

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

TAMIRES CARDOSO PEREIRA

ADEQUAÇÃO TARIFÁRIA EM FÁBRICAS DE RAÇÃO

**VIÇOSA – MG
2019**

TAMIRES CARDOSO PEREIRA

ADEQUAÇÃO TARIFÁRIA EM FÁBRICAS DE RAÇÃO

Relatório final, apresentado a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências, para obtenção do título de Engenheira Agrícola e Ambiental.

VIÇOSA – MG


2019

TAMIRES CARDOSO PEREIRA


ADEQUAÇÃO TARIFÁRIA EM FÁBRICAS DE RAÇÃO

Relatório final, apresentado a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências, para obtenção do título de Engenheira Agrícola e Ambiental.

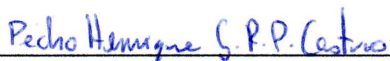
APROVADO: 05 de julho de 2019.



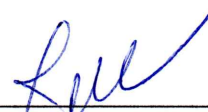
Profa.: Fernanda Campos de Sousa
(Membro)
(UFV)



Prof.: Joao Victor Pereira
(Membro)
(UFV)



Pedro Henrique Rigueira Castro
(Coorientador)
(UFV)



Prof.: José Marcio Costa
(Orientador)
(UFV)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir chegar até aqui, é a ele toda honra e toda glória por cada batalha vencida, sem ele nada teria sido possível.

Agradeço aos meus pais e irmã, por todos os ensinamentos e possibilidades dadas a mim para essa conquista, sei o quanto eles se orgulham.

Ao Prof. José Márcio Costa, que foi muito além de um professor e se tornou um amigo, por todos os ensinamentos acadêmicos, pelas lições de vida, conversas motivadoras, por toda a compreensão em momentos difíceis e a importância da crença na palavra de Deus.

Ao Pedro Castro e Delly Oliveira pela orientação neste trabalho e por todos os ensinamentos.

E por último para não ser injusta com aqueles aqui não citados, só tenho a agradecê-los, pelo companheirismo, e compreensão dos meus impedimentos, na certeza da importância de suas colaborações na construção deste trabalho. Muito Obrigada!

RESUMO

Perante a elevada demanda no setor industrial, práticas para adequação do uso de energia elétrica assumem presença significativa na literatura. O consumo de energia elétrica é tarifado de acordo com a estrutura regulamentadora da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), e se relaciona com o objetivo proposto neste trabalho. De posse das faturas de energia emitidas pela concessionária local, foi possível fazer o levantamento histórico de dados de demanda e consumo de duas fábricas de ração no período de um ano, e propor um método estimativo de análise e adequação das modalidades tarifárias observadas nas fábricas. Para a estimativa, foram consideradas as regulamentações vigentes, horários de consumo, grupos e subgrupos, classes e subclasses de consumidores e as condicionantes específicas a cada modalidade. Após a análise, foi possível propor uma adequação da demanda contratada e também analisar as vantagens da migração para o mercado livre de energia elétrica. Após aplicação dos métodos estudados, foi possível chegar a uma economia superior a R\$30.000,00 no período de um ano.

Palavras-chave: Distribuição de Energia Elétrica. Eficiência Energética. Mercado Livre de Energia Elétrica. Modalidade Tarifária. Tarifação de Energia Elétrica.

ABSTRACT

Given the high electricity demand in the industrial sector, measures to optimize electric energy use are widely studied across the globe. The consumption of electric energy is charged according to the regulatory structure of the National Electric Energy Agency (ANEEL) and this is related to the goal of this work. With the energy bills issued by the local energy supplier, it was possible to carry out a historical survey of demand and consumption data from two feed mills in a period of one year, and to propose an estimative method of analysis and adjustment of the tariffs observed in the factories. For the estimation, the current state regulations, consumption schedules, groups and subgroups, classes and subclasses of consumers and the conditioners specific to each modality were considered. After the analysis, it was possible to propose an adequacy of demand to be hired and also to analyze the advantages of migrating to the free energy market. After applying the methods studied, the estimated economy was of over R\$ 30.000,00 in one year.

Keywords: Electric Energy Tariff. Electric Power Distribution. Electric Energy Free Market. Energy Efficiency. Tariff Modality.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 8 |
| 2. OBJETIVO..... | 10 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 11 |
| 3.1 GRUPOS E CLASSES DE CONSUMO | 11 |
| 3.1.1 Grupos..... | 11 |
| 3.1.2 Classes | 11 |
| 3.1.3 Modalidades tarifárias | 12 |
| 3.1.4 Estrutura tarifária das concessionárias | 15 |
| 3.2 MERCADO LIVRE DE ENERGIA | 16 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS..... | 18 |
| 4.1 AQUISIÇÃO DE DADOS | 18 |
| 4.2 MÉTODOS PARA ADEQUAÇÃO | 18 |
| 4.2.1 Definição das variáveis | 18 |
| 4.2.2 Variáveis da fatura | 19 |
| 4.3 MÉTODOS PARA OS CÁLCULOS | 20 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 6. CONCLUSÃO | 29 |
| REFERÊNCIAS | 30 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas;

kW - Quilowatts

kV - Quilovolts

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

TUSD – Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

TE – Tarifa de Energia

NOS - Operador Nacional do Sistema Elétrico

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

MAE - Mercado Atacadista de Energia Elétrica

IEEB - Institucional da Indústria de Energia Elétrica Brasileira

ACL - Ambiente de Contratação Livre

1. INTRODUÇÃO

O crescimento do consumo, associado às dificuldades crescentes para atender à demanda da população, à dificuldade de implementar alternativas de suprimentos ou até novas plantas geradoras requerem um uso otimizado dos recursos de energia. O uso da energia elétrica para fabricação de produtos e prestação de serviços apresenta gastos consideráveis para as empresas podendo representar até 40% de seus custos, os quais são repassados para o custo final do produto adquirido, ou serviço prestado (FIRJAN, 2017), além do fato de que a matriz da indústria brasileira é elétrica. Este fator tornou o Brasil o sexto país com tarifas de energia mais altas do mundo, com percentual superior a 46% da média mundial (PASSARINHO, 2015).

