



# ANÁLISE TARIFÁRIA E AVALIAÇÃO DO FATOR DE CARGA PARA AUXILIO A DECISÃO: ESTUDO DE CASO EM INDÚSTRIA SIDERÚRGICA

Orlando Moreira Guedes Junior  
engorlandojunior@yahoo.com.br  
UFF

**Resumo:** Este trabalho apresenta uma avaliação do cenário atual do contrato de energia elétrica de uma empresa que atua no setor siderúrgico, situada no Vale do Paraíba no estado do Rio de Janeiro. Por meio de análise, utilizando um fluxograma analítico como procedimento, seu objetivo é uma proposta para redução tarifária com base no histórico das faturas de energia e planilha de massa. Para tanto foram avaliados requisitos técnicos e contratuais como os indicadores energéticos contendo valores de consumo, demanda registrada no horário de ponta e fora de ponta, demanda contratada considerando o período de 1 ano. O levantamento do fator de carga tem a finalidade de demonstrar se a energia consumida na planta está sendo utilizada de maneira eficiente. O resultado obtido é importante para tomada de decisão em projetos de eficiência energética, atualização da relação contratual entre o cliente e a concessionária responsável pelo fornecimento de energia e adequação de contrato, otimizando os valores em busca do melhor enquadramento tarifário.

**Palavras Chave:** Energia - Demanda de energia - Modalidade tarifária - Fator de carga -

## 1. INTRODUÇÃO

Com a finalidade de garantir um fornecimento de energia elétrica de qualidade, os custos de energia elétrica são baseados nos valores de geração e transmissão. A compreensão da cobrança tarifária é fundamental para a tomada de decisão no ambiente de contratação de demanda de energia no sistema de comercialização.

A empresa objeto de pesquisa deste trabalho, atua no ramo siderúrgico situada na região do Vale do Paraíba no estado do Rio de Janeiro. Com o mercado de energia passando por mudanças e ajustes tarifários, o consumo de energia passa a ser um indicador importante e justificável para um estudo, visando a conservação de energia e a adequação ao novo cenário brasileiro.

A legislação vigente possibilita aos consumidores de acordo com o subgrupo que a empresa está inserida, eleger a melhor modalidade tarifária com o objetivo de obter o menor custo com a aquisição da energia elétrica.

A tarifa de energia é o valor cobrado por unidade de energia em R\$/kWh (reais/quilowatts-hora), faturado mensalmente pelas concessionárias administradora do sistema de transmissão/distribuição em que a empresa está conectada. O preço da energia elétrica é formado basicamente pela soma dos custos dos sistemas de geração, transmissão e distribuição, até a sua disponibilidade aos consumidores no ponto de entrega (ABRADEE, 2016).

Para uma avaliação adequada é necessário conhecer o ciclo operacional produtivo e levantar a curva de carga, com valores de consumo, demanda, tempo e posteriormente com o comportamento produtivo. Comparar o estudo em cada tipo de tarifação convencional ou horo-sazonal.

A aludida indústria trabalha com tensão nominal de 138kV (quilovolts) no mercado livre, se enquadrando na modalidade tarifaria TUSD (tarifa do uso do sistema de distribuição) livre A2 (88 a 138 kV), classe industrial.

Com a possibilidade de mudanças na linha de produção ao longo do tempo, na instalação e desinstalação de equipamentos e o aumento tarifário, surgiu a motivação para comprovação do faturamento de energia e analisar o cenário atual.

Por meio das faturas de energia elétrica e dos valores obtidos na curva de carga como, demanda máxima registrada, demanda no horário de ponta, demanda no horário fora de ponta, consumo no horário de ponta e consumo no horário fora de ponta, constatou-se que o valor de demanda máxima estava acima da demanda contratual. A Tabela 1 ilustra a divisão dos consumidores conforme o nível de tensão de trabalho (PROCEL, 2011).

