráfico 4-1 e o Gráfico 4-2 apresentam, respectivamente, a curva de carga inicial estimada pela PPH, e a modificada segundo a metodologia descrita no capítulo anterior.

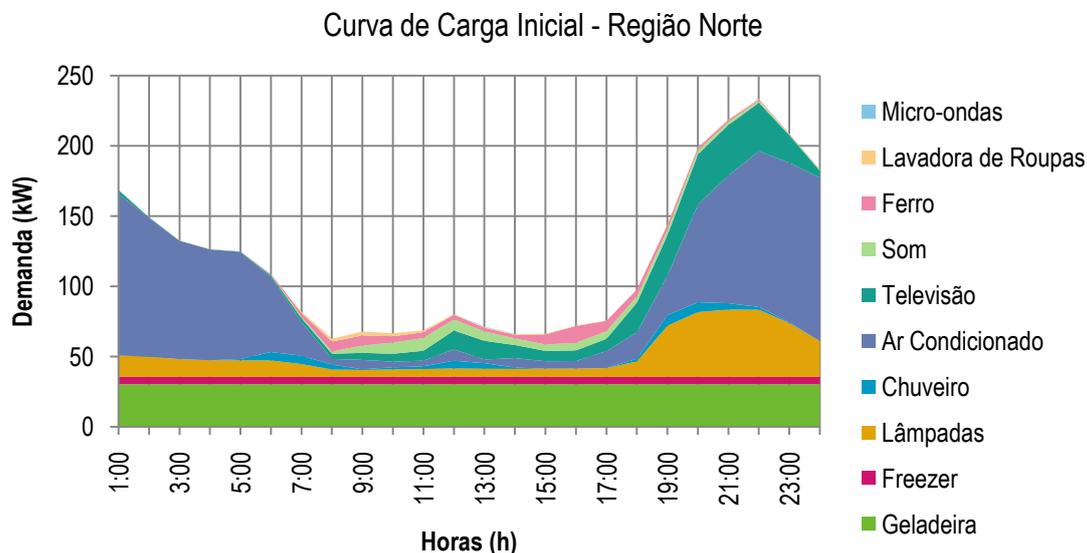


Gráfico 4-1: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Norte.

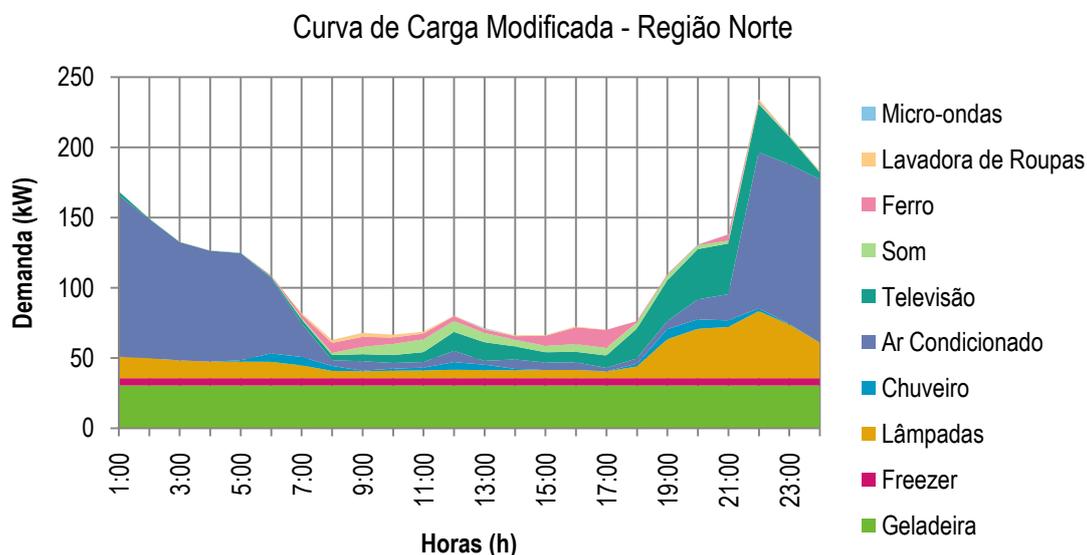


Gráfico 4-2: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Norte supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

Deve-se, inicialmente, esclarecer a baixa porcentagem de respostas afirmativas para as perguntas 2 e 3 frente aos 79,5% de participantes dispostos a reduzir o consumo durante o posto de ponta, resultado da pergunta 1. Essa discrepância entre as respostas não indica que a população do norte do país assume uma postura contraditória em um cenário de postos tarifários segundo sinais horários. As baixas porcentagens resultam do fato de poucos consumidores possuírem um chuveiro elétrico, apenas 4%, como se constata analisando a Tabela A.4, localizada no Anexo A. De fato, ao se analisar a curva de carga inicial pelo Gráfico 4-3, verifica-se a pouca participação do chuveiro elétrico no consumo total diário quando comparado com as demais cargas.

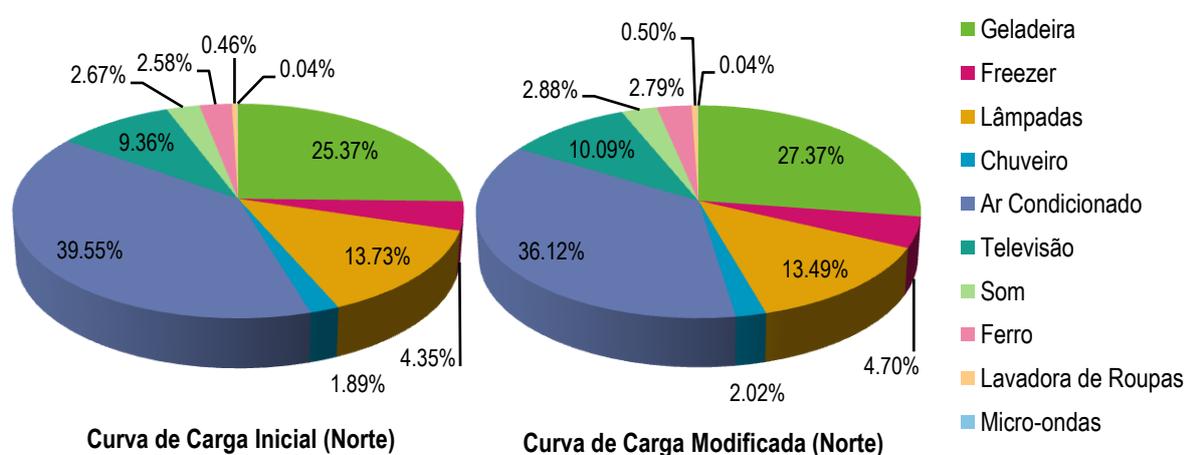


Gráfico 4-3: Participação dos eletrodomésticos no consumo total diário considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Norte.

A participação dos eletrodomésticos no novo consumo total diário da classe residencial não mostra alterações significativas, como se verifica no Gráfico 4-3. Em contrapartida, assim como expõe a Tabela 4-1, o consumo total diário da classe residencial da região Norte apresentou uma redução de 7,30% com as medidas adotadas, valor próximo à média de 6,7% de redução de consumo dos grupos de teste do projeto demonstrativo de Salzburg. Uma redução semelhante não foi observada para a demanda de pico, que apresentou um ligeiro aumento de 0,34%.

Tabela 4-1: Consumo total diário e demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Norte.

	Inicial	Modificada	$\Delta\%$
Consumo Total Diário (kWh)	2.879,23	2.668,96	-7,30%
Demanda de Pico (kW)	233,71	234,51	0,34%

Ao se observar a Tabela F.2 do Anexo F, verifica-se que a demanda de pico da curva de carga modificada ocorre por volta das 22:00, assim como era inicialmente, e o seu aumento foi consequência do deslocamento da carga da lavadora de roupas das unidades consumidoras que adotaram a Tarifa Branca. Assumindo um contexto de vigência de tecnologias de REI, caso essas unidades fizessem uso de uma máquina de lavagem programável, o uso poderia ser agendado para quando a demanda da rede for menor, como as primeiras horas da manhã. Esta é uma atitude plausível se considerado o resultado do projeto demonstrativo CLNR, o qual apontou que a limpeza das roupas é a atividade que os consumidores julgaram como a mais fácil de ser realizada em outros horários.

Apesar da lavadora de roupa ter sido a carga motivadora do aumento, esta ainda é pouco representativa na demanda de pico. Analisados os dados no Gráfico 4-4, verifica-se que as cargas de maior impacto são, por ordem de influência, o ar condicionado, as lâmpadas, a televisão e a geladeira, tanto para a situação inicial quanto para a simulada.

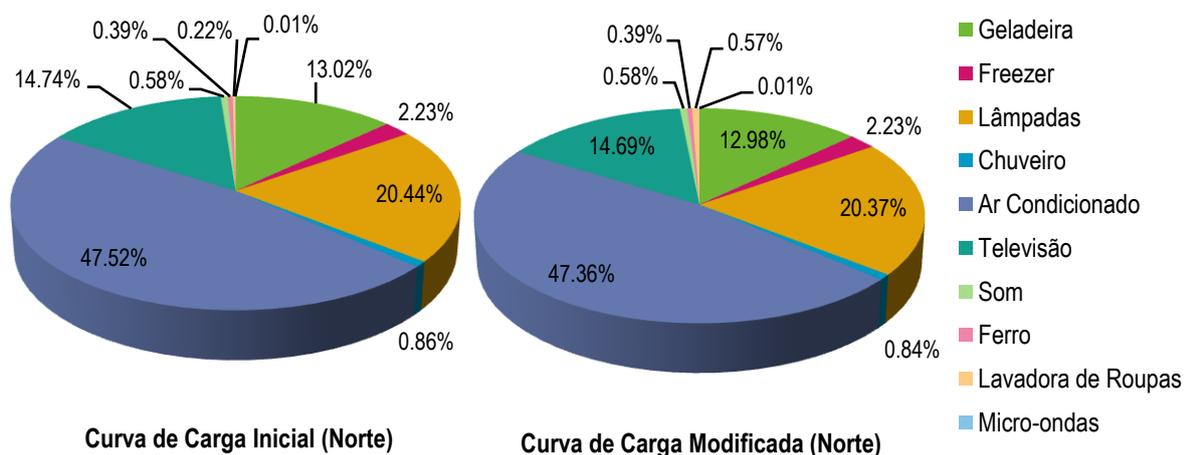


Gráfico 4-4: Participação dos eletrodomésticos na demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Norte.

A Tabela 4-2 expõe o consumo de energia elétrica nos diferentes postos da Tarifa Branca para as duas situações estudadas. Com a conscientização dos consumidores, notou-se uma atenuação do consumo nos horários ditos intermediário e de ponta, em 2,44% e 3,46%, respectivamente.

Tabela 4-2: Consumo de energia nos postos da Tarifa Branca considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Norte.

	Consumo nos postos da Tarifa Branca (kWh)		
	FP	IN	P
Inicial	2.142,61	294,91	441,71
	74,42%	10,24%	15,34%
Modificada	2.143,61	208,25	317,10
	80,32%	7,8%	11,88%

É interessante observar que o horário da demanda de pico da classe residencial da região norte não ocorre no posto de ponta da Tarifa Branca e permaneceu inalterado às 22:00, início do posto fora de ponta. Com base nisso, verifica-se que a tarifação com sinalização horária para esta região é pouco eficaz no que se diz respeito à diminuição da demanda da classe residencial brasileira durante o horário de 18:00 às 21:00. Ações efetivas seriam aquelas voltadas à redução de tributos no preço de venda de aparelhos de ar condicionado, televisão e geladeiras mais eficientes. O uso de lâmpadas tipo LED e uma maior conscientização dos

consumidores acerca de iluminação de ambientes contribuiriam para reduzir também a demanda máxima exigida pela região norte.

Essas mesmas ações também seriam benéficas na redução do consumo de energia – e, em paralelo, da demanda – da classe residencial nortista no período de ponta, visto que os mesmos equipamentos são também grandes influenciadores no consumo de 18:00 às 21:00. Isso pode ser verificado analisando o Gráfico 4-5, em que na situação inicial o aparelho de ar condicionado era a carga de maior consumo, com 26,35% do total, seguido das lâmpadas (21,16%), geladeira (20,67%) e televisão (19,47%). Na situação em que a curva de carga sofre modificação, a geladeira passa a ser o eletrodoméstico de mais peso no consumo do período, com 28,79%, seguida da televisão (27,11%), lâmpadas (22,44%) e ar condicionado (7,51%), este último bastante reduzido devido ao alto percentual de unidades consumidoras que se comprometeram a não utilizá-lo no posto de ponta.

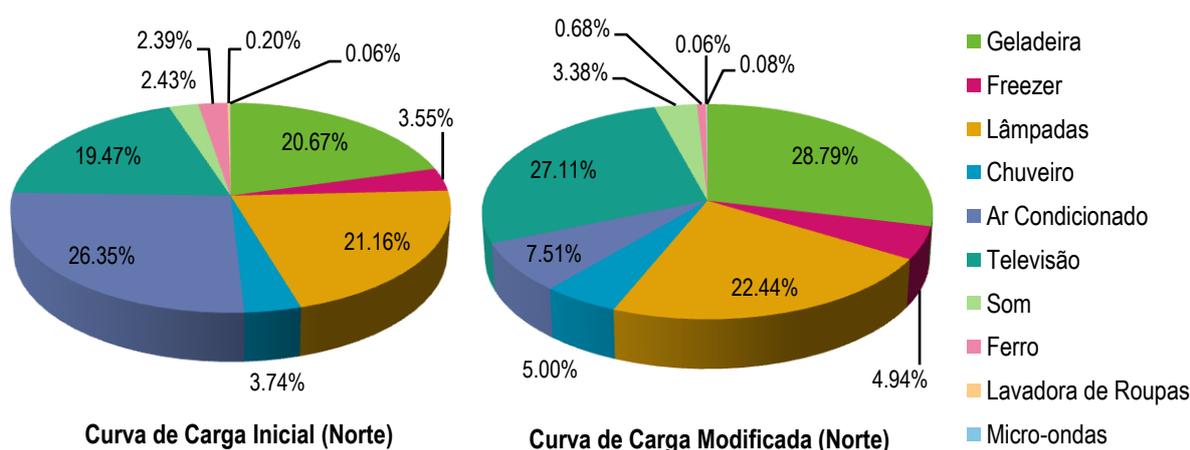


Gráfico 4-5: Participação dos eletrodomésticos no consumo de energia durante o posto de ponta (P) considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Norte.

4.2.2 Região Nordeste

Novamente se considera a Tabela 3-5 para averiguar as respostas dos consumidores residenciais da região Nordeste. Dos 1.150 entrevistados, 65,7% afirmaram que reduziriam o consumo de energia entre 18:00 e 21:00 caso a tarifa do posto fora de ponta fosse mais barato, sem divergência entre as respostas das três classes de consumo estabelecidas pela PPH. Com uma porcentagem mais elevada do que a região Norte, 21,0% se mostraram receptíveis à ideia

de evitar o uso do chuveiro elétrico durante o mesmo período, apesar de 69,7% da amostra não possuir o equipamento. Com relação à troca do sistema de aquecimento da água do banho para o sistema de coletores solares, a porcentagem de interessados foi de 5,5%. O Gráfico 4-6 e o Gráfico 4-7 apresentam, respectivamente, a curva de carga inicial estimada pela PPH, e a modificada segundo a metodologia descrita no capítulo anterior.

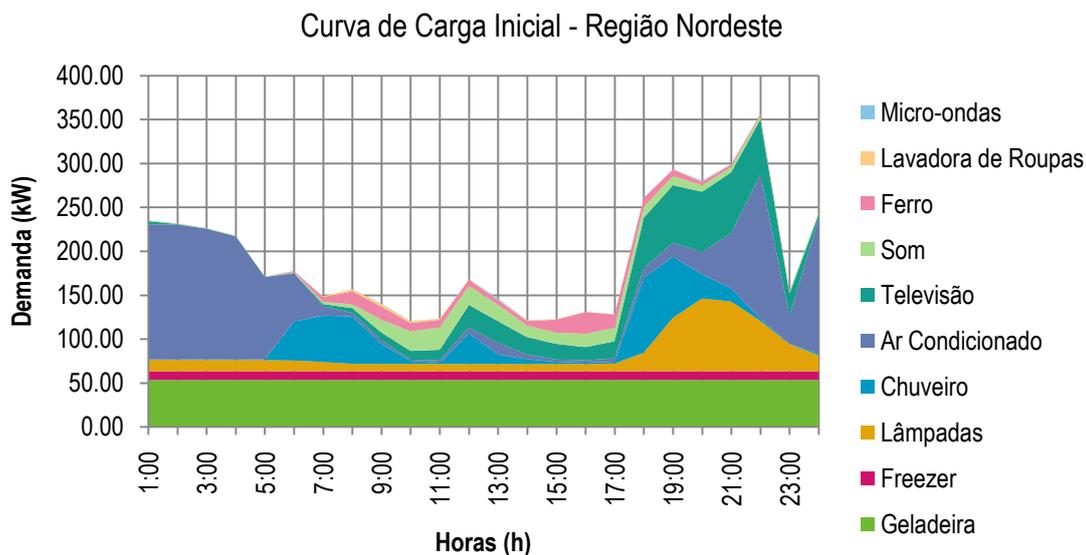


Gráfico 4-6: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Nordeste.

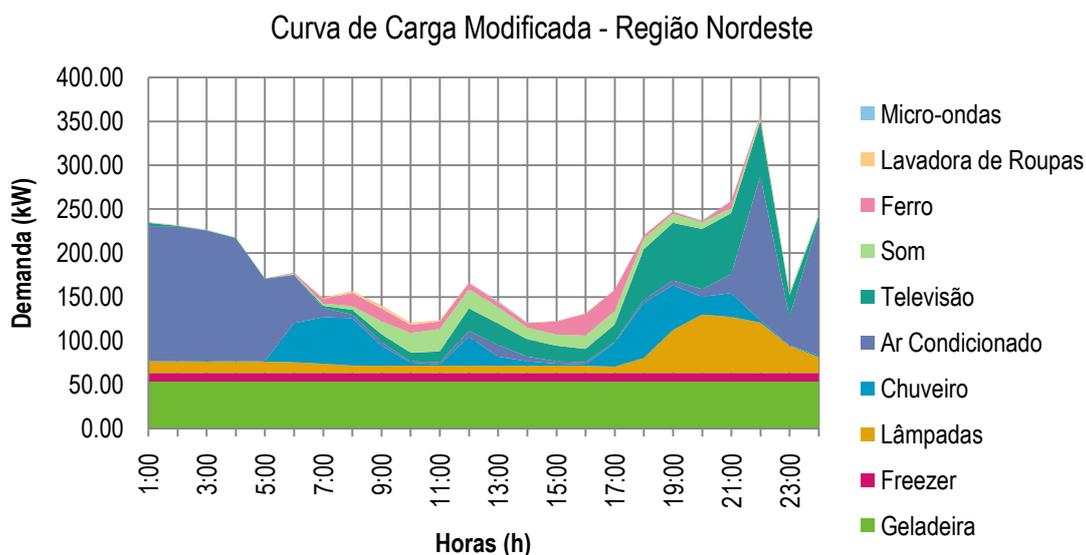


Gráfico 4-7: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Nordeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

Para este cenário da região Nordeste, deve-se considerar a mesma ponderação feita para a região Norte com relação às perguntas 2 e 3. Ao se analisar o Gráfico 4-8, nota-se mais uma vez a pouca participação do chuveiro elétrico no consumo total diário.

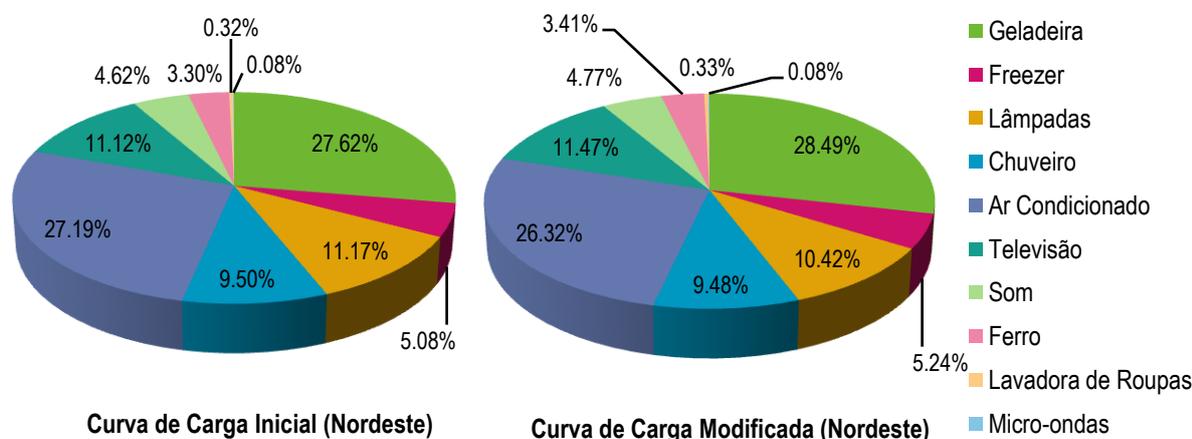


Gráfico 4-8: Participação dos eletrodomésticos no consumo total diário considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Nordeste.

Pelos dados contidos na Tabela 4-3, o consumo total diário da classe residencial da região Nordeste reduziu apenas 3,05% com as medidas adotadas, um valor pequeno, porém acima do mínimo obtido no projeto demonstrativo de Salzburg, que foi 2,5%. Ainda segundo a tabela, a demanda de pico aumentou menos de 1 kW, o equivalente a 0,18%.

Tabela 4-3: Consumo total diário e demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Norte.

	Inicial	Modificada	$\Delta\%$
Consumo Total Diário (kWh)	4.665,06	4.522,58	-3,05%
Demanda de Pico (kW)	356,97	357,59	0,18%

Tal qual a região Norte, a demanda de pico da região Nordeste ocorre por volta das 22:00, tanto inicialmente quanto após o deslocamento de cargas do período de ponta. Verifica-se essa informação ao se analisar as tabelas Tabela F.3 e Tabela F.4 do Anexo F. Outra

coincidência foi o ligeiro aumento na demanda decorrente do deslocamento da carga da lavadora de roupas das unidades consumidoras que adotaram a Tarifa Branca.

É notável também o fato do aparelho de ar condicionado também ser a carga de maior demanda às 22:00, assim como na região Norte, provavelmente devido às altas temperaturas características de ambos os climas. O Gráfico 4-9 apresenta as demais cargas que contribuem para o pico de demanda tanto para a situação inicial quanto para a simulada. Mais uma vez, a televisão, as lâmpadas e a geladeira se mostraram as cargas mais significativas e apresentaram, inclusive, uma porcentagem de participação similar. Como no caso anterior, incentivos governamentais para a compra de eletrodomésticos mais eficientes são ações eficazes na busca de uma redução da demanda máxima exigida pela classe.

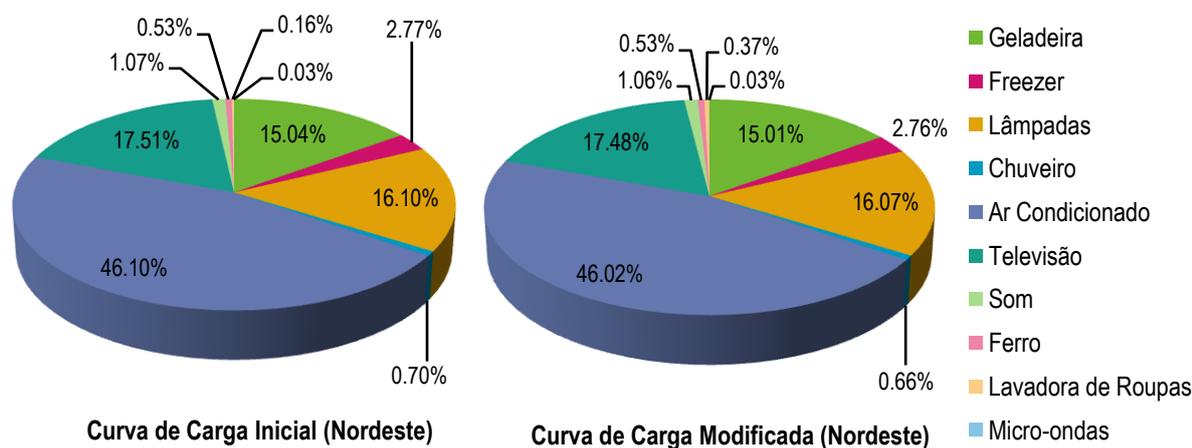


Gráfico 4-9: Participação dos eletrodomésticos na demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Nordeste.

A Tabela 4-4 expõe o consumo de energia elétrica nos diferentes postos da Tarifa Branca para as duas situações estudadas. Enquanto o consumo no posto intermediário permaneceu quase que inalterado, o consumo no posto de ponta diminuiu 2,32%.

Tabela 4-4: Consumo de energia nos postos da Tarifa Branca considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Nordeste.

