

Proposta de viabilidade financeira da instalação de filtros capacitivos em uma indústria de vedação de borracha

José Eduardo Braga Junior¹, Fernando Hagihara Borges²

Resumo: As empresas buscam, por meio da redução de custos na produção e nos processos, manterem seus produtos competitivos. A qualidade da energia elétrica relaciona-se a desvios passíveis de ocorrerem, em forma de onda ou frequência da tensão e ou corrente elétrica, além das interrupções transitórias ou permanentes que possam vir a afetar o desempenho da energia elétrica, conseqüentemente, a qualidade de energia está diretamente relacionada com os custos de manutenção e perda de produtividade. O filtro capacitivo tem como finalidade a redução das variações de tensão e corrente de alta frequência. O objetivo desse estudo é apresentar um projeto de viabilidade financeira referente à instalação de filtros capacitivos para uma indústria de vedação de borracha instalada no interior do estado de São Paulo, buscando gerar economia direta e indireta no seu consumo de energia. O método utilizado foi a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso. Os resultados evidenciam que a implantação dos capacitivos torna a rede mais limpa, aumenta a vida útil dos equipamentos ligados ao sistema e diminui o consumo de energia gasto com as correntes espúrias, e redução de custos com a energia elétrica a longo prazo.

Palavras chave: Sustentabilidade, Eficiência energética, Filtros capacitivos.

A proposed of financial viability assessment regarding the installation of capacitive filters for a rubber sealing industry

Abstract: The companies seek to, through cost reduction in production and processes keep their products competitive. The quality of the electric power is related to the deviations passive of occur, in the form of wave or frequency of the voltage and or electric current, besides the transient or permanent interruptions that may affect the electric power performance, consequently, the power quality is directly related to maintenance costs and lost productivity. The capacitive filter has the purpose of this to reduce high frequency voltage and current variations. The objective of this study is to present a project of financial viability regarding the installation of capacitive filters for a rubber sealing industry installed in the interior of the state of São Paulo, seeking to generate direct and indirect savings in its energy consumption. The methodology used was the bibliographic research and case study. The results evidence that the implantation the capacitive filters makes the network cleaner, extends the useful life of equipment connected to the system and decreases the energy consumption spent with spurious currents, and costs reduction with the electricity long-term.

Keywords: Sustainability, Energy efficiency, Capacitive filters.

1. Introdução

Diversos recursos estão sendo empregados pelas indústrias para economia em seus processos. Uma das formas para redução de custos com energia disponível no mercado são os filtros capacitivos, que tem como função filtrar e desviar para o solo as interferências responsáveis pelas distorções (frequências harmônicas) na rede elétrica (LUMILIGHT DO

¹ Graduando do curso de Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA.

² Graduado em Ciências Econômicas (UNESP). Mestre em Engenharia de Produção (EESC/USP). Professor da Universidade de Araraquara (UNIARA).

BRASIL, 2019). Apesar de a função ser a filtragem das distorções, a eliminação dos resíduos melhora a qualidade da energia, e conseqüentemente os equipamentos consomem menos, trazendo economia para a empresa.

Segundo Cirello e Kassai (2010) questões sobre sustentabilidade podem afetar a criação de valores das empresas, influenciar na marca e reputação organizacional, ou mesmo capacitar a atuação desta no mercado com maior competitividade sustentável, o que demanda a criação de iniciativas de geração embasada em sustentabilidade. Diante desse aspecto, os autores definem como “sustentabilidade organizacional aquela que gera riquezas e patrimônio para os acionistas preservando o ambiente e preocupando-se com a vida de todos aqueles que interagem socialmente com ela.” (CIRELLO; KASSAI, 2010, p. 3).

Para North (1990, p. 7), as “instituições, conjuntamente com as limitações tradicionais da teoria econômica, definem as oportunidades existentes em determinada sociedade. As organizações são criadas para ganhar proveito dessas oportunidades e conforme as organizações evoluem, elas alteram o marco institucional.” Logo, as características do ambiente social e empresarial são os fatores indutores de processos e mudanças. Assim, se as práticas sociais são valorizadas, as organizações que não as adotarem poderão ser penalizadas pelo próprio ambiente institucional, e isso leva as empresas a seguirem determinado comportamento como forma de participar e se adequar ao determinado ambiente competitivo.

