

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
JOZIEL THOMAZINI**

**ESTUDO DE UMA POSSÍVEL ALTERAÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA
NACIONAL DE 0,92 PARA 0,95**

**CASCADEL
2018**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
JOZIEL THOMAZINI**

**ESTUDO DE UMA POSSÍVEL ALTERAÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA
NACIONAL DE 0,92 PARA 0,95**

Projeto de pesquisa apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz para elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso 2.
Orientador: Prof. Esp. Ewerson Luiz Poisk.

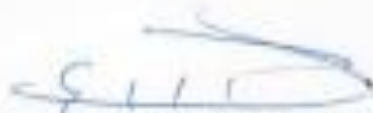
**CASCAVEL
2018**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
JOZIEL THOMAZINI**

ALTERAÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA NACIONAL DE 0,92 PARA 0,95

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Elétrica, do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, sob orientação do Professor Especialista Ewerson Luiz Poisk.

BANCA EXAMINADORA



Professor Orientador: Ewerson Luiz Poisk
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz



Artur Galbiatti
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz



Heider José Costa Carozzi
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz

Cascavel, 07 de Dezembro de 2018.

DEDICATÓRIA

A minha namorada Luana que sempre me apoiou e me incentivou para nunca desistir dos meus objetivos e concluir o curso. Aos meus pais Gumercindo e Clarice, por sempre estarem ao meu lado, motivando e me apoiando em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Ewerson Luiz Poisk, pelo auxílio, orientações, informações e ideias essenciais na determinação das vias corretas para que este trabalho se desenvolvesse e se concluísse com perfeição. E aos demais professores da instituição, que, de alguma forma participaram dessa trajetória conosco e que foram excelentes educadores, melhorando dia após dia, nosso aprendizado em todas as particularidades da área.

Aos meus amigos e colegas da faculdade, que me ajudaram em certas decisões a serem tomadas, as trocas de conhecimentos que, sem dúvidas, foram muito importantes para cada um, e as grandes amizades que cultivei durante esses 5 anos de curso.

O agradecimento mais que especial é para a minha namorada Luana, que esteve comigo desde o início do curso, em todos os momentos sempre me apoiando e me incentivando não me deixando desistir. Ter chegado ao término da graduação é uma vitória minha, mas eu dedico a ela. Ao meu pai Gumercindo e a minha mãe Clarice, que nunca deixaram que eu fracassasse, estiveram sempre ao meu lado, me apoiando e torcendo por mim. A minha irmã Nilcea, que sempre esteve me incentivando e me aconselhando para que tomasse decisões corretas em relação ao curso. A toda minha família e à família da minha namorada, que sempre me deram grande apoio.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo buscar melhorias no uso da potência ativa, para melhor aproveitamento das redes elétricas e da energia que já está sendo gerada, tendo o fator de potência como indicador do real consumo de potência ativa. Sendo diversas as causas do baixo fator de potência, como por exemplo, motores e transformadores trabalhando a vazio e mal dimensionados, grande quantidade de motores de pequena potência, ligados individualmente e bancos de capacitores mal dimensionados, faz-se necessária a devida correção, que deve ser o mais próximo possível da carga. O artigo 95 da resolução 414, determina o fator de potência mínimo a ser corrigido, se pretende alterar este fator de potência que restringe ao grupo A, que são consumidores de média e alta-tensão, buscando economia na geração de uma possível alteração deste fator de potência atual, determinando o benefício desta alteração, analisando quantos consumidores poderão ser atendidos com esta mudança, a qual implicará em custos para a implantação de equipamentos, para que se efetive a referida alteração, os consumidores terão que se readequar para atender às especificações com a possível mudança deste artigo.

Palavras-Chave: Fator de potência. Alteração da norma. Geração.

ABSTRACT

This work aims to seek improvements in the use of active power, to better use of the electric networks and the energy that is already being generated, with the power factor as an indicator of the actual consumption of active power. Since the low power factor, for example, motors and transformers are working in a vacuum and poorly dimensioned, a large number of small power motors, individually connected and banks of capacitors badly dimensioned, it is necessary to correct must be as close to the load as possible. Article 95 of resolution 414 determines the minimum power factor to be corrected, if it is to change this power factor that restricts to group A, which are consumers of medium and high voltage, seeking savings in the generation of a possible change of this factor of the current power, determining the benefit of this change, analyzing how many consumers will be able to be served with this change, which will entail costs for the implantation of equipment, so that this change is effected, consumers will have to readjust to meet the specifications with the possible change of this article.

Keywords: Power factor. Change of standard. Generation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Triângulo de potência	14
Figura 2.2: Controlador eletrônico de fator de potência	19
Figura 2.3: Banco de capacitor	20
Figura 2.4: Mapa região norte.....	27
Figura 2.5: Mapa região nordeste	28
Figura 2.6: Mapa região sudeste	29
Figura 2.7: Mapa região sul	30
Figura 2.8: mapa região centro-oeste	31
Figura 2.9: Mapa do Brasil com seus respectivos estados e distrito federal..	32
Figura 4.1: Triângulo de potência com fator 0,95.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Geração instalada	25
Tabela 2.2: Fontes de geração de energia.....	26
Tabela 3.1: Fator de potência adotado por alguns países	33

LISTA DE SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
kV	Quilo Volt
kVA	Quilo Volt Ampère
kVAR	Quilo Volt Ampère Reativo
kW	Quilo watt
CV	Cavalo Vapor
Hz	Hertz
R\$	Real
R\$/MWh	Real por Mega Watt Hora
R\$/KW	Real por Quilo Watt
MWh	Mega Watt Hora
GWh	Giga Watt Hora
kWh/hab	Quilo Watt Hora por Habitante
KWh/mês	Quilo Watt Hora Mês
GVAh	Giga Volt Ampère Hora
GVARh	Giga Volt Ampère Reativo Hora
MW	Mega Watt
MVAh	Mega Volt Ampère Hora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 CONCEITO DE FATOR DE POTÊNCIA.....	14
2.2 CONSEQUÊNCIAS CAUSADAS NAS INSTALAÇÕES DEVIDO AO BAIXO FATOR DE POTÊNCIA	15
2.3 CORREÇÃO BAIXO FATOR DE POTÊNCIA EM BAIXA TENSÃO	16
2.3.1 Tipos de correção de fator de potência em baixa tensão	16
2.4 CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA EM MÉDIA TENSÃO	17
2.4.1 Desvantagem	17
2.4.2 Vantagens para empresa	18
2.4.3 Vantagens para concessionária.....	18
2.5 EQUIPAMENTOS PARA MEDIÇÕES DE EXCEDENTES REATIVOS.....	18
2.5.1 Equipamento de medição para correção de excedente reativo.....	19
2.6 IMPLANTAÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA.....	20
2.6.1 Legislação atual.....	21
2.7 AVALIAÇÃO DO EXCEDENTE REATIVO CONFORME AS NORMAS DA ANEEL.....	21
2.8 GRUPO TARIFÁRIO	24
2.8.1 Grupo A	24
2.8.2 Modalidades tarifárias	24
2.9 GERAÇÃO INSTALADA DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL	25
2.9.1 Fontes de Geração de Energia Elétrica no Brasil.....	26
2.10 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL.....	27
2.10.1 Região norte.....	27
2.10.2 Região nordeste	28
2.10.3 Região sudeste.....	29
2.10.4 Região sul	30
2.10.5 região Centro-Oeste	31

