

ESTUDO DA TARIFA BRANCA PARA CLASSE RESIDENCIAL PELA MEDIÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA E DE PESQUISAS DE POSSE E HÁBITOS

Marcos Alexandre Couto Limberger

PUC-RJ – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Rua Marquês de São Vicente, 225 – Gávea, 22451-041 – Rio de Janeiro – RJ
mlimberger@gmail.com

Reinaldo Castro Souza

PUC-RJ – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Rua Marquês de São Vicente, 225 – Gávea, 22451-041 – Rio de Janeiro – RJ
reinaldo@ele.puc-rio.br

Rodrigo Flora Calili

PUC-RJ – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Rua Marquês de São Vicente, 225 – Gávea, 22451-041 – Rio de Janeiro – RJ
rcalili@esp.puc-rio.br

RESUMO

Este artigo tem por objetivo demonstrar, quais os perfis de consumidores residenciais que poderão se beneficiar caso adotem a tarifa branca, reduzindo os custos de suas faturas de energia sem comprometer drasticamente seu conforto e tornando seu consumo de energia mais sustentável. Foi realizado um estudo de caso aproveitando-se dados – medições inteligentes e pesquisas de posse de equipamentos e hábitos de uso (PPHs) – de um projeto de P&D coletados na área de concessão da distribuidora Coelce. Para a realização das análises foram consideradas situações de gerenciamento de carga pelo lado da demanda e de adoção de medidas de eficiência energética chegando-se a conclusão que 55% da amostra de consumidores teriam vantagem migrando para a estrutura tarifária branca, obtendo descontos de 1,62% a 14,60% em suas faturas de energia e outros 25% teriam potencial em se beneficiar dessa nova tarifa.

PALAVRAS CHAVES: tarifa branca, medição inteligente, metrologia.

Área Principal: EN - PO na Área de Energia

ABSTRACT

This paper aims to demonstrate which profiles of residential consumers that will be able to benefit if they adopt the white-tariff, cutting down the costs of their energy bills without quite compromising your comfort and making your consumption of energy more sustainable. A case study was done using data - smart metering and surveys of possession of equipment and usage habits (PPH) - from a R&D Project performed in Coelce power utility. It was considered situations of demand side management and adoption of energy efficiency measures. The conclusion was reached that 55% of the sample of consumers would gain by migrating to the white-tariff structure, obtaining discounts of 1.62% to 14.60% on their energy bills and another 25% would have potential to be benefited from this new tariff.

KEYWORDS: white-tariff, smart metering, metrology.

Main area: EN - PO in Energy area.

1. Introdução

O desenvolvimento das redes elétricas inteligentes (*smart grids*) não se trata apenas de uma inovação tecnológica, mas sim de uma nova infraestrutura que deve ser planejada e desenvolvida sobre uma estrutura já existente, de forma a se atingirem os objetivos desejados Farhangi (2010). Do ponto de vista do consumidor, abre-se um leque de novos serviços que exigirão uma postura mais ativa de sua parte, um melhor entendimento dos seus hábitos de consumo e um maior poder de análise para tomadas de decisões. Esses novos serviços dependem de uma infraestrutura de medição avançada que permitirá ao consumidor o gerenciamento em tempo real do seu consumo de energia elétrica.

No Brasil, todo esse processo é recente e vem sendo desenvolvido aos poucos por meio de programas piloto executados por concessionárias de energia elétrica, abrangendo grupos de algumas centenas ou milhares de consumidores. Mesmo em fase inicial, estava prevista para vigorar a partir de março de 2014 uma nova estrutura tarifária monômnia, denominada tarifa branca, de caráter opcional e que cobrará mais caro pelo uso da energia durante o horário de ponta, porém, por falta de medidores eletrônicos homologados pelo Inmetro, esta foi postergada para 2015 Aneel (2013b). O principal objetivo dessa tarifa é proporcionar que cada consumidor pague, da forma mais próxima possível, o custo que efetivamente imputa às redes, incentivando a modulação de suas cargas no horário de ponta e, desta forma, possibilitar a redução dos investimentos necessários à expansão dos sistemas de distribuição e transmissão Aneel (2011).

O artigo a seguir realiza um estudo com base em dados reais de medições inteligentes e dados coletados por meio de pesquisas de posse de equipamentos e hábitos de uso (PPHs) para demonstrar quais os consumidores que poderão ou não se beneficiar migrando da tarifa convencional para a nova estrutura tarifária branca. O trabalho buscou responder ao seguinte questionamento: “do ponto de vista do consumidor residencial, quais os perfis¹ de consumo de energia elétrica em que será economicamente vantajosa a adoção da tarifa branca?”.

Os dados das medições e pesquisas são advindos de um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no qual participaram a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e as concessionárias de energia elétrica Ampla e Coelce, sendo que nesse estudo foram considerados apenas os dados referentes à segunda.

2. Conceituação: Tarifa branca

Com previsão de ser implementada no Brasil em 2015, a tarifa branca é uma nova opção de tarifa do tipo *time of use* (TOU) estática que sinaliza aos consumidores a variação do valor da energia conforme o dia e o horário do consumo. Ela é oferecida para as instalações em baixa tensão de 127, 220, 380 ou 440 volts Aneel (2013b), ou seja, do Grupo B e segundo a Resolução Normativa n.º 414/2010 Aneel (2010), contemplará três postos tarifários: ponta, fora ponta e intermediário, conforme pode ser visto na Figura 1 – o enquadramento do consumidor nessa tarifa será opcional.

Em relação aos valores cobrados por posto, segundo a Nota Técnica n.º 311/2011 Aneel (2011), referente à Audiência Pública n.º 120/2010, a relação entre postos é definida como:

- As relações ponta/fora de ponta e intermediária/fora de ponta serão definidas como 5 (cinco) e 3 (três), respectivamente, para a tarifa de uso do sistema de distribuição², excluído eventual sinal horário na energia.
- A relação entre a tarifa do posto fora de ponta da modalidade branca e a tarifa convencional, denominada constante k_z , será igual a 0,55.
- A constante k_z também poderá ser proposta pela distribuidora, desde que fundamentada nas tipologias de carga da área de concessão e necessariamente menor que a unidade.