Para Ferreira e Ferreira (1994) a eficiência energética é um conceito generalizado que se refere às medidas implementadas, bem como os resultados alcançados decorrentes da melhor utilização da energia. A eficiência energética é uma tendência sustentável, para isso não são necessários altos investimentos. Atualmente existem muitas ações que tem como intuito tornar eficiente o uso da energia, gerando bons resultados, sem, no entanto, necessitar de altos investimentos, porém há necessidade de ações internas e monitoramento frequente por parte das empresas (OLIVEIRA, 2015)

A análise do histórico das faturas mensais de energia elétrica pode ser apontada como uma das ferramentas a serem utilizadas, e que se enquadra como uma das proposta para a efficientização e que está relacionada diretamente com a gestão energética (Batista et al. 2012). Com esta análise uma das finalidades é de reduzir custos com energia elétrica.

No início da década de 1990 o setor energético brasileiro sofreu uma reforma, que começou em 1993 com a Lei nº 8.631 (Brasil,1993). Essa reforma extinguiu a equalização tarifária vigente e criou os contratos de suprimento entre geradores e distribuidores, e foi marcada pela promulgação da Lei nº 9.074 de 1995, que criou o Produtor Independente de Energia e o conceito de Consumidor Livre (Brasil,1995).

Em 1996 foi elaborado o Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (Projeto RESEB) e implementado em 2001 (MME,2001). Neste projeto foi autorizado aos consumidores, geradores e distribuidores que passassem a comercializar energia

elétrica em condições livremente negociadas, e ainda permitindo o livre acesso ao sistema de distribuição e transmissão. Com isso, o mercado regulado, destinado ao atendimento de consumidores cativos, passou a conviver com o mercado livre, em que consumidores de médio e grande porte passaram a ter a opção de escolha de seu fornecedor (DEVIANNE FILHO, 2011). Justifica-se assim a elaboração deste trabalho, aplicando medidas para a efficientização energética visando o uso otimizado de energia e redução custos.

2. OBJETIVO

Objetivou-se com esse trabalho analisar a adequação tarifária, de fábricas de ração, nas Granjas Santa Maria, em sistema convencional como consumidores cativos, e analisar o potencial econômico de aquisição de energia elétrica como consumidor livre.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 GRUPOS E CLASSES DE CONSUMO

3.1.1 Grupos

No Brasil os consumidores de energia são divididos em dois grupos; A e B, com subgrupos definidos em função da demanda (kW) e do nível de tensão de fornecimento. Neste trabalho foi citado apenas o grupo A, no qual as fábricas de ração geralmente se enquadram devido a tensão de fornecimento de energia. Os grupos e subgrupos são organizados conforme o Manual de Tarifação de Energia Elétrica (PROCEL,2011):

Grupo A - grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento de tensão igual ou superior à 2,3 kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária, caracterizado pela tarifa binômica com os seguintes subgrupos:

- Subgrupo A1: tensão de fornecimento igual ou superior a 230kV;
- Subgrupo A2: tensão de fornecimento de 88kV a 138kV;
- Subgrupo A3: tensão de fornecimento 69kV;
- Subgrupo A3a: tensão de fornecimento de 30kV a 44kV;
- Subgrupo A4: tensão de fornecimento de 2,3kV a 25kV e
- Subgrupo AS: tensão de fornecimento inferior a 2,3kV, por meio de sistema subterrâneo de distribuição.

3.1.2 Classes

As distribuidoras classificam as unidades consumidoras de acordo com a atividade exercida e a finalidade do uso da energia elétrica para aplicação das tarifas de acordo com a classificação e grupos. Para cada classe de consumo, existem subclasses definidas de acordo com as características socioeconômicas e de uso da unidade. Assim como nos grupos consumidores, foram citadas apenas as classes as quais as fábricas geralmente pertencem. As classes atuais se apresentam da seguinte maneira (ANEEL, 2010 (a)):

- **Classe Industrial** – unidade consumidora que desempenha atividade industrial, conforme definido pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), assim como transporte de matéria-prima, insumo ou produto resultante do seu processamento, caracterizado com atividade de suporte e sem fim econômico

próprio, desde que realizado de forma integrada fisicamente à unidade consumidora indústria.

- **Classe Rural** – unidade consumidora que desenvolva atividade de agricultura, pecuária, aquicultura, escola rural ou residência rural.

3.1.3 Modalidades tarifárias

Venturini e Pirani (2005) definem o consumo ou Potência ativa como a parcela de energia capaz de gerar trabalho, e que na fatura é expressa em kWh. A concessionária distribuidora usa essa medida para faturar a energia consumida em um período de tempo. A demanda é a potência média medida, por aparelho integrador, durante algum intervalo de tempo, seja esse intervalo em minutos, horas, mês e ano. Pelo decreto nº 62.724 de 17 de maio de 1968 no Brasil a demanda é registrada ao longo de 15 minutos consecutivos.

As modalidades tarifárias são aplicadas aos consumidores de acordo com os grupos supracitados. As modalidades podem ser monômias, aplicáveis somente ao consumo de energia elétrica ativa (kWh) ou binômias, aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa (kWh) e demanda faturável (kW). Foram estudadas apenas as tarifas binômias (PROCEL, 2011).

As modalidades binômias são as horo-sazonal verde e azul, nelas são levados em conta o horário de utilização e a época do ano. Os horários que são utilizados como condicionantes nas fórmulas de cálculo das parcelas das modalidades horo-sazonais são definidos como (ANEEL, 2010 (b)):

- **Horário de ponta:** É definido como o período de 3 horas diárias consecutivas, onde a demanda do sistema elétrico é mais exigida (exceto sábados, domingos e alguns feriados). A precificação das tarifas no horário de ponta são mais altas; e
- **Horário fora de ponta:** São às outras 21 horas complementares às estabelecidas para o horário de ponta, as tarifas neste horário são inferiores às de ponta, devido a menor exigência do sistema elétrico.