Moreira, Gomes e Figueira (2012, p. 1) afirmam que a “necessidade da sustentabilidade é algo almejado por todos na década atual.” Sendo que existe uma preocupação global com o meio ambiente e com o desenvolvimento de padrões ambientais, levando as empresas a necessidade de adoção de estratégias e programas ambientais. Como afirmou Araújo et al. (2006), as empresas, independentemente de ramo ou porte, têm como objetivo a obtenção de maior retorno possível sobre o capital investido, e a pressão recebida da sociedade tem impulsionado a utilização de ferramentas que as levem a frente de seus concorrentes, para obter uma maior fatia do mercado.

Lins e Wajenberg (2007) com objetivo de mapear os principais desafios para a incorporação da sustentabilidade na estratégia de negócios no setor bancário brasileiro, pesquisaram com 10 maiores (em ativo total) bancos com carteira comercial do Brasil, além do BNDES e do BNB e, relacionam sete práticas em gestão sustentáveis: a) Ecoeficiência; b) Critérios socioambientais na contratação de fornecedores e prestadores de serviços; c) Divulgação da performance; d) Diversidade do trabalho; e) Mudanças climáticas; f) segurança da informação; g) Lavagem de dinheiro.

Quanto ao conceito de ecoeficiência, esse é definido por Oggioni, Riccardi e Toninelli (2011) como sendo a habilidade na produção de produtos ou serviços pela economia de energia e recursos e/ou pela redução do desperdício e emissões. Para Dodic et al. (2010) trata-se da entrega de produtos e serviços a preços competitivos, que além de atender as necessidades humanas no aspecto da satisfação, forneça qualidade de vida e simultaneamente reduza impactos ecológicos e intensidade de recursos, conforme a capacidade estimada da Terra, e acrescentam que essa conceituação é com base no *Business Council for Sustainable Development*.

Para Helminen (2000) a ecoeficiência corresponde a um processo organizacional, pois direciona investimentos e desenvolvimento de tecnologias na geração de valor ao acionista, como forma de minimizar o consumo de recursos e eliminar o desperdício e a poluição, o

que equivale a afirmar que a ecoeficiência nos negócios reduz o desperdício e promove mais lucros.

Conforme dados da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE, 2019), o consumo de energia elétrica do Brasil avançou 1,5% na primeira quinzena de abril, em comparação a igual período do ano passado, sendo que no setor houve um maior avanço, nos setores do transporte (alta de 23,7%), alimentos (12,8 %) e manufaturados diversos (11,7%).

Objetivo desse estudo é apresentar um projeto de viabilidade financeira referente a instalação de filtros capacitivos para uma indústria de vedação de borracha instalada no interior do estado de São Paulo, buscando gerar economia direta e indireta no seu consumo de energia.

Para alcançar o objetivo proposto, o trabalho se baseou em pesquisa bibliográfica e no desenvolvimento de um estudo de caso.

O texto está organizado em 5 seções: sendo esta primeira de cunho introdutório, mostrando a problemática, objetivo e justificativa. A segunda seção apresenta a revisão bibliográfica que estará embasando a pesquisa; a terceira seção traz a metodologia aplicada; a quarta seção apresenta o estudo de caso e os resultados alcançados, e quanto a última seção, aponta as considerações finais, seguida da referências que deram suporte ao estudo.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Panorama brasileiro do fornecimento de energia elétrica

Economicamente, o uso da energia elétrica, administrado pelo governo, tem sido marcado, desde 2014, por um aumento de preços e tarifas, impactando no bolso do consumidor. No início de 2015 houve grande aumento das tarifas, com diferentes percentuais, conforme a região do país e das distribuidoras. O Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) registrou 49% o maior índice entre janeiro e outubro do mesmo ano. Como justificativas o governo apresentou a necessidade de cobrir prejuízos das empresas distribuidoras, falta de chuvas elevando o uso das termoelétricas, e preços repassados no ano anterior. Ainda em 2015 foram instituídas bandeiras (degraus) tarifários (verde, amarela e vermelha) e, além desse bandeiraço, houve a cobrança de R\$ 5,50 a cada 100kw horas consumidos, acrescentando valores aos consumidores, tendo a muitos deles um aumento de até 70% (ANDRÉ, 2017).