A seguir a Figura 1 realiza uma comparação entre as tarifas branca e convencional.

¹ Nesse estudo, “perfil de consumo” refere-se às curvas de carga média de um grupo de consumidores.

² Tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD): valor monetário unitário determinado pela Aneel, em R\$/MWh ou em R\$/kW, utilizado para efetuar o faturamento mensal de usuários do sistema de distribuição de energia elétrica pelo uso do sistema Aneel (2013e).

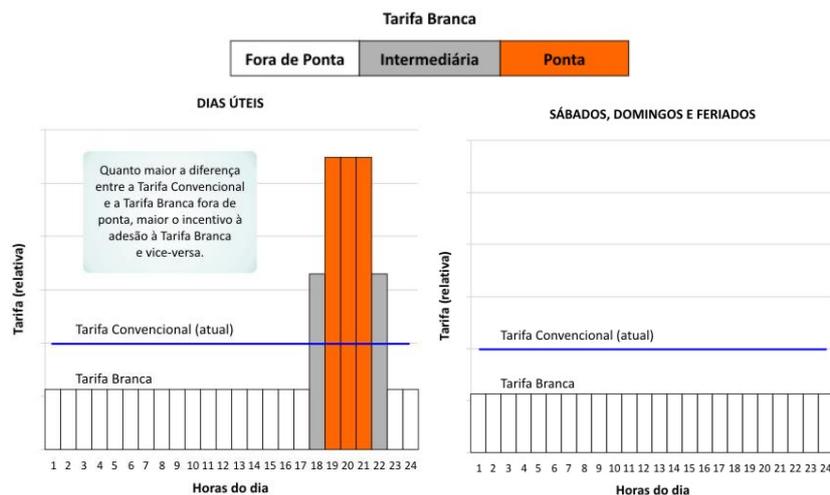


Figura 1 – Comparativo entre a tarifa branca e a convencional - Fonte: *site Aneel* (2013b)

3. Considerações do estudo: tratamento dos dados do projeto de P&D

3.1 Medições eletrônicas

Foram utilizados no projeto de P&D dois tipos de medidores eletrônicos: o medidor SAGA 2000 instalado no quadro geral de distribuição do consumidor, registrando o consumo total da residência; e o medidor Powersave, desenvolvido ao longo do projeto, foi instalado individualmente nas tomadas dos aparelhos eletrodomésticos de consumos mais relevantes na residência. Ambos medidores podem ser vistos na Figura 2.



Figura 2 - Medidores: Saga 2000 (esq.) e Powersave (dir.) - Fonte: Ampla (2013)

No total foram realizadas 125 medições, sendo que a seleção das unidades consumidoras foi efetuada por meio de informações prestadas pela concessionária Coelce, utilizando-se de dados históricos de seu cadastro. As unidades consumidoras foram classificadas em quatro faixas de consumo e, para um equilíbrio da amostra, foram distribuídas da seguinte forma: até 150 kWh/mês (31 medições), de 150 a 220 kWh/mês (33), de 220 a 400 kWh/mês (30) e maior que 400 kWh/mês (31). Todas as medições foram executadas no município de Fortaleza.

Quanto aos aparelhos selecionados para efetuar as medições foram considerados aqueles que possuíam certa representatividade no consumo global da residência, como: geladeira, freezer, ar condicionado, televisão, ventilador, máquina de lavar e chuveiro – importante mencionar que apenas quatro residências da amostra possuíam tal equipamento.

Em alguns casos foram medidos aparelhos adicionais, tais como: computador, máquina de costura, bebedouro, ventilador, frigobar, adega, bomba d'água, cafeteira, ferro de passar e liquidificador. O consumo dos demais aparelhos contidos nas residências que não foram medidos individualmente, incluindo o sistema de iluminação, foi obtido calculando-se a diferença entre a medição geral e a soma dos consumos das medições individuais. Esse total foi categorizado no grupo “outros usos”.

Os medidores permaneceram nas residências durante nove dias consecutivos entre os meses de julho e novembro de 2012 e registravam o consumo integralizado em intervalos de 15

minutos, armazenando-o em sua memória de massa. Essas medições trouxeram informações para a elaboração das curvas de cargas diária e mensal de consumo de energia elétrica. Apesar das medições terem sido realizadas por nove dias foram considerados os valores de sete dias consecutivos. Esses valores foram então extrapolados para obtenção do consumo mensal, porém, sabendo-se que a modalidade tarifária branca é caracterizada por tarifas diferenciadas de acordo com as horas de utilização ao longo do dia e também entre dias da semana e finais de semana Aneel (2013d) foi necessário ponderar tais valores, multiplicando por 22 o valor referente à média diária semanal (segundas a sextas-feiras) e por oito o valor referente à média diária aos finais de semana (sábados e domingos).

Observaram-se inconsistências em alguns consumidores quanto ao enquadramento da faixa de consumo informada pela concessionária e a medição realizada. Optou-se por reenquadrar esses consumidores conforme os valores de consumo medidos e extrapolados. Outro comentário pertinente refere-se à quantidade de medições aproveitadas: 120 das 125 originais. Cinco foram descartadas devido às seguintes inconsistências: soma dos consumos individuais relevantemente superior ao registro da medição geral, gerando um valor negativo de consumo e o não registro de alguns medidores (dados zerados). De fato, trabalhou-se com as seguintes quantidades de medições por faixa de consumo: 0 a 150 kWh/mês (29 medições), de 150 a 220 kWh/mês (33), de 220 a 400 kWh/mês (33) e superior a 400 kWh/mês (25).