As modalidades horo-sazonais praticadas pelas concessionárias são reguladas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL,2010).

- **Horo-sazonal Verde:** Aplica-se a consumidores dos grupos A3a, A4 e AS. Para o faturamento nessa modalidade é considerado o consumo medido em

horários de ponta e fora de ponta, pela demanda medida ou contratada independentemente do horário do dia e, caso ocorra, demanda de ultrapassagem. Para as tarifações da demanda, não se inclui o horário de utilização. O faturamento da parcela de consumo é calculado por meio da Equação 1 (PROCEL,2011).

$$P_c = T_{cp} C_{mp} + T_{cfp} C_{mfp} \quad (1)$$

Em que:

P_c = Parcela de consumo (R\$);

T_{cp} = Tarifa de consumo medida na ponta (R\$/kWh);

C_{mp} = Consumo medido na ponta (kWh);

T_{cfp} = Tarifa de consumo fora de ponta (R\$/kWh); e

C_{mfp} = Consumo medido fora de ponta (kWh).

As tarifas de consumo são diferentes dependendo da época do ano, sendo que no período seco são mais caras que no período chuvoso.

Caso a demanda medida seja inferior à contratada, o faturamento da parcela de demanda é calculado pela Equação 2 (PROCEL, 2011).

$$P_d = T_d D_c \quad (2)$$

Em que:

P_d = Parcela de demanda (R\$);

T_d = Tarifa de demanda (R\$/kW); e

D_c = Demanda contratada (kW);

No entanto, caso a demanda medida não ultrapasse em até 10% a contratada, o faturamento da parcela de demanda é calculado pela Equação 3 (PROCEL, 2011).

$$P_{d10} = T_d D_m \quad (3)$$

Em que:

P_{d10} = Parcela de demanda em até 10% superior (R\$);

T_d = Tarifa de demanda (R\$/kW);

D_m = Demanda medida (kW);

Ainda, se a demanda medida ultrapassar em 10% do valor contratado, o faturamento da parcela de demanda é calculado pela Equação 4 (PROCEL,2011).

$$P_{du} = T_d D_c + T_u (D_m - D_c) \quad (4)$$

Em que:

P_{du} = Parcela de demanda de ultrapassagem 10% superior (R\$);

T_d = Tarifa de demanda (R\$/kW);

D_c = Demanda contratada (kW);

T_u = Tarifa de ultrapassagem (R\$/kW); e

D_m = Demanda medida (kW);

Em que a tarifa de ultrapassagem é calculada pela Equação 5 (PROCEL, 2011).

$$T_u = 2T_d \quad (5)$$

Em que:

T_u = Tarifa de ultrapassagem (R\$/kW);

T_d = Tarifa de demanda (R\$/kW).

Como dito anteriormente as tarifas de demanda nesta modalidade não se diferem em relação ao horário e época do ano. A parcela de ultrapassagem é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa a demanda contratada acima do limite de tolerância de 5% para os subgrupos A1, A2 e A3 e de 10% para os demais subgrupos (PROCEL, 2011).

- **Horo-sazonal Azul:** Para os consumidores dos sub grupos A1, A2 e A3, é exigido que se aplique esta modalidade tarifária que é opcional para os subgrupos A3a, A4 e AS. Para faturamento nesta modalidade é levado em conta o consumo medido, as demandas medidas, contratadas e de ultrapassagem, todos eles considerando os horários de ponta e fora de ponta.

A cobrança da parcela de consumo desta modalidade também é calculada pela Equação 1 (PROCEL, 2011). Caso a demanda medida seja inferior à contratada, o faturamento da parcela de demanda é calculado pela Equação 6:

$$P_d = T_{dp} D_{cp} + T_{dfp} D_{cfp} \quad (6)$$

Em que:

P_d = Parcela de demanda (R\$);

T_{dp} = Tarifa de demanda na ponta (R\$/kW);

D_{cp} = Demanda contrata na ponta (kW);

T_{dfp} = Tarifa de demanda fora de ponta (R\$/kW); e

D_{cfp} = Demanda contratada fora de ponta(kW).

Caso a demanda medida não ultrapasse a contratada em até 10%, o faturamento da parcela de demanda é calculado pela Equação 7 (PROCEL, 2011).

$$P_{d10} = T_{dp}D_{mp} + T_{dfp}D_{mfp} \quad (7)$$

Em que:

P_{d10} = Parcela de demanda em até 10% superior (R\$);

T_{dp} = Tarifa de demanda na ponta (R\$/kW);

D_{mp} = Demanda medida na ponta (kW);

T_{dfp} = Tarifa de demanda fora de ponta (R\$/kW); e

D_{mfp} = Demanda medida fora de ponta(kW).

Se a demanda medida ultrapassar em 10% do valor contratado, o faturamento da parcela de demanda é calculado pela Equação 8 (PROCEL, 2011).

$$P_{du} = T_{up}(D_{mp} - D_{cp}) + T_{ufp}(D_{mfp} - D_{cfp}) \quad (8)$$

Em que:

P_{du} = Parcela de demanda de ultrapassagem (R\$);

T_{up} = Tarifa de ultrapassagem na ponta (R\$/kW);

D_{mp} = Demanda medida na ponta (kW);

D_{cp} = Demanda contratada na ponta(kW);

T_{ufp} = Tarifa de ultrapassagem fora de ponta (R\$/kW);

D_{mfp} = Demanda medida fora de ponta (kW); e

D_{cfp} = Demanda contratada fora de ponta (kW).

As tarifas de demanda nesta modalidade não diferem em relação à época do ano.

