



Mauricio de Castro Tomé

Análise do impacto do chuveiro elétrico em redes de distribuição no
contexto da tarifa horossazonal

Campinas
2014



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação
Departamento de Sistemas e Energia

Mauricio de Castro Tomé

Análise do impacto do chuveiro elétrico em redes de distribuição no
contexto da tarifa horossazonal

Dissertação de Mestrado apresentada à
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Com-
putação como parte dos requisitos exigidos para
a obtenção do título de Mestre em Engenharia
Elétrica.

Área de concentração: Energia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Pereira da
Silva

Este exemplar corresponde à versão final da
dissertação defendida pelo aluno Mauricio
de Castro Tomé e orientado pelo Prof. Dr.
Luiz Carlos Pereira da Silva.

Assinatura do Orientador

Campinas
2014

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

T594a Tomé, Mauricio de Castro, 1980-
Análise do impacto do chuveiro elétrico em redes de distribuição no contexto da tarifa horossazonal / Mauricio de Castro Tomé. – Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador: Luiz Carlos Pereira da Silva.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.

1. Aquecedores elétricos de água. 2. Energia elétrica - Distribuição. 3. Eficiência energética. 4. Energia elétrica - Tarifas. 5. Serviços de eletricidade - Tarifas. I. Silva, Luiz Carlos Pereira da, 1972-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Impact analysis of the electric shower in distribution networks considering time-of-use tariff

Palavras-chave em inglês:

Electric water heaters

Electric distribution systems

Energy efficiency

Electric energy - Tariffs

Services of electricity - Tariffs

Área de concentração: Energia Elétrica

Titulação: Mestre em Engenharia Elétrica

Banca examinadora:

Luiz Carlos Pereira da Silva [Orientador]

Jamil Haddad

Secundino Soares Filho

Data de defesa: 28-03-2014

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Elétrica

COMISSÃO JULGADORA - TESE DE MESTRADO

Candidato: Mauricio de Castro Tomé

Data da Defesa: 28 de março de 2014

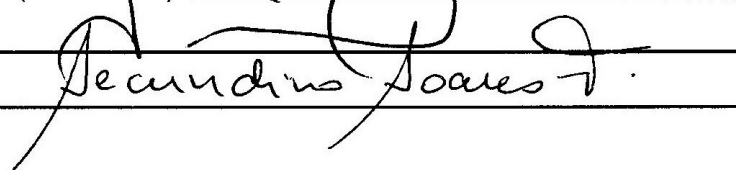
Título da Tese: "Análise do Impacto do Chuveiro Elétrico em Redes de Distribuição no Contexto da Tarifa Horosazonal"

Prof. Dr. Luiz Carlos Pereira da Silva (Presidente):



Prof. Dr. Jamil Haddad:

Prof. Dr. Secundino Soares Filho:



Resumo

O presente trabalho procura analisar o aquecimento elétrico de água no setor residencial e seu impacto no perfil de tensão, perdas e energia total acumulada. Por meio de simulações computacionais com uma rede de teste, juntamente com dados de uso dos eletrodomésticos mais comuns no ambiente residencial (separados por região, devido às diferentes condições e padrões de consumo das mesmas), foi possível estimar a quantidade de energia utilizada referente ao chuveiro elétrico, bem como o impacto no perfil de tensão e as perdas na distribuição decorrentes do uso do mesmo. Além disso, também foram analisadas as propostas de tarifação branca da ANEEL e as propostas homologadas pelas concessionárias, e seu impacto na conta de luz do consumidor residencial, para três padrões de consumo: consumo total não modificado, consumo do chuveiro deslocado e consumo do chuveiro eliminado.

Na parte de impactos na rede de distribuição, confirmou-se que a utilização do chuveiro elétrico, que é praticamente uma exclusividade brasileira, representa uma parcela significativa do consumo total de uma residência, além de ser um dos maiores responsáveis pelo pico de consumo no setor residencial, o que causa um afundamento no perfil de tensão e aumento nas perdas na distribuição, características indesejadas na operação do sistema elétrico. Já na parte do consumo residencial, foi visto que os postos tarifários homologados pelas concessionárias reduzem em muito os ganhos possíveis com o deslocamento do horário de carga do chuveiro, de forma que a chance de uma adoção significativa da tarifa branca pelos consumidores é baixa. Por outro lado, uma adesão maciça dos consumidores poderia fazer com que o consumo do chuveiro fosse deslocado do horário de ponta e se concentrasse no horário imediatamente posterior, o que pode agravar a situação atual em termos de pico de consumo.

Palavras-chave:

Aquecimento de água; chuveiro elétrico; eficiência energética; gerenciamento de carga; tarifação.

Abstract

This thesis presents an analysis of the electricity based water heating in the Brazilian residential sector and its impacts on the electric grid voltage profile, losses and total energy consumption. Using computer simulation through a test network, and considering the most common household appliances' usage data, it was possible to estimate the total energy used by the electric shower, as well as its impact on voltage profile and distribution losses. Moreover, it is also analyzed the time of use (TOU) tariff proposed by ANEEL and the consolidated tariffs proposed by the Brazilian utilities, and its impacts in the customers' energy bill, for three load patterns: unmodified, electric shower demand moved off-peak, and without electric shower.

Results about the impact on distribution networks confirmed that the electric shower usage (which is almost exclusive to Brazil) represents a large amount of the electric energy used by the residential customers, and, in addition, it is a major contributor to the peak loading of the residential sector, causing voltage drop and increased distribution losses, which are undesired in electric distribution systems. In terms of household consumption, it was possible to conclude that the utilities' approved time-of-use tariffs give little margin for possible savings in the electricity bill in comparison with ANEEL's initial tariff proposal, so that TOU adoption will probably be very low. On the other hand, a massive adoption of the off-peak shower usage by the customers could cause a concentration in its usage in a later time, which would eventually worsen the actual peak hour scenario.

Keywords:

Water heating; Electric shower; Energy efficiency; Load management; Energy pricing.

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Contexto e motivação	1
1.2	Estrutura da dissertação	2
2	Revisão bibliográfica e levantamento de dados	4
2.1	Aquecimento de água para banho	4
2.2	PROCEL	6
2.3	Tarifação horossazonal e gerenciamento de carga	9
3	Metodologia	12
4	Impactos do chuveiro elétrico nas redes de distribuição	16
4.1	Brasil	16
4.2	Norte	19
4.3	Nordeste	21
4.4	Centro-Oeste	23
4.5	Sudeste	26
4.6	Sul	28
4.7	Impactos na Energia - Rede	31
4.8	Discussão dos resultados parciais	31
5	Impacto do deslocamento do chuveiro elétrico na curva de carga	33
5.1	Brasil	34
5.2	Região Norte	34
5.3	Região Nordeste	35
5.4	Região Centro-Oeste	35
5.5	Região Sudeste	36
5.6	Região Sul	37
5.7	Discussão dos resultados parciais	37
6	Impacto para o consumidor considerando a tarifa branca	38
6.1	Região Norte	39
6.2	Região Nordeste	40
6.3	Região Centro-Oeste	41
6.4	Região Sudeste	42
6.5	Região Sul	43
6.6	Discussão dos resultados	45

7	Conclusões	47
A	Uso dos eletrodomésticos por região	51
B	Parâmetros da rede de 69 barras	58
C	Tarifas	60

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à minha família: Meus pais Francisco (*in memoriam*) e Ivana, minhas irmãs Paulinha e Elisângela, meus tios Marcelo, Carla, Lú e Jô, além de meus avós Ana, Antônio (*in memoriam*) e Ângela. Aos meus cunhados Zé Luís e Diogo.

Aos amigos de Piracicaba: Liger, Pite, Sakinho, Thaís, Álvaro, Marcel, Ronex (*in memoriam*), Vitão, Tilão, Kwaio e Rudolf. A “Igãõ” Schiavuzzo e família, os quais considero como uma extensão da minha própria.

Aos bons amigos que fiz durante o curso: André e Lúcia Rizzo, Ulysses e Manú, Matuki e Fabíola, Tião, Nivaldo, Casper, Zé Horácio e Ivana.

Ao pessoal da república CG em suas mais diversas formações, e suas respectivas senhoras: Cocoon e Bia, Moscoito e Alice, Pires e Clara, Jundiaí e Ana, Ávila, Taco, Xis, Loco e Bruna, Satan e Fernanda “D.Quinta”, Wallace e Lili, Viking e Sheila, Bacani, João “Sorto” e Jú, Marcelinho, Rafa, Lucão, Henrique, Dirla e Caio, pela amizade e companheirismo.

A outras pessoas que tive a oportunidade de conhecer durante a faculdade, sem ordem específica: Righetto, Pet, Chaim, Pedrão Margarido, Jacaré, Araone, Dani e Cláudio, Wally, Zanetti, Capião e Dê, Raura, Zippo e Pô, Pá Bellini, Cajuru, Gaúcho, Tato, Tropeço, Paixão, Cabelo, Octaviano e Maíra, Renatuxo, Jack, Júlio, Benjovengo, Tapioca, Vivaldi, “Jão” Ito, Takeba, Juan, João, Ursulão, Yoshi, Júlio, Shaquille, Dida e o pessoal da Marimbondos. Flavia Orsi e família. Mari Pádua e família. Àqueles que por pressa ou esquecimento não estão citados aqui, ofereço humildemente as minhas desculpas.

Agradeço especialmente ao meu orientador, professor Luiz Carlos, pela oportunidade de realizar este trabalho, apoiando a ideia desde o começo, e também pela orientação e paciência durante o curso do mesmo. Aos professores da FEEC, em especial os professores Madson, Walmir e Antenor, pelas disciplinas ministradas e pelo apoio durante o curso. Aos coordenadores Castro e Pedro Peres, bem como o resto do pessoal da CPG. Aos professores Ivanil e Afonso, por estarem sempre disponíveis, seja para esclarecer dúvidas das matérias, seja para simplesmente bater papo. Aos demais professores, funcionários e ao pessoal da limpeza e segurança da FEEC, que certamente têm sua parte na minha graduação e neste trabalho.

A Márcio Venício Alcântara e “Zé” Henrique Costa, pela ajuda na obtenção de parte dos dados necessários ao desenvolvimento do trabalho. A “Pedrão” Nardelli, por me fornecer novo fôlego para continuar este trabalho.

Agradeço também à CAPES, pelo apoio financeiro.

Lista de Figuras

2.1	Consumo residencial médio do chuveiro - Brasil	7
2.2	Consumo do chuveiro - Regiões Norte e Nordeste	7
2.3	Consumo do chuveiro - Região Norte e Sudeste	8
2.4	Consumo médio do chuveiro - Região Sul	8
2.5	Comparativo entre os modos de tarifação (fonte: ANEEL)	10
2.6	Comparativo entre postos tarifários - Norte (normalizado)	10
2.7	Comparativo entre postos tarifários - Nordeste (normalizado)	10
2.8	Comparativo entre postos tarifários - Centro-Oeste (normalizado)	11
2.9	Comparativo entre postos tarifários - Sudeste (normalizado)	11
2.10	Comparativo entre postos tarifários - Sul (normalizado)	11
3.1	Diagrama de conexão - sistema de 69 barras	12
3.2	Curva de consumo residencial típica	13
3.3	Potências ativa e reativa para o consumidor médio da região Nordeste	15
4.1	Curvas de consumo horário total e sem o chuveiro	16
4.2	Perfil de tensão nas barras - Brasil	17
4.3	Perfil de tensão horário - barra 53	17
4.4	Potência total fornecida (carga + perdas) - Brasil	18
4.5	Perdas totais na rede primária de distribuição - Brasil	18
4.6	Curvas de consumo - Centro-Oeste	19
4.7	Perfil de tensão nas barras - região Norte	19
4.8	Perfil de tensão horário - barra 53	20
4.9	Potência total fornecida (carga + perdas) - região Norte	20
4.10	Perdas totais na rede primária de distribuição - região Norte	20
4.11	Curvas de consumo - Nordeste	21
4.12	Perfil de tensão nas barras - região Nordeste	22
4.13	Perfil de tensão horário - barra 53	22
4.14	Potência total fornecida (carga + perdas) - região Nordeste	22
4.15	Perdas totais na rede primária de distribuição - região Nordeste	23
4.16	Curvas de consumo - Centro-Oeste	24
4.17	Perfil de tensão nas barras - região Centro Oeste	24
4.18	Perfil de tensão horário - barra 53	24
4.19	Potência total fornecida (carga + perdas) - região Centro Oeste	25
4.20	Perdas totais na rede primária de distribuição - Centro Oeste	25
4.21	Curvas de consumo - Sudeste	26
4.22	Perfil de tensão nas barras - região Sudeste	26
4.23	Perfil de tensão horário - barra 53	27

4.24	Potência total fornecida (carga + perdas) - região Sudeste	27
4.25	Perdas totais na rede primária de distribuição - região Sudeste	27
4.26	Curvas de consumo - Sul	28
4.27	Perfil de tensão nas barras - região Sul	29
4.28	Perfil de tensão horário - barra 53	29
4.29	Potência total fornecida (carga + perdas) - região Sul	30
4.30	Perdas totais na rede primária de distribuição - região Sul	30
5.1	Deslocamento de consumo do chuveiro nos horário de ponta - exemplo	33
5.2	Deslocamento de carga do chuveiro - Brasil	34
5.3	Deslocamento da carga do chuveiro - Região Norte	35
5.4	Deslocamento da carga do chuveiro - Região Nordeste	35
5.5	Deslocamento da carga do chuveiro - Região Centro Oeste	36
5.6	Deslocamento da carga do chuveiro - Região Sudeste	36
5.7	Deslocamento da carga do chuveiro - Região Sul	37
6.1	Comparativo entre tarifas e padrões de consumo - região Norte	40
6.2	Comparativo entre tarifas e padrões de consumo - Nordeste	41
6.3	Comparativo entre tarifas e padrões de consumo - Centro Oeste	42
6.4	Comparativo entre tarifas e padrões de consumo - região Sudeste	44
6.5	Comparativo entre tarifas e padrões de consumo - região Sul	45

Lista de Tabelas

2.1	Aquecimento de água para banho	5
2.2	Aquecimento de água para banho - Brasil	5
2.3	Aquecimento de água para banho - adaptação	6
2.4	Produção, importação e consumo de aquecedores de água em 2011	6
2.5	Postos tarifários - proposta inicial ANEEL	9
3.1	Fator de potência utilizado para os eletrodomésticos	14
4.1	Resumo dos dados - Brasil	18
4.2	Resumo dos dados - região Norte	21
4.3	Resumo dos dados - região Nordeste	23
4.4	Resumo dos dados - região Centro-Oeste	25
4.5	Resumo dos dados - região Sudeste	28
4.6	Resumo dos dados - região Sul	30
4.7	Energia fornecida e perdas para cada uma das regiões em 24h	31
6.1	Variação percentual da conta de luz - Região Norte	39
6.2	Variação percentual da conta de luz - Região Nordeste	40
6.3	Variação percentual da conta de luz - Região Centro-Oeste	42
6.4	Variação percentual da conta de luz - Região Sudeste	43
6.5	Variação percentual da conta de luz - Região Sul	44
6.6	Economia proporcionada por região com deslocamento de carga	46
6.7	Economia proporcionada por região na eliminação do chuveiro	46

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contexto e motivação

O aquecimento de água para utilização doméstica, especialmente para o banho, é uma prática muito difundida, estando presente na maior parte das residências no Brasil e em diversos outros países. Dentre as várias alternativas para o aquecimento, a mais utilizada no Brasil é o aquecimento elétrico de passagem, representada em sua quase totalidade pelo chuveiro elétrico[8] [11].

O chuveiro elétrico é um equipamento que apresenta baixo custo de aquisição (a partir de algumas dezenas de Reais), simplicidade na instalação, além de baixa complexidade tanto para operação quanto para manutenção. No entanto, o baixo custo de aquisição do chuveiro resulta em um alto custo de utilização, pois é um equipamento de alta potência. A norma ABNT[1] que padroniza os chuveiros elétricos estabelece limites de potência entre 2200W e 11000W. Valores típicos de produtos comerciais oscilam entre 2500W e 5600W, mas podem chegar a até 10500W em alguns casos¹. Para o consumidor, o impacto mais óbvio da utilização do chuveiro elétrico é o aumento na conta de energia, pois o mesmo corresponde a mais de 20% de todo o consumo residencial do país [8]. Já no caso das concessionárias de energia, o impacto é muito mais severo: devido às características de alta potência e demanda concentrada em curtos espaços de tempo pela maior parte das residências, há a formação de picos de consumo. Esses picos de consumo são prejudiciais porque acarretam um superdimensionamento do sistema de geração, transmissão e distribuição de energia (que tem de estar preparado para operar no horário de pico com segurança), além de outros impactos, como aumento das perdas e afundamento do perfil de tensão.

Visando a redução de consumo de energia no horário de pico, foi regularizada a tarifação horossazonal para clientes residenciais, também conhecida como “tarifa branca” [2, 3, 4], a qual já foi homologada pela ANEEL para a maior parte das concessionárias de energia elétrica do

¹Pesquisa de produtos efetuada pelo autor entre os fabricantes mais comuns de chuveiros elétricos.

Brasil². Na tarifação horossazonal, o preço da energia elétrica varia em função da demanda horária de consumo, sendo mais baixo nos períodos de menor demanda e mais alto nos períodos de maior demanda, de forma a sinalizar os consumidores que consomem mais energia no horário de pico. O objetivo dessa forma de tarifação é estimular os consumidores a buscar formas de consumir energia de maneira mais racional, além de custear a geração de energia no horário de pico, que muitas vezes acaba sendo complementada com a geração através da queima de combustíveis fósseis, mais cara do que a geração hidroelétrica.

Dado o contexto apresentado, este trabalho visa estudar o impacto do uso do chuveiro elétrico no sistema de distribuição de energia elétrica, mais especificamente, no perfil de tensão, nas perdas e na energia consumida ao longo de um período de 24h. Além disso, também foi analisada a questão da tarifa horossazonal, com a utilização de diversos cenários de consumo, para avaliar o possível interesse do consumidor residencial pela adoção de novos hábitos visando economia na conta de luz, assim como o impacto na rede que essas medidas poderiam causar.

Este trabalho tem por objetivos:

- a) Analisar o impacto da utilização do chuveiro elétrico no sistema de distribuição de energia elétrica (no Brasil como um todo e separado por regiões);
- b) Efetuar um comparativo entre as tarifas branca e convencional, analisando o estímulo ao deslocamento de carga e/ou a penalidade ao se manter os hábitos de consumo.

Para o item a), foram efetuadas simulações de fluxo de potência com um perfil de consumo típico dos consumidores residenciais em duas situações: consumo normal (incluindo o chuveiro) e consumo sem o chuveiro. O cenário de consumo sem chuveiro simula uma situação ideal, na qual todo o aquecimento de água foi substituído por alternativas não-elétricas. A comparação entre esses dois cenários nos fornece a margem disponível para a redução de picos de consumo e de perdas no sistema, que no caso das concessionárias e geradoras resulta em redução de perdas e de investimentos em expansão de capacidade da rede e geração de reserva. Com relação ao item b), foram realizadas simulações de consumo de energia em um intervalo de 30 dias, para todas as regiões, em ambas as tarifações (desde que fornecidas pelas concessionárias), e com três padrões de uso: consumo normal, consumo do chuveiro deslocado e consumo do chuveiro eliminado. O resultado dessas simulações nos fornece uma estimativa do impacto esperado na conta de luz dos consumidores com a adoção da tarifa branca e os diversos cenários de uso.

1.2 Estrutura da dissertação

Esta dissertação é composta de 7 capítulos:

²O **Apêndice C (Tarifas)** mostra as tarifas homologadas pelas concessionárias junto à ANEEL que foram utilizadas para os cálculos neste trabalho.

- No **Capítulo 1 (Introdução)** é feita uma breve exposição sobre as motivações que levaram à confecção deste trabalho, a descrição dos objetivos e estudos desenvolvidos, além da estrutura da dissertação.
- O **Capítulo 2 (Revisão bibliográfica e levantamento de dados)** apresenta uma revisão bibliográfica sobre o aquecimento de água no setor residencial, apresenta os padrões de uso do chuveiro elétrico nas diversas regiões do Brasil, e também aborda a questão da tarifação horossazonal.
- O **Capítulo 3 (Metodologia)** descreve o modelo de rede de distribuição elétrica utilizado, os procedimentos realizados para obtermos as curvas de carga dos eletrodomésticos, e as ferramentas utilizadas para simulação.
- O **Capítulo 4 (Impactos do chuveiro elétrico nas redes de distribuição)** apresenta os resultados das simulações para as diversas regiões e padrões de consumo, efetuando uma análise do impacto da demanda no perfil de tensão, demanda de potência e perdas instantâneas, para os casos extremos (padrão normal de consumo de energia elétrica e consumo de energia descontada a parcela do chuveiro elétrico). O final do capítulo consolida as informações sobre energia e perdas obtidas anteriormente e, com base nessas informações e dados governamentais, estima a quantidade de energia elétrica utilizada em nível nacional para aquecimento de água.
- O **Capítulo 5 (Impacto do deslocamento do chuveiro elétrico na curva de carga)** faz a análise de uma modificação no uso do chuveiro (deslocamento de carga) e seu possível impacto no deslocamento do horário de pico.
- O **Capítulo 6 (Impacto para o consumidor considerando a tarifa branca)**, por sua vez, analisa o impacto da tarifação horossazonal para o consumidor residencial médio, simulando valores de conta de luz para as concessionárias de cada região, fazendo um comparativo entre as diversas formas de tarifação e padrões de uso.
- Por fim, o **Capítulo 7 (Conclusões)** apresenta as conclusões gerais do trabalho, bem como possíveis estudos a serem realizados de forma a complementar ou aprofundar as investigações efetuadas até o momento.

Além dos capítulos citados, os **Apêndices A (Uso dos eletrodomésticos por região)**, **B (Parâmetros da rede de 69 barras)** e **C (Tarifas)** apresentam os dados utilizados neste trabalho.

Capítulo 2

Revisão bibliográfica e levantamento de dados

2.1 Aquecimento de água para banho

O aquecimento de água para banho é considerado um item fundamental para higiene e conforto na sociedade contemporânea. Em verdade, ZOELLNER[18] cita evidências de sistemas de aquecimento de água para banho já no ano 1000 A.C., assim como as famosas termas romanas, o que mostra que a busca por fornecimento de água quente é um desejo antigo.

As instalações antigas de aquecimento utilizavam-se basicamente de lenha e carvão, aquecendo tubos de cobre ou chumbo pelos quais passava água. Durante o século XIX, o gás encanado, disponível nas grandes cidades que se formavam, passou a ser utilizado no lugar de carvão e lenha, principalmente porque esta última já começava a ficar escassa junto aos grandes centros. No início do século XX, começou-se também a utilizar a energia elétrica como forma de aquecimento de água. Especialmente no Brasil, a eletrotermia foi disseminada rapidamente com a invenção do chuveiro elétrico. O aquecimento solar, que existe desde o final do século XIX¹, até hoje possui pouca penetração em relação às outras formas de aquecimento, como mostra a próxima seção.

Aquecimento de água no mundo

A **Tabela 2.1** mostra a situação de alguns países em relação às formas de aquecimento de água. É possível notar através da tabela a fraca presença do aquecimento solar nos países citados, e uma divisão praticamente igualitária entre o aquecimento elétrico e o aquecimento a gás.

¹O primeiro registro de aquecedores solares de água é uma patente do inventor Clarence Kemp datada de 1891, conforme pesquisa efetuada na base de dados da WIPO (World Intellectual Property Organization), que se referia ao produto que ficou conhecido como *Climax Solar Water Heater*.

Tabela 2.1: Aquecimento de água para banho

País	Porcentagens por fonte de aquecimento de água ²					
	Energia Elétrica	Gás	Energia Solar	Carvão	Outros	Não Aquece
EUA ³	41,20	55,01	–	–	0,35	0,35
Austrália ⁴	52,30	40,10	8,50	–	2,30	–
Canadá ⁴	45,30	49,10	–	–	5,50	5,30

Fontes: EUA: U.S. Energy Information Agency, *Residential Energy Consumption Survey* 2009 [16]
 Austrália: Australian Bureau of Statistics, *Environmental Issues: Energy Use and Conservation* (Mar 2011)[5]
 Canadá: Natural Resources Canada, Office of Energy Efficiency. *Comprehensive Energy Use Database Table* (2010)[14]

Situação atual do aquecimento de água no Brasil

No Brasil, as formas de aquecimento de água para banho seguem a distribuição mostrada na **Tabela 2.2**.

Tabela 2.2: Aquecimento de água para banho - Brasil

Região	Porcentagens por fonte de aquecimento de água					
	Energia Elétrica	Gás	Energia Solar	Carvão	Outros	Não Aquece
Centro-Oeste	86,1	1,0	0,9	0,4	0,2	12,1
Nordeste	17,7	6,6	0,1	1,9	0,2	74,9
Norte	11,7	1,8	0,2	0,1	0,3	86,0
Sudeste	92,9	3,4	0,9	1,3	0,1	3,3
Sul	95,5	5,5	0,5	0,9	0,1	0,9
Brasil	70,9	4,2	0,6	1,2	0,1	24,7

Fonte: *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009* - IBGE[11]

Nota-se a expressiva presença do aquecimento elétrico em relação às demais formas de aquecimento de água, especialmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. As regiões Norte e Nordeste apresentam uma porcentagem mais baixa de aquecimento elétrico de água, no entanto, de acordo com a última coluna da tabela, notamos que a maior parte da população dessas duas regiões não utiliza nenhum tipo de fonte de aquecimento de água.

Reescalando os dados da **Tabela 2.2** apenas em função dos modos de aquecimento de água (ou seja, desprezando a coluna “Não Aquece”), obtemos a **Tabela 2.3**.

Por essa tabela vemos que, dentre os domicílios que aquecem a água para banho de alguma forma, o aquecimento elétrico é predominante em todas as regiões.