No ano de 2017 o Ministro das Minas e Energia anunciou o desligamento das termoelétricas, levando o consumidor a acreditar numa redução de 6% a 7% no valor final, porém, para o consumidor residencial os percentuais estão relacionados aos níveis de consumo e as empresas fornecedoras. Cabe citar que, países competitivos têm que possuir condições altamente favoráveis de infraestrutura, dentre elas a energia elétrica, que além da disponibilidade com qualidade, as tarifas devem ter tarifas baixas (ANDRÉ, 2017).

Segundo a Federação do Comércio de Bens, Serviços e Turismo do Estado do Acre (Fecomércio/AC) o peso da energia já está embutido na composição dos custos de bens e serviços e afeta a todos consumidores, desde escolas, hospitais, comércio em geral e indústria. O mesmo órgão pontua que além dos altos valores cobrados, a qualidade dos serviços oferecidos pelas distribuidoras deixam a desejar, pois são de péssima qualidade, agravados pelas velhas e obsoletas redes de distribuição, ocasionando perdas de energia para a distribuidora e para o consumidor final, as leituras são precárias e sempre em desfavor do consumidor (FECOMÉRCIO, 2018).

Referente a qualidade da energia elétrica, segundo Cruz (2007), a crescente utilização de equipamentos tecnológicos, no comércio, nas residências e na indústria, em consonância com as exigências do novo modelo do setor elétrico brasileiro, tem contribuído para tornar os requisitos de qualidade ainda mais rígidos para o fornecimento de energia. Esse cenário tem levado a uma preocupação, referente a influência da qualidade da energia elétrica (QEE) sobre equipamentos e processos, tanto pelas empresas concessionárias dos serviços de eletricidade, quanto dos consumidores finais.

Dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2017) mostram a ocorrência de 80 milhões de unidades consumidoras, de diversos perfis, atendidas por 98 concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica, sendo que a indústria brasileira consome cerca de 46% da demanda total do país. Mamede Filho (2015) afirma que em uma instalação industrial os motores elétricos consomem em média de 75% da energia de demanda. No que tange ao setor de produção industrial, Melo (2008) relaciona que a utilização de processos automatizados em sistemas produtivos e de equipamentos eletronicamente controlados nas indústrias tem se intensificado. Isso resulta da busca de obter uma melhoria nos processos, como meio de enfrentar a concorrência devido à globalização da economia. Logo, a manutenção desses sistemas requer um fornecimento de energia elétrica de qualidade, até porque, quando da interrupção ou falha de fornecimento pode causar prejuízos no processo de produção.

Para o consumidor industrial a falha ou interrupções no fornecimento da energia elétrica pode causar custos, consequência da parada do processo de produção, levando a “perda de produção, parada nos processos, danos em equipamentos e instalações, matérias-primas ou produtos finais estragados ou danificados, ociosidade forçada da mão de obra, e operação de equipamentos de emergências.” (COELHO; CABRERA, 2000 *apud* CHEMIN NETTO et al. 2007, p. 2). Como consequências dessas perdas, as indústrias têm buscado sistemas que possam melhorar a qualidade da energia ou mesmo coletar a própria energia para o processo produtivo.

2.2 Estratégias para economia da energia elétrica

Diversos estudos têm mostrado formas alternativas para economia da energia elétrica, dentre eles, alguns mostraram que a informação de presença poderia desempenhar um papel vital na redução do consumo de energia de sistemas de iluminação em edifícios. Esses sistemas de controle de luz orientados para ocupação básica ligam e desligam automaticamente as luzes quando o ambiente interno está ocupado ou desocupado. Pesquisas afirmavam que esses sistemas podem reduzir o uso de energia devido à iluminação em até 24% (ZOU et al., 2018).

Os estudos de Shishegar e Boubekri (2017), consideraram que a iluminação elétrica consome de 25% a 40% da energia elétrica e, que a iluminação natural é capaz de reduzir e até mesmo eliminar o uso de iluminação artificial necessária para fornecer iluminação suficiente em um escritório. Buscando alternativa econômica para redução de energia elétrica em um edifício, investigaram os impactos de vários tipos de controladores de iluminação natural na melhoria do consumo de energia elétrica total e de iluminação de edifícios de escritórios localizados em climas quentes. Os efeitos dos sistemas de controle de escurecimento (5%, 10% e 20% de luz), *On / Off* e *Stepped* foram avaliados.