Consumo nos postos da Tarifa Branca (kWh)			
	FP	IN	P
Inicial	3.400,79	428,41	835,86
	72,90%	9,18%	17,92%
Modificada	3.398,58	418,43	705,57
	75,15%	9,25%	15,60%

Essa pequena redução no consumo durante o posto de ponta mostra que, similar ao cenário estudado anteriormente, os horários de uso das cargas de maior demanda pela classe residencial da região Nordeste concentram-se no posto fora de ponta. Isso não significa, entretanto, uma desmotivação para o emprego da modalidade tarifária Branca. Afinal, esta possui a finalidade de diminuir a demanda e o consumo de energia da classe residencial brasileira durante o posto de ponta, então é o perfil das cargas utilizadas nesse período que deve ser analisado. Esse perfil é retratado pelo Gráfico 4-10.

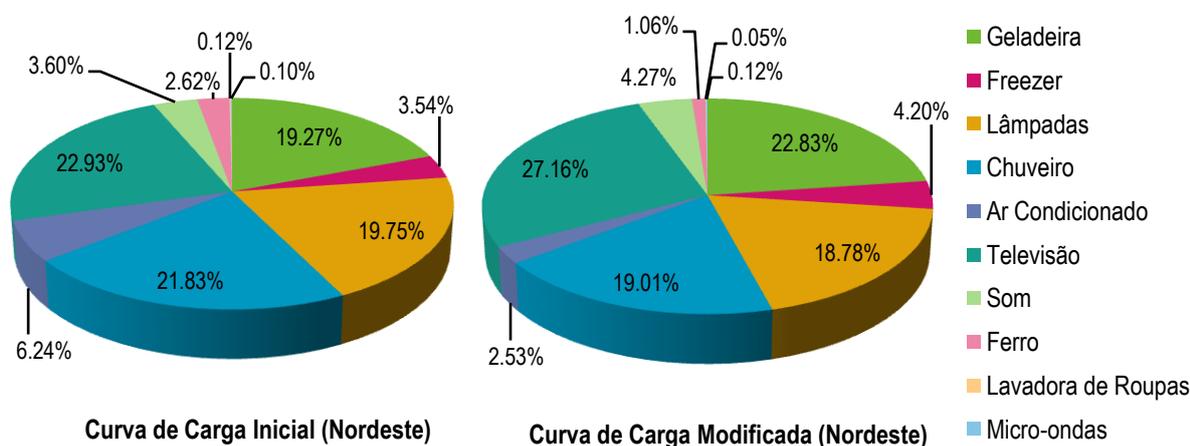


Gráfico 4-10: Participação dos eletrodomésticos no consumo de energia durante o posto de ponta (P) considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Nordeste.

Em uma análise do Gráfico 4-10, a curva de carga inicial revela uma proximidade entre as porcentagens de participação das cargas de maior consumo, são elas: televisão (21,83%), chuveiro elétrico (21,83%), lâmpadas (19,75%) e geladeira (19,27%). Para a curva modificada, o deslocamento de carga do chuveiro elétrico pelos consumidores que aderiram à Tarifa Branca resultou em uma diminuição do consumo por parte desse equipamento (19,01%). A economia na quantidade de lâmpadas utilizadas também impactou na participação dessas (18,78%) no consumo durante o posto de ponta.

Como já havia sinalizado a Tabela 4-4, a atenuação do consumo entre 18:00 e 21:00 não foi significativa. Não obstante, o perfil de carga descrito acima aponta o potencial do chuveiro elétrico, assim como o da televisão, lâmpadas e geladeira, para ser foco de medidas de eficiência energética. Além dos já citados incentivos governamentais para a compra de equipamentos mais eficientes, uma adesão maior ao sistema de aquecimento de água por coletor solar complementaria as ações em prol da redução da demanda da classe residencial brasileira durante o horário de 18:00 às 21:00. Afinal, o clima quente característico do Nordeste brasileiro colabora para o ótimo desempenho do sistema.

4.2.3 Região Sudeste

A região Sudeste, inserida em um contexto socioeconômico bastante divergente das regiões anteriores estudadas, apresenta como consequência resultados diferentes dos obtidos para as regiões estudadas anteriormente. Pela Tabela 3-5, é notável a predisposição dos consumidores residenciais em reduzir o consumo de energia elétrica. Dos 2.100 entrevistados, 73,8% afirmaram que reduziriam o consumo de energia entre 18:00 e 21:00 caso a tarifa do posto fora de ponta fosse mais barato. Os que evitariam tomar banho no mesmo intervalo caso a energia custasse o dobro somaram 67,5%, e ressalta-se que apenas outros 9,3% não possuem chuveiro elétrico, segundo a Tabela C.4 do Anexo C. Os interessados na troca do sistema de aquecimento representaram 18,2%, a porcentagem mais alta dentre as regiões brasileiras. O Gráfico 4-11 e o Gráfico 4-12 apresentam, respectivamente, a curva de carga inicial estimada pela PPH, e a modificada segundo a metodologia descrita no capítulo anterior.

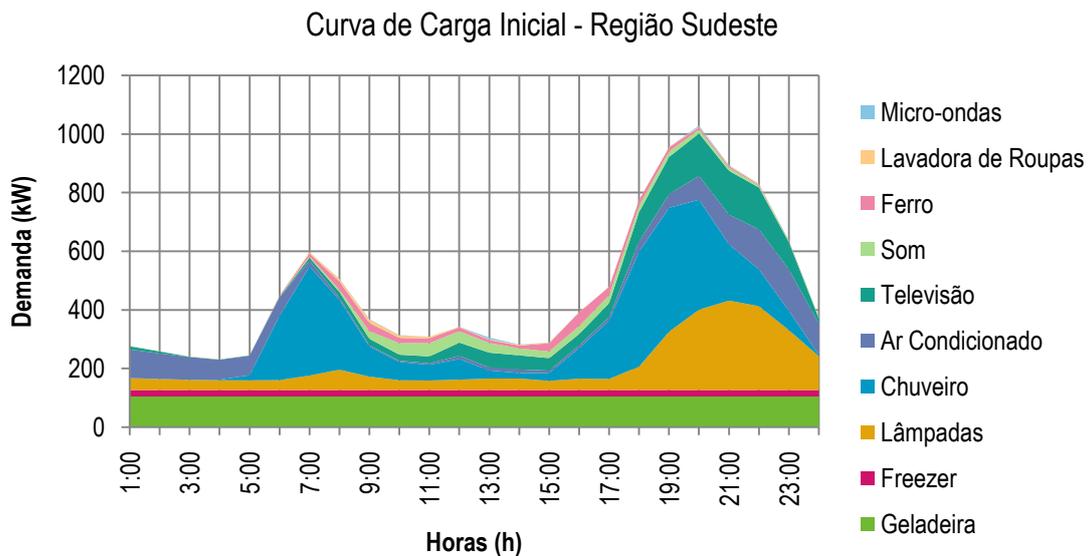


Gráfico 4-11: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Sudeste.

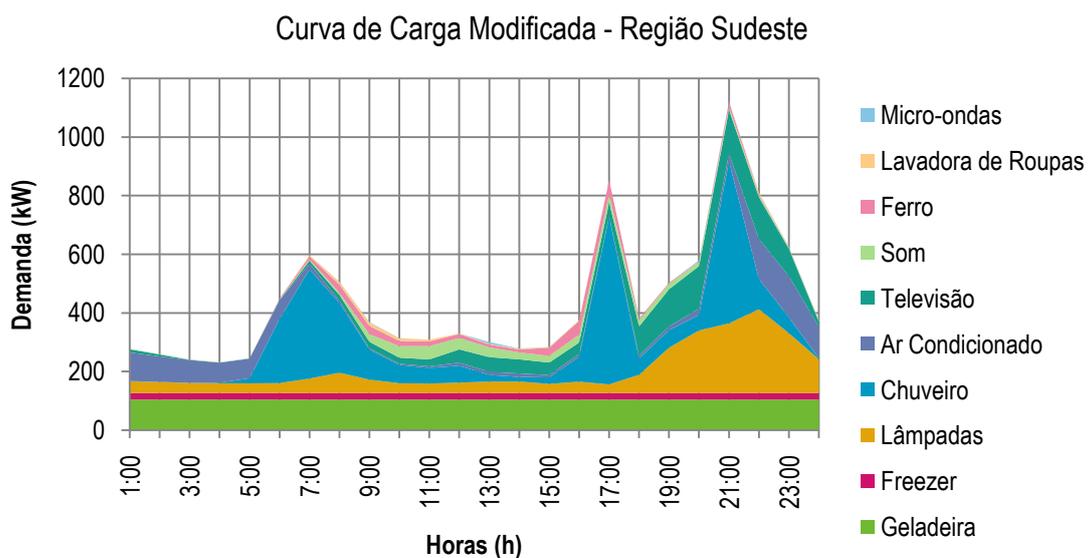


Gráfico 4-12: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Sudeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

O alto interesse em mudar o horário de uso do chuveiro elétrico em prol de uma economia financeira indica que a população do Sudeste brasileiro tem conhecimento do impacto desta carga no consumo de energia elétrica. Deveras, o chuveiro elétrico é o eletrodoméstico de

maior participação no consumo total diário da classe residencial da região Sudeste, tanto para a curva de carga inicial (27,16%) quanto para a modificada (25,66%), conforme o Gráfico 4-13.

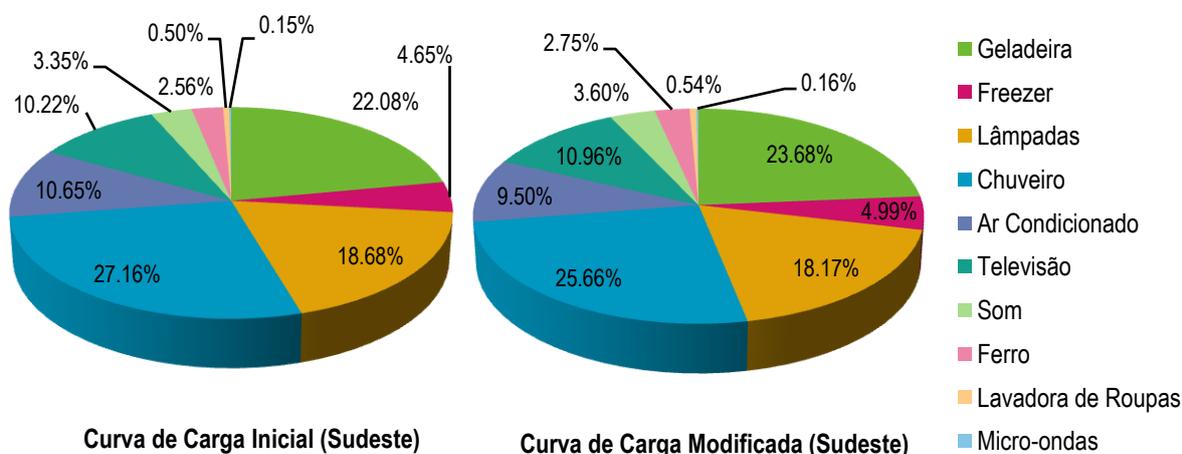


Gráfico 4-13: Participação dos eletrodomésticos no consumo total diário considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sudeste.

Com as mudanças de hábitos dos consumidores, o consumo total diário da classe residencial da região Nordeste reduziu consideravelmente, 6,78%, como exibe a Tabela 4-5. Em contrapartida, a demanda de pico apresentou um crescimento elevado de 9,02%. A fim de investigar o que motivou esse resultado, analisa-se a Tabela F.6 do Anexo F. Conclui-se que a postergação do uso do ferro de passar roupas e do horário do banho culminou em um pico de demanda maior às 21:00, quando este anteriormente ocorria às 20:00.

Tabela 4-5: Consumo total diário e demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sudeste.

	Inicial	Modificada	$\Delta\%$
Consumo Total Diário (kWh)	11.400,12	10.627,75	-6,78%
Demanda de Pico (kW)	1.029,49	1.122,31	9,02%

O chuveiro elétrico e as lâmpadas são as cargas mais expressivas na demanda de pico das 21:00, de acordo com Gráfico 4-14. Nesse cenário, deve-se mais uma vez considerar a

importância de adotar medidas de eficiência energética com o objetivo de reduzir a demanda de energia do chuveiro e da carga de iluminação.

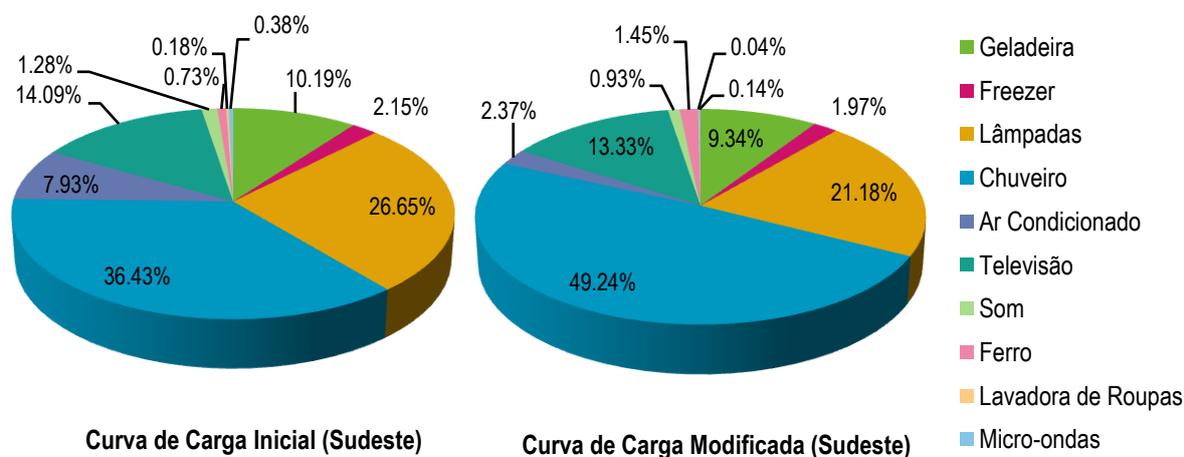


Gráfico 4-14: Participação dos eletrodomésticos na demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sudeste.

A Tabela 4-6 confere a análise do consumo de energia elétrica nos diferentes postos da Tarifa Branca para as duas situações estudadas. Observa-se que, a despeito de um crescimento de 6,53% no consumo durante o posto intermediário, o consumo no posto de ponta diminuiu 10,44%. O resultado simula o impacto da participação de uma grande parcela dos consumidores residenciais que se dispõem a adaptar seus hábitos de uso de eletrodomésticos dentro das sinalizações horárias da Tarifa Branca.

Tabela 4-6: Consumo de energia nos postos da Tarifa Branca considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sudeste.

	Consumo nos postos da Tarifa Branca (kWh)		
	FP	IN	P
Inicial	7.262,69	1.374,74	2.762,69
	63,71%	12,06%	24,23%
Modificada	7.186,51	1.975,91	1.465,33
	67,62%	18,59%	13,79%

Em um primeiro momento, no período de 18:00 às 21:00, o chuveiro elétrico e a iluminação se destacavam das demais cargas com relação ao consumo de energia, fato verificado ao se analisar o Gráfico 4-15. Quando a curva de carga se altera, nota-se uma marcante redução na participação do chuveiro elétrico, tornando a presença da televisão e da geladeira mais proeminentes, similar a como se apresentam nos cenários estudados para as regiões Norte e Nordeste.

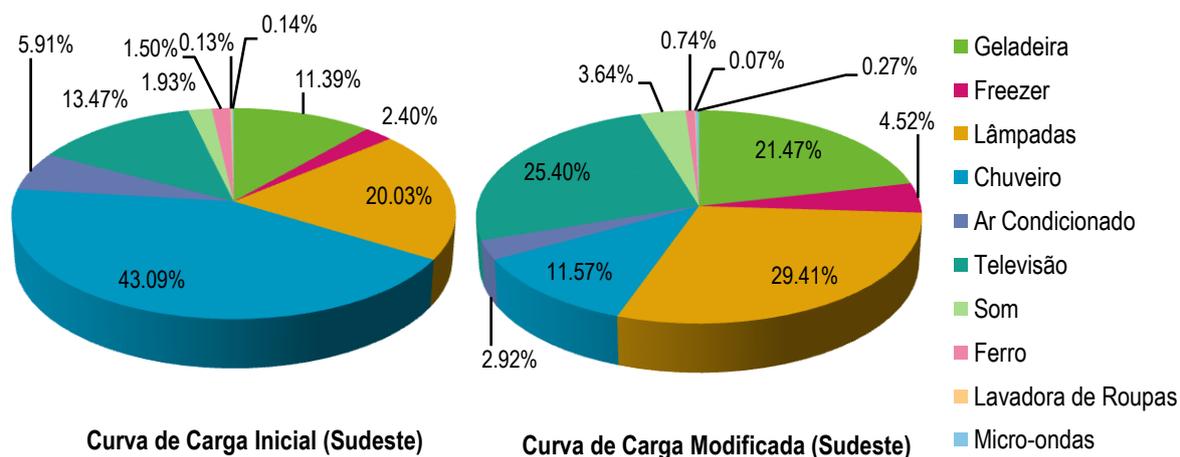


Gráfico 4-15: Participação dos eletrodomésticos no consumo de energia durante o posto de ponta (P) considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sudeste.

4.2.4 Região Sul

Dos 1.000 consumidores entrevistados da região Sul, apenas 37,7% se comprometeriam a reduzir o consumo de energia entre 18:00 e 21:00 caso o posto fora de ponta fosse mais barato. Uma maior quantidade de pessoas, 45,5%, preferiu não se comprometer sem saber do valor de desconto, como mostra a Tabela D.1 do Anexo D. Todavia, a predisposição dos consumidores em evitar o uso do chuveiro elétrico durante o mesmo período foi significativa, uma parcela de 43,3%. Apenas 6,1% dos participantes se mostraram interessados em mudar o sistema de aquecimento da água do banho para o sistema de coletores solares. Com base na mesma tabela, destaca-se que, diferentemente das demais regiões, o Sul possui poucos consumidores que declararam desconhecer ou já possuir o aquecedor solar, apenas 13,8%. A maioria (46,9%), de fato, respondeu não ter a intenção de realizar a troca. Esta escolha é plausível considerando a pouca incidência solar na região, o que reduziria a eficiência do sistema durante boa parte do ano, tornando a troca economicamente desfavorável. O Gráfico

4-16 e o Gráfico 4-17 apresentam, respectivamente, a curva de carga inicial estimada pela PPH, e a modificada segundo a metodologia descrita no capítulo anterior.

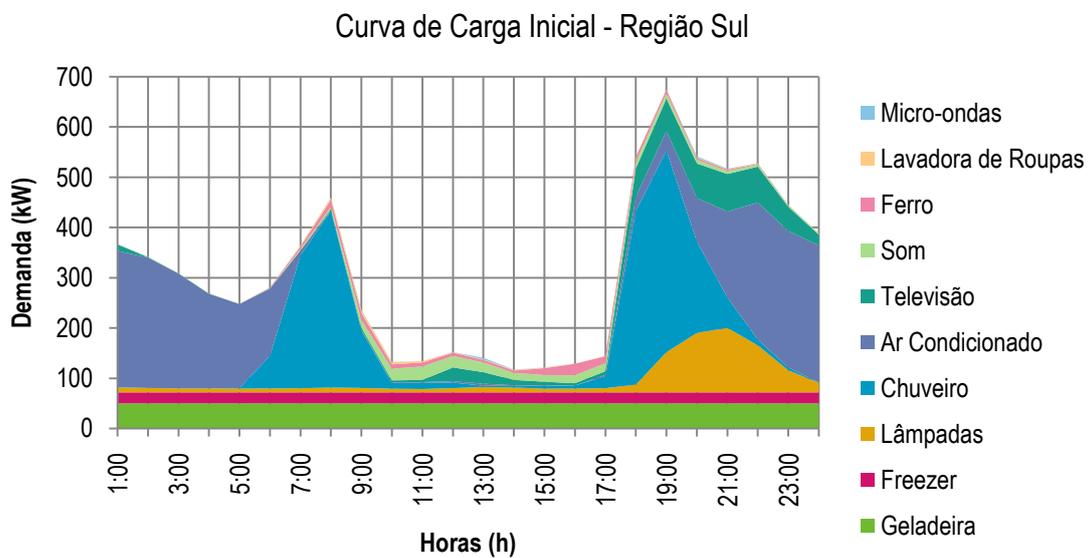


Gráfico 4-16: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Sul.

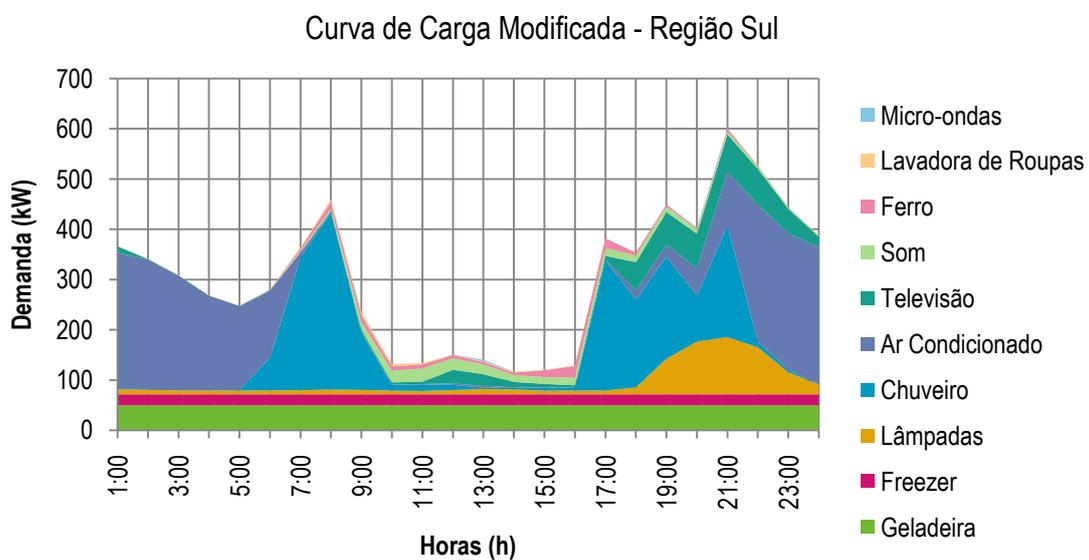


Gráfico 4-17: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Sul supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

A região Sul teve o aparelho de ar condicionado como carga mais participativa no estudo do consumo total diário médio, a qual representou aproximadamente 31% do consumo de energia

do dia para as duas situações tratadas. O chuveiro elétrico e a geladeira foram outras duas cargas com peso considerável. O chuveiro se mostrou próximo a 1/4 do consumo total diário da classe, tanto para a curva inicial quanto para a modificada, e a geladeira passou de 15,79% a 16,28% de participação, conforme o Gráfico 4-18.

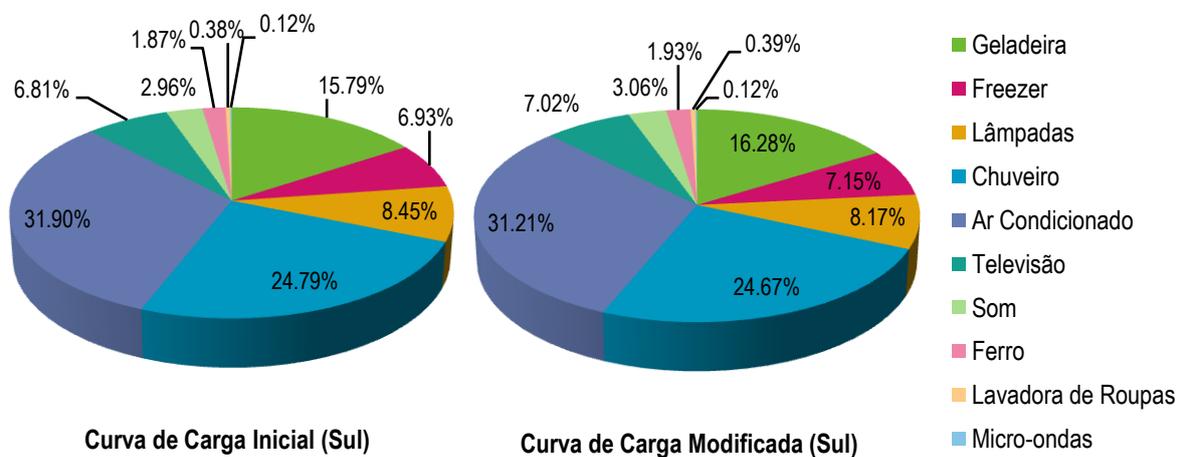


Gráfico 4-18: Participação dos eletrodomésticos no consumo total diário considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sul.

Antagonicamente aos resultados das demais regiões, a classe residencial da região Sul apresentou uma redução na demanda de pico superior à do consumo total diário. Verifica-se na Tabela 4-7 que as mudanças de hábitos dos consumidores reduziram o pico de demanda em 10,81% e o consumo, em 3,00%. A causa dessa contração expressiva na demanda pode ser inferida da Tabela F.7 do Anexo F, em que se verifica que a demanda máxima exigida pela classe ocorria às 19:00, a segunda hora do posto de ponta da Tarifa Branca. O deslocamento e a redução no uso de cargas nesse horário resultou em uma transferência do horário de pico para as 21:00.