3.2 Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso (PPH)

A PPH é uma pesquisa de campo declaratória, quantitativa na qual é aplicada um formulário de auditoria energética para traçar um perfil de posse e hábitos de consumo de energia equipamentos elétricos, nos setores residencial, comercial e industrial, com intuito de avaliar o mercado de eficiência energética. A primeira versão foi realizada sob coordenação da Eletrobras Procel em 1988, uma nova versão em 1997/98 e a mais recente em 2005 Eletrobras Procel (2007), todas em âmbito nacional.

De forma geral, sobre os equipamentos coletam-se as seguintes informações: tipo de tecnologia utilizada, quantidade, potência, idade, capacidade, tempo e frequência de uso, período em que é usado e presença ou não de *standby*, entre outros dados conforme o equipamento.

No estudo, os dados de PPH utilizados foram apenas os referentes à iluminação e ao *standby*, cujo consumo foi agrupado à categoria “outros usos” das medições (equipamentos não medidos individualmente). Em se tratando de iluminação foram aproveitados os dados declaratórios relacionados aos tipos de lâmpadas utilizados e ao seu consumo horário, enquanto para o *standby*, apenas seu consumo horário – há campos específicos para marcação dessa funcionalidade na PPH. Salienta-se que as curvas de carga declaradas refletem apenas um consumo mensal, não havendo distinção entre dias de semana e de finais de semana. Para esse discernimento foram realizadas ponderações desses valores considerando o intervalo de 22 dias para o consumo nos dias úteis e de oito dias para o consumo aos finais de semana.

4. Definições do estudo

4.1 Preço do kWh para tarifa branca

O estudo considerou os dados do último reajuste tarifário anual da concessionária Coelce realizado em abril de 2013, por meio da Resolução Homologatória nº. 1.516 Aneel (2013a). O documento encontra-se na seção de “Atos Regulatórios – Reajuste Tarifário” do *site* da Aneel e está acompanhado de um arquivo com planilhas contendo os seguintes valores de MWh para as modalidades tarifárias convencional e branca do subgrupo B1, conforme Quadro 1.

Antes de se definir o preço do kWh dos postos da tarifa branca – soma dos valores das tarifas TUSD e TE com os tributos, que variam de estado para estado – foi consultado Aneel (2011) e comparados os valores das relações entre os postos tarifários (exposto no item 2) com as do Quadro 1. Os valores são respectivamente 3,96 e 2,48, diferentes de cinco e três. Outra divergência refere-se ao fator *kz*, previsto em 0,55, mas resultando em 0,80.

Em ligação ao teleatendimento da concessionária (protocolo 74548684 de 24 de fevereiro de 2014) foi informado que o preço de energia praticado na modalidade convencional

era de R\$ 0,44/kWh. Para se definir um preço para a modalidade tarifária branca, de forma a facilitar os cálculos para realização das análises e não ser um valor muito discrepante da realidade optou-se por fazer uma relação de proporção (Fator) entre os valores das tarifas do Quadro 1 e do preço informado pelo teleatendimento, resultando assim nos valores do Quadro 2.

Modalidade	Posto	TUSD (R\$/MWh)	TE ³ (R\$/MWh)	Total (R\$/MWh)
Branca - residencial	Ponta (EP)	450,67	223,97	674,64
	Intermediário (EINT)	282,20	134,10	416,30
	Fora ponta (EFP)	113,74	134,10	247,84
Convencional - residencial	Energia (E)	162,86	145,35	308,21

Quadro 1 - Tarifas residenciais vigentes da Coelce - Fonte: Adaptado Aneel (2013c)

Modalidade	Posto	Total (R\$/MWh)	Descrição Fator	Fator	Preço (R\$/kWh)
Branca	EP	674,64	Total (EP/EFP)	2,722079	0,963115
	EINT	416,30	Total (EINT/EFP)	1,679713	0,594309
	EFP	247,84	Total (EFP/E)	0,804127	0,353816
Convencional	E	308,21	-	-	0,44

Quadro 2 - Cálculo estimativo de preço para tarifa branca

Para verificar se tais “fatores” estavam condizentes com a realidade, consultou-se Santos et al. (2012) e uma simulação comparativa entre as tarifas branca e convencional em Aneel (2013b), concluindo-se que a relação entre as tarifas não estão tão discrepantes dos “fatores” considerados no Quadro 2, conforme pode ser visto no Quadro 3.

Modalidade	Posto	Relação Fator	Tarifa artigo Sendi	Fator 1	Tarifa Simulação Aneel	Fator 2
Branca	EP	EP/EFP	0,70710	2,5346	0,5179	2,3102
	EINT	EINT/EFP	0,44394	1,5913	0,3263	1,4554
	EFP	EFP/E	0,27898	0,8028	0,2242	0,7872
Convencional	E	-	0,34749	-	0,2848	-

Quadro 3 - Comparação de tarifas

4.2 Cálculo do faturamento de energia por consumidor e receita da concessionária

Para o cálculo do faturamento de energia apenas multiplicou-se o consumo de energia de cada consumidor pelo preço do kWh, conforme definido no Quadro 2. Na modalidade tarifária branca foi respeitado o consumo de energia conforme os postos tarifários e em seguida realizada a soma dos valores, considerando também as características dos finais de semana.

A soma dos faturamentos individuais de cada consumidor, em cada modalidade tarifária, resulta nas receitas da concessionária. Com essa simplificação, comparando-se o total da receita na estrutura tarifária convencional com a estrutura tarifária branca verificou-se a variação positiva (lucro) ou negativa (prejuízo) da migração dos consumidores para a tarifa branca.

³ Tarifa de Energia (TE): valor monetário unitário determinado pela ANEEL, em R\$/MWh, utilizado para efetuar o faturamento mensal referente ao consumo de energia dos seguintes contratos: a) Contratos de Compra de Energia Regulada – CCER nos termos da Resolução Normativa nº 414/2010, art. 62, celebrado entre unidade consumidora e a distribuidora; b) Contratos de fornecimento relativo ao consumo tanto do grupo A quanto do B; e c) Contratos de suprimento celebrados entre a distribuidora e concessionária ou permissionária de distribuição com mercado inferior a 500 GWh/ano Aneel (2013e).