2.10.6 Brasil	32
3.1 ESCOLHA DO FATOR DE POTÊNCIA 0,95.....	33
3.2 ALTERAÇÃO PRETENDIDA NA NORMA nº 414	33
3.3 SETOR COM MAIOR IMPACTO ECONÔMICO COM A ALTERAÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA	34
3.3.1 Cálculo de potência aparente	34
3.3.2 Cálculo de potência ativa	36
3.3.3 Cálculo de potência reativa	37
3.3.4 Simulação na utilização da potência ativa economizada.....	37
3.3.5 Capacidade de geração de uma usina hidrelétrica correspondente á potência aparente economizada	38
4 RESULTADOS	40
5 DISCUSSÃO	41
6 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

O consumo de energia elétrica é caracterizado como um dos indicadores do desenvolvimento econômico de um país, refletindo em todos os setores: residencial comercial, industrial, entre outros. A cada ano, vem-se aumentando o consumo de energia elétrica, com isso aumenta-se também a necessidade de uma maior geração de energia para atender a essa demanda, principalmente por geração de recursos naturais, já que o Brasil é rico em água e luminosidade solar, porém não devemos somente nos preocupar em gerar sempre mais energia elétrica, mas também utilizá-la de forma consciente, buscando sempre utilizar o máximo de potência ativa, evitando desperdícios [1].

A energia gerada é transmitida para os consumidores finais e ao decorrer do percurso se tem perdas de potência ativa, ou seja, deve-se corrigir o fator de potência tanto na transmissão, quanto na distribuição e no consumidor, assim, mais potência ativa será utilizada, sem necessitar de uma maior geração de energia elétrica para manter a mesma quantidade de consumidores ativos. A produção de energia elétrica atual do Brasil já não é o suficiente para comportar a demanda interna, sendo necessário importar energia de países vizinhos como a Argentina, Paraguai e Uruguai, na rede interligada brasileira [2], e da Venezuela que fornece para o estado de Roraima, que não faz parte da rede interligada do Brasil [3].

Logo, este trabalho consiste em fazer o levantamento de uma possível modificação no artigo 95 da resolução 414 da ANEEL, que trata do fator de potência, alterando o fator atual para o pretendido, de maneira que os consumidores corrijam o fator de potência para igual ou superior a 0,95, impondo-se sobre todos os consumidores em território nacional que estiverem enquadrados nos grupos A, que são consumidores de média e alta-tensão. Com a readequação da norma, não inserindo na rede potência reativa excedente a menos que o valor do fator de potência 0,95. Os consumidores que não adotarem a mudança, poderão sofrer multas com o valor do excedente reativo até se adequarem à norma, atendendo à mudança.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

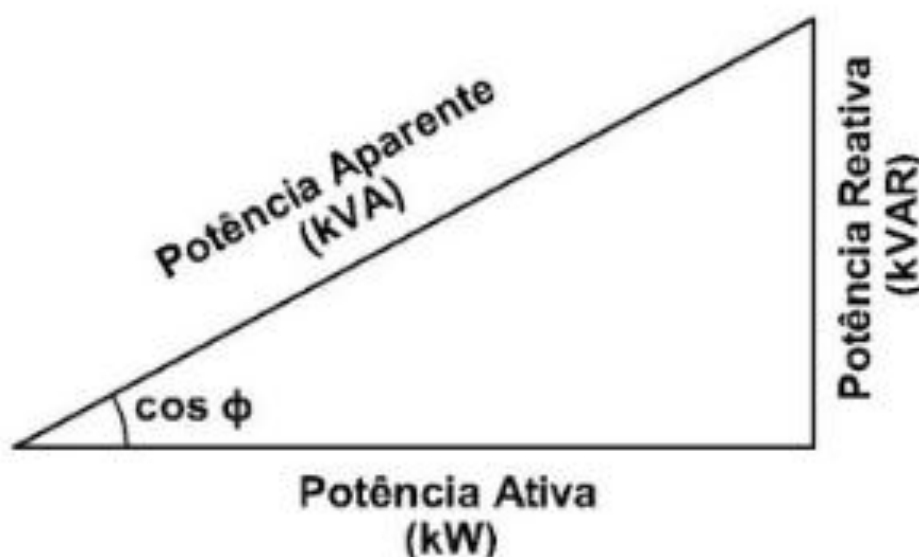
2.1 CONCEITO DE FATOR DE POTÊNCIA

O fator de potência tem como definição a potência ativa e a potência aparente. Ele serve como um indicador do consumo de potência ativa, quando ele estiver indicando um baixo fator de potência, significa que está tendo um alto consumo de potência reativa [4].

Em sua maior parte, as cargas das unidades consumidoras consomem potência reativa indutiva, que é o que indica um fator de potência atrasado, é usada, por exemplo, em: transformadores, aparelhos de soldas a transformador, motores, entre outros. Para o funcionamento das cargas indutivas é preciso um campo eletromagnético, devido a isso sua operação necessita de dois tipos de potência: a potência ativa e a potência reativa [4].

A seguir, uma imagem do triângulo de potência, onde o fator de potência é representado pelo cosseno do ângulo de defasagem, localizado entre a onda senoidal da tensão e a onda senoidal da corrente [5].

Figura 2.1: Triângulo de potência



Fonte: [6]

Usa-se duas equações para calcular o fator de potência, são elas:

$$Fp = \frac{Pa}{Ps} \quad (2.1.1)$$

$$Fp = \cos\varphi \quad (2.1.2)$$

F_P = Fator de potência: Defasagem entre a tensão e a corrente, o mesmo indica a eficiência do consumo da energia.

P_A = Potência ativa: Potência que realiza trabalho. A mesma é medida em KW [4].

P_S = Potência aparente: Produto dos valores da tensão e da corrente. A mesma é medida em kVA [7].

P_Q = Potência reativa: Potência utilizada somente para a criação e mantimento das cargas indutivas e dos campos eletromagnéticos. A mesma é medida em KVAR [4].

2.2 CONSEQUÊNCIAS CAUSADAS NAS INSTALAÇÕES DEVIDO AO BAIXO FATOR DE POTÊNCIA

Perdas nas instalações internas causam: quedas de tensão, pouco aproveitamento da capacidade dos transformadores e superaquecimento de condutores.