O *software Quick Energy Simulation Tool* (eQUEST) realiza o cálculo do consumo de energia de uma edificação com base em suas características físicas, ocupacionais e de localização,

fornecendo resultados gráficos com rapidez e alto grau de precisão, é dado a facilidade de uso e de acesso, foi usado como ferramenta de simulação de energia para calcular e comparar o consumo de energia elétrica e de iluminação. Para avaliar os efeitos dos sistemas de controle de luz do dia em climas quentes e úmidos, construíram prédios protótipos nas cidades de Miami, Phoenix e Houston. Os edifício protótipos corresponde a um prédio de escritórios aberto de quatro andares medindo 18m de largura × 36m longo × 15m de altura, orientado ao longo do eixo leste-oeste. A relação janela para parede de 20, 40, 60 e 90% em todas as direções é avaliada. As janelas consistem em sombreamento horizontal em todas as fachadas, bem como persianas nas do leste e do oeste. Os resultados deste estudo demonstram que nas três cidades estudadas a instalação de controladores de iluminação diurna em edifícios de escritórios reduz significativamente o consumo de energia elétrica do edifício, particularmente o de iluminação.

Xu et al. (2017) reafirmaram que a iluminação é uma parte importante do uso de energia em edifícios e que, a economia de energia pode ser por meio de sistemas que possam reduzir o seu consumo. Tendo isso em foco, apresentaram estudo (em uma bancada de testes) sobre o desempenho energético de vários sistemas de iluminação e estratégias de controle aplicadas em escritórios abertos. No estudo, simularam e analisaram o potencial de economia de energia de várias estratégias de controle de iluminação, e uma estratégia de controle de iluminação combinada de iluminação de escurecimento de fundo e iluminação de tarefa. Além disso, o conforto visual foi investigado para determinar a adequada iluminação e escurecimento de fundo e o desempenho energético do sistema de iluminação combinada. A economia geral de iluminação pode atingir 50% ou mais.

Roitman, Leschenko e Iskhakov (2018) apresentaram uma análise técnica e econômica de um projeto de eficiência energética para atualizar o sistema elétrico de uma fábrica de papelão localizada no norte de Israel. Para o processo de produção de papelão cru, uma caldeira a vapor aquece um rolo de metal e seca a cola, esse vapor era libertado para a atmosfera a uma temperatura de 150° C, sem qualquer uso adicional desta energia térmica. A iluminação da sala de produção utilizava 75 lâmpadas fluorescentes, consumindo 400W cada, e nos escritórios consumiam 1.320 W. A planta da fábrica compreende 5.000 m² de telhado, que teve uma aprovação para a instalação de painéis solares, mas estava vazio e não usado para geração de energia elétrica ou qualquer outro propósito. Em vista desse cenário, decidiu-se atualizar a planta por meio de iluminação eficiente, instalação de iluminação e equipamentos de economia de energia, utilização do vapor disponível, ar condicionado e aquecimento de água e instalação de células fotovoltaicas no telhado, entre a implementação de outras tecnologias. O programa de investimentos e o retorno financeiro esperado do projeto também foram calculados, e mostraram que a maioria das tecnologias implementadas deve conceder de 5 a 6 anos como período de retorno.

Dirani (2015), levando em conta que ruídos e artefatos presentes na rede elétrica pode ocasionar sobretensões ou surtos elétricos, e que esses influenciam diretamente na operação segura e confiável de equipamentos elétricos que em sua grande maioria não possuem proteção intrínseca adequada para este tipo de artefato, realizaram medições para avaliar o uso de filtros capacitivos com proteção adicional desses surtos. Pontuaram também que, economicamente, os surtos induzem no sistema elétrico falhas operacionais que levam ao aumento do consumo elétrico, uma vez que pode ocorrer alteração após o equipamento receber um surto da rede elétrica, ainda mantenha um funcionamento aparente normal. “Isto ocorre devido à forma gradual e frequente da ocorrência de surtos,

que de maneira gradual e acumulativa acaba por danificar componentes elétricos de máquinas, como por exemplo, o isolamento de motores elétricos (BRUTSCH et al., 2008 *apud* DIRANI, 2015, p. 3). Utilizaram diferentes amplitudes de surtos para explicar a ação do equipamento usado e avaliar o efeito que tais surtos geram na onda senoidal da rede elétrica. Os resultados levaram a concluir que o modelo de filtro capacitivo usado no estudo - FILTRO CAPACITIVO LUMILIGHT do BRASIL, possui capacidade de corte até 680V e que sugere a ação de algum circuito baseado em varistores, ou seja, foi eficiente para agir sobre surtos de tensão elétrica até níveis de tensão de 680V.