5. Metodologia

5.1 Migração para a tarifa branca sem medidas de gerenciamento de carga pelo lado da demanda (GLD)⁴

5.1.1. Relação entre consumidores beneficiados e a receita da concessionária

O objetivo dessa análise foi o de verificar quantos consumidores se beneficiariam da adesão da tarifa branca sem realizar qualquer ação de GLD e qual o impacto dessa migração na receita da concessionária. A receita tomada como referência foi a da modalidade convencional. As situações (S) consideradas no estudo estão resumidas no Quadro 4.

Situação	Descrição
S0	Todos consumidores na tarifa convencional (referência)
S1	Todos consumidores migrando para a tarifa branca compulsoriamente
S2	Apenas consumidores beneficiados migrando para tarifa branca
S3	Receita S1= S0 (preço de equilíbrio – <i>break even price</i>)
S4 a S7	Redução de 2,5%, 5%, 7,5% e 10% da receita S0
S8 a S11	Aumento de 2,5%, 5%, 7,5% e 10% da receita S0

Quadro 4 - Situações consideradas para análise da variação da receita e valor do preço do kWh com o número de consumidores beneficiados.

Pelo fato dos preços dos postos tarifários – intermediário e fora da ponta – serem proporcionais ao preço do posto fora da ponta, o equacionamento utilizado para tal análise é:

Erro! Vínculo não válido.

$$1,679713 \text{ kWh mensal}_{intsi} + 2,722079 \text{ kWh mensal}_{psi} \quad (1)$$

Como a receita proveniente da tarifa convencional é conhecida (S0), basta igualá-la a (1) para se encontrar x_{fp} :

$$Receita_{TC(S_n)} = Receita_{TB}(x_{fp}) \quad (2)$$

As constantes 1,679713 e 2,722079 foram obtidas do Quadro 2 e os demais componentes das equações são:

Receita_{TC(S_n)} = Receita total da tarifa convencional para situação S_n (R\$)

Receita_{TB(x_n)} = Receita total da tarifa branca (R\$)

kWh mensa_{l_{fd}si} = Consumo mensal de energia aos finais de semana para o consumidor i (C_i)

kWh mensa_{l_{fp}si} = Consumo mensal de energia nos horários fora da ponta de 2^{as} às 6^{as} para C_i

kWh mensa_{l_{int}si} = Consumo mensal de energia nos horários intermediários de 2^{as} às 6^{as} para C_i

kWh mensa_{l_{ps}i} = Consumo mensal de energia nos horários de ponta de 2^{as} às 6^{as} para C_i

x_{fp} = Preço da tarifa branca nos horários fora da ponta (R\$/kWh)

n = número de consumidores medidos (amostra).

5.2 Migração para a tarifa branca com aplicação de medidas de GLD

5.2.1 Definição dos casos a serem analisados

Nessa análise parte-se do princípio de que caso o consumidor opte por aderir à tarifa branca, para que o valor financeiro de sua fatura seja inferior ao cobrado na tarifa convencional, ele esteja disposto a gerir melhor seu consumo durante os horários intermediários e de ponta, nos

⁴ Gerenciamento de carga pelo lado da demanda: O gerenciamento pelo lado da demanda compreende ações que afetam o comportamento dos consumidores, com o objetivo de alterar a forma de suas curvas de carga. Os programas com tais fins buscam influenciar e alterar o consumo de energia elétrica de seus participantes, com base em preços de energia elétrica e outros incentivos Albadi; El-Saadany (2008).

quais o preço da energia é mais oneroso, praticando para isso medidas de GLD e eficiência energética. Antes de se definirem tais ações, classificou-se cada equipamento medido quanto ao seu potencial em ter alterado o seu uso pelo consumidor, levando-se em conta o impacto no conforto e a real viabilidade de se realizar tal ação. Considerou-se:

- deslocamento do uso dos equipamentos mais flexíveis – máquina de lavar roupas e máquina de costura – dos horários mais onerosos para fora da ponta, não causando impacto no conforto;
- deslocamento e desligamento de equipamentos considerados menos flexíveis devido à alteração no conforto durante os horários mais onerosos, considerando as seguintes premissas para tornar a ação factível:
 - deslocamento do uso de chuveiros considerando que o consumidor esteja inclinado a deslocar seu banho para períodos menos onerosos;
 - desligamento de televisores, caso o consumidor possua entre os equipamentos medidos mais de um aparelho sendo que desses apenas o de maior consumo permanecerá ligado entre 17h e 22h. Eliminou-se o uso dos demais aparelhos durante o período mencionado;
 - desligamento de computadores baseando-se no uso de notebooks que podem funcionar por baterias durante esse período, ou até pela utilização de *no-breaks*;
 - desligamento do ar condicionado durante os horários mais onerosos – essa mudança afeta e muito o conforto do cliente, porém, não será rejeitada no estudo e, nas análises realizadas foi considerada a sua substituição pelo ventilador –; e
- redução de desperdício de energia – *standby*⁵ e iluminação – e substituição de lâmpadas com base nas seguintes premissas:
 - redução de 10% do consumo da iluminação (já considerando lâmpadas eficientes) evitando perdas por desperdício, como por exemplo o acionamento de lâmpadas sem necessidade⁶;
 - eliminação de 100% do consumo por *standby* obtido pela retirada da tomada dos equipamentos que possuem tal função; e
 - substituição das lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas (LFC) o que resulta em uma economia média de energia de 70% Bastos (2011).

5.2.2 Definição de três perfis de consumidores e suas respectivas curvas médias de carga

Por meio dos resultados dos casos analisados dentro de cada faixa de consumo, consegue-se verificar quais os consumidores que se beneficiariam da adoção da tarifa branca e aqueles que não se beneficiariam – teriam acréscimo em suas faturas de energia, mesmo realizando ações de GLD, conforme os casos considerados.