Os dados de produção de equipamentos de aquecimento de água para banho confirmam

²Documentos consultados não indicam valores para as formas de aquecimento marcadas com –

³A soma das porcentagens resulta em um total *menor* do que 100% no relatório original.

⁴A soma das porcentagens resulta em um total *maior* do que 100% no relatório original.

Tabela 2.3: Aquecimento de água para banho - adaptação

Região	Porcentagens por fonte de aquecimento de água				
	Energia Elétrica	Gás	Energia Solar	Carvão	Outros
Centro-Oeste	97.2	1.1	1.0	0.5	0.2
Nordeste	66.8	24.9	0.4	7.2	0.7
Norte	83.0	12.8	1.4	0.7	2.1
Sudeste	94.2	3.5	0.9	1.3	0.1
Sul	93.1	5.4	0.5	0.9	0.1
Brasil	92.1	5.4	0.8	1.6	0.1

a predominância do uso da energia elétrica para aquecimento de água para banho, conforme mostra a **Tabela 2.4**.

Tabela 2.4: Produção, importação e consumo de aquecedores de água em 2011

Produto	Produção	Importação	Consumo
Chuveiro elétrico	22.847.934	–	22.097.821
Aquecedor elétrico de água	725.139	266.609	680.692
Aquecedor a gás ⁵	9.741	238.475	84.291
Aquecedor solar ⁶	440.379	26.953	346.829
Bomba de calor ⁷	7.544	3.188	–

Fontes: *Pesquisa Industrial Anual 2011 - IBGE*[12]
Importação de produtos 2011 - MDIC[13]

2.2 PROCEL

O PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) é um programa criado pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio em 1985. Gerenciado pela Eletrobrás, o programa visa estimular o uso racional e eficiente de energia nas mais diversas áreas da sociedade, através de diversas ações, como por exemplo, programas de etiquetagem de eletrodomésticos, disponibilização de informações e ferramentas de cálculo para o correto dimensionamento de motores em indústrias.

Periodicamente o PROCEL realiza pesquisas nos âmbitos residencial, industrial e comercial (anos 1988 (residencial), 1997/98(residencial) e 2004/2006(residencial, comercial e industrial). Tal pesquisa visa levantar o comportamento das diversas cargas instaladas nos consumidores dos três setores, de forma a levantar curvas de consumo típicas de cada um deles e fornecer informações para avaliar o potencial de economia de energia elétrica através de programas de eficiência energética e uso racional da mesma.

⁵fonte não diferencia uso residencial, comercial ou industrial

⁶*idem*.

⁷fonte não diferencia uso. Assumido que uso não é residencial ou não é significativo.

O presente trabalho se baseia na última pesquisa disponível, cujos dados foram obtidos do SINPHA[9] (Sistema de Informação de Posse e Hábitos de Uso de Aparelhos Eletrodomésticos), separados em curvas de consumo por eletrodoméstico, de forma a ser possível comparar os cenários com a presença do chuveiro elétrico e sem o mesmo. As **Figuras 2.1 a 2.4** exibem os comportamentos médios com relação ao uso do chuveiro para Brasil e as regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, respectivamente.

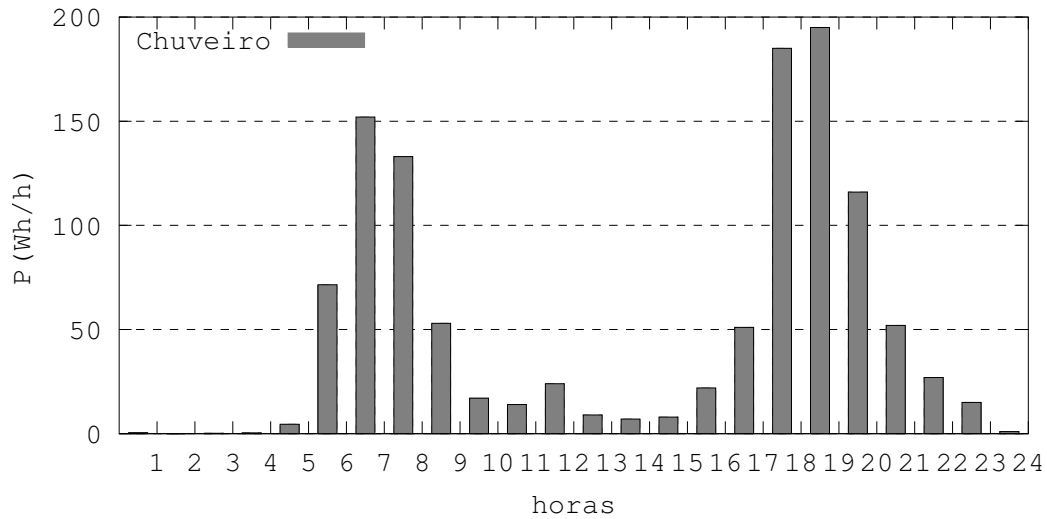


Figura 2.1: Consumo residencial médio do chuveiro - Brasil

Podemos ver que, no comportamento agregado para o Brasil (**Figura 2.1**), o chuveiro apresenta dois períodos de maior consumo: durante a manhã (das 6 às 8h), e durante o final da tarde (das 17 às 20h), sendo este último período coincidente com o horário de pico de consumo de energia elétrica.

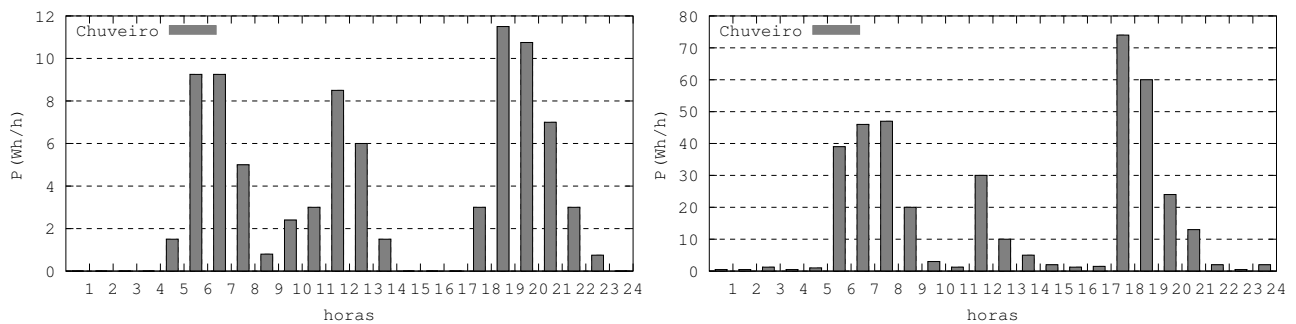


Figura 2.2: Consumo do chuveiro - Regiões Norte (esquerda) e Nordeste (direita)

A região Norte (**Figura 2.2**, lado esquerdo) apresenta um consumo um pouco mais disperso ao longo do dia. No entanto, mais uma vez, cabe ressaltar que a potência média é a menor dentre todas as regiões, devido à baixa presença do chuveiro elétrico (cerca de 12% dos domicílios, conforme a **Tabela 2.2**). A região Nordeste (**Figura 2.2**, lado direito) também apresenta consumo disperso ao longo do dia, como na região Norte, mas com uma potência média maior,

porém inferior a média nacional. A **Tabela 2.2** mostra que a presença do chuveiro elétrico também é baixa nesta região (em torno de 18% dos domicílios).

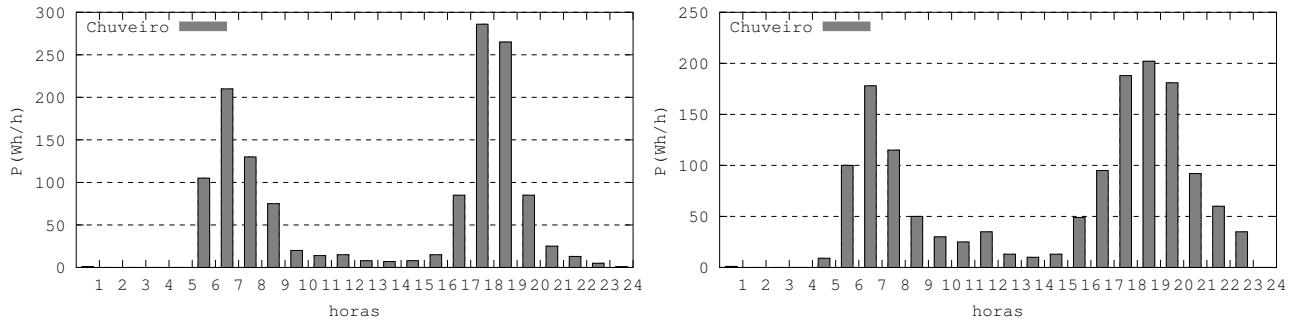


Figura 2.3: Consumo do chuveiro - Região Centro-Oeste (esquerda) e Sudeste (direita)

A região Centro-Oeste (**Figura 2.3**, lado esquerdo) apresenta um comportamento semelhante à média brasileira, com o consumo do chuveiro concentrado nos períodos da manhã (6 às 7h) e no final da tarde (17 às 19h). Já a região Sudeste (**Figura 2.3**, lado direito), na qual cerca de 93% das residências possuem chuveiro, apresenta picos de uso do mesmo no período da manhã (6 às 7h) e no final da tarde (17 às 20h), mas podemos notar que há consumo de energia referente ao chuveiro em praticamente todas as horas do dia.

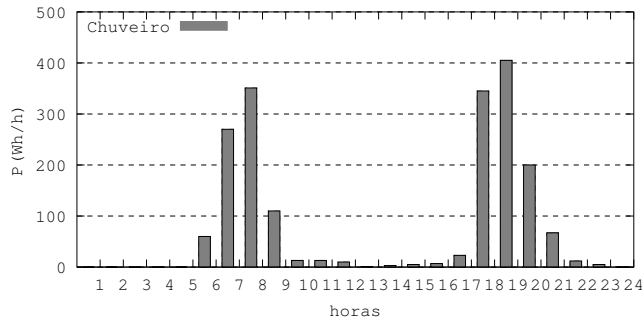


Figura 2.4: Consumo médio do chuveiro - Região Sul

A região Sul (**Figura 2.4**), por sua vez, apresenta consumo de energia concentrado nos períodos da manhã (6 às 8h) e no final da tarde (17 às 19h), e suas potências horárias médias são maiores do que todas as demais regiões. Isso se deve tanto à alta presença do chuveiro elétrico nas residências (superior a 95%), como às temperaturas médias da região serem mais baixas, o que faz com que aparelhos de maior potência sejam utilizados.

As curvas de consumo total dos consumidores para as diversas regiões serão apresentadas no **Capítulo 4 (Impactos do chuveiro elétrico nas redes de distribuição)**, e as informações utilizadas para a geração dos gráficos se encontram no **Apêndice A (Uso dos eletrodomésticos por região)**.

2.3 Tarifação horossazonal e gerenciamento de carga

A tarifação horossazonal foi concebida para oferecer um estímulo econômico ao gerenciamento de carga pelo lado da demanda (GLD - ou DSM, *Demand-Side Management*), buscando a redução da demanda de potência no horário de pico através de valores de tarifa diferenciados (*postos tarifários*) em função do horário, de forma que a energia no horário de pico é mais cara do que em horários onde a demanda de potência é menor, estimulando assim a redução no consumo do horário de pico, deslocando-o para horários de menor demanda. Além da componente horária, também existe uma componente sazonal (daí o nome horossazonal), conhecida como *bandeira tarifária*, repassada para os consumidores com o intuito de sinalizar o custo da geração de energia no período⁸, no entanto esta componente não será analisada no presente trabalho. A ANEEL sugeriu, na proposta inicial para a tarifa branca, que a tarifação fosse aplicada conforme a **Tabela 2.5**.

Tabela 2.5: Postos tarifários - proposta inicial ANEEL

Posto Tarifário	Descrição	Período	Proporção
Ponta (P)	Período de 3 horas consecutivas diárias, exceção feita aos sábados, domingos e feriados nacionais.	18-21h	5* <i>kz</i>
Intermediário (I)	Período formado pela hora imediatamente anterior e imediatamente posterior ao período de ponta, totalizando 2 horas.	17-18h 21-22h	3* <i>kz</i>
Fora de ponta (FP)	Período composto pelas horas complementares aos períodos de ponta e intermediária, além de finais de semana e feriados nacionais.	0-17h 22-24h	1* <i>kz</i>

A proporção entre os valores cobrados nos postos tarifários de ponta, intermediário e fora de ponta são 5, 3 e 1, respectivamente. Além disso, há um fator de escalonamento (kz^9), que é a relação entre o valor da tarifa fora de ponta e o valor da tarifa convencional, cujo valor sugerido é de 0,55. A **Figura 2.5** mostra um comparativo entre a tarifa atual e a tarifa branca proposta.

No entanto, esses valores são apenas uma sugestão. Quando da publicação da proposta inicial da tarifa branca, a ANEEL deixou a critério das concessionárias adotar esses valores, ou propor novos valores e horários na ocasião do terceiro ciclo de revisão tarifária periódica¹⁰. O **Apêndice C (Tarifas)** mostra que todas as concessionárias que homologaram a tarifa branca apresentaram propostas de valores diferentes para *kz* e para as proporções entre os postos tarifários. A seguir tem-se comparativos de algumas concessionárias selecionadas com os postos

⁸maiores informações sobre o cálculo das bandeiras tarifárias e seus valores podem ser encontradas em <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=758>,

⁹*kz*: relação entre a tarifa do posto fora de ponta da modalidade branca e a tarifa convencional

¹⁰As concessionárias de distribuição de energia elétrica são obrigadas a prestar contas para a ANEEL periodicamente, para justificar as tarifas de energia cobradas. No presente momento, a maior parte das concessionárias passou pelo terceiro ciclo de revisão tarifária. Maiores informações em <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=182>

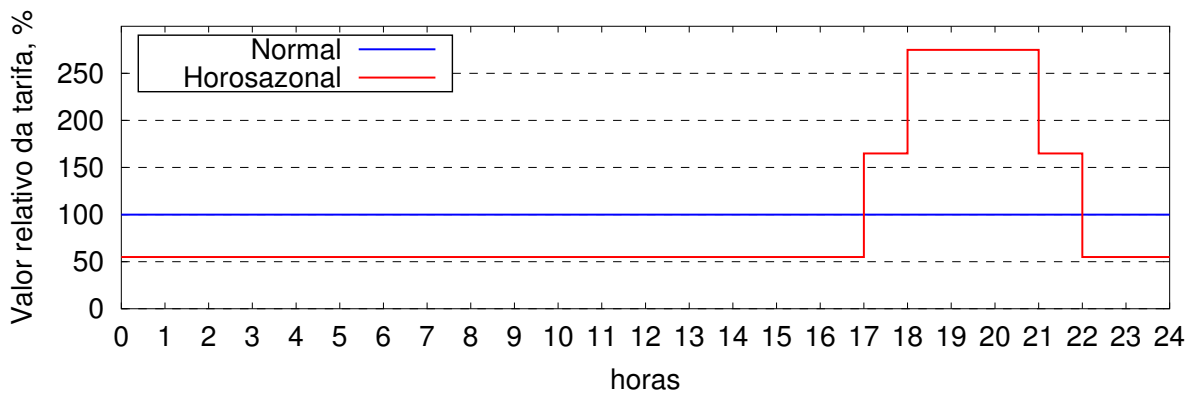


Figura 2.5: Comparativo entre os modos de tarifação (fonte: ANEEL)

tarifários propostos inicialmente pela ANEEL, separadas por região. O critério utilizado foi selecionar as concessionárias com a maior e a menor relação ponta/fora de ponta. Podemos ver nas **Figuras 2.6 a 2.10** que todas as concessionárias adotaram um kz maior do que o sugerido pela ANEEL, e relações ponta/fora de ponta menores. Isso implica em menores possibilidades para o consumidor de economia com o deslocamento de carga, e será explorado no **Capítulo 6 (Impacto para o consumidor considerando a tarifa branca)**.

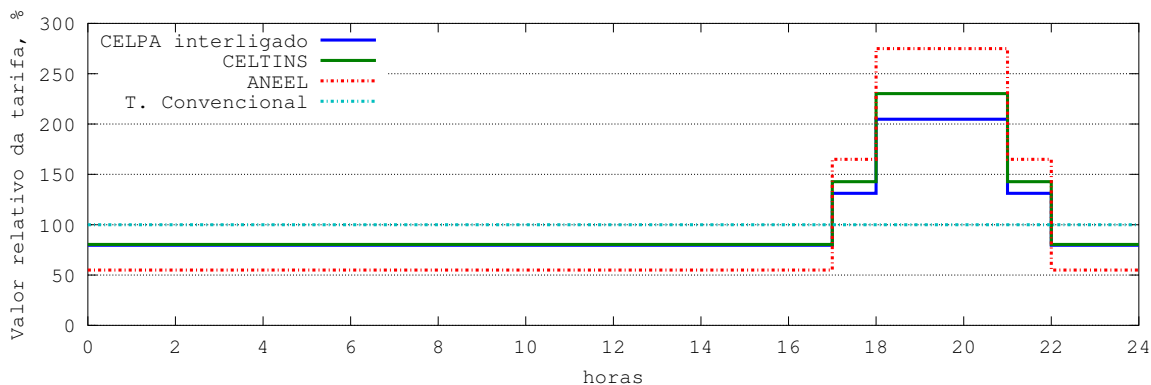


Figura 2.6: Comparativo entre postos tarifários - Norte (normalizado)

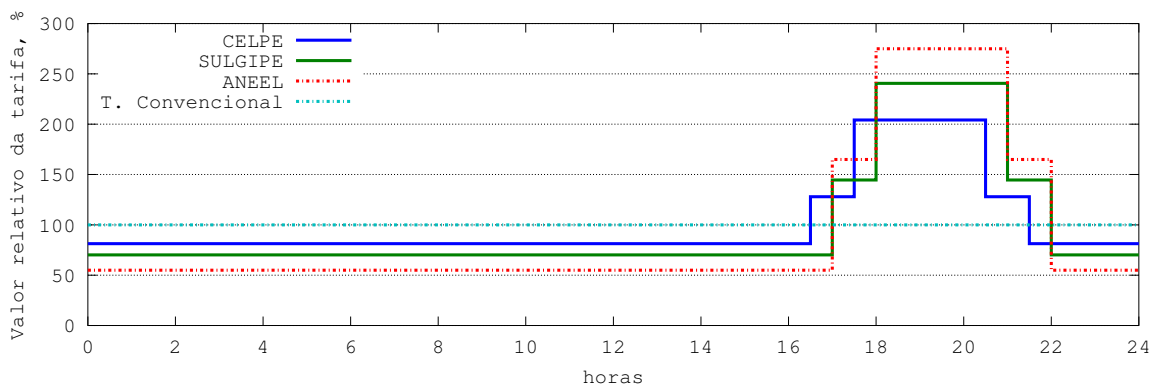


Figura 2.7: Comparativo entre postos tarifários - Nordeste (normalizado)

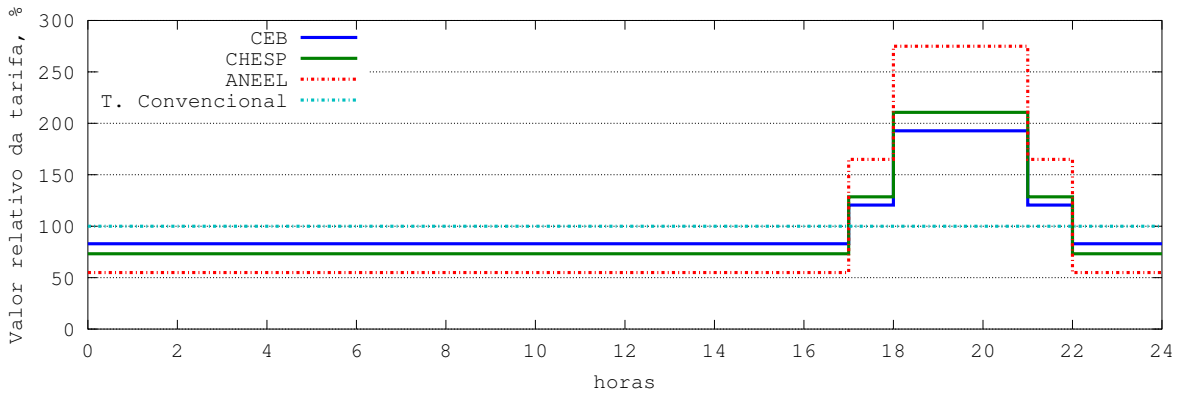


Figura 2.8: Comparativo entre postos tarifarios - Centro-Oeste (normalizado)

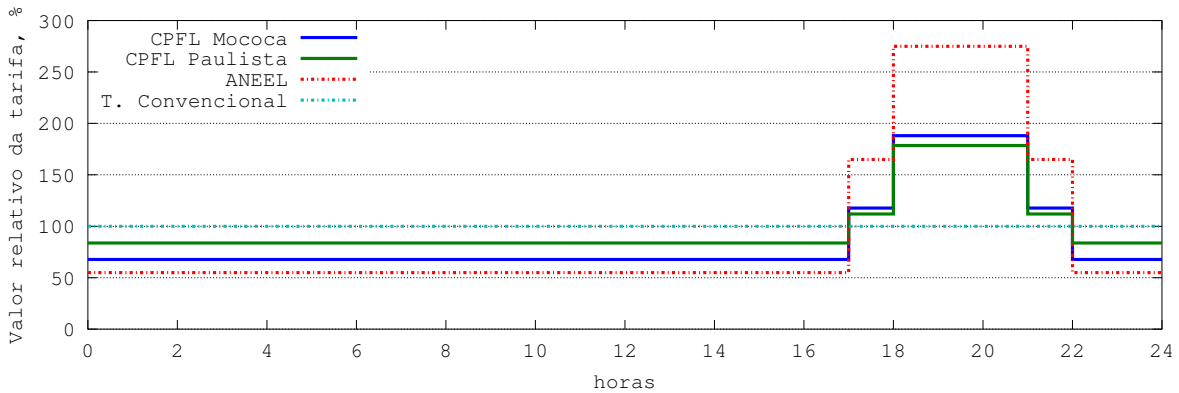


Figura 2.9: Comparativo entre postos tarifarios - Sudeste (normalizado)

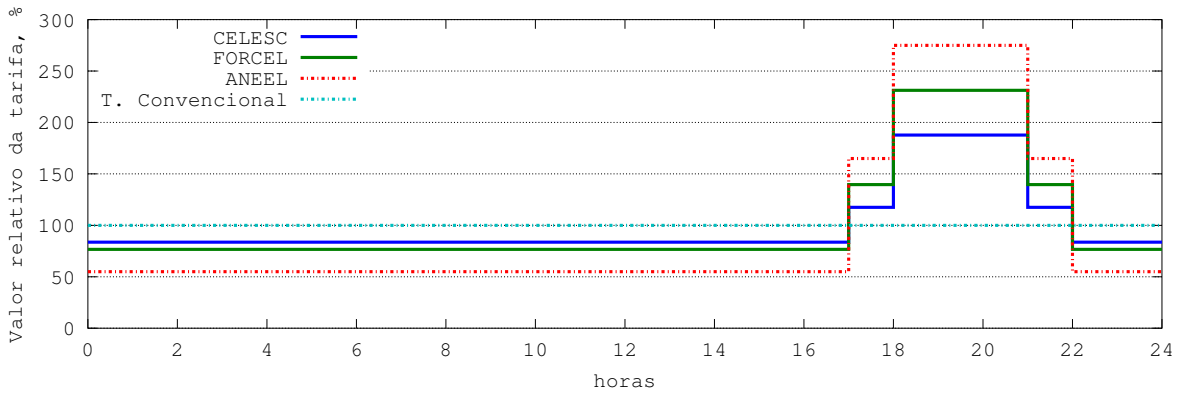


Figura 2.10: Comparativo entre postos tarifarios - Sul (normalizado)

Capítulo 3

Metodologia

Para realizar as simulações, utilizou-se a rede elétrica de distribuição de 69 barras da **Figura 3.1** (encontrada em BARAN[6]), cujas principais informações¹ são:

- Uma barra de geração (barra 67), Tensão de operação: 12.66kV;
- Não há compensação de reativos (capacitores) instalada em nenhuma das barras;
- Demanda de potência pelas cargas: Ativa (P): 3802kW, Reativa (Q): 2695kVAr;

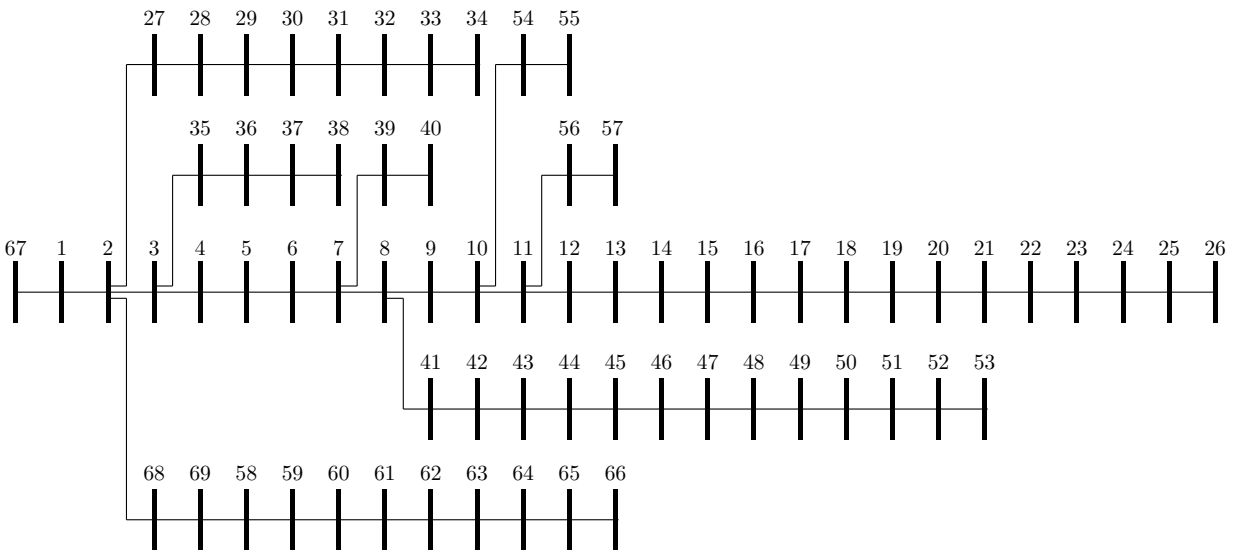


Figura 3.1: Diagrama de conexão - sistema de 69 barras[6]

Para simularmos o padrão horário de carga da rede, utilizamos os dados da “Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Eletrodomésticos” (PPH) elaborada pelo PROCEL[8] entre 2004 e

¹As informações detalhadas sobre as impedâncias de linha e as cargas nas barras podem ser encontradas no Apêndice B (Parâmetros da rede de 69 barras).