Segundo a Norma 519 - Práticas Recomendadas e Requisitos do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE, 2014) para Controle Harmônico em Sistemas de Energia Elétrica, um grande problema em redes elétricas são as distorções harmônicas produzidas tanto na geração de energia quanto no consumo. Essas distorções além de reduzirem a vida útil de equipamentos e eletrodomésticos, também podem causar sobreaquecimento da rede e diminuição no torque de motores e geradores. As distorções harmônicas podem levar ao aumento do consumo na rede elétrica, onerando o consumidor. Ainda conforme a Norma, para reduzir as distorções na voltagem através do controle da impedância pelo operador do sistema de suprimento de energia elétrica, os usuários não devem adicionar equipamentos passivos que modifique a impedância do sistema ao ponto de causarem distorções na tensão suprida. Essas adições devem ser controladas pelo usuário da mesma maneira como dispositivos geradores de harmônicas na corrente operados pelo usuário.

Os filtros capacitivos permitem remover as distorções harmônicas da rede, tendo em vista que em domicílios e indústrias são utilizados equipamentos elétricos que convertem a corrente alternada para contínua por meio de semicondutores, que na maioria das vezes transformam a senoide da corrente em uma senoide não linear. Os controladores de velocidade de motores dentre outros tipos de inversores são geradores de distorções harmônicas, que estão presentes por exemplo, nos ventiladores, controles de iluminação e até mesmo de temperatura (SIEMENS, 2013). E, segundo Silva (2016, p. 5) “as variações de tensão causadas pelas harmônicas causam problemas em equipamentos e até a redução de sua vida útil. Muitos eletrônicos com capacitores embutidos em seu circuito sofrem desgaste mais rapidamente, levando assim a sobreaquecimento anormal.

3. Metodologia da pesquisa

3.1 Características metodológicas

A metodologia adotada foi pesquisa exploratória, que permite as primeiras abordagens de um tema e a identificação das variáveis para aprofundamento e detalhamento do assunto conforme apresenta Roesch (1999).

O método utilizado é o de estudo de caso que corresponde a uma pesquisa qualitativa, visando conhecer profundamente a natureza de um fenômeno, ter uma perspectiva global do objeto investigado permitindo a análise processual e contextual do caso no momento que se manifesta na organização. A metodologia utilizada baseou-se no levantamento de dados do cenário antigo para realizar uma análise crítica e propor o investimento. O estudo apresenta uma proposta de viabilidade financeira da instalação de filtros capacitivos em uma indústria de vedação de borracha.

3.2 Procedimentos operacionais

A empresa desse estudo, instalada no interior do Estado de São Paulo, atua no ramo de

borrachas e vedação para automóveis e, busca reduzir custos visando melhor utilização de energia elétrica.

O Filtro Capacitivo Lumilight é um equipamento eletrônico desenvolvido em altos padrões tecnológicos com sistema de automação em paralelo aplicado em rede elétrica, filtrando e desviando para o solo as interferências que causam as distorções, tais como as frequências harmônicas indesejadas, espúrios, ruídos, etc. Essas distorções quase imperceptíveis são as responsáveis por enormes prejuízos aos motores e eletroeletrônicos conectados a todo o sistema da energia circulante, além de que, os ruídos na rede elétrica também podem danificar e aumentar o consumo de equipamentos que compõem a rede, como motores e geradores, transformadores, cabos de alimentação, capacitores e equipamentos eletrônicos.

Nesse estudo, conforme necessidade das instalações, foi feita a proposta de implantação de filtros capacitivos que permite drenar para o neutro ou aterramento surtos de tensão, assim como detecta uma ocorrência desses distúrbios elétricos, numa escala digital na contagem 0 (zero) até 9 (nove) eventos, numa janela de ocorrência de até 15 microssegundos. O dispositivo tem como propriedades: proteção e equilíbrio de tensão nos aparelhos eletroeletrônicos e minimiza os ruídos de energia garantindo qualidade na rede elétrica em geral, alimentando uma tensão de 110 v a 440 v - 50/60 Hz, resultando numa economia direta e indireta no seu consumo de energia. Atende a normatizações e as Resolução Anatel 442 – "Regulamento para Certificação de Equipamentos de Telecomunicações Quanto aos Aspectos de Compatibilidade Eletromagnética" e Resolução Anatel 529 – "Regulamento para Certificação de Equipamentos de Telecomunicações Quanto aos Aspectos de Segurança Elétrica", possibilitando a comercialização do mesmo, comprovando e permitindo a aplicabilidade em rede elétrica e subestações.