3.1.4 Estrutura tarifária das concessionárias

Para compor as tarifas que são praticadas pelas concessionárias a ANEEL, por meio de processos de revisão e/ou reajustes tarifários, gerou diversos componentes de custo que são relativos às perdas, ao transporte, aos encargos e à compra para revenda de energia elétrica. Tal composição tarifária se fez necessária pois reflete as condições de custos regulatórios da distribuidora de acordo com os grupos,

subgrupos, classes e subclasses. Isso faz com que a tarifa a ser aplicada a cada cliente seja em função de suas características e finalidade de uso da energia. Os componentes de custo são agregados em duas tarifas (PRORET, 2018):

- **TUSD – Tarifa de uso do sistema de distribuição:** Determinada pela ANEEL, com a finalidade de faturamento mensal dos consumidores pelo uso do sistema de distribuição, medida em R\$/MWh ou em R\$/kW. A TUSD se diferencia por subgrupo, horário de uso e modalidade tarifária. Para compor a TUSD, são agregados os custos de transporte, encargos e perdas.
- **TE – Tarifa de energia:** Determinada pela ANEEL, para faturamento mensal dos consumidores pelo consumo de energia, em R\$/MWh. A TE se diferencia por horário de uso e modalidade tarifária. Para a composição da TE, são agregados os custos de compra de energia para revenda, transporte, encargos e perdas.

3.2 MERCADO LIVRE DE ENERGIA

Após as mudanças que ocorreram na década de 1990, foi identificada a necessidade de criação de um órgão regulador a ANEEL; de um operador para o sistema elétrico nacional, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS); e de um ambiente para a realização das transações de compra e venda de energia elétrica, o Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE), sucedido pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) (DEVIIENNE FILHO, 2011).

No início dos anos 2000 ocorreu a mudança do governo federal, vieram com essa mudança alterações significativas que foram feitas no modelo institucional da Indústria de Energia Elétrica Brasileira (IEEB). Esta reforma (Art. 15 e 16 da Lei no 9.074/1995; art. 26, §1o da Lei no 9.427/1996; art. 1o, §3o da Lei no 10.848/2004 e art. 47 e 46 do Decreto no 5.163/2004.), ficou conhecida como o Novo Modelo, em que o mercado livre passou a ser denominado Ambiente de Contratação Livre (ACL), com novas definições (MAGALHÃES, 2009):

- (i) agentes geradores;
- (ii) agentes comercializadores;

(iii) agentes importadores e exportadores;

(iv) consumidores de grande porte, com carga acima de 3 MW e atendidos em tensão superior a 69 kV (se conectados antes de 08/07/1995) ou em qualquer tensão (se conectados após 08/07/1995), assim chamados os consumidores livres e

(v) consumidores de médio porte, com carga acima de 500 kW e atendidos em qualquer tensão, mas desde que a energia elétrica por eles adquirida seja proveniente de fontes incentivadas, assim chamados de consumidores especiais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em duas fábricas de ração, que pertencem ao grupo Granjas Santa Maria, localizadas no município de Santa Maria de Jetibá. Definiu-se como Fábrica 1 a que se encontra enquadrada na classe rural – agropecuária com demanda contratada de 350kW e Fábrica 2 a que se encontra enquadrada na classe industrial com demanda contratada de 920kW, ambas com tensão de fornecimento de 13,2kV.

4.1 AQUISIÇÃO DE DADOS

Os dados de consumo e demanda utilizados para a adequação tarifária das fábricas de ração, foram coletados a partir de suas respectivas faturas de energia, e utilizando os parâmetros definidos pela ANEEL e pela concessionária energia, a Espírito Santo Distribuição de Energia (EDP/ESCELSA).

4.2 MÉTODOS PARA ADEQUAÇÃO

O método para a adequação tarifária foi realizado com base nas metodologias de cálculo de cada modalidade e os dados sobre as variáveis de entrada para cada caso. De posse de tais dados simulou-se a fatura de energia.

4.2.1 Definição das variáveis

Primeiramente, definiu-se as variáveis que foram utilizadas na simulação das faturas. Foi necessário o histórico de consumo das unidades analisadas. As duas fábricas de ração analisadas estão enquadradas na modalidade horo-sazonal Verde, e as variáveis necessárias se encontravam na própria fatura emitida pela concessionária.

4.2.2 Variáveis da fatura

O detalhamento do consumo, demanda e encargos tributários é exibido conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Fatura com as variáveis de interesse

| Detalhes de faturamento | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------|----------|--------------------|--------------------|
| Descrição | Quantidade (kWh) | Preço unitário | x | (TUSD + TE) | Total (R\$) |
| Consumo ponta | 169,232 | 1,2982 | + | 0,4634 | 298,12 |
| Consumo fora ponta | 95.254,208 | 0,0816 | + | 0,2888 | 35.271,69 |
| Demanda | 920,000 | 18,9300 | + | 0,0000 | 17.415,60 |
| Energia reativa | 1.399,440 | 0,0000 | + | 0,3033 | 424,46 |
| Dados de leitura | | | | | |
| Descrição | Medidor | Quantidade apurada (kWh) | | | |
| Energia ativa ponta | 12697371 | 169,232 | | | |
| Energia ativa fora ponta | 12697371 | 95.254,208 | | | |
| Demanda ponta | 12697371 | 17,920 | | | |
| Demanda fora ponta | 12697371 | 701,120 | | | |
| Demanda contratada | 12697371 | 920,000 | | | |

Fonte: Adaptado da fatura de energia elétrica da concessionária EDP, 2019.

Para uma melhor simulação, recorreu-se às tarifas vigentes da concessionária EDP para todo o período. Tais informações foram de fácil obtenção, geralmente encontradas no website de cada concessionária ou nas resoluções normativas.