Tabela 4-7: Consumo total diário e demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sul.

	Inicial	Modificada	$\Delta\%$
Consumo Total Diário (kWh)	7.583,10	7.355,28	-3,00%
Demanda de Pico (kW)	675,24	602,24	-10,81%

Com o Gráfico 4-19, pode-se examinar as cargas que sofreram modificação quanto ao seu uso no horário da demanda de pico. Para a curva de carga inicial, o chuveiro elétrico representava aproximadamente 2/3 da demanda às 19:00. Devido a essa participação expressiva, infere-se que foi o adiamento do horário de banho de 43,3% dos consumidores que mais contribuiu para a diminuição da demanda de pico. Ressalta-se que isso só seria possível em um cenário real com a adesão de boa parte da classe residencial sulista à modalidade tarifária Branca.

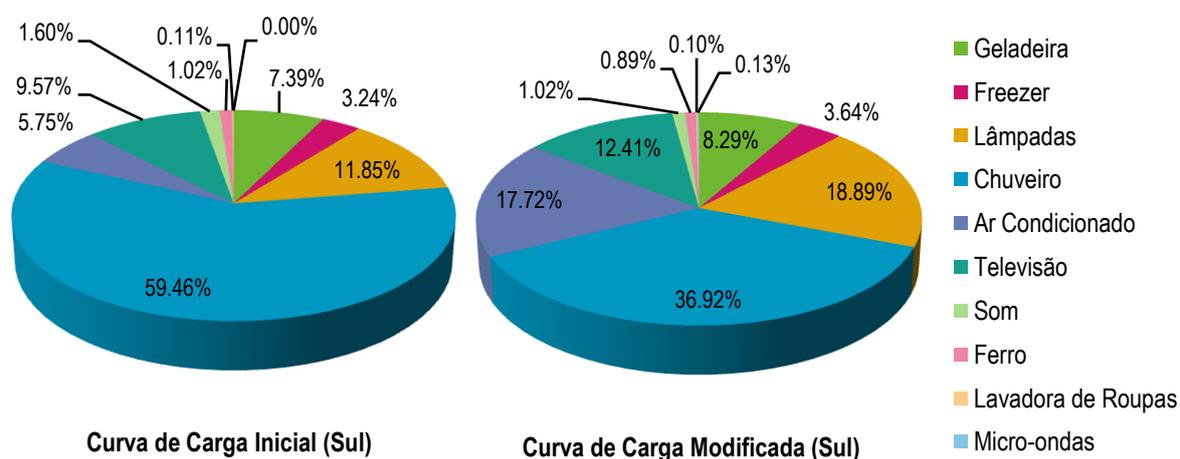


Gráfico 4-19: Participação dos eletrodomésticos na demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sul.

A Tabela 4-8 confere a análise do consumo de energia elétrica nos diferentes postos da Tarifa Branca para as duas situações estudadas. Observa-se que, similarmente ao cenário da região Sudeste, porém menos expressivo, houve um crescimento de 4,67% no consumo durante o posto intermediário e uma retenção no consumo no posto de ponta de 6,75%.

Tabela 4-8: Consumo de energia nos postos da Tarifa Branca considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sul.

Consumo nos postos da Tarifa Branca (kWh)			
	FP	IN	P
Inicial	5.163,71	661,43	1.757,96
	68,09%	8,72%	23,18%
Modificada	5.162,16	984,82	1.208,30
	70,18%	13,39%	16,43%

Apesar do contexto com estímulos a uma menor utilização do chuveiro elétrico entre 18:00 e 21:00, esta carga continuou a ser a de maior participação no consumo de energia durante o período, como ilustra o Gráfico 4-20.

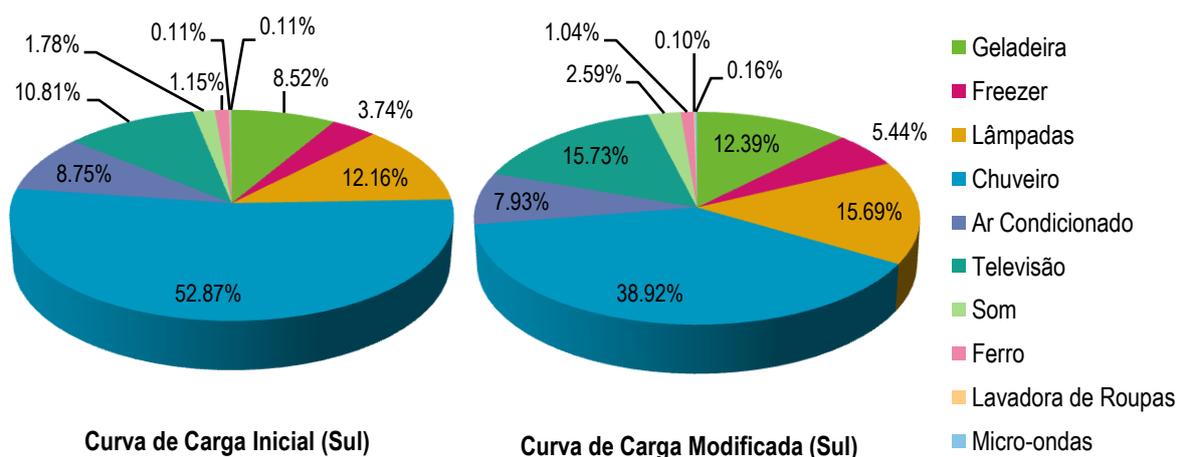


Gráfico 4-20: Participação dos eletrodomésticos no consumo de energia durante o posto de ponta (P) considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Sul.

4.2.5 Região Centro-Oeste

A Tabela 3-5 mostra que, com 725 pessoas da região Norte entrevistadas, 55,4% afirmaram que reduziriam o consumo de energia entre 18:00 e 21:00 caso o posto fora de ponta fosse mais barato e 51,0% evitariam o uso do chuveiro elétrico durante o mesmo período. Entretanto, considerou-se que apenas 3,7% trocaria o sistema de aquecimento da água do

banho para o sistema de coletores solares. O Gráfico 4-21 e o Gráfico 4-22 apresentam, respectivamente, a curva de carga inicial estimada pela PPH, e a modificada segundo a metodologia descrita no capítulo anterior.

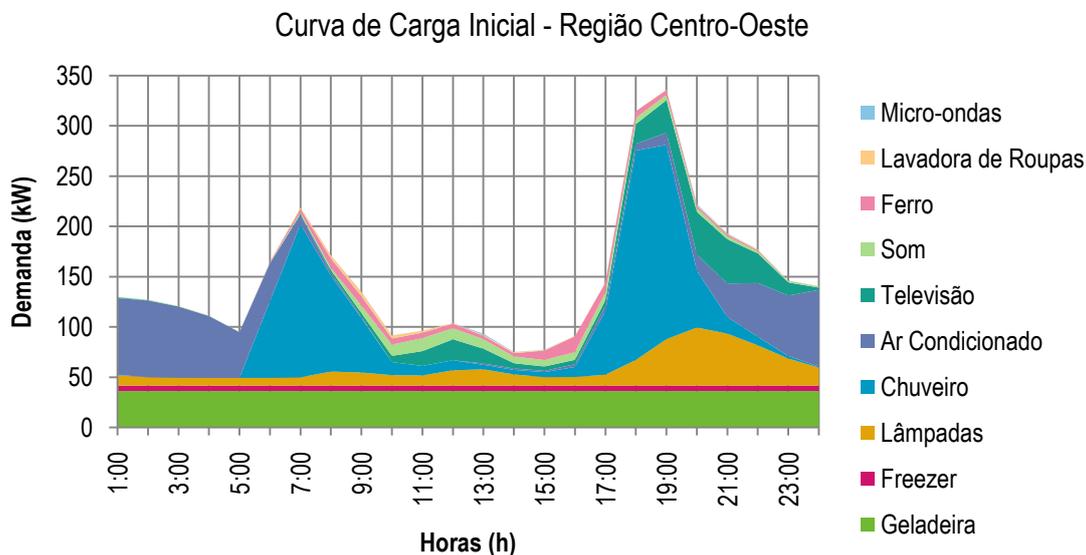


Gráfico 4-21: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Centro-Oeste.

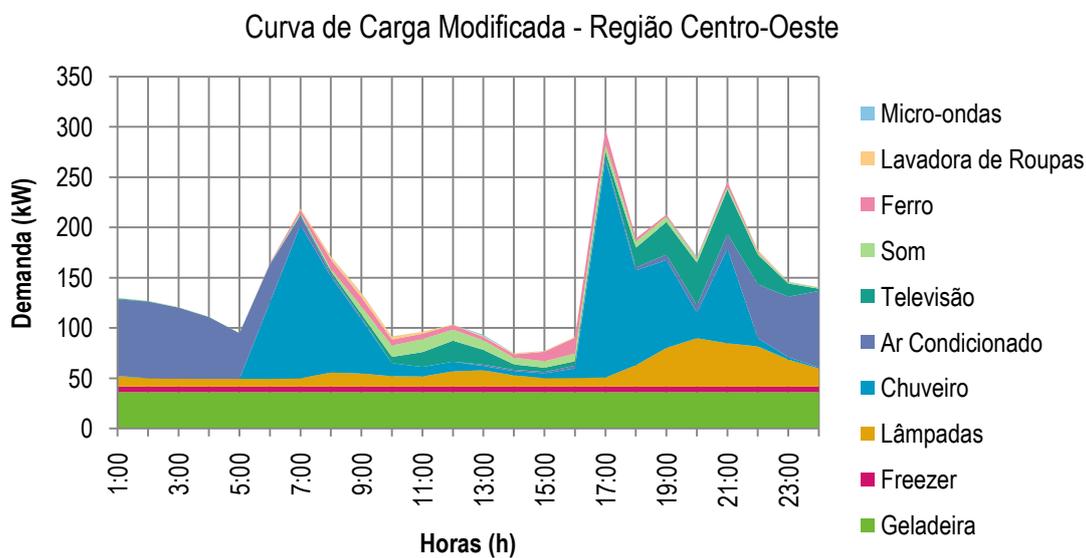


Gráfico 4-22: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Centro-Oeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

Assim como na região Sudeste, o chuveiro elétrico é o eletrodoméstico de maior participação no consumo total diário da classe residencial da região Centro-Oeste, tanto para a curva de carga inicial (27,55%) quanto para a modificada (27,67%), conforme o Gráfico 4-23.

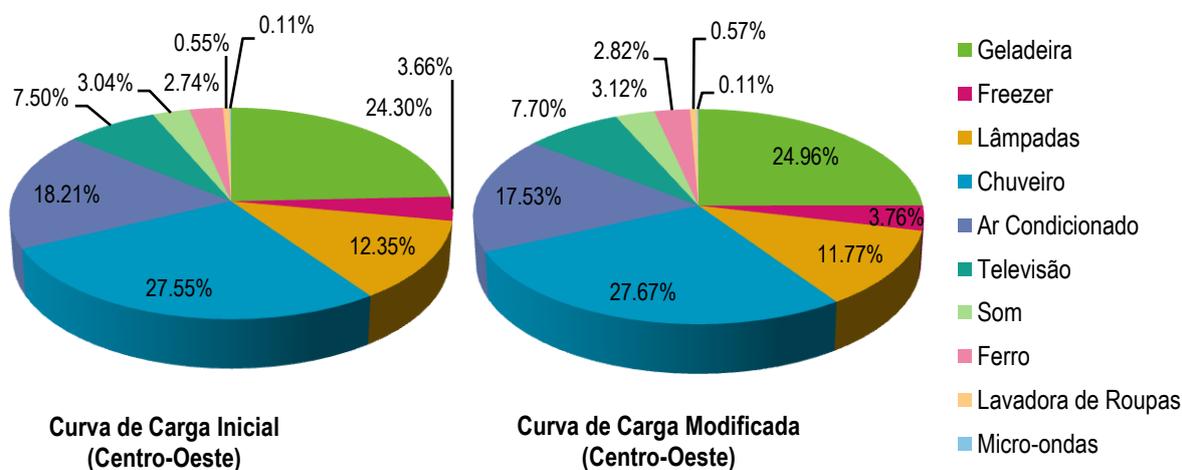


Gráfico 4-23: Participação dos eletrodomésticos no consumo total diário considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Centro-Oeste.

Conforme a Tabela 4-9, o consumo total diário da classe residencial da região Centro-Oeste apresentou uma redução de 2,64% com as medidas adotadas, valor próximo ao mínimo de 2,5% de redução de consumo dos grupos de teste do projeto demonstrativo de Salzburg. Uma diminuição maior na demanda de pico é constatada, 11,44%. Esses resultados podem ser explicados ao se considerar Tabela F.9 do Anexo F, em que se verifica que a demanda máxima exigida pela classe ocorria às 19:00, assim como na região Sul. Desta vez, no entanto, o deslocamento e a redução no uso de cargas nesse horário resultou em uma transferência do horário de pico para as 17:00.

Tabela 4-9: Consumo total diário e demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Centro-Oeste.

	Inicial	Modificada	$\Delta\%$
Consumo Total Diário (kWh)	3.579,17	3.484,65	-2,64%
Demanda de Pico (kW)	336,43	297,95	-11,44%

Com o Gráfico 4-24, analisa-se a demanda de pico dos dois cenários. Destaca-se o chuveiro elétrico como carga expressiva tanto no pico das 19:00 quanto no modificado, às 17:00. Apesar de nesse segundo a participação do chuveiro ser maior (72,8% quando anteriormente era 57,52%), o deslocamento desta carga das para outros horários contribuiu para a redução observada de 11,44% na demanda de pico. O horário de 17:00 em que passar a ocorrer a nova demanda máxima é ainda vantajoso em relação aos demais, uma vez que as lâmpadas não costumam ser necessárias quando a iluminação solar ainda é presente, como ocorre nesse horário.

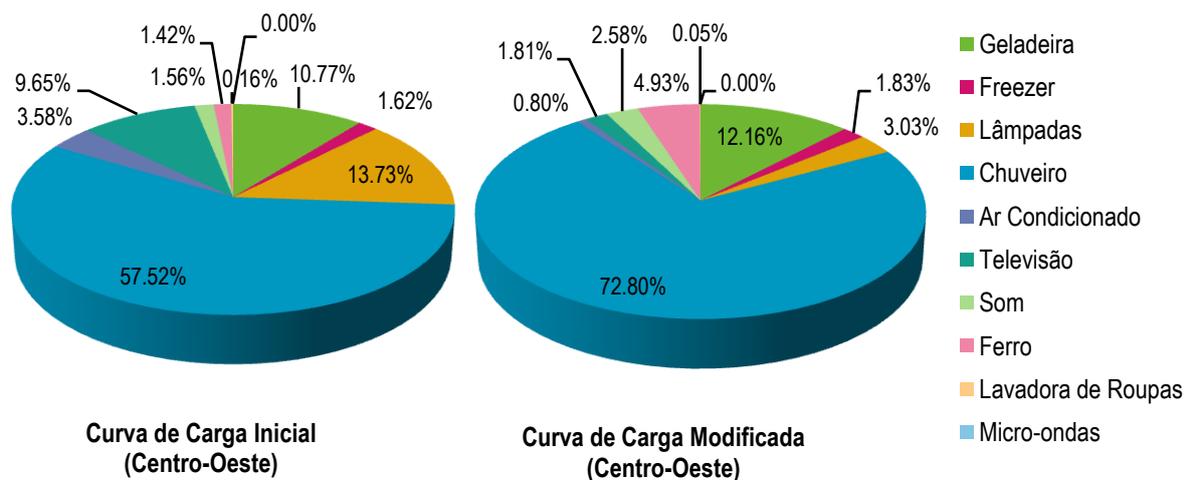


Gráfico 4-24: Participação dos eletrodomésticos na demanda de pico considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Centro-Oeste.

A Tabela 4-10 confere a análise do consumo de energia elétrica nos diferentes postos da Tarifa Branca para as duas situações estudadas. Assim como nas duas regiões anteriores, observa-se um aumento no consumo durante o posto intermediário (6,18%) e uma redução no consumo durante posto de ponta de (7,95%).

Tabela 4-10: Consumo de energia nos postos da Tarifa Branca considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Centro-Oeste.

Consumo nos postos da Tarifa Branca (kWh)			
	FP	IN	P
Inicial	2.367,73	337,66	873,78
	66,15%	9,43%	24,41%
Modificada	2.367,25	543,96	573,44
	67,93%	15,61%	16,46%

Apesar do deslocamento de grande parte da carga do chuveiro elétrico para o posto intermediário, este continuou a representar grande parte do consumo de energia durante o período de ponta, seguido da geladeira e das lâmpadas, como ilustra o Gráfico 4-25.

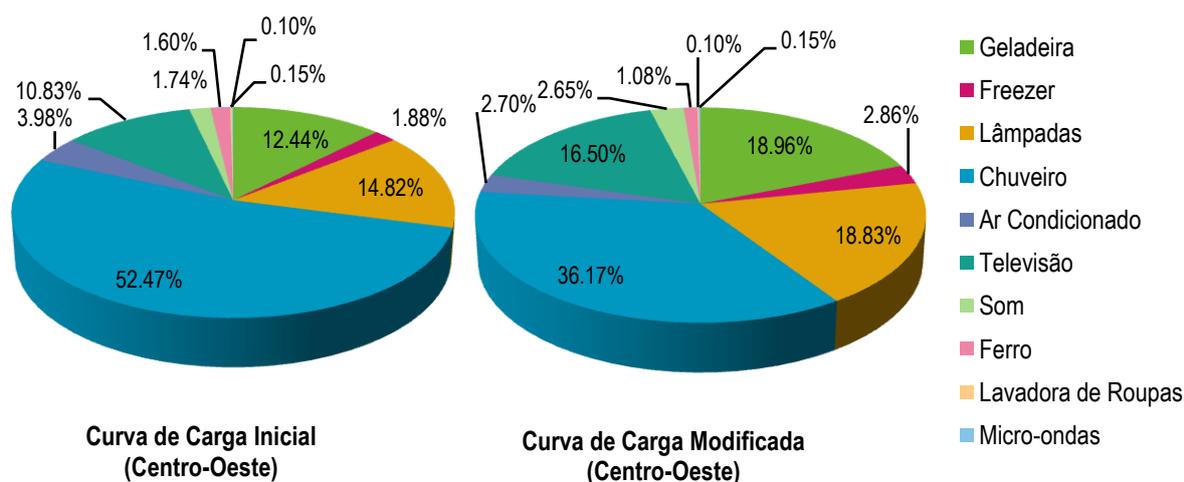


Gráfico 4-25: Participação dos eletrodomésticos no consumo de energia durante o posto de ponta (P) considerando as duas curvas de cargas da classe residencial da região Centro-Oeste.

4.3 CURVAS DE CARGA POR CONCESSIONÁRIA

Como explicitado no capítulo Materiais e Métodos, a mesma metodologia aplicada a uma região brasileira é ministrada para as concessionárias da respectiva região. A seguir, realiza-se uma análise comparativa entre os resultados por região e aqueles alcançados por meio da modificação das curvas de carga das concessionárias.

4.3.1 Concessionárias da Região Norte

Apesar do chuveiro elétrico e das lâmpadas serem mais representativas nas curvas de carga da concessionária B, as demais, A e C, contam com uma participação maior do aparelho de ar condicionado. As três concessionárias apresentam uma topologia de curva semelhante, inclusive com a topologia da curva de carga da região. Dessa forma, os resultados são próximos dos obtidos anteriormente e as considerações feitas para o cenário nortista podem ser replicadas para suas concessionárias.

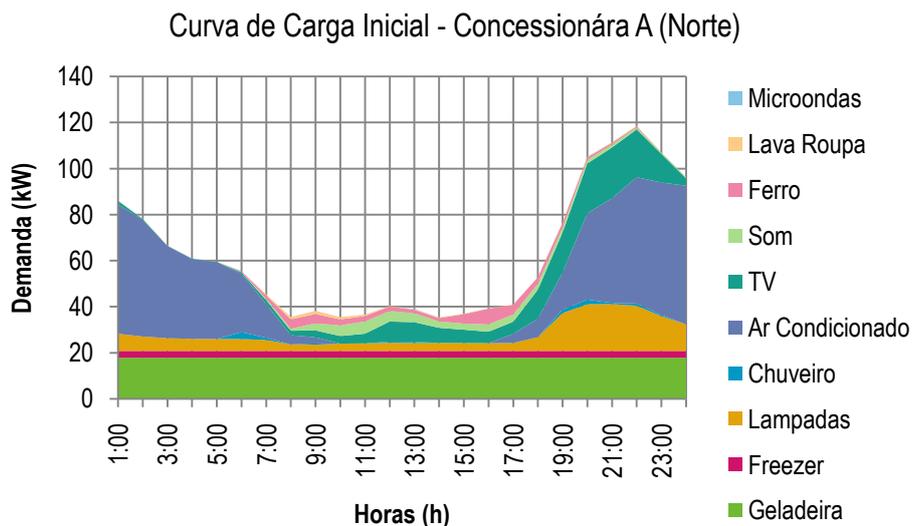


Gráfico 4-26: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária A da região Norte.

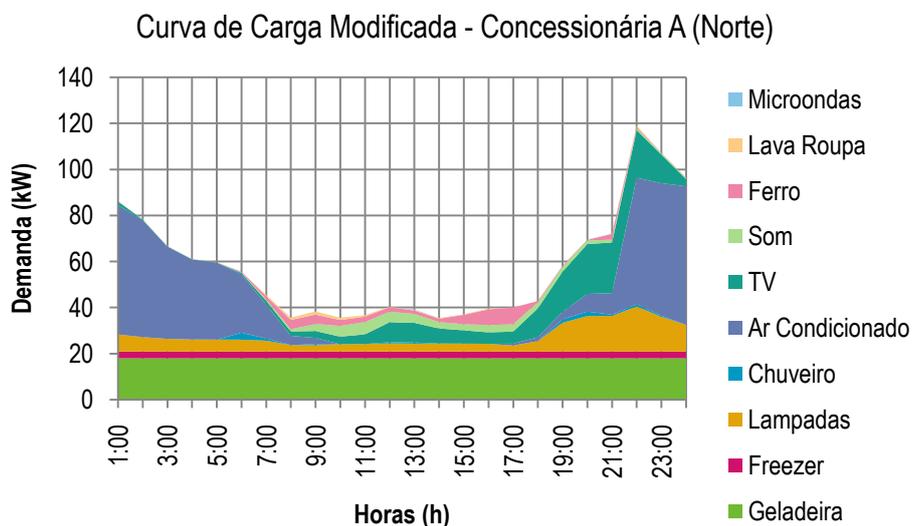


Gráfico 4-27: Curva de carga modificada para a Concessionária A da região Norte supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

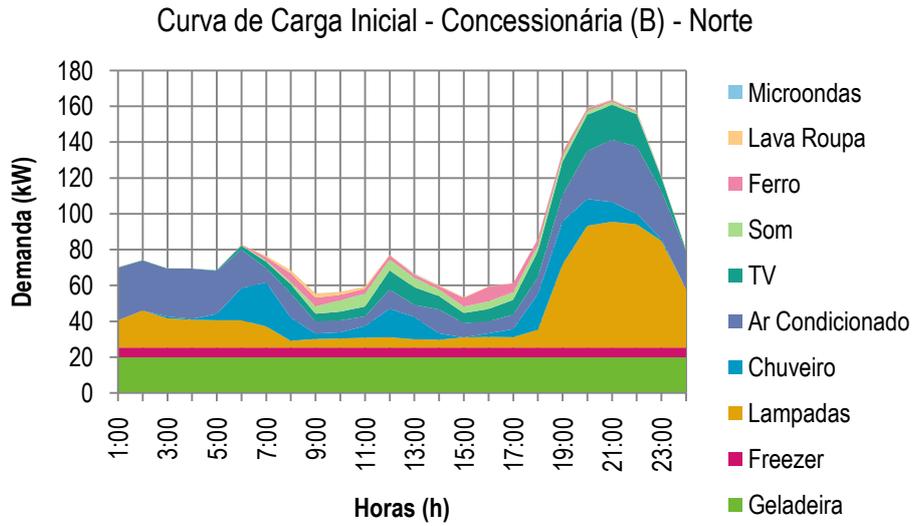


Gráfico 4-28: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária B da região Norte.