Entre os beneficiados e não beneficiados há um intervalo no qual os descontos e acréscimos na fatura de energia estão muito próximos do limite entre se beneficiar e não se beneficiar com a migração de tarifa. Qualquer ingerência ou alteração da rotina, principalmente durante os horários de ponta ou intermediário pode levar esses consumidores ao prejuízo. Replica-se o exposto aos casos dos classificados como não beneficiados, porém, aumentando seus esforços de economia. Classificou-se tal intervalo como: perfil de potenciais beneficiários.

Para se definirem esses três perfis de consumidores utilizou-se uma análise básica por meio de histogramas, traçados segundo Brassara (1996) para cada faixa de consumo. O grupo de consumidores classificados como “potenciais beneficiários” foram selecionados entre as classes intermediárias do histograma, aquelas que abrangessem um intervalo variando de valores negativos a positivos, referentes a descontos e acréscimos na fatura de energia. As demais faixas para o lado esquerdo, valores negativos (desconto na fatura), foram classificados como “beneficiados” e à direita, valores positivos (acrécimo na fatura), como “não beneficiados”.

⁵ Segundo o site do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, este consumo pode ser responsável por até 12% do consumo doméstico de energia elétrica Eletrobras Procel (2013).

⁶ Não foi encontrada na bibliografia um valor numérico a respeito desse tipo de desperdício, logo, esse valor de 10% é apenas uma definição particular para realização do estudo.

Após definidos os intervalos dos perfis, agruparam-se as curvas de carga de cada consumidor, respeitando seu enquadramento em cada perfil, e foram traçadas curvas médias de carga obtendo assim um comportamento médio de consumo para cada um dos perfis em cada uma das quatro faixas de consumo. É importante ressaltar que as curvas médias de cada perfil foram traçadas com base nas curvas médias originais dos consumidores, ou seja, sem considerar a redução de consumo com as ações de GLD e eficiência energética.

6. Resultados

6.1 Migração para a tarifa branca sem medidas de GLD

Iniciando-se a análise pelas situações S0, S1 e S2, conforme descrito no Quadro 4, verificou-se a redução na receita da concessionária tanto em S1 (-1,81%) como em S2 (-3,06%), conforme Quadro 5, reduções resultantes apenas da migração, sem que os consumidores alterassem qualquer hábito de consumo.

No total 82 consumidores se beneficiaram, ou 68,33% da amostra, sendo que a faixa de menor consumo (0-150kWh) foi a que mais se beneficiou com 79,31% de seus consumidores. Para as demais situações (figura não apresentada nesse artigo) observou-se que conforme a redução de receita aumenta há uma elevação do número de beneficiados, enquanto nas situações de aumento de receita, o inverso ocorre, ou seja, a quantidade de beneficiados diminui.

Qtde consumidores	Faixas de consumo (kWh/mês)	Consumo médio por consumidor (kWh/mês)	S0		S1		S2	
			Receita (R\$)	Consumidores beneficiados	Receita (R\$)	% (S1/S0)	Receita (R\$)	% (S2/S0)
29	0-150	108,26	1.381,44	23 (79,31%)	1.355,69	-1,86%	1.346,49	-2,53%
33	151-220	184,13	2.673,55	22 (66,67%)	2.652,51	-0,79%	2.629,33	-1,65%
33	221-400	278,07	4.037,62	21 (63,64%)	3.985,50	-1,29%	3.947,86	-2,22%
25	> 400	590,44	6.494,86	16 (64%)	6.329,80	-2,54%	6.217,64	-4,27%
120	Total	276,28	14.587,47	82 (68,33%)	14.323,51	-1,81%	14.141,32	-3,06%

Quadro 5 - Variação da receita da concessionária considerando situações S0, S1 e S2

Analisando S3 - preço de equilíbrio para não haver perda de receita para a concessionária, conforme visto em S1 - dos 82 consumidores beneficiados inicialmente, 51 (42,5%) consumidores ainda continuariam com esse status, sendo a faixa de maior consumo (superior a 400 kWh/mês) a que apresentaria o maior percentual de beneficiados. Um reajuste de 1,84% no preço do posto fora da ponta – R\$ 0,35382/kWh para R\$ 0,36034/kWh – evitaria a perda de 1,81% de receita.

6.2 Migração para a tarifa branca com medidas de GLD

Após a migração compulsória dos consumidores para a tarifa branca e da aplicação das ações de GLD e eficiência energética (previstos no item 5.2.1) foram confeccionados os histogramas, de acordo com o item 5.2.2, que podem ser visualizados na Figura 3. O eixo das abscissas refere-se à variação do valor da fatura do consumidor – valor negativo para desconto e positivo para acréscimo – e o eixo vertical à quantidade de consumidores. Adotaram-se as cores: verde para os consumidores beneficiados pela migração de tarifa; vermelho para os não beneficiados e amarelo para os considerados potenciais beneficiários.

Quanto à classificação de potenciais beneficiários, cabe mencionar que nas duas primeiras faixas foram selecionadas exatamente as barras centrais, porém na terceira faixa de consumo a seleção foi deslocada para esquerda devido à distribuição não ter sido tão simétrica quanto às faixas anteriores e para a faixa acima de 400 kWh/mês optou-se por considerar dois intervalos devido à proximidade destes do valor 0%.

Consolidando esses histogramas em um único, por meio do agrupamento das barras de mesma cor, conforme a faixa de consumo dá-se origem à Figura 4 na qual se percebe o maior

percentual de beneficiados, conforme a amostra estudada, contidos na faixa de maior consumo (64%) e menor consumo (58,62%). A faixa de 0-150 kWh/mês ainda possui a maior proporção de consumidores com potencial para se beneficiar da tarifa branca e com menos consumidores que não viriam a se beneficiar – cabe mencionar que os percentuais apresentados na Figura 4 são referentes à composição de cada faixa de consumo, logo, a soma das barras “a” vermelha, amarela e verde corresponde a 100% da faixa de consumo 0-150 kWh/mês, “b” da faixa 151-220 kWh/mês e assim sucessivamente.

