



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

EMANUEL FILIPE GALDINO ALVES

**GERENCIAMENTO ÓTIMO DA ENERGIA PARA
CONSUMIDORES RESIDENCIAIS E COMERCIAIS NA TARIFA
BRANCA**

Campina Grande, Paraíba
Dezembro de 2019

EMANUEL FILIPE GALDINO ALVES

GERENCIAMENTO ÓTIMO DA ENERGIA PARA
CONSUMIDORES RESIDENCIAIS E COMERCIAIS NA TARIFA
BRANCA

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eficiência Energética

Orientador:

Luis Reyes Rosales Montero, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Dezembro de 2019

EMANUEL FILIPE GALDINO ALVES

GERENCIAMENTO ÓTIMO DA ENERGIA PARA
CONSUMIDORES RESIDENCIAIS E COMERCIAIS NA TARIFA
BRANCA

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Unidade
Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade
Federal de Campina Grande como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do grau de Bacharel em
Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eficiência Energética

Aprovado em 12/12/2019

Professor Roberto Silva de Siqueira, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Luis Reyes Rosales Montero, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha mãe, uma mulher de fibra que mesmo sem ter tido acesso à educação, priorizou o estudo na vida dos filhos.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, antes de todos, a Deus por todos os privilégios que me tem agraciado. E então agradecer profundamente as pessoas que embarcaram junto comigo nessa longa e árdua jornada que foi a graduação em Engenharia Elétrica:

Aos meus familiares, primeiramente à minha mãe Eliene Galdino Alves e ao meu pai Edvaldo Alves Almeida, por terem se esforçado tanto para me proporcionar uma boa educação, por terem me encorajado em muitos momentos de dificuldades e desânimo, os quais foram essenciais para formar o profissional que sou hoje.

Ao meu irmão Everton Leandro Galdino Alves, pois nas horas em que foi necessário, seus conselhos de irmão mais velho e exemplo de caráter me nortearam durante o percurso.

Aos meus amigos que a universidade me possibilitou conhecer e desfrutar do privilégio de ter alguém para contar. Muito obrigado por dividir comigo tantos momentos de conquistas, provações e aperfeiçoamento pessoal. Em especial, David Medeiros, Sarah Jéssika, Josué Júnior, Andréia Gomes, Luís Fernando, Nathália Moraes, Ludmilla Gonzaga, Priscila da Costa, Rayanna Francklim, Yanna Gomes, Vandilson Barbosa, Wanessa Barros.

Aos meus professores por todo conhecimento transmitido, em especial ao meu orientador Luis Reyes Rosales Montero, por pacientemente me acompanhar durante a elaboração desse trabalho.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

*“Retribui-se mal a um mestre,
quando se continua a ser
sempre aluno.”*

Friedrich Wilhelm Nietzsche.

RESUMO

Devido à grande participação dos consumidores atendidos em baixa tensão na composição da carga de eletricidade no Brasil, os hábitos de consumo deste grupo passaram a afetar o gerenciamento energético do país. Várias políticas foram adotadas para desafogar o horário de pico de consumo de energia elétrica no país, dentre elas a opção de tarifas horo-sazonais. Neste cenário, este trabalho se propõe a contextualizar o advento da nova tarifa horo-sazonal denominada Tarifa Branca, explicando suas características e analisando a situação atual de sua adesão. Posteriormente, será apresentada uma proposta de gerenciamento ótimo da energia para consumidores residenciais e comerciais que optarem pela Tarifa Branca, possibilitando uma migração tarifária segura e culminando em benefícios econômicos para o cliente de energia atendido em baixa tensão.

Palavras-chave: Tarifa Branca, Gerenciamento de Energia, Consumo de Energia.

ABSTRACT

Due to the high participation of low-voltage consumers in the electricity load composition in Brazil, the consumption habits of this group have started to impact Brazil's energy management. Several policies were adopted to unburden electricity consumption during peak hours, including hourly seasonal fares. The aim of this study is to contextualize the advent of a new hourly seasonal fare called White Tariff, explaining its characteristics and analyzing the current situation of its implementation. Lastly, an optimal energy management proposal which will enable secure fare migration and, consequently, economic benefits for low-voltage consumption customers will be presented for both residential and commercial consumers opting for the White Tariff.

Keywords: White Tariff. Energy management. Electricity consumption.

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
Abstract	viii
Sumário	ix
1 Introdução.....	11
1.1 Motivação e Objetivo.....	12
1.2 Estrutura do Trabalho	12
2 Tarifas Horo-Sazonais para Consumidores Industriais de Alta Tensão	14
2.1 Contexto Histórico	14
2.2 Sistemas de Monitoração e Controle de Consumo de Energia Elétrica	17
2.3 Estrutura Tarifária.....	22
2.3.1 Composição Tarifária	22
2.3.1.1 Parcela A.....	23
2.3.1.2 Parcela B	23
2.3.1.3 Tributos	24
2.3.2 Classificação dos Consumidores	25
2.3.3 Estrutura Tarifária Convencional	26
2.3.4 Estrutura Tarifária Horo-Sazonal Verde.....	27
2.3.5 Estrutura Tarifária Horo-Sazonal Azul.....	28
2.4 Adequação dos Consumidores às Novas Modalidades Tarifárias.....	30
2.4.1 Consultorias	30
2.4.2 As ESCOs.....	30
2.4.3 Gerenciamento De Demanda Contratada	31
2.4.4 Uso de Gerador na Ponta	33
3 Tarifa Horo-Sazonal Para Consumidores de Baixa Tensão.....	34
3.1 Contexto Histórico Nacional.....	34
3.2 Nova Modalidade Tarifária.....	35
3.3 A Tarifa Branca.....	36
3.3.1 Introdução à Tarifa Branca	36
3.3.2 Funcionamento da Tarifa Branca.....	37
3.3.3 Cronograma de Implantação da Tarifa Branca	40
3.3.4 Comparação entre Perfis de Consumo.....	41
4 Implantação da Tarifa Branca no Brasil	49
4.1 Dificuldades de Implantação da Tarifa	49
4.1.1 Introdução dos Novos Medidores.....	49
4.1.2 Incertezas das Distribuidoras de Energia.....	49
4.2 Situação Atual da Tarifa Branca no Brasil.....	51

5	Propostas de Gerenciamento Ótimo da Energia para os Consumidores que Pretendem Contratar a Tarifa Branca.....	54
5.1	Propostas de Auxílio na Adequação Tarifária dos Consumidores Atendidos em BT	54
5.1.1	Atuação de Consultorias	55
5.1.2	Desenvolvimento de um Sistema de Monitoração Remota de Energia	55
5.1.3	Simulação de Consumo	56
5.2	Propostas de Gerenciamento de Energia em BT	56
5.2.1	Consumidor Tipo Residencial	57
5.2.1.1	Modulação de Carga e Mudança de Hábitos	58
5.2.1.2	Utilização de Temporizadores Economizadores Elétricos	60
5.2.1.3	Alternativas de Diminuição de Consumo de Energia para Chuveiro Elétrico.....	64
5.2.2	Consumidor Tipo Comercial	68
5.2.2.1	Substituição de Lâmpadas Obsoletas por Lâmpadas LED.....	68
5.2.2.2	Uso de Ar Condicionados Eficientes.....	69
5.2.2.3	Substituição de Ar Condicionados por Climatizadores por Evaporação	71
5.2.2.4	Geração Distribuída.....	72
6	Considerações Finais	76
	Bibliografia.....	78

1 INTRODUÇÃO

Usar a energia elétrica de forma consciente é uma prática brasileira que vem sendo construída ao longo dos anos graças a políticas públicas no setor elétrico que impulsionam essa mudança. A crise energética enfrentada no Brasil durante o ano 2001 fez com que o governo tomasse medidas para gerir a demanda de energia em horários de ponta, ou seja, horários de maior pico de consumo.

Em busca de diminuir o consumo de energia elétrica no horário de ponta, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) vem tomando ao longo dos anos várias políticas para migrar o consumo para outros horários. Algumas dessas medidas foram a utilização do Horário de Verão e a criação de tarifas horo-sazonais. Essa última direcionada para o Grupo A, mais precisamente o setor industrial que é alimentado com perfil de tensão acima de 2,3kV.

As Tarifas Horo-sazonais Verde e Azul incentivam o consumo de energia elétrica em horário fora de ponta com tarifa inferior a tarifa convencional, dessa forma diminuindo o valor a ser pago pela energia mensalmente. A migração da tarifa convencional para as tarifas horo-sazonais enfrentou dificuldades quanto ao conhecimento dos reais lucros que as unidades consumidoras obteriam com a adesão. Nesse contexto, empresas de consultorias e de conservação de energia foram criadas ao passo que a adesão às novas tarifas foi se tornando realidade no contexto industrial brasileiro.

Além das já tomadas, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) criou a Tarifa Branca, com base no conceito de tarifa internacionalmente conhecido como *time-of-use* (TOU) estática, que se caracteriza pela variação do preço da energia conforme o horário ou o dia de consumo. Esta tarifa apresenta três postos tarifários sendo o primeiro, chamado de “ponta”, composto pelo período de três horas consecutivas, considerando a curva de carga do sistema elétrico, nas quais o carregamento elétrico é mais elevado. O segundo posto tarifário é chamado intermediário sendo composto pelo período de horas conjugado com o posto tarifário ponta, sendo uma hora imediatamente anterior e outra imediatamente posterior a este. Por fim, o posto tarifário fora de ponta compreende o

período composto do conjunto de horas consecutivas e complementares àquelas definidas pelos postos ponta e intermediário.

Para reduzir o consumo de energia nos horários de pico, a Tarifa Branca deverá trazer um benefício financeiro para o consumidor que mudar seus hábitos de uso de eletrodomésticos, evitando o uso nos horários de maior carregamento do sistema. Apesar da determinação, pela ANEEL, de uma data para início da vigência da nova tarifação, não está sendo realizada a divulgação da nova tarifa para os consumidores. Há uma evidente preocupação por parte das concessionárias quanto aos resultados dessa nova tarifação, pois não se sabe se em um primeiro momento essa modalidade trará prejuízos a elas, dado que os investimentos iniciais, os custos de promoção e os descontos na conta de energia poderão se refletir negativamente nas finanças das concessionárias de distribuição.

1.1 MOTIVAÇÃO E OBJETIVO

As unidades consumidoras de perfil residencial e comercial também estão receosas quanto aos resultados no valor a ser pago pela energia elétrica com a adesão dessa nova tarifa horo-sazonal. Este momento de avaliação dos reais benefícios monetários vindos da implementação da Tarifa Branca se assemelha ao que os consumidores do Grupo A passaram anos atrás quanto a adesão das tarifas verde ou azul.

Com base nesse receio por parte dos consumidores quanto a Tarifa Branca, este trabalho se propõe a fazer uma análise da situação da nova tarifa no país e explorar práticas de gerenciamento que visam tornar a adesão vantajosa economicamente para o consumidor de baixa tensão.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura deste trabalho apresenta a seguinte distribuição de capítulos.

O Capítulo 1 é introdutório, faz uma breve contextualização da Tarifa Branca, define a motivação, objetivos e a estrutura em que os capítulos estão dispostos.

O Capítulo 2 traz o contexto histórico que levou a adoção de tarifas horo-sazonais no Brasil para consumidores atendidos em alta tensão, define cada uma dessas tarifas e apresenta estratégias de gerenciamento de energia destes consumidores.

O Capítulo 3 apresenta o contexto histórico da implementação das tarifas horosazonais destinadas a baixa tensão, definindo a Tarifa Branca.

O Capítulo 4 tem o intuito de ambientar o leitor quanto ao cenário atual que a nova modalidade tarifária se encontra no Brasil.

O Capítulo 5 apresenta uma proposta de gerenciamento ótimo de energia elétrica incluindo uma série de sugestões de gestão energética para os consumidores que pretendem ser enquadrados na Tarifa Branca.

O Capítulo 6 apresenta as considerações finais. Por fim, as referências bibliográficas são apresentadas.

2 TARIFAS HORO-SAZONAIS PARA CONSUMIDORES INDUSTRIAIS DE ALTA TENSÃO

2.1 CONTEXTO HISTÓRICO

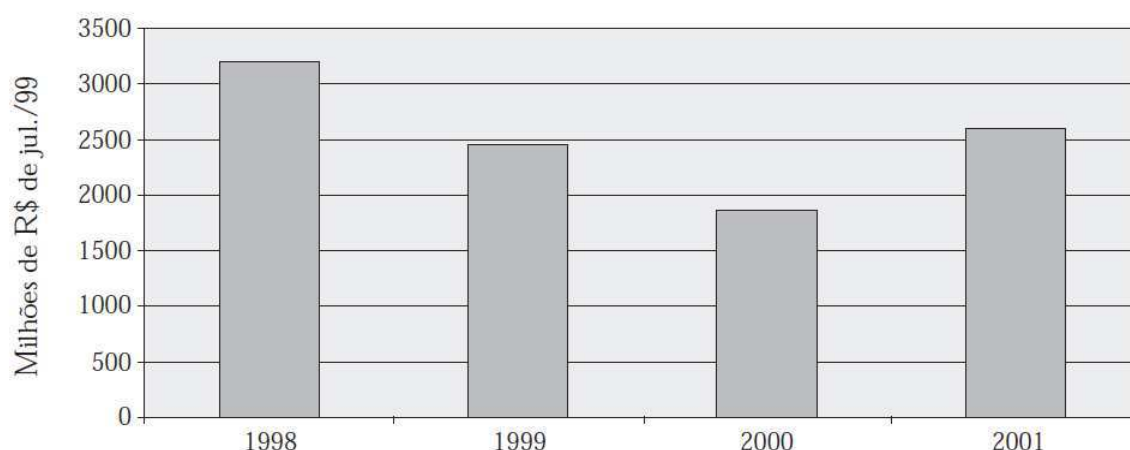
O governo do presidente Fernando Henrique Cardoso foi responsável por reestruturar o setor elétrico brasileiro com a finalidade de criar um mercado livre, retirando do Estado a função de empreender e limitar a imposição de metas e intervenções governamentais. Tendo em vista este objetivo, foram criadas organizações com papéis específicos para possibilitar a reforma no setor. Uma delas foi a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), criada em dezembro de 1996, com a incumbência de regular e fiscalizar o setor elétrico por meio de resoluções. Ainda, duas entidades de direito privado, ligadas aos agentes concessionários da indústria de eletricidade. Uma delas, o Operador Nacional do Sistema (ONS), criada em agosto de 1998 com o objetivo de estabelecer e aplicar regras e normas para gerenciar a produção e a transmissão de eletricidade de forma mais harmônica; e a outra, o extinto Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE), órgão que criava um conjunto de regras comerciais seguidas obrigatoriamente por todos os agentes ou concessionárias que negociam energia por atacado. [1]

A reforma pretendida pelo governo FHC visava a privatização e desverticalização do sistema elétrico. Através da separação das atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica; e ainda transferindo para o setor privado a responsabilidade de novos investimentos.[1] Além disso, a competição na geração e na comercialização foi estimulada já que o livre acesso às redes de transmissão e distribuição garantiria isso.

Embora parte dos investimentos do setor elétrico estivesse sob responsabilidade da iniciativa privada, o Relatório Analítico da Eletrobrás e do Ministério da Minas e Energia (ELETROBRAS e MME, 2003c, p. 24) indica que no final da década de 90 houve redução generalizada nos investimentos, especialmente nos segmentos de geração e transmissão. [2]

Os novos investimentos pretendidos pelas geradoras federais seriam contabilizados como gastos do setor público, os quais eram evitados a fim de cumprir as metas pretendidas pelo governo para abater a dívida pública. Fato esse que pode ser visto pela Figura 1, em que ilustra graficamente a queda dos investimentos da Eletrobrás no fim da década de 90.

Figura 1. Investimento em Ativo Fixo da Eletrobrás (em milhões de reais de julho de 1999)



Fonte: Fundap (jan. 2000 a fev. 2003), "Indicadores DIESP".

Além da escassez de investimentos no sistema elétrico no fim da década de 90, a demanda e o consumo de energia cresceram ao passo que a expansão do setor foi impossibilitada, resultando numa maior utilização de água dos reservatórios das usinas hidrelétricas, a fim de aumentar a energia gerada. Segundo Sauer [2,3] enquanto a demanda de energia cresceu em média 4,1% entre os anos 1991 e 2000, a oferta cresceu apenas 3,3%.

Atrelado às situações já descritas, o país passou por uma forte estiagem que provocara um esvaziamento dos reservatórios das hidrelétricas, uma vez que a maior parte da geração de energia elétrica no Brasil é de origem hidráulica [2]. Este cenário culminou num desequilíbrio entre a oferta e a demanda, cujo momento mais crítico foi em 2001.

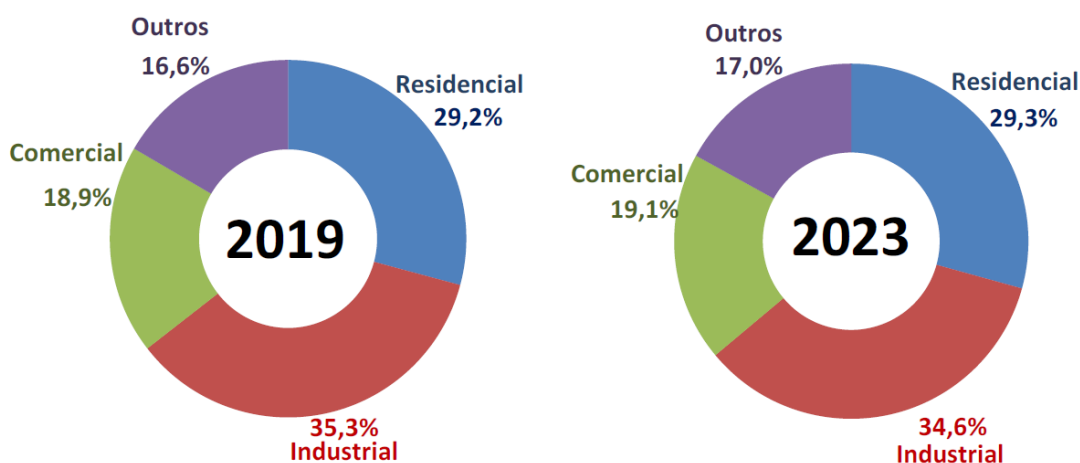
Como medida de contingenciamento da crise, no período entre junho de 2001 e fevereiro de 2002, as regiões Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil passaram por um corte de consumo de 20% e por precaução a região Norte também ficou sob racionamento entre agosto a dezembro de 2001.

O racionamento de energia 2001 foi o maior da história humana em tempos de paz, especialmente em um sistema hidrelétrico de bacias integradas, como o brasileiro. Demonstrou ainda a grande qualidade do sistema elétrico criado pela Eletrobrás, a grande disposição para contribuir e a capacidade de organização do povo brasileiro.