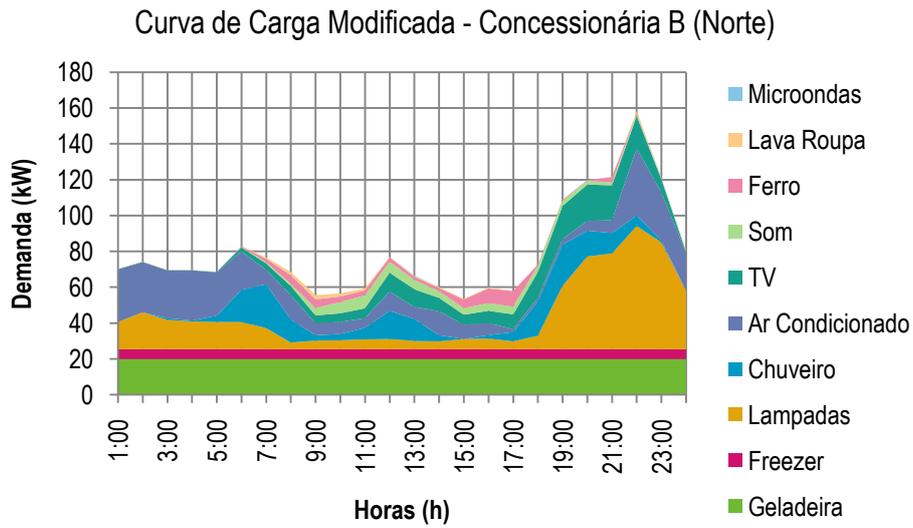


Gráfico 4-29: Curva de carga modificada para a Concessionária B da região Norte supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

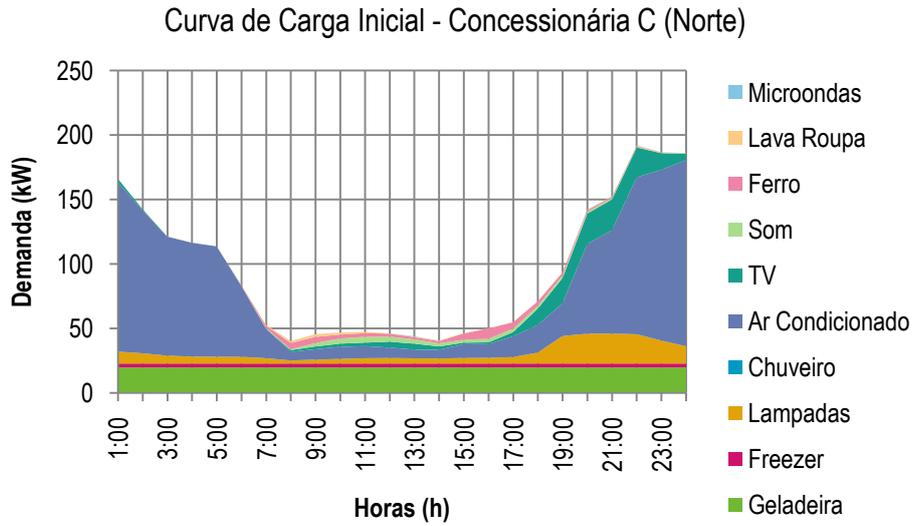


Gráfico 4-30: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária C da região Norte.

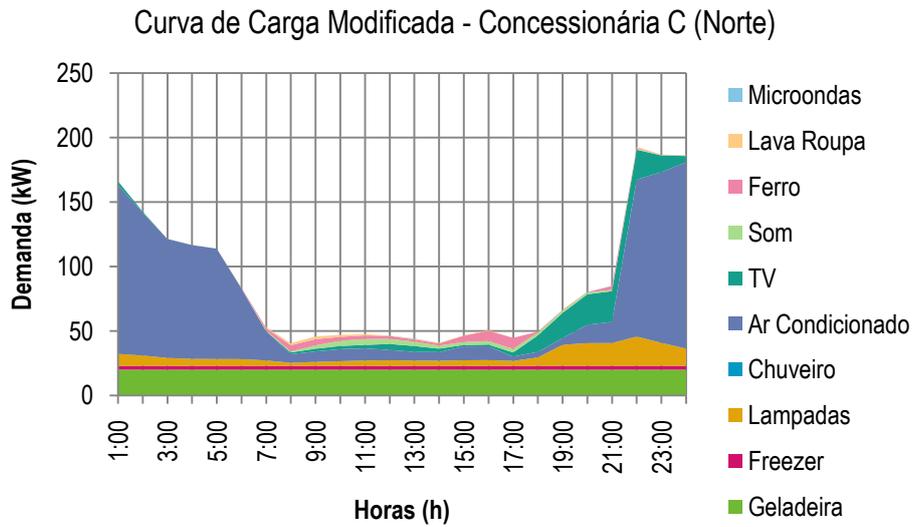


Gráfico 4-31: Curva de carga modificada para a Concessionária C da região Norte supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

4.3.2 Concessionárias da Região Nordeste

Entre as concessionárias nordestinas, destaca-se a demanda de pico com registros entre 21:00 e 22:00, com exceção da concessionária A, cuja demanda máxima se dá na primeira hora do dia. Ressalta-se a permanência do horário do pico no cenário da Tarifa Branca, resultado semelhante para a análise regional. Assim como se concluiu para a região Nordeste, a sinalização horária não contribui para a diminuição da demanda máxima da classe da região, apenas para a redução da demanda da classe residencial nacional durante o posto de ponta.

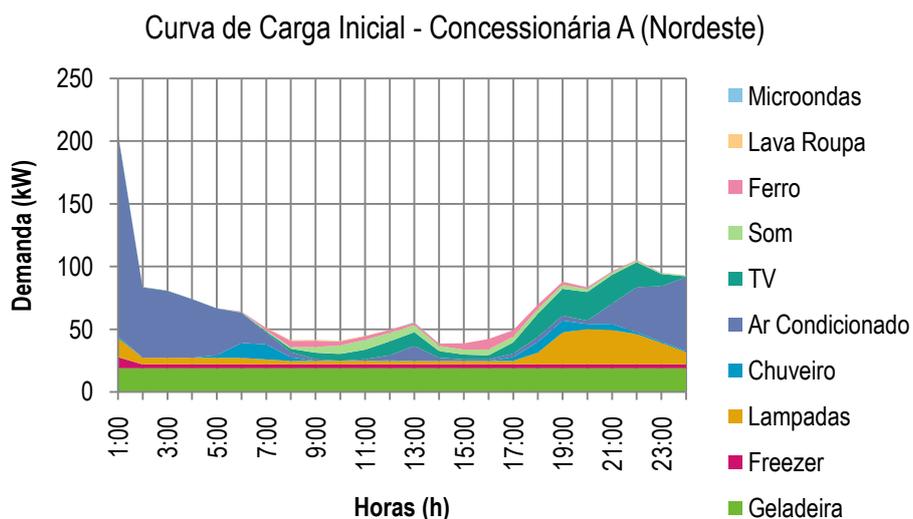


Gráfico 4-32: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária A da região Nordeste.

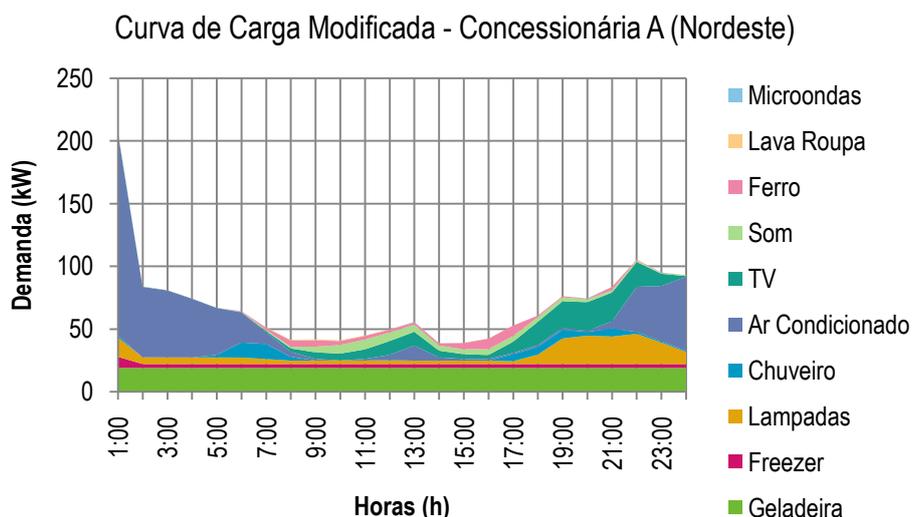


Gráfico 4-33: Curva de carga modificada para a Concessionária A da região Nordeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

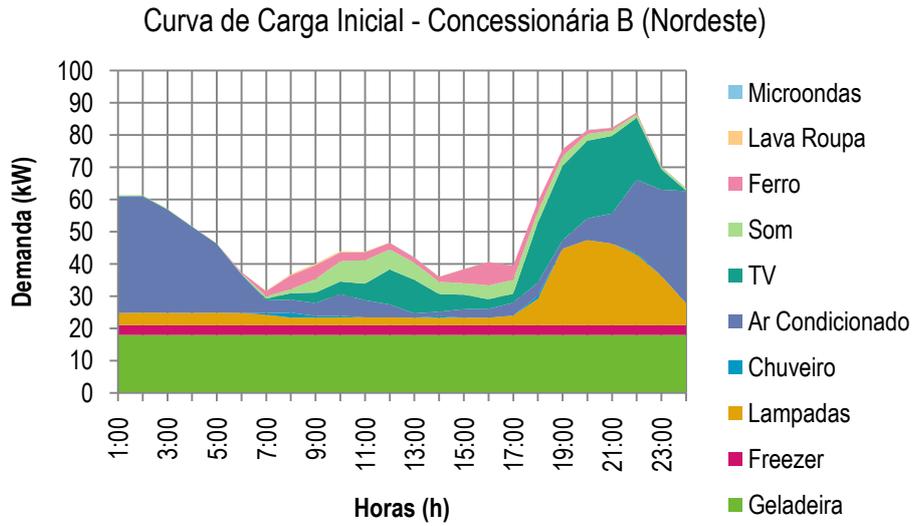


Gráfico 4-34: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária B da região Nordeste.

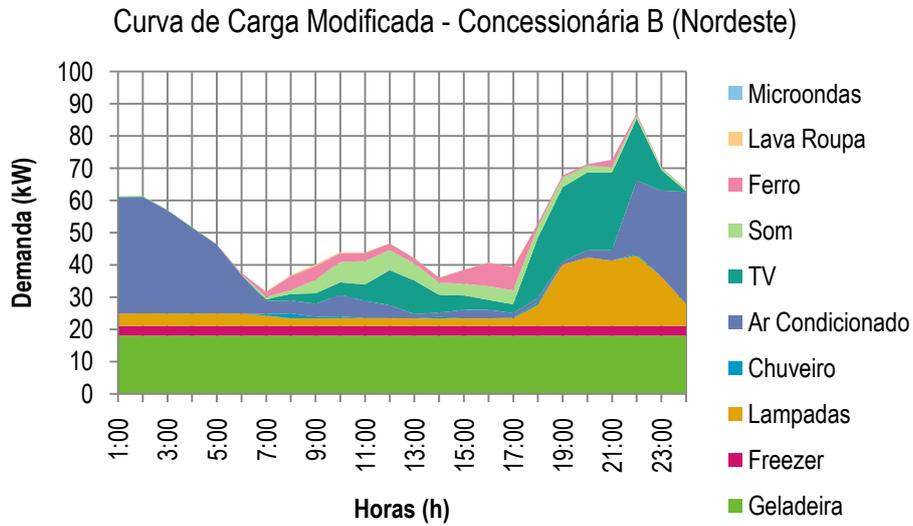


Gráfico 4-35: Curva de carga modificada para a Concessionária B da região Nordeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

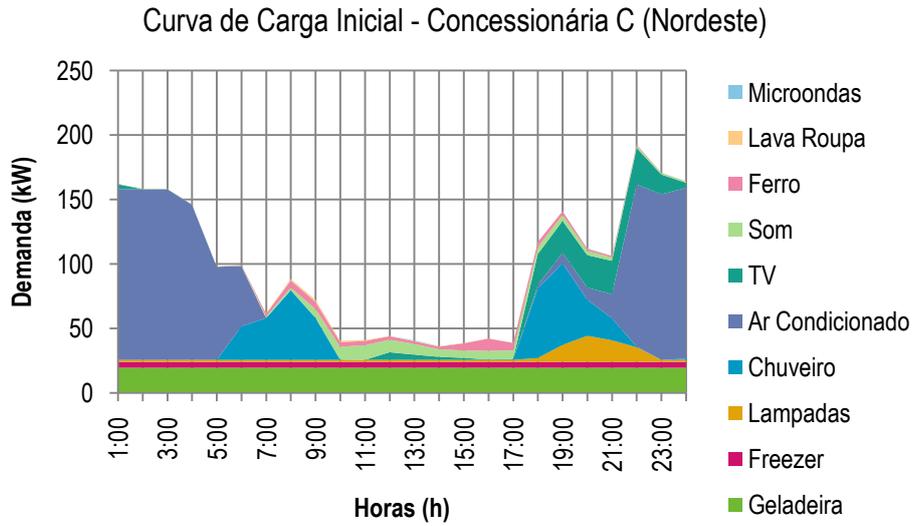


Gráfico 4-36: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária C da região Nordeste.

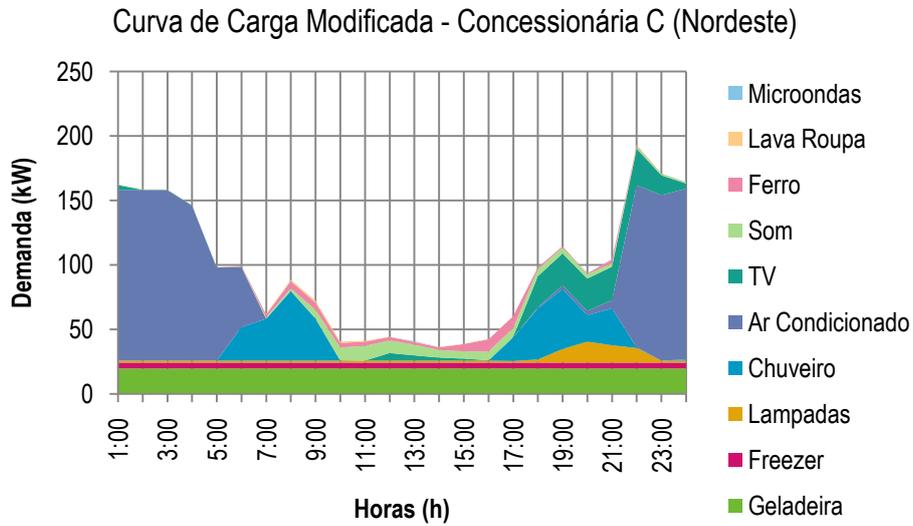


Gráfico 4-37: Curva de carga modificada para a Concessionária C da região Nordeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

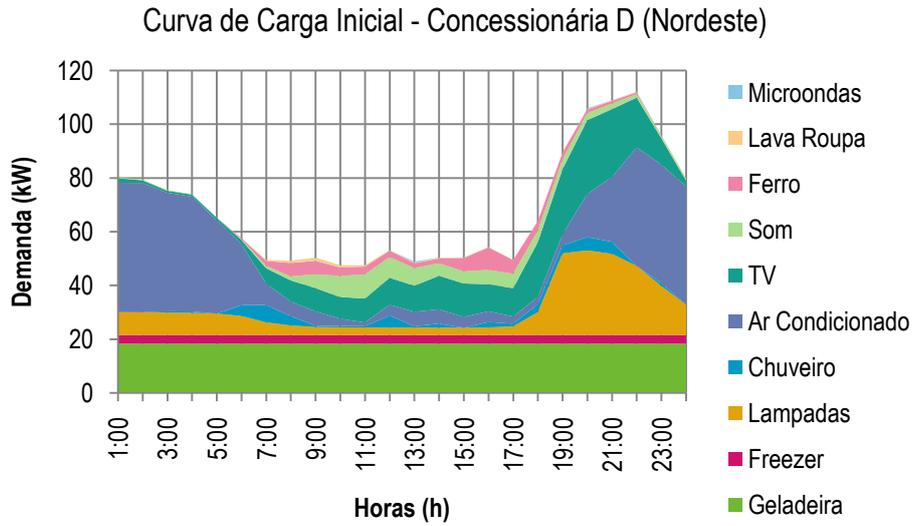


Gráfico 4-38: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária D da região Nordeste.

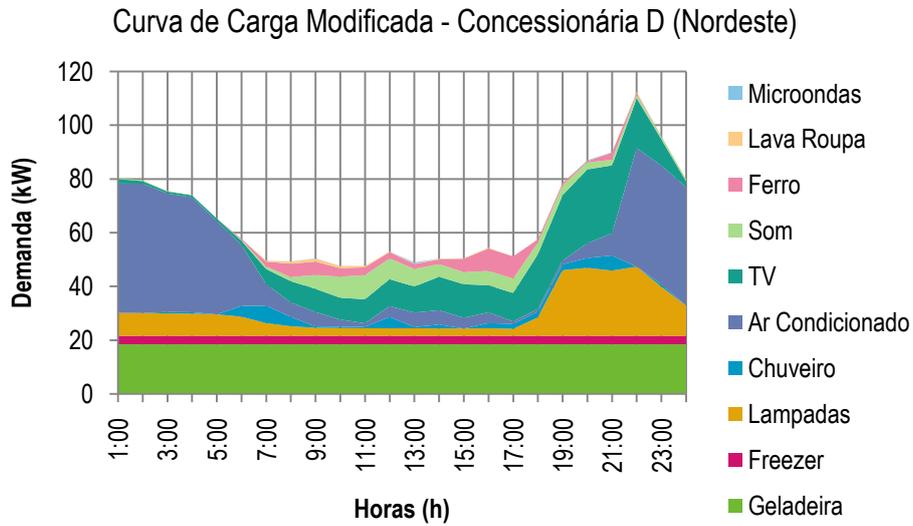


Gráfico 4-39: Curva de carga modificada para a Concessionária D da região Nordeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

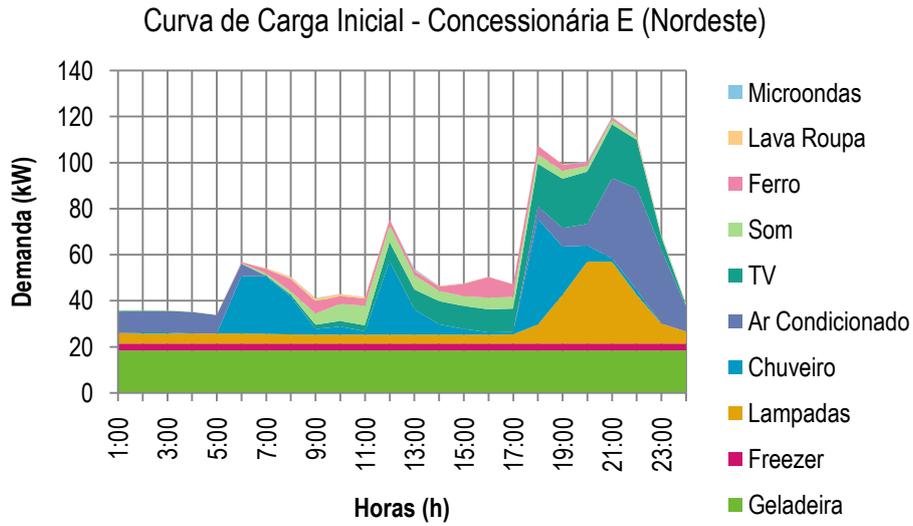


Gráfico 4-40: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária E da região Nordeste.

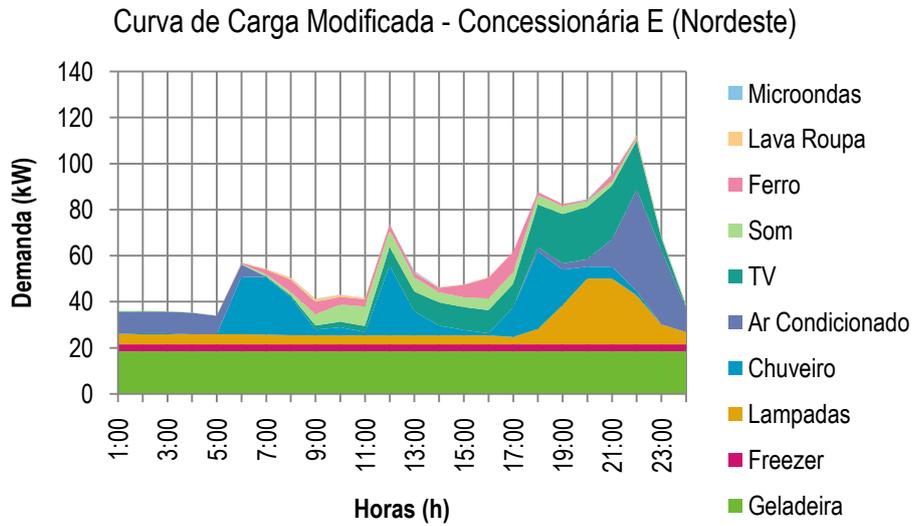


Gráfico 4-41: Curva de carga modificada para a Concessionária E da região Nordeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

4.3.3 Concessionárias da Região Sudeste

Assim como observado no cenário regional, a adesão da modalidade tarifária branca e o deslocamento de cargas do posto de ponta resultaram em um aumento da demanda de pico e na bipartição da curva durante este posto. Esse resultado foi observado em todas as curvas de carga de concessionárias, com exceção da Concessionária F, cuja carga de maior relevância entre 18:00 e 21:00 é o aparelho de ar condicionado e não o chuveiro elétrico, como nas demais. Por conseguinte, a análise feita para a curva de carga regional pode ser replicada para as concessionárias de A a E.

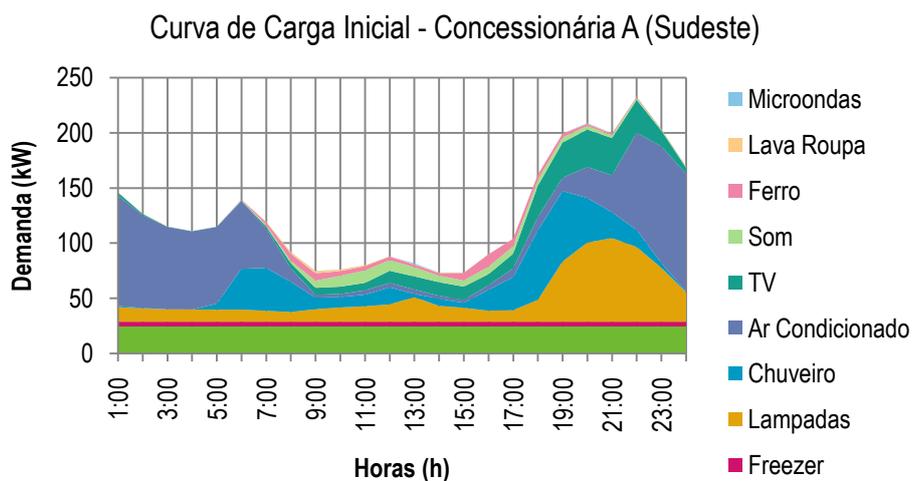


Gráfico 4-42: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária A da região Sudeste.

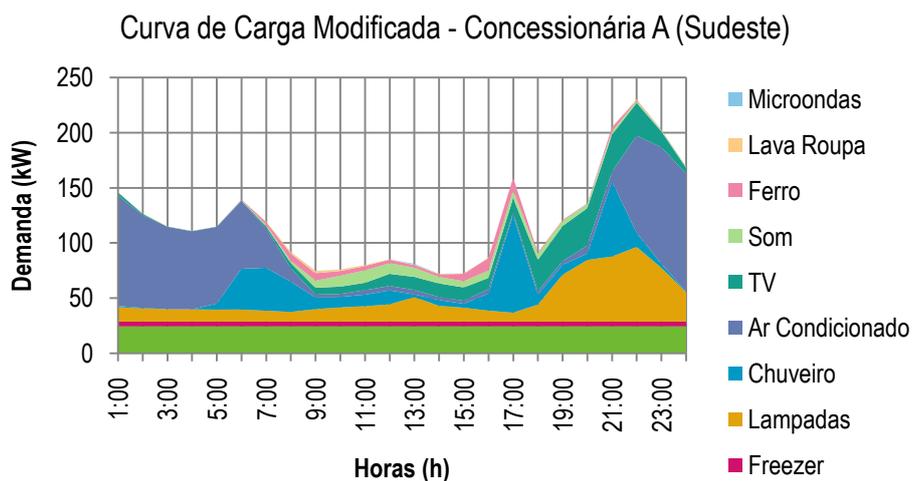


Gráfico 4-43: Curva de carga modificada para a Concessionária A da região Sudeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

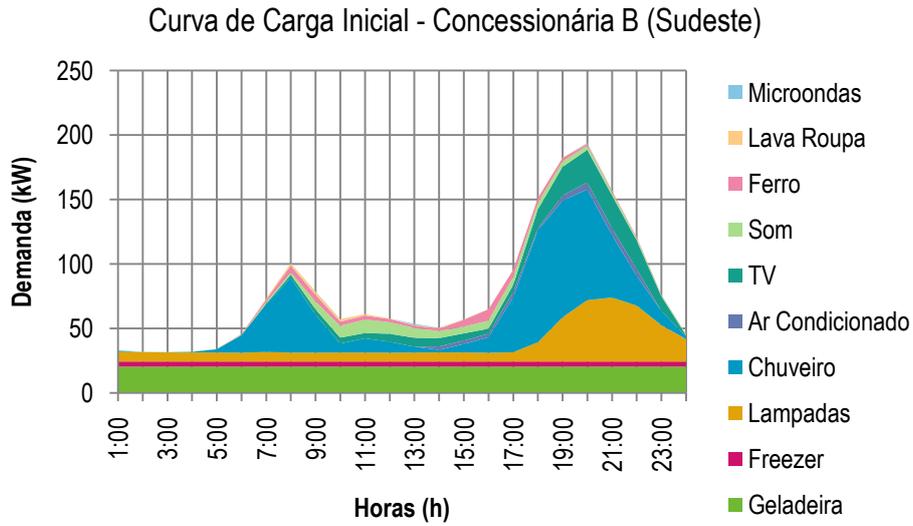


Gráfico 4-44: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária B da região Sudeste.