Os equipamentos que causam essas consequências nas instalações, na maioria dos casos, são os seguintes [8]:

- a) Transformadores operando em longos períodos de tempo, estando sobrecarregados ou até mesmo a vazio;
- b) Motores superdimensionados;
- c) Utilização de muitos motores de pequena potência por um longo período de tempo;
- d) Utilização de lâmpadas de descarga;
- e) Capacitores mal dimensionados ligados na instalação da unidade consumidora;

2.3 CORREÇÃO BAIXO FATOR DE POTÊNCIA EM BAIXA TENSÃO

Deve-se corrigir o mais próximo das cargas consumidoras. Para as cargas indutivas, deve-se utilizar capacitores, sendo eles projetados adequadamente para o funcionamento dos equipamentos, não utilizando equipamentos indutivos superdimensionados, pois gera uma quantidade elevada de potência reativa [4].

2.3.1 Tipos de correção de fator de potência em baixa tensão

Há mais de uma maneira de instalar os capacitores na realização da correção, com o intuito de conservar a energia e o relacionamento com o melhor benefício de correção [4]:

- a) Correção na entrada da energia de alta-tensão: realiza-se a correção do fator de potência visualizado pela concessionária, permanecendo todas as correntes reativas com o baixo fator de potência, essa correção tem um custo maior em relação às demais correções;
- b) Correção na entrada da energia de baixa tensão: pode-se utilizar de bancos automáticos de capacitores, porém, essa correção é indicada para corrigir instalações com uma grande quantidade de cargas com diferentes potências e regimes de utilização pouco uniformes. A vantagem é que a correção é bastante significativa, já a desvantagem é que não são equipamentos individuais;
- c) Correção por grupos de cargas: é instalado um capacitor no quadro de distribuição que alimenta os equipamentos, utilizado para corrigir um conjunto de máquinas menores que 10cv. A desvantagem é que terá a correção do fator de potência no cabo de alimentação de cada equipamento;
- d) Correção localizada: é instalado o capacitor junto com o equipamento que irá ser corrigido, de maneira técnica essa é a melhor forma de correção, e apresenta várias vantagens, são elas:
 - Diminui perdas de energia na instalação em geral;
 - Reduz a corrente nos cabos de alimentação dos equipamentos;
 - O capacitor pode ser interligado junto à carga, dispensando um equipamento de manobra;

- Tem uma geração de potência reativa onde é devidamente preciso.

e) Correção mista: essa correção será aplicada para casos em que se esteja visando obter conservação de energia, a mesma tem praticidades na parte técnica, financeira e ainda assim é considerada a melhor solução para a correção.

Para a correção mista é preciso realizar os seguintes procedimentos:

- Será necessária a instalação de um capacitor no lado secundário do transformador, o mesmo precisa estar fixo;
- A correção dos motores que tem em média 10 CV ou mais, a correção é feita localmente;
- A correção em motores com menores de 10 CV e feita por grupos;
- Para corrigir iluminação com lâmpadas de descarga em redes próprias, na qual usa-se reatores com baixo fator de potência, é realizada a correção na entrada da rede [4].

2.4 CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA EM MÉDIA TENSÃO

Na correção do fator de potência, tem-se vantagens tanto para as empresas como para as concessionárias e também desvantagens para as mesmas, seguem os tópicos a seguir:

2.4.1 Desvantagem

- a) Improbabilidade econômica para a realização da instalação de banco de capacitores automáticos;
- b) Maiores possibilidades das instalações se tornarem capacitivas, ou seja, capacitores fixos;
- c) Para a concessionária, ocorre um aumento de tensão;
- d) Será necessário um investimento financeiro maior, para cabos e equipamentos de baixa tensão;
- e) Maior dificuldade na manutenção;

f) Em média tensão, os benefícios da diminuição de corrente reativa em transformadores e cabos não são obtidos [9].

2.4.2 Vantagens para empresa

- a) Diminuição considerável na despesa de energia elétrica;
- b) Melhor aproveitamento energético da empresa;
- c) melhor qualidade da tensão;
- d) Maior capacidade dos equipamentos de manobra;
- e) Aumento da funcionalidade dos equipamentos e das instalações;
- f) Redução de aquecimento (efeito Joule);
- g) Diminuição da potência reativa inserida na rede elétrica [9].

2.4.3 Vantagens para concessionária

- a) Potência reativa não irá mais circular no sistema de transmissão e distribuição;
- b) Elimina as perdas devido à redução do aquecimento (efeito Joule);
- c) Ganho na eficiência do sistema de transmissão e distribuição, para transportar a potência ativa;
- d) Ganho na eficiência de geração com o objetivo de atender mais consumidores;
- e) Menor custo de geração [9].

2.5 EQUIPAMENTOS PARA MEDIÇÕES DE EXCEDENTES REATIVOS

O medidor usado nas indústrias é do tipo eletrônico, um pouco diferente do comum, ele registra a energia ativa e a energia reativa que é a energia acumulada com baixo fator de potência, a qual o outro medidor não registra, porém esse medidor não tem uso restrito somente para as indústrias. Pouco a pouco, as companhias de distribuição estão deixando de usar medidores comerciais comuns, para usar o eletrônico [10].

Os medidores eletrônicos possuem algoritmos que realizam as medições adequadas, para que os consumidores tenham a garantia que os valores medidos são idênticos aos que a carga está consumindo [11].

2.5.1 Equipamento de medição para correção de excedente reativo

Para melhor correção do excedente reativo, são utilizados equipamentos eletrônicos como o controlador automático de fator de potência, que monitora e fiscaliza a rede para manter o fator de potência o mais próximo de 1. Através das leituras realizadas, o equipamento controla o momento adequado para inserir os bancos de capacitores na carga ou até mesmo na rede, então, o objetivo de instalar este equipamento é a economia de energia, tendo um melhor aproveitamento da rede, evitando multa por excedente reativo [12].

Abaixo, segue um modelo dos equipamentos eletrônicos controladores automáticos de fator de potência:

Figura 2.2: Controlador eletrônico de fator de potência



Fonte: [12]

Abaixo segue um modelo de bancos de capacitores, que é utilizado para a correção de fator de potência excedente reativo indutivo:

Figura 2.3: Banco de capacitor



Fonte: [13]

2.6 IMPLANTAÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA

No território nacional, é aderida a frequência de 60 HZ para o fornecimento de energia elétrica através da Lei nº 4.454 de 06 de novembro de 1964. Precisa-se criar sinais regulatórios incentivando o uso das redes de distribuição de maneira eficiente, também existe uma necessidade de definir o fator de potência, pois poderá ocorrer, eventualmente, distorções harmônicas na rede elétrica [14].

Sendo a origem das harmônicas em cargas lineares nas instalações, onde a onda senoidal da corrente não acompanha a da tensão de alimentação. Nos transformadores de força, são consequência da relação não linear entre o fluxo de magnetização e a corrente de excitação correspondente [4].

Conforme o decreto nº 62.724 de 17 de maio de 1968 e com a redação atual da época através do decreto nº 75.887 de 20 de junho de 1975, as concessionárias de energia elétrica passaram a utilizar como referência o fator de potência de 0,85 limitando a distribuição de energia reativa [4].