A década de 2000, principalmente após o racionamento, foi determinante para a difusão de novas práticas de gerenciamento de energia por parte das empresas. Várias ações de eficiência energética foram adotadas pelo governo e por iniciativas privadas para a conscientização em torno da economia de energia, tanto em consumidores industriais, quanto em comerciais e residenciais.

Algumas medidas foram tomadas após a crise energética visando aprimorar a eficiência do consumo do setor industrial, que já despontava como o maior consumidor de energia elétrica do sistema brasileiro. Atualmente o consumidor industrial ainda é responsável pela maior parte do consumo de energia no Brasil, cerca de 35,3%, seguido pelo consumo residencial, 29,2%. Estes dados são do segundo quadrimestre de 2019 com projeção para 2023, como pode ser identificado na Figura 2.

Figura 2. SIN. Estrutura do consumo por classe (%)



Fonte: EPE/ONS.

O estímulo à autoprodução e à co-geração de energia elétrica por parte de grandes consumidores industriais de energia foi uma das medidas tomadas pelo governo após a crise energética. Segundo levantamento da Eletrobrás [4], o Brasil tinha em 2003 um potencial de co-geração de 4,68W, o que representava um acréscimo de 7,2% da energia gerada na época (cerca de 65W).

Outra de muitas medidas tomadas pelo governo vigente após a crise foi estimular o Gerenciamento de Demanda, adotando políticas de incentivo ao uso racional de energia.

Dessa forma, a Aneel criou estímulos para as distribuidoras de energia elétrica mapearem os consumidores de suas áreas de atuação, visando à instalação de medidores digitais de consumo em tempo real que permitissem a adoção de políticas tarifárias que estimulassem a migração do consumo dos horários de ponta (período de tempo com maior sobrecarga do sistema) para os de fora de ponta. Com essa medida estabelecida, além de melhorar a eficiência dos sistemas de distribuição, fortemente afetados em momentos de pico do sistema, foi possível desenvolver mecanismos de aprendizado para o período posterior de liberalização do mercado cativo de eletricidade e se reduzindo as necessidades de carga máxima do sistema elétrico brasileiro.[4]

Sendo assim, para facilitar os processos de gerenciamento de energia foi necessária a difusão da informática e da eletrônica em sistemas de monitoramento do consumo de energia elétrica. Com o advento dos medidores digitais, políticas tarifárias horo-sazonais foram viáveis de implementação por parte do governo.

2.2 SISTEMAS DE MONITORAÇÃO E CONTROLE DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Após a crise energética, os grandes consumidores de energia elétrica sentiram a necessidade de gerenciar a energia comprada. Para isso, diversas empresas de instrumentação e controle surgiram com equipamentos e sistemas que possibilitaram o monitoramento energético desses consumidores pertencentes ao Grupo A, com fornecimento em tensão superior ou igual a 2,3kV. Uma delas foi a Engecomp, que em 2003 criou o Gerenciamento Energético via Internet denominado *Web Energy*, o qual hoje é usado por mais de 20 mil grandes consumidores de energia, nas várias plataformas disponíveis no mercado. [5]

A criação do *Web Energy* quebrou todos os paradigmas de gerenciamento energético ao adotar a Internet como plataforma no início da década de 2000. O sucesso do serviço culminou em 2006 com a venda do negócio para a Schneider Eletric que até hoje oferece a plataforma para clientes do Grupo A.

A plataforma *Web Energy* oferece uma visão inteligente e integrada do consumo de energia, atualizando os dados de monitoramento a cada 15 minutos e gerando relatórios

customizados de acordo com a necessidade do cliente. Isso permite que as empresas tomem ações de otimização do contrato de fornecimento. Os dados de medição são armazenados na plataforma e podem ser utilizados para diagnósticos e análises sobre o consumo de energia. O sistema de Gerenciamento Energético identifica situações anômalas ou indesejadas, como falha na entrada do gerador no horário de ponta, ultrapassagens de demanda, de metas de referências de consumo ou mesmo de baixo fator de potência.

Dentre os recursos da solução de monitoramento do consumo de energia, pode-se destacar [5]:

- Gráficos e relatórios do perfil de carga para identificar horários e amplitudes dos picos de demanda e analisar a possibilidade de adequação dos horários de funcionamento das cargas;
- Gráficos e relatórios de consumo por posto tarifários para identificar desperdícios ocultos e para motivar e monitorar ações que buscam a eficiência do consumo visando redução de custos;
- Gráficos e relatórios de fator de potência para identificação de problemas relacionados à demanda e consumo de energia reativa;
- Alarmes configuráveis e gerenciáveis disparados por e-mail para notificar rapidamente os consumidores sobre situações anômalas ou indesejáveis como ultrapassagem de demanda, fator de potência, metas ou referências de consumo;
- Simulação de faturas detalhadas para um melhor entendimento dos custos com energia (demanda, consumo, reativo, impostos, etc.) e para validação das faturas enviadas pela distribuidora;
- Estatísticas de consumo por posto tarifário (demandas, consumo, fator de carga);

Figura 3. Plataforma *Web Energy*

Fonte: Site da empresa Engcomp

A Analo é outro exemplo de empresa brasileira que já oferecia serviços de gerenciamento no início da década de 2000. Com o objetivo de atuar no mercado dos grandes e médios consumidores de energia elétrica, oferecendo sistemas de supervisão e serviços voltados à redução do custo e à otimização do uso de energia elétrica.

Um dos produtos disponibilizados pela empresa para a supervisão do consumo de energia é o Gerenciador de Energia. Um equipamento dedicado à supervisão do uso de energia elétrica em unidades consumidoras faturadas através de medidores digitais padrão concessionária. Algumas aplicações do produto são [6]:

- Monitoração do uso de energia elétrica em tempo real;
- Controle de demanda com “setpoints” independentes para os postos horários ponta e fora de ponta;
- Acompanhamento, verificação e validação dos processos de medição e faturamento da concessionária;
- Determinação e manutenção do melhor contrato de fornecimento junto à concessionária (enquadramento tarifário);
- Eliminação das penalizações (multas) por ultrapassagem de demanda e por excedente de reativos;
- Registro histórico do perfil de consumo da instalação e das interrupções no fornecimento da concessionária;
- Previsão financeira da próxima fatura de energia elétrica.

Figura 4. Gerenciador de Energia - Analo



Fonte: Site da empresa Analo

O advento da telemedição possibilitou a leitura dos medidores remotamente. Concessionárias e clientes do grupo A puderam monitorar em tempo real os medidores de energia elétrica, por meio de um equipamento que permite o acesso remoto usando como meio de comunicação as tecnologias de telefonia convencional, móvel (GSM) ou até via intranet/Internet como é o caso de alguns gerenciadores de conexão oferecidos pela Analo [7]. Com o objetivo de facilitar a leitura e economizar custos e tempo, a telemedição permitiu evitar perdas de faturamento devido a defeitos na medição além de poder controlar o consumo em tempo real.

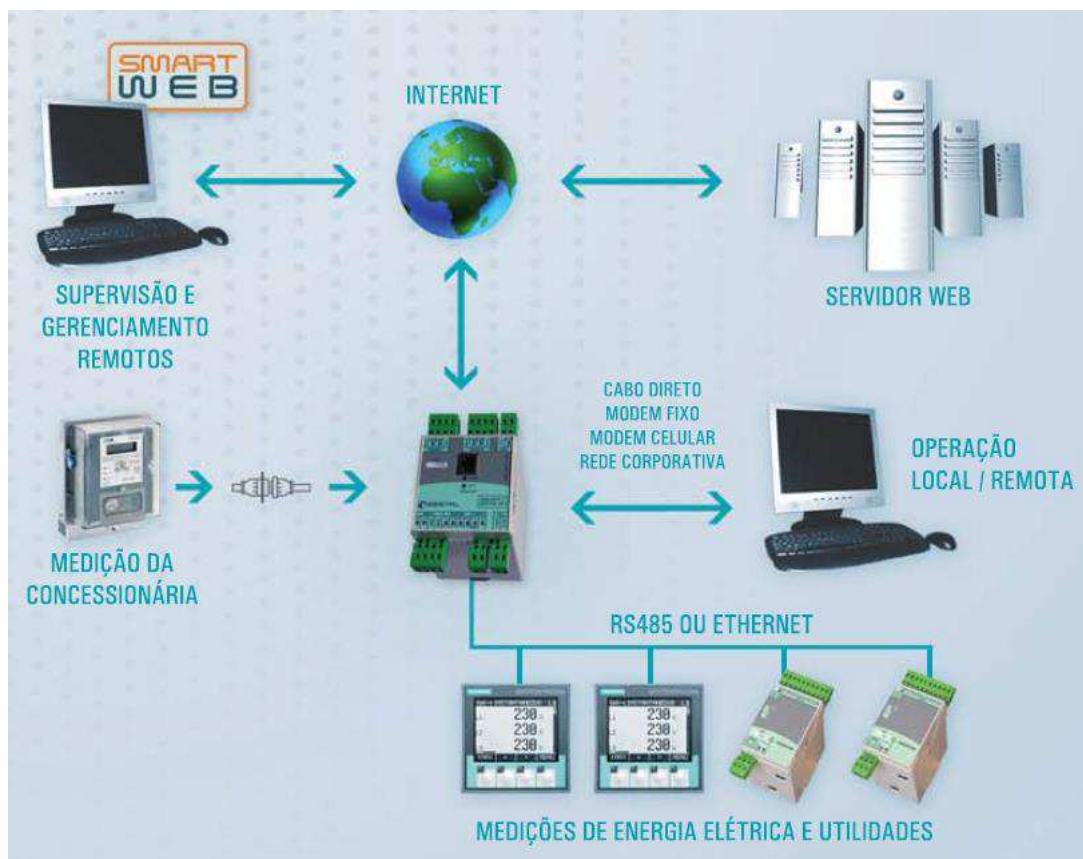
A Gestal é outra empresa referência em equipamentos e serviços de gerenciamento de energia elétrica. Pode-se destacar o produto *Smart Gate M*, apresentado na Figura 4, como um concentrador de dados que ao ser conectado ao medidor da concessionária de energia elétrica e a uma rede de medidores de energia elétrica, se transforma, junto com um *software* de supervisão, em uma ferramenta de gestão de energia. Parte deste sistema oferecido pela Gestal tem-se o *software* de supervisão denominado *Smart Web*, com funcionalidades semelhantes ao do concorrente *Web Energy* (Engcomp/Schneider Electric). O sistema assim formado, ilustrado na Figura 5, é capaz de fornecer supervisão local/remota em tempo real, além de relatórios e análise de faturas e acompanhamento de resultados [8].

Figura 4. Smart Gate M - Gestal



Fonte: Página da empresa Gestal

Figura 5. Sistema de supervisão e gerenciamento - Gestal



Fonte: Site da empresa Gestal

Todo esse aparato de equipamentos e serviços oferecidos pelo mercado no início do século permitiu que os grandes consumidores pudessem gerenciar a energia elétrica contratada da concessionária. Dessa forma, a adesão de tarifas horo-sazonais se mostrou viável economicamente.

2.3 ESTRUTURA TARIFÁRIA

2.3.1 COMPOSIÇÃO TARIFÁRIA

Para cumprir o compromisso de fornecer energia elétrica com qualidade, a distribuidora tem custos que devem ser avaliados na definição das tarifas. A tarifa considera três custos distintos: geração, transporte de energia (transmissão e distribuição) e encargos setoriais.

Além do valor tarifário, existe a cobrança de PIS/COFINS, o ICMS e a Contribuição para Iluminação Pública, respectivamente, por parte dos Governos Federal, Estadual e Municipal.

O valor da energia adquirida das geradoras pelas distribuidoras passou a ser determinado também em decorrência de leilões públicos. A competição entre os vendedores contribui para menores preços.

O transporte da energia é um monopólio natural, pois a competição nesse segmento não geraria ganhos econômicos. Por essa razão, a ANEEL atua para que as tarifas sejam compostas por custos eficientes, que efetivamente se relacionem com os serviços prestados. Este setor é dividido em dois segmentos, transmissão e distribuição. A transmissão entrega a energia a distribuidora, a distribuidora por sua vez leva a energia ao usuário final.

Os encargos setoriais e os tributos não são criados pela ANEEL e, sim, instituídos por leis. Alguns incidem somente sobre o custo da distribuição, enquanto outros estão embutidos nos custos de geração e de transmissão. Quando a conta chega ao consumidor, ele paga pela compra da energia (custos do gerador), pela transmissão (custos da transmissora) e pela distribuição (serviços prestados pela distribuidora), além de encargos setoriais e tributos.

Para fins de cálculo tarifário, os custos da distribuidora são classificados em dois tipos: [9]

- Parcela A: Compra de energia, transmissão e encargos setoriais;
- Parcela B: Distribuição de Energia.

2.3.1.1 PARCELA A

A Parcela A envolve os custos incorridos pela distribuidora relacionados às atividades de geração e transmissão, além de encargos setoriais previstos em legislação específica. Trata-se de custos montantes e preços, em certa medida, escapam à vontade ou gestão da distribuidora. Os itens que compõe a Parcela A são:

- Custo de Aquisição de Energia;
- Custo com Transporte de Energia;
- Encargos setoriais.

2.3.1.2 PARCELA B

A Parcela B representa os custos diretamente gerenciáveis pela distribuidora. São custos próprios da atividade de distribuição que estão sujeitos ao controle ou influência das práticas gerenciais adotadas pela empresa.

Para fins de cálculo tarifário, a Parcela B é composta de Custos Operacionais, Receitas Irrecuperáveis, Remuneração de Capital e Cota de Depreciação. Além disso, é subtraída da parcela compartilhada de Outras Receitas. Os custos de Parcela B são revisados a cada 4 anos, a depender do que consta no Contrato de Concessão ou Permissão. A esse processo é dado o nome de Revisão Tarifária.

Figura 6. Valor final da energia elétrica



Fonte: ANEEL, 2019

2.3.1.3 TRIBUTOS

Os tributos são pagamentos compulsórios devidos ao poder público, a partir de determinação legal, e que asseguram recursos para que o governo desenvolva suas atividades. Nas contas de energia estão incluídos tributos federais, estaduais e municipais. As distribuidoras recolhem e repassam esses tributos às autoridades competentes pela sua cobrança.

- Tributos Federais

Programas de Integração Social (PIS) e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS). São cobrados pela União para manter programas voltados para o trabalhador e para atender a programas sociais do Governo Federal. As alíquotas são de 1,65% (PIS) e 7,6% (COFINS) e são apuradas de forma não-cumulativa. Assim, alíquota média desses tributos varia com o volume de créditos apurados mensalmente pelas concessionárias e com o PIS e a COFINS pagos sobre custos e despesas no mesmo período, tais como a energia adquirida para revenda ao consumidor.

- Tributos Estaduais

Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). Previsto no art. 155 da Constituição Federal de 1988, o imposto incide sobre as operações relativas à circulação de mercadorias e serviços e é de competência de cada estado e do Distrito Federal, por isso as alíquotas são variáveis. A distribuidora tem a obrigação de realizar a

cobrança da ICMS diretamente na conta de energia, repassando o valor ao Governo Estadual.

- Tributos Municipais

A Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública (CIP) está prevista no artigo 149-A da Constituição Federal de 1988, que estabelece, entre as competências dos municípios, dispor, conforme lei específica aprovada pela Câmara Municipal, a forma de cobrança e a base de cálculo da CIP. Assim, é atribuída ao Poder Público Municipal toda e qualquer responsabilidade pelos serviços de projeto, implantação, expansão, operação e manutenção das instalações de iluminação pública. Neste caso, a concessionária apenas arrecada a taxa de iluminação pública para o município. O repasse é feito mesmo quando o consumidor deixa de pagar a conta de energia.

2.3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS CONSUMIDORES

No Brasil, as unidades consumidoras são classificadas em dois grupos tarifários: Grupo A, que tem tarifa binômica e Grupo B, que tem tarifa monômica. O agrupamento é definido, principalmente, em função do nível de tensão em que são atendidos e também, como consequência, em função da demanda (kW). As unidades consumidoras atendidas abaixo de 2.300 volts são classificadas no Grupo B (baixa tensão). Em geral, estão nesta classe as residências, lojas, agências bancárias, pequenas oficinas, edifícios residenciais, grande parte dos edifícios comerciais, etc. O Grupo B é dividido em subgrupos, de acordo com a atividade do consumidor, conforme apresentado a seguir:

- Subgrupo B1 – residencial e residencial de baixa renda;
- Subgrupo B2 – rural e cooperativa de eletrificação rural;
- Subgrupo B3 – demais classe;
- Subgrupo B4 – iluminação pública.

Os consumidores atendidos em alta tensão, acima de 2300 volts, como indústrias, shopping centers e alguns edifícios comerciais, são classificados no grupo A. Esse grupo é subdividido de acordo com a tensão de atendimento, como mostrado a seguir:

- Subgrupo A1 para o nível de tensão de 230kV ou mais;
- Subgrupo A2 para o nível de tensão de 88 a 138kV;
- Subgrupo A3 para o nível de tensão de 69kV;

- Subgrupo A3a para o nível de tensão de 30 a 44kV;
- Subgrupo A4 para o nível de tensão de 2,3 a 25kV;
- Subgrupo AS para o sistema subterrâneo.

Os avanços tecnológicos nos sistemas de medição e monitoramento de energia elétrica permitiram que as unidades consumidoras classificadas no Grupo A tomassem medidas de eficiência energética e que o governo adotasse políticas públicas visando diminuir a demanda de energia no horário de ponta, período de três horas em que o sistema elétrico atinge o pico de consumo diário, exceto nos sábados, domingos e feriados.

Sendo assim, a Resolução 456 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, publicada no Diário Oficial em 29 de novembro de 2000, apresentou para a sociedade brasileira novas modalidades de tarifação [10]. Antes dessa data, os consumidores enquadrados no Grupo A tinham apenas a tarifa convencional binômica como forma de tarifação da energia elétrica, após essa resolução as tarifas horo-sazonais poderiam ser adotadas.

Sendo assim, define-se estrutura tarifária como sendo o conjunto de tarifas aplicáveis aos componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativa, de acordo com a modalidade de fornecimento. No Brasil após a resolução 456 da ANEEL, as tarifas do Grupo A são constituídas em três modalidades de fornecimento, relacionadas a seguir:

- Estrutura tarifária Convencional;
- Estrutura tarifária horo-sazonal Verde;
- Estrutura tarifária horo-sazonal Azul.