Para este estudo, foram consideradas as tarifas vigentes para a distribuidora EDP estabelecidas na Resolução Normativa Nº 2.432, de 07 de agosto de 2018 da ANEEL. Estão válidas a partir de 22 de agosto de 2018. A Tabela 1 exibe os valores da TUSD e TE utilizados. As duas fábricas possuem demandas superiores a 300 kW, por isso a tarifa convencional não foi apresentada (PROCEL, 2011).

Tabela 1 - Valores das tarifas da concessionária EDP

| Modalidade tarifária azul | | | | |
|-----------------------------------|--------------|------------------|---------|-----------------|
| Subgrupo | Posto | TUSD (R\$/kW) | | TE (R\$/kWh) |
| A4 | Ponta | 50,45 | 0,08153 | 0,46341 |
| | Fora ponta | 18,93 | 0,08153 | 0,28876 |
| Modalidade tarifária verde | | | | |
| Subgrupo | Posto | TUSD (R\$/kW) | | TE (R\$/kWh) |
| A4 | Ponta | - | 1,29819 | 0,46341 |
| | Fora ponta | - | 0,08153 | 0,28876 |
| | Convencional | 18,93 | - | - |

Fonte: Adaptada *website* concessionária EDP, 2019.

4.3 MÉTODOS PARA OS CÁLCULOS

Para a simulação das modalidades tarifárias para cada fábrica de ração, foram utilizadas as variáveis de consumo e demanda como dados de entrada. Aplicou-se as tarifas relativas a cada subgrupo e classe, definidas pelas Resoluções normativas da ANEEL para cada forma de consumo. Foram utilizadas as tarifas apresentadas no Quadro 1. Após definição das parcelas de demanda e consumo para TUSD e TE, estimou-se as possíveis faturas de cada uma das modalidades.

- **Horo-sazonal Verde**

A parcela de consumo é calculada por meio da Equação 1, a demanda sendo inferior a contratada é dada pela Equação 2, sendo superior a contratada mas dentro do limite é calculada pela Equação 3 e se houver ultrapassagem na demanda é calculada pela Equação 4. A estimativa da parcela final relativa ao consumo e demanda para esta modalidade é calculada por meio da Equação 9 (PROCEL,2011).

$$P_f = P_c + P_d \quad (9)$$

Em que:

- P_f = Parcela final (R\$);
 P_c = Parcela de consumo (R\$); e
 P_d = Parcela de demanda (R\$).

- **Horo-sazonal Azul:**

A parcela de consumo é calculada da mesma forma, pela Equação 1, a demanda sendo inferior a contratada é dada pela equação por meio da Equação 6, sendo superior a contratada mas dentro do limite é calculada por meio da equação (7) e se houver ultrapassagem na demanda é calculada por meio da Equação 8. A estimativa da parcela final relativa ao consumo e demanda para esta modalidade também é calculada por meio da Equação 9.

Por meio dos dados coletados na fatura de energia das fábricas de ração em questão, foi possível simular qual modalidade tarifária foi a mais viável.

É importante ressaltar que o estudo para este trabalho só foi possível, pois mesmo as fábricas de ração estando enquadradas na modalidade tarifária verde, nas faturas da concessionária local é explicitado o valor de demanda máxima no horário de ponta e fora de ponta, que são dados essenciais para as simulações, o que possibilitou fazer a simulação para a modalidade tarifária azul. Caso, nas faturas não houvessem tais dados, existem outras maneiras para obtê-los, como o estudo da memória de massa, nela são registrados a cada quinze minutos todos os parâmetros que compõe a fatura de energia.

As duas fábricas de ração se enquadram no subgrupo A4, a tensão de fornecimento é de 13,2 kV, mas em classes distintas, rural e industrial.

Foram utilizadas as faturas no período de um ano, de junho/2018 a maio/2019. E para a simulação, um *software de planilha eletrônica*. Ressalta-se que para a elaboração desse trabalho não foram considerados os impostos e as taxas adicionais de bandeiras em função da época do ano.

- **Fábricas**

Os resultados finais das simulações para cada fábrica, foram apresentados em cada modalidade tarifária. Definiu-se a modalidade, com menor montante a ser pago como a mais adequada. As fábricas pertencem ao grupo A4 com demanda superior a 300 kW, não se enquadrando na modalidade tarifária convencional (PROCEL,2011).

- **Fábrica 1**

A Tabela 2 apresenta os dados das faturas de energia dos últimos doze meses, de junho/18 a maio/19, no enquadramento horo-sazonal verde, classe rural – agropecuária, com demanda contratada de 350kW.

Tabela 2 - Histórico de consumo e demanda de energia da Fábrica 1, Classe Rural

| Mês/Ano | Consumo Ponta (kWh) | Consumo F. Ponta (kWh) | Demanda Ponta (kW) | Demanda F. Ponta(kW) |
|----------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Junho/18 | 542,98 | 35.072,10 | 142,80 | 326,53 |
| Julho/18 | 1.148,45 | 43.776,18 | 168,34 | 357,18 |
| Agosto/18 | 1.113,84 | 41.826,96 | 156,58 | 339,36 |
| Setembro/18 | 454,78 | 45.819,31 | 75,60 | 330,29 |
| Outubro/18 | 55,86 | 3.930,11 | 152,88 | 328,94 |
| Novembro/18 | 369,94 | 35.773,00 | 86,09 | 301,73 |
| Dezembro/18 | 541,63 | 48.165,35 | 27,22 | 363,22 |
| Janeiro/19 | 396,48 | 41.106,49 | 98,11 | 304,42 |
| Fevereiro/19 | 1.001,78 | 96.997,82 | 28,56 | 321,22 |
| Março/19 | 681,24 | 46.057,28 | 157,92 | 335,33 |
| Abril/19 | 767,68 | 40.703,04 | 145,15 | 349,10 |
| Mai/19 | 707,20 | 45.513,05 | 143,81 | 317,18 |

Os dados da Tabela 2 foram utilizados para as simulações das possíveis modalidades tarifárias. Para simulação na modalidade tarifária azul, foi considerada a demanda no horário de ponta sendo 150kW e no horário fora de ponta 350kW, que são adequadas para a Fábrica 1. O enquadramento da Fábrica é na classe rural, o que concede 10% de desconto no total do consumo e da demanda. Esse desconto foi incluso nos cálculos.