2.6.1 Legislação atual

Conforme o decreto nº 479 de 20 de março de 1992, obrigatoriamente deve-se manter o fator de potência aproximado de (1,00), para fornecedores e consumidores [4], mas no decorrer dos anos, ocorreram outras alterações em diversos artigos até chegar a resolução 414 onde o artigo 95 determina o fator de potência mínimo que não foi alterado neste período de tempo, apenas foi modificada a numeração da resolução [15].

Essa nova legislação obteve uma forma de ajuste do baixo fator de potência diferenciado, da seguinte maneira:

- a) Aumento do fator de potência, antes o limite mínimo era de 0,85, passou para 0,92;
- b) Lucratividade de energia reativa excedente;
- c) Avaliação do FP mensal teve uma diminuição do horário de medição para o período horossazonal a partir de 1996;
- d) Passando a mudar o objetivo do faturamento: no lugar de ser cobrado um adicional pelo baixo fator de potência, as concessionárias passam a cobrar pela potência ativa que é transportada no espaço que seria ocupado pela potência reativa [4];

O fator de referência tanto indutivo quanto capacitivo, tem o limite mínimo de 0,92 para o grupo A [15].

2.7 AVALIAÇÃO DO EXCEDENTE REATIVO CONFORME AS NORMAS DA ANEEL

A potência reativa excedente é verificada pelas concessionárias através da medição do FP mensal ou horário. O fator de potência mensal calcula-se a partir da energia ativa e energia reativa, sendo medida de uma em uma hora e calculados pelos artigos a seguir [4].

O artigo 96 é utilizado em unidades consumidoras que tenham os equipamentos de medição, incluindo as que tenham CUSD (contrato de uso de sistema de distribuição), o valor da energia elétrica de demanda da reativa excedente é calculado a partir das equações a seguir [15]:

$$E_{\mathcal{R}} = \sum_{T=1}^{n1} \left[EEAMT_x \left(\frac{f_R}{f_T} - 1 \right) \right] x.VRERE \quad (2.7.1)$$

E_{RE} = Valor cobrado em (R\$), cobrança referente à energia reativa excedente além do que é permitido pelo fator referência, no período de faturamento;

$EEAM_T$ = Soma total da energia ativa que é medida no intervalo de 1 hora, em (MWh) durante um período de tempo de faturamento;

f_R = Fator de potência que se refere a 0,92;

f_T = Cálculo do FP em cada intervalo de tempo de 1 hora, da unidade consumidora no período de faturamento [15];

VR_{ERE} = Valor da tarifa de energia da bandeira verde, aplicada ao subgrupo B1 em \$/MWh) [16].

$$D_{\mathcal{R}}(p) = \left[MAX_{T=1}^{n1} \left(PAMTX \frac{f_R}{f_T} \right) - PAF(p) \right] . VR_{DRE} \quad (2.7.2)$$

$D_{RE}(p)$ = Corresponde à potência reativa, excedente sobre o permitido pelo FP de deslocamento de referência, dado em (R\$) [14];

PAM_T = Medida de demanda de potência ativa no tempo de 1 hora, no período de faturamento em (kW);

$PAF(p)$ = Potência ativa faturável, medida em (kW) sendo cada ponto tarifário denominado ponto “p”;

VR_{DRE} = Denominado valor de referência, seu valor em R\$/kW, equivale o valor da tarifa de demanda para horário de tarifa fora de ponta aplicado ao subgrupo A, para bandeira azul [15];

T = Tempo de intervalo de 1 hora, durante o período de faturamento;

P = Determina a classificação do horário, se tem caracterização de horário de ponta ou fora de ponta, em tarifa convencional ou horossazonal;

$n1$ = Indica a quantidade de intervalos “T” no período que ocorre o faturamento, em horário de ponta ou fora de ponta;

$n2$ = Indica a quantidade de intervalos “T”, no horário “p” em faturamento do mesmo período [16];

§ 1º = Para o cálculo do E_{RE} e $D_{RE}(p)$, deve-se cogitar:

a) Para fatores de potência capacitiva com valor inferior a 0,92, no período de 6

horas consecutivas a partir do horário das 23:30 horas às 6:30, cabe à distribuidora analisar a cada intervalo de tempo de 1 hora denominado hora “T”;

b) O restante do período definido no item anterior, apenas o “f_T” menor que 0,92 indutivo, sendo verificados em intervalos de tempo de uma em uma hora;

§ 2º = Sob ocorrência do tópico (a), a distribuidora deve informar ao consumidor com antecedência de no mínimo 1 ciclo mensal completo;

§ 3º = Se o VR_{DRE} for nulo, o valor cobrado pela demanda reativa excedente deve ser utilizado pela distribuidora o valor correspondente ao nível de tensão instantaneamente inferior [15].

O artigo 97 precisa ser aplicado em unidades consumidoras que não tenham equipamentos de medição como citado no artigo anterior, sendo apurados a demanda de potência reativa excedente e o valor da energia elétrica, pelas equações abaixo:

$$E_{\mathfrak{R}} = EEAMX \left(\frac{f_R}{f_M} - 1 \right) \cdot VR_{ERE} \quad (2.7.2)$$

E_{RE} = Quantidade de energia elétrica reativa permitida pelo FP, no período a ser faturado em (R\$);

EEAM = Soma da energia elétrica ativa, medida para o faturamento em seu período de tempo, em (MWh);

f_R = Fator de potência que se refere a 0,92;

f_M = Cálculo do período mensal de faturamento da unidade consumidora referente ao fator de potência indutivo médio [15];

VR_{ERE} = Valor da tarifa de energia da bandeira verde, aplicada ao subgrupo B1 em (R\$/MWh) [16].

$$D_{\mathfrak{R}} = \left(PAMX \frac{f_R}{f_M} - PAF \right) \cdot VR_{DRE} \quad (2.7.2)$$

D_{RE} = Corresponde ao valor da potência reativa excedente igualada ao permitido, pelo fator de deslocamento de referência, faturado em (R\$).

PAM = Demanda medida no período de faturamento de potência ativa em (kW);

PAF = Demanda faturável de potência ativa em (kW) [15].

VR_{DRE} = Denominado valor de referência, seu valor em R\$/kW, equivale o valor da

tarifa de demanda para horário de tarifa fora de ponta aplicado ao subgrupo A, para bandeira azul [16].

2.8 GRUPO TARIFÁRIO

2.8.1 Grupo A

O grupo tarifário A são consumidores atendido em média e alta-tensão, acima de 2,3 kV, que corresponde a 180 mil consumidores [17].

O grupo A é dividido em subgrupos como mostra a seguir:

- a) A1 tensão de 230 kV ou superior;
- b) A2 tensão de 88 a 138 kV;
- c) A3 tensão de 69 kV;
- d) A3a tensão de 30 a 44 kV;
- e) A4 para o nível de tensão de 2,3 a 25 kV;
- f) AS sistema subterrâneo [18].