2006. A pesquisa do PROCEL apresenta os dados de consumo dos eletrodomésticos mais comuns presentes em uma residência, e seu consumo de potência² em função do horário. Os dados da pesquisa estão disponíveis no SINPHA (Sistema de Informação de Posse e Hábitos de Uso de Aparelhos Elétricos)[9]. Esses dados de consumo são separados por região, eletrodoméstico e horário de utilização, de forma que é possível efetuar as combinações entre os eletrodomésticos em operação em uma determinada região e obter as curvas de consumo correspondentes, conforme o exemplo mostrado na **Figura 3.2**³.

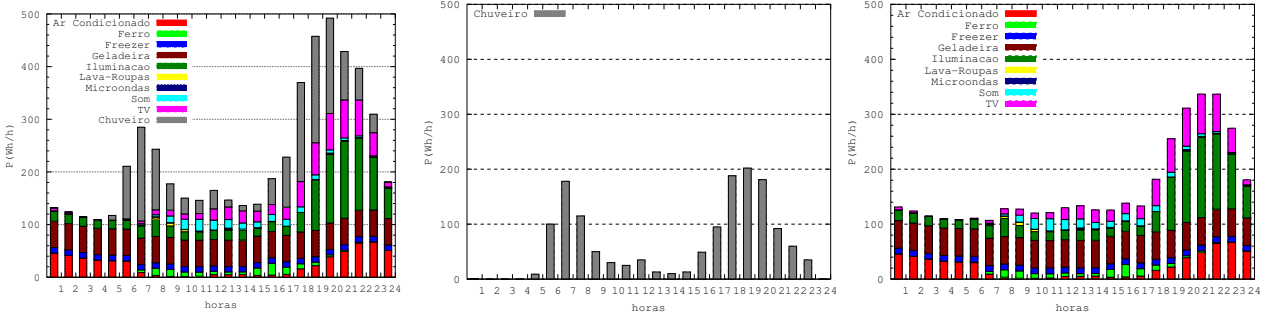


Figura 3.2: Curvas de consumo residencial típica (esquerda: total, centro: chuveiro, direita: tudo exceto chuveiro). Adaptado do SINPHA[9]

Para efetuar as simulações, utilizamos o pacote para cálculo de fluxo de potência *MATPOWER*[17], disponível para os programas de cálculo computacional *MATLAB* e *GNU Octave*[7], e procedemos da seguinte maneira:

- Inserimos os parâmetros da rede de 69 barras (impedâncias de linha e consumos de potência ativa e reativa de cada barra);
- Estabelecemos o máximo valor de potência horária da região em função dos eletrodomésticos utilizados:

$$P_{max} = \max[P_1, P_2 \dots P_{24}],$$

onde P_t é a potência ativa (P) dos eletrodomésticos selecionados no horário entre (t-1) horas e (t) horas para a região.

- Escalonamos os dados de consumo do PROCEL:

$$K_t = \frac{[P_1, P_2, \dots P_{24}]}{P_{max}}, \text{ onde}$$

²A pesquisa levou em conta os eletrodomésticos presentes nas residências e estabeleceu um valor médio de potência a ser utilizado para cada um dos eletrodomésticos. As tabelas com os consumos horários médios, separados por região e eletrodoméstico, podem ser encontradas no **Apêndice A (Uso dos eletrodomésticos por região)**.

³A figura mostrada serve apenas como exemplo das curvas de consumo (no caso, da região Sudeste), e está reproduzida em um tamanho maior na seção correspondente à região no **Capítulo 4 (Impactos do chuveiro elétrico nas redes de distribuição)**

K_t (um vetor adimensional de 24 posições) é o fator de escalonamento da potência do sistema original para cada um dos 24 períodos horários.

Desta forma, obteve-se valores entre 0 e 1 que servirão como multiplicadores da potência ativa original de cada uma das barras do circuito, de forma a efetuar a simulação de consumo por faixa horária, para cada uma das regiões.

Como a pesquisa do PROCEL não apresenta informações sobre a potência reativa (Q) dos aparelhos eletrodomésticos, e tal informação não é obrigatória para os fabricantes dos mesmos (com exceção de alguns dispositivos de iluminação), utilizamos os dados adaptados de PIRES[15] para a obtenção das mesmas. Em seu trabalho, o autor levantou medidas do conteúdo harmônico de alguns eletrodomésticos selecionados, que foram utilizados para o cálculo da potência reativa dos aparelhos que constam na pesquisa do PROCEL.

Os dados utilizados seguem na **Tabela 3.1**.

Tabela 3.1: Fator de potência utilizado para os eletrodomésticos

Aparelho	ϕ_1	$\cos(\phi_1)$	$\frac{Q}{P}\%$
Ar Condicionado	-32,40	0,84	63,46
Chuveiro Elétrico	0,00	1,00	0,00
Ferro	0,00	1,00	0,00
Freezer/Geladeira	-45,00	0,70	100,00
Iluminação	-2,65	0,99	4,63
Lavadora de Roupas	-35,00	0,82	70,00
Forno de Microondas	0,32	0,99	0,56
Aparelho de Som	-26,19	0,89	49,18
Televisão	2,00	0,99	3,50

Fonte: PIRES(2006)[15]. Adaptação

Utilizando as curvas obtidas na pesquisa do PROCEL juntamente com os dados da tabela, obtivemos a curva de potência reativa horária para cada região, e a inserimos no lugar da potência reativa original do sistema de 69 barras. A **Figura 3.3** é um exemplo dos perfis de consumo de potência ativa e reativa resultantes.

As simulações de consumo foram feitas considerando 2 cenários de consumo⁴:

- Consumo normal de uma residência, com todos os eletrodomésticos;
- Consumo normal de uma residência, sem a presença do chuveiro elétrico.

A diferença entre essas duas simulações resulta na margem disponível para melhoria do perfil de tensão da rede, redução de perdas e/ou alívio da capacidade da rede de distribuição. Para

⁴Como os dados são separados por eletrodoméstico e horário, seria possível criar diversos cenários para analisar a contribuição individual de cada um deles em uma rede de distribuição. No entanto, tais cenários fogem ao escopo deste trabalho.

o caso da simulação sem o chuveiro, utilizamos o mesmo valor máximo de potência (P_{max}) da região para o consumo completo, de forma a obter uma comparação de resultados entre os dois casos. Ambos os casos possuem o mesmo valor de potência reativa (Q) nas barras, já que o chuveiro, devido ao fato de ser um elemento puramente resistivo, consome apenas potência ativa.

De posse dos dados escalonados, executamos fluxos de carga para cada um dos horários, para todas as regiões, analisando perfil de tensão nas barras, potência fornecida e perdas nas faixas de horário.

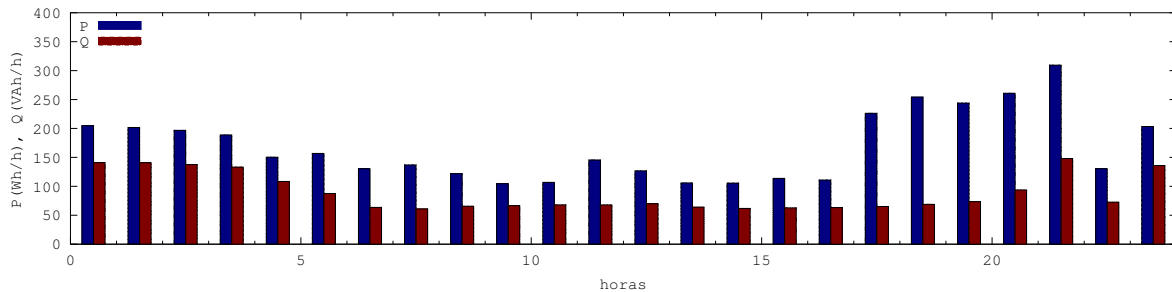


Figura 3.3: Potências ativa (à esquerda) e reativa (à direita) para o consumidor médio da região Nordeste

Enfatiza-se aqui que a mesma rede, com a mesma demanda de potência ativa, será estudada em cada região e também no caso Brasil, sendo que a curva de carga característica é que diferencia um caso do outro. Assim sendo, as informações sobre potência e consumo de cada região não devem ser comparadas diretamente.

Os resultados das simulações computacionais descritas neste capítulo foram consolidados em gráficos e tabelas exibidos no **Capítulo 4 (Impactos do chuveiro elétrico nas redes de distribuição)**.

Capítulo 4

Impactos do chuveiro elétrico nas redes de distribuição

Neste capítulo, serão analisados os aspectos referentes à rede: nível de tensão, potência e perdas, separados por região, utilizando o perfil médio do consumidor para dois casos extremos: um com o perfil de uso normal (incluindo todos os eletrodomésticos) e outro sem o consumo do chuveiro. Vale lembrar que as perdas e o perfil de tensão são referentes ao nível de tensão de 12,66kV, ao passo que tensão de alimentação das residências usualmente é em 110-127/220V, portanto as perdas acumuladas e a queda no nível de tensão podem ser maiores do que os valores aqui apresentados.

4.1 Brasil

A **Figura 4.1** mostra a curva de consumo típica do consumidor brasileiro. A potência

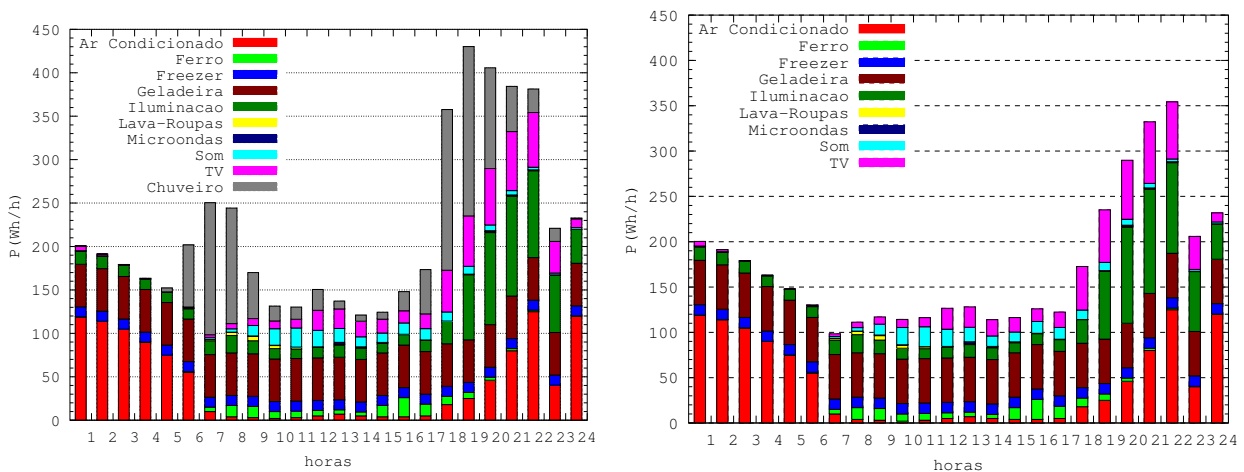


Figura 4.1: Curvas de consumo horário total (à esquerda) e sem o chuveiro (à direita)

horária de pico para o consumidor médio brasileiro é de 430,15W às 18h. Dado que o sistema

simulado possui uma demanda de potência ativa de 3,802MW, essa rede representaria uma rede de distribuição com cerca de 8840 consumidores residenciais.

Com base nessas curvas, levantamos os dados de consumo horário com e sem o chuveiro, escalonamos as medidas em função do pico de consumo total e aplicamos a curva resultante no sistema de 69 barras. Os resultados seguem nas próximas seções.

Perfil de Tensão ao longo das barras

Para analisar o perfil de tensão ao longo das barras, efetuou-se as simulações de fluxo de carga para todos os horários nas duas situações, utilizando-se para comparação o cenário de máximo carregamento em cada uma delas, que no caso COM chuveiro corresponde ao período entre 18h e 19h (P_{19}) e no caso SEM chuveiro corresponde ao período entre 21h e 22h (P_{22}).

Analisando o perfil de tensão nestas 2 situações ao longo de todas as barras, conforme mostra a **Figura 4.2**, nota-se uma melhora de até 0,92% no perfil de tensão (barra 53).

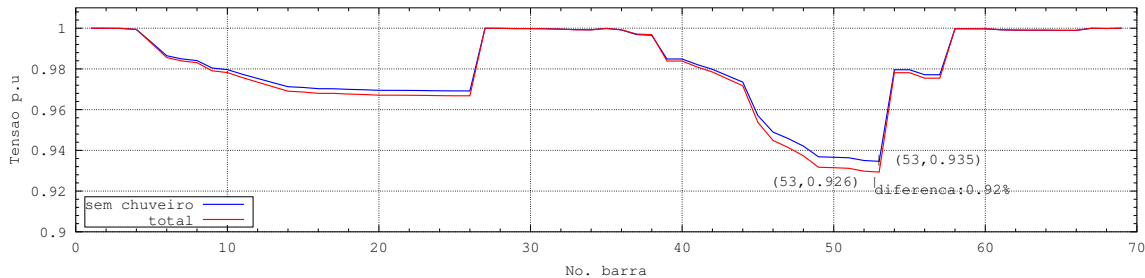


Figura 4.2: Perfil de tensão nas barras - Brasil

Perfil de Tensão horário - Pior barra (barra 53)

A barra 53 é a barra terminal de um dos ramais do circuito de simulação que apresenta a maior concentração de cargas e, conforme a **Figura 4.2** mostra, possui o menor valor de tensão do sistema. A **Figura 4.3** mostra a variação da tensão na barra 53 ao longo das horas do dia.

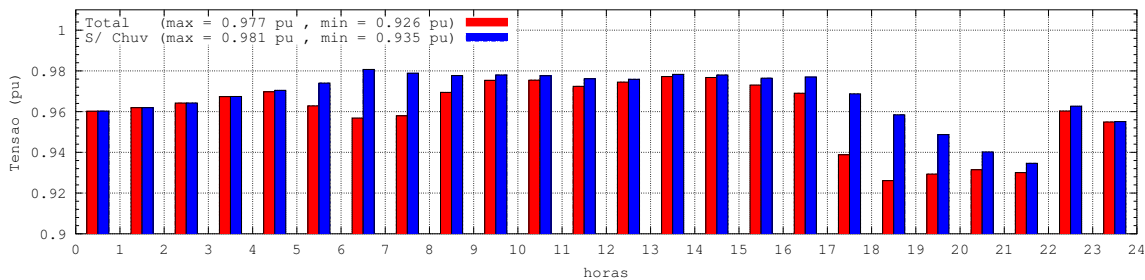


Figura 4.3: Perfil de tensão horário - barra 53

Notamos uma grande diferença no perfil de tensão da barra no período entre as 17 e 20h entre os dois casos.

Potência total fornecida

Analisando a potência fornecida (**Figura 4.4**), vemos uma redução de 46,24% na demanda de potência às 18h para o sistema, sendo que a nova potência de pico para o sistema vale 3,22MW às 22h, uma redução de 17,91%.

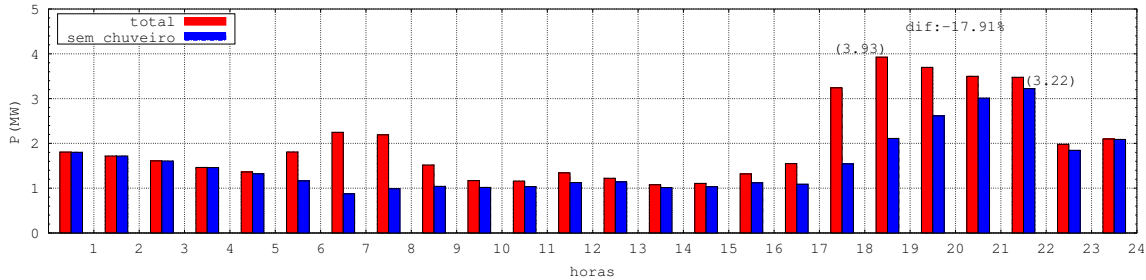


Figura 4.4: Potência total fornecida (carga + perdas) - Brasil

Perdas totais

Analisando somente as perdas na distribuição (**Figura 4.5**), vemos uma diminuição nas perdas de 69% às 18h, e uma redução de 24,88 % no horário de pico.

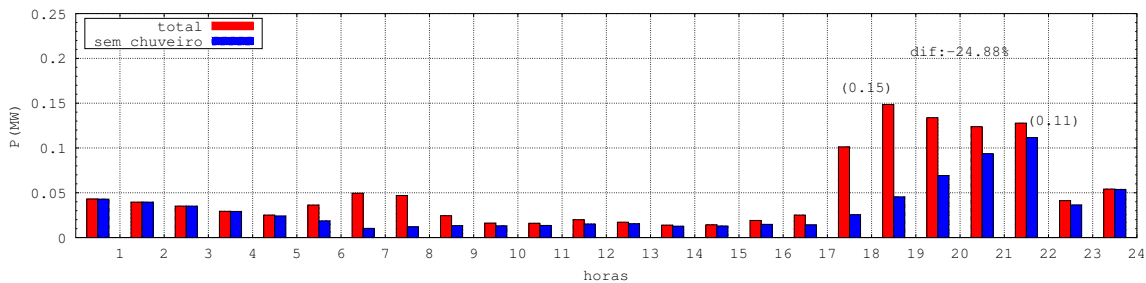


Figura 4.5: Perdas totais na rede primária de distribuição - Brasil

A **Tabela 4.1** mostra as informações dos gráficos consolidadas.

Tabela 4.1: Resumo dos dados - Brasil

	com chuva	sem chuva	dif (%)
horário de pico (h)	18	21	-
Tensão mínima (pu)	0,926	0,935	+0,92
Potência pico (MW)	3,93	3,22	-17,91
Perdas distribuição (MW)	0,15	0,11	-24,88
Perda Total (MWh)¹	1,20	0,77	-35,83
Energia Total (MWh)¹	47,58	36,98	-22,28

¹As informações “Energia Total” e “Perda Total” foram calculadas tomando por base as médias horárias para potência total fornecida e as perdas na transmissão, respectivamente, somando-se os valores em um período de 24h.

4.2 Norte

A **Figura 4.6** mostra a curva de consumo residencial típica da região Norte. Podemos notar a baixa presença do chuveiro elétrico na composição do perfil horário de consumo.

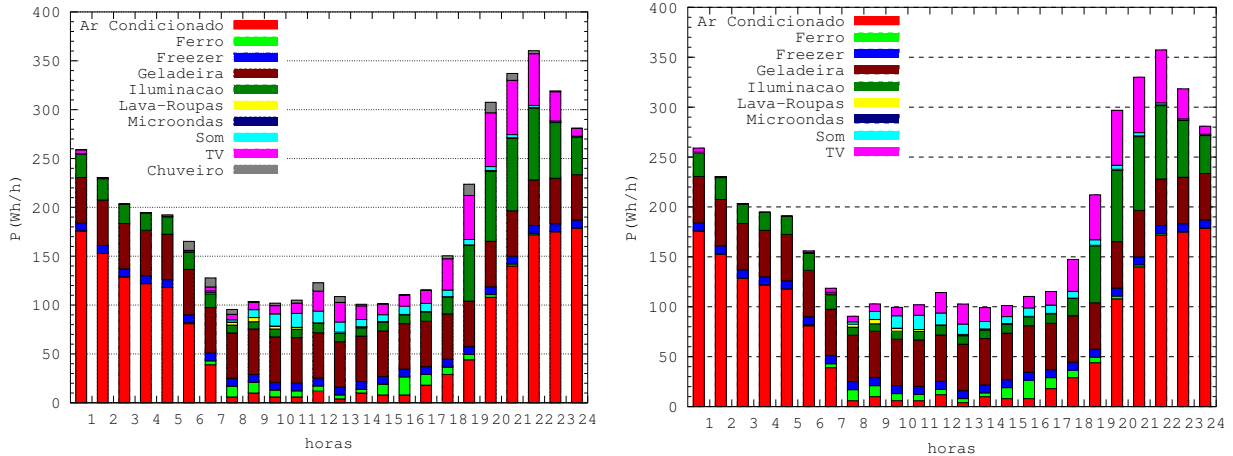


Figura 4.6: Curvas de consumo - Norte. (Fonte: PROCEL)

A potência horária de pico para o consumidor médio da região Norte é de 360,29W às 21h. Dado que o sistema simulado possui uma demanda de potência ativa de 3,802MW, o sistema representa uma rede de distribuição com cerca de 10550 consumidores residenciais para a região.

Perfil de Tensão ao longo das barras

A **Figura 4.7** mostra que a variação no perfil de tensão é praticamente desprezível. Esse resultado já era esperado, uma vez que a presença do chuveiro é baixa nessa região.

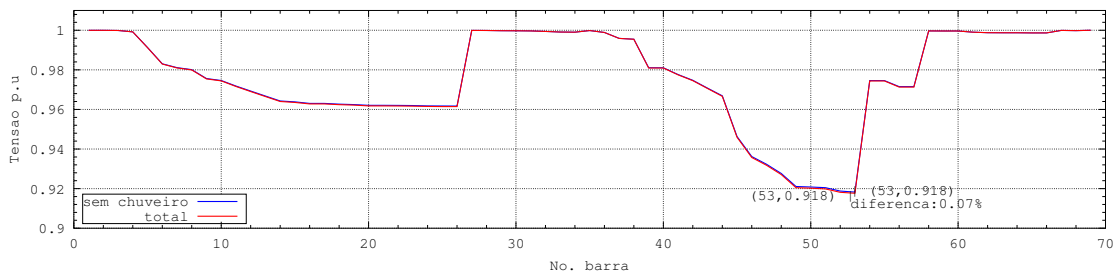


Figura 4.7: Perfil de tensão nas barras - região Norte

Perfil de Tensão horário - Pior barra (barra 53)

Uma vez que o perfil de tensão ao longo das barras pouco variou nos dois casos extremos, o perfil de tensão horário na barra 53 praticamente não se alterou.

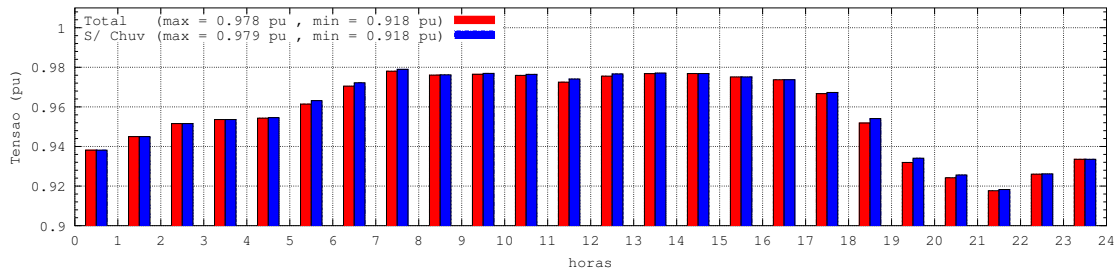


Figura 4.8: Perfil de tensão horário - barra 53

Potência total fornecida

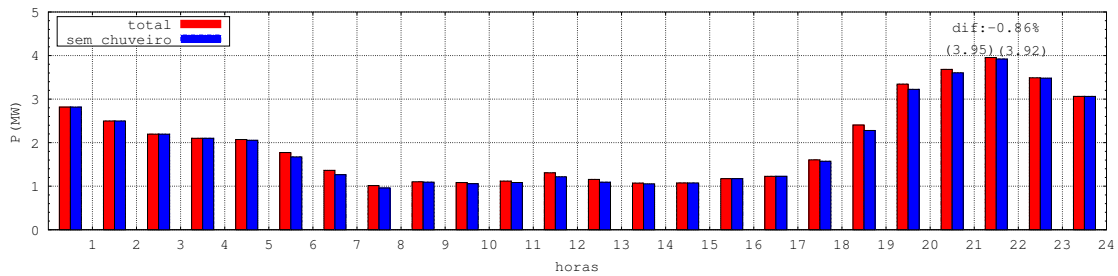


Figura 4.9: Potência total fornecida (carga + perdas) - região Norte

A potência fornecida, como era de se esperar, praticamente não sofreu variação (diferença inferior a 1%), conforme mostra a **Figura 4.9**.

Perdas totais

Uma vez que a diferença na potência transmitida foi extremamente pequena, a variação das perdas na transmissão também foi baixa, conforme mostra a **Figura 4.10**.