- **Fábrica 2**

Na Tabela 3 estão apresentados os dados das faturas de energia dos últimos doze meses, de junho/18 a maio/19, com enquadramento na modalidade tarifária horo-sazonal verde, classe industrial e demanda contratada de 920 kW.

Tabela 3 - Histórico de consumo e demanda de energia da Fábrica 2, Classe Industrial

| Mês/Ano | Consumo Ponta (kWh) | Consumo Fora Ponta (kWh) | Demanda Ponta (kW) | Demanda Fora Ponta(kW) |
|----------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Junho/18 | 1.832,66 | 106.147,44 | R\$ 364,67 | R\$ 780,86 |
| Julho/18 | 399,95 | 102.671,30 | R\$ 119,17 | 727,55 |
| Agosto/18 | 247,52 | 95.876,14 | 32,26 | 779,07 |
| Setembro/18 | 315,62 | 107.042,32 | 25,54 | 821,18 |
| Outubro/18 | 407,46 | 104.651,90 | 197,57 | 788,24 |
| Novembro/18 | 260,18 | 98.530,21 | 81,09 | 753,64 |
| Dezembro/18 | 444,08 | 113.040,63 | 150,98 | 729,34 |
| Janeiro/19 | 182,22 | 90.808,62 | 128,58 | 687,68 |
| Fevereiro/19 | 169,23 | 95.254,21 | 17,92 | 701,12 |
| Março/19 | 559,78 | 109.486,16 | 345,41 | 773,70 |
| Abril/19 | 228,59 | 101.978,91 | 100,35 | 755,33 |
| Mai/19 | 439,94 | 102.559,97 | 132,61 | 758,91 |

Os dados da Tabela 3 foram utilizados para a simulação das possíveis modalidades tarifárias verde ou azul. Para simulação na modalidade tarifária azul, foi considerada a demanda no horário de ponta sendo 345 kW e no horário fora de ponta 920 kW, que são adequadas para a Fábrica 2.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão apresentados nesta seção os resultados das simulações conforme os métodos apresentados. As Tabelas 4 e 5 apresentam as simulações nas modalidades tarifárias horo-sazonais verde e azul, respectivamente, para a Fábrica 1, com os valores para a demanda e o consumo.

Tabela 4 - Simulação na modalidade tarifária horo-sazonal verde Fábrica 1, Classe Rural

| Mês/Ano | Parcela de consumo | Parcela de demanda | Total/mês |
|----------------|---------------------------|---------------------------|------------------|
| Junho/18 | R\$ 10.515,13 | R\$ 5.401,44 | R\$ 15.916,57 |
| Julho/18 | R\$ 13.804,95 | R\$ 5.908,47 | R\$ 19.713,42 |
| Agosto/18 | R\$ 15.705,22 | R\$ 6.424,08 | R\$ 22.129,31 |
| Setembro/18 | R\$ 15.990,81 | R\$ 5.627,12 | R\$ 21.617,93 |
| Outubro/18 | R\$ 1.398,31 | R\$ 5.604,22 | R\$ 7.002,53 |
| Novembro/18 | R\$ 12.508,26 | R\$ 5.140,54 | R\$ 17.648,80 |
| Dezembro/18 | R\$ 16.910,36 | R\$ 6.188,11 | R\$ 23.098,47 |
| Janeiro/19 | R\$ 14.327,79 | R\$ 5.186,34 | R\$ 19.514,12 |
| Fevereiro/19 | R\$ 33.913,86 | R\$ 5.472,56 | R\$ 39.386,42 |
| Março/19 | R\$ 16.429,16 | R\$ 5.712,98 | R\$ 22.142,14 |
| Abril/19 | R\$ 14.781,84 | R\$ 5.947,68 | R\$ 20.729,52 |
| Mai/19 | R\$ 16.288,94 | R\$ 5.403,86 | R\$ 21.692,80 |
| Total/Ano | R\$ 182.574,62 | R\$ 68.017,41 | R\$ 250.592,03 |

Tabela 5 - Simulação na modalidade tarifária horo-sazonal azul Fábrica 1, Classe Rural

| Mês/Ano | Parcela de consumo | Parcela de demanda | Total/mês |
|------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Junho/18 | R\$ 11.984,05 | R\$ 12.600,45 | R\$ 24.584,50 |
| Julho/18 | R\$ 15.214,73 | R\$ 12.600,45 | R\$ 27.815,18 |
| Agosto/18 | R\$ 14.546,27 | R\$ 12.773,70 | R\$ 27.319,97 |
| Setembro/18 | R\$ 15.517,62 | R\$ 12.773,70 | R\$ 27.319,97 |
| Outubro/18 | R\$ 1.340,19 | R\$ 12.773,70 | R\$ 28.291,32 |
| Novembro/18 | R\$ 12.123,34 | R\$ 12.773,70 | R\$ 14.113,89 |
| Dezembro/18 | R\$ 16.346,79 | R\$ 12.773,70 | R\$ 24.897,04 |
| Janeiro/19 | R\$ 13.915,25 | R\$ 12.773,70 | R\$ 29.120,49 |
| Fevereiro/19 | R\$ 32.871,50 | R\$ 12.773,70 | R\$ 26.688,95 |
| Março/19 | R\$ 15.720,33 | R\$ 12.773,70 | R\$ 45.645,20 |
| Abril/19 | R\$ 13.983,07 | R\$ 12.773,70 | R\$ 28.494,03 |
| Mai/19 | R\$ 15.553,10 | R\$ 12.773,70 | R\$ 26.756,77 |
| Total/Ano | R\$ 163.581,52 | R\$ 140.165,81 | R\$ 331.047,31 |

Os horários de ponta e fora de ponta já estão devidamente considerados nos cálculos das Tabelas 4 e 5.