2.8.2 Modalidades tarifárias

São tarifas aplicadas aos consumidores com demanda de potência ativa e consumo de energia elétrica, sendo aplicadas as modalidades a seguir:

Azul: São aplicadas aos consumidores do grupo A, sendo tarifas diferenciadas na demanda de potência e de energia elétrica com horários específicos de utilização do dia;

Verde: São aplicadas aos consumidores do grupo A, sendo tarifas diferenciadas para o consumo de energia elétrica, com horários específicos de utilização do dia, assim como tendo uma única tarifa na demanda de potência;

Convencional Monômnia: São aplicadas aos consumidores do grupo B, indiferente do horário de utilização no decorrer do dia, pelo consumo de energia elétrica [19].

2.9 GERAÇÃO INSTALADA DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Seguem na tabela abaixo, os dados da geração elétrica brasileira em MW. Como a usina hidrelétrica de Itaipu divide a produção de energia elétrica com o Paraguai, nesse quadro vão constar apenas os dados da produção em território nacional [20].

Tabela 2.9.1: Geração instalada

	2015	2016	$\Delta\%$ (2015/2016)	Participação 2016
Total	140,858	150.338	6,7	100
Usina Hidrelétrica	86,366	91,499	5,9	60,9
Usina Termoelétrica	39,564	41,275	4,3	27,5
PCH	4,886	4,941	1,1	3,3
CGH	398	484	21,9	0,3
Usinas nucleares	1,990	1,990	0,0	1,3
Usinas Eólicas	7,633	10,124	32,6	6,7
Solar	21	24	11,3	0,0

Fonte [20]

Mesmo após ter essa grande quantia de geração instalada o Brasil ainda importa mais 5% de energia elétrica de países vizinhos [21].

2.9.1 Fontes de Geração de Energia Elétrica no Brasil

Seguem na tabela abaixo, as fontes de geração de energia elétricas nacionais renováveis e não renováveis, porém as fontes renováveis são as mais utilizadas no Brasil.

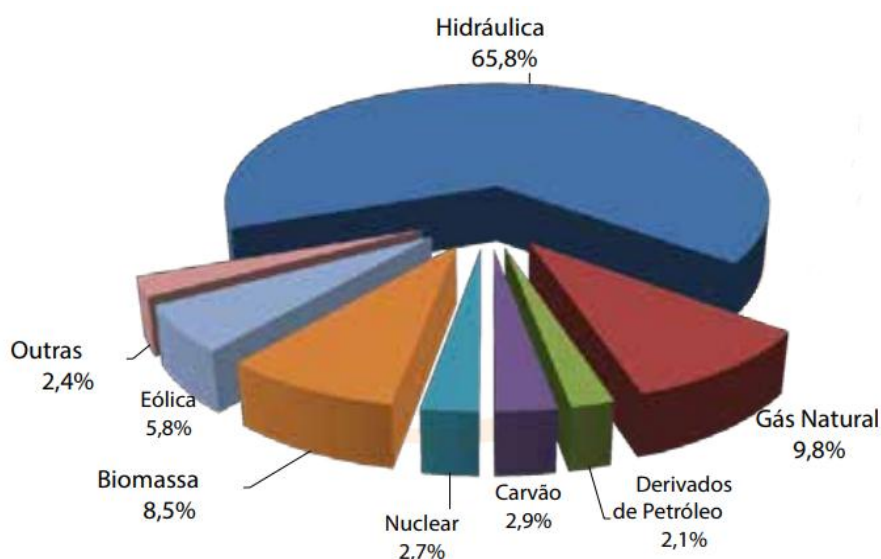
Tabela 2.9.2: Fontes de geração de energia

	2015	2016	$\Delta\%$ (2015/2016)	Participação 2016
Total	581,228	578,898	-0,4	100
Hidráulica	379,743	380,911	5,9	65,8
Gás natural	79,490	56,485	-28,9	2,1
Derivados de petróleo	25,657	12,103	-52,8	2,1
Carvão	18,856	17,001	-9,8	2,9
Nuclear	14,734	15,864	7,7	2,7
Biomassa	47,394	49,236	3,9	8,5
Eólica	21,626	33,489	54,9	5,8
Outras	13,728	13,809	0,6	2,4

Outras; renováveis e não renováveis, gás de coqueria e solar.

Fonte: [20].

Gráfico 2.9.1: Geração elétrica instalada



Fonte: [20]

2.10 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

2.10.1 Região norte

A região norte do Brasil tem uma população de 17,822 milhões pessoas, essa região consome na rede 34,071 GWh e o consumo per capita é de 1,912 kWh/hab. O número de consumidores no geral é de 5,174 milhões, já o número de consumidores residenciais é de 4,312 milhões, com o consumo médio total de 549 kWh/mês e a média do consumo residencial é de 183 kWh/mês [20].

Figura 2.4: Mapa região norte



Fonte: [20]

2.10.2 Região nordeste

A região nordeste do Brasil tem uma população de 57,085 milhões pessoas, essa região consome na rede 80,147 GWh e o consumo per capita é de 1,404 kWh/hab. O número de consumidores no geral é de 21,422 milhões, já o número de consumidores residenciais é de 18,482 milhões, com o consumo médio total de 312 kWh/mês e a média do consumo residencial é de 121 kWh/mês [20].

Figura 2.5: Mapa região nordeste



Fonte: [20]

2.10.3 Região sudeste

A região sudeste do Brasil tem uma população de 86.653 milhões pessoas, essa região consome na rede 229,970 GWh e o consumo per capita é de 2,654 kWh/hab. O número de consumidores no geral é de 35,713 milhões, já o número de consumidores residenciais é de 35,514 milhões, com o consumo médio de 537 kWh/mês e a média do consumo residencial é de 171 kWh/mês [20].

Figura 2.6: Mapa região sudeste



Fonte: [20]

2.10.4 Região sul

A região sul do Brasil tem uma população de 29,542 milhões pessoas, essa região consome na rede 82,063 GWh e o consumo per capita é de 2,778 kWh/hab. O número de consumidores no geral é de 12,030 milhões, já o número de consumidores residenciais é de 9,746 milhões, com o consumo médio total de 586 kWh/mês e a média do consumo residencial é de 177 kWh/mês [20].

Figura 2.7: Mapa região sul



Fonte: [20]

2.10.5 região Centro-Oeste

A região Centro-Oeste do Brasil tem uma população de 15,768 milhões pessoas, essa região consome na rede 34,579 GWh e o consumo per capita é de 2,193 kWh/hab. O número de consumidores no geral é de 6,282 milhões, já o número de consumidores residenciais é de 5.223 milhões, com o consumo total de 459 kWh/mês e a média do consumo residencial é de 175 kWh/mês [20].

Figura 2.8: mapa região centro-oeste



Fonte: [20]

2.10.6 Brasil

O Brasil tem uma população de 206,871 milhões de pessoas, o país consome na rede 461,484 GWh e o consumo per capita é de 2,228 kWh/hab [20]. O número de consumidores no geral é de 80,621 milhões, já o número de consumidores residenciais é de 69.277 milhões, com um consumo de 132,872 GWh. No setor industrial o consumo é de 165,213 GWh, no setor comercial o consumo é de 87,873 GWh e outros consumidores 75.526 GWh [22].