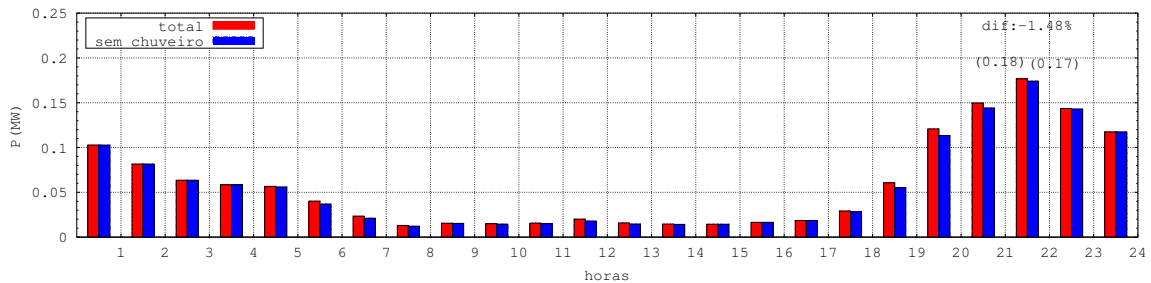


Figura 4.10: Perdas totais na rede primária de distribuição - região Norte

A **Tabela 4.2** mostra os resultados das simulações.

Devido à baixa presença do chuveiro elétrico região Norte, praticamente não há diferença no perfil de tensão ao retirarmos o seu consumo. A redução do pico de potência ativa para o horário de pico é inferior a 1%. Como a redução na demanda não é significativa, as perdas na

Tabela 4.2: Resumo dos dados - região Norte

	com chuva	sem chuva	dif (%)
horário de pico (h)	21	21	-
Tensão mínima (pu)	0,909	0,910	+0,11
Potência pico (MW)	3,95	3,92	-0,86
Perdas distribuição (MW)	0,18	0,17	-1,48
Perdas Totais (MWh)	1,38	1,35	-2,17
Energia Total (MWh)	47,68	46,77	-1,91

distribuição praticamente não se alteraram. Pelo mesmo motivo, as perdas acumuladas em 24h e a energia total fornecida no mesmo período apresentaram redução de cerca de 2% em relação ao caso base.

4.3 Nordeste

A Figura 4.11 mostra a curva de consumo residencial típica da região Nordeste. A participação do chuveiro elétrico nessa região é baixa, assim como na região Norte.

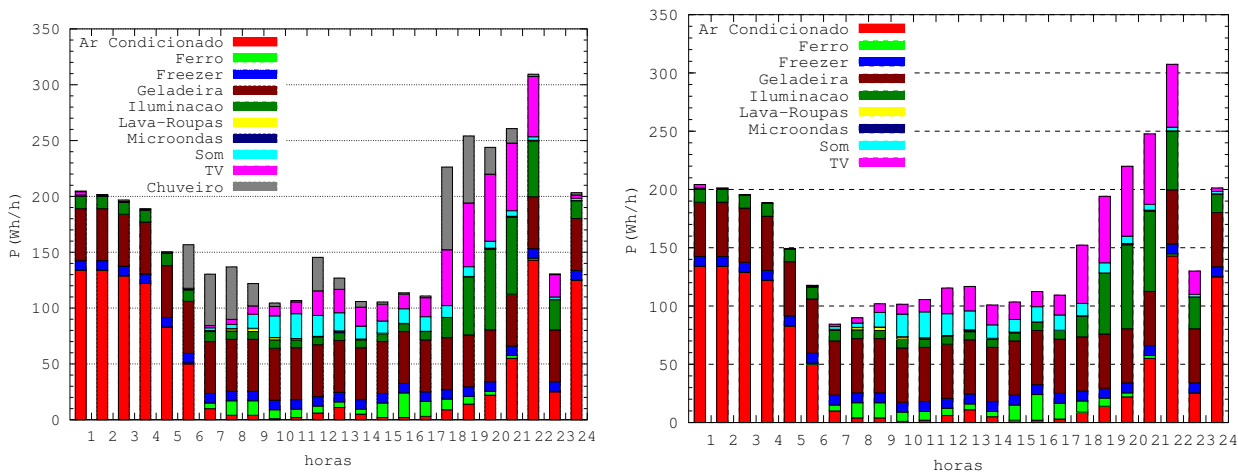


Figura 4.11: Curvas de consumo - Nordeste. (Fonte: PROCEL)

A potência horária de pico para o consumidor médio da região Nordeste é de 309,42W às 21h. Dado que o sistema simulado possui uma demanda de potência ativa de 3,802MW, essa rede representaria uma rede de distribuição com cerca de 12290 consumidores residenciais para esta região.

Perfil de Tensão ao longo das barras

A Figura 4.12 mostra que o perfil de tensão nas barras praticamente não variou ao retirarmos a parcela do consumo referente ao chuveiro, resultado já esperado em função dos gráficos

de consumo da região, que mostram que o pico de uso do chuveiro não coincide com o pico de demanda residencial.

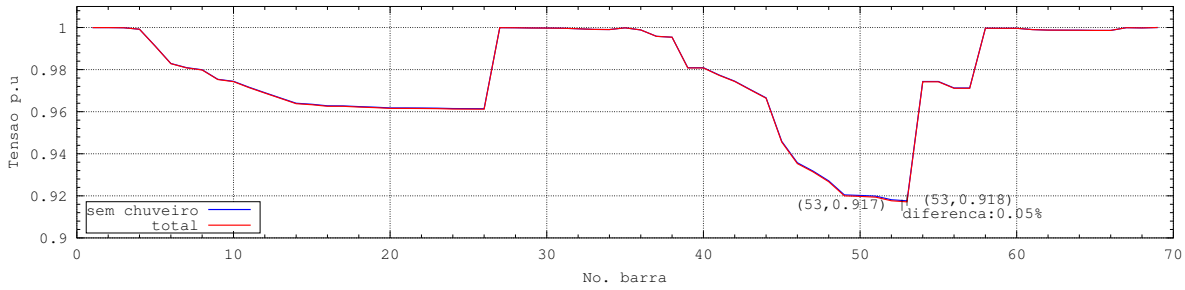


Figura 4.12: Perfil de tensão nas barras - região Nordeste

Perfil de Tensão horário - Pior barra (barra 53)

Como era de se esperar, em função dos resultados da seção anterior, o perfil de tensão ao longo das horas na pior barra pouco se alterou, conforme mostra a **Figura 4.13**.

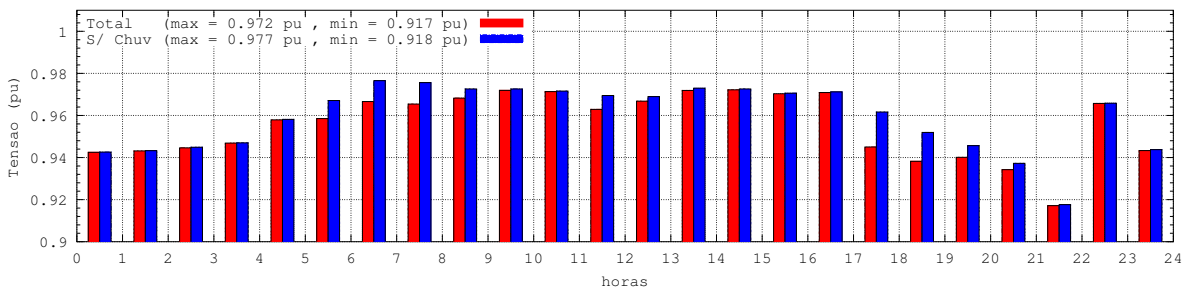


Figura 4.13: Perfil de tensão horário - barra 53

Potência total fornecida

A potência fornecida (**Figura 4.14**) apresentou variação no período entre as 17h e as 20h, mas esse período não coincide com o horário de pico apontado pela pesquisa.

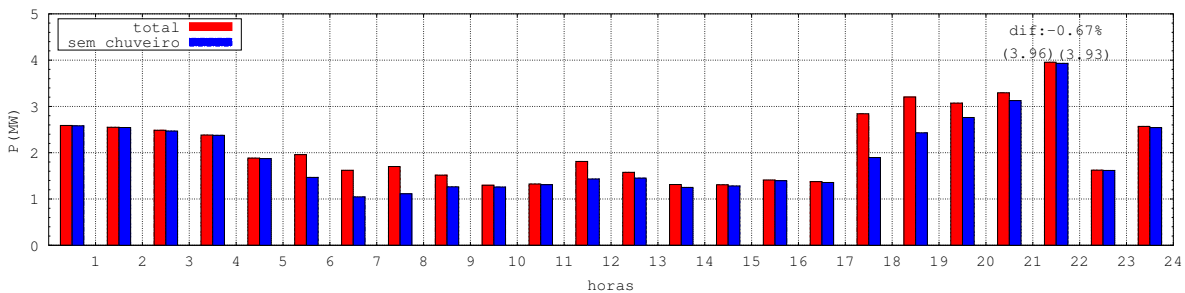


Figura 4.14: Potência total fornecida (carga + perdas) - região Nordeste

Perdas totais

As perdas totais (**Figura 4.15**) também apresentaram pouca variação no horário de pico, mas acompanharam a variação de potência no período entre as 17h e as 20h.

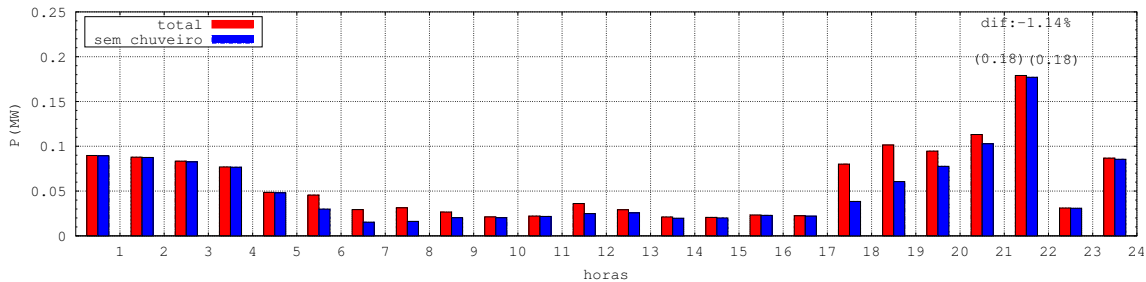


Figura 4.15: Perdas totais na rede primária de distribuição - região Nordeste

A **Tabela 4.3** mostra os resultados das simulações. Podemos ver que há uma economia de energia considerável na comparação entre os dois casos, mesmo sem alteração significativa na demanda de pico. Isso se deve ao fato de que o consumo mais expressivo do chuveiro elétrico se encontra entre 17 e 18h, enquanto o pico de consumo ocorre em torno das 21h.

Tabela 4.3: Resumo dos dados - região Nordeste

	com chuveiro	sem chuveiro	dif (%)
horário de pico (h)	21	21	-
Tensão mínima (pu)	0,917	0,918	+0,11
Potência pico (MW)	3,96	3,93	-0,67
Perdas distribuição (MW)	0,18	0,17	-1,14
Perdas Totais (MWh)	1,40	1,22	-12,85
Energia Total (MWh)	50,66	45,77	-9,65

4.4 Centro-Oeste

A **Figura 4.16** mostra a curva de consumo residencial típica da região Centro Oeste. Podemos notar a forte presença do chuveiro elétrico na região.

A potência horária de pico para o consumidor médio da região Centro-Oeste é de 461,25W às 18h. Dado que o sistema simulado possui uma demanda de potência ativa de 3,802MW, essa rede representaria uma rede de distribuição com cerca de 8240 consumidores residenciais.

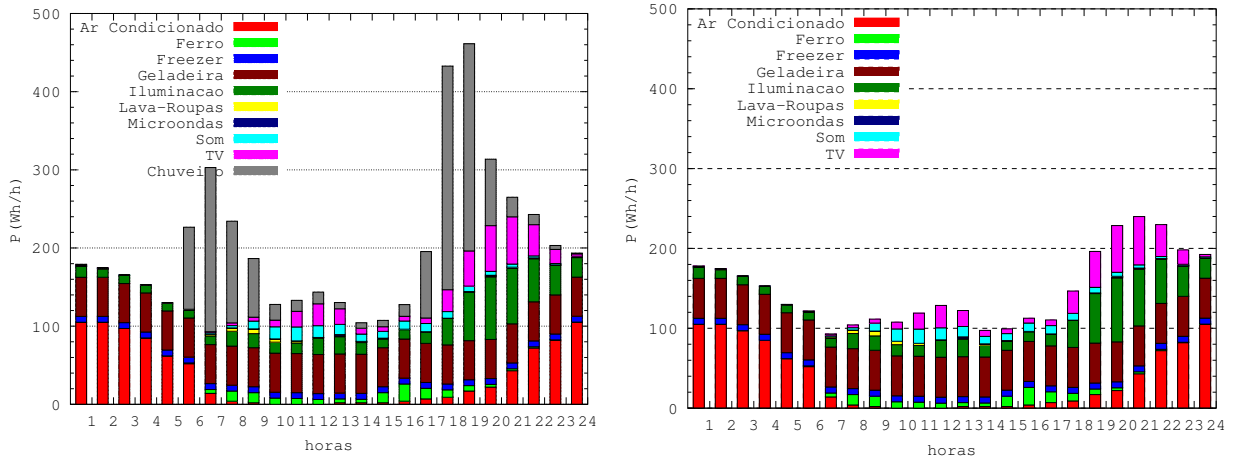


Figura 4.16: Curvas de consumo - Centro-Oeste. (Fonte: PROCEL)

Perfil de Tensão ao longo das barras

Analisando o perfil de tensão ao longo de todas as barras (**Figura 4.17**), a retirada do chuveiro resultou em uma melhora de cerca de 3,6% no perfil de tensão.

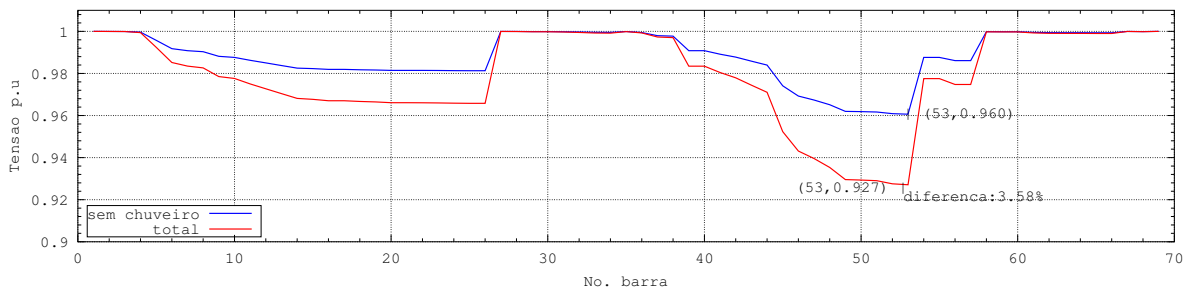


Figura 4.17: Perfil de tensão nas barras - região Centro Oeste

Perfil de Tensão horário - Pior barra (barra 53)

A **Figura 4.18** mostra a variação da tensão na barra 53. Mais uma vez, notamos uma grande diferença no perfil de tensão da barra no período entre as 17 e 20h para os dois casos.

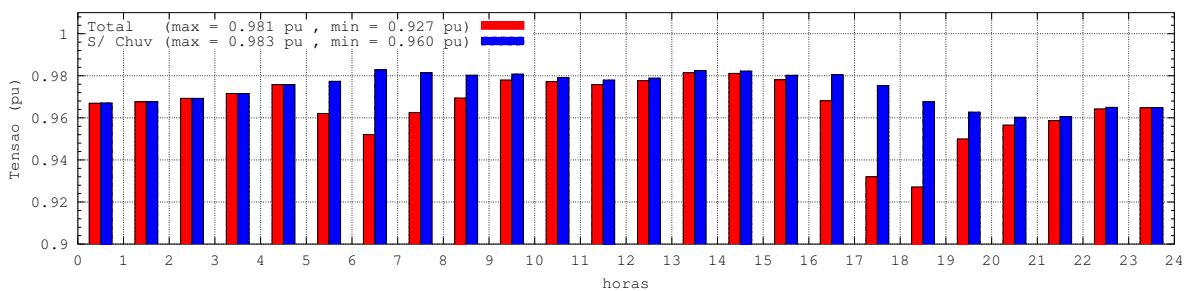


Figura 4.18: Perfil de tensão horário - barra 53

Potência total fornecida

Analisando a potência fornecida (**Figura 4.19**), vemos uma redução de 58,34% na demanda de potência às 18h para o sistema, sendo que a nova potência de pico para o sistema vale 2,01MW às 20h (redução de 48,88% em relação ao pico original).

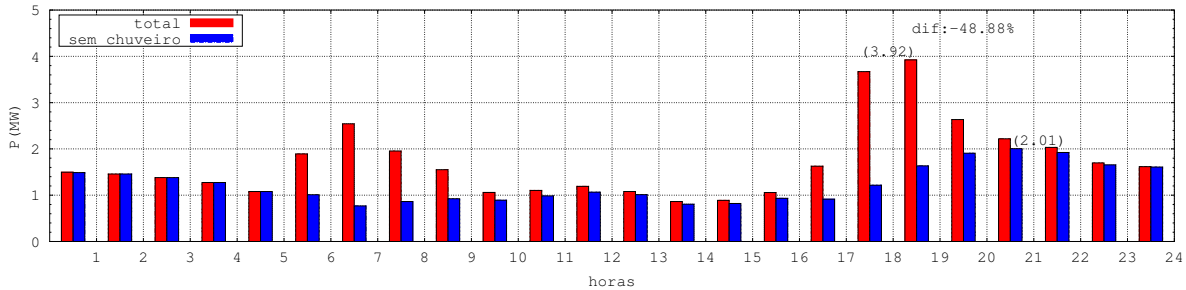


Figura 4.19: Potência total fornecida (carga + perdas) - região Centro Oeste

Perdas totais

Analisando somente as perdas na distribuição (**Figura 4.20**), vemos uma diminuição nas perdas de 81,28% às 18h, e uma redução de 71,76% no horário de pico.

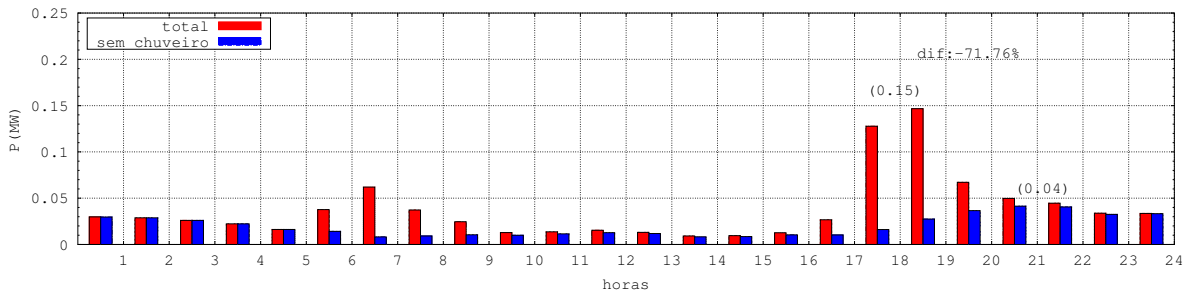


Figura 4.20: Perdas totais na rede primária de distribuição - Centro Oeste

A **Tabela 4.4** mostra as informações mais importantes referentes à região Centro-Oeste.

Tabela 4.4: Resumo dos dados - região Centro-Oeste

	com chuvaire	sem chuvaire	dif (%)
horário de pico (h)	18	21	–
Tensão mínima (pu)	0,927	0,960	+3,58
Potência pico (MW)	3,92	2,01	-48,72
Perdas distribuição (MW)	0,15	0,04	-73,33
Perdas Totais (MWh)	0,90	0,47	-47,78
Energia Total (MWh)	41,29	29,69	-28,09

A redução nas perdas do sistema no novo horário de pico (21h) chega a 73% em relação ao horário original (18h), acompanhando a redução de consumo de potência ativa do sistema.

4.5 Sudeste

A **Figura 4.21** mostra a curva de consumo residencial típica da região Sudeste. A região Sudeste apresenta uma penetração muito grande do chuveiro elétrico, além de aparelhos com potência maior do que as regiões estudadas anteriormente. O pico de uso do chuveiro coincide com o horário de pico de consumo.

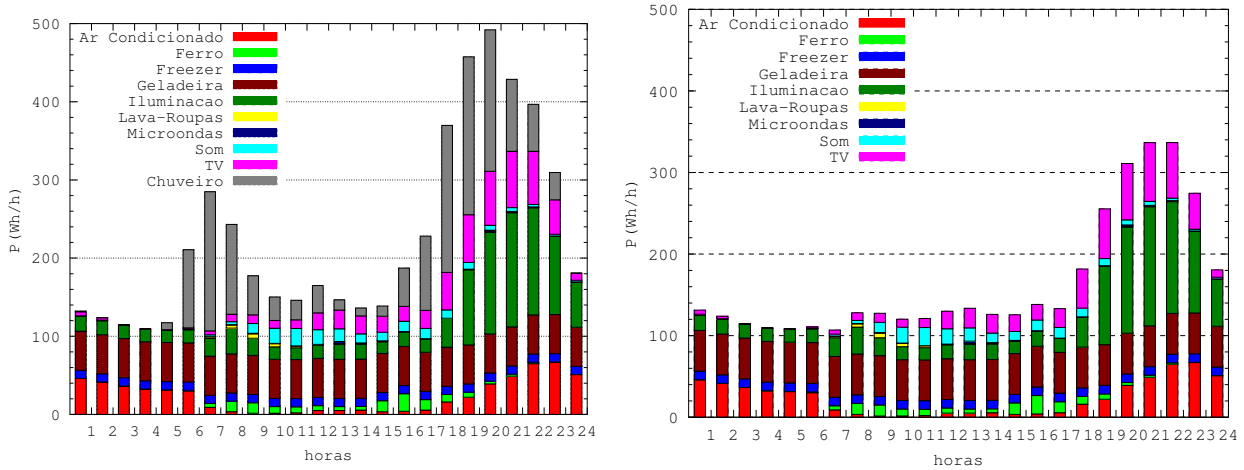


Figura 4.21: Curvas de consumo - Sudeste. (Fonte: PROCEL)

A potência horária de pico para o consumidor médio da região Sudeste é de 492,00W às 19h. Dado que o sistema simulado possui uma demanda de potência ativa de 3,802MW, essa rede representaria uma rede de distribuição com cerca de 7730 consumidores residenciais para esta região.

Perfil de Tensão ao longo das barras

Podemos notar pela **Figura 4.22** uma variação de até 2,36% na tensão ao longo das barras.

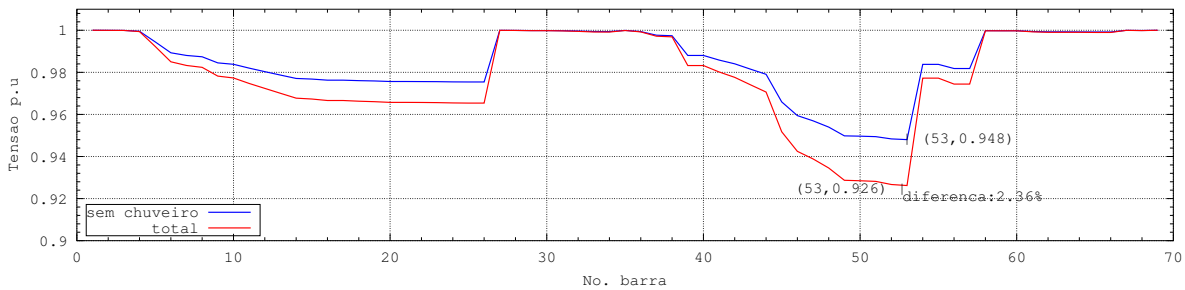


Figura 4.22: Perfil de tensão nas barras - região Sudeste

Perfil de Tensão horário - Pior barra (barra 53)

A barra 53 apresenta uma diferença considerável no perfil de tensão entre os dois casos extremos, conforme mostra a **Figura 4.23**.

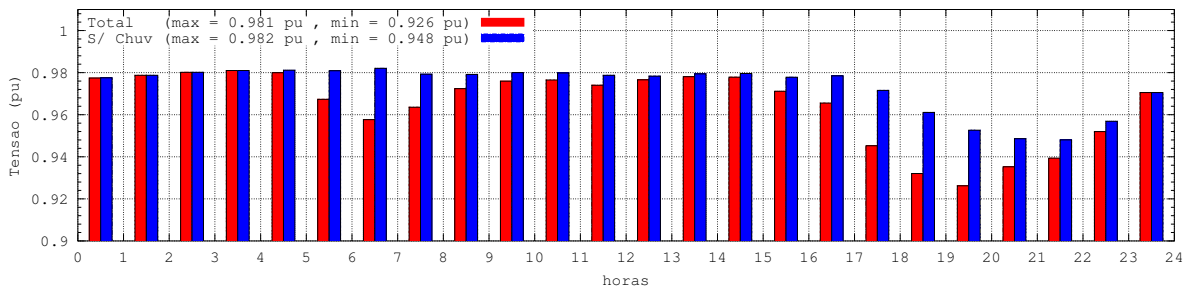


Figura 4.23: Perfil de tensão horário - barra 53

Potência total fornecida

A potência fornecida (**Figura 4.24**) variou 37,7% no horário de pico considerado (19h), e 32,5% entre os horários de pico, e houve deslocamento do período de maior consumo para 21h.