Observa-se menores custos com energia na modalidade tarifária verde. A Fábrica 1 já se encontra enquadrada nessa modalidade. Em relação à demanda contratada, também se mostra adequada, pois essa se aproxima dos valores observados, inclusive nas demandas registradas com valores mais altos. A Fábrica 1 está dentro do limite de 10% de ultrapassagem que é permitido para o subgrupo A4 (PROCEL, 2011). Durante a análise dos dados foi verificado que a cobrança sobre a demanda não foi a proposta por norma e a concessionária está cobrando valores inferiores.

As Tabelas 6 e 7 e indicam as simulações para as modalidades tarifárias horo-sazonal verde e azul, respectivamente, com os valores para a demanda e o consumo.

Tabela 6 - Simulação na modalidade tarifária horo-sazonal verde Fábrica 2, Classe Industrial

| Mês/Ano | Parcela de consumo | Parcela de demanda | Total/mês |
|------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Junho/18 | R\$ 35.664,58 | R\$ 16.909,60 | R\$ 52.574,18 |
| Julho/18 | R\$ 32.292,64 | R\$ 16.909,60 | R\$ 49.202,24 |
| Agosto/18 | R\$ 35.938,01 | R\$ 17.415,60 | R\$ 53.353,61 |
| Setembro/18 | R\$ 40.192,69 | R\$ 17.415,60 | R\$ 57.608,29 |
| Outubro/18 | R\$ 39.469,33 | R\$ 17.415,60 | R\$ 56.884,93 |
| Novembro/18 | R\$ 36.943,08 | R\$ 17.415,60 | R\$ 54.358,68 |
| Dezembro/18 | R\$ 42.640,11 | R\$ 17.415,60 | R\$ 60.055,71 |
| Janeiro/19 | R\$ 33.946,53 | R\$ 17.415,60 | R\$ 51.362,13 |
| Fevereiro/19 | R\$ 35.569,80 | R\$ 17.415,60 | R\$ 52.985,40 |
| Março/19 | R\$ 41.527,73 | R\$ 17.415,60 | R\$ 58.943,33 |
| Abril/19 | R\$ 38.164,46 | R\$ 17.415,60 | R\$ 55.580,06 |
| Mai/19 | R\$ 38.751,92 | R\$ 17.415,60 | R\$ 56.167,52 |
| Total/Ano | R\$ 451.100,88 | R\$ 207.975,20 | R\$ 659.076,08 |

Tabela 7 - Simulação na modalidade tarifária horo-sazonal azul Fábrica 2, Classe Industrial

| Mês/Ano | Parcela de consumo | Parcela de demanda | Total/mês |
|------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Junho/18 | R\$ 35.664,58 | R\$ 34.314,85 | R\$ 69.979,43 |
| Julho/18 | R\$ 32.292,64 | R\$ 34.314,85 | R\$ 66.607,49 |
| Agosto/18 | R\$ 35.938,01 | R\$ 34.820,85 | R\$ 70.758,86 |
| Setembro/18 | R\$ 40.192,69 | R\$ 34.820,85 | R\$ 75.013,54 |
| Outubro/18 | R\$ 39.469,33 | R\$ 34.820,85 | R\$ 74.290,18 |
| Novembro/18 | R\$ 36.943,08 | R\$ 34.820,85 | R\$ 71.763,93 |
| Dezembro/18 | R\$ 42.640,11 | R\$ 34.820,85 | R\$ 77.460,96 |
| Janeiro/19 | R\$ 33.946,53 | R\$ 34.820,85 | R\$ 68.767,38 |
| Fevereiro/19 | R\$ 35.569,80 | R\$ 34.820,85 | R\$ 70.390,65 |
| Março/19 | R\$ 41.527,73 | R\$ 34.820,85 | R\$ 76.348,58 |
| Abril/19 | R\$ 38.164,46 | R\$ 34.820,85 | R\$ 72.985,31 |
| Mai/19 | R\$ 38.751,92 | R\$ 34.820,85 | R\$ 73.572,77 |
| Total/Ano | R\$ 451.100,88 | R\$ 416.838,20 | R\$ 867.939,08 |

Observou-se valores inferiores na modalidade tarifária verde, indicando uma economia na Fábrica 2. O faturamento neste caso é feito como o proposto pela

PROCEL, 2011. A demanda contratada para a Fábrica 2 está acima da necessária, pois a maior demanda registrada foi de 821,184 kW, uma grande oportunidade de economia.

Uma demanda contratada de 780 kW, é adequada em relação aos dados apresentados, e isto pode gerar uma economia anual de R\$ 31.648,40. Nos dois meses onde houve a ultrapassagem de demanda, os valores se enquadram dentro da tolerância de 10% para o subgrupo A4. A Tabela 9 exhibe os valores de tal modificação.

Tabela 9 - Simulação na modalidade tarifária horo-sazonal verde Fábrica 2, Classe Industrial

| Mês/Ano | Parcela de consumo | Parcela de demanda | Total/mês |
|------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Junho/18 | R\$ 35.664,58 | R\$ 14.336,40 | R\$ 50.000,98 |
| Julho/18 | R\$ 32.292,64 | R\$ 14.336,40 | R\$ 46.629,04 |
| Agosto/18 | R\$ 35.938,01 | R\$ 14.765,40 | R\$ 50.703,41 |
| Setembro/18 | R\$ 40.192,69 | R\$ 14.765,40 | R\$ 54.958,09 |
| Outubro/18 | R\$ 39.469,33 | R\$ 14.765,40 | R\$ 54.234,73 |
| Novembro/18 | R\$ 36.943,08 | R\$ 14.765,40 | R\$ 51.708,48 |
| Dezembro/18 | R\$ 42.640,11 | R\$ 14.765,40 | R\$ 57.405,51 |
| Janeiro/19 | R\$ 33.946,53 | R\$ 14.765,40 | R\$ 48.711,93 |
| Fevereiro/19 | R\$ 35.569,80 | R\$ 14.765,40 | R\$ 50.335,20 |
| Março/19 | R\$ 41.527,73 | R\$ 14.765,40 | R\$ 56.293,13 |
| Abril/19 | R\$ 38.164,46 | R\$ 14.765,40 | R\$ 52.929,86 |
| Mai/19 | R\$ 38.751,92 | R\$ 14.765,40 | R\$ 53.517,32 |
| Total/Ano | R\$ 451.100,88 | R\$ 176.326,80 | R\$ 627.427,68 |