2.3.3 ESTRUTURA TARIFÁRIA CONVENCIONAL

O enquadramento na estrutura tarifária Convencional exige um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua um único valor da demanda pretendida pelo consumidor (Demanda Contratada), independente da hora do dia (ponta ou fora de ponta) ou período do ano (seco ou úmido). Portanto, define-se como Demanda Contratada a demanda de potência ativa a ser obrigatoriamente e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência no contrato de

fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

Os consumidores do Grupo A, subgrupos A3a, A4 ou AS, podem ser enquadrados na estrutura tarifária Convencional quando a demanda contratada for inferior a 300kW, desde que não tenham ocorrido, nos 11 meses anteriores, três registros consecutivos ou seis registros alternados de demanda superior a 300kW.

A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta da soma de parcelas referentes ao consumo, demanda e, caso exista, demanda de ultrapassagem. A parcela de consumo é calculada multiplicando-se o consumo medido pela Tarifa de Consumo:

$$P_{CONSUMO} = \text{Tarifa de Consumo} \times \text{Consumo Medido}$$

A parcela de demanda é calculada multiplicando-se a Tarifa de Demanda pela Demanda Contratada ou pela demanda medida (a maior delas), caso esta não ultrapasse em 10% a Demanda Contratada:

$$P_{DEMANDA} = \text{Tarifa de Demanda} \times \text{Demanda Contratada}$$

A parcela de ultrapassagem é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa em mais de 10% a Demanda Contratada. Calcula-se multiplicando a Tarifa de Ultrapassagem pelo valor da demanda medida que supera a Demanda Contratada:

$$\begin{aligned} P_{ULTRAPASSAGEM} \\ = \text{Tarifa de Ultrapassagem} \times (\text{Demanda Medida} \\ - \text{Demanda Contratada}) \end{aligned}$$

Na estrutura tarifária Convencional, a Tarifa de Ultrapassagem corresponde a três vezes a Tarifa de Demanda.

2.3.4 ESTRUTURA TARIFÁRIA HORO-SAZONAL VERDE

A opção de enquadramento na estrutura tarifária Verde somente é possível para unidades consumidoras do Grupo A, subgrupos A3a, A4 e AS. Essa modalidade tarifária exige um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua a demanda pretendida pelo consumidor (Demanda Contratada), independente da hora do dia (ponta ou fora de ponta). Embora não seja explícita, a Resolução 456 permite que sejam contratados dois valores diferentes de demanda, um para o período seco, meses com poucas chuvas, e outro para o período úmido.

A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta da soma de parcelas referentes ao consumo (na ponta e fora dela), demanda e ultrapassagem. A primeira delas

é a parcela de consumo, a qual se calcula através da expressão abaixo, observando-se, as tarifas, o período do ano:

$$P_{CONSUMO} = \text{Tarifa de Consumo na Ponta} \times \text{Consumo Medido na Ponta} \\ + \text{Tarifa de Consumo fora de Ponta} \\ \times \text{Consumo Medido fora de Ponta}$$

No período seco (maio a novembro) as tarifas de consumo na ponta e fora de ponta são mais caras que no período úmido.

A parcela de demanda é calculada multiplicando-se a Tarifa de Demanda pela Demanda Contratada ou pela demanda medida (a maior delas), caso esta não ultrapasse em mais de 10% a Demanda Contratada:

$$P_{DEMANDA} = \text{Tarifa de Demanda} \times \text{Demanda Contratada}$$

A tarifa de demanda é única, independente da hora do dia ou período do ano.

A parcela de ultrapassagem é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa em mais de 10% a Demanda Contratada. É calculada multiplicando-se a Tarifa de Ultrapassagem pelo valor da demanda medida que supera a Demanda Contratada:

$$P_{ULTRAPASSAGEM} \\ = \text{Tarifa de Ultrapassagem} \times (\text{Demanda Medida} \\ - \text{Demanda Contratada})$$

2.3.5 ESTRUTURA TARIFÁRIA HORO-SAZONAL AZUL

Aos consumidores dos subgrupos A1, A2 ou A3, é obrigatório o enquadramento na estrutura tarifária horo-sazonal azul e opcional para os consumidores dos subgrupos A3a, A4 e AS. Essa modalidade tarifária exige um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua tanto o valor da demanda pretendida pelo consumidor no horário de ponta (Demanda Contratada na Ponta) quanto o valor pretendido nas horas fora de ponta (Demanda Contratada fora de Ponta). Embora não seja explícita, a Resolução 456 permite que sejam contratados valores diferentes para o período seco e para o período úmido.

A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta pela soma de parcelas referentes ao consumo e demanda e, caso exista, ultrapassagem. Em todas as parcelas observa-se a diferenciação entre horas de ponta e horas fora de ponta.

A parcela de consumo é calcula através da expressão abaixo, observando-se, nas tarifas, o período do ano:

$$P_{CONSUMO} = \text{Tarifa de Consumo na Ponta} \times \text{Consumo Medido na Ponta} \\ + \text{Tarifa de Consumo fora de Ponta} \\ \times \text{Consumo Medido fora de Ponta}$$

As tarifas de consumo na ponta e fora de ponta são diferenciadas por período do ano, sendo mais caras no período seco (maio a novembro).

A parcela de demanda é calculada somando-se o produto da Tarifa de Demanda na ponta pela Demanda Contratada na ponta (ou pela demanda medida na ponta, de acordo com as tolerâncias de ultrapassagem) ao produto da Tarifa de Demanda fora da ponta pela Demanda Contratada fora de ponta (ou pela demanda medida fora de ponta, de acordo com as tolerâncias de ultrapassagem):

$$P_{DEMANDA} = \text{Tarifa de Demanda na Ponta} \times \text{Demanda Contratada na Ponta} \\ + \text{Tarifa de Demanda fora de Ponta} \\ \times \text{Demanda Contratada fora de Ponta}$$

As tarifas de demanda não são diferenciadas por período do ano.

A parcela de ultrapassagem é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa a Demanda Contratada acima dos limites de tolerância (5% para os subgrupos A1, A2 e A3 e 10% para os demais subgrupos. O valor desta parcela é obtido multiplicando-se a Tarifa de Ultrapassagem pelo valor da demanda medida que supera a Demanda Contratada:

$$P_{ULTRAPASSAGEM} \\ = \text{Tarifa de Ultrapassagem na Ponta} \\ \times (\text{Demanda Meida na Ponta} - \text{Demanda Contratada na Ponta}) \\ + \text{Tarifa de Ultrapassagem fora de Ponta} \\ \times (\text{Demanda Medida fora de Ponta} \\ - \text{Demanda Contratada fora de Ponta})$$

As tarifas de ultrapassagem são diferenciadas por horário, sendo mais caras nas horas de ponta.

2.4 ADEQUAÇÃO DOS CONSUMIDORES ÀS NOVAS

MODALIDADES TARIFÁRIAS

Após a crise energética brasileira no começo da década de 2000, as unidades consumidoras de alta tensão se depararam com mais opções em um novo cenário de estrutura tarifária vigente no país. Esta nova realidade que se deslumbrava, deu ao consumidor maior poder na gestão de energia a ser contratada, apesar das incertezas quanto à viabilidade econômica das escolhas feitas.

Diante desse contexto, empresas de Consultoria e ESCOs auxiliaram os consumidores quanto à adequação tarifária e a implantação de práticas de gerenciamento energético, como será visto a seguir.

O gerenciamento da Demanda Contratada e a autoprodução de energia elétrica no horário de Ponta foram práticas adotadas pelos consumidores enquadrados nas novas modalidades tarifárias com finalidade de reduzir o valor da fatura mensal de energia. Estas práticas serão explanadas nos tópicos posteriores.

2.4.1 CONSULTORIAS

Engenheiros eletricitistas viram na crise energética uma oportunidade de mercado para empresas de consultoria. Inúmeras empresas foram criadas com o objetivo de prestar serviços especializados na gestão de energia auxiliando as unidades consumidoras.

As principais atividades dessas empresas consistem em:

- Orientar organizações sobre a escolha das melhores práticas e equipamentos disponíveis no mercado para o controle e redução de custos com energia elétrica;
- Planejar a adoção das soluções mais adequadas;
- Prestar assistência ao cliente durante os processos de implantação, medição e acompanhamento de resultados.

2.4.2 As ESCOs

Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO), uma ESCO é o braço mais forte que um empreendedor pode contar,

se interessado na redução dos custos no consumo de energia e água. ESCOs (*Energy Services Company*) são empresas de engenharia, especializada em serviços de conservação de energia, ou melhor, promover a eficiência energética e de consumo de água nas instalações de seus clientes. [11]

O modelo de negócio ESCO surgiu no final da década de 70 nos Estados Unidos. Como resultado da crise energética mundial que estava ocorrendo, os preços de energia aumentaram muito e novas soluções apareceram no mercado. Um dos exemplos foi a Time Energy, uma empresa no Texas que criou um dispositivo de automação para desligamento de lâmpadas e outros equipamentos. No Brasil, as empresas de conservação de energia surgiram no mercado com mais intensidade após a crise energética de 2001, prestando serviços a unidades consumidoras do Grupo A, que pretendiam usar a energia de forma mais eficiente em seus negócios.

Os serviços oferecidos por uma ESCO se baseiam em uma avaliação energética composta por uma etapa de análise abrangente, denominada Pré-Diagnóstico, e uma de análise detalhada, denominada Diagnóstico Energético. A primeira etapa apresenta o quanto a unidade do cliente gasta de energia num determinado período (usualmente 12 meses), onde e como é gasto esta energia e de que forma é possível reduzir o consumo e o custo com energia.

Na segunda etapa é detalhado os sistemas e ações a serem tomadas. O Diagnóstico Energético apresenta com precisão o investimento a ser aportado para implementação do projeto com detalhe das oportunidades e das economias advindas dele.

A principal diferença entre uma ESCO e uma empresa de consultoria e/ou engenharia tradicional é que ela conhece e tem expertise em redução de custos com energia. Além disto, pode dividir os riscos com o cliente no aporte dos investimentos e assume o compromisso com o cliente nos resultados do projeto, podendo compromissar sua remuneração com o sucesso dos resultados obtidos na redução dos custos do consumo de energia.

2.4.3 GERENCIAMENTO DE DEMANDA CONTRATADA

As modalidades tarifárias vigentes para um grande consumidor de energia elétrica têm uma parcela significativa relativa à cobrança mensal de Demanda Contratada emitida pela concessionária de energia, como visto anteriormente. Dessa forma, faz-se necessário

o gerenciamento e controle da Demanda Contratada para que o consumidor não seja penalizado com a cobrança da parcela de Ultrapassagem.

O conceito de demanda de energia elétrica consiste na potência máxima demandada por todas as cargas elétricas que estejam ligadas num momento qualquer do ciclo mensal de leitura, independentemente de sua duração. Como determina a regulamentação, a leitura de um ciclo mensal de faturamento é dividida em janelas de 15 minutos cada, valendo a maior delas para a composição da conta. Se a demanda em qualquer desses períodos exceder em 5% da demanda contratada, são aplicadas pesadas multas por ultrapassagem.

A fim de auxiliar no gerenciamento de Demanda Contratada, existem equipamentos de automação denominados controladores de demanda capazes de fazer esse gerenciamento de forma automática. Eles trabalham em sintonia com o medidor da concessionária e identificam continuamente o ritmo de ultrapassagem em cada janela de medição. Um exemplo é o Gerenciador de Energia CCK 6000, produzido e comercializado pela empresa CCK [12], que dispõe de meios automáticos de controle para intervir, quando da tendência de inadequações dos valores de demanda e fator de potência, mantendo-os nos limites fixados nos contratos firmados com as concessionárias de energia.

A partir das informações disponibilizadas do medidor de energia, o gerenciador modula as cargas previamente selecionadas que estarão conectadas a ele e projeta a demanda de energia elétrica para o final do intervalo de 15 minutos realizando ações de controle.

A esta operação de desligamento/religamento de cargas denomina-se Modulação e tem como objetivo utilizar o máximo da Demanda Contratada pelo consumidor junto a distribuidora de energia. Deve ser observado que todas as operações de modulação de cargas ocorrem dentro do período de 15 minutos. Em um mês, ocorrem quase 3000 intervalos de 15 minutos e, em nenhum destes intervalos, poderá haver ultrapassagem da demanda contratada pois, para faturamento, será cobrado o maior valor verificado entre todos os intervalos de 15 minutos do mês, tanto para o posto horário de Ponta como para o posto horário fora de Ponta. [12]

Para o sucesso da implantação do controle de demanda, deve se procurar a seleção de cargas que ao sofrerem este tipo de atuação não irão interferir no processo produtivo; e que garantam, quando desligadas, a redução de consumo necessário para evitar a ultrapassagem de Demanda Contratada.[12]

O mesmo critério de controle é utilizado para o controle do consumo de energia elétrica, sendo que para este caso, o período analisado não é de 15 minutos e sim de 30 dias.[12]

2.4.4 USO DE GERADOR NA PONTA

Usar outras fontes de energia no horário de Ponta foi uma estratégia amplamente utilizada por diversas indústrias que repensaram a sua tradicional forma de contratar energia afim de diminuir a fatura mensal. Além da redução da fatura de energia elétrica, a geração na ponta proporciona benefícios como uma superior qualidade da energia elétrica, uma vez que não sofre interferência das oscilações de rede e garantia da continuidade no suprimento de energia elétrica no caso de interrupção no fornecimento pela distribuidora.

A adoção de fontes alternativas de energia no horário de Ponta se mostra mais viável para os contratantes do segmento tarifário Horo-Sazonal Verde, em que não há contrato de demanda neste posto horário. Presume-se que a unidade consumidora estará inativa, desligada ou utilizando outras fontes de energia neste horário.

Para otimizar o uso de energia elétrica, faz-se necessário o perfeito conhecimento das modalidades de tarifação. Sendo uma das alternativas de melhores resultados a de não contratar demanda e não consumir energia da concessionária no horário de ponta. A possibilidade de eliminação das parcelas nas contas de energia correspondentes a esse horário se torna particularmente atraente para as instalações onde não é possível reduzir o consumo. Usando então uma fonte alternativa de energia para manter as atividades no horário de ponta, o consumidor deverá optar pela tarifa Horo-Sazonal Verde. [13]

Existem várias alternativas para a autoprodução de energia elétrica no horário de Ponta, a escolha da mais adequada para o consumidor vai depender da viabilidade econômica e do perfil de consumo. Pode-se citar como exemplo de fontes alternativas o uso de painéis fotovoltaicos e o uso de combustíveis como o bagaço da cana, lenha ou gás natural.

3 TARIFA HORO-SAZONAL PARA CONSUMIDORES DE BAIXA TENSÃO

3.1 CONTEXTO HISTÓRICO NACIONAL

A crise energética do começo da década de 2000 fundamentou e estimulou a procura de propostas que atenuassem o possível problema da falta de capacidade para atender a ponta de carga do sistema elétrico brasileiro. Com a iminência da crise, o governo focou suas ações na racionalização do consumo objetivando a sua redução no horário de ponta e a conseqüente redistribuição deste consumo nos demais períodos.

Como alternativas para solução do problema apresentado, foram implementadas as Tarifas Horo-Sazonais Verde e Azul para os consumidores atendidos em Alta Tensão, as quais já foram apresentadas nesse trabalho. Entretanto, outras medidas foram sendo tomadas paralelamente visando os consumidores atendidos em Baixa Tensão.

A partir do fim da década de 90, surgiu o Projeto Tarifa Amarela com o objetivo de viabilizar uma tarifa horária para os consumidores com maior participação na ponta do sistema: os consumidores de baixa tensão. [14]

A principal característica da tarifa amarela são os preços diferenciados de acordo com as horas do dia. Sendo assim, existem dois postos tarifários, horário de ponta e horário fora de ponta, sendo o horário de ponta constituído por três horas diárias consecutivas, determinado pela distribuidora. [15]

Projetos pilotos da tarifa amarela foram implementados por diferentes distribuidoras, tais como Copel, Bandeirante, CPFL, Celpa, Cosern e Cemig, para consumidores pertencentes ao grupo B. Os estudos realizados juntamente com os projetos demonstraram que os consumidores mudaram os seus hábitos de consumo, devido aos preços diferenciados das tarifas, comprovando que os valores diferentes estimularam a redução e transferência do consumo de energia.

Um dos grandes obstáculos enfrentados pelas concessionárias foram os elevados custos dos sistemas de medição na época. Além disso, a efetiva implantação não foi concretizada devido à falta de regulamentação.[14] Entretanto, a intenção de

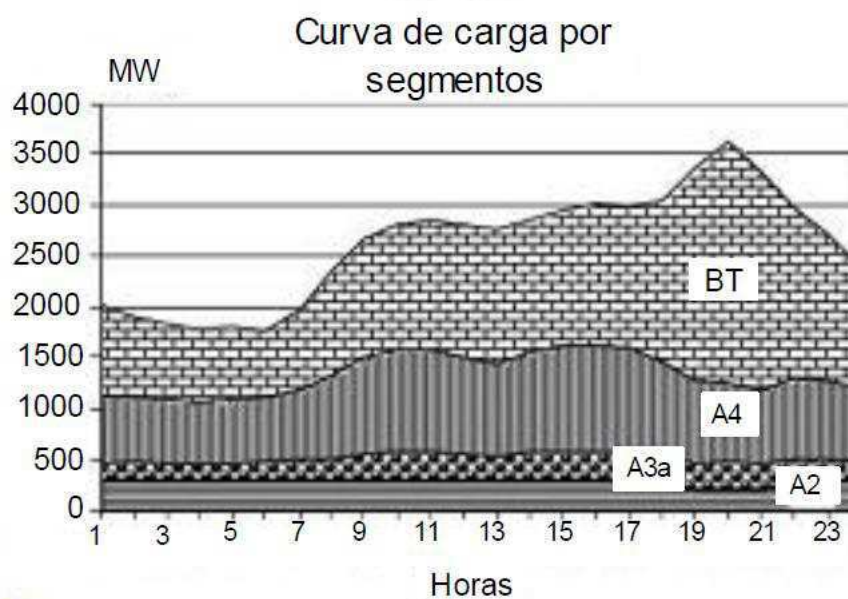
implementação da Tarifa Amarela levou aos estudos da Tarifa Branca pela ANEEL, depois de 25 anos.

3.2 NOVA MODALIDADE TARIFÁRIA

Na primeira década do milênio, a estrutura tarifária brasileira evoluiu em busca de eficiência e otimização dos custos de expansão do sistema elétrico. Inicialmente, a adoção de novas políticas não contemplou os consumidores atendidos em baixa tensão, como foi o caso da não regulamentação da tarifa amarela, apesar de novas tecnologias e o advento das redes inteligentes propiciarem maior gerenciamento de energia por parte do consumidor do Grupo B.