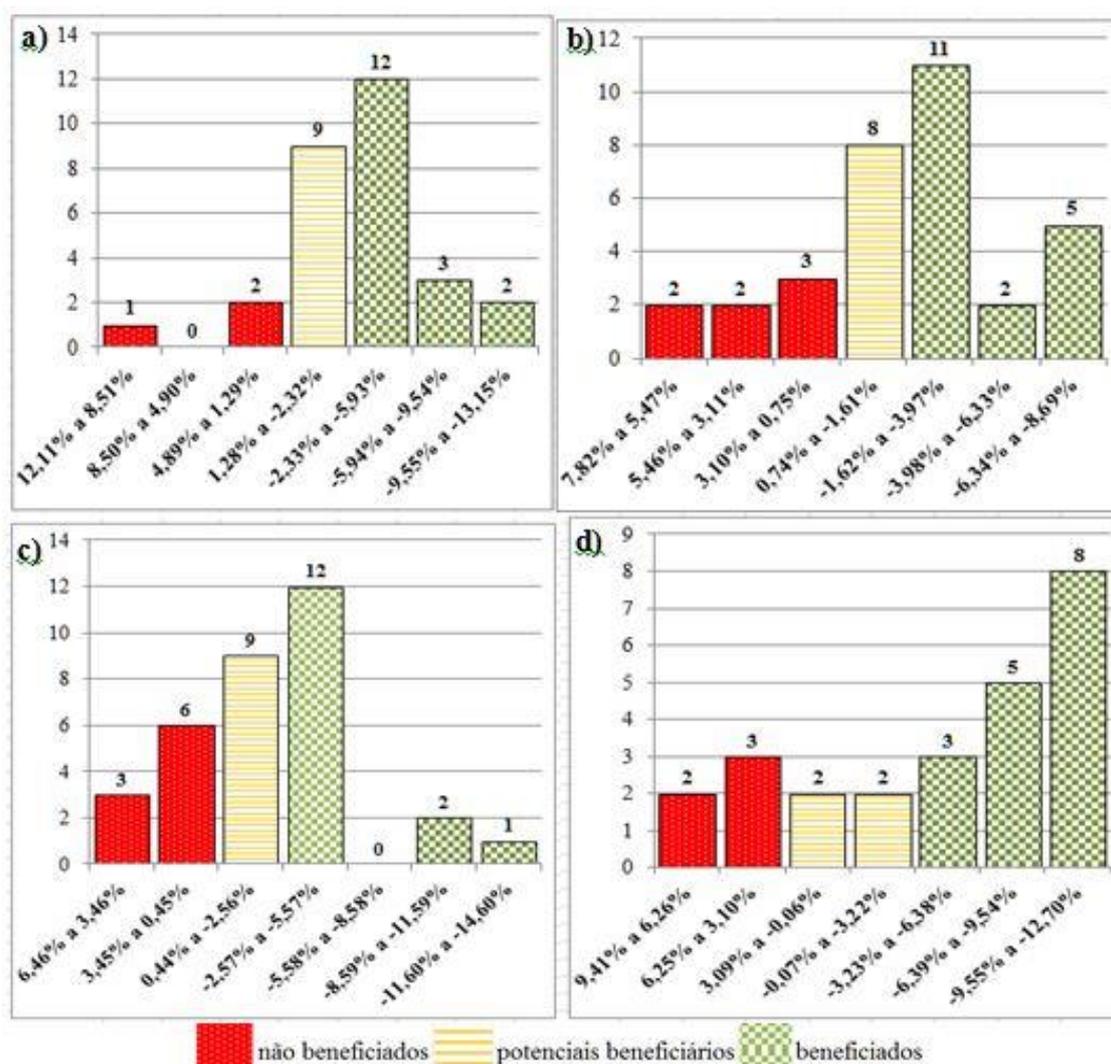


Figura 3 - Distribuição dos consumidores conforme os perfis de consumo (quantidade de consumidores X variação percentual do valor da fatura de energia) por faixa de consumo: a) 0-150 kWh/mês; b) 151-220 kWh/mês; c) 221-400 kWh/mês e d) superior a 400 kWh/mês.

Em relação à amostra total, 66 (55%) consumidores foram enquadrados no perfil de beneficiados, apresentando descontos entre 1,62% e 14,60%; potenciais beneficiados teve 30 (25%) consumidores, variando com economias de 3,22% a acréscimos de 3,09%; e por fim, os 24 (20%) não beneficiados, que apresentaram acréscimos em suas faturas entre 0,45% e 12,11%. Algumas faixas percentuais se sobrepõem, pois as análises foram realizadas separadamente por faixa de consumo, logo, obedeceu-se a distribuição particular de cada uma.

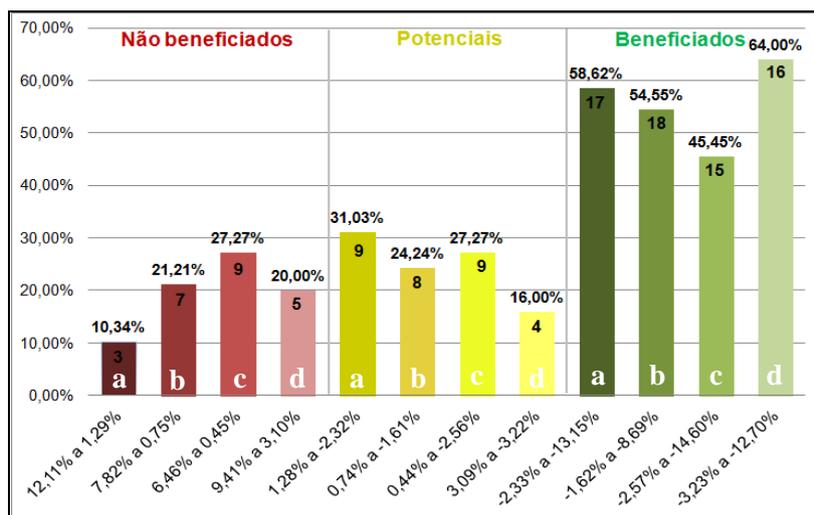


Figura 4 - Quantidade de consumidores por perfil por faixa de consumo (da esquerda para direita, faixas: a) “0-150 kWh/mês” até d) “superior a 400 kWh/mês”) – percentual/quantidade de consumidores por faixa de consumo X variação percentual do valor da fatura de energia