**Tabela 1:** Divisão do grupo e classe de consumidores de acordo com o nível de tensão.

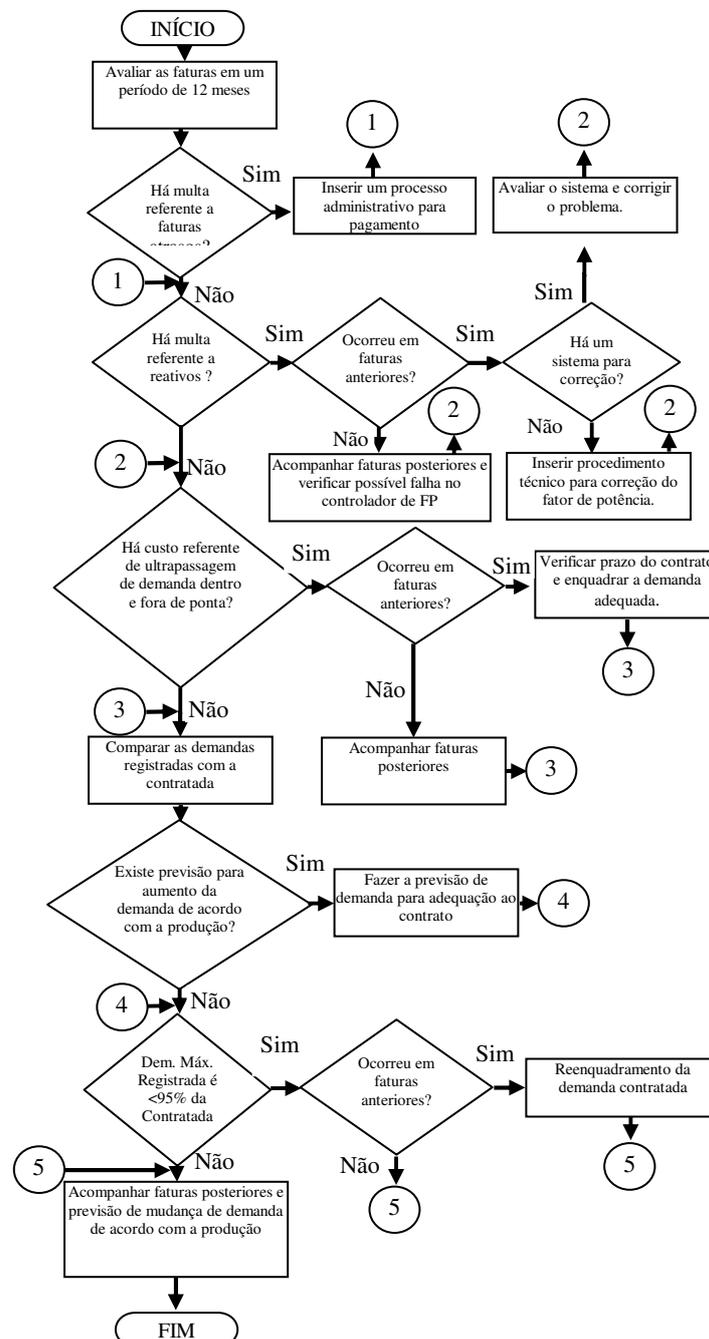
<i>Grupo</i>	<i>Classe</i>	<i>Nível de tensão</i>
A	A1	230kV ou mais
	A2	88kV a 138kV
	A3	69kV
	A4	2,3 a 25kV
B	Baixa tensão	Inferior a 2,3kV
	Residencial	110 a 220V

Afim de obter um resultado mais detalhado e palpável, foi calculado o fator de carga, com o desígnio de comparar com outros praticados nas indústrias e averiguar se realmente a energia está sendo consumida de maneira eficiente. O fator de carga está ligado diretamente a economia de energia, logo a sua melhoria pode ser inserida em um programa de conservação de energia, mantendo o volume e a qualidade do produto.

## 2. PROCEDIMENTOS

Esta seção apresenta as etapas por meio de um fluxograma analítico com cada ponto observado na fatura de energia elétrica e as ações a serem tomadas para redução do valor total pago com a energia elétrica.