De acordo com a Norma Técnica nº 362 da ANEEL (2010) [18], o grupo tarifário de baixa tensão é responsável pela maior demanda de recursos do setor de energia elétrica, em torno de 58% do mercado tarifário. Sendo assim, faz sentido que tarifas horárias sejam utilizadas para garantir melhor modulação de carga, uma vez que o Grupo B é o maior responsável pela ponta do sistema. Este cenário pode ser visualizado na Figura 7 pela curva típica de carga destes consumidores em comparação aos do grupo A. [14]

Figura 7. Curva de carga por segmentos de tensão de uma concessionária



Fonte: LAMIN, 2009 [17]

Analisando o gráfico acima exposto, percebe-se uma maior uniformidade nos segmentos do Grupo A (A4, A3a, A2), devido as alternativas de tarifação e modulação

de carga, que foram apresentadas no capítulo anterior. Dessa forma, pode-se considerar que os consumidores enquadrados no Grupo B são os maiores responsáveis pela formação da ponta do sistema, vide a não uniformidade do grupo na Figura 7.

Sendo assim, surge a necessidade de uma nova modalidade tarifária que melhor represente os custos do sistema no horário de ponta, uma vez que os maiores investimentos nas redes de distribuição ocorrem entre às 17 e às 21 horas devido à participação dos consumidores de baixa tensão.

Com o objetivo de uma participação ativa dos consumidores na operação e eficiência do sistema através das mudanças de hábitos de consumo, a ANEEL abriu em dezembro de 2010 a primeira Audiência Pública (AP) nº 120 visando o aperfeiçoamento da estrutura tarifária e um dos temas abordados foi a Tarifa Branca, tarifa horária aplicada aos consumidores de baixa tensão.

3.3 A TARIFA BRANCA

3.3.1 INTRODUÇÃO À TARIFA BRANCA

De acordo com a Resolução Normativa nº 479 da ANEEL [19], a modalidade tarifária conhecida no Brasil como Tarifa Branca caracteriza-se pela variação do preço da energia elétrica conforme o horário de consumo. A Tarifa Branca tornou-se disponível a partir de 1º de janeiro de 2018 para as unidades consumidoras que possuem média anual de consumo superior a 500kWh por mês [20]. A modalidade é opcional, dando ao consumidor a escolha de aderi-la ou não.

A Tarifa Branca tem a aplicação de tarifas diferenciadas por horário de consumo. Diferentemente das tarifas Azul e Verde, essa modalidade tarifária para os consumidores de BT é composta por três postos tarifários. Dessa forma, oferecendo tarifas mais baratas nos períodos que o sistema é menos sobrecarregado, outra mais cara no horário em que o consumo de energia atinge o pico máximo e a terceira, intermediária, é entre esses dois horários.

Entre os benefícios trazidos pela Tarifa Branca estão a maior conscientização da população quanto ao seu consumo de energia, além da redução no horário de ponta, possibilitando haver menores investimentos em infraestrutura por parte das

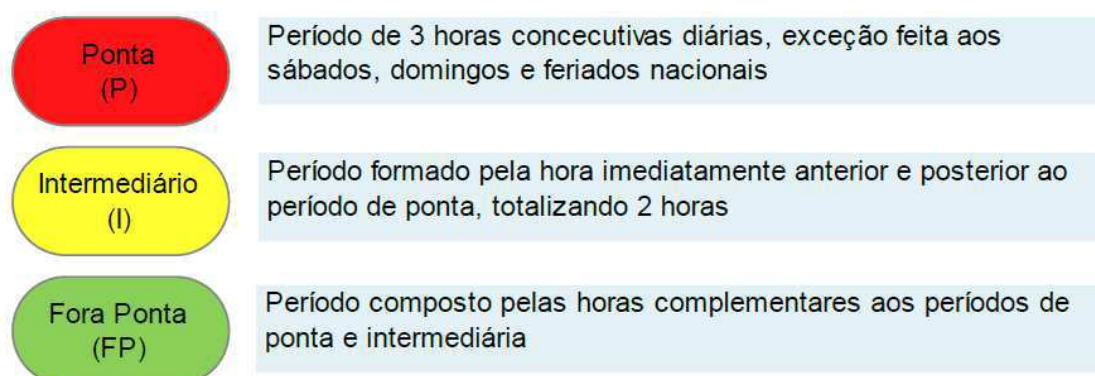
distribuidoras. Dessa forma, as unidades consumidoras e as concessionárias de energia são os grandes interessados no sucesso dessa nova modalidade tarifária.

3.3.2 FUNCIONAMENTO DA TARIFA BRANCA

As unidades consumidoras do Grupo B poderão optar pela Tarifa Branca, exceto o consumidor do subgrupo B4 (iluminação pública) e aquele de baixa renda do subgrupo B1. A conta de energia do consumidor que aderiu à Tarifa Branca terá registrado em três grupos de leituras referentes aos consumos dos postos tarifários descritos anteriormente: ponta, fora de ponta e intermediário. Cada posto tarifário possui um preço para o kWh, sendo, portanto, o faturamento total o resultado da quantidade de kWh consumido em cada posto tarifário multiplicado pelas suas respectivas tarifas. [20]

Os períodos horários de ponta, intermediário e fora de ponta são homologados pela ANEEL nas revisões tarifárias periódicas de cada distribuidora. Na Figura 8 é mostrado os postos tarifários da modalidade branca.

Figura 8. Postos tarifários da modalidade branca

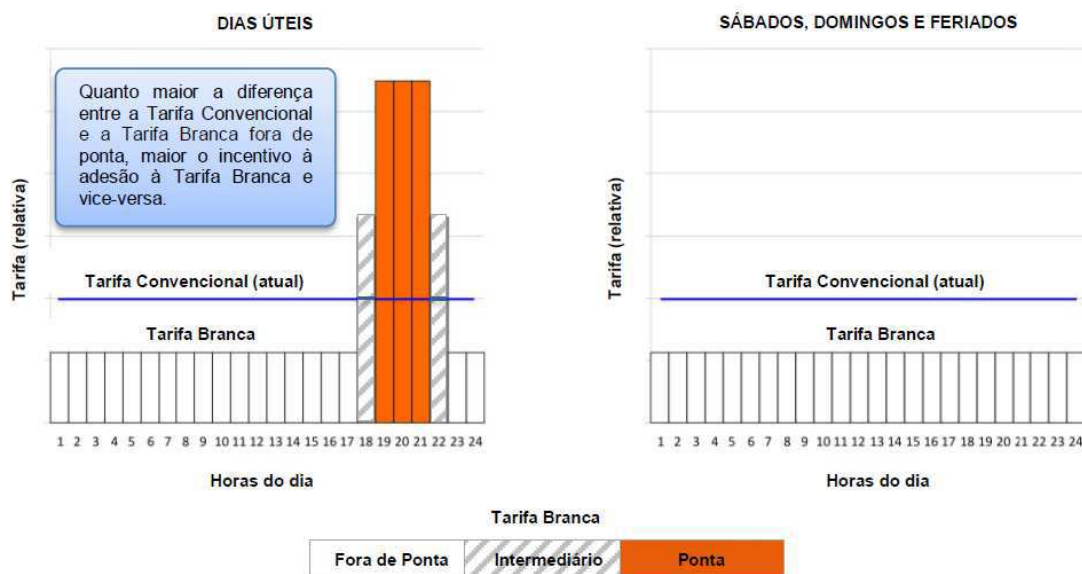


Fonte: ANEEL, 2011

No caso da Paraíba, atendida pela Energisa Paraíba e Energisa Borborema, o horário de ponta equivale às três horas consecutivas de maior consumo da rede no estado, definido das 17h30 às 20h29. A leitura referente ao consumo de energia no horário “intermediário” é definida das 16h30 às 17h30 e das 20h30 às 21h29. A leitura referente ao consumo durante os horários considerados “fora de ponta” compreende os horários de 21h30 até às 16h29 do próximo dia [21]. Em todas as distribuidoras, a exceção a essa regra em todas se dá nos fins de semana e feriados nacionais, quando o consumo de energia, independente da hora do dia, será registrado como horários “fora de ponta”.

É importante destacar que os preços das tarifas são maiores que a tarifa convencional nos horários de ponta e intermediários e menos que a tarifa convencional no horário fora de ponta, como pode ser visto na Figura 9.

Figura 9. Comparação das tarifas Branca e Convencional

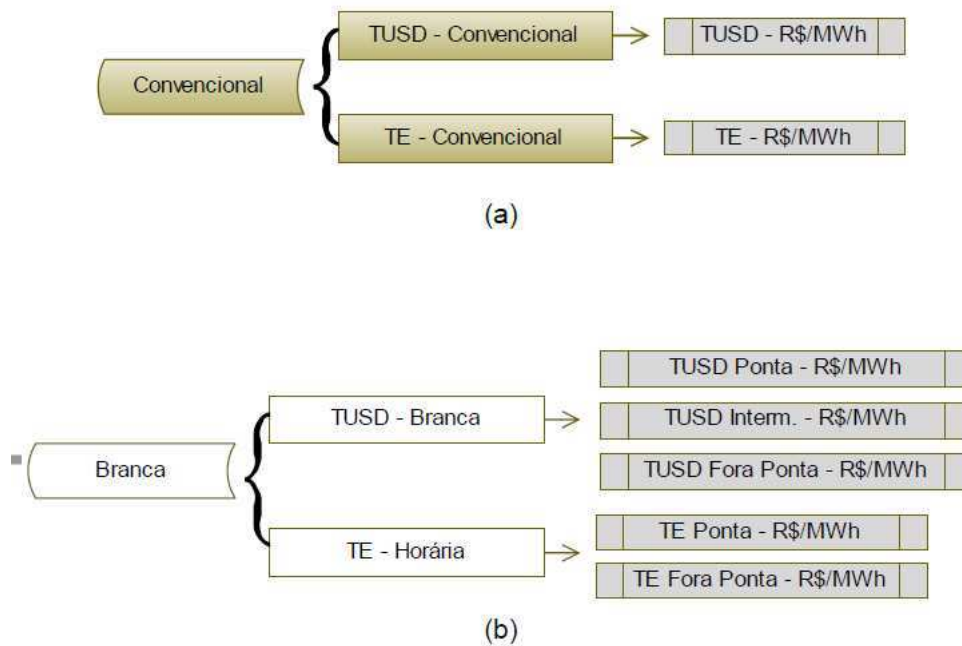


Fonte: Página explicativa da ANEEL sobre a Tarifa Branca (ANEEL, 2017)

A estrutura tarifária convencional consiste na soma de duas componentes tarifárias: Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) e Tarifa de Energia (TE). A primeira dada em R\$/MWh, é relativa ao faturamento mensal dos usuários do sistema de distribuição. A segunda, dada também em R\$/MWh, refere-se ao faturamento mensal de consumo de energia. Ambas as componentes não possuem distinção horária. [14]

A estrutura tarifária branca tem componentes com sinalização diferenciada de acordo com as horas do dia e que melhor representa os custos reais do sistema de distribuição. Observa-se na Figura 10 que há três componentes para TUSD.

Figura 10. Estrutura tarifária para os consumidores do Grupo B (a) Tarifa Convencional. (b) Tarifa Branca.



Fonte: ANEEL, 2011

Para a construção das componentes TUSD e TE, as quais formam a base de cálculo para a formação da tarifa aplicada aos consumidores, são utilizados fatores que relacionam os postos tarifários. As relações dos postos da TUSD ponta e intermediário com base na TUSD fora de ponta são vistas nas Equações (1) e (2). (ANEEL, 2012g)

$$\frac{TUSD_{ponta}}{TUSD_{fora\ ponta}} = 5 \quad (1)$$

$$\frac{TUSD_{intermediário}}{TUSD_{fora\ ponta}} = 3 \quad (2)$$

O fator da TUSD fora ponta da tarifa branca é obtido de acordo com a Equação (3). (ANEEL, 2012g)

$$TUSD_{fora\ ponta\ branca} = TUSD_{convencional} \times kz \quad (3)$$

O parâmetro kz é um fator baseado no comportamento típico do consumidor, sendo específico por subgrupo tarifário e por distribuidora (ANEEL, 2012h). Este parâmetro foi discutido na Audiência Pública nº 29 em virtude de ter sido considerado na AP nº 120 com um valor médio de 0,55 para todas as concessionárias do Brasil. [14]

O valor do parâmetro k_z influencia o valor de todas as tarifas, pois, como apresentado em (1) e (2), as tarifas ponta e intermediária se relacionam com a tarifa fora de ponta, a qual é ajustada diretamente pelo parâmetro k_z .

A definição do parâmetro k_z é particularmente relevante, pois estabelece a intensidade da economia financeira do consumidor, isso porque esse parâmetro ajusta a tarifa mais barata (“fora de ponta”), que irá compensar o usuário que modular seus hábitos de consumo evitando os horários de pico e intermediários [20]. Dessa forma, um erro na definição do parâmetro pode acarretar na inviabilização do uso da Tarifa Branca provocada por preço mais elevado comparada a tarifa convencional.

3.3.3 CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DA TARIFA BRANCA

De acordo com a Resolução Normativa nº 733 da ANEEL [22], a implantação da Tarifa Branca no Brasil se iniciou no dia 1º de janeiro de 2018 por parte dos consumidores, uma segunda parte pôde optar pela tarifa no dia 1º de janeiro do presente ano (2019), e uma última parte só poderão aderir à Tarifa Branca no começo de 2020.

No trecho exposto a seguir, é apresentado o cronograma descrito pela ANEEL para a implantação da Tarifa Branca, assim como os detalhes para a adesão dos consumidores nessa modalidade tarifária [22]:

Art. 4º A partir de 1º de janeiro de 2018, o consumidor pode solicitar adesão à tarifa branca ou a instalação de medidores com funcionalidades adicionais, conforme o seguinte cronograma:

I – de imediato, para as novas ligações e para as unidades consumidoras com média anual de consumo superior a 500 kWh por mês;

II – em até 12 (doze) meses, para unidades consumidoras com média anual de consumo superior a 250 kWh por mês;

III – em até 24 (vinte e quatro) meses, para as demais unidades consumidoras.

§ 1º O consumo de que tratam os incisos acima deve ser obtido com base na média aritmética dos montantes faturados nos 12 (doze) últimos ciclos de faturamento.

§ 2º Para unidade consumidora com histórico de faturamento inferior a 12 (doze) ciclos de faturamento, a distribuidora deve utilizar a média aritmética dos valores disponíveis.

De acordo com o cronograma e os detalhes apresentados, os consumidores aptos e decididos pela nova modalidade tarifária poderão solicitar o termo de adesão junto a distribuidora, a qual proverá a instalação de um novo medidor digital, aprovado pelo Inmetro, que registre o consumo de acordo com os horários em que a energia elétrica é utilizada.

3.3.4 COMPARAÇÃO ENTRE PERFIS DE CONSUMO

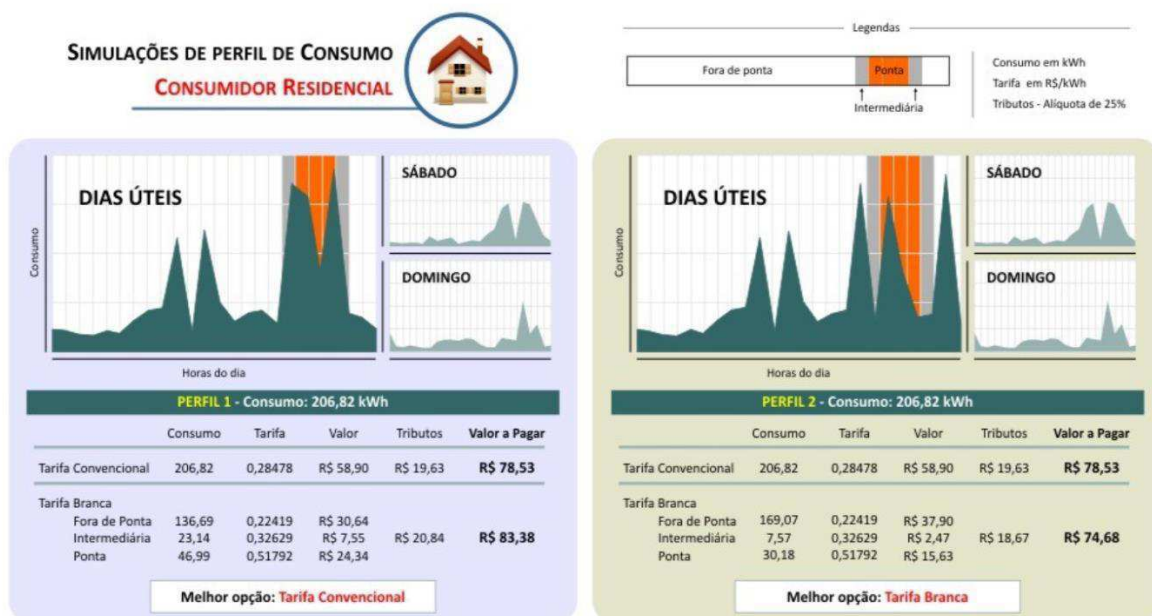
Com a finalidade de garantir mais informações para os consumidores atendidos em baixa tensão, a ANEEL divulgou exemplos de perfis de consumo simulados pela própria agência relatando os impactos sobre o valor faturado na Tarifa Branca e na tarifa convencional. [21]

- Residencial – Exemplo 1

Nos dias úteis há um grande consumo no horário de ponta, decorrente do uso de chuveiro elétrico para um banho no período intermediário e dois banhos no período de ponta. Para este PERFIL 1, não havendo mudança dos hábitos de consumo, é melhor permanecer na Tarifa Convencional.

Entretanto, se este consumidor residencial conseguir deslocar dois banhos para o período fora de ponta (PERFIL 2) e mantiver apenas um banho no período de ponta, a adesão à Tarifa Branca já se tornaria vantajosa conforme pode ser visto no exemplo e a economia mensal seria de R\$ 3,85.