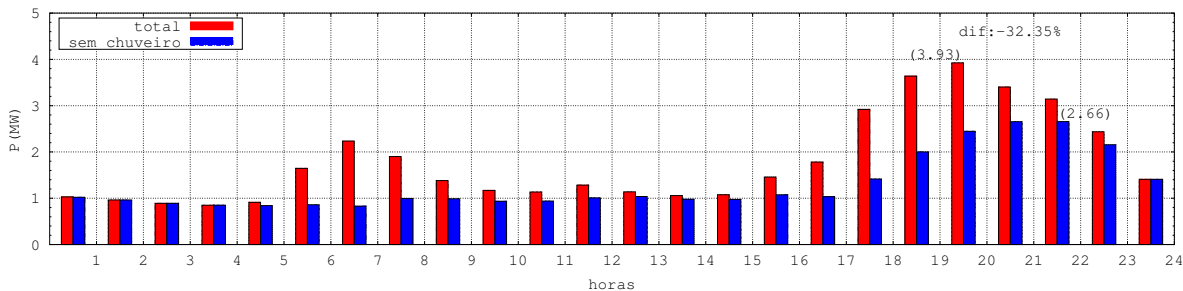


Figura 4.24: Potência total fornecida (carga + perdas) - região Sudeste

Perdas totais

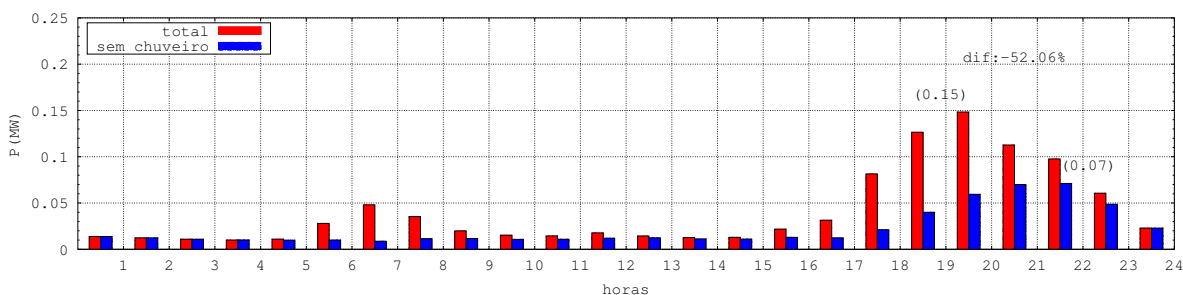


Figura 4.25: Perdas totais na rede primária de distribuição - região Sudeste

As perdas (**Figura 4.25**), acompanhando a redução da demanda de potência, apresentaram redução de quase 60% no horário de pico, e de 52% entre picos. Através da **Tabela 4.5** podemos visualizar os dados obtidos de maneira consolidada.

Tabela 4.5: Resumo dos dados - região Sudeste

	com chuva	sem chuva	dif (%)
horário de pico (h)	19	21	-
Tensão mínima (pu)	0,926	0,948	+2,37
Potência pico (MW)	3,92	2,65	-32,35
Perdas distribuição (MW)	0,15	0,07	-53,33
Perdas Totais (MWh)	0,98	0,52	-46,41
Energia Total (MWh)	42,78	30,96	-27,64

Na região Sudeste, voltamos a ver ganhos expressivos quando da retirada do chuveiro elétrico do perfil de consumo, com destaque para os valores acumulados de energia e perdas, que apresentaram reduções de 27,64% e 46,41%, respectivamente.

4.6 Sul

A **Figura 4.26** mostra a curva de consumo residencial típica da região Sul. Devido às características climáticas da região, há uma forte influência do chuveiro elétrico no perfil de consumo residencial.

A potência horária de pico para o consumidor médio da região Sul é de 678,75W às 18h. Dado que o sistema simulado possui uma demanda de potência ativa de 3,802MW, essa rede representaria uma rede de distribuição com cerca de 5600 consumidores residenciais para esta região.

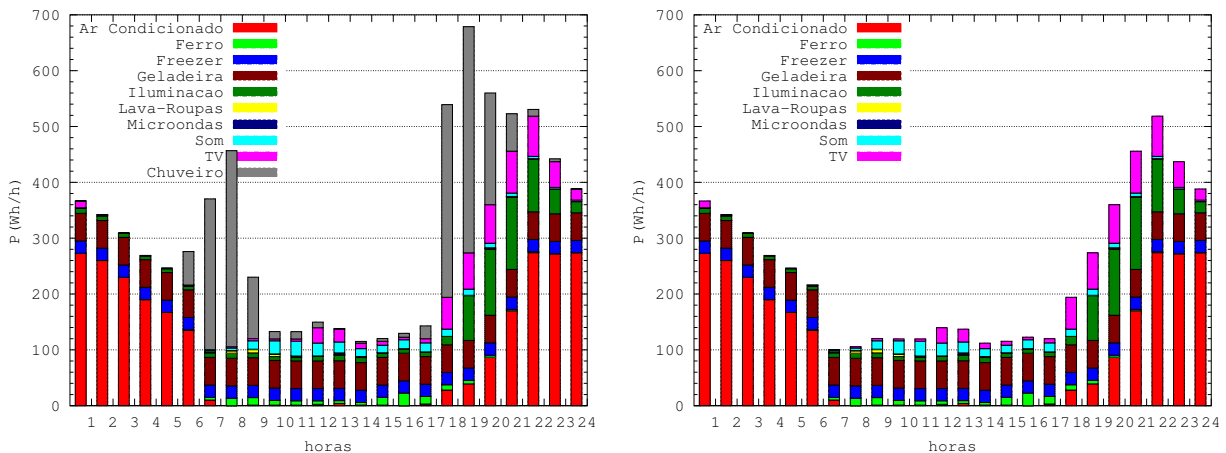


Figura 4.26: Curvas de consumo - Sul. (Fonte: PROCEL)

Perfil de Tensão ao longo das barras

Na região Sul, a retirada do chuveiro causa uma melhora do perfil de tensão de cerca de 1%, conforme mostra a **Figura 4.27**. A redução só não é mais acentuada devido ao fato de que, ao mesmo tempo em que o consumo referente ao chuveiro diminui, o consumo referente ao condicionamento ambiental aumenta, reduzindo assim os ganhos oriundos da eliminação do chuveiro elétrico.

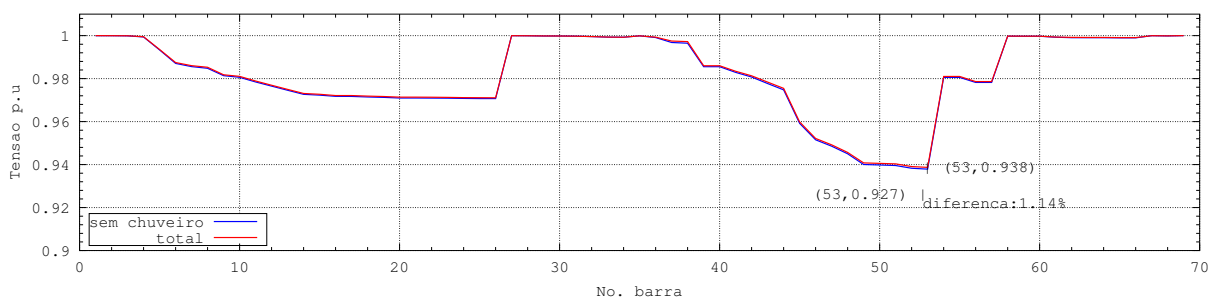


Figura 4.27: Perfil de tensão nas barras - região Sul

Perfil de Tensão horário - Pior barra (barra 53)

A **Figura 4.28** mostra um detalhamento da barra com menor tensão e sua variação ao longo do dia.

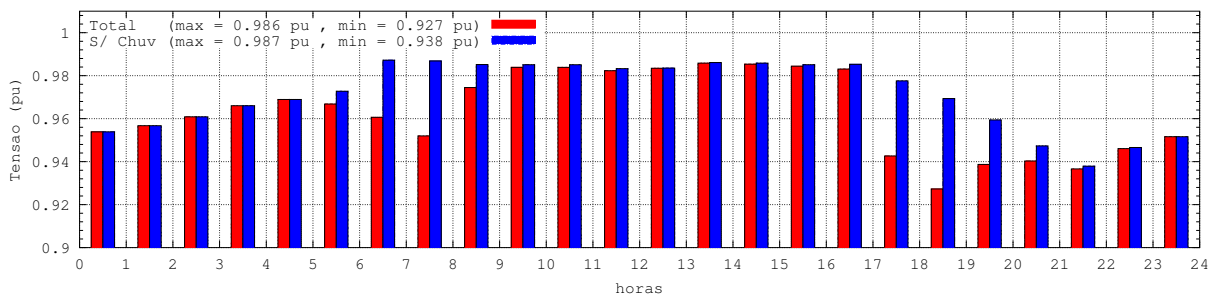


Figura 4.28: Perfil de tensão horário - barra 53

Potência total fornecida

A eliminação do chuveiro elétrico causaria uma redução de cerca de 60% no horário de pico original, e o novo horário de pico passa a ser às 21h, com 2.99MW de demanda, conforme mostra a **Figura 4.29**. A variação entre os picos é da ordem de 24%.

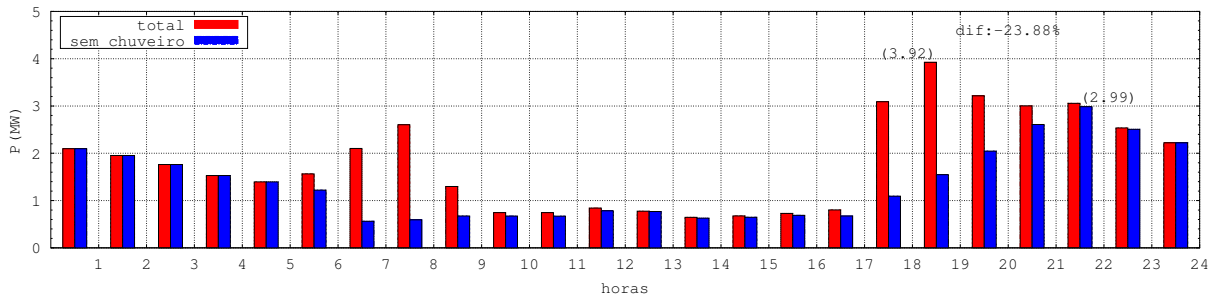


Figura 4.29: Potência total fornecida (carga + perdas) - região Sul

Perdas totais

A Figura 4.30 mostra mais uma vez que a redução das perdas acompanha a redução da demanda. As perdas se reduzem em mais de 80% às 18h e a diferença entre as perdas no horário de pico é de 31%.

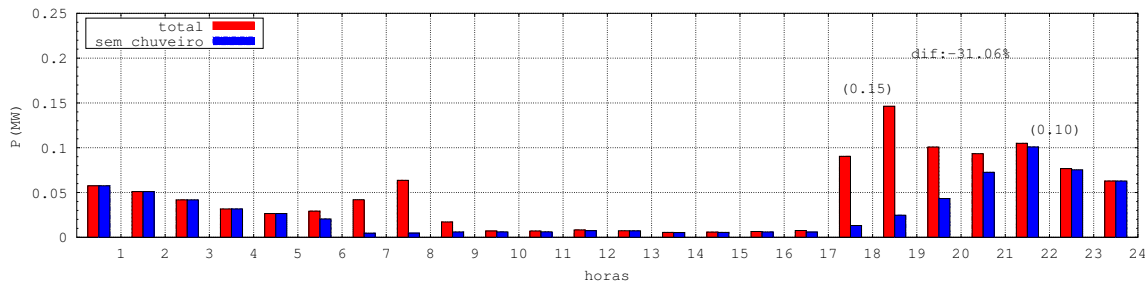


Figura 4.30: Perdas totais na rede primária de distribuição - região Sul

Pela Tabela 4.6 podemos ver que, assim como na região Sudeste, os impactos do chuveiro elétrico na rede são significativos. Sua retirada provocaria uma redução na energia total da ordem de 25%, além de uma redução nas perdas acumuladas da ordem de 37%.

Tabela 4.6: Resumo dos dados - região Sul

	com chuveiro	sem chuveiro	dif (%)
horário de pico (h)	18	21	-
Tensão mínima (pu)	0,927	0,938	+1,14
Potência pico (MW)	3,92	2,98	-23,88
Perdas distribuição (MW)	0,15	0,10	-31,06
Perdas Totais (MWh)	1,09	0,69	-37,04
Energia Total (MWh)	43,31	32,33	-25,43

4.7 Impactos na Energia - Rede

A **Tabela 4.7** apresenta a consolidação da energia total fornecida (consumo+perdas) e perdas acumuladas em um período de 24h, para os casos de consumo normal e consumo sem o chuveiro, utilizando os dados da seção anterior:

Tabela 4.7: Energia fornecida e perdas para cada uma das regiões em um período de 24h

Região	Energia Fornecida(MWh)			Perdas Distribuição(MWh)			Perdas (% Distr.)	
	Com chuv.	Sem chuv.	Dif(%) ²	Com chuv.	Sem chuv.	Dif(%) ³	Com chuv. ⁴	Sem chuv. ⁵
	Centro-Oeste	41,29	29,69	-28,25	0,90	0,47	-47,12	2,18
Nordeste	50,66	45,77	-9,65	1,40	1,22	-13,23	2,76	2,66
Norte	47,68	46,77	-1,90	1,38	1,35	-2,52	2,89	2,89
Sudeste	42,78	30,96	-27,64	0,98	0,52	-46,41	2,29	1,68
Sul	43,31	32,33	-25,43	1,09	0,69	-37,04	2,52	2,13
Brasil	47,58	36,98	-22,27	1,20	0,77	-35,70	2,52	2,08

Podemos ver pela tabela que o potencial de economia de energia elétrica com o aquecimento de água é considerável, ultrapassando os 20% na maior parte das regiões. As perdas na distribuição também se reduzem, numa proporção igual ou superior à redução do consumo, devido ao fato de as perdas nos condutores serem proporcionais ao quadrado da corrente. Ao comparar as perdas percentuais (coluna “Perdas (% distr.)”), notamos que as perdas relativas diminuem consideravelmente.

Segundo relatório do BEN de 2012[10], o consumo de energia elétrica pelo setor residencial foi 23,6% da energia elétrica consumida em 2011, o que corresponde a 111.971GWh de um total de 480.120GWh de energia elétrica consumidos ao longo do ano. Aplicando esses valores ao percentual médio de economia com a eliminação do chuveiro no caso Brasil (**Tabela 4.7**, última linha), podemos estimar a economia com a eliminação do chuveiro em cerca de 24.930GWh/ano, o equivalente a 29% de toda a energia gerada por Itaipu em 2011, ou 96% de toda a energia gerada pelas termelétricas no mesmo ano⁶.

4.8 Discussão dos resultados parciais

Analisando o impacto da utilização do chuveiro elétrico, notamos que o Brasil possui basicamente dois tipos de influência do chuveiro: desprezível (nas regiões Norte e Nordeste) ou

²Diferença percentual entre energia fornecida nos casos com e sem chuveiro.

³Idem, para as perdas na distribuição.

⁴Porcentagem das perdas em função da energia total fornecida, para o caso com chuveiro.

⁵Idem, para o caso sem chuveiro.

⁶Dados de geração retirados de http://www.ons.org.br/historico/geracao_energia.aspx

significativa (Centro-Oeste, Sudeste e Sul). Nas regiões Norte e Nordeste, vemos que, dadas as altas temperaturas médias, a presença do chuveiro elétrico é baixa, o que naturalmente implica em baixo impacto no perfil tensão de rede, demanda e perdas. Nas demais regiões o impacto do chuveiro é mais significativo, devido tanto à maior presença do mesmo, quanto à maior densidade populacional dessas regiões.

O impacto no perfil de tensão pode não parecer significativo, mas é válido lembrar que estamos falando de uma simulação limitada à rede de distribuição primária (12.66kV), ao passo que as residências são alimentadas em tensão secundária de distribuição, que fica na faixa entre 110 e 220V. As menores tensões implicam em uma corrente maior, o que se traduz em perdas adicionais e, conseqüentemente, em impactos mais severos na tensão secundária daqueles apresentados nessa dissertação. Já o impacto na energia e perdas acumuladas é significativo, uma vez que o chuveiro representa grande parte do consumo de energia residencial.

Capítulo 5

Impacto do deslocamento do chuveiro elétrico na curva de carga

Neste capítulo, efetuaremos o deslocamento gradual da carga do chuveiro para fora do horário de pico e seu impacto na demanda da rede. Para efetuar o deslocamento de carga, partimos das seguintes suposições:

- A tarifação diferenciada estará em vigor no período das 17h00 às 21h59;
- Somente o consumo do chuveiro do horário de pico será deslocado;
- O consumo do chuveiro deslocado do horário de pico se concentrará no período entre as 22h00 e as 22h59.

Um exemplo do comportamento de deslocamento de carga do chuveiro para algumas taxas de adesão pode ser visto na **Figura 5.1**.

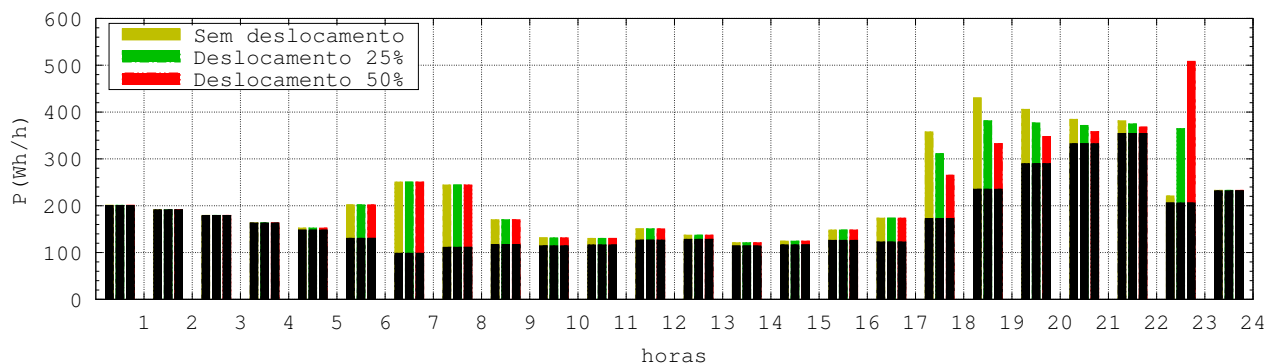


Figura 5.1: Deslocamento de consumo do chuveiro nos horário de ponta - exemplo

Tendo como base o exposto acima, obtivemos os seguintes resultados:

5.1 Brasil

Demanda de pico: 430.15W às 18 horas

Pico de utilização do chuveiro: 195.00W às 18 horas.

Efetuada o deslocamento gradual da carga do chuveiro coincidente com os horários intermediário e de ponta (o período onde a tarifa é mais cara), e movendo-a para o período imediatamente posterior (usualmente às 22h), temos como resultado a **Figura 5.2**.

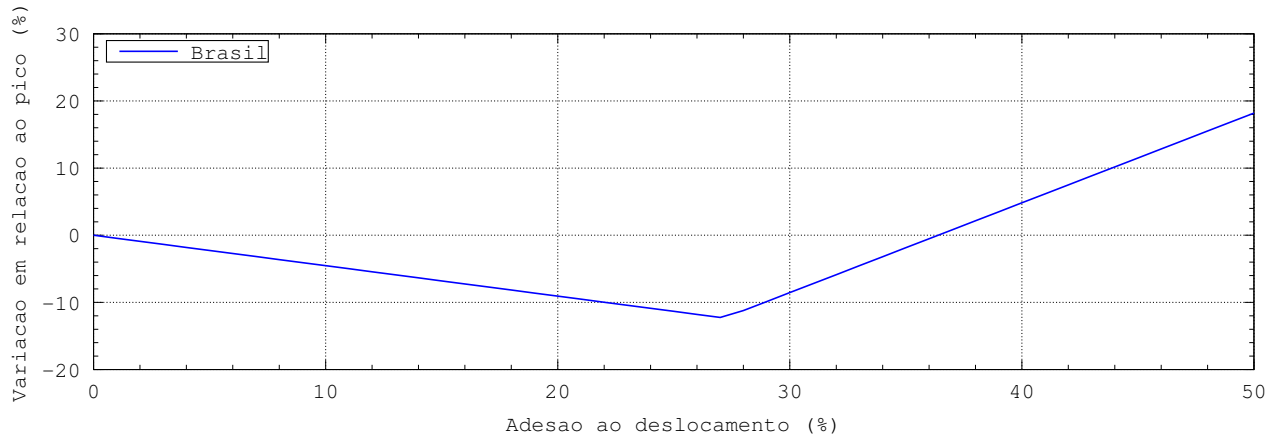


Figura 5.2: Deslocamento de carga do chuveiro - Brasil

Através da figura, é possível notar que a adesão ideal ao deslocamento de carga é em torno de 27%, que resultaria num pico de potência em torno de 12% inferior ao original. Valores maiores do que essa taxa de adesão fazem com que o pico de consumo volte a aumentar, até o ponto onde a concentração do consumo deslocado às 22h supera o pico original de demanda (situação atingida com cerca de 37% de adesão).

Ressaltamos aqui que essa redução é na demanda horária, pois o consumo de energia acumulado em um período de 24h não se alterou.

5.2 Região Norte

Demanda de pico: 360.29W às 21 horas

Pico de utilização do chuveiro: 11.50W às 18 horas

A **Figura 5.3** mostra o resultado do deslocamento de carga para a região Norte. Vemos que o impacto do deslocamento de carga na região é praticamente desprezível, principalmente ao fato de que o pico de utilização do chuveiro não coincide com o horário de pico, além da fraca presença do chuveiro elétrico na região.

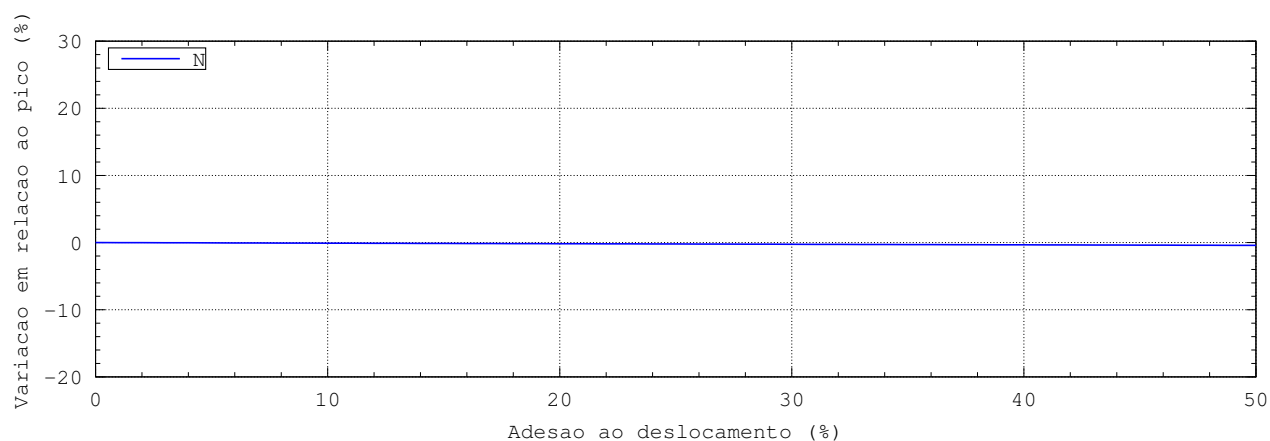


Figura 5.3: Deslocamento da carga do chuveiro - Região Norte

5.3 Região Nordeste

Demanda de pico: 309.42W às 21 horas

Pico de utilização do chuveiro: 73.99W às 17 horas

A **Figura 5.4** mostra os resultados da variação no pico de demanda em função da adesão ao deslocamento de carga para a região Nordeste. Assim como na região Norte, os resultados são pouco significativos, mesmo com uma alta adesão.

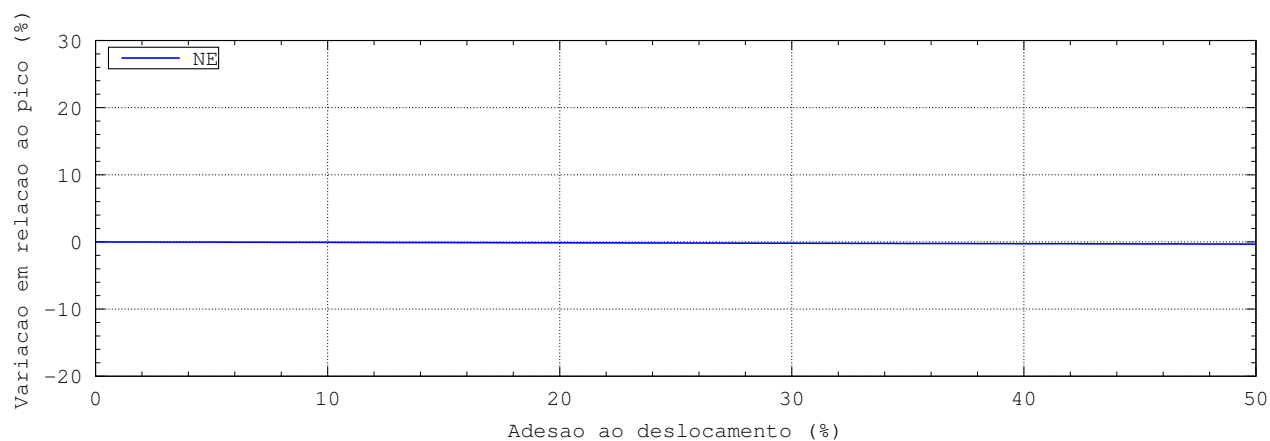


Figura 5.4: Deslocamento da carga do chuveiro - Região Nordeste

5.4 Região Centro-Oeste

Demanda de pico: 461.25W às 18 horas

Pico de utilização do chuveiro: 286.00W às 17 horas

A **Figura 5.5** mostra os resultados do deslocamento de carga para a região. Como a presença do chuveiro elétrico é mais pronunciada (além do pico de utilização do chuveiro estar próximo do horário de maior demanda), os resultados do deslocamento são mais significativos.