Figura 2.9: Mapa do Brasil com seus respectivos estados e distrito federal



Fonte: [20]

3 MÉTODOS

3.1 ESCOLHA DO FATOR DE POTÊNCIA 0,95

O Brasil hoje se encontra em 7º lugar no consumo mundial de energia elétrica [23], e como buscamos sempre gerar mais energia para suprir a demanda nacional, temos também que utilizar com mais eficiência a energia gerada, sabendo que atualmente o fator de potência de referência do Brasil é 0,92, mas grande parte dos países desenvolvidos já utiliza o fator de potência mínimo de 0,95.

Abaixo segue um quadro com fator de potência de países desenvolvidos e subdesenvolvidos:

Tabela 3.1: Fator de potência adotado por alguns países

País	Fator de potência	País	Fator de potência
Colômbia	0,90	França	0,93
Espanha	0,92	Portugal	0,93
Argentina	0,92	Alemanha	0,95
Uruguai	0,92	Bélgica	0,95
Chile	0,93	Estados Unidos	0,95
Coreia do Sul	0,93	Suíça	0,95

Fonte: [11].

3.2 ALTERAÇÃO PRETENDIDA NA NORMA nº 414

A resolução 414 contém várias normas, o trabalho realizado tem como estudo a aplicação em território nacional, onde propõe modificar o artigo 95, alterando o fator de potência atual que é de 0,92 que se restringe somente ao grupo A, o excedente reativo, para o pretendido que é 0,95.

Confira abaixo o artigo 95, vigente na resolução 414:

Art. 95. “O fator de potência de referência” fR ”, indutivo ou capacitivo, tem como limite mínimo permitido, para as unidades consumidoras do grupo A, o valor de 0,92” [15].

E, para fins de cálculo e cobrança de excedentes reativos, no artigo 96 e 97, será alterando o fR atual que é 0,92 para 0,95 e o restante dos dados segue inalterado.

3.3 SETOR COM MAIOR IMPACTO ECONÔMICO COM A ALTERAÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA

O setor industrial foi responsável por cerca de 35% da energia elétrica consumida no país, em torno de 165.213 GWh, referente ao ano 2016. É na região sudeste que se concentra a maior parte das indústrias do país [24].

O setor industrial consome cargas mais elevadas, recebendo a alimentação elétrica de entrada em tensões classificadas no grupo A, onde se mede o excedente reativo, esse setor é classificado por bandeiras tarifárias, grupos, entre outros tipos de cobrança. As concessionárias instalam os medidores eletrônicos que realizam a medição do excedente reativo, caso não for executada adequadamente a correção, mantendo igual ou superior ao fator exigido, é cobrado este excedente reativo que é a forma que a distribuidora aplica as multas para compensar os investimentos essenciais nas redes elétricas de distribuição [10].

3.3.1 Cálculo de potência aparente

Visando um melhor aproveitamento da energia gerada, este fator pretendido, é aplicado ao grupo A, onde, para fins de cálculos, utiliza-se o consumo industrial que é de 165.213 GWh.

Para os cálculos que serão realizados a seguir, serão desconsideradas as distorções harmônicas na rede, pois não há dados que comprovem o quanto de harmônica existe em todas as redes do Brasil.

Para calcular a potência economizada na geração, deve-se calcular a potência aparente, utilizando o fator de potência atual e o pretendido, assim, subtraindo um pelo outro, obtém-se a potência aparente economizada na geração, através dos cálculos a seguir utilizando a equação (3.3.1) para o cálculo da potência aparente atual:

$$S_1 = \frac{PA_{IND}}{FP_{AT}} \quad (3.3.1)$$

S_1 = Potência aparente atual;

PA_{IND} = Potência ativa das indústrias;

FP_{AT} = Fator de potência atual.

$$S_1 = \frac{165,213}{0,92} \quad (3.3.2)$$

$$S_1 = 179,579 \text{ GVAh}$$

A equação (3.3.3) será utilizada para calcular a potência aparente pretendida:

$$S_2 = \frac{PA_{IND}}{FP_p} \quad (3.3.3)$$

S_2 = Potência aparente pretendida;

PA_{IND} = Potência ativa das indústrias;

FP_p = Fator de potência Pretendido.

$$S_2 = \frac{165,213}{0,95} \quad (3.3.4)$$

$$S_2 = 173,908 \text{ GVAh}$$

A equação (3.3.5) será utilizada para calcular a economia da geração de energia elétrica:

$$S_{EG} = S_1 - S_2 \quad (3.3.5)$$

S_{EG} = Potência aparente economizada na geração;

S_1 = Potência aparente atual;

S_2 = Potência aparente pretendida.

$$S_{EG} = 179,579 - 173,908 \quad (3.3.6)$$

$$S_{EG} = 5,671 \text{ GVAh}$$

Para calcular o percentual da economia da geração de energia elétrica utilizamos a equação (3.3.7) a seguir:

$$P_E = \left[\frac{S_{EG}}{S_2} \right] \cdot 100 \quad (3.3.7)$$

P_E = Percentual de economia na geração;

S_{EG} = Potência aparente economizada na geração;

S_2 = Potência aparente pretendida;

100 = Constante.

$$P_E = \left[\frac{5,671}{173,908} \right] \cdot 100 \quad (3.3.8)$$

$$P_E = 3,26\%$$

3.3.2 Cálculo de potência ativa

Para se calcular a potência ativa economizada na geração de energia elétrica utilizamos a equação (3.3.2.1) a seguir:

$$PA_E = S_{EG} \cdot \cos \varphi \quad (3.3.2.1)$$

PA_E = Potência ativa economizada;

S_{EG} = Potência aparente economizada na geração;

$\cos \varphi$ = Cosseno do ângulo.

$$PA_E = 5,671 \cdot \cos 0,95 \quad (3.3.2.2)$$

$$PA_E = 5,6702 \text{ GWh}$$

3.3.3 Cálculo de potência reativa

A equação para calcular a redução da potência reativa, com a utilização do fator de potência 0,95 na economia de geração será a equação (3.3.3.1) a seguir:

$$PQ_R = S_{EG} \cdot \sin \varphi \quad (3.3.3.1)$$

PQ_R = Potência reativa reduzida;

S_{EG} = Potência aparente economizada na geração;

$\text{Sen}\varphi$ = Seno do ângulo.

$$\begin{aligned} PQ_R &= 5,671 \cdot \sin 0,95 \\ PQ_R &= 0,0095 \text{ GVARh} \end{aligned} \quad (3.3.3.2)$$

3.3.4 Simulação na utilização da potência ativa economizada

A partir dos resultados obtidos, utilizando a potência ativa economizada para atender consumidor residencial pode-se determinar quantos consumidores poderão ser atendidos, utilizando somente a quantidade de economia gerada. Levando em consideração para efeitos de cálculos consumidores residenciais que consomem em média 250 KWh mês. Confira a equação (3.3.4.1) a seguir:

$$PA_{RA} = PA_{RM} \cdot 12 \quad (3.3.4.1)$$

PA_{RA} = Potência ativa residencial anual;

PA_{RM} = Potência ativa residencial mês;

12 = Constante.

$$\begin{aligned} PA_{AR} &= 250 \cdot 12 \\ PA_{AR} &= 3000 \text{ KWh} \end{aligned} \quad (3.3.4.2)$$

Transformar 3000 KWh em GWh para utilizar na equação (3.3.4.3) a seguir:

$$U_C = \frac{PA_E}{PA_{AR}} \quad (3.3.4.3)$$

U_C = Unidades consumidoras;

PA_E = Potência ativa economizada;

PA_{AR} = Potência ativa anual residencial.

$$U_C = \frac{5,6702}{0,003} \quad (3.3.4.4)$$

$$U_C = 1890$$

Com esta economia podem ser atendidos 1890 consumidores residenciais com um consumo de 3000 KWh ano.