Figura 11. Simulação de perfis de consumo (consumidor residencial)

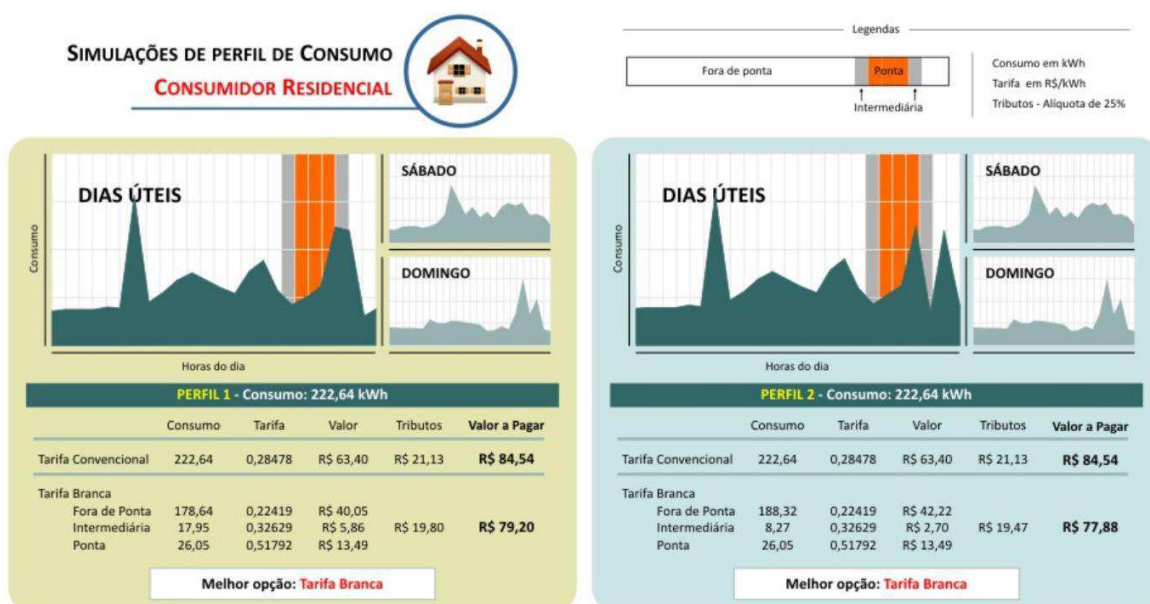


Fonte: ANEEL, 2018

- Residencial – Exemplo 2

Nos dias úteis, há utilização concentrada de chuveiro elétrico no período de ponta (PERFIL 1) mas há uma maior utilização de eletrodomésticos fora de ponta. Neste caso, a adesão à Tarifa Branca economiza R\$ 5,34 por mês.

Figura 12. Simulação de perfis de consumo (consumidor residencial)



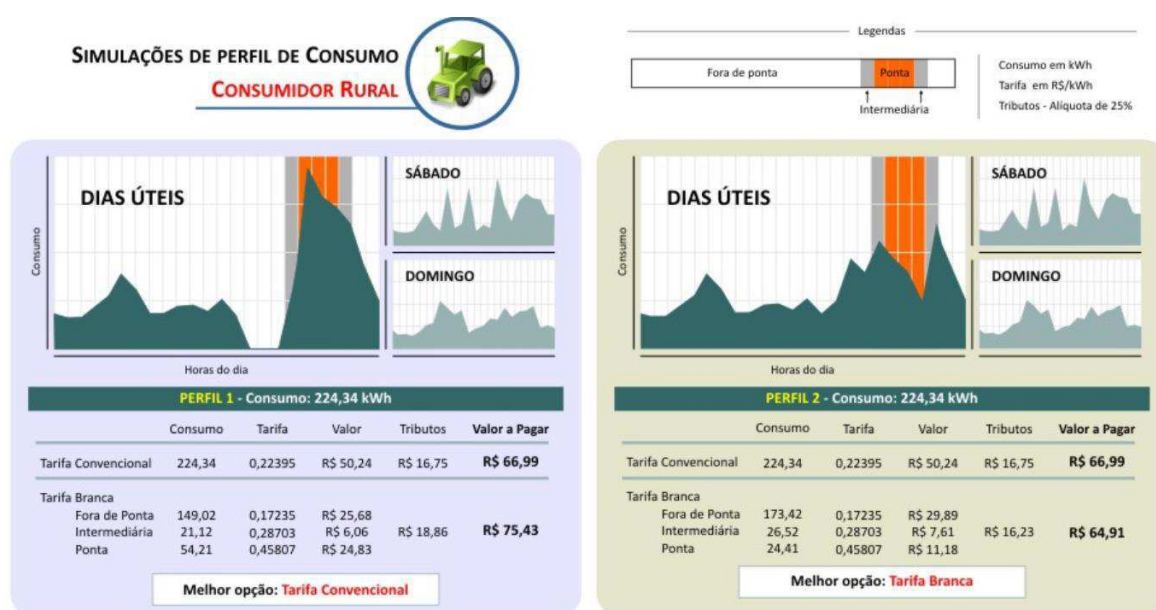
Fonte: ANEEL, 2018

Este mesmo consumidor pode tornar a adesão à Tarifa Branca ainda mais vantajosa se conseguir deslocar parte do consumo para o período fora de ponta (PERFIL 2), reduzindo em R\$ 6,66 por mês sua conta de luz.

- Rural – Exemplo 1

O PERFIL 1 representa um consumidor rural, com consumo similar ao de um consumidor residencial e intensa utilização de eletrodomésticos durante os dias úteis no período de ponta. Para este perfil, a Tarifa Branca não é vantajosa.

Figura 13. Simulação de perfis de consumo (consumidor rural)



Fonte: ANEEL, 2018

Se este consumidor rural conseguir deslocar seu consumo para fora de ponta nos dias úteis (PERFIL 2), a Tarifa Branca pode se tornar vantajosa e gerar uma economia mensal de R\$ 2,08.

- Rural – Exemplo 2

No caso de consumidores com produção agrícola, o perfil de consumo dependerá do tipo de uso de energia. No exemplo, devido às características da produção agrícola e do perfil de consumo de energia, a Tarifa Branca é vantajosa, com economia de R\$ 8,14 por mês.

Figura 14. Simulação de perfis de consumo (consumidor rural)



Fonte: ANEEL, 2018

- Comercial – Exemplo 1

Há vários tipos de consumidores comerciais atendidos em baixa tensão: lojas, mercados, farmácias, padarias, entre outros. Cada unidade consumidora apresenta um perfil de consumo. A vantagem de aderir à Tarifa Branca dependerá não só do perfil de cada consumidor, mas também da capacidade de alterá-lo frente ao seu tipo de comércio e da análise do custo/benefício decorrente dessa alteração.

No exemplo, a unidade comercial funciona nos dias úteis das 8h às 20h. No sábado, o consumo de energia ocorre no mesmo período, porém em menor quantidade. E o estabelecimento não abre aos domingos. Embora nos dias úteis o consumo na ponta seja e nos finais de semana haja menor consumo de energia, para este consumidor, a adesão à Tarifa Branca não resultará em vantagem significativa, pois as contas nas duas modalidades são quase iguais.

Figura 15. Simulação de perfis de consumo (consumidor comercial)



Fonte: ANEEL, 2018

- Comercial – Exemplo 2

O consumidor comercial funciona 24 horas por dia, durante todos os dias da semana, com pequenas alterações no consumo de energia ao longo das horas. Para este perfil de consumo, a Tarifa Branca é vantajosa e gera economia mensal de R\$ 22,31.

Figura 16. Simulação de perfis de consumo (consumidor comercial)



Fonte: ANEEL, 2018

- Industrial – Exemplo 1

Há muitos consumidores industriais atendidos em baixa tensão: indústria de alimentos, de vestuário, de móveis. Cada unidade consumidora apresenta um perfil de consumo ao longo da semana. A vantagem de aderir à Tarifa Branca dependerá do perfil de consumo do consumidor, de sua capacidade de alterá-lo frente ao seu tipo de indústria e da análise de custo/benefício decorrente da alteração.

Uma indústria que trabalhe por turnos nos dias úteis apresenta um grande consumo de energia no período de ponta. No sábado, há um consumo menor concentrado entre 8h e 18h e, no domingo, não há produção. Para este perfil, a Tarifa Branca não é vantajosa.

Figura 17. Simulação de perfis de consumo (consumidor industrial)

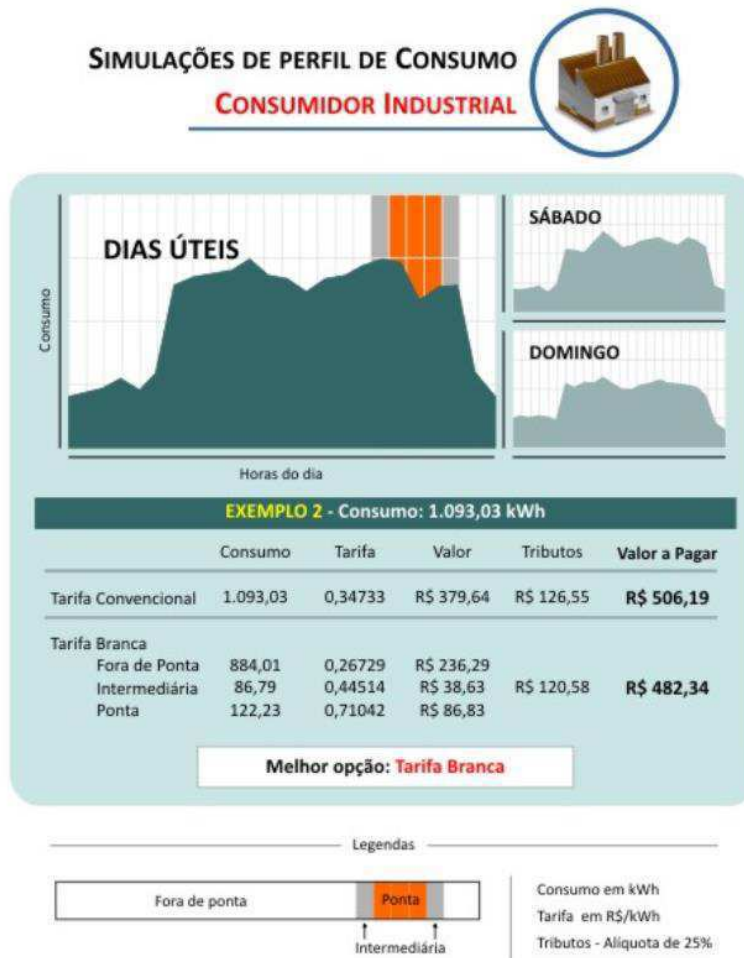


Fonte: ANEEL, 2018

- Industrial – Exemplo 2

Para um consumidor industrial que utiliza energia elétrica 24 horas por dia, todos os dias da semana, com um maior consumo entre 6h e 21h, a Tarifa Branca é vantajosa, com economia mensal de R\$ 23,85.

Figura 18. Simulação de perfis de consumo (consumidor industrial)



Fonte: ANEEL, 2018

4 IMPLANTAÇÃO DA TARIFA BRANCA NO BRASIL

4.1 DIFICULDADES DE IMPLANTAÇÃO DA TARIFA

4.1.1 INTRODUÇÃO DOS NOVOS MEDIDORES

Inicialmente a previsão de vigência da Tarifa Branca era para o ano de 2012 juntamente com a introdução dos medidores inteligentes. Entretanto, essa evolução foi postergada para janeiro de 2018, conforme cronograma apresentado anteriormente. Isso se deu devido ao receio das concessionárias quanto aos resultados da nova modalidade tarifária e pela ausência de medidores autorizados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO).

A regulamentação dos medidores adiou a implantação da nova tarifa, pois, uma vez que o medidor proposto possui capacidade de comunicação, foi necessário maior cuidado por parte do INMETRO para realizar a definição das características desse equipamento quanto à segurança de dados e contra fraudes, garantindo maior confiança para o consumidor [20]. Dessa forma, em 2017 foi liberada autorização pelo INMETRO para os primeiros fabricantes, de acordo com o atendimento aos requisitos solicitados para esses equipamentos.

4.1.2 INCERTEZAS DAS DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA

A vigência da Tarifa Branca trouxe várias incertezas para as distribuidoras de energia quanto aos custos advindos dessa nova modalidade tarifária. Pensando nisso, a ANEEL protegeu o consumidor que, no caso de desistência da Tarifa Branca, tem assegurado o seu retorno à tarifa convencional. Entretanto, há riscos para as concessionárias, pois o investimento realizado em medidores inteligentes demanda esforços de instalação e custeio elevados, dependendo da taxa de adesão de consumidores, no início da vigência da regulamentação. Além disso, durante a adaptação dos consumidores, a compra de energia da concessionária pode ser abalada por uma redução

no consumo [20]. Essas incertezas citadas e outras criam uma aversão por parte das concessionárias no que se refere à nova tarifação.

Dessa forma, a divulgação da nova tarifa tem sido aquém do esperado para uma grande adesão dos consumidores. Uma vez que, a responsabilidade pela divulgação da Tarifa Branca é das concessionárias, e não da ANEEL, podendo ser do interesse das concessionárias não intensificar na divulgação, dadas as incertezas quanto aos custos iniciais dessa modalidade. A baixa divulgação da tarifa vem acarretando um cenário de muita apreensão quanto ao futuro dessa modalidade tarifária.

Estudos vem sendo realizados com foco nos custos e benefícios para as concessionárias de energia advindos com a vigência da Tarifa Branca. Segundo Leite e Oliveira [24], os custos se resumem à instalação do equipamento de medição capaz de registrar o consumo em postos tarifários e ao acréscimo no gasto com a atividade de leitura. Já os benefícios diretos são a redução do consumo de energia elétrica e a diminuição da demanda máxima do sistema.

A redução da demanda máxima implica em aliviar o sistema elétrico para postergar investimentos. Cada *kilowatt* de capacidade da rede que ficar ocioso é utilizado para atender o crescimento vegetativo da carga nos anos seguintes, não sendo necessário expandir a rede para isso.

O estudo de Leite [24] aponta que devido a vasta diversidade e extensão do Brasil, concessionárias em diferentes estados como a Coelce (Companhia de Eletricidade do Estado do Ceará) e a Copel (Companhia Paranaense de Energia) apresentam diferentes resultados de viabilidade econômica com a vigência da Tarifa Branca. Um dos fatos que justifica a diferença dos custos das distribuidoras é que a Coelce tem maior percentual de consumidores de baixa renda, os quais não se enquadram nos critérios de adesão da tarifa e já tem desconto na fatura garantido por lei.

Segundo Santos et al [25], as simulações realizadas com as distribuidoras Copel, Coelce e Eletropaulo indicam que a modulação de carga (transferência do consumo para o horário fora de ponta) realizada pelos consumidores atendidos na Tarifa Branca causará um desequilíbrio econômico financeiro para essas distribuidoras.

Para as tarifas propostas pela ANEEL na Audiência Pública nº 002/2012, que aprovou os resultados da terceira revisão tarifária da Companhia Energética do Ceará (Coelce), os resultados das simulações conduzidas indicam que caso a aplicação dos postos tarifários da Tarifa Branca fosse compulsória, seria observado um déficit financeiro de R\$ 57 milhões em relação à expectativa de arrecadação com tarifas

convencionais. Cabe salientar que, caso ocorresse uma modulação de carga da ordem de 10%, o déficit financeiro passaria para R\$ 75 milhões em relação à expectativa de arrecadação com a tarifa convencional [25].

Considerando as tarifas propostas pela ANEEL na Audiência Pública nº 017/2012 da Companhia Paranaense de Energia (Copel), os resultados das simulações conduzidas indicam que caso a aplicação dos postos tarifários fosse compulsória, seria observado um déficit financeiro de R\$ 72 milhões em relação à expectativa de arrecadação com tarifas convencionais. Caso ocorresse uma modulação de carga da ordem de 10%, o déficit financeiro seria de R\$ 116 milhões em relação à expectativa de arrecadação com a tarifa convencional.

Já para as tarifas propostas pela ANEEL na Audiência Pública nº 025/2012 da AES Eletropaulo, os resultados das simulações conduzidas indicam que caso a aplicação dos postos tarifários fosse compulsória, seria observado um déficit financeiro de R\$ 169 milhões em relação à expectativa de arrecadação com tarifas convencionais. Neste caso, uma modulação de carga da ordem de 10% ocasionaria um déficit financeiro de R\$ 251 milhões em relação à expectativa de arrecadação com a tarifa convencional.

Para os três casos apresentados no trabalho de Santos et al. [25], os resultados indicam que a Tarifa Branca causará um déficit de faturamento para a distribuidora da ordem de pelo menos 2,5% da expectativa de receita com o mercado cativo na tarifa convencional. As simulações também indicam que este déficit tende a aumentar proporcional com a disposição dos consumidores em realizar modulações de carga.

4.2 SITUAÇÃO ATUAL DA TARIFA BRANCA NO BRASIL

Como previsto no cronograma de implantação da Tarifa Branca no Brasil apresentado no capítulo anterior, o primeiro ano de vigência foi destinado às unidades consumidoras com média anual de consumo superior a 500 kWh por mês. Dessa forma, até o presente momento de elaboração desse trabalho, os dados referentes à adesão da nova modalidade tarifária existentes são referentes ao primeiro ano de adesão.

Com a finalidade de apresentar um panorama da atual situação da Tarifa Branca na Paraíba, foi solicitado a distribuidora Energisa Borborema os dados de adesão dos anos 2018 e 2019, porém o compartilhamento dos dados não foi autorizado com a justificativa que esses dados ainda estão sendo levantados para conhecimento interno da empresa.

Segundo dados da ANEEL, no ano de 2018, 3,797 milhões de unidades consumidoras estavam aptas a optar a nova modalidade tarifária. Desse total, apenas 3.082 consumidores aderiram à Tarifa Branca até novembro de 2018, o que corresponde a 0,8% do potencial [26]. Neste ano, mais de 9,988 milhões de consumidores passaram a poder optar pelo novo modelo de cobrança, já que o patamar mínimo de consumo exigido caiu à metade, para acima de 250 kWh.

O trabalho de Sales et al. [27] analisou o baixo índice de adesão no estado do Rio Grande do Norte e a viabilidade dos consumidores que optaram pela adesão. Os dados de análise foram obtidos da Companhia Energética do Rio Grande do Norte (COSERN), pertencente ao Grupo Neoenergia, que atende mais de 1,389 milhões de consumidores no estado.

Foi visto que no primeiro ano de vigência da Tarifa Branca (consumidores acima de 500kWh e novas ligações) o índice de adesão foi ínfimo, um total de 56 contratos de adesões. Deste total, apenas 7% desistiu da nova modalidade tarifária e retornou para a tarifa convencional. O estudo revela que 71% das instalações que optaram pela adesão à modalidade tarifária banca são consumidores trifásicos, e 29% consumidores monofásicos.

Dos consumidores enquadrados na Tarifa Branca, aproximadamente 52% pertencem ao grupo B residencial (B1), 44% pertencem ao subgrupo comercial (B3), e 4% pertencem ao subgrupo rural (B2). Foi observado que o consumidor comercial obteve maior economia quando comparado a classe residencial, já que a tarifa aplicada no horário comercial é menor. Entretanto todos os tipos de consumidores tiveram benefícios, uma vez que a viabilidade econômica é definida pelos hábitos dos consumidores.

A reportagem do jornal O Estado de S. Paulo [26] aponta que um dos motivos para a baixa adesão no primeiro ano da Tarifa Branca é a falta de informações que o consumidor tem sobre o seu perfil de consumo. Essas informações somente podem ser obtidas com a instalação de medidores inteligentes, ainda raros nas redes das distribuidoras, que têm desenvolvido planos de investimento de informatização da rede. A carência desse conhecimento do próprio consumo inibe os consumidores a migrar para a nova modalidade tarifária.