A Figura 1 apresenta o procedimento realizado considerando as faturas de energia elétrica em um período de 12 (doze) meses.



**Figura 1:** Fluxograma analítico do procedimento de análise das faturas de energia.

O pedido de alteração de demanda pode ser efetuado de acordo com a necessidade, desde que realizada com antecedência mínima de 180 (cento e oitenta) dias e não ultrapassando mais de uma redução em um período de 12 (doze) meses (ANEEL, 2012).

O fator de potência tem como limite mínimo 0,92 indutivo ou capacitivo, para os consumidores dos grupos A e B (ANEEL, 2012).

### 3. ANÁLISE TARIFÁRIA

A indústria conforme legislação está enquadrada na modalidade TUSD (tarifa do uso de sistema de distribuição), livre A2, classe industrial. Essa modalidade pertence ao grupo A, para tensões igual ou superior a 69 kV (quilovolts), chamada de modalidade tarifária horo-sazonal azul.

Por meio das faturas de energia, considerando um período de 12 meses é possível identificar o CUSD (contrato de uso do sistema de distribuição), encargos na hora ponta e fora de ponta, demanda no horário de ponta e fora de ponta, consumo de reativos excedentes, consumo, demanda contratada e os indicadores de qualidade de energia.

A análise tarifária seguiu o fluxograma analítico contido no item procedimento Figura 1 deste trabalho.

Nenhuma fatura apresentou multa e juros por atraso no pagamento, confirmando que as datas do contrato estão em acordo.

Foi observado a cobrança de reativos excedentes de 7 (sete) meses no período de 12 (doze) meses avaliado. De acordo com o gráfico da Figura 2, os períodos de cobrança são: agosto, outubro, dezembro, janeiro, março, abril e maio.