3.3.5 Capacidade de geração de uma usina hidrelétrica correspondente á potência aparente economizada

A partir da potência economizada na geração com a possível mudança do fator de potência, pode-se determinar a potência de geração utilizando como exemplo de uma usina hidrelétrica.

Para determinar a potência aparente de geração da usina será utilizada a potência de 5,671 GWh economizada no período de um ano.

A seguir a equação (3.3.5.1) utilizada para calcular a potência aparente da geração de uma usina:

$$P_{GU} = \frac{\left[\frac{S_{EG}}{365} \right]}{24} \quad (3.3.5.1)$$

P_{GU} = Potência de geração da usina;

S_{EG} = Potência aparente economizada na geração;

365 = Constante;

24 = Constante.

$$P_{GU} = \frac{\left[\frac{S_{EG}}{365} \right]}{24} \quad (3.3.5.2)$$

$$P_{GU} = 0,647 \text{ MVAh}$$

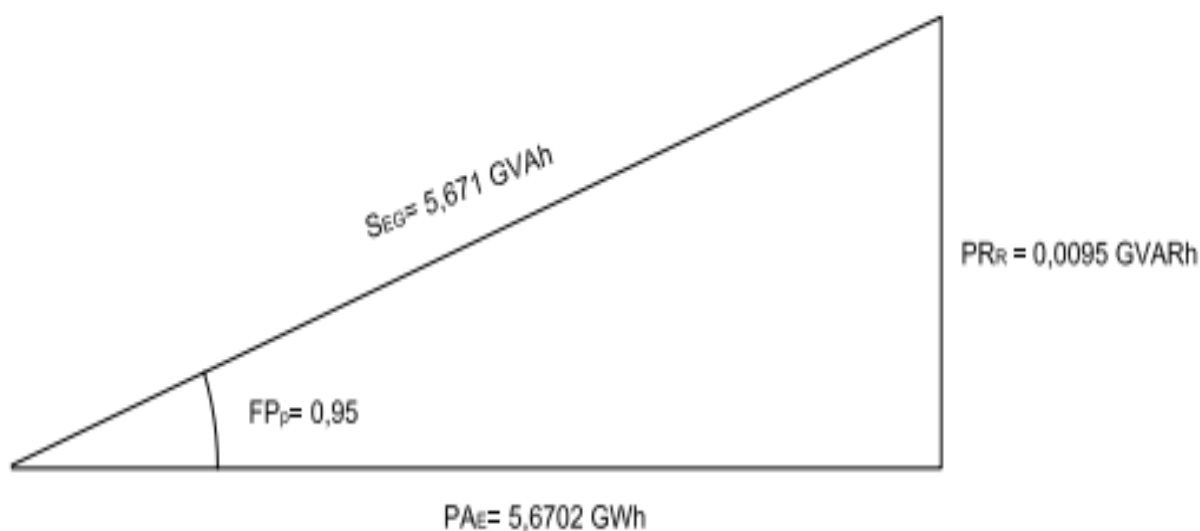
A potência aparente de geração horária da usina para que equivale a potência economizada no período de um ano será de 0,647 MVAh.

4 RESULTADOS

Com base nos estudos e pesquisas realizadas, usando fontes de pesquisas do ano de 2016, percebe-se que o Brasil consome uma potência ativa industrial que é de 165.213 GWh consumidores do grupo A.

Através do dado de consumo de energia elétrica no setor industrial, foi possível calcular usando equações para concluir o resultado da economia na geração de energia elétrica. Confira a figura a seguir:

Figura 4.1: Triângulo de potência com fator 0,95



Fonte: Autor

Assim obtendo aos resultados, que se torna viável a adequação para este novo fator de potência, para a economia de energia já gerada, sendo aplicada aos consumidores com alimentação em média e alta-tensão.

Como resultado dessa alteração geram-se alguns benefícios como:

- Economia de custo da geração;
- A energia elétrica economizada pode ser utilizada para alimentar outros consumidores tanto do grupo A quanto do grupo B;
- As distribuidoras terão um menor investimento em equipamentos nas redes;
- com a economia ou sobra de geração em um determinado consumo maior de energia elétrica descartando a necessidade de aumentar a geração;
- Ou mesmo importando menos energia elétrica de países vizinhos.

5 DISCUSSÃO

Com a realização desse trabalho foi possível observar, através de pesquisas, a potência gerada de energia elétrica pelo Brasil, suas fontes e quais são os setores onde se tem o maior consumo de grandes cargas elétricas, bem como as regiões onde se consome a maior demanda elétrica.

A implantação da possível alteração na resolução 414, artigo 95, do fator referência, é um método que se torna viável, pois os consumidores terão que aderir a esse novo fator de potência, consumindo a energia elétrica e mantendo igual ou superior ao fator de potência determinado a 0,95.

Em relação ao custo do investimento para esta implantação, será maior para o consumidor final, que é onde gera a potência reativa, pois o investimento será na implantação de equipamentos para as devidas correções destas cargas, mantendo-as dentro do limite permitido.

Esta proposta sugere amenizar as perdas de potência ativa, pois o Brasil, apesar de toda sua estrutura e a grande quantidade de geração elétrica, não consegue suprir a demanda interna de consumo, mesmo sendo sua maior parte provida de energias renováveis, como as hidrelétricas, que compõem 65,8% de toda a geração interna, sendo necessário importar cerca de 5% da energia consumida de outros países [21].

6 CONCLUSÃO

Através dos estudos realizados no decorrer da elaboração do trabalho, mostrou-se evidente a possibilidade de alteração do artigo 95, obtendo-se uma lucratividade financeira com a mudança da norma do fator de potência referência de 0,92 para 0,95, pois com essa mudança será economizada na geração de energia elétrica, assim estando consumindo uma maior parte da potência ativa, trazendo benefícios tanto para as concessionárias quanto para os consumidores.

Para os consumidores, o principal resultado será financeiro: com a correção adequada, pagarão somente pela potência ativa consumida, não pagando excedentes reativos.

Para as concessionárias, torna-se um benefício, pois não será necessário realizar investimentos tão altos nas redes para atender ao mesmo número de consumidores, assim, a rede distribui uma maior quantidade de potência ativa.