Traçando-se as curvas médias de carga, conforme definido no item 5.2.2 e com base na Figura 4, tem-se a Figura 5. Nota-se um comportamento similar entre as curvas de mesmo perfil, sendo que os beneficiados apresentam uma curva mais flat ao longo do dia e um menor consumo durante os horários mais onerosos, comparados aos outros dois perfis. Os não beneficiados apresentam um consumo muito mais significativo nos postos ponta e intermediário e os perfis potenciais um comportamento intermediário entre os dois citados.

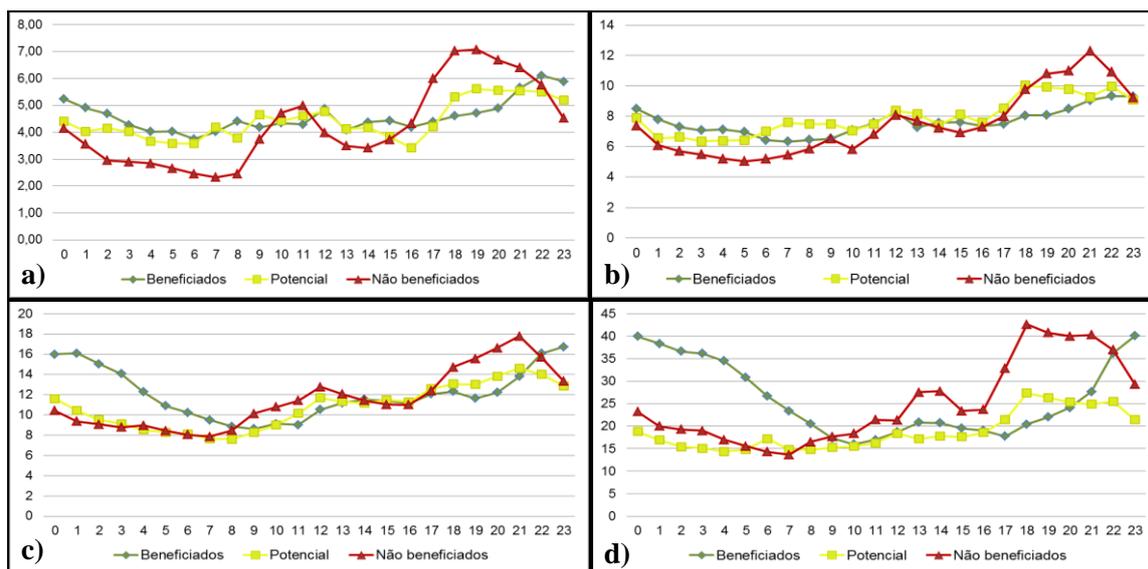


Figura 5 - Comparação entre as curvas médias mensais de carga (kWh/h) dos perfis por faixa de consumo: a) 0-150 kWh/mês; b) 151-220 kWh/mês; c) 221-400 kWh/mês e d) superior a 400 kWh/mês.

7. Conclusões

Na primeira análise, sem adoção de medidas de GLD, concluiu-se que caso a migração fosse compulsória, com base na amostra de 120 medições, 68,33% dos consumidores se beneficiariam, sem trazer qualquer benefício para o sistema elétrico e ainda por cima a receita da concessionária seria reduzida em 1,81%. Caso o consumidor pudesse optar por permanecer na

tarifa convencional, quando mais vantajosa, o prejuízo aumentaria para 3,06%, potencializando o desequilíbrio financeiro para a concessionária.

Na busca por um equilíbrio na receita (receita com a migração compulsória para a tarifa branca igual à da tarifa convencional), pelo aumento do preço da energia, houve uma redução de beneficiados, 42,5% da amostra, ainda um valor relevante, já que não há alteração do consumo.

Nessas análises observou-se também o impacto para os equipamentos na migração de tarifa, sendo que aqueles de funcionamento permanente: geladeira, freezer e bebedouro, apresentaram uma economia financeira comparado aos seus gastos na tarifa convencional. O oposto ocorreu para os usos da televisão e do computador – acréscimos entre aproximadamente 3% e 10% –, além da categoria “outros usos”, referente ao agrupamento de equipamentos não medidos individualmente. Condicionadores de ar e chuveiros elétricos tiveram baixa posse na amostra estudada – característica da área de atuação da concessionária – porém nos poucos consumidores percebeu-se uma economia financeira quanto ao uso do ar condicionado pelo fato de seu uso ser de madrugada (fora da ponta) e, um acréscimo no gasto com o uso do chuveiro de 36,91% (para um dos consumidores) comparado ao uso deste equipamento na tarifa convencional, justificado pelo uso nos horários mais onerosos.

Na segunda análise, além da migração de tarifa foram adotadas medidas de GLD e de eficiência energética, concluindo-se que 80% dos consumidores poderiam se beneficiar com faturas mais módicas migrando para a tarifa branca – 55% da amostra de consumidores enquadrados no perfil beneficiados e 25% com potencial de se beneficiar –.

As faixas com consumidores mais beneficiados seriam a de maior consumo (superior a 400 kWh/mês), pelo fato de terem maior posse de equipamento e com isso maior potencial de realizar ações de GLD e eficiência, e a de menor consumo (0-150 kWh/mês) por terem um curva de carga média com comportamento mais *flat* ao longo do dia, não impactando nos postos tarifários mais onerosos. É desta faixa também o maior percentual de consumidores com potencial de se beneficiar, o que dependeria de sua predisposição em adotar novos hábitos de consumo, mitigar desperdícios, elevar a eficiência de seus equipamentos e instalações e gerir com maior atenção seu uso de energia elétrica.