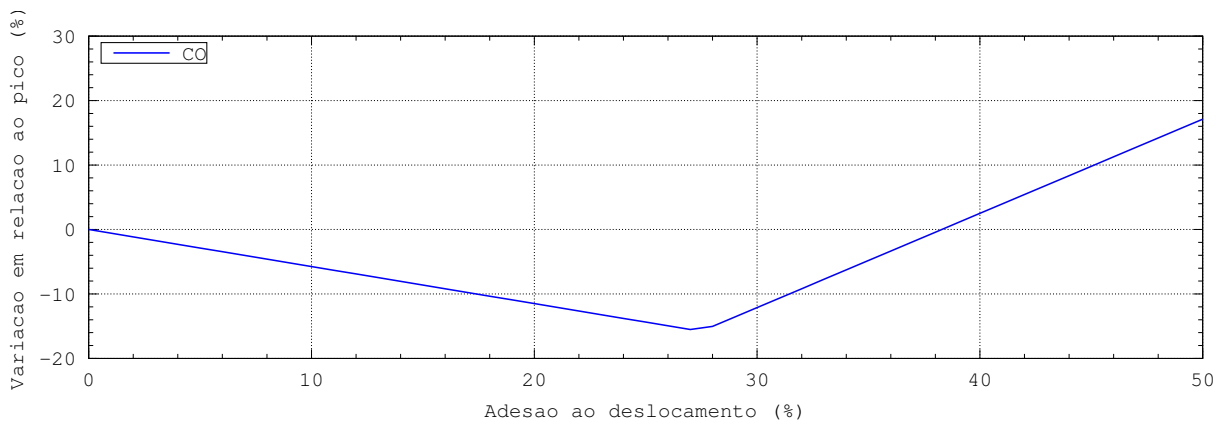


Figura 5.5: Deslocamento da carga do chuveiro - Região Centro Oeste

A região Centro Oeste apresenta possibilidades de redução no pico de demanda de até 15%, com 27% de adesão ao deslocamento de carga. Uma adesão superior a 39% causaria um novo horário de pico em torno das 22h, maior do que o original.

5.5 Região Sudeste

Demanda de pico: 492.00W às 19 horas

Pico de utilização do chuveiro: 202.00W às 18 horas

Mais uma vez, o pico de utilização do chuveiro praticamente coincide com o horário de pico, então devemos esperar reduções na demanda de pico com o deslocamento da carga do chuveiro.

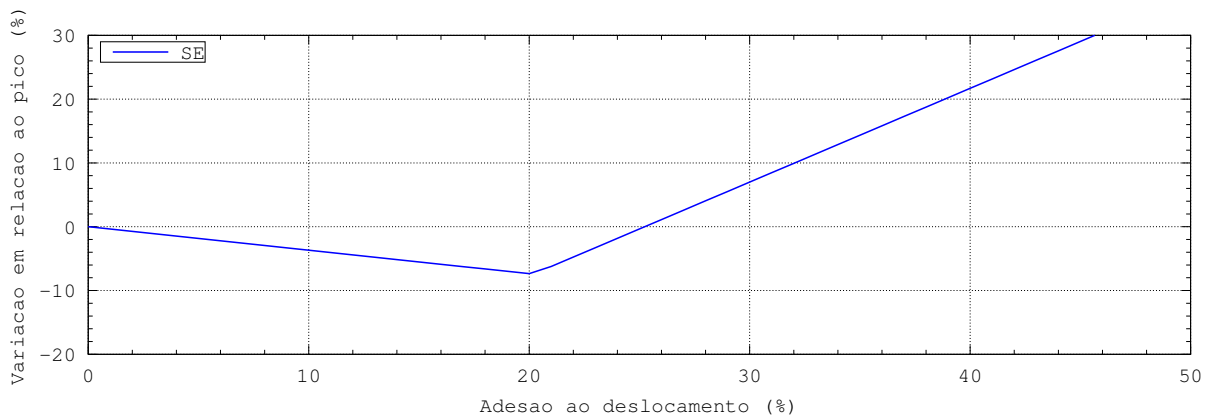


Figura 5.6: Deslocamento da carga do chuveiro - Região Sudeste

A **Figura 5.6** mostra os resultados do deslocamento de carga para a região Sudeste. A redução máxima no pico de consumo ocorre com 20% de adesão, resultando em uma diminuição de 5%. Adesões superiores a 25% resultam em aumento na demanda de pico, que passa a ser entre as 22h e 23h.

5.6 Região Sul

Demanda de pico: $678.75W_{med}$ às 18 horas

Pico de utilização do chuveiro: $405.00W_{med}$ às 18 horas

A **Figura 5.7** mostra os resultados do deslocamento de carga para a região Sul. Com cerca de 16% de adesão alcançamos a máxima redução (aproximadamente 10%), e valores superiores a 23% de adesão aumentam a demanda em relação ao caso base.

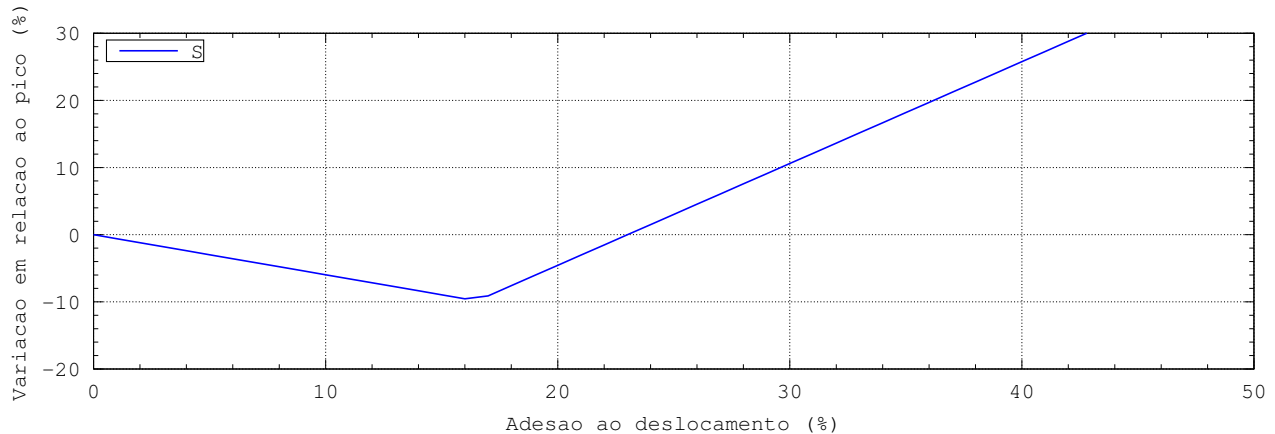


Figura 5.7: Deslocamento da carga do chuveiro - Região Sul

5.7 Discussão dos resultados parciais

Novamente vemos aqui uma diferença no comportamento entre as diversas regiões. As regiões Norte e Nordeste não se beneficiam com o deslocamento de carga, pois além do chuveiro elétrico ter uma participação reduzida no consumo da região, o horário de pico não coincide com o pico de utilização do chuveiro. Assim sendo, o deslocamento do consumo do chuveiro apresenta pouco impacto (quase nenhum, aliás) na diminuição da demanda no horário de pico, sendo que o horário de maior demanda continua sendo em torno das 21h em ambas as regiões.

Nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, devido à presença mais significativa do chuveiro, além da proximidade do pico de uso do chuveiro ao horário de pico, vemos que o deslocamento de carga apresenta resultados positivos, com os melhores casos ocorrendo com cerca de 20% de adesão ao deslocamento. Valores maiores de adesão reduzem os benefícios do deslocamento, e podemos ver pelas **Figuras 5.5, 5.6 e 5.7** que uma taxa de adesão superior a 30% pode fazer com que o pico seja deslocado para o período das 22h, com um valor maior do que o original.

Cabe ressaltar aqui que, muito embora o pico de potência seja reduzido até uma certa taxa de adesão ao deslocamento, a quantidade de energia consumida no período de 24h não se altera. Resta agora saber qual é o estímulo para a adesão do consumidor ao deslocamento de carga, mediante a adoção da tarifa branca, tema este que será abordado no **Capítulo 6**.

Capítulo 6

Impacto para o consumidor considerando a tarifa branca

Efetuiremos agora um comparativo entre as tarifas convencionais e branca aplicadas pelas concessionárias nas diversas regiões, além da proposta inicial da ANEEL, para três situações: padrão de consumo não alterado, consumo do chuveiro deslocado para fora do horário de ponta, e consumo do chuveiro elétrico eliminado.

O cálculo da conta de luz na tarifação convencional se dá pela fórmula:

$$V_c = \frac{kWh_c \cdot (TE_c + TUSD_c)}{1 - (\text{impostos e tributos})}, \text{ onde}$$

V_c é o valor calculado para a conta de luz na tarifação convencional;

kWh_c é o consumo de energia mensal em kWh na tarifação convencional;

TE_c é a Tarifa de Energia praticada pela concessionária na tarifação convencional¹

$TUSD_c$ é a Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição praticada pela concessionária na tarifação convencional;

$\text{impostos e tributos}$ é a alíquota dos impostos e tributos incidentes sobre o valor calculado do consumo de energia elétrica.

Por sua vez, o cálculo da conta de luz na modalidade tarifária branca é dado por:

$$V_b = \frac{kWh_{fp} \cdot (TE_{fp} + TUSD_{fp}) + kWh_i \cdot (TE_i + TUSD_i) + kWh_p \cdot (TE_p + TUSD_p)}{1 - (\text{impostos e tributos})}, \text{ onde}$$

¹Os valores praticados pelas concessionárias para TE e TUSD encontram-se no **Apêndice C (Tarifas)**.

V_b	é o valor calculado para a conta de luz na tarifa branca;
$kWh_{fp/i/p}$	é o consumo de energia mensal em kWh nos períodos fora de ponta, intermediário e de ponta, respectivamente ² ;
$TE_{fp/i/p}$	é a Tarifa de Energia praticada pela concessionária nos períodos fora de ponta, intermediário e de ponta;
$TUSD_{fp/i/p}$	é a Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição praticada pela concessionária nos períodos fora de ponta, intermediário e de ponta;
<i>impostos e tributos</i>	é a alíquota dos impostos e tributos incidentes sobre o valor calculado do consumo de energia elétrica.

Dada a diferença entre os valores de TE e TUSD praticados pelas concessionárias, além das diversas alíquotas dos impostos e tributos entre as regiões, utilizaremos valores normalizados para os cálculos, tomando como base o valor da conta de energia elétrica na tarifação convencional.

6.1 Região Norte

A região Norte possui as concessionárias representadas na **Tabela 6.1**³. A presença do chuveiro elétrico na região é bastante reduzida, estando presente em cerca de 12% dos domicílios, e representa cerca de 2% do consumo residencial na região.

Tabela 6.1: Variação percentual da conta de luz - Região Norte

Concessionária	Tarifa Branca ⁴			T. Convencional Sem Chuveiro
	Normal	Deslocado	Sem Chuveiro	
CELPA	2.05	1.40	-0.10	-1.89
CELTINS	7.25	6.48	4.96	-1.87
ANEEL	-3.92	-5.13	-6.19	-1.89

Podemos ver que em nenhum dos casos a tarifação branca apresentou benefícios em relação à convencional. No caso da proposta da ANEEL, todos os casos apresentariam benefícios, no entanto os mesmos mal superam os 5% de economia no melhor caso. A **Figura 6.1** mostra um comparativo entre as diversas concessionárias, padrões de consumo e a proposta original da ANEEL (linha contínua), de modo a facilitar a comparação dos resultados.

²A descrição dos patamares horários pode ser encontrada na **Tabela 2.5**.

³As concessionárias Amazonas Energia, Boa Vista, CERON, CERR, Eletroacre, Jari e Manaus Energia não apresentaram proposta para tarifação branca, portanto foram excluídas das tabelas.

⁴Diferença percentual entre os padrões de consumo normal, consumo deslocado e consumo sem o chuveiro na tarifa branca, e o consumo normal na tarifação convencional.

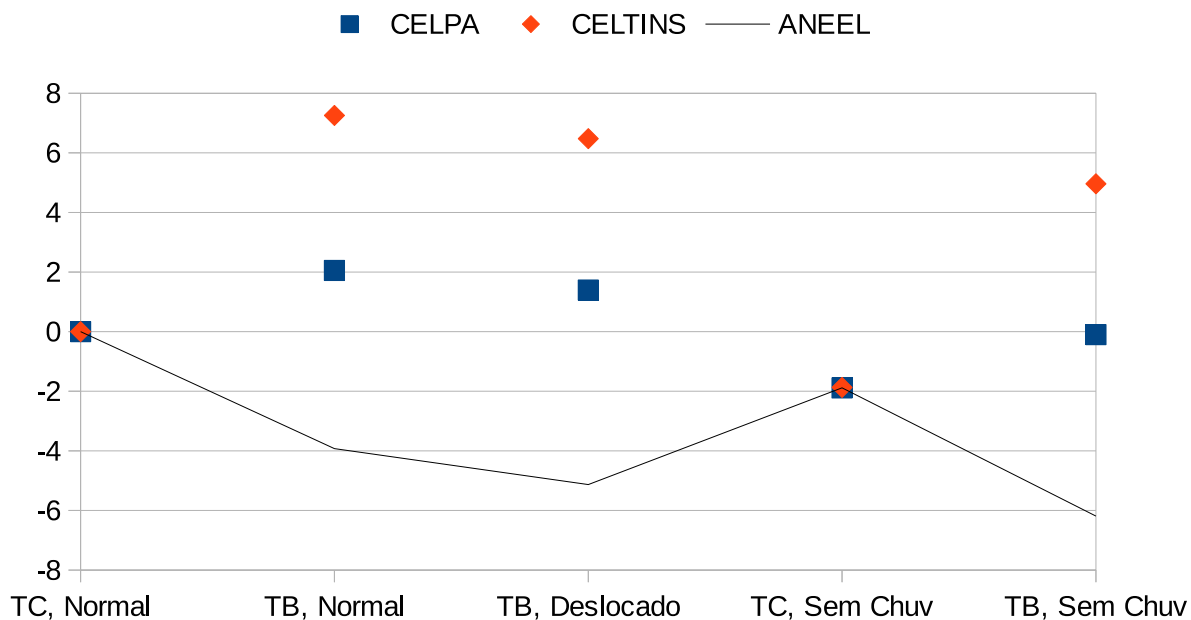


Figura 6.1: Comparativo entre tarifas e padrões de consumo - região Norte

6.2 Região Nordeste

A região Nordeste possui as concessionárias listadas na primeira coluna da **Tabela 6.2**⁵.

Tabela 6.2: Variação percentual da conta de luz - Região Nordeste

Concessionária	Tarifa Branca			T. Convencional Sem Chuveiro
	Normal	Deslocado	Sem Chuveiro	
CEAL	6.33	2.42	-5.36	-9.56
CELB	-0.99	-3.85	-11.22	-9.54
CELPE	1.74	-1.49	-9.26	-9.54
CEMAR	5.02	1.27	-6.03	-9.54
CEPISA	6.62	2.48	-5.17	-9.56
COELBA	2.37	-1.01	-8.53	-9.55
COELCE	4.82	1.61	-6.06	-9.57
COSERN	1.77	-1.66	-9.29	-9.56
ESE(Energipe)	2.38	-1.37	-8.87	-9.56
Energisa PB	1.47	-2.41	-9.74	-9.55
SULGIPE	0.86	-3.16	-9.88	-9.56
ANEEL	-3.97	-9.37	-14.62	-9.55

Como já havíamos citado anteriormente, a presença de sistemas de aquecimento de água é bem menor nessa região do que nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, portanto as possibili-

⁵Com exceção da concessionária CEA, que não apresentou proposta para tarifação branca.

dades de economia com o deslocamento de consumo são reduzidas. Caso o padrão de consumo não sofra alteração, a migração para a tarifa branca resulta em aumento no valor da conta de energia para praticamente todas as concessionárias, ao passo que com o deslocamento de carga a variação da conta vai de -3,85% a +2,48%. Já a substituição do chuveiro elétrico por outras fontes de aquecimento traria reduções entre 5,17% e 11,22%, além da redução da demanda de potência, energia e perdas já citadas no Capítulo anterior. No entanto, mais uma vez os patamares de economia são reduzidos em relação à proposta original da ANEEL.

A **Figura 6.2** mostra um comparativo da variação percentual entre as tarifas e padrões de consumo para as concessionárias da região.

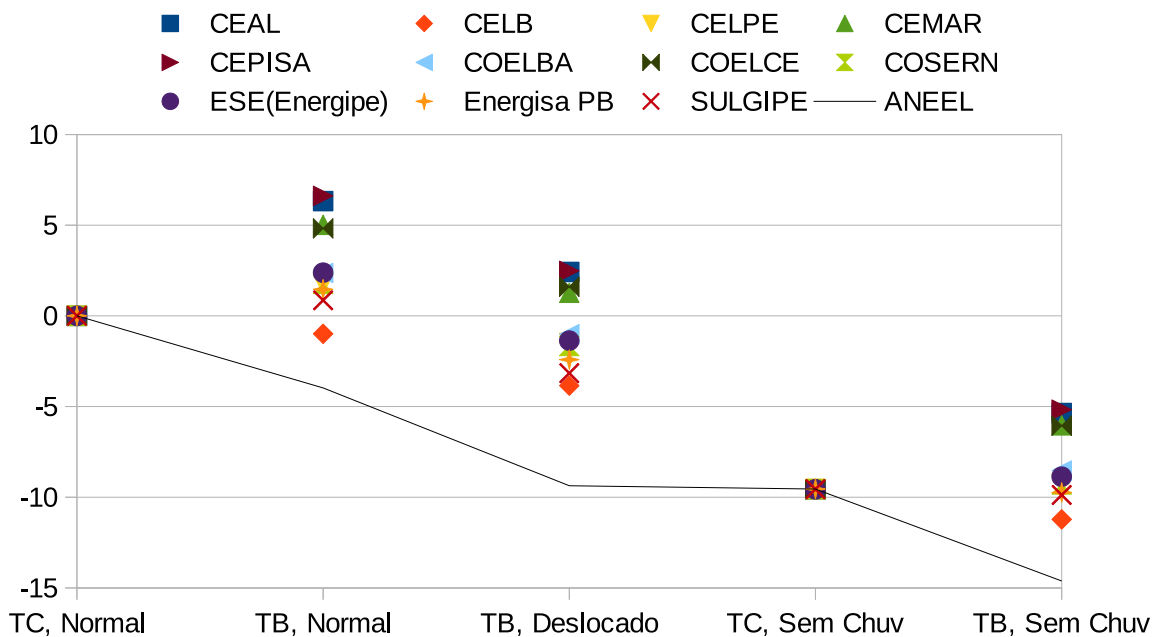


Figura 6.2: Comparativo entre tarifas e padrões de consumo - Nordeste

6.3 Região Centro-Oeste

A região Centro-Oeste possui as concessionárias representadas na **Tabela 6.3**. Observamos pela tabela uma tendência a um pequeno aumento na conta caso a tarifa branca seja adotada sem alteração dos hábitos de consumo. Supondo o deslocamento integral da carga do chuveiro para fora do horário de pico, notamos uma redução da conta de energia entre 4 e 10%, dependendo da concessionária. No entanto cabe lembrar que estamos deslocando cerca de 20% da demanda de energia para fora do horário de ponta, o que pode não ser conveniente para parte dos consumidores. Ao comparar os casos sem chuveiro, vemos que a opção pela tarifa branca não resulta em economia significativa na maioria dos casos, conforme podemos ver na **Figura 6.3**.

Tabela 6.3: Variação percentual da conta de luz - Região Centro-Oeste

Concessionária	Tarifa Branca			T. Convencional Sem Chuveiro
	Normal	Deslocado	Sem Chuveiro	
CEB	3.68	-4.12	-27.19	-27.84
CELG	1.47	-6.98	-27.83	-28.98
CEMAT	5.03	-4.87	-27.79	-27.85
CHESP	0.04	-10.09	-30.48	-27.83
ENERSUL	2.71	-7.84	-29.68	-27.84
ANEEL	0.05	-17.10	-32.41	-27.83

Também é possível ver que a proposta da ANEEL se mostra mais vantajosa do que as demais.

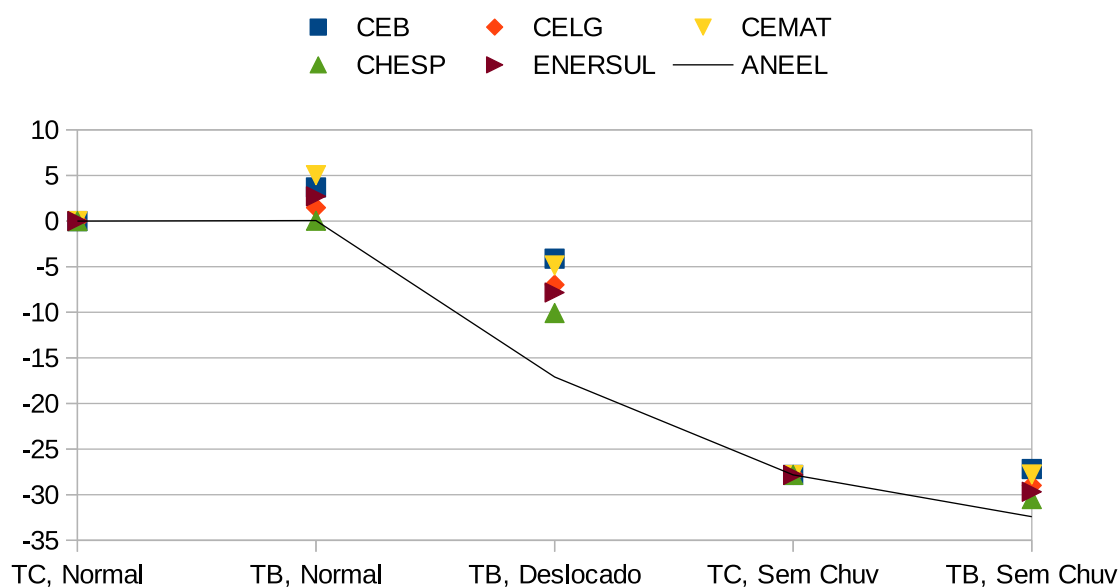


Figura 6.3: Comparativo entre tarifas e padrões de consumo - Centro Oeste

6.4 Região Sudeste

A região Sudeste possui as concessionárias representadas na primeira coluna da **Tabela 6.4**⁶.

Podemos ver que para o caso da região Sudeste, há possibilidades de economia de energia efetuando o deslocamento da demanda do chuveiro. Novamente fazemos a ressalva de que mais de 20% do consumo de energia foi deslocado para fora do horário de ponta, o que pode não ser conveniente para algumas residências. É possível notar através da tabela que os postos tarifários homologados para as concessionárias da região Sudeste apresentam grandes variações,

⁶As concessionárias Ampla e Light não apresentaram proposta para tarifa branca, portanto foram excluídas da tabela.

Tabela 6.4: Variação percentual da conta de luz - Região Sudeste

Concessionária	Tarifa Branca			T. Convencional Sem Chuveiro
	Normal	Deslocado	Sem Chuveiro	
Bandeirante	3.92	-3.85	-25.91	-27.19
Caiuá	1.10	-6.70	-27.98	-27.19
CEMIG	5.01	-5.40	-27.04	-27.20
CENF	1.79	-7.99	-27.87	-27.19
CFLCL	-1.55	-9.90	-30.02	-27.20
CNEE	0.13	-7.83	-28.71	-27.19
CPFL Jaguari	20.40	11.14	-14.22	-27.21
CPFL Leste	6.44	-2.75	-24.37	-27.20
CPFL Mococa	-4.78	-14.15	-32.56	-27.20
CPFL Sta Cruz	14.49	4.91	-18.60	-27.19
CPFL Sul Pta	8.69	-1.34	-22.90	-27.20
CPFL Piratininga	9.00	1.19	-22.22	-27.20
CPFL Paulista	4.27	-2.72	-25.51	-27.19
DME	0.96	-8.58	-28.44	-27.19
EDEVP	0.88	-7.22	-28.20	-27.18
EEB	2.14	-6.54	-27.40	-27.20
Elektro	2.39	-6.56	-27.26	-27.18
Eletropaulo	11.30	3.54	-20.54	-27.19
ELFSM	10.58	0.17	-21.59	-27.20
ESCELSA	9.30	0.33	-22.24	-27.20
ANEEL	7.16	-10.59	-25.52	-27.23

desde casos onde a adesão à tarifa branca representa vantagem sobre a tarifação convencional em todos os cenários para o consumidor médio (por exemplo, CPFL Mococa e CFLCL), até casos onde a migração para a tarifa branca não é recomendável para o consumidor médio em nenhum dos casos (por exemplo, CPFL Jaguari e Eletropaulo), pois representa menores possibilidades de economia ou maiores penalidades caso o padrão de consumo não seja alterado de maneira significativa.

A **Figura 6.4** apresenta os dados das concessionárias em função da tarifação e do padrão de consumo adotado, para fornecer uma análise qualitativa dos resultados.