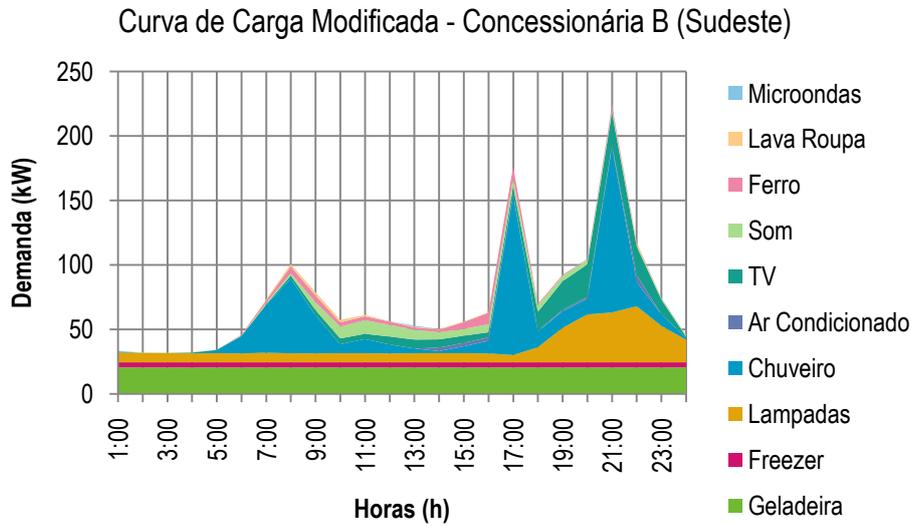


Gráfico 4-45: Curva de carga modificada para a Concessionária B da região Sudeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

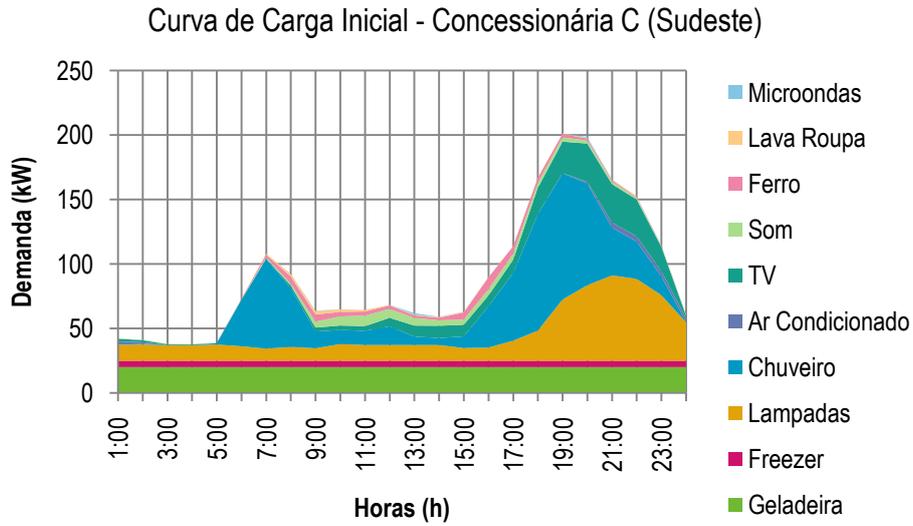


Gráfico 4-46: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária C da região Sudeste.

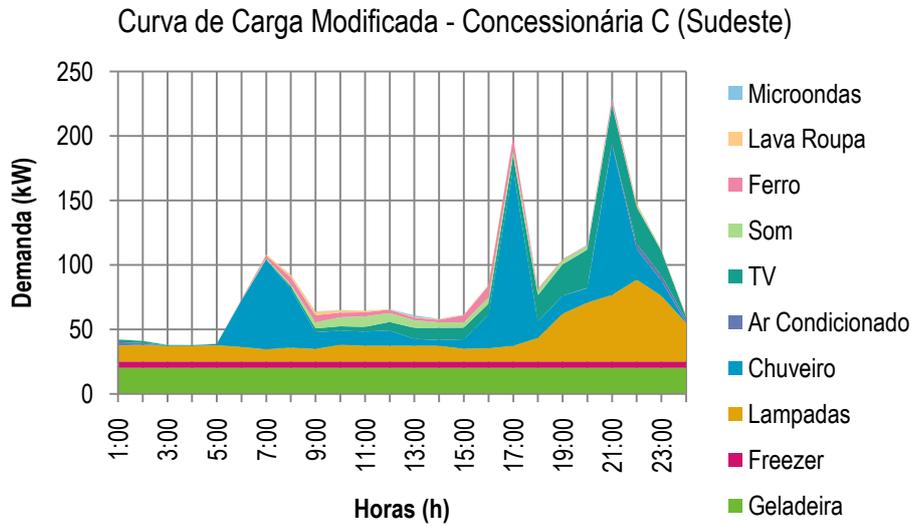


Gráfico 4-47: Curva de carga modificada para a Concessionária C da região Sudeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

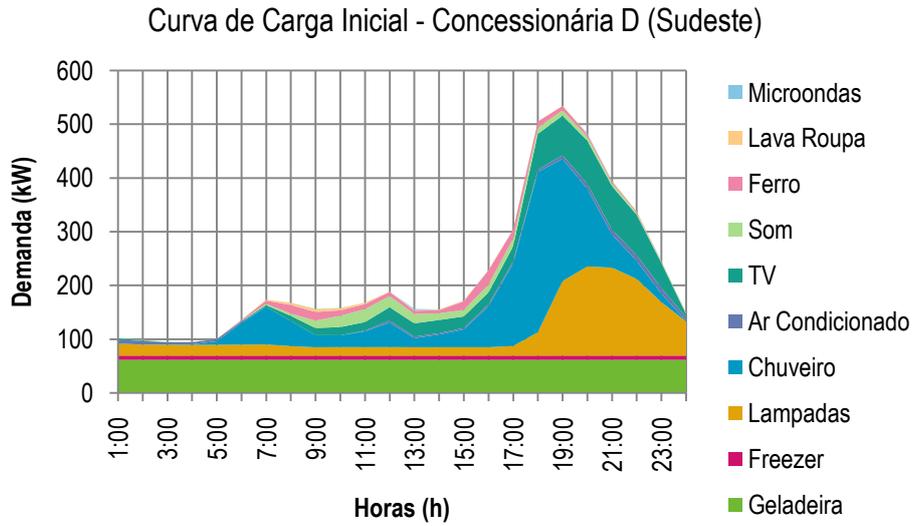


Gráfico 4-48: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária D da região Sudeste.

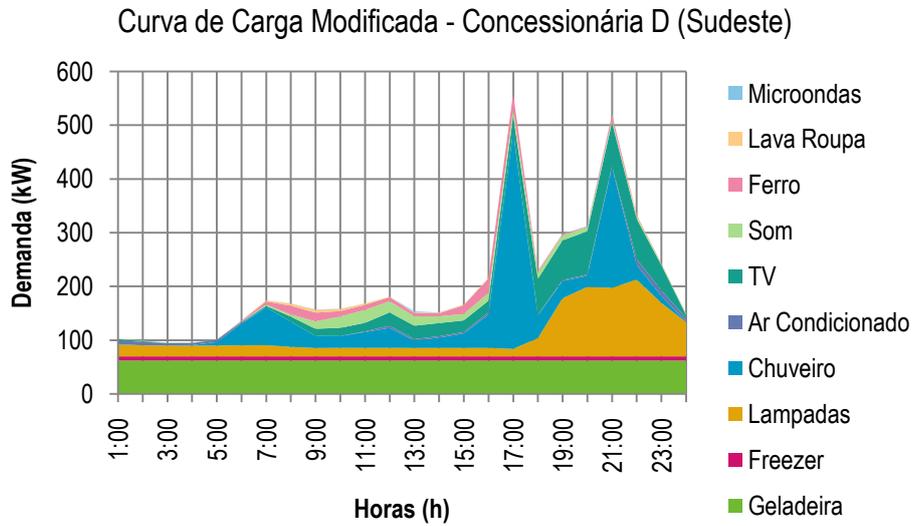


Gráfico 4-49: Curva de carga modificada para a Concessionária D da região Sudeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

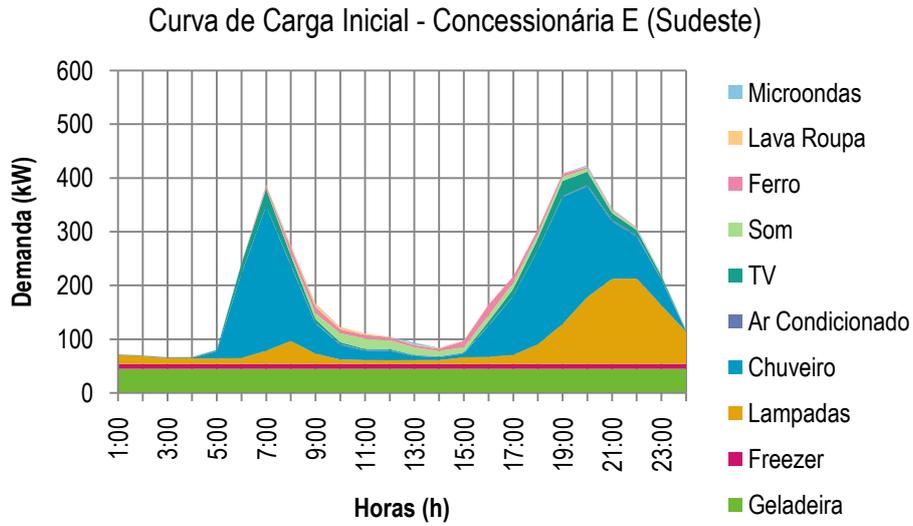


Gráfico 4-50: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária E da região Sudeste.

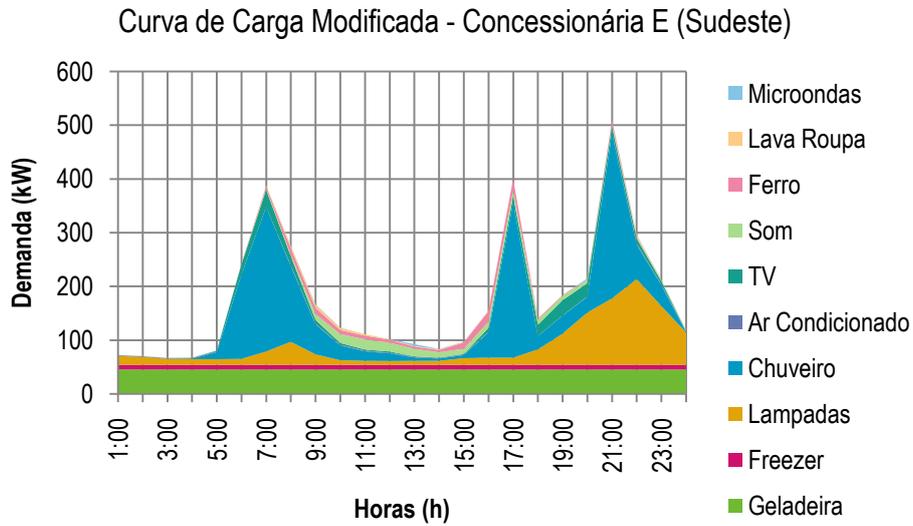


Gráfico 4-51: Curva de carga modificada para a Concessionária E da região Sudeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

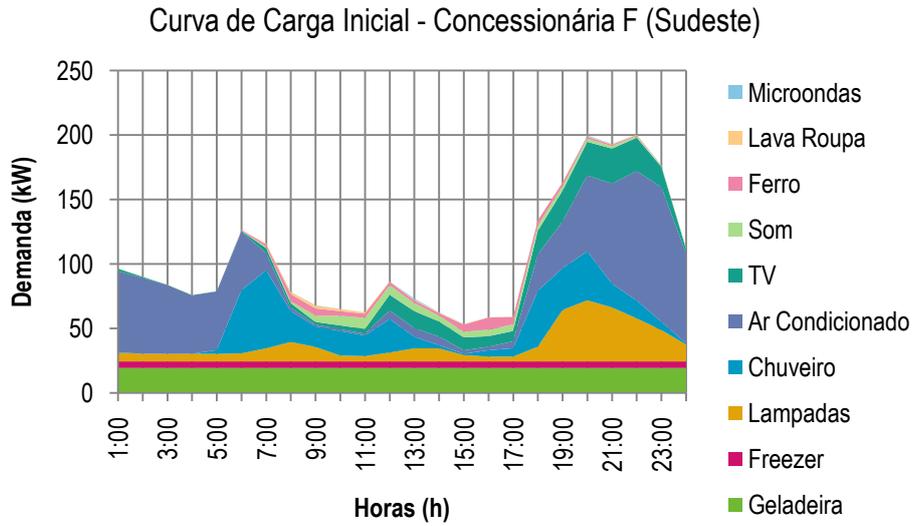


Gráfico 4-52: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária F da região Sudeste.

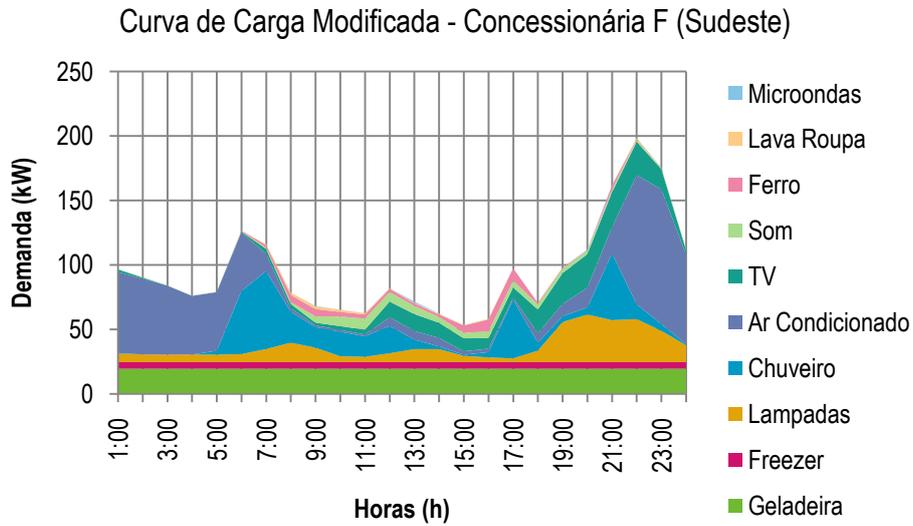


Gráfico 4-53: Curva de carga modificada para a Concessionária F da região Sudeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

4.3.4 Concessionárias da Região Sul

Com exceção da Concessionária A, em que se constata um uso mais tardio do chuveiro elétrico, as topologias obtidas para as concessionárias da região Sul se assemelharam entre si e entre a resultante apresentada na análise regional. A nova topologia, com três picos de demanda atenuados, representa um formato satisfatório para uma curva de carga de classe residencial em um contexto de ampla adoção da Tarifa Branca. A diminuição do crescimento da demanda a partir do posto intermediário é uma condição favorável para a operação das concessionárias e do setor elétrico em geral.

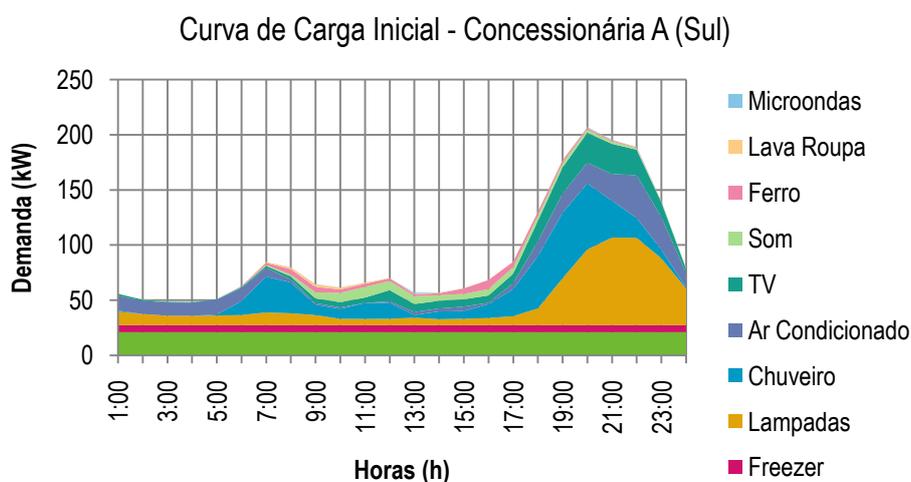


Gráfico 4-54: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária A da região Sul.

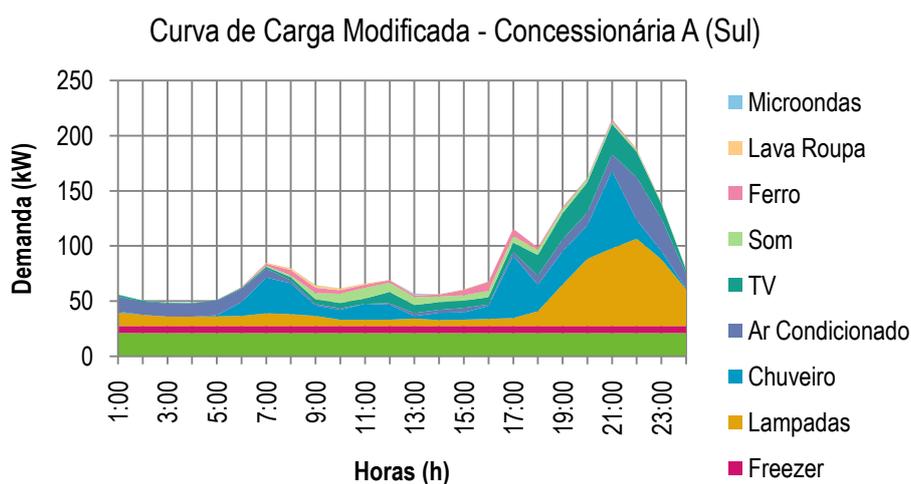


Gráfico 4-55: Curva de carga modificada para a Concessionária A da região Sul supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

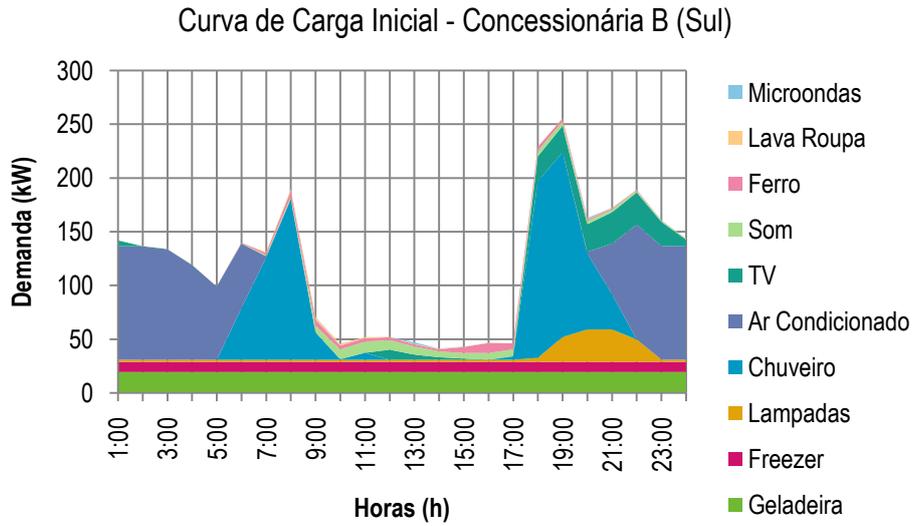


Gráfico 4-56: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária B da região Sul.

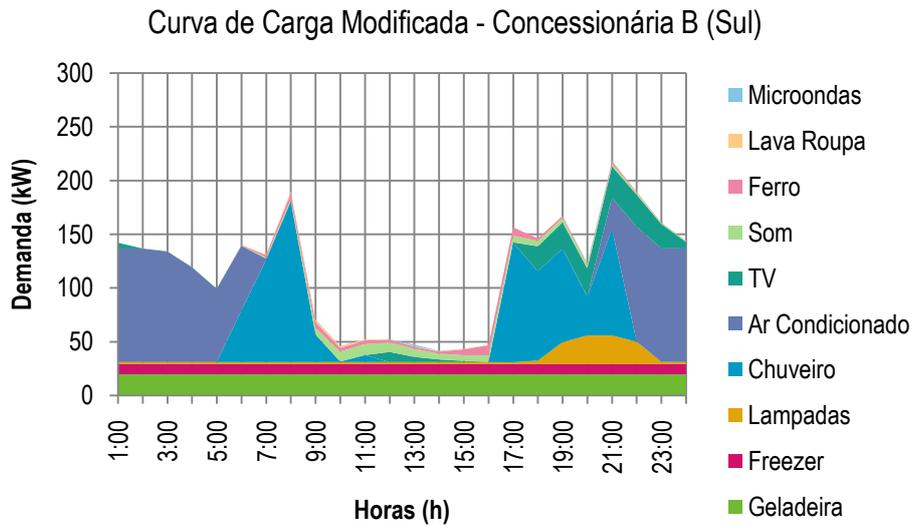


Gráfico 4-57: Curva de carga modificada para a Concessionária B da região Sul supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

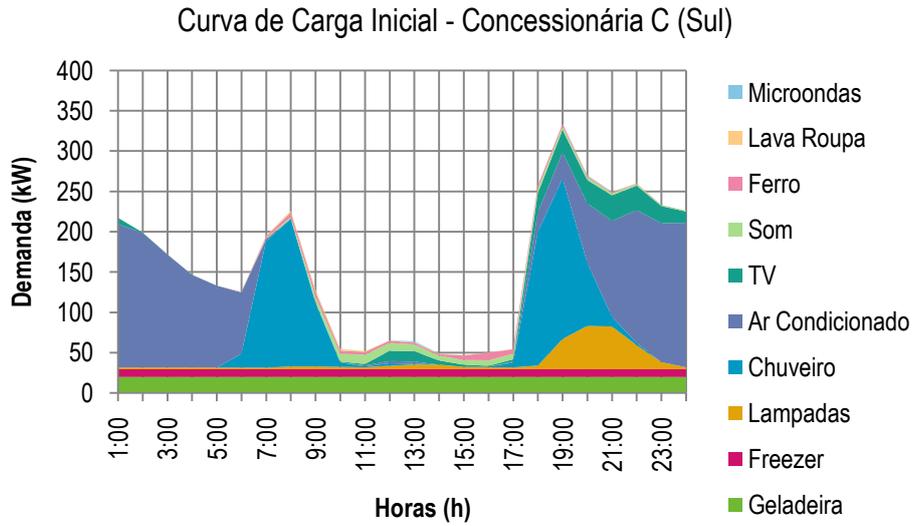


Gráfico 4-58: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária C da região Sul.