Após a adoção das medidas consideradas houve em média uma redução de 8,77% do consumo de energia elétrica por consumidor da amostra – redução variando de 0,03% a 37,58%. Mesmo que os consumidores do perfil não beneficiados permanecessem na estrutura tarifária convencional, teriam uma redução de seus gastos com energia ocasionada pela redução de seu consumo, passando também a ter um comportamento mais sustentável, o que é benéfico para o sistema elétrico pela maior disponibilidade de energia.

Uma impressão deixada por esse estudo foi de que os resultados da migração para a tarifa branca não trariam benefícios imediatos ao sistema da concessionária, pois muitos consumidores se beneficiariam sem qualquer esforço e sem alterar qualquer hábito. Da forma como está definida a tarifa branca, esta traria prejuízos à concessionária no curto prazo, com base na amostra e nas considerações realizadas, a não ser que a relação entre TUSD e o posto fora da ponta seja readequada ou, se consiga conciliar o equilíbrio financeiro da concessionária e de benefícios imediatos para seu sistema com a migração de consumidores para uma estrutura tarifária que, de alguma forma, incentive a migrar apenas aqueles consumidores que realizarem algum esforço de economia de energia e não apenas pelo fato de obterem um ganho financeiro.

Com esses ajustes, de imediato, além de maior disponibilidade de energia em seu sistema, a concessionária também se beneficiaria com a redução de demanda de energia na ponta, redução de perdas e uma operação com maior nível de segurança e confiabilidade. A médio-longo prazo se beneficiaria também pela postergação de investimentos em reforços e na expansão de seu sistema.

Ao longo do estudo notou-se também um *gap* em relação a uma pré-conscientização dos consumidores quanto à tarifa branca e seus benefícios, tanto de caráter individual como para o sistema elétrico, que com uma melhoria na sua utilização acabaria por elevar os índices de eficiência, de confiabilidade e de segurança elétrica. Prevista para vigorar em 2014, porém adiada para 2015 cabe alguns questionamentos, como: caso não tivesse ocorrido tal postergação, qual o

real nível de informação que os consumidores teriam a respeito do assunto? Qual seria o provável número de adesões a essa nova estrutura baseando-se em tal nível de informação?

Por fim, deixa-se claro que todas essas análises foram realizadas apenas com base em uma amostra de 125 medições – o mercado da Coelce contempla mais de 2,5 milhões de consumidores residenciais –, que essa não foi extrapolada ou representa proporcionalmente a real composição do mercado da concessionária e que a própria pergunta a ser respondida, realizada na introdução desse trabalho, é com foco no ponto de vista do consumidor.

8. Referências Bibliográficas

- Albadi M.H.; El-Saadany E.F.**, (2008). A summary of demand response in electricity markets, *Electric Power Systems Research*, 78 (11) (2008), pp. 1989–1996.
- Ampla**, (2013). Relatório Final de Projeto de P&D. Documento interno. Rio de Janeiro.
- Aneel**, (2010). Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº. 414/2010: Condições gerais de fornecimento de energia elétrica, p. 56/150. Brasília.
- Aneel**, (2011). Agência Nacional de Energia Elétrica. Nota Técnica n.º 311/2011: Proposta geral da Audiência Pública nº. 120/2010, p. 15;21/74. Brasília.
- Aneel** (2013a). Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Homologatória nº. 1.516 de 2013. p. 2, Brasília. Acesso em 22 de janeiro de 2014. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/cedoc/REH20131516.PDF>.
- Aneel**, (2013b). Agência Nacional de Energia Elétrica. Site Aneel: Espaço do consumidor - Tarifa branca. Brasília. Acesso em 12 de fevereiro de 2014. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=781&idPerfil=4>
- Aneel**, (2013c). Agência Nacional de Energia Elétrica. Site da Aneel: Atos Regulatórios - Reajuste tarifário. Brasília. Acesso em 12 de fevereiro de 2014. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/ReajusteTarifario/default_aplicacao_reajuste_tarifario.cfm
- Aneel**, (2013d). Agência Nacional de Energia Elétrica. Minuta de Resolução Normativa da tarifa branca. p. 3/4, Brasília, 2013d. Acesso em 10 de fevereiro de 2014. Disponível em: http://www.idec.org.br/uploads/audiencias_documentos/anexos/Minuta_ren_tarifa_branca_AP_4_3_2013_ANEEL.pdf
- Aneel**, (2013e). Agência Nacional de Energia Elétrica. Módulo 7: Estrutura Tarifária das Concessionárias de Distribuição – Submódulo 7.1. PRORET, p. 4/18, Brasília.
- Bastos, F. C.**, (2011). Análise da política de banimento de lâmpadas incandescentes. Dissertação, p. 51/130, Coppe, Rio de Janeiro.
- Brassara, M.**, (1996). Qualidade: Ferramentas para uma melhoria contínua. Editora Qualitymark, p. 37/88. Rio de Janeiro.
- Eletrobras Procel**, (2007). Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Pesquisa de Posse e Hábitos, 2007. Acesso em 7 de janeiro de 2014. Disponível em: www.procelinfo.com.br/pph/index.htm
- Eletrobras Procel**, (2013). Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Portal eletrônico: Procel Info. Acesso em 8 de fevereiro de 2014. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7BD2045A1C-2276-425F-B1A2-850A45343C4D%7D>.
- Farhangi, H.** (2010) The path of the Smart Grid. *Power & Energy Magazine*, IEEE, v. 8, n.º. 1, p. 18-28. 2010.
- Santos P. E. et al.**, (2012). Simulação do impacto da aplicação das tarifas brancas no equilíbrio econômico financeiro das distribuidoras de energia elétrica. XX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica. Rio de Janeiro.