A definição e enquadramento nas modalidades muitas das vezes são feitas pela própria concessionária distribuidora, e não recebe manutenção ou revisão apropriada, visto que de um ano para o outro as características de consumo podem variar.

- **Mercado Livre de energia**

A Fábrica 1 tem demanda contratada inferior a 500 kW, e não pode migrar do mercado cativo para o mercado livre de energia, e ainda não existe regulamentação para o mercado livre de energia em área rural.

A Fábrica 2 apresenta todos os requisitos de enquadramento para migrar para o mercado livre de energia. A Figura 2 indica as vantagens econômicas da migração do mercado cativo para o mercado livre de energia. Esses dados foram fornecidos pela Smart energia que analisou o período de 2019 até 2023.

Figura 1 - Economias anuais estimadas



* O estudo é meramente ilustrativo, não vinculante a resultados, com base no perfil de consumo, energia contratada, propostas atuais de mercado e previsão de adicionais de bandeiras tarifárias. Para efeito de cálculos foram utilizados os preços da proposta aplicados em toda carga.

Fonte: Smart energia, 2019.

A economia com a migração para o mercado livre de energia é crescente ao longo dos anos, o que acrescenta nas vantagens da migração. No mercado ire não há distinção do horário de uso da energia, pois a energia foi adquirida em um montante maior e pode ser utilizada da forma mais conveniente para o comprador.

6. CONCLUSÃO

Após a análise dos dados, verificou-se que para a Fábrica 1 avaliada, a demanda contratada que é de 350 kW e a modalidade tarifária em que está enquadrada estão adequadas. Essas possuem menores custos com energia, e sua demanda contrata está abaixo de 500 kW. Em relação a migração do mercado cativo para o mercado livre de energia, não há regulamentação para implementação do mercado livre em área rural.

Para a Fábrica 2 avaliada, o enquadramento na modalidade tarifária horo-sazonal verde está adequada, já a demanda contratada é superior à demanda máxima registrada. A correção da demanda contratada deve ser corrigida de 920 kW para 780 kW, gerando uma economia de R\$ 31.648,40. Na migração para o mercado livre de energia a economia será ainda maior para o período de 2019 até 2023.

Com base nos resultados, a análise e a atualização contínua das modalidades tarifárias existentes podem resultar em uma considerável redução nos custos anuais com energia, no caso da Fábrica 2 foi de 6%.

Para trabalhos futuros, sugere-se a averiguação das diferenças nas demandas, em especial para a Fábrica 2 que possui maior oscilação. Também sugere-se o estudo da energia reativa, visto que no presente trabalho não obteve-se acesso a memória de massa das fábricas, o que dificultou um estudo mais detalhado.

REFERÊNCIAS

ANEEL (a). **Resolução Normativa nº414 de 09 de setembro de 2010**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br>>. Acesso em 23 de junho de 2019.

ANEEL (b). **Resolução Normativa nº418 de 23 de novembro de 2010**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br>>. Acesso em 23 junho de 2019.

BATISTA, O. E.; FLAUZINO, R. A. **Medidas de gestão energética de baixo custo como estratégia para redução de custos com energia elétrica**. Revista GEPROS. Gestão da Produção, Operação e Sistemas, Vol. 7, No 4, p.117-134, 2012.

DEVIENNE, F. R. **Estudo sobre o mercado de energia elétrica focando a geração distribuída**. São José dos Campos: Giz, 2011.

FERREIRA, J. J.; FERREIRA, T. J. (1994). **Economia e gestão da energia**. Texto Editora, Lisboa.

FIRJAN. **Quanto custa a energia elétrica para a pequena e média indústria no Brasil?** Rio de Janeiro: Firjan, 2017. Disponível em: <<https://www.firjan.com.br/publicacoes>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

MAGALHÃES, G. S. C. **Comercialização de energia elétrica no ambiente de contratação livre: Uma Análise Regulatório- Institucional a partir dos contratos de compra e venda de energia elétrica**. 2009. 139 f. Dissertação de Mestrado - Curso de Mestre em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MME, **Secretaria da Energia, Departamento Nacional de Política Energética**. Projeto RESEB - Sumário Executivo das Sugestões, 2001.

OLIVEIRA C. S.; Marques J. J. A.; Junior B. F. S.; Linard F. M. A.; Almeida A. R. **Análise Tarifária da Universidade Federal do Piauí – Campus Petrônio Portela**. Congresso Técnico Científico de Engenharia e da Agronomia – CONTECC. Fortaleza - CE. 2015.

PASSARINHO, S. (Ed.). Brasil é o sexto país com a energia mais cara do mundo para fabricantes. **Jornal da Globo**. Rio de Janeiro, p. 1-1. jan. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

PROCEL. **Manual de tarifação da energia elétrica**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2011. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

PRORET. ANEEL. Resolução Normativa nº816 de 22 de maio de 2018 Submódulo 7.1, Procedimentos Gerais. Revisão 2.0. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br>>. Acesso em 23 de junho de 2019.

VENTURINI, O. J.; PIRANI, M. J. **Eficiência energética em sistemas de refrigeração industrial e comercial**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005. 264 p.