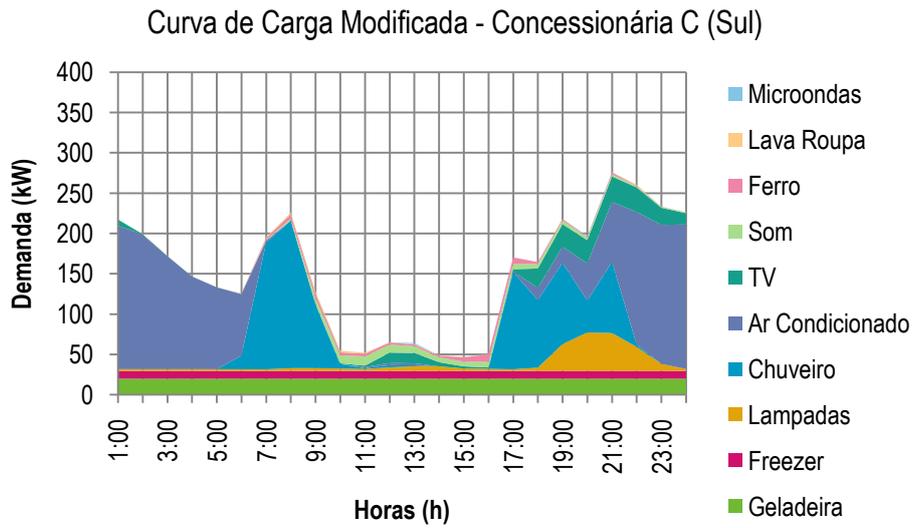


Gráfico 4-59: Curva de carga modificada para a Concessionária C da região Sul supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

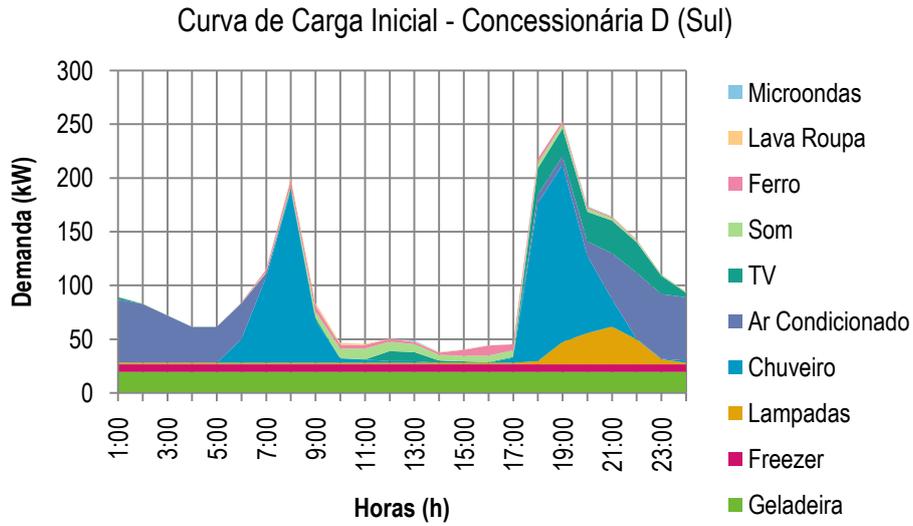


Gráfico 4-60: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária A da região Sul.

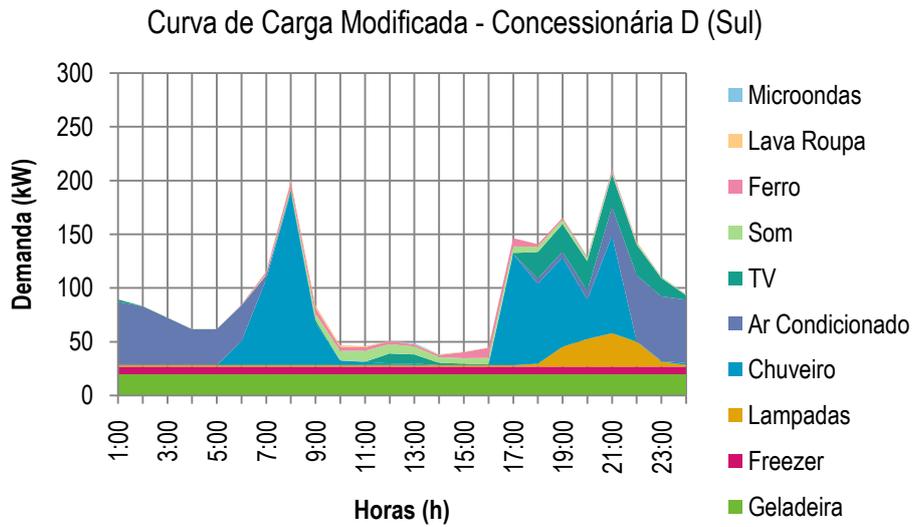


Gráfico 4-61: Curva de carga modificada para a Concessionária A da região Sul supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

4.3.5 Concessionárias da Região Centro-Oeste

O perfil do uso das cargas por parte da classe residencial da região Centro-Oeste, apesar de conferir três diferentes picos no segundo cenário, transfere a demanda máxima para o primeiro posto intermediário, assim como ocorreu no caso regional. Apesar de ser uma topologia semelhante à da região Sul, o fato da demanda máxima se apresentar como o primeiro pico é uma situação prejudicial para a operação das concessionárias.

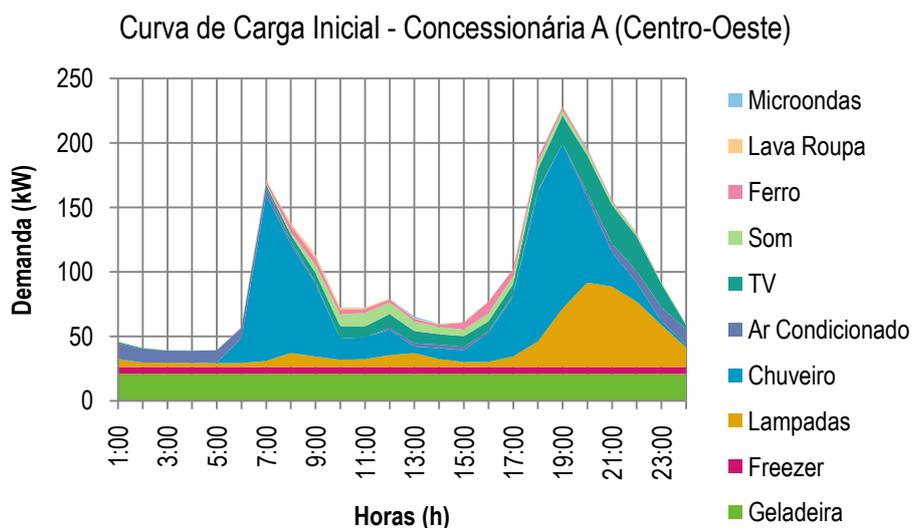


Gráfico 4-62: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária A da região Centro-Oeste.

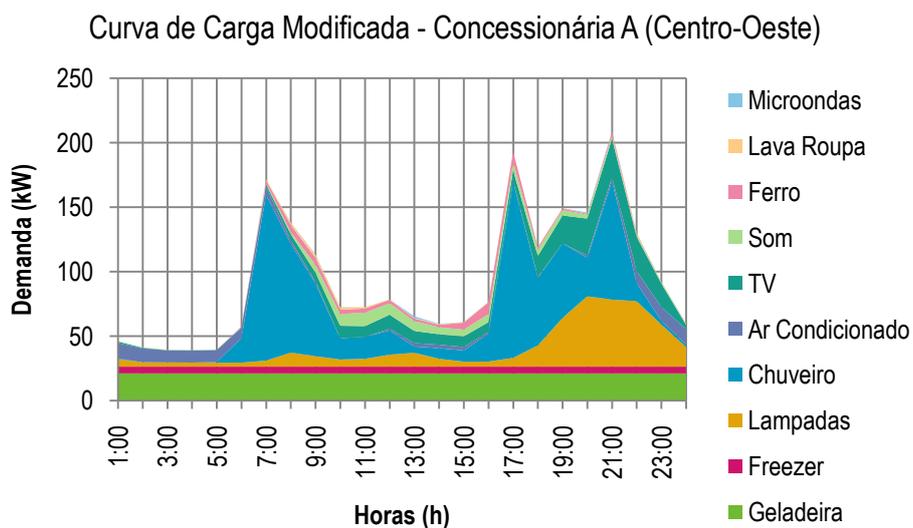


Gráfico 4-63: Curva de carga modificada para a Concessionária A da região Centro-Oeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

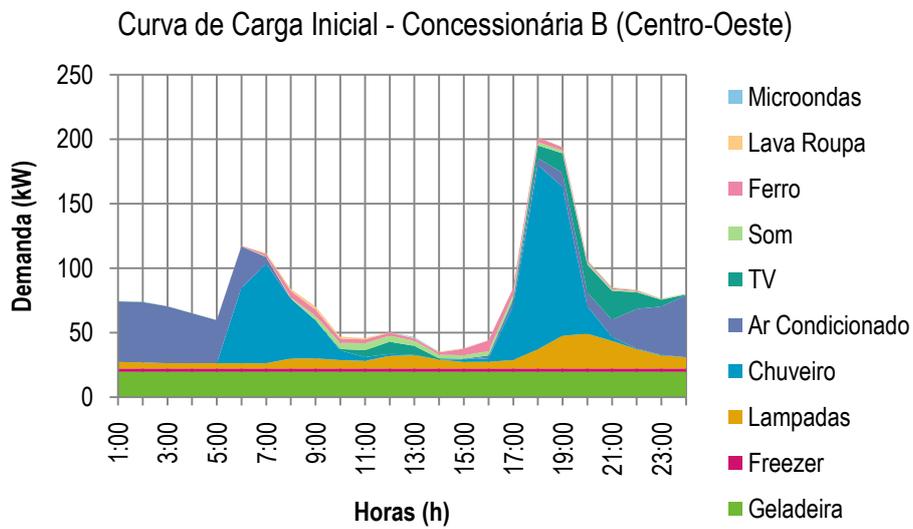


Gráfico 4-64: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária A da região Centro-Oeste.

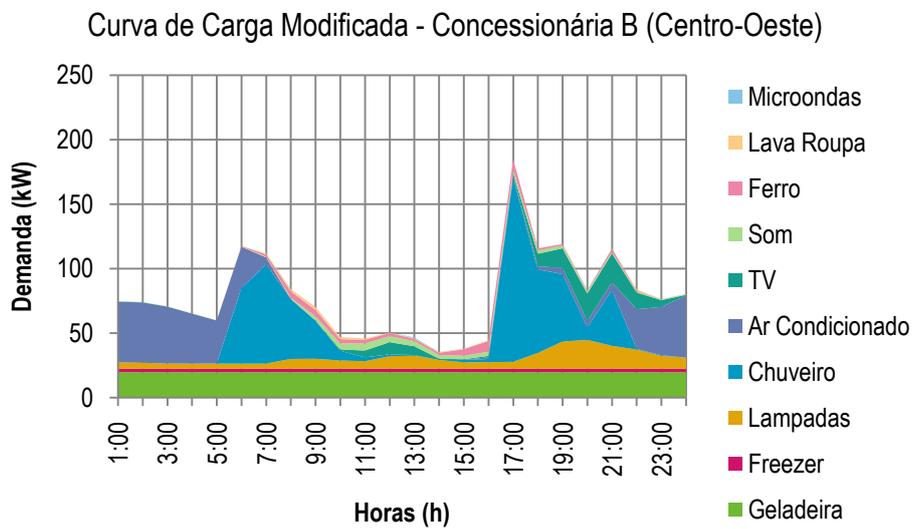


Gráfico 4-65: Curva de carga modificada para a Concessionária A da região Centro-Oeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

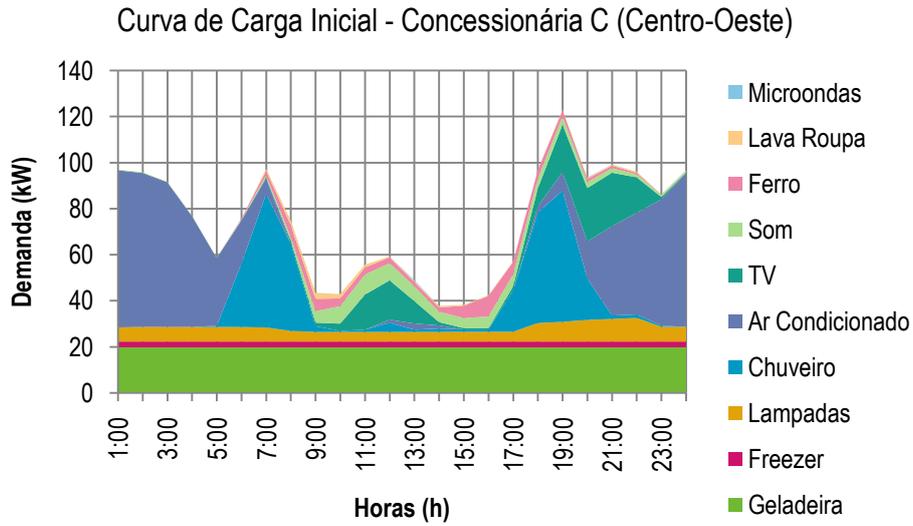


Gráfico 4-66: Curva de carga estimada pela PPH para a Concessionária A da região Centro-Oeste.

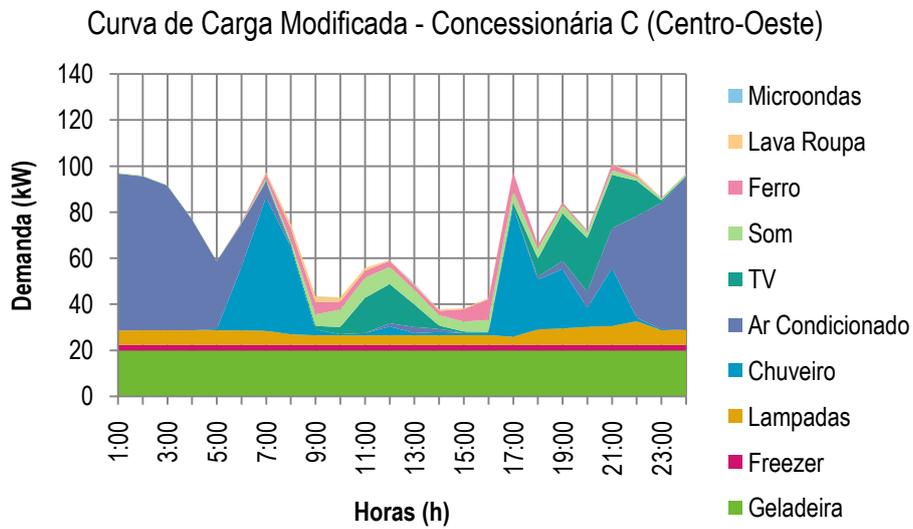


Gráfico 4-67: Curva de carga modificada para a Concessionária A da região Centro-Oeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises deste capítulo exploraram 26 curvas de carga da classe residencial, 5 regionais e 21 das concessionárias participantes da PPH de 2005. A partir dessas, outras 26 curvas foram criadas a partir das hipóteses levantadas no capítulo anterior, que contemplam a adesão de parte dos consumidores à Tarifa Branca e ao sistema solar de aquecimento de água, motivando o deslocamento e a diminuição do uso de cargas no posto de ponta.

Essas práticas, advindas de testes em projetos demonstrativos de REI com foco no posicionamento mais ativo do consumidor residencial, tiveram sua eficácia avaliada para o atual contexto energético da classe residencial brasileira. Para tanto, as análises trabalharam sob uma visão comparativa com as 52 curvas de carga mencionadas, avaliando a flexibilidade e topologia quando consideradas as hipóteses.

Ao fim das discussões, constatou-se que a nova topologia assumida pela curva de carga de uma região brasileira é verificada também na maioria de suas concessionárias. As exceções se aplicam às concessionárias cujo perfil do consumidor com relação à posse e horário de uso de eletrodomésticos é destoante dos demais. Notou-se ainda que, apesar das curvas de carga regionais apresentarem diferentes participações entre os equipamentos, algumas se assemelharam na topologia quando aplicadas as reduções e os deslocamentos de carga. Este foi o caso das regiões Norte e Nordeste, e Sul e Centro-Oeste.

Essas constatações permitiram concluir que a tarifação da energia com base na sinalização horária deve ser moldada de acordo com a topologia inicial da curva de carga da região. Do contrário, ela não promoverá uma redução significativa da demanda de pico e do consumo de energia durante o posto de ponta, conforme foi observado em algumas curvas de carga do estudo. Ao examinar essas mesmas curvas de carga, concluiu-se que ações governamentais de estímulo a compra de equipamentos eficientes e a propagação do conhecimento acerca do consumo de energia consciente são outras soluções viáveis. Elas, eventualmente, contribuem para uma postura mais participativa do consumidor, que se tornam mais dispostos a assumir a responsabilidade de diminuir o uso de cargas entre 18:00 e 21:00.

Deve-se lembrar, sobretudo, das limitações presentes nas hipóteses adotadas e dos materiais utilizados. Houve diversas simplificações com relação à postura dos consumidores e ausência

de um tratamento estatístico robusto. Em um cenário real, por exemplo, não se pode confiar que os consumidores que aderiram à Tarifa Branca não utilizarão o aparelho de ar condicionado no posto de ponta em um dia quente. Com relação aos dados da PPH que serviram de base do estudo, apesar de ainda serem considerados nos embasamentos dos estudos feitos pela EPE, esses se encontram defasados dada a velocidade com que avança o consumismo e a ascensão tecnológica. Um exemplo é a posse diminuta de aparelhos de micro-ondas por parte dos entrevistados e o amplo uso de lâmpadas incandescentes na iluminação residencial.

Pode-se afirmar que os cenários aqui projetados para as 26 curvas de carga da PPH permitiram uma evolução do estudo acerca da receptividade das práticas estudadas em projetos demonstrativos de REI, tanto brasileiros quanto internacionais, por parte da classe residencial brasileira. Ao se embasar em questionários considerados confiáveis pela EPE, o trabalho procurou a abordagem mais próxima da realidade disponível para simular os efeitos da adesão dessas práticas, uma metodologia não encontrada em trabalhos anteriores.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Apresentam-se neste último capítulo as conclusões do estudo e uma breve sugestão de trabalhos futuros com abordagem semelhante.

5.1 CONCLUSÕES

Após o desenvolvimento do conteúdo ao longo dos capítulos do presente trabalho, é relevante o potencial da classe consumidora residencial em contribuir com a redução da demanda nacional no horário de ponta. Com a análise das situações criadas a partir dos dados e curvas de carga estimadas pela Pesquisa de Posse e Hábitos de 2005, iniciativa da Eletrobrás/PROCEL, foi possível verificar certa flexibilização nos hábitos de uso dos eletrodomésticos por parte das unidades consumidoras frente a um cenário de incentivo à gestão de energia pelo lado da demanda.

Com base nos resultados observados para os cenários em que tecnologias e práticas estudadas nos projetos demonstrativos de redes elétricas inteligentes foram adotadas pelo consumidor brasileiro do grupo B1, evidencia-se a aplicabilidade dessas medidas como fatores que propiciam a redução de consumo e demanda. Posto isso, elas possibilitam que a atual infraestrutura possa atender um crescimento de carga sem novos investimentos, o que reverte em prol do consumidor como modicidade tarifária.

Os resultados permitiram ainda a análise do potencial de flexibilização da curva de carga da classe residencial brasileira, objetivo específico deste trabalho. Considerando a projeção de novos perfis de consumo para as 5 regiões do país e para 21 concessionárias, verificaram-se significativas diferenças entre as novas topologias das curvas regionais. As regiões Norte e Nordeste se mostraram participativas apenas na diminuição do consumo de energia, enquanto as demais contribuíram também com a redução da demanda no posto de ponta. Com relação às curvas de carga das concessionárias, respostas semelhantes entre distribuidoras de uma mesma região foram observadas. As 3 que se apresentaram como exceção possuem configuração de uso das cargas diferente da média regional.

Por fim, este trabalho acadêmico ressaltou a importância dos estudos que visam o desenvolvimento de uma rede mais moderna capaz de contribuir para a resolução dos problemas enfrentados pelo Setor Elétrico. Concluiu-se que as tecnologias e práticas em estudo são aplicáveis ao contexto brasileiro, uma vez que a classe residencial se mostrou disposta a assumir novos hábitos de consumo frente a incentivos, sejam esses advindos de políticas públicas ou a partir de novos contratos de serviços oferecidos pelas concessionárias. Essa transformação da população em um agente ativo do Setor representa para as concessionárias uma oportunidade significativa de postergação de investimentos, condição que sugere uma reavaliação imediata da pouca diversidade de modalidades de serviços ao consumidor residencial.

5.2 SUGESTÕES PARA DESENVOLVIMENTO FUTURO

Outros estudos podem ser desenvolvidos de modo a complementar e enriquecer a análise do trabalho em questão. Dentro do tema de redes elétricas inteligentes com foco no consumidor residencial, sugerem-se como abordagens em trabalhos futuros:

1. Realizar um tratamento estatístico robusto nas premissas adotadas para a aplicação da metodologia;
2. Considerar a adoção de outras tecnologias e práticas do estado da arte de redes elétricas inteligentes que possam estimular a mudança de hábitos das unidades consumidoras;
3. Estudar a participação de outras cargas relevantes no cotidiano da classe residencial brasileira nas curvas de carga, em especial os aparelhos eletrônicos e lava-louças;
4. Discutir perguntas que possam enriquecer os resultados da próxima Pesquisa de Posse e Hábitos para avaliar as condições de implantação de uma rede elétrica inteligente no Brasil;
5. Expandir a análise a outras concessionárias do país.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. EUROPEAN COMMISSION. **Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future**. EUR 22040 — European Technology Platform SmartGrids. Luxemburgo, p. 44. 2006.
2. AMIN, S. M.; WOLLENBERG, B. F. Toward a Smart Grid. **IEEE Power & Energy Magazine**, 2005.
3. U.S. GOVERNMENT. **The Energy Independence and Security Act of 2007**. [S.l.], 2007.
4. EUROPEAN COMMISSION. **Smart Grid projects in Europe: Lessons learned and current developments - 2012 update**. EUR 251815 EN - Joint Research Centre - Institute for Energy and Transport. Luxemburgo, p. 142. 2013.
5. THE DEPARTMENT OF ENERGY'S OFFICE OF ELECTRICITY DELIVERY AND ENERGY RELIABILITY (OE). Smart Grid Demonstration Program. **Smartgrid.Gov**, 2016. Disponivel em: <https://www.smartgrid.gov/recovery_act/overview/smart_grid_demonstration_program.html>. Acesso em: 4 Junho 2016.
6. ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Manual de Frascati 2002: Metodologia proposta para levantamentos sobre pesquisa e desenvolvimento experimental**. F. Iniciativas Assessoria em P&D. [S.l.], p. 324. 2013.
7. VAASA ETT. **Smart Grid 2013 Global Report**. Ventyx. São Francisco, p. 37. 2013.
8. ENERGINET.DK. **EcoGrid EU – A Prototype for European Smart Grids, Deliverable D6.7: Overall evaluation and conclusion**. Energinet.dk. [S.l.], p. 92. 2016.
9. FRIEDERICH KUPZOG, H. B. **RESULTS & FINDINGS FROM THE SMART GRIDS MODEL REGION SALZBURG**. AIT Austrian Institute of Technology GmbH. [S.l.], 2013.
- 10 GARETH POWELLS, H. B. **Key Social Science Findings: Domestic and SME Customers**. Durham University. [S.l.], p. 10. 2015.
- 11 PRATA, A. T. **Redes Elétricas Inteligentes: Diálogo Setorial Brasil-União Europeia (2014)**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Brasília, p. 204. 2014.