Além disso, o fator que mais contribuiu para a baixa adesão da Tarifa Branca foi fraca divulgação por parte das distribuidoras. A divulgação tem sido feita pela ANEEL e não houve uma campanha ampla, geral e irrestrita para os consumidores aptos deste ano e para o próximo ano. Atrelado a fraca divulgação, há falta de orientação de como o

consumidor pode avaliar se a adesão vale a pena, devido ao receio de que a adesão acarrete aumento da conta de energia.

De acordo com a Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (Abradee) [26], os potenciais motivos do baixo número de adesões são a dificuldade de entendimento e a comunicação. A Abradee destaca que as distribuidoras não planejam nenhuma ação de divulgação, já que não há incentivo para fazer uma campanha massiva sobre o tema [28].

A fim de resolver o entrave da fraca divulgação do novo modelo tarifário, a ANEEL deve avaliar a possibilidade de intensificar junto a distribuidoras, Estados e organizações de consumo potenciais ações de comunicação. Entretanto, visando garantir maiores informações aos consumidores está em tramitação na Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro o projeto de lei nº 1148/2019 [29] que dispõe sobre a obrigatoriedade da divulgação da Tarifa Branca nas faturas mensais e sítios eletrônicos das empresas de energia elétrica.

Sendo assim, tende-se a crer que a nova modalidade tarifária será mais divulgada pelas distribuidoras por pressão da ANEEL e da sociedade. Dessa forma, os consumidores poderão usufruir com mais informações das vantagens da Tarifa Branca no tocante ao gerenciamento do consumo de energia.

5 PROPOSTAS DE GERENCIAMENTO ÓTIMO DA ENERGIA PARA OS CONSUMIDORES QUE PRETENDEM CONTRATAR A TARIFA BRANCA

Esta proposta visa incentivar os consumidores do Grupo B a aderirem a Tarifa Branca com o objetivo de desafogar o sistema elétrico brasileiro no horário de ponta, e assim evitar, o colapso do sistema, blecautes, e acionamento de geração das usinas térmicas, que encarecem o preço da energia.

Como já visto, a fraca divulgação da nova tarifa por parte das concessionárias de energia devido ao receio de perda de receita, e a incerteza dos consumidores quanto a economia advinda da migração tarifária tem sido os principais motivos da baixa adesão evidenciada.

A principal contribuição desta proposta é de elencar sugestões de gestão ótima da energia para os consumidores residenciais e comerciais enquadrados na Tarifa Branca. Por tanto, esta proposta deve ser realizada com a finalidade de incentivar a migração tarifária do consumidor residencial ou comercial para obter ganhos econômicos na conta mensal de energia, obtendo, assim, benefícios econômicos com a migração tarifária.

Sendo assim, a seguir serão apresentadas propostas que auxiliarão os consumidores para uma migração tarifária segura. Posteriormente, levando em consideração que os consumidores já estão enquadrados na Tarifa Branca, serão apresentadas medidas que quando tomadas, implicarão em uma gestão ótima e eficiente da energia, conseqüentemente, resultando em economia na conta mensal dos consumidores do grupo B.

5.1 PROPOSTAS DE AUXÍLIO NA ADEQUAÇÃO TARIFÁRIA DOS CONSUMIDORES ATENDIDOS EM BT

Da mesma forma que para os consumidores atendidos em média e alta tensão houve um período de incertezas quanto a viabilidade econômica que a migração para tarifas horo-sazonais traria, os consumidores aptos a aderir a Tarifa Branca enfrentam agora. Como já relatado, há fraca divulgação sobre a nova modalidade tarifária e pouco conhecimento sobre os possíveis benefícios que a migração tarifária traria aos consumidores.

Com o intuito de auxiliar os consumidores na migração tarifária, alguns serviços serão propostos a seguir.

5.1.1 ATUAÇÃO DE CONSULTORIAS

As empresas de consultorias especializadas em gestão de energia tiveram um papel importante na adequação tarifárias dos grandes consumidores de energia na década passada. Tendo em vista as incertezas dos consumidores referentes a viabilidade da Tarifa Branca, surge uma oportunidade no mercado para os engenheiros eletricitistas em empresas de consultorias, prestando assistência ao cliente durante os processos de implantação, medição e acompanhamento de resultados.

5.1.2 DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MONITORAÇÃO REMOTA DE ENERGIA

Como visto no Capítulo 2, plataformas de monitoramento de consumo de energia como a *Web Energy* oferecido pela Schneider Electric tem cumprido um papel importante na gestão de energia para grandes consumidores. Até o momento, não se tem exemplos de serviços parecidos para os consumidores atendidos em baixa tensão. O monitoramento de energia conforme os postos tarifários auxilia os consumidores a entender melhor o perfil de consumo e a adotar novos hábitos a partir dos dados gerados.

Sendo assim, este trabalho sugere o desenvolvimento de um sistema de monitoração remota de energia com comunicação *wi-fi/internet* para acompanhar o consumo em tempo real, oferecendo a possibilidade de gerenciamento energético e simulação de tarifas por parte dos clientes. Dessa forma, o consumidor pode conhecer as vantagens e desvantagens econômicas da migração tarifária. Sugere-se que esse sistema seja semelhante a plataforma *Web Energy* com acesso via site de internet e aplicativo de dispositivo móvel, garantindo ao cliente checar o consumo ao longo do dia e tomar medidas de gerenciamento imediatas e futuras.

5.1.3 SIMULAÇÃO DE CONSUMO

Com a finalidade de informar os clientes sobre a viabilidade econômica da migração para a Tarifa Branca de acordo com o perfil de consumo, algumas concessionárias de energia já disponibilizam simuladores de consumo de forma gratuita em seus sites. Algumas das distribuidoras que oferecem esse serviço são Energisa, Copel, Enel e Celpa. A simulação consiste selecionar os equipamentos elétricos e os horários de uso na unidade consumidora. A Figura 19 apresenta um resultado de simulação no site da Copel, em que a tarifa convencional é mais viável economicamente do que a Tarifa Branca.

Figura 19. Resultado de simulação de consumo - Copel



Fonte: <https://www.copel.com/scnweb/simulador/resultado.jsf>

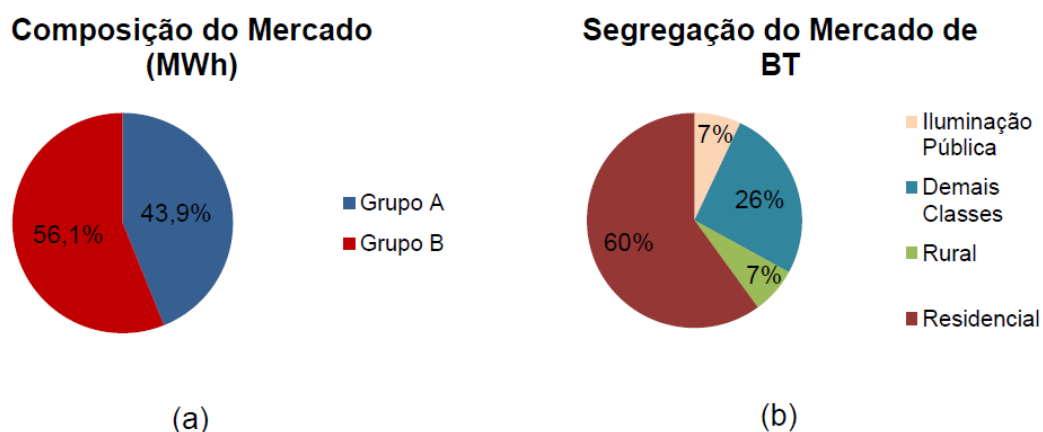
5.2 PROPOSTAS DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA EM BT

Como pode ser visto nos estudos realizados até o momento sobre a Tarifa Branca, os benefícios financeiros para os consumidores atendidos nessa nova modalidade tarifária só são sentidos naqueles que realizam esforços para alterar seus hábitos de consumo de energia para horários de menor custo. Na Tarifa Branca, nem todos os consumidores poderão ter benefícios e, eventualmente, alguns podem ter prejuízos, pois os resultados

dependem do horário de utilização dos equipamentos e da possibilidade de mudança de hábitos de consumo, fatores que podem variar entre os consumidores.

Os consumidores atendidos em BT são responsáveis pela maior demanda de recursos do setor de energia elétrica, como já foi abordado e é ilustrado na Figura 20(a). De acordo com a ANEEL (2010), em torno de 60% do mercado de BT é composto pela classe residencial, conforme mostra a Figura 20(b).

Figura 20. a) Composição do Mercado e b) Segregação do Mercado de BT



Fonte: ANEEL, 2010

Sendo assim, cabe aos consumidores atendidos em BT adotarem práticas de gerenciamento de energia elétrica que impliquem em benefícios econômicos oriundos da Tarifa Branca. Serão apresentados a seguir propostas de gerenciamento com o objetivo de diminuir o consumo de energia para os principais consumidores de BT: residencial e comercial.

5.2.1 CONSUMIDOR TIPO RESIDENCIAL

A maior parcela dos consumidores atendidos em baixa tensão é do tipo residencial, para esse tipo a migração para a Tarifa Branca pode não ser tão vantajosa. Isso se deve ao fato de alguns consumidores permanecerem fora das residências a maior parte do dia, quando a energia está com preço menor, e, nesse caso, a sua migração para

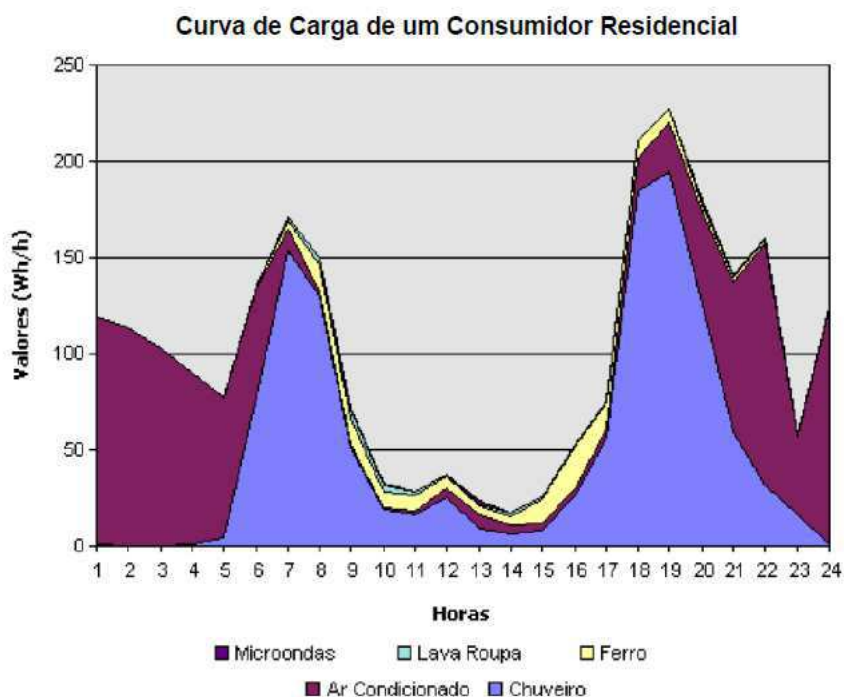
a nova tarifa seria ineficaz, dada a impossibilidade de migração horária do funcionamento dos eletrodomésticos.

Sendo assim, algumas alternativas para gerenciar o consumo de energia elétrica dos eletrodomésticos são apresentadas a seguir.

5.2.1.1 MODULAÇÃO DE CARGA E MUDANÇA DE HÁBITOS

Uma das práticas mais importantes para o consumidor residencial ter sucesso com a adesão da Tarifa Branca é a modulação da carga, ou seja, a operação de ligamento/desligamentos de eletrodomésticos com finalidade de garantir economia através do uso predominante no horário fora de ponta. A Figura 21 ilustra a curva de carga dos consumidores residenciais com os principais equipamentos gerenciáveis. A curva é composta pelas cargas de chuveiros elétricos, ar condicionado, ferro, micro-ondas e lavadora de roupas. Dessa forma, a modulação dessas cargas é imprescindível para a diminuição no valor da fatura de energia elétrica paga pelo consumidor residencial.

Figura 21. Curva de carga de um consumidor residencial típico considerando cargas gerenciáveis.



A mudança de hábitos de consumo é uma prática que deve ser seguida tanto pelo consumidor residencial como o comercial pra que haja efetiva economia na conta de energia. O consumidor deve ser consciente quanto aos horários de ligar/desligar determinadas cargas. A seguir serão listas algumas medidas de modulação de carga recomendadas:

- Evitar o uso desnecessário de lâmpadas no horário de ponta (sugere-se o uso de sensores de presença afim de cortar desperdício de consumo);

Figura 22. Sensor de presença.



Fonte: <https://www.viewtech.ind.br/>

- O uso de chuveiro elétrico deve ser restrito ao horário fora de ponta;
- Ventiladores e ar condicionado devem ser desligados no horário de ponta;
- Uso de dispositivos de gerenciamento energético, os quais devem desligar automaticamente durante os horários de ponta e intermediário;
- Não usar chuveiro elétrico no horário de ponta e usar temporizador para desligar o chuveiro e assim diminuir o tempo do banho;
- Uso de máquina de lavar apenas no horário fora de ponta;
- Uso de ferro elétrico apenas no horário fora de ponta;
- Preferência por ventiladores de baixa potência e evitar o uso quando não tiver pessoas no ambiente;
- Uso de geladeiras de baixo consumo;
- Desligamento de TV e ar condicionado quando não houver consumidor no cômodo.

Práticas como as listadas acima devem ser adotadas por consumidores enquadrados na nova modalidade tarifária que desejam ter benefícios econômicos na conta mensal de energia, caso contrário, a adesão da Tarifa Branca não será vantajosa e trará prejuízo ao cliente de energia que não diminuir drasticamente o consumo de energia nos horários de ponta e intermediário.

5.2.1.2 UTILIZAÇÃO DE TEMPORIZADORES ECONOMIZADORES ELÉTRICOS

Um temporizador é um dispositivo capaz de medir o tempo, sendo um tipo de relógio especializado. Ele pode ser usado para controlar a sequência de um evento ou processo. Temporizadores podem ser mecânicos, eletromecânicos, digitais, ou mesmo programas de computador, uma vez que os computadores contêm relógios. Existem diversos tipos de temporizadores disponíveis no mercado. Ainda existe uma diferenciação entre os tipos desses dispositivos com relação ao tempo de programação liga/desliga que pode ser desde segundos até dias, dependendo da necessidade. No caso de consumidores enquadrados na Tarifa Branca, os temporizadores farão a modulação de carga baseado nos horários de ponta, fora de ponta e intermediário. Dessa forma, ligando equipamentos no horário fora de ponta e desligando equipamentos nos horários intermediário/ponta.

Esses dispositivos são acoplados a sistemas de ar-condicionado, *freezers*, geladeiras, e máquinas de refrigeração em geral, como também em ventiladores, chuveiros, entre outros, promovendo economia de energia elétrica. Seu princípio baseia-se no acionamento inteligente dos compressores (no caso de sistemas de refrigeração), evitando que eles sejam acionados a qualquer momento, atuando de forma a reduzir seu consumo de energia elétrica em mais de 30%. São soluções simples, de baixo custo e que trazem um retorno financeiro para o consumidor, além de reduzir o consumo de energia, o que ajuda na preservação da natureza [30].

Temporizadores Economizadores ECONERGI

A Econergi Soluções Tecnológicas é uma empresa de Campina Grande, fundada em 2002, que possui toda uma estrutura de desenvolvimento, ensaios e produção de equipamentos que possam vir a facilitar o cotidiano das pessoas. É uma empresa que tem seu trabalho focalizado na elaboração, desenvolvimento e produção de sistemas e

equipamentos eletrônicos, como também para a prestação de consultoria, na área de economia de energia e recentemente, na área de eficiência da produção. Alguns produtos da ECONERGI são mostrados abaixo:

- ECONERGI modelo EA3 para aplicações em aparelhos de ar-condicionado de 10.000 à 12.000 BTU's com 40 Amperes, e 15.000 à 30.000 BTU's com 80 Amperes.

Figura 23. ECONERGI modelo EA3



Fonte: (FIQUEIRÊDO, 2008)

- ECONERGI modelo EA45 para aplicações em aparelhos de ar-condicionado de 7.000 à 8.500 BTU's.

Figura 24. ECONERGI modelo EA45



Fonte: (FIQUEIRÊDO, 2008)

- ECONERGI modelo EAP1 para uso em aparelhos como ventiladores e lâmpadas fluorescentes e incandescentes e ferro de engomar.

Figura 25. ECONERGI modelo EAP1



Fonte: (FIQUEIRÊDO, 2008)

- ECONERGI modelo EAP2 para uso em aparelhos de chuveiro elétrico, ventiladores e grandes áreas de iluminação fluorescentes.

Figura 26. ECONERGI modelo EAP2 (Ecodinmer de alta potência)



Fonte: (FIQUEIRÊDO, 2008)

- ECONERGI modelo EBP para uso em aparelhos de ventilador, ferro elétrico, secador de cabelo.

Figura 27. ECONERGI modelo EBP



Fonte: (FIQUEIRÊDO, 2008)

- ECONERGI modelo ER1 para uso em aparelhos de geladeira, freezer residencial e expositores.

Figura 28. ECONERGI modelo ER1



Fonte: (FIQUEIRÊDO, 2008)

- ECONERGI modelo ER3 para uso em aparelhos de freezer comercial e balcões frigoríficos e ar condicionados.

Figura 29. ECONERGI modelo ER3



Fonte: (FIQUEIRÊDO, 2008)

- ECONERGI modelo ERP para uso em aparelhos de geladeira, frigobar, gela-água e freezer.

Figura 30. ECONERGI modelo ERP



Fonte: (FIQUEIRÊDO, 2008)

- ECONERGI modelo TFD para uso em fotocélula diurna.

Figura 31. ECONERGI modelo TFD



Fonte: (FIQUEIRÊDO, 2008)

- ECONERGI modelo TFN para uso em fotocélula noturna.