A mudança da resolução trará custo financeiro para os consumidores, os mesmos terão que contratar mão de obra especializada para fazer os procedimentos necessários para a correção do excedente reativo desses equipamentos, bem como a instalação dos aparatos necessários para que essa correção tenha um perfeito funcionamento. Ainda não há como calcular o valor a ser gasto para esta implantação, tendo em vista a carência de dados que abordam o assunto, a impossibilidade de encontrar dados dos consumidores, dos seus equipamentos e do fator de potência de cada indústria. Tendo em vista que, cada indústria tem o consumo e o fator de potência diferentes, impossibilitando chegar a um valor, em reais, exato a ser gasto para a realização de toda a correção nas indústrias de todo o país.

REFERÊNCIAS

[1] Aneel. **Consumo**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par1_cap2.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2018.

[2] HOLTZ, Adriano Pires e Abel. **Integração energética no Mercosul**. 2011. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,integracao-energetica-no-mercosul-imp-,684334>>. Acesso em: 26 mar. 2018.

[3] COSTA, Emily. **Dependente de energia da Venezuela, Roraima já teve mais de 50 apagões em menos de 2 anos, diz Eletrobras**. 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rr/roraima/noticia/dependente-de-energia-da-venezuela-roraima-ja-teve-mais-de-50-apagoes-em-menos-de-2-anos-diz-eletobras.ghtml>>. Acesso em: 01 abr. 2018.

[4] WEG (Jaraguá do Sul - Sc). **Manual para Correção do Fator de Potência**. Disponível em: <http://www4.feb.unesp.br/dee/docentes/cagnon/instala_2/manual_fator_potencia.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2018.

[5] MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais**. 6. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2002. 753 p.

[6] SKZ ENGENHARIA. **Correção do Fator de Potência**. Disponível em: <<https://skzengenharia.com.br/correcao-fator-de-potencia/>>. Acesso em: 07 dez. 2018.

[7] ROCHA, Luciano Baracho. **Análise de Circuitos 2**. 2016. Disponível em: <[http://paginapessoal.utfpr.edu.br/baracho/disciplinas/circuitos-eletricos-ii/notas-de-aula/Potencia aparente e fator de potencia.pdf/view](http://paginapessoal.utfpr.edu.br/baracho/disciplinas/circuitos-eletricos-ii/notas-de-aula/Potencia%20aparente%20e%20fator%20de%20potencia.pdf/view)>. Acesso em: 10 abr. 2018.

[8] PARANA. COPEL. . **FATOR DE POTÊNCIA: Em busca da eficiência energética nas instalações elétricas**. Disponível em:

<[http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/fator_de_potencia/\\$FILE/fator_potencia.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/fator_de_potencia/$FILE/fator_potencia.pdf)>. Acesso em: 22 abr. 2018.

[9] ENGELÉTRICA (Brasil). **Correção do Fator de Potência: Legislação Atual**. 2010. Disponível em: <<http://www.engeletrica.com.br/correcao-fator-de-potencia-legislacao.htm>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

[10] ENGENHARIA ELETROTÉCNICA (Brasil) (Org.). **Fator de Potência - Consumo Reativo Excedente**. 2018. Disponível em: <<http://www.engenhariaeletrotecnica.com.br/Portugues/Informacoes%20Tecnicas/Fator%20de%20Pot%C3%Aancia%20Reativo%20Excedente.htm>>. Acesso em: 21 jul. 2018.

[11] STAROSTA, José. **A nova abordagem da cobrança da energia reativa e o limite do fator de potência**. 2010. Disponível em: <<https://www.osetoreletrico.com.br/a-nova-abordagem-da-cobranca-da-energia-reativa-e-o-limite-do-fator-de-potencia/>>. Acesso em: 21 jul. 2018.

[12] POTENZA. **Controlador automático de fator de potência**. Disponível em: <<http://www.potenza-sp.com.br/controlador-automatico-fator-potencia>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

[13] SABER ELÉTRICA. **Entenda mais sobre bancos de capacitores**. Disponível em: <<https://www.sabereletrica.com.br/correcao-do-fator-de-potencia/>>. Acesso em: 01 set. 2018.

[14] BRASIL. NELSON JOSÉ HÜBNER MOREIRA. . **AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL: RESOLUÇÃO NORMATIVA**. 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2012/065/documento/ren_-_alteracoes_-_fp_-_11-06-2012.pdf>. Acesso em: 07 maio 2018.

[15] BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. . **Condições gerais de fornecimento de energia elétrica**. 2016. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/REN_414-Texto_Compacto-

725-2016.pdf/3cc31bf8-4833-4d03-95d9-d93e902bef8c>. Acesso em: 07 maio 2018.

[16] BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **. RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 418, DE 23 DE NOVEMBRO DE 2010.** 2010. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010418.pdf>>. Acesso em: 03 maio 2018.

[17] ANEEL. **Empresas e consumidores têm mais prazo para responder pesquisa da ANEEL.** 2015. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/home?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2Farea.cfm%3FidArea%3D739&_101_assetEntryId=14526939&_101_type=content&_101_groupId=656877&_101_urlTitle=empresas-e-consumidores-tem-mais-prazo-para-responder-pesquisa-da-aneel&inheritRedirect=true>. Acesso em: 14 nov. 2018.

[18] PROCEL. **Manual de Tarifação da Energia Elétrica.** 2011. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Manual%20de%20Tarif%20En%20EI%20-%20Procel_EPP%20-%20Agosto-2011.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2018.

[19] BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **. Modalidades tarifárias.** 2016. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset_publisher/zNaRBjCLDgbE/content/modalidade/654800?inheritRedirect=false>. Acesso em: 19 maio 2018.

[20] EMPRESA DE PESQUISA ENERGETICA. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017 ano base 2016.** 2017. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2017vf.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2018.

[21] O TEMPO. **Brasil importa 30 vezes mais energia do que gera com sol.** Disponível em: < <https://www.otempo.com.br/capa/economia/brasil-importa-30-vezes-mais-energia-do-que-gera-com-sol-1.1570155>>. Acesso em: 18 set. 2018.

[22] Empresa de Pesquisa Energética. **Consumo Anual de Energia Elétrica por classe (nacional)**. 2017. Disponível em: <[http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/consumo-de-energia-eletrica/consumo-anual-de-energia-eletrica-por-classe-\(nacional\)](http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/consumo-de-energia-eletrica/consumo-anual-de-energia-eletrica-por-classe-(nacional))>. Acesso em: 05 out. 2018.

[23] O GLOBO. **Brasil é o sétimo maior consumidor de energia do mundo, diz Banco Mundial**. 2013. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/brasil-o-setimo-maior-consumidor-de-energia-do-mundo-diz-banco-mundial-8524265>>. Acesso em: 02 nov. 2018.

[24] ALTUS. **A alta no consumo de energia e o crescimento da indústria**. 2018. Disponível em: <<http://www.altus.com.br/blog/categoria/2/detalhe/117/a-alta-no-consumo-de-energia-e-o-crescimento-da-industria>>. Acesso em: 18 set. 2018.