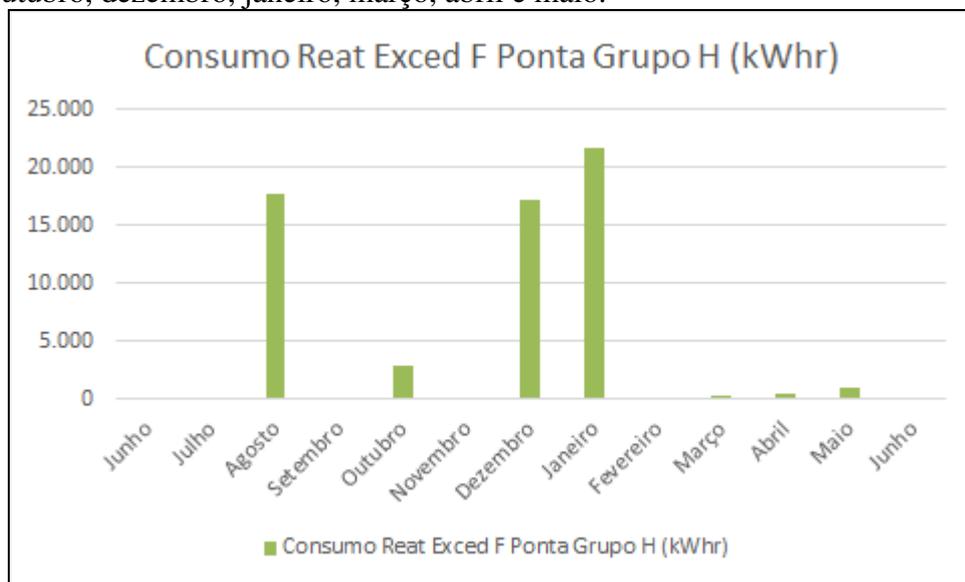


Figura 2: Histórico de reativos excedentes no período de 12 meses

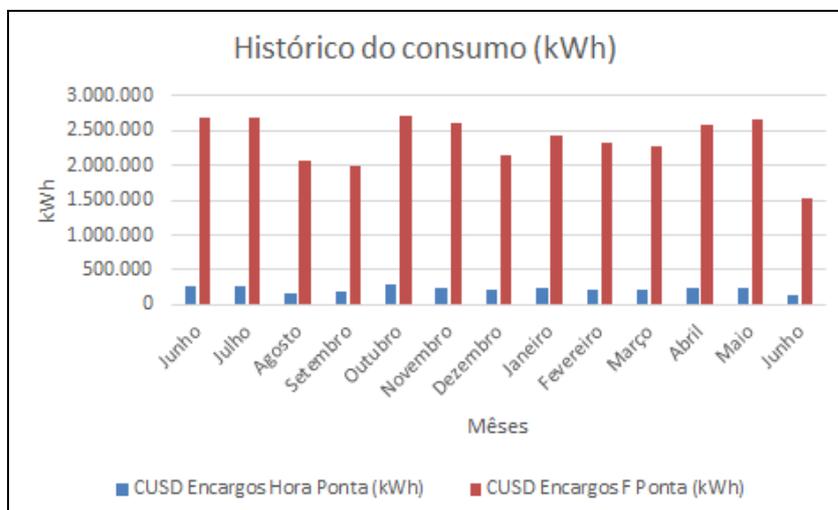
Somente foram identificados reativos excedentes no horário fora de ponta.

De acordo com Mamede (2010) a correção do fator de potência é de grande importância não só para a economia de energia, mas também nos aspectos operacionais das instalações como: liberação de capacidade dos transformadores de potência, cabos e redução de perdas no sistema.

Os reativos excedentes repetitivos apresentados no gráfico da Figura 2 expõe um problema típico de correção de fator de potência devido à falta ou ineficiência do sistema.

As faturas de energia e a planilha de memória de massa fornecido pela concessionária, permite saber os encargos de consumo, demanda, contribuição de iluminação pública e consumo de reativos excedentes do período em estudo nos horários de ponta e fora de ponta.

A Figura 3 apresenta o histórico do consumo no período analisado no horário de ponta e fora de ponta.



**Figura 3:** Histórico de consumo no período de 12 meses

O consumo médio anual da indústria fora do horário de ponta foi de 2.364,211 kWh, o consumo máximo foi de 2.719,724 kWh e no horário de ponta o consumo médio foi de 225,341kWh e o consumo máximo foi de 305,942 kWh.

De acordo com (ANEEL, 2010), a demanda é a média das potências elétricas ativas ou reativas solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora durante um intervalo de tempo especificado, expressas em quilowatts (kW) e quilovolt-ampère-reactivo (kVAr), respectivamente.

O gráfico da Figura 3 tem a finalidade de passar as dimensões energéticas considerando o consumo de energia da planta, porém o trabalho de adequação está com o propósito nas demandas no horário de ponta e fora de ponta do contrato.

É considerado como horário de ponta o período correspondente a 3 (três) horas consecutivas não contemplando sábados, domingos e feriados nacionais.

Alguns grupos tarifário a demanda e o consumo de energia neste período têm valores mais elevados quando compara com o período fora de ponta (PROCEL, 2011).

O horário fora de ponta é considerado às demais 21 horas do dia (PROCEL, 2011).

A Figura 4 apresenta o histórico da demanda no período analisado no horário fora de ponta.