As Etapas da pesquisas foram: levantamento das necessidades para proposta de instalação dos equipamentos, cálculos dos valores sobre os gastos atuais com a energia elétrica, pesquisa sobre o produto a ser instalado e elaboração dos gráficos como os dados para análise dos benefícios com a instalação dos filtros capacitivos.

4. Análise dos dados e resultados

Para atender as cobertura das instalações da empresa do estudo, são necessários 27 Filtros Capacitivos FLD1 Automatizado Ind. Trifásico 380/440V (R\$ R\$ 187.245,00) e 1 unidade do RTRI Automatizado Residencial 380/440 v (R\$ R\$ 1.921,00), totalizando um investimento inicial de R\$ 189.166,00. A tabela 1 apresenta os dados técnicos referente a conta de energia elétrica atual da empresa estudada e perspectiva de redução com a instalação dos filtros.

Conta mensal atual	R\$202.564,41
Custo médio da conta anual	R\$2.430.772,92
Custo do consumo ativo mensal	R\$160.569,86
Custo médio do consumo ativo anual	R\$1.926.838,32
Custo mensal dos desperdícios	R\$ R\$16.056,99
Custo médio anual dos desperdícios	R\$192.683,83
Perspectiva de redução	10%
Economia prevista mensal energia ativa	R\$16.056,99
Previsão Payback	11,78 meses
Garantia do Produto	8 anos
Valor de Instalação	Não incluso

Fonte : Elaboração própria.

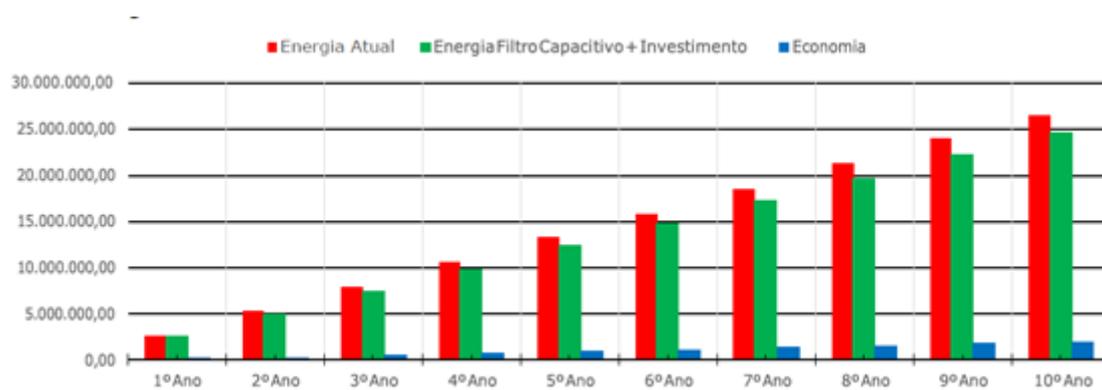
Tabela 1 - Dados técnicos referente a conta de energia elétrica atual.

Dados Técnicos Referente a Conta de Energia Atual:

- Conta Mensal Atual - conta de energia que é gasta mensalmente na empresa (obs: a empresa precisa alugar postes de energia da cpfl para poder atender a demanda de energia da empresa, este valor está a conta mensal de energia + o aluguel das torres de transmissão);
- Custo Médio da Conta Anual (custo médio por ano contando com o aluguel das torres de transmissão);
- Custo do Consumo Ativo Mensal (custo médio mensal, sem contar com o aluguel das torres de transmissão);
- Custo Médio do Consumo Ativo Anual (custo médio anual, sem contar com o custo do aluguel das torres de transmissão);
- Custo Mensal dos Desperdícios (mostra o quanto gasta a mais por mês sem os filtros capacitivos)
- Custo Médio Anual dos Desperdícios (mostra o quanto gasta a mais por ano sem os filtros capacitivos)
- Perspectiva de Redução – 10%;
- Economia Prevista Mensal Energia Ativa – o quanto a empresa vai economizar com a instalação de filtros capacitivos.

Observa-se a perspectiva de redução de 10% do consumo atual, correspondendo a uma economia prevista de R\$16.056,99.