- 12 REIS, T. Projeto Parintins ganha prêmio nacional. **PROCEL INFO**, 2014. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?ViewID=%7B8D1AC2E8-F790-4B7E-8DDD-CAF4CDD2BC34%7D¶ms=itemID=%7B4DBE2739-882A-4F0F-9582-BF9918AC5B14%7D;&UIPartUID=%7BD90F22DB-05D4-4644-A8F2-FAD4803C8898%7D>>. Acesso em: 20 Junho 2016.
- 13 ELETROBRÁS – CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. **PESQUISA DE POSSE DE EQUIPAMENTOS E HÁBITOS DE USO - ANO BASE 2005: Classe Residencial Relatório Brasil**. Departamento de Planejamento e Estudos de Conservação de Energia - DPS. Rio de Janeiro, p. 187. 2007.
- 14 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010: Famílias e Domicílios - Resultados da Amostra**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, p. 199. 2010.
- 15 ELETROBRÁS – CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. **AValiação DO MERCADO DE EFICIÊNCIA, SUMÁRIO EXECUTIVO: ANO BASE 2005**. Rio de Janeiro, p. 77. 2007.
- 16 PAULI, A. A. **Smart Grid: O Modelo Brasileiro**. Ministério da Fazenda. Brasília, p. 34. 2012.
- 17 BROWN J., H. C. Public demonstration projects and field trials: Accelerating commercialisation of sustainable technology in solar photovoltaics. **Energy Policy**, v. 37, p. 2560-2573, 2009.
- 18 HONEBEIN, P. C. . C. R. F. . B. C. Building a social roadmap for the smart grid. **Electricity Journal** 24, 2011. 78-85.
- 19 VERBONG, G. P. J. . B. S. . S. F. Smart grids or smart users? Involving users in developing a low carbon electricity economy. **Energy Policy** 52, 2013. 117–125.
- 20 JACKSON, T. **Motivating Sustainable Consumption - a review of evidence on consumer behaviour and behavioural change**. University of Surrey. [S.l.]. 2005.
- 21 AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST Módulo 1**. Brasília, p. 61. 2016.
- 22 FAGUNDES, W. D. C. **ESTIMATIVA DO FATOR DE CARGA (FC) E FATOR DE DEMANDA (FD) DE CONSUMIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA VIA**

- MEDIÇÃO E PESQUISA DE POSSES E HÁBITOS.** PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO - PUC-RIO. Rio de Janeiro. 2011.
- 23 JÚNIOR, E. A.; BORGES, T. S. **Projeto e Desenvolvimento de um sistema para . medição e monitoramento remoto de energia elétrica.** SENAI - II Semana de tecnologia em automação industrial. [S.l.]: [s.n.]. 2010.
- 24 LEITE, D. R. V. **Medidores Eletrônicos: Análise De Viabilidade Econômica No . Contexto Das Redes Inteligentes.** Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia. Brasília, p. 81. 2013.
- 25 COMPANHIA ENERGÉTICA DE BRASÍLIA - CEB. **NTD 6.01: FORNECIMENTO . DE ENERGIA ELÉTRICA EM TENSÃO SECUNDÁRIA A UNIDADES CONSUMIDORAS INDIVIDUAIS E AGRUPADAS.** Brasília, p. 189. 2014.
- 26 DAIMON. **CARACTERIZAÇÃO DA CARGA DA CEB.** Brasília, p. 95. 2011.
- .
- 27 EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Anuário Estatístico de Energia . Elétrica 2015: Ano Base 2014.** Brasília, p. 232. 2015.
- 28 ELETROBRÁS – CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. **AVALIAÇÃO DO . MERCADO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO BRASIL: SIMULAÇÃO DE POTENCIAIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA A CLASSE RESIDENCIAL.** Brasília, p. 214. 2007.
- 29 AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **RESOLUÇÃO . NORMATIVA Nº 479.** Brasília, p. 56. 2012.
- 30 AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução Normativa . Nº 414/2010: Atualizada até a REN 499/2012.** Brasília. 2012.
- 31 AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Nota Técnica no . 311/2010.** Brasília, p. 12. 2010.
- 32 DUARTE, D. P. **MODELO DE AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS DE . IMPLEMENTAÇÃO DE FUNCIONALIDADES DE REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES EM SISTEMAS COM ALTO GRAU DE HETEROGENEIDADE. Tese de Doutorado.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 198. 2014.
- 33 LAMIN, H. **ANÁLISE DE IMPACTO REGULATÓRIO DA IMPLANTAÇÃO DE**

- . **REDES INTELIGENTES NO BRASIL. Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica.** Universidade de Brasília. Brasília, p. 300. 2013.
- 34 EPE, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **NOTA TÉCNICA DEA 13/15: Demanda de Energia 2050.** Brasília, p. 257. 2016.
- 35 BRAGA, N. B. **GERENCIAMENTO PELO LADO DA DEMANDA EM ÁREAS RESIDENCIAIS. Projeto de Graduação.** Escola Politécnica Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 75. 2014.
- 36 EUROPEAN COMMISSION. **Smart Grid Projects Outlook 2014.** Joint Research Centre. [S.l.], p. 157. 2014.
- 37 EUROPEAN COMMISSION. **The social dimension of Smart Grids: Consumer, community, society.** Joint Research Centre. [S.l.], p. 47. 2013.
- 38 ELETROBRÁS – CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. **PESQUISA DE POSSE DE EQUIPAMENTOS E HÁBITOS DE USO - ANO BASE 2005: Classe Residencial Relatório Centro-Oeste.** Departamento de Planejamento e Estudos de Conservação de Energia - DPS. Rio de Janeiro, p. 182. 2007.
- 39 PESQUISA DE POSSE DE EQUIPAMENTOS E HÁBITOS DE USO - ANO BASE 2005: Classe Residencial Relatório Nordeste. Departamento de Planejamento e Estudos de Conservação de Energia - DPS. Rio de Janeiro, p. 182. 2007.
- 40 ELETROBRÁS – CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. **PESQUISA DE POSSE DE EQUIPAMENTOS E HÁBITOS DE USO - ANO BASE 2005: Classe Residencial Relatório Nordeste.** Departamento de Planejamento e Estudos de Conservação de Energia - DPS. Rio de Janeiro. 2007.
- 41 ELETROBRÁS – CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. **PESQUISA DE POSSE DE EQUIPAMENTOS E HÁBITOS DE USO - ANO BASE 2005: Classe Residencial Relatório Norte.** Departamento de Planejamento e Estudos de Conservação de Energia - DPS. Rio de Janeiro, p. 161. 2007.
- 42 ELETROBRÁS – CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. **PESQUISA DE POSSE DE EQUIPAMENTOS E HÁBITOS DE USO - ANO BASE 2005: Classe Residencial Relatório Sudeste.** Departamento de Planejamento e Estudos de Conservação de Energia - DPS. Rio de Janeiro, p. 181. 2007.
- 43 ELETROBRÁS – CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. **PESQUISA DE**

. POSSE DE EQUIPAMENTOS E HÁBITOS DE USO - ANO BASE 2005: Classe Residencial Relatório Sul. Departamento de Planejamento e Estudos de Conservação de Energia - DPS. Rio de Janeiro, p. 160. 2007.

44 LIMA, R. R. D. S. **Complexo eletrônico: a evolução recente e os desafios para o setor e para a atuação do BNDES.** BNDES. [S.l.], p. 56. 2012.

ANEXOS

A. Resultados da PPH - Região Norte

Tabela A.1: Resultado dos questionários da região Norte sobre redução de consumo.

			Se fosse o preço da energia elétrica fosse mais barato fora do período de 18 às 21 horas, você reduziria seu consumo neste período				Total
			Sim	Depende do desconto	Não	NS/NR	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	370	63	6	10	449
		%	82,4%	14,0%	1,3%	2,2%	100,0%
	201 a 300	Casos	66	15	1	3	85
		%	77,6%	17,6%	1,2%	3,5%	100,0%
	> 300	Casos	81	24	4	7	116
		%	69,8%	20,7%	3,4%	6,0%	100,0%
Total	Casos	517	102	11	20	650	
	%	79,5%	15,7%	1,7%	3,1%	100,0%	

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Norte (ELETROBRÁS, 2007).

Tabela A.2: Resultado dos questionários da região Norte sobre banho no horário de ponta.

			Se o preço da energia fosse o dobro no horário de ponta, evitaria tomar banho nesse período					Total
			Sim	Não	Uns sim, outros não	NS/NR	NA	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	5	1	1	1	441	449
		%	1,1%	,2%	,2%	,2%	98,2%	100,0%
	201 a 300	Casos	2	1		1	81	85
		%	2,4%	1,2%		1,2%	95,3%	100,0%
	> 300	Casos	8	1	2	3	102	116
		%	6,9%	,9%	1,7%	2,6%	87,9%	100,0%
Total	Casos	15	3	3	5	624	650	
	%	2,3%	,5%	,5%	,8%	96,0%	100,0%	

Nota: A coluna NA representa os consumidores que não possuem chuveiro elétrico.

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Norte (ELETROBRÁS, 2007).

Tabela A.3: Resultado dos questionários da região Norte sobre pretensão de troca do sistema de aquecimento de água de banho.

			Mudaria seu sistema de aquecimento de água de banho, para solar					Total
			Sim	Não	Depende do custo	NS/NR	NA	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	3	44	4	81	317	449
		%	,7%	9,8%	,9%	18,0%	70,6%	100,0%
	201 a 300	Casos	3	10	2	16	54	85
		%	3,5%	11,8%	2,4%	18,8%	63,5%	100,0%
	> 300	Casos	4	17	4	34	57	116
		%	3,4%	14,7%	3,4%	29,3%	49,1%	100,0%
Total	Casos	10	71	10	131	428	650	
	%	1,5%	10,9%	1,5%	20,2%	65,8%	100,0%	

Nota: A coluna NA representa os consumidores que possuem aquecedor solar, os que não o conhecem ou nunca ouviram falar e NS/NR se conhecem.

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Norte (ELETROBRÁS, 2007).

Tabela A.4: Quadros de posses médias da região Norte.

		Quantidade de televisores			Quantidade de refrigeradores			Quantidade de freezer		
		Média	Desvio	N	Média	Desvio	N	Média	Desvio	N
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	1,03	,43	449	,92	,29	449	,09	,29	449
	201 a 300	1,32	,58	85	1,01	,33	85	,24	,45	85
	> 300	1,55	,76	116	1,03	,26	116	,41	,53	116
Total		1,16	,56	650	,95	,29	650	,17	,39	650

		Quantidade de ar condicionado			Quantidade de chuveiro elétrico		
		Média	Desvio	N	Média	Desvio	N
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	,06	,27	449	,02	,18	449
	201 a 300	,27	,59	85	,05	,21	85
	> 300	1,04	1,16	116	,16	,47	116
Total		,27	,69	650	,05	,26	650

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Norte (ELETROBRÁS, 2007).

B. Resultados da PPH - Região Nordeste

Tabela B.1: Resultado dos questionários da região Nordeste sobre redução de consumo.

			Se fosse o preço da energia elétrica fosse mais barato fora do período de 18 às 21 horas, você reduziria seu consumo neste período				Total
			Sim	Depende do desconto	Não	NS/NR	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	542	176	85	57	860
		%	63,0%	20,5%	9,9%	6,6%	100,0%
	201 a 300	Casos	95	17	9	7	128
		%	74,2%	13,3%	7,0%	5,5%	100,0%
	> 300	Casos	119	17	18	8	162
		%	73,5%	10,5%	11,1%	4,9%	100,0%
Total	Casos	756	210	112	72	1150	
	%	65,7%	18,3%	9,7%	6,3%	100,0%	

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Nordeste (ELETROBRÁS, 2007).

Tabela B.2: Resultado dos questionários da região Nordeste sobre banho no horário de ponta.

			Se o preço da energia fosse o dobro no horário de ponta, evitaria tomar banho nesse período					Total
			Sim	Não	Uns sim, outros não	NS/NR	NA	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	133	17	17	19	674	860
		%	15,5%	2,0%	2,0%	2,2%	78,4%	100,0%
	201 a 300	Casos	46	3	5	8	66	128
		%	35,9%	2,3%	3,9%	6,3%	51,6%	100,0%
	> 300	Casos	63	15	10	13	61	162
		%	38,9%	9,3%	6,2%	8,0%	37,7%	100,0%
Total	Casos	242	35	32	40	801	1150	
	%	21,0%	3,0%	2,8%	3,5%	69,7%	100,0%	

Nota: A coluna NA representa os consumidores que não possuem chuveiro elétrico.

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Nordeste (ELETROBRÁS, 2007).

Tabela B.3: Resultado dos questionários da região Nordeste sobre pretensão de troca do sistema de aquecimento de água de banho.

			Mudaria seu sistema de aquecimento de água de banho, para solar					Total
			Sim	Não	Depende do custo	NS/NR	NA	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	32	141	36	91	560	860
		%	3,7%	16,4%	4,2%	10,6%	65,1%	100,0%
	201 a 300	Casos	12	26	6	17	67	128
		%	9,4%	20,3%	4,7%	13,3%	52,3%	100,0%
	> 300	Casos	19	32	10	20	81	162
		%	11,7%	19,8%	6,2%	12,3%	50,0%	100,0%
Total	Casos	63	199	52	128	708	1150	
	%	5,5%	17,3%	4,5%	11,1%	61,6%	100,0%	

Nota: A coluna NA representa os consumidores que possuem aquecedor solar, os que não o conhecem ou nunca ouviram falar e NS/NR se conhecem.

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Nordeste (ELETROBRÁS, 2007).

Tabela B.4: Quadros de posses médias da região Nordeste.

		Quantidade de televisores			Quantidade de refrigeradores			Quantidade de freezer		
		Média	Desvio	N	Média	Desvio	N	Média	Desvio	N
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	1,09	,43	860	,92	,28	860	,08	,26	860
	201 a 300	1,63	,63	128	1,00	,18	128	,34	,49	128
	> 300	2,15	,96	162	1,06	,35	162	,60	,56	162
Total		1,30	,68	1150	,95	,28	1150	,18	,40	1150

		Quantidade de ar condicionado			Quantidade de chuveiro elétrico		
		Média	Desvio	N	Média	Desvio	N
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	,03	,18	860	,24	,50	860
	201 a 300	,30	,57	128	,59	,70	128
	> 300	1,01	1,25	162	1,06	1,04	162
Total		,20	,63	1150	,40	,69	1150

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Nordeste (ELETROBRÁS, 2007).

C. Resultados da PPH - Região Sudeste

Tabela C.1: Resultado dos questionários da região Sudeste sobre redução de consumo.

			Se fosse o preço da energia elétrica fosse mais barato fora do período de 18 às 21 horas, você reduziria seu consumo neste período				Total
			Sim	Depende do desconto	Não	NS/NR	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	1076	188	104	82	1450
		%	74,2%	13,0%	7,2%	5,7%	100,0%
	201 a 300	Casos	266	50	17	21	354
		%	75,1%	14,1%	4,8%	5,9%	100,0%
	> 300	Casos	208	49	21	18	296
		%	70,3%	16,6%	7,1%	6,1%	100,0%
Total	Casos		1550	287	142	121	2100
	%		73,8%	13,7%	6,8%	5,8%	100,0%

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Sudeste (ELETROBRÁS, 2007).

Tabela C.2: Resultado dos questionários da região Sudeste sobre banho no horário de ponta.

			Se o preço da energia fosse o dobro no horário de ponta, evitaria tomar banho nesse período					Total
			Sim	Não	Uns sim, outros não	NS/NR	NA	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	1011	119	37	151	132	1450
		%	69,7%	8,2%	2,6%	10,4%	9,1%	100,0%
	201 a 300	Casos	240	31	14	45	24	354
		%	67,8%	8,8%	4,0%	12,7%	6,8%	100,0%
	> 300	Casos	167	30	12	47	40	296
		%	56,4%	10,1%	4,1%	15,9%	13,5%	100,0%
Total	Casos		1418	180	63	243	196	2100
	%		67,5%	8,6%	3,0%	11,6%	9,3%	100,0%

Nota: A coluna NA representa os consumidores que não possuem chuveiro elétrico.

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Sudeste (ELETROBRÁS, 2007).

Tabela C.3: Resultado dos questionários da região Sudeste sobre pretensão de troca do sistema de aquecimento de água de banho.

			Mudaria seu sistema de aquecimento de água de banho, para solar					Total
			Sim	Não	Depende do custo	NS/NR	NA	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	226	326	113	88	697	1450
		%	15,6%	22,5%	7,8%	6,1%	48,1%	100,0%
	201 a 300	Casos	66	102	26	26	134	354
		%	18,6%	28,8%	7,3%	7,3%	37,9%	100,0%
	> 300	Casos	91	77	18	20	90	296
		%	30,7%	26,0%	6,1%	6,8%	30,4%	100,0%
Total	Casos	383	505	157	134	921	2100	
	%	18,2%	24,0%	7,5%	6,4%	43,9%	100,0%	

Nota: A coluna NA representa os consumidores que possuem aquecedor solar, os que não o conhecem ou nunca ouviram falar e NS/NR se conhecem.

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Sudeste (ELETROBRÁS, 2007).

Tabela C.4: Quadros de posses médias da região Sudeste.

		Quantidade de televisores			Quantidade de refrigeradores			Quantidade de freezer		
		Média	Desvio	N	Média	Desvio	N	Média	Desvio	N
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	1,25	,61	1450	,98	,28	1450	,11	,33	1450
	201 a 300	1,76	,83	354	1,07	,31	354	,32	,47	354
	> 300	2,11	1,02	296	1,15	,45	296	,61	,57	296
Total		1,46	,79	2100	1,02	,32	2100	,22	,43	2100

Quantidade de ar condicionado			Quantidade de chuveiro elétrico		
Média	Desvio	N	Média	Desvio	N
,05	,25	1450	1,00	,43	1450
,12	,41	354	1,24	,63	354
,28	,67	296	1,47	,95	296
,09	,37	2100	1,10	,59	2100

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Sudeste (ELETROBRÁS, 2007).

D. Resultados da PPH - Região Sul

Tabela D.1: Resultado dos questionários da região Sul sobre redução de consumo.

			Se fosse o preço da energia elétrica fosse mais barato fora do período de 18 às 21 horas, você reduziria seu consumo neste período				Total
			Sim	Depende do desconto	Não	NS/NR	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	272	320	101	11	704
		%	38,6%	45,5%	14,3%	1,6%	100,0%
	201 a 300	Casos	55	82	21	3	161
		%	34,2%	50,9%	13,0%	1,9%	100,0%
	> 300	Casos	50	53	30	2	135
		%	37,0%	39,3%	22,2%	1,5%	100,0%
Total	Casos	377	455	152	16	1000	
	%	37,7%	45,5%	15,2%	1,6%	100,0%	

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Sul (ELETROBRÁS, 2007).

Tabela D.2: Resultado dos questionários da região Sul sobre banho no horário de ponta.

			Se o preço da energia fosse o dobro no horário de ponta, evitaria tomar banho nesse período					Total
			Sim	Não	Uns sim, outros não	NS/NR	NA	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	330	172	46	147	9	704
		%	46,9%	24,4%	6,5%	20,9%	1,3%	100,0%
	201 a 300	Casos	65	31	19	44	2	161
		%	40,4%	19,3%	11,8%	27,3%	1,2%	100,0%
	> 300	Casos	38	42	14	38	3	135
		%	28,1%	31,1%	10,4%	28,1%	2,2%	100,0%
Total	Casos	433	245	79	229	14	1000	
	%	43,3%	24,5%	7,9%	22,9%	1,4%	100,0%	

Nota: A coluna NA representa os consumidores que não possuem chuveiro elétrico.

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Sul (ELETROBRÁS, 2007).

Tabela D.3: Resultado dos questionários da região Sul sobre pretensão de troca do sistema de aquecimento de água de banho.

			Mudaria seu sistema de aquecimento de água de banho, para solar					Total
			Sim	Não	Depende do custo	NS/NR	NA	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	36	322	118	107	121	704
		%	5,1%	45,7%	16,8%	15,2%	17,2%	100,0%
	201 a 300	Casos	8	81	33	24	15	161
		%	5,0%	50,3%	20,5%	14,9%	9,3%	100,0%
	> 300	Casos	17	66	18	32	2	135
		%	12,6%	48,9%	13,3%	23,7%	1,5%	100,0%
Total	Casos	61	469	169	163	138	1000	
	%	6,1%	46,9%	16,9%	16,3%	13,8%	100,0%	

Nota: A coluna NA representa os consumidores que possuem aquecedor solar, os que não o conhecem ou nunca ouviram falar e NS/NR se conhecem.

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Sul (ELETROBRÁS, 2007).

Tabela D.4: Quadros de posses médias da região Sul.

		Quantidade de televisores			Quantidade de refrigeradores			Quantidade de freezer		
		Média	Desvio	N	Média	Desvio	N	Média	Desvio	N
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	1,35	,58	704	1,00	,10	704	,29	,46	704
	201 a 300	2,04	,68	161	1,04	,23	161	,81	,43	161
	> 300	2,62	,95	135	1,07	,28	135	,93	,29	135
Total		1,63	,81	1000	1,01	,16	1000	,46	,51	1000

		Quantidade de ar condicionado			Quantidade de chuveiro elétrico		
		Média	Desvio	N	Média	Desvio	N
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	,05	,23	704	1,04	,27	704
	201 a 300	,40	,68	161	1,27	,50	161
	> 300	1,14	1,04	135	1,70	,67	135
Total		,25	,63	1000	1,17	,45	1000

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Sul (ELETROBRÁS, 2007).

E. Resultados da PPH - Região Centro-Oeste

Tabela E.1: Resultado dos questionários da região Centro-Oeste sobre redução de consumo.

			Se fosse o preço da energia elétrica fosse mais barato fora do período de 18 às 21 horas, você reduziria seu consumo neste período				Total
			Sim	Depende do desconto	Não	NS/NR	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	313	200	10	23	546
		%	57,3%	36,6%	1,8%	4,2%	100,0%
	201 a 300	Casos	39	40	1	4	84
		%	46,4%	47,6%	1,2%	4,8%	100,0%
	> 300	Casos	50	34	4	7	95
		%	52,6%	35,8%	4,2%	7,4%	100,0%
Total	Casos	402	274	15	34	725	
	%	55,4%	37,8%	2,1%	4,7%	100,0%	

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Centro-Oeste (ELETROBRÁS, 2007).

Tabela E.2: Resultado dos questionários da região Centro-Oeste sobre banho no horário de ponta.

			Se o preço da energia fosse o dobro no horário de ponta, evitaria tomar banho nesse período					Total
			Sim	Não	Uns sim, outros não	NS/NR	NA	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	284	42	69	64	87	546
		%	52,0%	7,7%	12,6%	11,7%	15,9%	100,0%
	201 a 300	Casos	47	5	15	10	7	84
		%	56,0%	6,0%	17,9%	11,9%	8,3%	100,0%
	> 300	Casos	39	8	20	14	14	95
		%	41,1%	8,4%	21,1%	14,7%	14,7%	100,0%
Total	Casos	370	55	104	88	108	725	
	%	51,0%	7,6%	14,3%	12,1%	14,9%	100,0%	

Nota: A coluna NA representa os consumidores que não possuem chuveiro elétrico.

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Centro-Oeste (ELETROBRÁS, 2007).

Tabela E.3: Resultado dos questionários da região Centro-Oeste sobre pretensão de troca do sistema de aquecimento de água de banho.

			Mudaria seu sistema de aquecimento de água de banho, para solar					Total
			Sim	Não	Depende do custo	NS/NR	NA	
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	Casos	20	130	94	23	279	546
		%	3,7%	23,8%	17,2%	4,2%	51,1%	100,0%
	201 a 300	Casos	5	19	25	5	30	84
		%	6,0%	22,6%	29,8%	6,0%	35,7%	100,0%
	> 300	Casos	2	29	33	7	24	95
		%	2,1%	30,5%	34,7%	7,4%	25,3%	100,0%
Total	Casos	27	178	152	35	333	725	
	%	3,7%	24,6%	21,0%	4,8%	45,9%	100,0%	

Nota: A coluna NA representa os consumidores que possuem aquecedor solar, os que não o conhecem ou nunca ouviram falar e NS/NR se conhecem.

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Centro-Oeste (ELETROBRÁS, 2007).

Tabela E.4: Quadros de posses médias da região Centro-Oeste.

		Quantidade de televisores			Quantidade de refrigeradores			Quantidade de freezer		
		Média	Desvio	N	Média	Desvio	N	Média	Desvio	N
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	1,09	,49	546	1,00	,23	546	,09	,29	546
	201 a 300	1,45	,75	84	1,07	,30	84	,23	,42	84
	> 300	1,87	1,04	95	1,08	,45	95	,47	,56	95
Total		1,24	,68	725	1,02	,28	725	,16	,38	725

		Quantidade de ar condicionado			Quantidade de chuveiro elétrico		
		Média	Desvio	N	Média	Desvio	N
Classe de consumo (kWh)	0 a 200	,06	,25	546	,97	,56	546
	201 a 300	,20	,46	84	1,29	,69	84
	> 300	,60	,84	95	1,56	,88	95
Total		,15	,44	725	1,08	,66	725

Fonte: Relatório da PPH Ano Base 2005. Classe Residencial Relatório Centro-Oeste (ELETROBRÁS, 2007).

F. Curvas de Carga Regionais da PPH

Tabela F.1: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Norte. Demanda em W.

Hora	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
Geladeira	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17
Freezer	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92
Lâmpadas	15.268,68	14.298,68	12.618,68	11.798,68	11.723,68	11.643,68	9.093,68	5.218,68	4.893,68	5.293,68	5.513,68	5.993,68
Chuveiro	0,00	0,00	0,00	0,00	1.000,00	6.000,00	6.000,00	3.500,00	500,00	1.500,00	2.000,00	5.500,00
Ar Condicionado	115.068,00	99.012,00	84.294,00	78.942,00	76.266,00	53.520,00	24.084,00	4.014,00	6.690,00	4.014,00	4.014,00	8.028,00
Televisão	2.700,00	360,00	60,00	60,00	240,00	1.080,00	2.700,00	3.720,00	4.980,00	5.640,00	7.020,00	13.500,00
Som	308,00	308,00	246,40	184,80	123,20	308,00	924,00	1.540,00	5.236,00	7.946,40	9.116,80	7.823,20
Ferro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	603,60	2.615,60	7.142,60	7.142,60	4.527,00	4.124,60	3.420,40
Lavadora de Roupas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	933,40	2.010,40	2.728,40	2.010,40	1.292,40	359,00
Micro-ondas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	100,00	50,00	0,00	20,00
Hora	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
Geladeira	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17
Freezer	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92
Lâmpadas	5.713,68	5.653,68	5.793,68	5.873,68	6.233,68	10.956,00	36.376,00	46.126,00	47.886,00	47.766,00	38.218,68	25.333,68
Chuveiro	4.000,00	1.000,00	0,00	0,00	0,00	2.000,00	7.500,00	7.000,00	4.500,00	2.000,00	500,00	0,00
Ar Condicionado	2.676,00	6.690,00	5.352,00	5.352,00	12.042,00	18.732,00	28.098,00	69.576,00	90.984,00	111.054,00	113.730,00	116.406,00
Televisão	13.260,00	9.300,00	7.320,00	7.560,00	8.820,00	21.180,00	28.980,00	35.820,00	36.120,00	34.440,00	19.560,00	4.980,00
Som	6.652,80	4.743,20	4.558,40	5.420,80	5.420,80	4.373,60	3.696,00	2.648,80	2.094,40	1.355,20	924,00	862,40
Ferro	2.615,60	2.515,00	7.142,60	11.971,40	7.343,80	5.030,00	3.621,60	1.911,40	1.408,40	905,40	201,20	100,60
Lavadora de Roupas	502,60	646,20	430,80	287,20	215,40	71,80	359,00	430,80	430,80	502,60	71,80	71,80
Micro-ondas	370,00	60,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	250,00	100,00	30,00	50,00	0,00

Tabela F.2: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Norte supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI. Demanda em W.