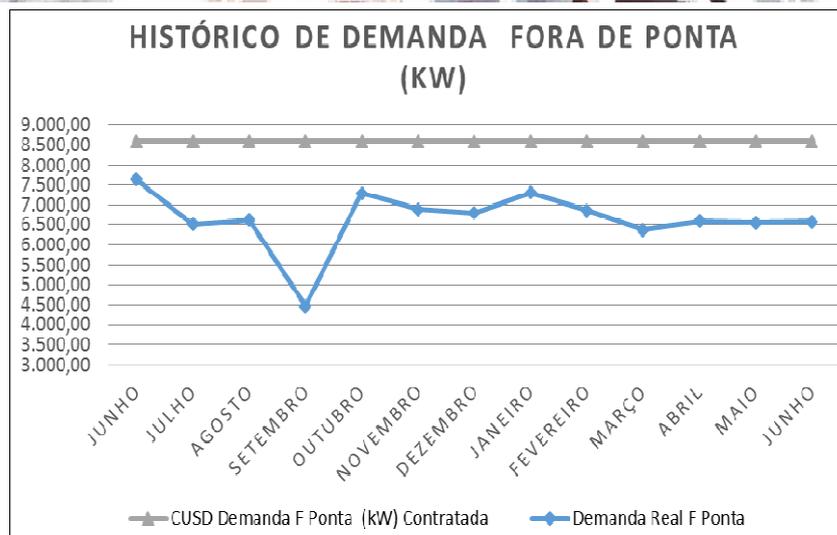


Figura 4: Histórico da demanda fora de ponta contratada e medida

A demanda contratada está representada no gráfico da Figura 4 pela linha superior cinza, com valor de 8600 kW durante todos os meses e a demanda mensal medida está representada pela linha inferior azul.

Observa-se que a linha azul não alcançou a linha cinza, indicando que durante o período não houve demanda de ultrapassagem.

A maior demanda medida encontrada foi de 7309,831kW no mês de janeiro, aproximadamente 85 % da demanda contratada. A diferença encontrada entre a demanda contratada e máxima medida é da ordem de 1290kW.

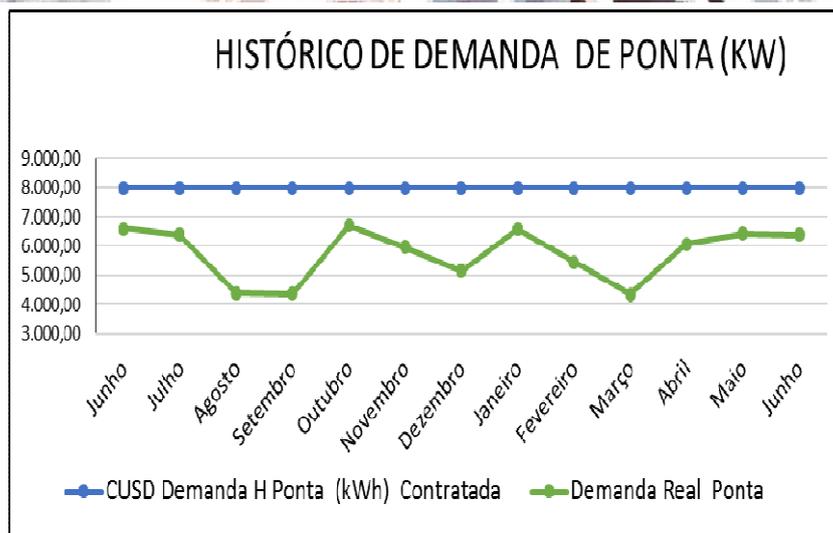
Admitindo que as demandas medidas mensais não ultrapassaram a demanda máxima registrada e sabendo-se que a tolerância de ultrapassagem no grupo A classe A2 é de 5%, cabe uma adequação no contrato da demanda contratada fora de ponta. Um valor considerável seria reduzir a demanda contratada para que a maior demanda registrada fique em aproximadamente 95% do valor de referência.

A demanda de ponta, apesar do período ser relativamente menor que a demanda fora de ponta, o preço da unidade de consumo é maior, refletindo significativamente na fatura de energia.

O custo da unidade de consumo de energia elétrica dentro e fora de ponta são cobrados em R\$ / kWh (reais / quilowatts x hora) e da demanda nos períodos dentro e fora de ponta são cobrados em R\$ / kW (reais/ quilowatts), (BANDEIRANTES, 2004).

A Figura 5 apresenta o histórico da demanda no período analisado no horário de ponta.

O valor da demanda contratada no horário de ponta é de 8000kW, a maior demanda registrada no período de junho 2014 a junho de 2015 é de 6 693,171kW. A diferença entre a demanda contratada e a maior demanda medida é de aproximadamente 22%, esse valor corresponde a 1906kW. Da mesma maneira, a diferença entre contratada e registrada no maior período deve reduzir de modo que a demanda da maior leitura fique 95% do valor em contrato.