Figura 32. ECONERGI modelo TFN



Fonte: (FIQUEIRÊDO, 2008)

5.2.1.3 ALTERNATIVAS DE DIMINUIÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA PARA CHUVEIRO ELÉTRICO

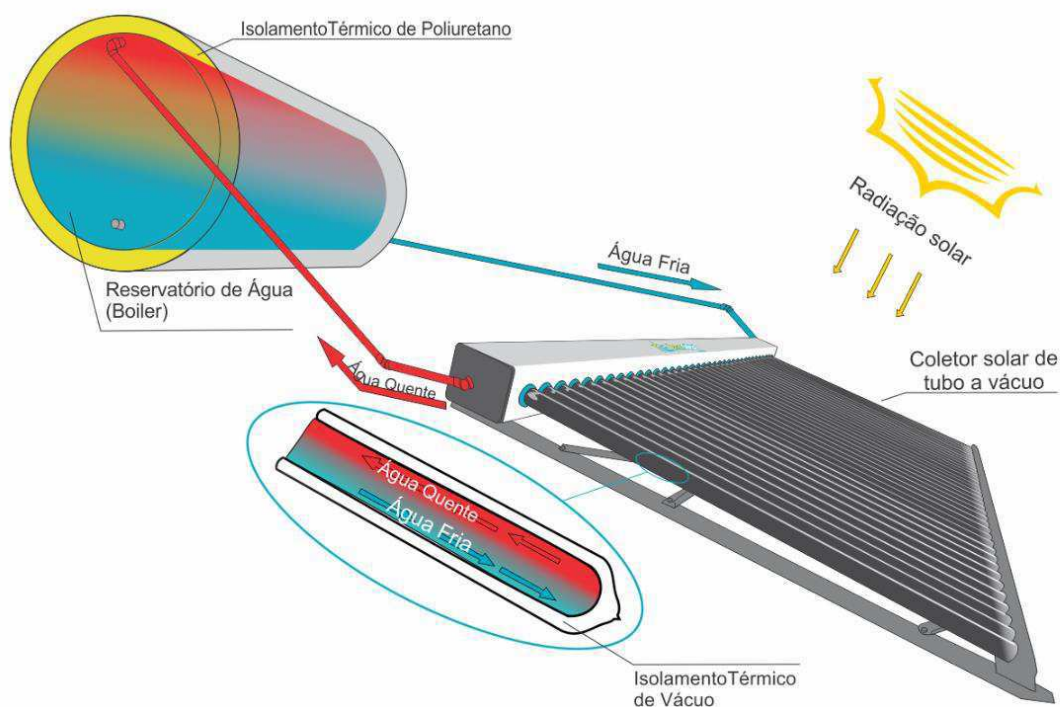
O uso do chuveiro elétrico tem sido o grande vilão na conta de energia do consumidor residencial, estudos apontam que um chuveiro elétrico típico usa menos de 5% da disponibilidade energética que consome, e o resto desperdiça-se [32]. Deste modo, alternativas de diminuição de consumo por parte deste equipamento são importantes, sendo elas: Uso de aquecedor solar, de controlador de potência (Dimmer) e sistema trocador de calor.

- **Aquecedor Solar**

O aquecedor solar para chuveiro funciona a partir da captação de radiação solar e de sua transformação em energia térmica. Para tanto, ele precisa de três componentes: as placas coletoras, o reservatório térmico e o sistema auxiliar de aquecimento, vide Figura 33. As placas coletoras são responsáveis pela captação de radiação solar. Depois que água é aquecida, ela é encaminhada pela tubulação até o reservatório térmico,

componente que garante a manutenção da temperatura armazenada. O sistema auxiliar de aquecimento pode ser elétrico ou a gás, ele é acionado automaticamente sempre que a temperatura da água no reservatório fica abaixo do ideal para consumo, geralmente no inverno ou nos dias nublados [33]. Por conseguinte, o consumidor que adquire um aquecedor solar não precisa manter um chuveiro elétrico em casa, a não ser que o equipamento não conte com um sistema auxiliar de aquecimento.

Figura 33. Sistema de aquecimento solar.

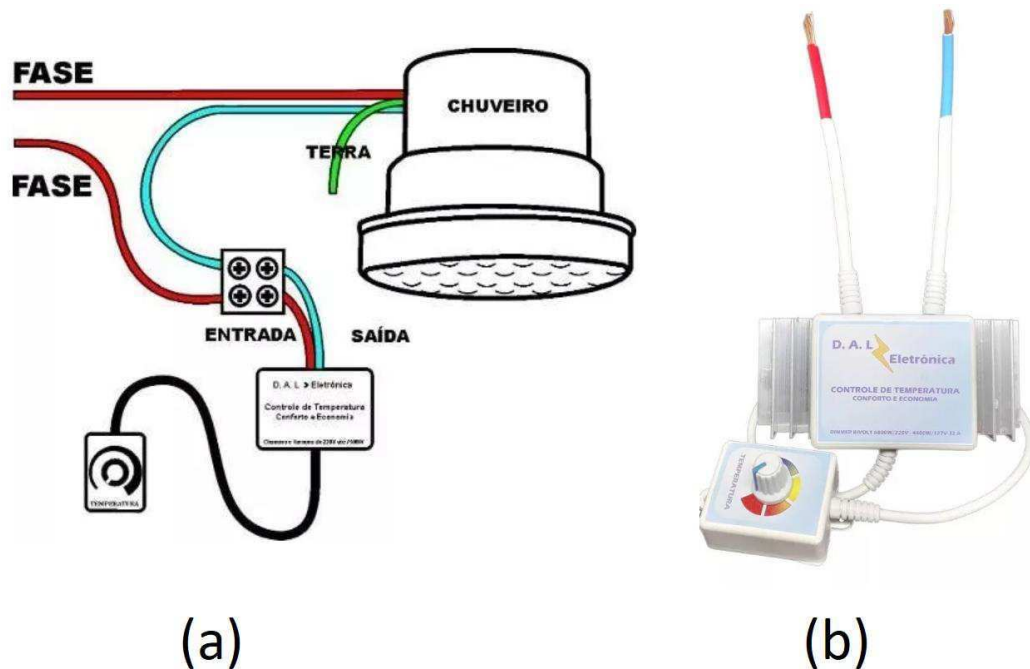


Fonte: <https://blog.brassolar.com.br/5-dicas-de-instalacao-de-aquecedor-solar/>

- **Uso de Controlador de Potência (Dimmer)**

Existe no mercado controladores de potência (Dimmer) que acoplados junto ao chuveiro elétrico tem a finalidade de fornecer melhor controle de temperatura. Este dispositivo tem um papel importante na economia de energia e melhor utilização da mesma, garantindo que o usuário estabeleça a potência precisa desejada. A Figura 34 ilustra o esquema de instalação do controlador de potência e um exemplo de Dimmer encontrado no mercado.

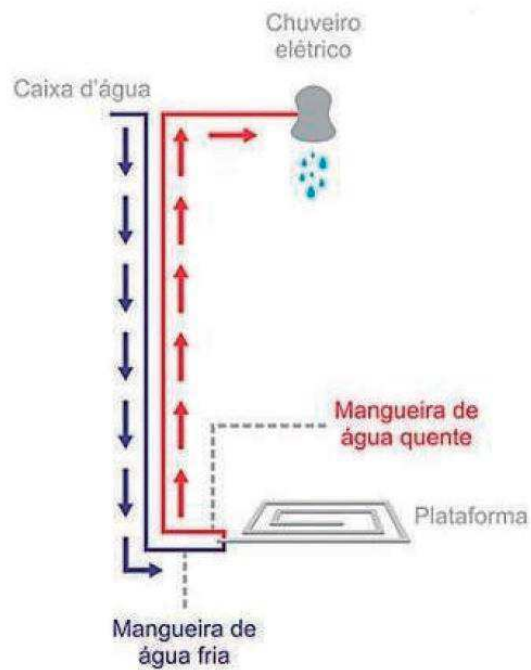
Figura 34. (a) Esquema de instalação do Dimmer (b) Exemplo de Dimmer encontrado no mercado.



- **Uso de Trocador de Calor para Aquecimento de Água**

O trocador de calor é o dispositivo usado para realizar o processo da troca térmica entre dois fluidos em diferentes temperaturas. O produto tem como princípio de funcionamento o reaproveitamento de calor gerado pela água utilizada no banho, através de uma placa estruturada de aço inoxidável cuja água que irá atender o chuveiro circula internamente nesta, ou seja, a parede de metal transfere calor da água da água do banho, externo ao corpo da placa estruturada (que seria desperdiçada), e com isso permitindo com que a temperatura inicial de admissão ganhe de 6 a 12°C. A Figura 35 apresenta o sistema de funcionamento do Trocador de Calor. [32]

Figura 35. Sistema de troca térmica do Trocado de Calor



Fonte: DETERS, 2017

O trocador de calor é produzido com materiais nobres e duráveis, fruto do desenvolvimento de um sistema para banhos prático e viável [32]. A Figura 36 apresenta o modelo de trocador de calor utilizado para recuperar calor junto ao chuveiro elétrico.

Figura 36. Plataforma de aço inoxidável do Trocado de Calor



Fonte: DETERS, 2017

5.2.2 CONSUMIDOR TIPO COMERCIAL

A segunda maior parcela dos consumidores atendidos em baixa tensão é do tipo comercial, o qual tem perfil de consumo mais adequado para o enquadramento na Tarifa Branca. Isso se deve ao fato de que muitos estabelecimentos funcionam em horário comercial, período do dia majoritariamente incluso no horário fora de ponta com menor preço de energia elétrica.

Dessa forma, a seguir serão apresentadas algumas alternativas para gerenciar o consumo de energia elétrica dos equipamentos além das que já foram abordadas

5.2.2.1 SUBSTITUIÇÃO DE LÂMPADAS OBSOLETAS POR LÂMPADAS LED

LED (*Light Emitting Diode*) é um componente eletrônico que gera luz com baixo consumo. As lâmpadas LED necessitam de uma menor quantidade de potência para gerar o mesmo fluxo luminoso de uma lâmpada incandescente, e não utiliza reator. Estes são alguns dos benefícios que as lâmpadas LED apresentam:

- Qualidade de luz visivelmente confortável;
- Baixa geração de calor;
- Não emite raios ultravioleta e infravermelho;
- Possibilidade de troca de lâmpada incandescente por LED, pois as bases das lâmpadas são do mesmo tamanho;
- Economia de até 80% em comparação com as lâmpadas incandescentes;
- Maior durabilidade em comparação com outras lâmpadas.

Diferentemente das lâmpadas comuns, as lâmpadas LED não possuem filamento, o que faz com que elas durem mais por não produzirem tanto calor quanto as lâmpadas que usam estes filamentos. Dessa forma, a substituição das lâmpadas obsoletas por lâmpadas LED é uma boa solução para diminuir o consumo de energia em estabelecimentos comerciais.

Figura 37. Lâmpada LED



Fonte: www.blogdecorwatts.com.br

5.2.2.2 USO DE AR CONDICIONADOS EFICIENTES

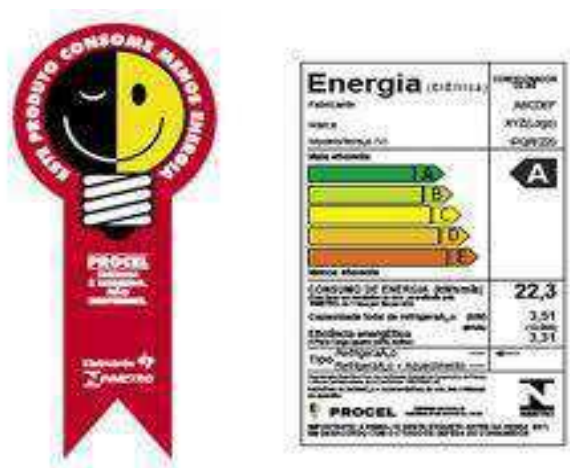
O condicionamento do ar consiste no controle simultâneo de temperatura, umidade, movimento e pureza do ar de recintos fechados. Este sistema é geralmente utilizado para proporcionar sensação de conforto às pessoas, climatizar ambientes cujas atividades requerem um controle rígido de uma ou mais características do ar como em centros de computação e hospitais.

O sistema de ar condicionado pode responder por 30 a 50% do consumo de energia elétrica em construções não industriais (edifícios comerciais, *shopping centers*, etc). Dessa forma, a escolha de produtos com o Selo PROCEL é de grande importância para garantir um menor e mais eficiente consumo.

O Selo PROCEL de Economia de Energia, apresentado na Figura 35, tem como finalidade ser uma ferramenta simples e eficaz que permite ao consumidor conhecer, entre os equipamentos e eletrodomésticos à disposição no mercado, os mais eficientes e que consomem menos energia.

Os aparelhos contemplados com o selo PROCEL A, possuem o melhor índice de eficiência energética da sua categoria. Ao utilizar um produto com este selo preferencialmente no horário fora de ponta, o consumidor enquadrado na Tarifa Branca garantirá economia na conta de energia elétrica.

Figura 38. Selo PROCEL



Fonte: PROCEL/Eletrabrás

O uso de ar condicionados com novas tecnologias que os tornam mais eficientes é uma boa medida de economia de energia. O principal destaque com relação à tecnologia em ar condicionado fica por conta do modelo Split Inverter, pois conta com um mecanismo que controla a velocidade de compressão do aparelho. Assim, ele tem a capacidade de reduzir, e não apenas desligá-lo, o que ajuda a manter a temperatura do ambiente por mais tempo sem gerar picos de consumo elétrico. A economia de energia com um ar condicionado inverter pode chegar a até 40% [34].

Figura 39. Exemplo de Ar Condicionado eficiente do tipo Split Inverter para aplicação comercial.



Fonte: <https://www.webcontinental.com.br/>

5.2.2.3 SUBSTITUIÇÃO DE AR CONDICIONADOS POR CLIMATIZADORES POR EVAPORAÇÃO

O climatizador evaporativo é uma alternativa interessante para resfriar o ambiente sem aumentar demais os custos mensais na conta de energia. Este aparelho de resfriamento surge como uma solução viável que além de utilizar menos energia elétrica, deixa o ar mais úmido e ainda renova o ar não fazendo uso de nenhum gás, pois, como o próprio nome sugere, o princípio físico de funcionamento do aparelho é por evaporação da água que pode garantir um resfriamento de até 12° C [35].

Figura 40. Exemplo de climatizador evaporativo com aplicação em estabelecimentos comerciais.



Fonte: <https://www.ecobrisa.com.br/>

Levando-se em consideração a economia de energia, e conseqüentemente, o custo de utilização, os climatizadores demonstram um diferencial quando comprados. Seu custo de operação chega a ser nove vezes menor, o que, mesmo trocando-se os aparelhos convencionais por climatizadores, retornariam o capital investido em aproximadamente 1 ano [35]. Deste modo, a substituição de ar condicionado por climatizadores evaporativo configura-se uma alternativa viável para os consumidores comerciais que atendidos na Tarifa Branca visam diminuir o consumo no horário de ponta e intermediário.

Além das vantagens econômicas na conta de energia, o climatizador evaporativo não requer que o ambiente fique fechado, proporcionando uma renovação do ar e permitindo manter janelas e portas abertas, ideal para lojas e restaurantes, pois ajuda a neutralizar odores. Porém, o climatizador evaporativo não é a melhor opção em alguns casos, como ambientes em que é necessário um rigoroso controle da temperatura, ou então ambientes em que uma umidade relativa do ar alta seria prejudicial, como no caso de laboratórios de informática.

5.2.2.4 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

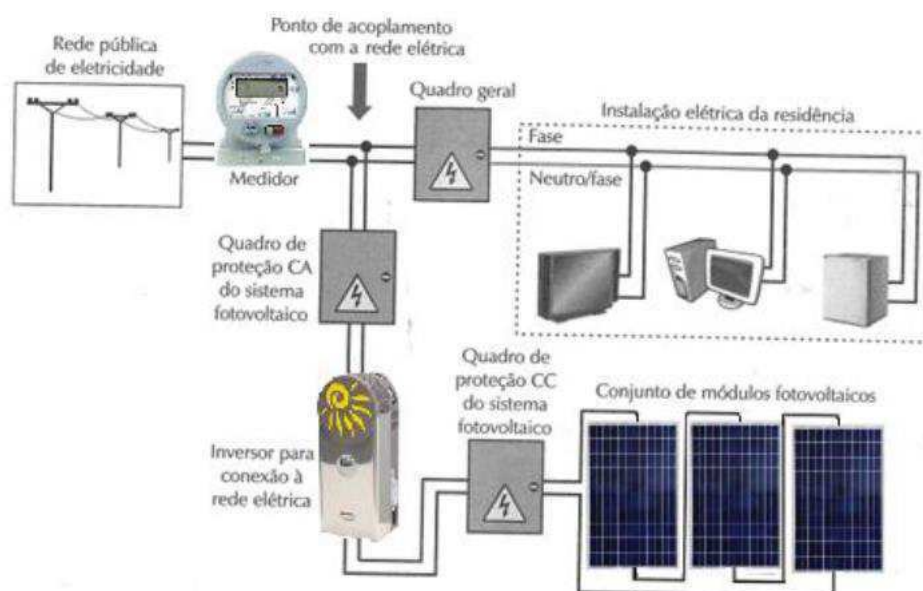
De acordo com o Ministério de Minas e Energia [36], geração distribuída é a geração de energia, abrangendo eletricidade e outros energéticos, localizada próxima ao consumidor final, cuja instalação objetiva seu atendimento prioritário, podendo ou não gerar excedentes energéticos comercializáveis para além das instalações do consumidor.

A geração distribuída pode ser classificada por grandeza de potência dos sistemas: grande, médio ou pequeno porte. Enquanto, em geral, as unidades de grande porte estão associadas fortemente à lógica industrial, a geração distribuída de menor porte apresenta uma lógica mais vinculada à realidade de residências e do setor comercial.

Os sistemas conectados à rede elétrica operam em paralelismo com a rede de eletricidade. O objetivo da proposta é atuar como geração de energia reserva (*backup*) que será utilizada nos horários em que o custo tarifário é elevado, horário de ponta e intermediário. Dessa forma, reduzindo o consumo da rede pública ou mesmo produzir excedentes de energia que geram créditos junto a concessionária.

Um sistema fotovoltaico típico de microgeração conectado à rede elétrica de um estabelecimento comercial, por exemplo, é composto de um conjunto de módulos fotovoltaicos, um inversor para conexão à rede, quadros elétricos e um medidor bidirecional [37]. A Figura 41 ilustra a organização e componentes deste sistema.

Figura 41. Componentes de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica.