6.5 Região Sul

A região Sul possui as concessionárias representadas na **Tabela 6.5**. A região possui chuveiros elétricos em mais de 95% dos domicílios. Além disso, a potência desses aparelhos costuma ser maior, de forma que as possibilidades de economia com o deslocamento de carga são maiores. Assim como na região Sudeste, as concessionárias homologaram tarifas bastante distintas, de modo que o consumidor pode obter resultados diversos em função de sua mudança de hábitos de consumo e a concessionária pela qual ele é atendido. Por exemplo, a concessionária COCEL apresentou, para o consumidor médio, aumentos expressivos em todos os casos, enquanto as

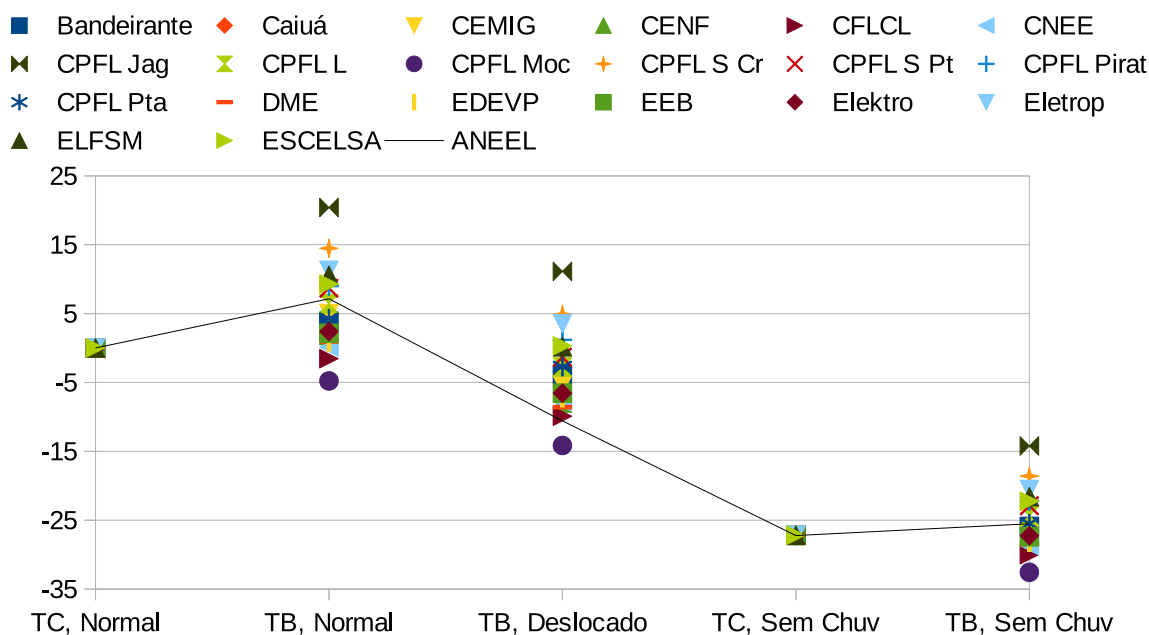


Figura 6.4: Comparativo entre tarifas e padrões de consumo - região Sudeste

concessionárias CFLO e ELETROCAR se aproximaram muito da proposta inicial da ANEEL.

Tabela 6.5: Variação percentual da conta de luz - Região Sul

Concessionária	Normal	Tarifa Branca		T. Convencional Sem Chuveiro
		Deslocado	Sem Chuveiro	
AES Sul	3.99	-3.65	-24.24	-25.03
CEEE-D	4.76	-4.08	-24.38	-25.05
CELESC	4.90	-3.03	-23.98	-25.03
CFLO(copel)	-2.84	-12.30	-30.27	-25.03
COCEL	24.57	11.24	-10.99	-25.04
COOPERALIANÇA	5.28	-2.51	-22.26	-25.05
COPEL	0.77	-7.33	-27.14	-25.04
DEMEI	-0.60	-10.64	-28.78	-25.04
EFLJC	7.04	-3.27	-23.15	-25.03
EFLUL	20.90	8.72	-13.36	-25.04
ELETROCAR	-1.48	-11.45	-29.42	-25.04
FORCEL	9.44	-2.78	-21.96	-25.05
HIDROPAN	1.68	-8.67	-27.17	-25.04
IENERGIA	6.18	-3.04	-23.43	-25.05
MUXENERGIA	-2.99	-11.30	-30.02	-25.05
RGE	0.00	-7.95	-27.66	-25.04
UHENPAL	6.16	-5.62	-24.27	-25.04
ANEEL	3.82	-14.24	-28.03	-25.04

A **Figura 6.5** exibe os dados da tabela para comparação. Através dela é possível perceber que, nos casos em que a tarifação branca é adotada para os padrões de consumo normal e sem chuveiro, os resultados podem ser tanto melhores quanto piores do que a proposta inicial

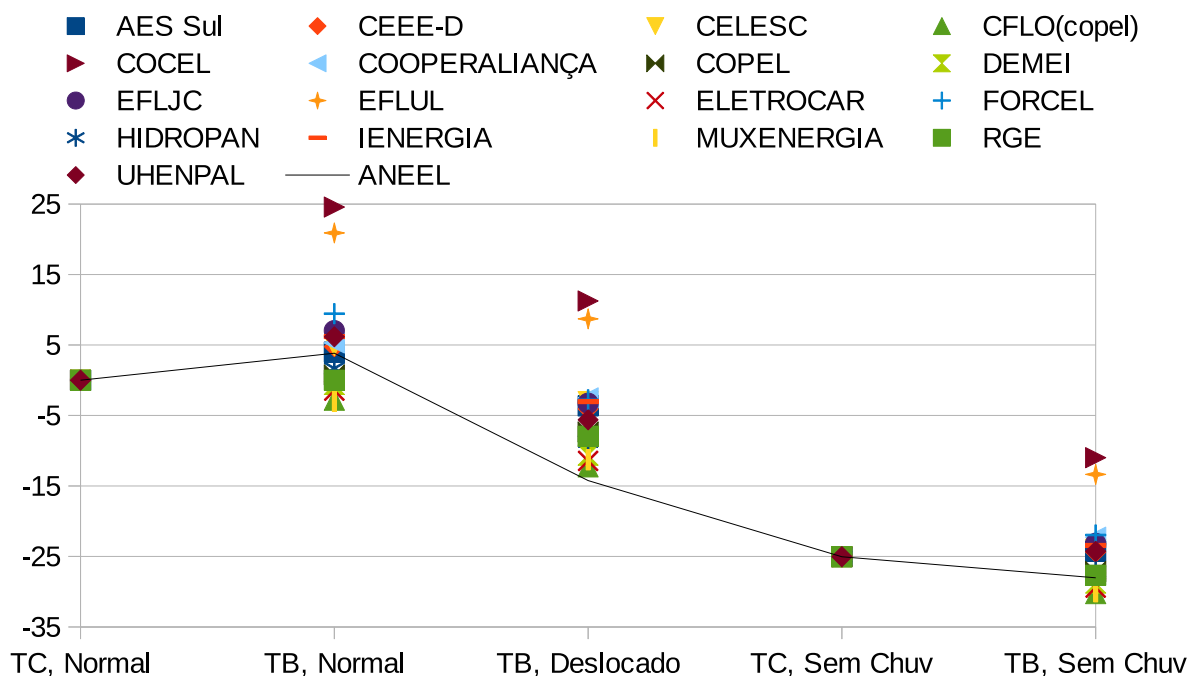


Figura 6.5: Comparativo entre tarifas e padrões de consumo - região Sul

da ANEEL, ao passo que no caso de consumo deslocado, todas as tarifas das concessionárias resultam em uma economia menor do que a proposta pela ANEEL.

6.6 Discussão dos resultados

Neste capítulo, fizemos uma análise do impacto para o consumidor da adesão à tarifa branca em três cenários: consumo normal, consumo do chuveiro deslocado e consumo do chuveiro eliminado. Vimos que a adoção da tarifa branca sem nenhuma mudança nos hábitos de consumo causa, na média, um pequeno aumento no valor da conta de luz. Por outro lado, com a adesão à tarifa branca, é possível uma pequena economia na maior parte das regiões caso o cliente opte por efetuar o deslocamento de consumo do chuveiro, conforme mostra a **Tabela 6.6**. No entanto, tal situação pode não ser conveniente para alguns consumidores, em função da alteração de sua rotina diária que pode não alcançar a economia esperada maior parte dos casos, em função das tarifas homologadas pelas concessionárias.

Vale também lembrar que, para o sistema de geração, a redução de consumo no horário de pico com o deslocamento de carga é interessante, mas sua importância é diminuída pelo fato de que a energia consumida pelos clientes é a mesma em um período de 24h.

Tabela 6.6: Economia proporcionada por região com deslocamento de carga - Comparativo⁷

Região	Proposta ANEEL (%)	Propostas concessionárias		
		Média (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
Norte	5,13	-3,94	-6,48	-1,40
Nordeste	9,37	-0,65	-2,48	3,85
Centro Oeste	17,10	6,77	4,12	10,09
Sudeste	10,59	3,51	-11,14	14,15
Sul	14,24	4,50	-11,24	12,30

Para fins de comparação, foi simulada também a eliminação do chuveiro e seu impacto na conta de luz dos consumidores, cujos dados estão consolidados na **Tabela 6.7**.

Tabela 6.7: Economia proporcionada por região na eliminação do chuveiro - Comparativo⁸

Região	Tarifa Conv.(%)	Proposta ANEEL (%)	Propostas concessionárias		
			Média (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
Norte	1,89	6,19	-2,43	-4,96	0,10
Nordeste	9,56	14,62	8,13	5,17	11,22
Centro Oeste	27,84	32,41	28,82	27,19	30,48
Sudeste	27,20	25,52	25,18	14,22	32,56
Sul	25,04	28,03	24,26	10,99	30,27

Os resultados apontaram economias superiores a 25% nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, 9% na região Nordeste, e uma economia praticamente desprezível (inferior a 2%) na região Norte quando se usa a tarifa convencional, e a combinação da eliminação do chuveiro com a adoção da tarifa branca apresentou um pequeno ganho adicional em algumas das concessionárias localizadas nas regiões Sudeste e Sul, mas na maior parte dos casos a adoção da tarifa branca resulta numa economia menor do que a tarifa convencional.

Independentemente da tarifação adotada, a eliminação do chuveiro é mais interessante do que o deslocamento de carga tanto para o consumidor quanto para o sistema de geração, transmissão e distribuição, pois além de reduzir o consumo de pico - e conseqüentemente as perdas -, a energia total consumida ao longo do dia diminui significativamente.

⁷Valores negativos indicam acréscimo

⁸*idem*

Capítulo 7

Conclusões

O presente trabalho efetuou simulações sobre o impacto da utilização do chuveiro elétrico no âmbito residencial, interesse esse despertado tanto pela sua alta penetração no mercado, quanto pelas características de potência e concentração no horário de uso. Por meio de simulações efetuadas no **Capítulo 4 (Impactos do chuveiro elétrico nas redes de distribuição)**, foi visto que a utilização do chuveiro elétrico no horário de ponta acarreta, em média, redução do nível de tensão da ordem de 1%¹, e também é responsável por cerca de 36% das perdas de energia na distribuição ao longo do dia. Além disso, o chuveiro representa em média 22% do consumo total de uma residência, 46% da demanda de potência no horário de maior consumo (18 às 19h), e por cerca de 30% da energia consumida no período de ponta (17 às 22h). Ao final das análises, a contribuição do chuveiro foi estimada em cerca de 5% de todo o consumo de energia elétrica do Brasil.

O impacto da utilização do chuveiro elétrico pode ser, em média, pequeno para os consumidores residenciais em função da simplicidade e conforto proporcionados. No entanto, devido à massiva adoção do mesmo e às características de potência e padrão de utilização, o chuveiro contribui em muito para a demanda no horário de pico. Por questões de segurança, o sistema de geração, transmissão e distribuição é dimensionado para uma carga igual à demanda de pico, e no restante do dia opera com capacidade ociosa.

Para incentivar o deslocamento de consumo para fora do horário de pico, a ANEEL implementou a *tarifa branca*, cuja proposta inicial proporcionaria uma economia de energia que oscila entre 5% a 17%, dependendo da região, ao se efetuar o deslocamento de carga (no caso deste estudo, o chuveiro elétrico) para fora do horário de ponta. No entanto, as concessionárias apresentaram estudos levando em conta comportamento da carga residencial e custos de compra e distribuição de energia, e propuseram valores diferentes para os postos tarifários. O resultado das simulações de deslocamento de carga e seu impacto na conta de energia elétrica dos consu-

¹Vale lembrar novamente que as simulações foram feitas no nível de média tensão (12,66kV), como a tensão utilizada nas residências fica na faixa entre 110/127V a 220V, as perdas e a redução do perfil de tensão podem ser maiores.

midores residenciais, efetuado no **Capítulo 6 (Impacto para o consumidor considerando a tarifa branca)**, mostra que na maioria das regiões o incentivo para o deslocamento de carga foi bem reduzido em relação à proposta original, ainda mais levando-se em conta a mudança de hábito necessária para os consumidores residenciais atingirem esses patamares de economia. Como sempre, vale lembrar que esses valores são médias regionais, clientes residenciais com características de consumo distintas da média podem tanto se beneficiar quanto serem prejudicados com a adoção da tarifa branca, de tal maneira que é necessário um estudo prévio para indicar se há vantagem econômica para o consumidor com a troca de tarifação.

Levando-se em conta os pontos levantados, não é possível determinar se a tarifa branca será amplamente adotada. No entanto, analisando somente o cenário de deslocamento de carga do chuveiro, conforme exposto nas **Figuras 5.2 a 5.7**, uma tarifa branca com patamares significativos de economia no caso médio poderia levar a uma adesão em massa ao deslocamento de carga pelos consumidores residenciais, o que pode gerar situações nas quais o pico de demanda é superior ao atual. Além disso, mesmo que a porcentagem de adesão ao deslocamento de carga não crie um novo pico de demanda, a quantidade de energia consumida ao longo de 24h continua sendo a mesma.

Por outro lado, ao aderir a formas de aquecimento que não utilizam eletricidade (solar, a gás etc), os ganhos podem ser maiores. As simulações efetuadas mostraram redução no consumo de energia elétrica em torno de 22%, e ganhos adicionais para os consumidores com a adoção da tarifação branca para algumas das concessionárias e regiões analisadas. Para o Brasil, a substituição da eletrotermia por outras alternativas (especialmente a solar) resultaria em alívio de capacidade do sistema de geração, transmissão e distribuição de energia, postergando investimentos em expansão da infra-estrutura e, ao mesmo tempo, tornaria a matriz energética mais diversificada e eficiente.

Como trabalhos futuros, sugerimos:

- Realização de simulações de impacto do uso do chuveiro elétrico na rede secundária de distribuição, utilizando dados obtidos através dos medidores inteligentes (*smart meters*) para a formação de um perfil de consumo médio;
- Expansão das simulações de impacto para outros eletrodomésticos;
- Criação de simuladores de consumo/instrumentos de medição de modo a fornecer subsídios para os consumidores decidirem ou não pela tarifa branca.

Bibliografia

- [1] ABNT, *NBR 12483 - Chuveiros elétricos*, Norma Técnica. 1992.
- [2] ANEEL, *Sumário Executivo - Ótica do Consumidor*. Estrutura Tarifária para o serviço de distribuição de Energia Elétrica, Audiência Pública 120/2010. 2010.
- [3] ANEEL, *Nota Técnica nº 362/2010 - Sinal Econômico para a Baixa Tensão*. Estrutura Tarifária para o serviço de distribuição de Energia Elétrica, Audiência Pública 120/2010. 2010.
- [4] ANEEL, *Nota Técnica 311/2011 - Proposta Geral*. Estrutura Tarifária para o serviço de distribuição de Energia Elétrica, Audiência Pública 120/2010. 2010.
- [5] Australian Bureau of Statistics, *4602.0.55.001 - Environmental Issues: Energy Use and Conservation, Mar 2011*. Data Cubes: Energy Use and Conservation Tables. Disponível em http://www.abs.gov.au/AUSSTATS/subscriber.nsf/log?openagent&4602055001do001_201103.xls&4602.0.55.001&Data%20Cubes&73BE0094F4C2CB80CA257930000F64A5&0&Mar%202011&24.10.2011&Previous text
- [6] Baran, M. E., Wu, F. F., *Optimal Capacitor Placement on Radial Distribution Systems*. IEEE Transactions on Power Delivery, v.4, pp. 725-734. 1989.
- [7] EATON, John W., BATEMAN, D., HAUBERG, S., *GNU Octave version 3.0.1 manual: a high-level interactive language for numerical computations*, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2009. Disponível em <http://www.gnu.org/software/octave/doc/interpreter/> (manual) e <http://www.octave.org> (software)
- [8] Eletrobrás/PROCEL, *Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de consumo - Ano-base 2005*. 2007.
- [9] Eletrobrás/PROCEL, *Sistema de Informação de Posses e Hábitos de Uso de Aparelhos Elétricos*. Disponível em <http://www.procelinfo.com.br/pph/index.htm>. Acessado no período entre janeiro e abril de 2013.

- [10] EPE, *Balanço Energético Nacional 2012 - Relatório final (Versão completa)*, Tabela 2.28, página 65. Disponível em https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2012.pdf.
- [11] IBGE, *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Perfil das Despesas no Brasil - Indicadores selecionados.*, Tabela 1.2. Disponível em ftp://ftp.ibge.gov.br/Orcamentos_Familiares/Pesquisa_de_Orcamentos_Familiares_2008_2009/Perfil_das_Despesas_no_Brasil/tabelas_pdf/tab_1_02.pdf.
- [12] IBGE, *Pesquisa Industrial Anual 2011*, Tabela 1 - Produção e vendas dos produtos e/ou serviços industriais, segundo as classes de atividades e a descrição dos produtos - Brasil - 2011. Disponível em ftp://ftp.ibge.gov.br/Industrias_Extrativas_e_de_Transformacao/Pesquisa_Industrial_Anual/Produto2011/Tabela1.pdf
- [13] Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, *Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior via Internet - AliceWEB*. Disponível em <http://aliceweb2.mdic.gov.br>.
- [14] Natural Resources Canada, Office of Energy Efficiency. *Comprehensive Energy Use Database Table*, Table 34: Water Heater Stock by Building Type and Energy Source (2010). Disponível em <http://oee.nrcan.gc.ca/corporate/statistics/neud/dpa/showTable.cfm?type=CP§or=res&juris=ca&rn=34&page=4&CFID=32030177&CFTOKEN=efd16fc1c6184cae-F72952BC-9589-D160-741B60593560E86B>
- [15] PIRES, Igor Amariz. *Caracterização de harmônicos causados por equipamentos eletroeletrônicos residenciais e comerciais no sistema de distribuição de energia elétrica*. Dissertação de Mestrado. UFMG, 2006.
- [16] U.S. Energy Information Agency, *Residential Energy Consumption Survey (RECS) 2009*, Housing Characteristics Tables: Water Heating By Type of Housing (Table HC8.1). Disponível em <http://www.eia.gov/consumption/residential/data/2009/xls/HC8.1%20Water%20Heating%20by%20Housing%20Unit%20Type.xls>
- [17] ZIMMERMAN, Ray D.; MURILLO-SÁNCHEZ, Carlos E.; Thomas, R. J. GAN, Deqiang. *MATPOWER: Steady-State Operations, Planning and Analysis Tools for Power Systems Research and Education*, IEEE Transactions on Power Systems vol. 26, no. 1, pp. 12-19, Feb. 2011. Disponível em <http://www.pserc.cornell.edu/matpower/>
- [18] ZOELLNER, Klaus, *A incidência da utilização do chuveiro elétrico na geração de água quente nas edificações*. Dissertação de mestrado. IPT, 2005.

Apêndice A

Uso dos eletrodomésticos por região

As páginas a seguir apresentam o padrão médio de uso dos eletrodomésticos mais comuns em uma residência, em função do horário e da potência média horária, para o Brasil e para cada uma das regiões do país.

Consumo médio dos eletrodomésticos por faixa horária - Brasil

horas	Consumo médio de eletrodomésticos (Wh/h) - Brasil									
	AC	Chuv	Ferro	Freez	Gelad	Lamp	MLR	MO	Som	TV
0-1	119,00	0,50	-	11,50	49,00	15,00	-	-	0,80	5,00
1-2	114,00	-	-	11,50	49,00	14,00	-	-	0,80	2,00
2-3	105,00	0,20	-	11,50	49,00	13,00	-	-	0,60	-
3-4	90,00	0,40	-	11,50	49,00	12,00	-	-	0,50	-
4-5	75,00	4,50	-	11,50	49,00	12,00	-	-	0,30	-
5-6	55,00	71,50	1,00	11,50	49,00	12,00	-	-	0,80	1,00
6-7	10,00	152,00	5,00	11,50	49,00	16,00	1,80	-	2,10	3,00
7-8	4,00	133,00	13,00	11,50	49,00	20,00	3,60	0,30	3,80	6,00
8-9	3,00	53,00	13,00	11,50	49,00	15,00	4,90	0,60	12,00	8,00
9-10	2,00	17,00	8,00	11,50	49,00	12,00	3,50	0,30	19,00	9,00
10-11	3,00	14,00	7,50	11,50	49,00	11,00	2,20	-	22,00	10,00
11-12	5,00	24,00	6,25	11,50	49,00	12,00	0,65	0,10	19,00	23,00
12-13	7,00	9,00	5,00	11,50	49,00	14,00	0,90	2,25	16,00	22,50
13-14	5,00	7,00	4,50	11,50	49,00	13,00	1,15	0,35	11,50	18,00
14-15	4,00	8,00	13,00	11,50	49,00	11,00	0,80	0,25	10,80	16,00
15-16	4,00	22,00	22,00	11,50	49,00	12,00	0,50	-	13,00	14,00
16-17	5,00	51,00	13,50	11,50	49,00	13,00	0,40	-	13,00	17,00
17-18	18,00	185,00	9,50	11,50	49,00	26,00	0,15	-	10,50	48,00
18-19	25,00	195,00	7,00	11,50	49,00	75,00	0,65	-	9,00	58,00
19-20	46,00	116,00	3,50	11,50	49,00	106,00	0,75	1,50	6,50	65,00
20-21	80,00	52,00	2,50	11,50	49,00	115,00	0,75	0,60	5,00	68,00
21-22	125,00	27,00	1,70	11,50	49,00	100,00	0,90	0,20	3,00	63,00
22-23	40,00	15,00	0,50	11,50	49,00	66,00	0,10	0,30	2,00	36,50
23-24	120,00	1,00	0,20	11,50	49,00	39,00	0,10	-	2,00	10,00

Legenda: AC: Ar Condicionado; Chuv: Chuveiro; Ferro: Ferro de passar; Freez: Freezer;
Gelad: Geladeira; Lamp: Lâmpadas; MLR: Máquina de Lavar Roupas;
MO: Forno de Microondas; Som: Aparelho de Som; TV: Televisão.

Consumo médio dos eletrodomésticos por faixa horária - Região Norte

horas	Consumo médio de eletrodomésticos (Wh/h) - Norte									
	AC	Chuv	Ferro	Freez	Gelad	Lamp	MLR	MO	Som	TV
0-1	176,00	–	–	8,00	46,50	24,00	–	–	0,480	4,00
1-2	153,00	–	–	8,00	46,50	22,00	–	–	0,480	0,50
2-3	129,00	–	–	8,00	46,50	19,50	–	–	0,320	–
3-4	122,00	–	–	8,00	46,50	18,00	–	–	0,240	–
4-5	118,00	1,50	–	8,00	46,50	18,00	–	–	0,240	–
5-6	81,00	9,25	1,00	8,00	46,50	17,50	–	–	0,480	1,50
6-7	39,00	9,25	4,00	8,00	46,50	14,00	1,50	–	1,520	4,00
7-8	6,00	5,00	11,00	8,00	46,50	8,00	3,00	0,075	2,400	5,50
8-9	10,00	0,80	11,00	8,00	46,50	7,50	4,20	0,150	8,000	7,50
9-10	6,00	2,40	7,00	8,00	46,50	8,00	3,00	0,075	12,400	8,50
10-11	6,00	3,00	6,25	8,00	46,50	8,50	2,00	–	14,240	10,50
11-12	12,00	8,50	5,25	8,00	46,50	9,50	0,50	0,030	12,000	20,50
12-13	4,00	6,00	4,00	8,00	46,50	8,50	0,75	0,570	10,400	20,00
13-14	10,00	1,50	3,75	8,00	46,50	8,50	1,00	0,090	7,400	14,00
14-15	8,00	–	11,00	8,00	46,50	9,00	0,65	0,060	7,000	11,00
15-16	8,00	–	18,50	8,00	46,50	9,00	0,45	–	8,400	11,50
16-17	18,00	–	11,00	8,00	46,50	9,50	0,35	–	8,400	13,50
17-18	29,00	3,00	7,50	8,00	46,50	17,50	0,10	–	6,800	32,00
18-19	44,00	11,50	5,50	8,00	46,50	57,00	0,55	–	5,600	45,00
19-20	108,00	10,75	2,75	8,00	46,50	71,50	0,65	0,375	4,000	55,00
20-21	140,00	7,00	2,00	8,00	46,50	74,00	0,65	0,150	3,200	55,50
21-22	172,00	3,00	1,50	8,00	46,50	73,50	0,75	0,045	2,000	53,00
22-23	175,00	0,75	0,25	8,00	46,50	57,00	0,08	0,075	1,440	30,00
23-24	179,00	–	–	8,00	46,50	38,00	0,08	–	1,280	8,00

Legenda: AC: Ar Condicionado; Chuv: Chuveiro; Ferro: Ferro de passar; Freez: Freezer; Gelad: Geladeira; Lamp: Lâmpadas; MLR: Máquina de Lavar Roupas; MO: Forno de Microondas; Som: Aparelho de Som; TV: Televisão.

Consumo médio dos eletrodomésticos por faixa horária - Região Nordeste

horas	Consumo médio de eletrodomésticos (Wh/h) - Nordeste									
	AC	Chuv	Ferro	Freez	Gelad	Lamp	MLR	MO	Som	TV
0-1	134,00	0,50	–	8,50	46,50	11,50	–	–	0,750	3,00
1-2	134,00	0,50	–	8,50	46,50	11,00	–	–	0,750	0,50
2-3	129,00	1,25	–	8,50	46,50	11,00	–	–	0,500	–
3-4	122,00	0,50	–	8,50	46,50	11,00	–	–	0,375	–
4-5	83,00	1,00	–	8,50	46,50	11,00	–	–	0,375	–
5-6	50,00	39,00	1,00	8,50	46,50	10,50	–	–	0,750	0,50
6-7	10,00	46,00	5,00	8,50	46,50	9,00	1,00	–	2,375	2,00
7-8	4,00	47,00	13,00	8,50	46,50	7,50	2,00	0,150	3,750	4,50
8-9	4,00	20,00	13,00	8,50	46,50	7,00	2,65	0,300	12,500	7,50
9-10	1,00	3,00	8,00	8,50	46,50	7,50	2,00	0,150	19,375	8,50
10-11	2,00	1,25	7,50	8,50	46,50	7,00	1,25	–	22,250	10,50
11-12	6,00	30,00	6,25	8,50	46,50	7,00	0,35	0,050	18,750	22,00
12-13	11,00	10,00	5,00	8,50	46,50	7,00	0,47	1,100	16,250	21,00
13-14	5,00	5,00	4,50	8,50	46,50	7,00	0,65	0,175	11,562	17,00
14-15	2,00	2,00	13,00	8,50	46,50	7,00	0,42	0,120	10,938	15,00
15-16	2,00	1,25	22,00	8,50	46,50	7,00	0,27	–	13,125	13,00
16-17	3,00	1,50	13,50	8,50	46,50	7,50	0,20	–	13,125	17,00
17-18	9,00	74,00	9,50	8,50	46,50	18,00	0,10	–	10,625	50,00
18-19	14,00	60,00	7,00	8,50	46,50	52,00	0,35	–	8,750	57,00
19-20	22,00	24,00	3,50	8,50	46,50	72,00	0,40	0,730	6,250	60,00
20-21	55,00	13,00	2,50	8,50	46,50	69,00	0,40	0,300	5,000	60,50
21-22	143,00	2,00	1,70	8,50	46,50	50,00	0,50	0,090	3,125	54,00
22-23	25,00	0,50	0,50	8,50	46,50	27,00	0,08	0,140	2,250	20,00
23-24	125,00	2,00	0,20	8,50	46,50	16,00	0,08	–	2,000	3,00

Legenda: AC: Ar Condicionado; Chuv: Chuveiro; Ferro: Ferro de passar; Freez: Freezer; Gelad: Geladeira; Lamp: Lâmpadas; MLR: Máquina de Lavar Roupas; MO: Forno de Microondas; Som: Aparelho de Som; TV: Televisão.