**Figura 5:** Histórico da demanda fora de ponta contratada e medida

Para assegurar que a demanda medida não ultrapasse a demanda contratada gerando tarifa de ultrapassagem é feito o balanço energético da planta industrial.

O balanço energético do grupo permitirá uma visão a curto, médio e longo prazo.

A visão de curto prazo contempla o atendimento energético das unidades do grupo no período de um ano. É feito diretamente com as áreas confirmando o programa da produção, plano de manutenções e previsões de paradas. A médio prazo considera-se a visão do *planning* aprovado para os próximos dois anos. A longo prazo, considera-se junto às unidades a existência de projetos que possam levar ao aumento/redução do consumo de energia elétrica.

### 3.1. FATOR DE CARGA

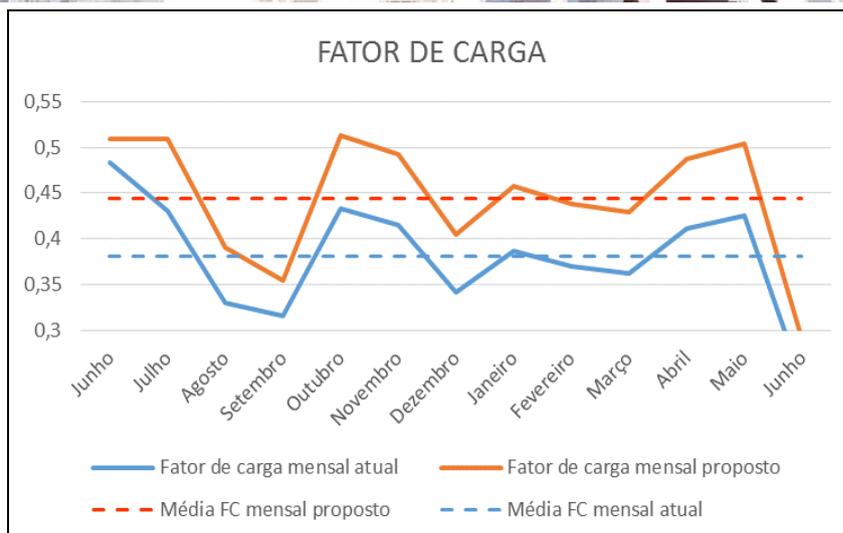
O fator de carga (FC) pode ser entendido como o indicador que mostra se a energia elétrica de um determinado consumidor está sendo utilizada de forma racional. Alguns benefícios podem ser obtidos quando mantido elevado esse indicador (FC) como: 1) otimização do investimento da instalação, 2) aumento da vida útil dos equipamentos, 3) redução do valor da demanda de pico (Mamede, 2010). O fator de carga refere-se a um determinado período, podendo ser diário, semanal, mensal ou anual e é dado pela expressão conforme equação da figura 6:

$$F_{cm} = \frac{C_{kwh}}{730 \times D_{m\acute{a}x}}$$

**Figura 6:** Equação do fator de carga mensal- Mamede 2013

As variáveis  $C_{kwh}$  e  $D_{m\acute{a}x}$ , refere-se a primeira ao consumo de energia elétrica durante um determinado período a ser considerado em kWh (quilowatts/hora) e a segunda a demanda máxima em kW (quilowatts) no mesmo tempo.

A figura 7 apresenta o gráfico do fator de carga com do cenário atual e o fator de carga considerando a redução das demandas contratadas no período dentro e fora de ponta.



**Figura 7:** Equação do fator de carga atual e proposto

A figura 7 expõe a melhora no fator de carga quando utilizado uma demanda contratada reduzida, onde a máxima registrada fica em 95% do valor definido em contrato.

#### 4. CONCLUSÃO

De acordo com nível de tensão de fornecimento para a unidade consumidora 138kV (quilovolts) a indústria objeto de estudo está devidamente classificada no grupo tarifário.