Hora	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
Geladeira	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17
Freezer	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92
Lâmpadas	15.268,68	14.298,68	12.618,68	11.798,68	11.723,68	11.643,68	9.093,68	5.218,68	4.893,68	5.293,68	5.513,68	5.993,68
Chuveiro	0,00	0,00	0,00	0,00	1.000,00	6.000,00	6.000,00	3.500,00	500,00	1.500,00	2.000,00	5.415,38
Ar Condicionado	115.068,00	99.012,00	84.294,00	78.942,00	76.266,00	53.520,00	24.084,00	4.014,00	6.690,00	4.014,00	4.014,00	8.028,00
Televisão	2.700,00	360,00	60,00	60,00	240,00	1.080,00	2.700,00	3.720,00	4.980,00	5.640,00	7.020,00	13.500,00
Som	308,00	308,00	246,40	184,80	123,20	308,00	924,00	1.540,00	5.236,00	7.946,40	9.116,80	7.823,20
Ferro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	603,60	2.615,60	7.142,60	7.142,60	4.527,00	4.124,60	3.420,40
Lavadora de Roupas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	933,40	2.010,40	2.728,40	2.010,40	1.292,40	359,00
Micro-ondas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	100,00	50,00	0,00	20,00
Hora	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
Geladeira	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17	30.434,17
Freezer	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92	5.222,92
Lâmpadas	5.713,68	5.653,68	5.793,68	5.873,68	4.746,23	8.341,73	27.696,13	35.119,63	36.459,66	47.766,00	38.218,68	25.333,68
Chuveiro	3.938,46	984,62	0,00	0,00	132,69	1.923,08	7.211,54	6.730,77	4.678,85	1.969,23	492,31	0,00
Ar Condicionado	2.676,00	6.690,00	5.352,00	5.352,00	2.463,98	3.832,86	5.749,28	14.236,32	18.616,73	111.054,00	113.730,00	116.406,00
Televisão	13.260,00	9.300,00	7.320,00	7.560,00	8.820,00	21.180,00	28.980,00	35.820,00	36.120,00	34.440,00	19.560,00	4.980,00
Som	6.652,80	4.743,20	4.558,40	5.420,80	5.420,80	4.373,60	3.696,00	2.648,80	2.094,40	1.355,20	924,00	862,40
Ferro	2.615,60	2.515,00	7.142,60	11.971,40	12.784,87	1.029,22	741,04	391,10	4.368,98	905,40	201,20	100,60
Lavadora de Roupas	502,60	646,20	430,80	658,41	44,07	14,69	73,46	88,15	88,15	1.330,67	71,80	71,80
Micro-ondas	370,00	60,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	250,00	100,00	30,00	50,00	0,00

Tabela F.3: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Nordeste. Demanda em W.

Hora	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
Geladeira	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00
Freezer	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83
Lâmpadas	13.034,82	12.889,82	12.809,82	12.809,82	12.729,82	12.234,82	10.444,82	8.444,82	8.239,82	8.339,82	8.219,82	8.199,82
Chuveiro	500,00	500,00	1.000,00	500,00	1.000,00	44.500,00	53.000,00	54.000,00	23.000,00	3.500,00	1.500,00	35.000,00
Ar Condicionado	153.870,00	153.870,00	148.518,00	140.490,00	93.660,00	54.858,00	10.704,00	4.014,00	4.014,00	1.338,00	2.676,00	6.690,00
Televisão	3.660,00	420,00	240,00	240,00	180,00	480,00	2.340,00	5.460,00	8.820,00	9.960,00	12.060,00	25.620,00
Som	865,00	865,00	692,00	519,00	346,00	865,00	2.595,00	4.325,00	14.705,00	22.317,00	25.604,00	21.971,00
Ferro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.251,60	5.423,60	14.810,60	14.810,60	9.387,00	8.552,60	7.092,40
Lavadora de Roupas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.045,20	2.251,20	3.055,20	2.251,20	1.447,20	402,00
Micro-ondas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	168,00	336,00	168,00	0,00	67,20
Hora	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
Geladeira	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00
Freezer	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83
Lâmpadas	8.159,82	8.139,82	8.199,82	8.199,82	8.779,82	21.153,67	60.958,67	82.933,67	79.433,67	57.463,67	30.939,82	18.229,82
Chuveiro	11.000,00	5.500,00	2.500,00	1.500,00	2.000,00	85.500,00	69.500,00	27.500,00	15.000,00	2.500,00	500,00	2.000,00
Ar Condicionado	13.380,00	5.352,00	2.676,00	2.676,00	4.014,00	10.704,00	16.056,00	25.422,00	62.886,00	164.574,00	32.112,00	153.870,00
Televisão	24.480,00	19.680,00	17.820,00	15.060,00	19.380,00	57.480,00	65.520,00	68.640,00	69.480,00	62.520,00	24.720,00	4.320,00
Som	18.684,00	13.321,00	12.802,00	15.224,00	15.224,00	12.283,00	10.380,00	7.439,00	5.882,00	3.806,00	2.595,00	2.422,00
Ferro	5.423,60	5.215,00	14.810,60	24.823,40	15.227,80	10.430,00	7.509,60	3.963,40	2.920,40	1.877,40	417,20	208,60
Lavadora de Roupas	562,80	723,60	482,40	321,60	241,20	80,40	402,00	482,40	482,40	562,80	80,40	80,40
Micro-ondas	1.243,20	201,60	134,40	0,00	0,00	0,00	0,00	840,00	336,00	100,80	168,00	0,00

Tabela F.4: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Nordeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI. Demanda em W.

Hora	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
Geladeira	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00
Freezer	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83
Lâmpadas	13.034,82	12.889,82	12.809,82	12.809,82	12.729,82	12.234,82	10.444,82	8.444,82	8.239,82	8.339,82	8.219,82	8.199,82
Chuveiro	500,00	500,00	1.000,00	500,00	1.000,00	44.500,00	53.000,00	54.000,00	23.000,00	3.500,00	1.500,00	33.082,61
Ar Condicionado	153.870,00	153.870,00	148.518,00	140.490,00	93.660,00	54.858,00	10.704,00	4.014,00	4.014,00	1.338,00	2.676,00	6.690,00
Televisão	3.660,00	420,00	240,00	240,00	180,00	480,00	2.340,00	5.460,00	8.820,00	9.960,00	12.060,00	25.620,00
Som	865,00	865,00	692,00	519,00	346,00	865,00	2.595,00	4.325,00	14.705,00	22.317,00	25.604,00	21.971,00
Ferro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.251,60	5.423,60	14.810,60	14.810,60	9.387,00	8.552,60	7.092,40
Lavadora de Roupas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.045,20	2.251,20	3.055,20	2.251,20	1.447,20	402,00
Micro-ondas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	168,00	336,00	168,00	0,00	67,20
Hora	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
Geladeira	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00	53.690,00
Freezer	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83	9.870,83
Lâmpadas	8.159,82	8.139,82	8.199,82	8.199,82	7.048,29	16.981,80	48.936,56	66.577,71	63.767,97	57.463,67	30.939,82	18.229,82
Chuveiro	10.397,39	5.198,70	2.363,04	1.417,83	27.195,22	62.823,91	51.067,39	20.206,52	27.277,83	2.363,04	472,61	1.890,43
Ar Condicionado	13.380,00	5.352,00	2.676,00	2.676,00	1.375,23	3.667,28	5.500,93	8.709,80	21.545,29	164.574,00	32.112,00	153.870,00
Televisão	24.480,00	19.680,00	17.820,00	15.060,00	19.380,00	57.480,00	65.520,00	68.640,00	69.480,00	62.520,00	24.720,00	4.320,00
Som	18.684,00	13.321,00	12.802,00	15.224,00	15.224,00	12.283,00	10.380,00	7.439,00	5.882,00	3.806,00	2.595,00	2.422,00
Ferro	5.423,60	5.215,00	14.810,60	24.823,40	24.552,76	3.573,41	2.572,85	1.357,90	7.994,28	1.877,40	417,20	208,60
Lavadora de Roupas	562,80	723,60	482,40	665,15	82,64	27,55	137,73	165,27	165,27	1.329,19	80,40	80,40
Micro-ondas	1.243,20	201,60	134,40	0,00	0,00	0,00	0,00	840,00	336,00	100,80	168,00	0,00

Tabela F.5: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Sudeste. Demanda em W.

Hora	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
Geladeira	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50
Freezer	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58
Lâmpadas	39.913,33	37.618,33	34.453,33	33.413,33	33.123,33	33.983,33	49.343,33	69.433,33	45.703,33	33.503,33	32.448,33	35.593,33
Chuveiro	1.000,00	500,00	500,00	2.000,00	17.500,00	219.500,00	372.500,00	238.000,00	103.000,00	62.500,00	53.500,00	70.500,00
Ar Condicionado	97.674,00	86.970,00	77.604,00	68.238,00	66.900,00	62.886,00	20.070,00	8.028,00	4.014,00	4.014,00	5.352,00	10.704,00
Televisão	10.800,00	6.540,00	840,00	360,00	420,00	2.100,00	9.960,00	19.080,00	22.140,00	20.700,00	23.580,00	45.060,00
Som	1.532,00	1.532,00	1.225,60	919,20	612,80	1.532,00	4.596,00	7.660,00	26.044,00	39.525,60	45.347,20	38.912,80
Ferro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.368,80	10.264,80	28.030,80	28.030,80	17.766,00	16.186,80	13.423,20
Lavadora de Roupas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.019,60	8.657,60	11.749,60	8.657,60	5.565,60	1.546,00
Micro-ondas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	781,00	1.562,00	781,00	0,00	312,40
Hora	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
Geladeira	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50
Freezer	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58
Lâmpadas	39.238,33	39.293,33	31.288,33	38.868,33	37.848,33	80.071,33	198.981,33	274.396,33	305.301,33	286.206,33	204.233,33	115.468,33
Chuveiro	27.500,00	19.000,00	27.000,00	104.000,00	199.500,00	392.500,00	423.000,00	375.000,00	191.500,00	125.500,00	66.500,00	4.000,00
Ar Condicionado	10.704,00	12.042,00	8.028,00	9.366,00	12.042,00	34.788,00	46.830,00	81.618,00	101.688,00	136.476,00	140.490,00	107.040,00
Televisão	50.160,00	48.180,00	42.660,00	39.180,00	47.220,00	100.140,00	127.020,00	145.080,00	149.640,00	143.040,00	93.300,00	17.700,00
Som	33.091,20	23.592,80	22.673,60	26.963,20	26.963,20	21.754,40	18.384,00	13.175,20	10.417,60	6.740,80	4.596,00	4.289,60
Ferro	10.264,80	9.870,00	28.030,80	46.981,20	28.820,40	19.740,00	14.212,80	7.501,20	5.527,20	3.553,20	789,60	394,80
Lavadora de Roupas	2.164,40	2.782,80	1.855,20	1.236,80	927,60	309,20	1.546,00	1.855,20	1.855,20	2.164,40	309,20	309,20
Micro-ondas	5.779,40	937,20	624,80	0,00	0,00	0,00	0,00	3.905,00	1.562,00	468,60	781,00	0,00

Tabela F.6: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Sudeste supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI. Demanda em W.

Hora	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
Geladeira	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50
Freezer	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58
Lâmpadas	39.913,33	37.618,33	34.453,33	33.413,33	33.123,33	33.983,33	49.343,33	69.433,33	45.703,33	33.503,33	32.448,33	35.593,33
Chuveiro	1.000,00	500,00	500,00	2.000,00	17.500,00	219.500,00	372.500,00	238.000,00	103.000,00	62.500,00	53.500,00	57.642,14
Ar Condicionado	97.674,00	86.970,00	77.604,00	68.238,00	66.900,00	62.886,00	20.070,00	8.028,00	4.014,00	4.014,00	5.352,00	10.704,00
Televisão	10.800,00	6.540,00	840,00	360,00	420,00	2.100,00	9.960,00	19.080,00	22.140,00	20.700,00	23.580,00	45.060,00
Som	1.532,00	1.532,00	1.225,60	919,20	612,80	1.532,00	4.596,00	7.660,00	26.044,00	39.525,60	45.347,20	38.912,80
Ferro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.368,80	10.264,80	28.030,80	28.030,80	17.766,00	16.186,80	13.423,20
Lavadora de Roupas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.019,60	8.657,60	11.749,60	8.657,60	5.565,60	1.546,00
Micro-ondas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	781,00	1.562,00	781,00	0,00	312,40
Hora	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
Geladeira	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50	104.872,50
Freezer	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58	22.089,58
Lâmpadas	39.238,33	39.293,33	31.288,33	38.868,33	29.467,63	62.341,25	154.921,18	213.637,15	237.698,90	286.206,33	204.233,33	115.468,33
Chuveiro	22.484,52	15.534,76	22.075,71	85.032,38	570.958,81	55.884,52	60.227,14	53.392,86	552.601,19	102.611,19	54.371,67	3.270,48
Ar Condicionado	10.704,00	12.042,00	8.028,00	9.366,00	3.153,86	9.111,14	12.265,00	21.376,14	26.632,57	136.476,00	140.490,00	107.040,00
Televisão	50.160,00	48.180,00	42.660,00	39.180,00	47.220,00	100.140,00	127.020,00	145.080,00	149.640,00	143.040,00	93.300,00	17.700,00
Som	33.091,20	23.592,80	22.673,60	26.963,20	26.963,20	21.754,40	18.384,00	13.175,20	10.417,60	6.740,80	4.596,00	4.289,60
Ferro	10.264,80	9.870,00	28.030,80	46.981,20	48.635,60	5.170,00	3.722,40	1.964,60	16.309,00	3.553,20	789,60	394,80
Lavadora de Roupas	2.164,40	2.782,80	1.855,20	2.720,22	242,94	80,98	404,90	485,89	485,89	5.473,58	309,20	309,20
Micro-ondas	5.779,40	937,20	624,80	0,00	0,00	0,00	0,00	3.905,00	1.562,00	468,60	781,00	0,00

Tabela F.7: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Sul. Demanda em W.

Hora	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
Geladeira	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17
Freezer	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92
Lâmpadas	9.672,11	8.792,11	7.772,11	7.672,11	7.592,11	7.812,11	8.227,11	9.572,11	8.822,11	7.322,11	6.642,11	8.462,11
Chuveiro	500,00	0,00	0,00	0,00	1.000,00	65.000,00	264.500,00	351.500,00	114.000,00	11.500,00	12.500,00	11.000,00
Ar Condicionado	271.614,00	259.572,00	228.798,00	188.658,00	167.250,00	133.800,00	9.366,00	1.338,00	1.338,00	1.338,00	1.338,00	2.676,00
Televisão	12.840,00	780,00	240,00	180,00	60,00	180,00	660,00	2.760,00	4.440,00	3.660,00	4.320,00	27.480,00
Som	901,00	901,00	720,80	540,60	360,40	901,00	2.703,00	4.505,00	15.317,00	23.245,80	26.669,60	22.885,40
Ferro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.153,20	4.997,20	13.646,20	13.646,20	8.649,00	7.880,20	6.534,80
Lavadora de Roupas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.004,60	4.317,60	5.859,60	4.317,60	2.775,60	771,00
Micro-ondas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	398,00	796,00	398,00	0,00	159,20
Hora	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
Geladeira	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17
Freezer	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92
Lâmpadas	10.692,11	9.762,11	7.342,11	7.522,11	8.442,11	15.354,00	80.009,00	118.364,00	128.294,00	93.394,00	43.837,11	19.232,11
Chuveiro	2.500,00	3.000,00	5.500,00	6.000,00	23.500,00	346.500,00	401.500,00	181.500,00	60.500,00	11.500,00	5.500,00	500,00
Ar Condicionado	4.014,00	1.338,00	1.338,00	0,00	2.676,00	28.098,00	38.802,00	86.970,00	171.264,00	272.952,00	271.614,00	272.952,00
Televisão	22.980,00	10.680,00	7.020,00	4.620,00	7.500,00	56.700,00	64.620,00	68.760,00	74.760,00	71.580,00	48.420,00	21.060,00
Som	19.461,60	13.875,40	13.334,80	15.857,60	15.857,60	12.794,20	10.812,00	7.748,60	6.126,80	3.964,40	2.703,00	2.522,80
Ferro	4.997,20	4.805,00	13.646,20	22.871,80	14.030,60	9.610,00	6.919,20	3.651,80	2.690,80	1.729,80	384,40	192,20
Lavadora de Roupas	1.079,40	1.387,80	925,20	616,80	462,60	154,20	771,00	925,20	925,20	1.079,40	154,20	154,20
Micro-ondas	2.945,20	477,60	318,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1.990,00	796,00	238,80	398,00	0,00

*Tabela F.8: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Sul
supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI. Demanda em W.*

Hora	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
Geladeira	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17
Freezer	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92
Lâmpadas	9.672,11	8.792,11	7.772,11	7.672,11	7.592,11	7.812,11	8.227,11	9.572,11	8.822,11	7.322,11	6.642,11	8.462,11
Chuveiro	500,00	0,00	0,00	0,00	1.000,00	65.000,00	264.500,00	351.500,00	114.000,00	11.500,00	12.500,00	10.329,00
Ar Condicionado	271.614,00	259.572,00	228.798,00	188.658,00	167.250,00	133.800,00	9.366,00	1.338,00	1.338,00	1.338,00	1.338,00	2.676,00
Televisão	12.840,00	780,00	240,00	180,00	60,00	180,00	660,00	2.760,00	4.440,00	3.660,00	4.320,00	27.480,00
Som	901,00	901,00	720,80	540,60	360,40	901,00	2.703,00	4.505,00	15.317,00	23.245,80	26.669,60	22.885,40
Ferro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.153,20	4.997,20	13.646,20	13.646,20	8.649,00	7.880,20	6.534,80
Lavadora de Roupas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.004,60	4.317,60	5.859,60	4.317,60	2.775,60	771,00
Micro-ondas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	398,00	796,00	398,00	0,00	159,20
Hora	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
Geladeira	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17	49.904,17
Freezer	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92	21.897,92
Lâmpadas	10.692,11	9.762,11	7.342,11	7.522,11	7.487,30	13.617,46	70.959,98	104.977,03	113.783,95	93.394,00	43.837,11	19.232,11
Chuveiro	2.347,50	2.817,00	5.164,50	5.634,00	259.025,75	175.329,00	203.159,00	91.839,00	222.323,75	10.798,50	5.164,50	469,50
Ar Condicionado	4.014,00	1.338,00	1.338,00	0,00	1.667,15	17.505,05	24.173,65	54.182,31	106.697,47	272.952,00	271.614,00	272.952,00
Televisão	22.980,00	10.680,00	7.020,00	4.620,00	7.500,00	56.700,00	64.620,00	68.760,00	74.760,00	71.580,00	48.420,00	21.060,00
Som	19.461,60	13.875,40	13.334,80	15.857,60	15.857,60	12.794,20	10.812,00	7.748,60	6.126,80	3.964,40	2.703,00	2.522,80
Ferro	4.997,20	4.805,00	13.646,20	22.871,80	18.957,84	5.987,03	4.310,66	2.275,07	5.371,80	1.729,80	384,40	192,20
Lavadora de Roupas	1.079,40	1.387,80	925,20	994,67	288,20	96,07	480,33	576,40	576,40	1.922,33	154,20	154,20
Micro-ondas	2.945,20	477,60	318,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1.990,00	796,00	238,80	398,00	0,00

Tabela F.9: Curva de carga estimada pela PPH para a classe residencial da região Centro-Oeste. Demanda em W.

Hora	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
Geladeira	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83
Freezer	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50
Lâmpadas	10.251,23	8.386,23	7.826,23	7.726,23	7.726,23	7.726,23	8.266,23	13.941,23	13.051,23	10.371,23	10.111,23	15.221,23
Chuveiro	500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	76.500,00	152.500,00	95.500,00	54.000,00	13.000,00	9.500,00	10.000,00
Ar Condicionado	76.266,00	76.266,00	70.914,00	61.548,00	45.492,00	37.464,00	9.366,00	2.676,00	1.338,00	0,00	0,00	0,00
Televisão	900,00	360,00	60,00	60,00	0,00	180,00	1.020,00	2.700,00	3.780,00	6.240,00	14.700,00	20.880,00
Som	436,00	436,00	348,80	261,60	174,40	436,00	1.308,00	2.180,00	7.412,00	11.248,80	12.905,60	11.074,40
Ferro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	796,80	3.452,80	9.428,80	9.428,80	5.976,00	5.444,80	4.515,20
Lavadora de Roupas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.380,60	2.973,60	4.035,60	2.973,60	1.911,60	531,00
Micro-ondas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	172,00	344,00	172,00	0,00	68,80
Hora	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
Geladeira	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83
Freezer	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50
Lâmpadas	16.211,23	11.151,23	8.431,23	8.571,23	10.831,23	25.543,33	46.188,33	57.798,33	51.698,33	40.043,33	26.911,23	18.021,23
Chuveiro	4.500,00	4.500,00	5.000,00	10.000,00	63.500,00	208.500,00	193.500,00	56.500,00	16.500,00	8.500,00	2.500,00	1.000,00
Ar Condicionado	1.338,00	1.338,00	1.338,00	2.676,00	5.352,00	6.690,00	12.042,00	16.056,00	33.450,00	53.520,00	60.210,00	76.266,00
Televisão	14.700,00	5.280,00	4.260,00	4.380,00	5.400,00	19.680,00	32.460,00	42.480,00	44.040,00	29.520,00	13.020,00	2.220,00
Som	9.417,60	6.714,40	6.452,80	7.673,60	7.673,60	6.191,20	5.232,00	3.749,60	2.964,80	1.918,40	1.308,00	1.220,80
Ferro	3.452,80	3.320,00	9.428,80	15.803,20	9.694,40	6.640,00	4.780,80	2.523,20	1.859,20	1.195,20	265,60	132,80
Lavadora de Roupas	743,40	955,80	637,20	424,80	318,60	106,20	531,00	637,20	637,20	743,40	106,20	106,20
Micro-ondas	1.272,80	206,40	137,60	0,00	0,00	0,00	0,00	860,00	344,00	103,20	172,00	0,00

*Tabela F.10: Curva de carga modificada para a classe residencial da região Centro-Oeste
supondo adoção de medidas de eficiência energética ligadas a REI. Demanda em W.*

Hora	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
Geladeira	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83
Freezer	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50
Lâmpadas	10.251,23	8.386,23	7.826,23	7.726,23	7.726,23	7.726,23	8.266,23	13.941,23	13.051,23	10.371,23	10.111,23	15.221,23
Chuveiro	500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	76.500,00	152.500,00	95.500,00	54.000,00	13.000,00	9.500,00	9.627,59
Ar Condicionado	76.266,00	76.266,00	70.914,00	61.548,00	45.492,00	37.464,00	9.366,00	2.676,00	1.338,00	0,00	0,00	0,00
Televisão	900,00	360,00	60,00	60,00	0,00	180,00	1.020,00	2.700,00	3.780,00	6.240,00	14.700,00	20.880,00
Som	436,00	436,00	348,80	261,60	174,40	436,00	1.308,00	2.180,00	7.412,00	11.248,80	12.905,60	11.074,40
Ferro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	796,80	3.452,80	9.428,80	9.428,80	5.976,00	5.444,80	4.515,20
Lavadora de Roupas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.380,60	2.973,60	4.035,60	2.973,60	1.911,60	531,00
Micro-ondas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	172,00	344,00	172,00	0,00	68,80
Hora	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
Geladeira	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83	36.235,83
Freezer	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50	5.462,50
Lâmpadas	16.211,23	11.151,23	8.431,23	8.571,23	9.029,51	21.294,33	38.505,14	48.183,88	43.098,58	40.043,33	26.911,23	18.021,23
Chuveiro	4.332,41	4.332,41	4.813,79	9.627,59	216.917,93	94.328,28	87.542,07	25.561,38	94.095,86	8.183,45	2.406,90	962,76
Ar Condicionado	1.338,00	1.338,00	1.338,00	2.676,00	2.384,41	2.980,51	5.364,92	7.153,22	14.902,55	53.520,00	60.210,00	76.266,00
Televisão	14.700,00	5.280,00	4.260,00	4.380,00	5.400,00	19.680,00	32.460,00	42.480,00	44.040,00	29.520,00	13.020,00	2.220,00
Som	9.417,60	6.714,40	6.452,80	7.673,60	7.673,60	6.191,20	5.232,00	3.749,60	2.964,80	1.918,40	1.308,00	1.220,80
Ferro	3.452,80	3.320,00	9.428,80	15.803,20	14.701,60	2.958,23	2.129,93	1.124,13	4.583,71	1.195,20	265,60	132,80
Lavadora de Roupas	743,40	955,80	637,20	807,56	141,94	47,31	236,57	283,88	283,88	1.597,25	106,20	106,20
Micro-ondas	1.272,80	206,40	137,60	0,00	0,00	0,00	0,00	860,00	344,00	103,20	172,00	0,00