Fonte: CRUZ, 2015

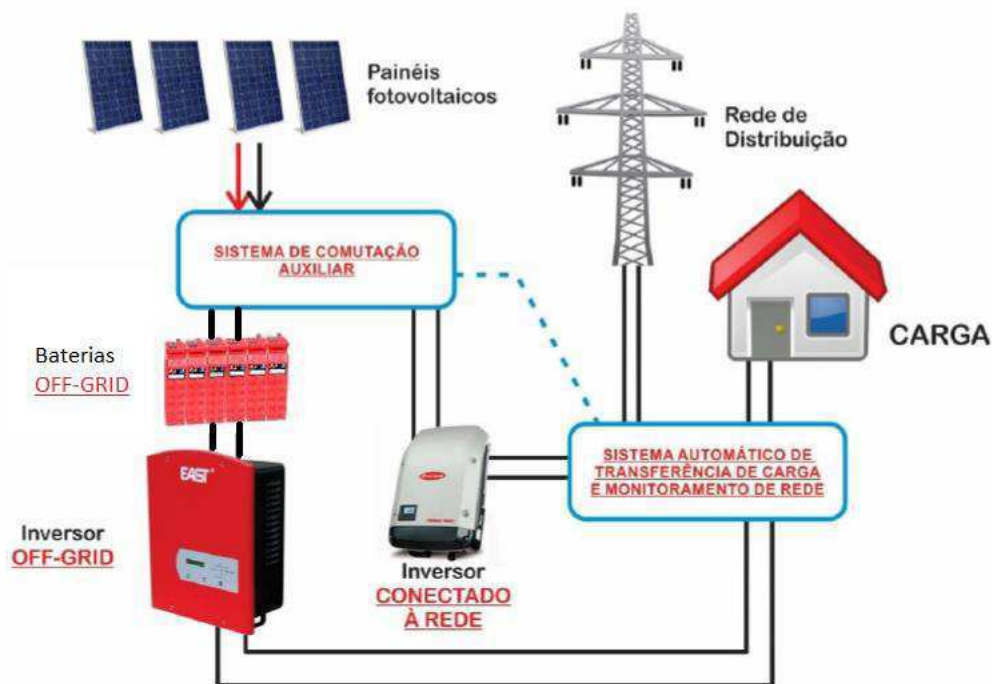
O sistema apresentado na Figura 41 é conectado à rede e dispensa o uso de acumuladores, pois a energia por ele produzida pode ser consumida diretamente pela

carga, ou injetada diretamente na rede elétrica convencional, para ser consumida pelas unidades consumidoras conectadas ao sistema de distribuição [38].

Entretanto, a primeira proposta para ser utilizada juntamente com a Tarifa Branca é o sistema de microgeração de energia fotovoltaica com baterias que funciona com a aplicação de dois sistemas: *on-grid* e *off-grid*. O primeiro é ligado diretamente a rede, como representado na Figura 41, já o segundo é um sistema autônomo, que não tem contato com a rede de distribuição.

Além dos equipamentos comuns aos sistemas fotovoltaicos e eólicos, destaca-se a presença de acumuladores no sistema *off-grid*. Diferentemente do sistema *on-grid*, as baterias vão acumular a carga para que seja utilizada a energia em momentos que não haja geração de energia como em dias nublados e a noite, horários de ponta e intermediário com custo de energia da rede elevado. O sistema *on grid/off grid* com baterias é ilustrado na Figura 42.

Figura 42. Sistema proposto *on grid/off grid* com baterias.



Fonte: OLIVEIRA(ADAPTADO), 2016

De acordo com Oliveira [38], é importante um sistema de transferência de carga entre fontes para compensação financeira nos horários de ponta, justo o que se propõe neste trabalho.

O elemento principal de um sistema de transferência automática é a chave de transferência automática, esta por sua vez é basicamente um interruptor que interliga eletricamente uma determinada carga entre duas fontes. Estas chaves podem ser manuais,

onde o operador faz a comutação entre as fontes disponíveis, ou automática, através dos QTA's (Quadros de Transferência Automática) também conhecidos por ATS (*Automatic Transfer Switch*) e que pode ser controlada por temporizadores programados para fazer a comutação nos horários de ponta.

De acordo com o trabalho de Oliveira [38], os QTA's fazem simplesmente a comutação entre uma fonte ou outra para alimentar a carga, bastante semelhante ao sistema manual, todavia com a utilização de sensores para tornar o sistema automático. Muitos modelos apresentam o seu chaveamento baseado em contadores, que possuem boa robustez e custo atraente, podendo agregar os seguintes recursos:

- Comutação em horários pré-definidos (comutando para alimentação pelo gerador em horários de ponta e intermediários, o que é interessante para o consumidor na Tarifa Branca);
- Comutação para fonte secundária em caso de falha na fonte primária (e vice-versa);
- Ajuste de tempo de comutação;
- Operação manual.

Figura 43. Exemplo de QTA com acionamento por contadores.

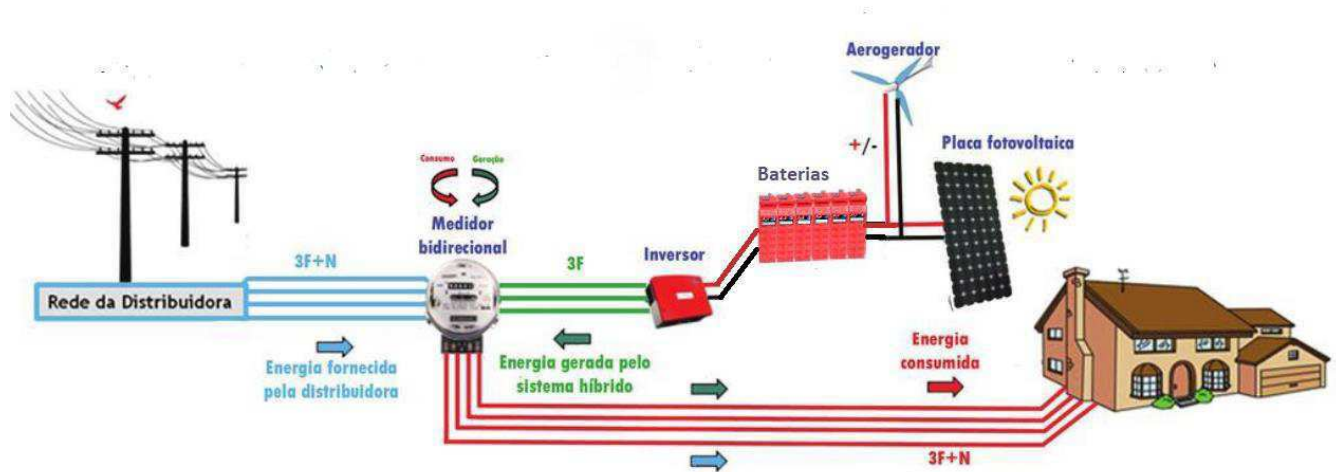


Fonte: OLIVEIRA, 2016

A segunda proposta é um sistema híbrido de fontes renováveis (fotovoltaica e eólica) com baterias conectado à rede (*on grid*). Este sistema proposto se torna vantajoso para o consumidor comercial que aderir a Tarifa Branca, pois durante o horário fora de ponta as cargas elétricas do estabelecimento são alimentadas pela rede de distribuição

com baixo custo de energia, e nos horários intermediário e de ponta a alimentação é feita por baterias que acumulariam a energia gerada pelo sistema de geração híbrida, podendo ser tanto pela conversão da energia fotovoltaica como da energia eólica. A Figura 44 ilustra o segundo sistema proposto.

Figura 44. Sistema híbrido com baterias em compartilhamento com a rede.



Fonte: VASCONCELOS et al., 2016 (ADAPTADO)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da energia elétrica de forma consciente vem sendo uma prática utilizada pelos consumidores brasileiros a partir da crise energética na década passada e devido às políticas públicas adotadas no setor elétrico. Dentre elas, estão o incentivo a migração do consumo de energia elétrica para o horário fora de ponta através das tarifas horo-sazonais.

No presente Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado uma análise sobre a atual implementação da Tarifa Branca no Brasil e uma proposta de gerenciamento ótimo energético objetivando garantir a economia dos consumidores residenciais e comerciais enquadrados nessa nova tarifa.

Inicialmente foi apresentado todo o contexto histórico que culminou na adoção de tarifas horo-sazonais dos consumidores industriais do Grupo A com a finalidade de desafogar o horário de ponta do sistema elétrico brasileiro. Ao passo que novas modalidades tarifárias surgiram, veio o advento de novas tecnologias de monitoração e controle de energia, propiciando ao consumidor uma migração tarifária mais segura e uma melhor forma de gerenciar o consumo energético.

Tendo em vista o caso dos consumidores de AT, foi introduzido o contexto histórico que levou a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) a propor a primeira modalidade tarifária de perfil horo-sazonal, a Tarifa Branca. Esta nova tarifa foi explanada, bem como o seu cronograma de implantação.

Ficou evidenciado que apesar da intenção da ANEEL em diminuir a demanda de energia no horário de pico com a proposta da Tarifa Branca para consumidores do Grupo B, a adesão dessa nova modalidade tarifária tem sido aquém do desejado. A fraca divulgação e as receios de perda de receita por parte das concessionárias de energia tem sido os principais motivos para a baixa adesão evidenciada.

Este trabalho tem como um dos seus objetivos principais incentivar a adesão da Tarifa Branca pelos consumidores do Grupo B visando desafogar o horário de ponta do sistema elétrico brasileiro e assim evitar o colapso do sistema, blecautes e acionamento de geração em usinas térmicas que encarecem o preço da energia.

A principal contribuição deste trabalho foi elencar propostas de gestão ótima da energia para consumidores residenciais e comerciais enquadrados na Tarifa Branca. Portanto, este trabalho foi realizado visando incentivar a migração tarifária do

consumidor residencial ou comercial para obter ganhos econômicos na conta mensal de energia, isto é, benefícios econômicos com a migração tarifária.

Dessa forma, foram propostos:

- Uso de equipamentos temporizadores e redutores de potência para reduzir o consumo nos horários de ponta e intermediário;
- Mudanças de hábitos de consumo para evitar o consumo de energia nos horários de maior valor;
- Uso de dispositivos de gerenciamento energético que desligam cargas automaticamente durante os horários de ponta e intermediário;
- Uso de sistemas de monitoração remota de energia para gerenciamento energético e simulação de tarifas;
- Sistemas automatizados e temporizados para desligar cargas como chuveiro elétrico, máquina de lavar, ferro elétrico;
- Uso de equipamentos eficientes como geladeira e ar condicionado;
- Uso de aquecedor solar, controlador de potência e sistema trocador de calor como alternativas para diminuir ou eliminar o consumo de energia por chuveiro elétrico;
- Uso de lâmpadas LED na iluminação;
- Substituição de ar condicionado por climatizadores evaporativos;

A adesão da Tarifa Branca não será vantajosa, pelo contrário, trará prejuízo ao cliente de energia caso não tome as devidas providências de diminuir drasticamente o consumo de energia nos horários de ponta e intermediário.

Foi proposto o desenvolvimento de um sistema de Monitoração Remota de energia com comunicação *Wi-Fi* e internet para acompanhar o consumo em tempo real para gerenciamento energético e simulação de tarifas, e assim, mostrar ao consumidor as vantagens ou desvantagens econômicas da migração tarifárias.

Finalmente foi proposto um sistema híbrido de geração distribuída com do tipo fotovoltaico e eólico com o uso de baterias ou acumuladores que injetam energia no horário de ponta. Esse sistema funciona de forma *on grid*, ou seja, em paralelo com a rede de distribuição de energia, em que o custo de energia é mais elevado.

BIBLIOGRAFIA

[1] GOLDENBERG, José; PRADO, Luiz Tadeu Siqueira. Reforma e crise do setor elétrico no período FHC. **Tempo social**, v. 15, n. 2, p. 219-235, 2003.

[2] SROUR, Sandra. **A reforma do estado e a crise no setor de energia elétrica: uma visão crítica do caso brasileiro**. 2005. Tese de Doutorado.

[3] SAUER, Ildo. **Um novo modelo para o setor elétrico**. São Paulo: USP-Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, 2002.

[4] PIRES, José Claudio Linhares; GOSTKORZEWICZ, Joana; GIAMBIAGI, Fabio. O cenário macroeconômico e as condições de oferta de energia elétrica no Brasil. p. 36-37, 2001.

[5] ENGECOMP. **Quer economizar energia?** 2019. Disponível em: <https://engecomp.com.br/novidades/f/quer-economizar-energia>. Acesso em: 04 nov. 2019.

[6] ANALO SISTEMAS DE ENERGIA. **Gerenciador de Energia**. 2019. Disponível em: http://www.analo.com.br/produtos_gerenciador_de_energia.htm. Acesso em: 04 nov. 2019.

[7] ANALO SISTEMAS DE ENERGIA. **Gerenciador de Conexão 14522 - Ethernet**. 2019. Disponível em: http://www.analo.com.br/produtos_gerenciador_de_energia.htm. Acesso em: 04 nov. 2019.

[8] GESTAL. **Smart Gate M**. 2019. Disponível em: <http://www.gestal.com/produtos/smart-gate-m>. Acesso em 05 nov. 2019.

[9] MOURA, Luiz A. S. **Análise e Composição da Tarifação de Energia Elétrica e Avaliação da Implementação da Tarifa Branca**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2018.

[10] PROCEL, ELETROBRAS. Manual de tarifação de energia elétrica. **Rio de Janeiro**, 2011.

[11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. **O que é uma ESCO?**. 2019. Disponível em: <http://www.abesco.com.br/pt/o-que-e-uma-empresa-esco/>. Acesso em: 10 nov. 2019.

[12] CCK. **Gerenciamento de Energia**. 2019. Disponível em: <http://www.cck.com.br/artigos/gerenciamento.php>. Acesso em: 10 nov. 2019.

[13] COSTA, Alafim S. **Geração na Ponta: Solução Energética Para o Horário de Pico**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, 2011.

[14] FIGUEIRÓ, Iuri Castro et al. **A tarifa horaria para os consumidores residenciais sob o foco das Redes Elétricas Inteligentes-REI**. 2013.

[15] LAMIN, Hugo. **Medição eletrônica em baixa tensão: aspectos regulatórios e recomendações para implantação**. 2009.

[16] SANTOS, Laura Lisiane Callai dos et al. **Metodologia para análise da tarifa branca e da geração distribuída de pequeno porte nos consumidores residenciais de baixa tensão**. 2014.

[17] LAMIN, Hugo. **Medição eletrônica em baixa tensão: aspectos regulatórios e recomendações para implantação**. 2009.

[18] _____. **Nota Técnica nº 362/2010**. Estrutura Tarifária para o serviço de distribuição de energia elétrica – Sinal econômico para a baixa tensão. ANEEL, 2010d. Disponível

em:http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2010/120/documento/nota_tecnica_n%C2%BA_362_2010_sre-srd-aneel.pdf. Acesso em: 14 de nov. de 2019

[19] _____. **Resolução Normativa no 479**, de 3 de abril de 2012b. Altera a Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010, que estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. Disponível

em:
<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2011/049/resultado/ren2012479.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2019.

[20] SCHIO, Gustavo Rossini et al. **Tarifa Branca no Brasil: estudo de caso para o consumo residencial da região Sudeste**. 2018.

[21] ENERGISA. **Tarifa branca beneficiará apenas clientes que consomem mais energia fora dos horários de pico**. 2019. Disponível em:
<https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/sua-conta/tarifa-branca.aspx>. Acesso em: 16 nov. 2019.

[22] _____. **Resolução Normativa nº 733**, de 06 de setembro de 2016b. Estabelece as condições para a aplicação da modalidade tarifária horária branca. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2016733.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2019.

[23] AGÊNCIA NACIONAL DE ENGENHARIA ELÉTRICA. **Saiba mais sobre a Tarifa Branca**. 2019. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/tarifa-branca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=2&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=14788022&_101_type=content&_101_groupId=654800&_101_urlTitle=tarifa-branca-perguntas&inheritRedirect=true. Acesso em: 21 nov. 2019.

[24] LEITE, D. R. V.; OLIVEIRA, M. A. G. **Análise de Custos e Benefícios da Aplicação de Tarifas Horárias em Baixa Tensão**. Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos (SBSE), 2010.

[25] SANTOS, P. E. S. et al. Simulação do Impacto da Aplicação das Tarifas Brancas no Equilíbrio Econômico Financeiro das Distribuidoras de Energia Elétrica. **Anais do XX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica (SENDI)**, v. 22, 2012.

[26] COLLET, Luciana. Tarifa branca de energia tem adesão de menos de 1% do potencial no primeiro ano de vigência. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, 01 fev. 2019. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,tarifa-branca-de-energia-tem-adesao-de-menos-de-1-do-potencial-no-primeiro-ano-de-vigencia,70002702450>. Acesso em: 20 nov. 2019.

[27] SALES, Higor Araujo et al. **Inserção da tarifa branca no estado do Rio Grande do Norte**. 2018.

[28] ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CONSUMIDORES DE ENERGIA. **Desconhecimento inibe adesão à Tarifa Branca**. 2019. Disponível em: <http://www.anacebrasil.org.br/noticias/desconhecimento-inibe-adesao-a-tarifa-branca/>. Acesso em: 23 nov. 2019.

[29] RIO DE JANEIRO. Assembleia Legislativa. Projeto de Lei Nº 1148/2019 de 21 de agosto de 2019 que dispõe sobre a obrigatoriedade da divulgação da Tarifa Branca nas faturas mensais e sítios eletrônicos das empresas de energia elétrica situadas no estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/scpro1923.nsf/18c1dd68f96be3e7832566ec0018d833/dbbded468d9dfb1d8325845d007ff946?OpenDocument>. Acesso em: 23 nov. 2019. Texto Original.

[30] TEMPORIZADORES, 2012. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfUwQAG/temporizadores>. Acesso em: 29 de Novembro de 2019.

[31] FIGUEIRÊDO, André M. **Econergi – Indústria, Comércio e Serviços**. Relatório de Estágio (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Campina Grande – Campina Grande – PB, 2008.

[32] REVISTA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. Brasília: ANEEL, Julho de 2017, p. 19. Versão online. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/documents/656877/15495819/Revista+de+Efici%C3%Aancia+Energ%C3%A9tica+PEE+-+2017.pdf/ec81860f-4f80-f2d3-3692-1dc24f556e17?version=1.0>. Acesso em 04 dez. 2019

[33] KISOLTEC AQUECEDOR SOLAR. **Saiba como funciona um aquecedor solar para chuveiro!** 2019. Disponível em: <https://blog.kisoltec.com.br/saiba-como-funciona-um-aquecedor-solar-para-chuveiro/>. Acesso: 05 dez. 2019.

[34] MENDES, Vinícius C.; REYES, Luis R. M. Guia para a escolha do ar condicionado eficiente. Campina Grande – Paraíba, 2015.

[35] LOPES, Alexandre Octávio R.; DA COSTA GABARRA, Guilherme R.; LIMA, Bruno W. Fontes. Ar condicionado versus climatizadores por evaporação. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v. 2, n. 2, 2006.

[36] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2023**. Brasília, p. 434. 2014

[37] CRUZ, Daniel Tavares. **Micro e minigeração eólica e solar no Brasil: propostas para desenvolvimento do setor**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

[38] OLIVEIRA, Felipe de. **Projeto de um subsistema para a transferência de carga para usinas de microgeração fotovoltaica**. 2016.