O fluxograma analítico como procedimento para avaliar a condição atual dos valores expostos nas faturas de energia elétrica emitidas periodicamente pela concessionária é de fundamental importância para a tomada de decisão neste trabalho.

As faturas de energia não apresentavam informações contendo multa por atraso, concluindo que está de acordo com o contrato estabelecido.

O gráfico da Figura 2 apresenta 7 (sete) meses onde o fator de potência (FP) ficou abaixo do valor normativo 0,92, sendo cobrado energia reativa excedente. Como os valores de energia reativa são diferentes e cíclicos, finda que o banco de capacitores automático não está eficaz para seu desígnio.

Para eliminação do excesso de reativos, propõem-se a avaliação e a necessidade de adequação do controlador de fator de potência e banco de capacitor.

Não houve ultrapassagem da demanda, porém os valores encontrados remetem a necessidade de um estudo para mudança no contrato de energia.

Como a empresa está classificada no mercado livre, pertencente ao grupo A para tensões igual ou superior a 69 kV (quilovolts), foram analisados principalmente a demanda no horário de ponta e fora de ponta afim de obter resultados com a intenção de redução na fatura de energia.

A demanda fora de ponta medida está com valor de aproximadamente 85% da demanda fora de ponta contratada e a demanda no horário de ponta medida está com 84% da demanda contratada. O valor cobrado da demanda no horário de ponta é de aproximadamente 2,8% maior que a demanda fora de ponta, acentuando o resultado na economia. Esses valores permitem uma melhora no indicador energético.

Considerou-se que a máxima demanda medida deve permanecer em 95% da demanda contratada, diminuindo a diferença entre elas.

A proposta de alteração na demanda contratada nos horários de ponta e fora de ponta pode ser válida, uma vez que não haverá alteração no consumo de energia a pequeno, médio e longo prazo de acordo com o planejamento de produção, plano de manutenção e previsão de projetos futuros.

Conclui-se que a proposta de revisão no banco de capacitor e redução da demanda contratada é positiva e os resultados de redução na fatura de energia serão alcançados.

Para efeitos de cálculos, considerando o valor da demanda fora de ponta R\$ 7,95 e na ponta em R\$19,96, a economia mensal será de R\$ 26.146,75 e aproximadamente R\$ 313.761,00 ao ano.

fator de carga evidencia a redução da demanda de pico e um melhor aproveitamento racional de energia.

## **6. REFERÊNCIAS**

**ABRADEE, 2016.** Disponível em: <http://www.abradee.com.br/setor-de-distribuicao/tarifas-de-energia/tarifas-de-energia>.

**ANEEL** - Resolução normativa nº 414. 1ª Edição, 09/ 2010. 156p. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14486448/bren2010414.pdf/3bd33297-26f9-4ddf-94c3-f01d76d6f14a?version=1.0>>

**ANEEL** - Nota Técnica nº 0083/2012-SRD/ANEEL. 1ª Edição, 06/ 2012. 19p. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2012/065/documento/nota\\_tecnica\\_0083\\_daniel\\_dir.pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2012/065/documento/nota_tecnica_0083_daniel_dir.pdf)>

**MAMEDE, F.** Instalações Elétricas Industriais. 8ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2010

**PROCEL** - Manual de Tarifação de Energia Elétrica. 1ª Edição, 08/ 2011. 56p. Disponível em: [http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Manual%20de%20Tarif%20En%20EI%20-%20Procel\\_EPP%20-%20Agosto-2011.pdf](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Manual%20de%20Tarif%20En%20EI%20-%20Procel_EPP%20-%20Agosto-2011.pdf)

**BANDEIRANTE** - Manual de orientação aos consumidores. 1ª Edição, 03/ 2004. 19p. Disponível em: <<http://www.edp.com.br/distribuicao/edp-escelsa/informacoes/grandes-clientes/normas-e-manuais/Documents/Manual%20de%20Orienta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Crit%C3%A9rios%20de%20Contrata%C3%A7%C3%A3o%20e%20Tarifas%20Aplicadas.pdf>>