Consumo médio dos eletrodomésticos por faixa horária - Região Centro Oeste

horas	Consumo médio de eletrodomésticos (Wh/h) - Centro Oeste									
	AC	Chuv	Ferro	Freez	Gelad	Lamp	MLR	MO	Som	TV
0-1	105,00	1,00	–	7,50	50,00	14,00	–	–	0,600	1,00
1-2	105,00	–	–	7,50	50,00	11,00	–	–	0,600	0,50
2-3	97,00	–	–	7,50	50,00	10,50	–	–	0,400	–
3-4	85,00	–	–	7,50	50,00	10,00	–	–	0,300	–
4-5	62,00	–	–	7,50	50,00	10,00	–	–	0,300	–
5-6	52,00	105,00	1,00	7,50	50,00	10,00	–	–	0,600	0,50
6-7	14,00	210,00	5,00	7,50	50,00	11,00	2,00	–	1,900	1,50
7-8	4,00	130,00	13,00	7,50	50,00	19,00	4,00	0,250	3,000	3,50
8-9	2,00	75,00	13,00	7,50	50,00	18,00	5,50	0,500	10,000	5,00
9-10	–	20,00	8,00	7,50	50,00	14,00	4,00	0,250	15,500	8,50
10-11	–	14,00	7,50	7,50	50,00	13,50	2,70	–	17,800	20,00
11-12	–	15,00	6,25	7,50	50,00	21,00	0,75	0,100	15,000	28,00
12-13	2,00	8,00	5,00	7,50	50,00	22,00	1,00	1,750	13,000	20,00
13-14	2,00	7,00	4,50	7,50	50,00	15,00	1,30	0,275	9,250	7,50
14-15	2,00	8,00	13,00	7,50	50,00	11,00	0,90	0,200	8,750	6,00
15-16	4,00	15,00	22,00	7,50	50,00	12,00	0,60	–	10,500	6,00
16-17	7,00	85,00	13,50	7,50	50,00	14,50	0,45	–	10,500	7,00
17-18	9,00	286,00	9,50	7,50	50,00	34,00	0,15	–	8,500	28,00
18-19	17,00	265,00	7,00	7,50	50,00	62,00	0,75	–	7,000	45,00
19-20	22,00	85,00	3,50	7,50	50,00	80,00	0,90	1,200	5,000	58,50
20-21	43,00	25,00	2,50	7,50	50,00	71,00	0,90	0,500	4,000	60,50
21-22	72,00	13,00	1,70	7,50	50,00	55,00	1,00	0,150	2,500	40,00
22-23	82,00	5,00	0,50	7,50	50,00	38,00	0,15	0,240	1,800	18,00
23-24	105,00	1,00	0,20	7,50	50,00	25,00	0,15	–	1,600	3,00

Legenda: AC: Ar Condicionado; Chuv: Chuveiro; Ferro: Ferro de passar; Freez: Freezer; Gelad: Geladeira; Lamp: Lâmpadas; MLR: Máquina de Lavar Roupas; MO: Forno de Microondas; Som: Aparelho de Som; TV: Televisão.

Consumo médio dos eletrodomésticos por faixa horária - Região Sudeste

horas	Consumo médio de eletrodomésticos (Wh/h) - Sudeste									
	AC	Chuv	Ferro	Freez	Gelad	Lamp	MLR	MO	Som	TV
0-1	46,00	1,00	–	10,50	50,00	19,00	–	–	0,750	5,00
1-2	41,50	–	–	10,50	50,00	18,00	–	–	0,750	3,00
2-3	36,50	–	–	10,50	50,00	17,00	–	–	0,500	–
3-4	32,50	–	–	10,50	50,00	16,00	–	–	0,375	–
4-5	31,50	9,00	–	10,50	50,00	16,00	–	–	0,375	–
5-6	30,00	100,00	1,00	10,50	50,00	17,00	–	–	0,750	1,50
6-7	9,00	178,00	5,00	10,50	50,00	23,00	2,00	–	2,375	5,00
7-8	3,50	115,00	13,50	10,50	50,00	33,00	4,00	0,375	3,750	9,50
8-9	1,50	50,00	13,50	10,50	50,00	22,00	5,60	0,750	12,500	11,00
9-10	1,50	30,00	8,50	10,50	50,00	16,00	4,00	0,375	19,375	10,00
10-11	2,00	25,00	7,75	10,50	50,00	15,00	2,50	–	22,250	11,00
11-12	5,00	35,00	6,25	10,50	50,00	17,00	0,75	0,150	18,750	21,50
12-13	5,00	13,00	5,00	10,50	50,00	19,00	1,00	2,750	16,250	24,00
13-14	5,50	10,00	4,75	10,50	50,00	19,00	1,30	0,450	11,562	23,00
14-15	3,50	13,00	14,00	10,50	50,00	15,00	0,90	0,300	10,938	20,50
15-16	4,00	49,00	22,50	10,50	50,00	18,50	0,60	–	13,125	19,00
16-17	5,50	95,00	13,50	10,50	50,00	17,00	0,45	–	13,125	23,00
17-18	16,00	188,00	9,50	10,50	50,00	37,00	0,10	–	10,625	48,00
18-19	22,00	202,00	6,50	10,50	50,00	96,00	0,75	–	8,750	61,00
19-20	39,00	181,00	3,50	10,50	50,00	130,00	0,90	1,850	6,250	69,00
20-21	49,00	92,00	2,50	10,50	50,00	146,00	0,90	0,750	5,000	72,00
21-22	65,00	60,00	1,75	10,50	50,00	137,00	1,05	0,225	3,125	68,00
22-23	67,00	35,00	0,25	10,50	50,00	100,00	0,15	0,375	2,250	44,00
23-24	51,00	–	–	10,50	50,00	58,00	0,15	–	2,000	9,00

Legenda: AC: Ar Condicionado; Chuv: Chuveiro; Ferro: Ferro de passar; Freez: Freezer; Gelad: Geladeira; Lamp: Lâmpadas; MLR: Máquina de Lavar Roupas; MO: Forno de Microondas; Som: Aparelho de Som; TV: Televisão.

Consumo médio dos eletrodomésticos por faixa horária - Região Sul

horas	Consumo médio de eletrodomésticos (Wh/h) - Sul									
	AC	Chuv	Ferro	Freez	Gelad	Lamp	MLR	MO	Som	TV
0-1	273,00	–	–	22,00	49,50	9,00	–	–	1,00	12,00
1-2	260,00	–	–	22,00	49,50	8,50	–	–	1,00	1,00
2-3	230,00	–	–	22,00	49,50	7,00	–	–	0,75	–
3-4	190,00	–	–	22,00	49,50	7,00	–	–	0,50	–
4-5	167,00	–	–	22,00	49,50	7,00	–	–	0,50	–
5-6	135,00	60,00	1,00	22,00	49,50	7,00	–	–	1,00	0,50
6-7	10,00	270,00	5,00	22,00	49,50	8,00	2,00	–	2,75	1,00
7-8	–	351,00	13,50	22,00	49,50	9,00	4,25	0,40	4,50	2,50
8-9	1,00	110,00	13,50	22,00	49,50	8,50	5,90	0,80	15,00	4,00
9-10	1,00	13,00	8,50	22,00	49,50	7,00	4,25	0,40	23,50	3,50
10-11	1,00	13,00	7,75	22,00	49,50	6,00	2,75	–	26,50	4,00
11-12	2,50	10,00	6,25	22,00	49,50	8,00	0,75	0,15	23,00	27,50
12-13	4,00	1,00	5,00	22,00	49,50	10,00	1,05	2,95	19,50	23,00
13-14	1,00	3,00	4,75	22,00	49,50	9,00	1,35	0,50	14,00	10,00
14-15	1,00	5,00	14,00	22,00	49,50	7,00	0,95	0,35	13,50	7,00
15-16	–	7,00	22,50	22,00	49,50	7,50	0,60	–	16,00	4,50
16-17	3,00	23,00	13,50	22,00	49,50	8,00	0,45	–	16,00	7,50
17-18	28,00	345,00	9,50	22,00	49,50	15,00	0,10	–	13,00	57,00
18-19	39,00	405,00	6,50	22,00	49,50	80,00	0,75	–	11,00	65,00
19-20	87,00	200,00	3,50	22,00	49,50	118,00	0,90	2,00	8,00	69,00
20-21	170,00	67,00	2,50	22,00	49,50	129,00	0,90	0,85	6,00	75,00
21-22	274,00	12,00	1,75	22,00	49,50	94,00	1,05	0,23	4,00	72,00
22-23	272,00	5,00	0,25	22,00	49,50	44,00	0,10	0,40	2,75	46,00
23-24	274,00	–	–	22,00	49,50	20,00	0,10	–	2,50	20,00

Legenda: AC: Ar Condicionado; Chuv: Chuveiro; Ferro: Ferro de passar; Freez: Freezer; Gelad: Geladeira; Lamp: Lâmpadas; MLR: Máquina de Lavar Roupas; MO: Forno de Microondas; Som: Aparelho de Som; TV: Televisão.

Apêndice B

Parâmetros da rede de 69 barras

- Barra de geração: barra 67; $V_{base}=12,66\text{kV}$

Cargas nas barras

Barra	P(kW)	Q(kVAr)	Barra	P(kW)	Q(kVAr)
5	2,60	2,20	37	384,70	274,50
6	40,40	30,00	38	384,70	274,50
7	75,00	54,00	39	40,50	28,30
8	30,00	22,00	40	3,60	2,70
9	28,00	19,00	41	4,35	3,50
10	145,00	104,00	42	26,40	19,00
11	145,00	104,00	43	24,00	17,20
12	8,00	5,50	47	100,00	72,00
13	8,00	5,50	49	1244,00	888,00
15	45,50	30,00	50	32,00	23,00
16	60,00	35,00	52	227,00	162,00
17	60,00	35,00	53	59,00	42,00
19	1,00	0,60	54	18,00	13,00
20	114,00	81,00	55	18,00	13,00
21	5,30	3,50	56	28,00	20,00
23	28,00	20,00	57	28,00	20,00
25	14,00	10,00	59	24,00	17,00
26	14,00	10,00	60	24,00	17,00
27	26,00	18,60	61	1,20	1,00
28	26,00	18,60	63	6,00	4,30
32	14,00	10,00	65	39,22	26,30
33	19,50	14,00	66	39,22	26,30
34	6,00	4,00	68	26,00	18,55
36	79,00	56,40	69	26,00	18,55
Total:			3802,19	2694,60	

Impedâncias dos ramos

Barra Origem	Barra Destino	R(Ohm)	X(Ohm)	Barra Origem	Barra Destino	R(Ohm)	X(Ohm)
67	1	0,0005	0,0012	2	68	0,0044	0,0108
1	2	0,0005	0,0012	68	69	0,0640	0,1565
2	3	0,0015	0,0036	69	58	0,1053	0,1230
3	4	0,0251	0,0294	58	59	0,0304	0,0355
4	5	0,3660	0,1864	59	60	0,0018	0,0021
5	6	0,3811	0,1941	60	61	0,7283	0,8509
6	7	0,0922	0,0470	61	62	0,3100	0,3623
7	8	0,0493	0,0251	62	63	0,0410	0,0478
8	9	0,8190	0,2707	63	64	0,0092	0,0116
9	10	0,1872	0,0619	64	65	0,1089	0,1373
10	11	0,7114	0,2351	65	66	0,0009	0,0012
11	12	1,0300	0,3400				
12	13	1,0440	0,3450	3	35	0,0034	0,0084
13	14	1,0580	0,3496	35	36	0,0851	0,2083
14	15	0,1966	0,0650	36	37	0,2898	0,7091
15	16	0,3744	0,1238	37	38	0,0822	0,2011
16	17	0,0047	0,0016	7	39	0,0928	0,0036
17	18	0,3276	0,1083	39	40	0,3319	0,0036
18	19	0,2106	0,0696				
19	20	0,3416	0,1129	8	41	0,1740	0,0886
20	21	0,0140	0,0046	41	42	0,2030	0,1034
21	22	0,1591	0,0526	42	43	0,2842	0,1447
22	23	0,3463	0,1145	43	44	0,2813	0,1433
23	24	0,7488	0,2475	44	45	1,5900	0,5337
24	25	0,0389	0,1021	45	46	0,7837	0,2630
25	26	0,1732	0,0572	46	47	0,3042	0,1006
				47	48	0,3861	0,1172
2	27	0,0044	0,0108	48	49	0,5075	0,2585
27	28	0,0640	0,1565	49	50	0,0974	0,0496
28	29	0,3978	0,1315	50	51	0,1450	0,0738
29	30	0,0702	0,0232	51	52	0,7105	0,3619
30	31	0,3510	0,1160	52	53	1,0410	0,5302
31	32	0,8390	0,2816				
32	33	1,7080	0,5646	10	54	0,2012	0,0611
33	34	1,4705	0,4873	54	55	0,0047	0,0014
				11	56	0,7394	0,2444
				56	57	0,0047	0,0016

Apêndice C

Tarifas

As tabelas a seguir contém as informações coletadas no site da ANEEL sobre as tarifas convencional e branca praticadas pelas concessionárias¹ para cada região. Abaixo segue a descrição do cabeçalho das tabelas.

- Data Revisão:** Data na qual as proposta de reajuste tarifário da concessionária foi homologada pela ANEEL;
- TC:** Valor da tarifa convencional em R\$/kWh. Por questão de espaço, os valores de TE e TUSD foram somados;
- TB f.ponta:** valor de TE+TUSD no período fora de ponta, em R\$/kWh;
- TB interm:** valor de TE+TUSD no período intermediário, em R\$/kWh;
- TB ponta:** valor de TE+TUSD no período de ponta, em R\$/kWh;
- kz:** relação entre a tarifa fora de ponta e a convencional;
- p/fp:** relação entre a tarifa de ponta e fora de ponta;
- i/fp:** relação entre a tarifa intermediária e fora de ponta;
- inicio interm:** horário no qual se encerra a cobrança na tarifa fora de ponta e se inicia a cobrança na tarifa intermediária;
- inicio ponta:** horário no qual se encerra a cobrança na tarifa intermediária e se inicia a cobrança na tarifa de ponta;
- fim ponta:** horário no qual se encerra a cobrança na tarifa de ponta e se inicia a cobrança na tarifa intermediária;
- fim interm:** horário no qual se encerra a cobrança na tarifa intermediária e se inicia a cobrança na tarifa fora de ponta;

¹As concessionárias que não homologaram proposta para a tarifa branca estão marcadas com *, e as colunas referentes à tarifa branca estão vazias

Tarifas praticadas - Região Norte

Concessionária	Data	TC (R\$/kWh)	TB (R\$/kWh)						início	início	fim	fim
	Revisão		f. ponta	interm	ponta	kz	p/fp	i/fp	interm	ponta	ponta	interm
Amazonas Energia*	24/01/13	0,2714	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Boa Vista Energia*	24/01/13	0,2601	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CELPA interligado	07/08/13	0,3675	0,2926	0,4822	0,7527	0,7963	2,572	1,648	17h00	18h00	21h00	22h00
CELTINS	03/07/13	0,3787	0,3044	0,5406	0,8720	0,8036	2,865	1,776	17h00	18h00	21h00	22h00
CERON*	03/07/13	0,3386	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CERR*	03/07/13	0,3135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EletoAcre*	03/07/13	0,3706	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JARI*	03/07/13	0,3506	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manaus-Energia*	03/07/13	0,2714	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tarifas praticadas - Região Nordeste

Concessionária	Data	TC (R\$/kWh)	TB (R\$/kWh)						início	início	fim	fim
	Revisão		f. ponta	interm	ponta	kz	p/fp	i/fp	interm	ponta	ponta	interm
CEA*	08/04/13	0,3988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CEAL	28/08/13	0,3067	0,2497	0,4386	0,7018	0,8140	2,810	1,756	16h30	17h30	20h30	21h30
CELB	04/02/13	0,2746	0,2121	0,3436	0,5519	0,7727	2,602	1,620	17h00	18h00	21h00	22h00
CELPE	29/04/13	0,2988	0,2430	0,3824	0,6102	0,8132	2,511	1,574	16h30	17h30	20h30	21h30
CEMAR	28/08/13	0,3436	0,2629	0,4993	0,8064	0,7651	3,068	1,900	17h00	18h00	21h00	22h00
CEPISA	28/08/13	0,3257	0,2614	0,4788	0,7663	0,8024	2,932	1,832	16h30	17h30	20h30	21h30
COELBA	19/04/13	0,2933	0,2304	0,4085	0,6583	0,7855	2,858	1,773	16h00	18h00	21h00	21h00
COELCE	19/04/13	0,3082	0,2478	0,4163	0,6746	0,8041	2,722	1,680	17h00	18h00	21h00	22h00
COSERN	19/04/13	0,3085	0,2470	0,4014	0,6502	0,8006	2,632	1,625	16h30	17h30	20h30	21h30
ESE (Energipe)	19/04/13	0,3083	0,2421	0,4208	0,6792	0,7852	2,806	1,738	16h30	17h30	20h30	21h30
Energisa Paraíba	27/08/13	0,3044	0,2335	0,4207	0,6785	0,7671	2,905	1,801	16h30	17h30	20h30	21h30
SULGIPE	24/01/13	0,3370	0,2363	0,4871	0,811	0,7012	3,431	2,061	17h00	18h00	21h00	22h00

Tarifas praticadas - Região Sudeste

Concessionária	Data	TC (R\$/kWh)	TB (R\$/kWh)						início	início	fim	fim
	Revisão		f. ponta	interm	ponta	kz	p/fp	i/fp	interm	ponta	ponta	interm
AMPLA*	18/04/13	0,3919	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bandeirante	24/01/13	0,2859	0,2319	0,3336	0,5265	0,8112	2,271	1,439	17h00	18h00	21h00	22h00
Caiuá Serv.Eletr.	07/05/13	0,2960	0,2318	0,3350	0,5380	0,7829	2,321	1,446	17h00	18h00	21h00	22h00
CEMIG	08/04/13	0,3470	0,2761	0,4358	0,6936	0,7956	2,512	1,578	16h00	17h00	20h00	21h00
CENF	12/06/13	0,3240	0,2369	0,3951	0,6496	0,7311	2,742	1,668	17h00	18h00	21h00	22h00
CFLCL(Energisa MG)	17/06/13	0,3716	0,2748	0,4243	0,6818	0,7396	2,481	1,544	17h00	18h00	21h00	22h00
CNEE	09/05/13	0,2823	0,2169	0,3192	0,5145	0,7682	2,372	1,472	17h00	18h00	21h00	22h00
CPFL Jaguari	01/02/13	0,2088	0,1947	0,2843	0,4506	0,9325	2,315	1,460	17h00	18h00	21h00	22h00
CPFL Leste	01/02/13	0,3004	0,2387	0,3776	0,5983	0,7945	2,507	1,582	17h00	18h00	21h00	22h00
CPFL Mococa	01/02/13	0,3547	0,2402	0,4177	0,6672	0,6771	2,778	1,739	17h00	18h00	21h00	22h00
CPFL Santa Cruz	01/02/13	0,2607	0,2253	0,3458	0,5525	0,8642	2,452	1,535	17h00	18h00	21h00	22h00
CPFL Sul Paulista	04/02/13	0,3020	0,2394	0,3954	0,6314	0,7927	2,638	1,652	17h00	18h00	21h00	22h00
CPFL Piratininga	24/01/13	0,2569	0,2213	0,3071	0,4902	0,8614	2,215	1,387	17h00	18h00	21h00	22h00
CPFL Paulista	08/04/13	0,2721	0,2280	0,3047	0,4859	0,8379	2,131	1,336	17h00	18h00	21h00	22h00
DME	24/01/13	0,2947	0,2151	0,3537	0,5817	0,7300	2,704	1,644	17h00	18h00	21h00	22h00
EDEVP	09/05/13	0,2991	0,2307	0,3418	0,5515	0,7713	2,391	1,482	17h00	18h00	21h00	22h00
EEB	09/05/13	0,3312	0,2539	0,3912	0,6326	0,7666	2,491	1,541	17h00	18h00	21h00	22h00
Elektro	22/08/13	0,3119	0,2375	0,3743	0,6023	0,7615	2,536	1,576	17h00	18h00	21h00	22h00
Eletropaulo	03/07/13	0,2384	0,2112	0,2894	0,4597	0,8856	2,177	1,370	17h00	18h00	21h00	22h00
ELFSM	14/08/13	0,3251	0,2603	0,4288	0,7014	0,8006	2,694	1,647	17h00	18h00	21h00	22h00
ESCELSA	07/08/13	0,2988	0,248	0,377	0,5998	0,8299	2,418	1,52	17h00	18h00	21h00	22h00
LIGHT*	07/08/13	0,3142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tarifas praticadas - Região Centro-Oeste

Concessionária	Data	TC (R\$/kWh)	TB (R\$/kWh)						início	início	fim	fim
	Revisão		f. ponta	interm	ponta	kz	p/fp	i/fp	interm	ponta	ponta	interm
CEB	24/01/13	0,2425	0,2011	0,2924	0,4675	0,8292	2,325	1,454	17h00	18h00	21h00	22h00
CELG	12/09/13	0,2935	0,2320	0,3588	0,5756	0,7905	2,481	1,547	17h00	18h00	21h00	22h00
CEMAT	08/04/13	0,3428	0,2823	0,4239	0,6767	0,8234	2,397	1,502	16h30	17h30	20h30	21h30
CHESP	10/09/13	0,3771	0,2761	0,4849	0,7946	0,7322	2,878	1,756	17h00	18h00	21h00	22h00
ENERSUL	08/04/13	0,3265	0,2562	0,4100	0,6523	0,7847	2,546	1,600	16h30	17h30	20h30	21h30

Tarifas praticadas - Região Sul

Concessionária	Data	TC (R\$/kWh)	TB (R\$/kWh)						início	início	fim	fim
	Revisão		f. ponta	interm	ponta	kz	p/fp	i/fp	interm	ponta	ponta	interm
AES Sul	18/04/13	0,2622	0,2157	0,2810	0,5226	0,8225	2,423	1,303	-	18h00	21h00	22h30
CEEE-D	24/01/13	0,2759	0,2236	0,3389	0,5378	0,8106	2,405	1,515	17h00	18h00	21h00	22h00
CELESC	06/08/13	0,2887	0,2416	0,3392	0,5421	0,8367	2,244	1,404	17h00	18h00	21h00	22h00
CFLO (copel)	10/07/13	0,2987	0,2145	0,3506	0,5768	0,7179	2,690	1,635	17h00	18h00	21h00	22h00
COCEL	21/06/13	0,2790	0,2476	0,4373	0,7194	0,8874	2,906	1,767	17h00	18h00	21h00	22h00
Cooperaliança	12/08/13	0,3487	0,2752	0,4447	0,7286	0,7893	2,648	1,616	17h30	18h30	21h30	22h30
COPEL	21/06/13	0,2636	0,2083	0,3046	0,4861	0,7904	2,333	1,462	17h00	18h00	21h00	22h00
DEMEI	28/06/13	0,3500	0,2536	0,4314	0,6998	0,7244	2,760	1,701	17h00	18h00	21h00	22h00
EFLJC	12/08/13	0,3213	0,2551	0,4122	0,6818	0,7938	2,673	1,616	17h00	18h00	21h00	22h00
EFLUL	14/08/13	0,3226	0,2845	0,4759	0,7883	0,8818	2,771	1,673	17h00	18h00	21h00	22h00
ELETROCAR	28/06/13	0,3449	0,2474	0,4198	0,6854	0,7173	2,770	1,697	17h00	18h00	21h00	22h00
FORCEL	22/08/13	0,2941	0,2253	0,4107	0,6800	0,7661	3,018	1,823	17h00	18h00	21h00	22h00
HIDROPAN	28/06/13	0,3576	0,2641	0,4473	0,7371	0,7387	2,791	1,694	17h00	18h00	21h00	22h00
IENERGIA	06/08/13	0,3076	0,2506	0,3874	0,6144	0,8146	2,452	1,546	17h00	18h00	21h00	22h00
MUXENERGIA	28/06/13	0,3117	0,2330	0,3465	0,5717	0,7475	2,454	1,488	17h00	18h00	21h00	22h00
RGE	19/06/13	0,2848	0,2242	0,3263	0,5179	0,7872	2,310	1,455	17h00	18h00	21h00	22h00
UHENPAL	18/04/13	0,3471	0,2584	0,4759	0,7726	0,7446	2,990	1,841	17h00	18h00	21h00	22h00