A figura 1 apresenta graficamente a energia gasta atualmente, a simulação da energia gasta com a instalação do filtro capacitivo e o retorno previsto ao longo de 10 anos.



Fonte : Elaboração própria.

Figura 1- Simulação Investimento x Retorno.

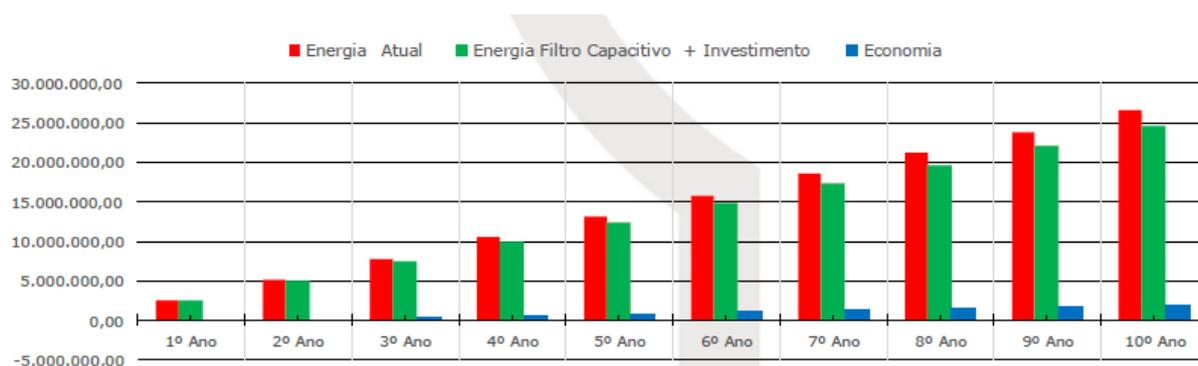
O gráfico da figura 1 mostra uma simulação de Investimento x Retorno. As colunas em vermelho mostra a energia que é gasta atualmente na empresa, o verde mostra uma previsão de gasto de energia depois de instalado o filtro capacitivo + o investimento pago, a vista e sem juros, por isso o primeiro ano já se tem economia sem terminar em prejuízo, e o azul mostra a economia que a empresa tem por ano.

A figura 2 simula a eficiência energética anual e o investimento dispendido.

Simulação para eficiência energética anual e investimento									
1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	6º Ano	7º Ano	8º Ano	9º Ano	10º Ano
2.430.772,92	5.104.623,13	7.778.473,34	10.452.323,56	13.126.173,77	15.800.023,98	18.473.874,19	21.147.724,40	23.821.574,62	26.495.424,83
2.427.255,09	4.889.153,08	7.351.051,08	9.812.949,08	12.274.847,08	14.736.745,07	17.198.643,07	19.660.541,07	22.122.439,06	24.584.337,06
3.517,83	215.470,05	427.422,26	639.374,48	851.326,69	1.063.278,91	1.275.231,12	1.487.183,34	1.699.135,55	1.911.087,77

Fonte : Elaboração própria.

Figura 2 – Simulação para eficiência energética anual e investimento.



Fonte : Elaboração própria.

Figura 3: Simulação Clean Lux Investimento x Retorno.

O gráfico da figura 3 mostra uma simulação de Investimento x Retorno. As colunas em vermelho mostra a energia que é gasta atualmente na empresa, o verde mostra uma previsão de gasto de energia depois de instalado o filtro capacitivo + o investimento pago parceladamente onde há juros, por isso o primeiro ano tem prejuízo e não lucro, e o azul mostra a economia que a empresa tem por ano.

Simulação para Eficiência Energética Anual e Investimento Clean Lux 12 parcelas									
1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	6º Ano	7º Ano	8º Ano	9º Ano	10º Ano
2.430.772,92	5.104.623,13	7.778.473,34	10.452.323,56	13.126.173,77	15.800.023,98	18.473.874,19	21.147.724,40	23.821.574,62	26.495.424,83
2.444.262,31	4.906.160,31	7.368.058,31	9.829.956,30	12.291.854,30	14.753.752,30	17.215.650,29	19.677.548,29	22.139.446,29	24.601.344,28
-13.489,39	198.462,82	410.415,04	622.367,25	834.319,47	1.046.271,68	1.258.223,90	1.470.176,11	1.682.128,33	1.894.080,54

Fonte : Elaboração própria.

Figura 4 – Simulação para eficiência energética anual e investimento *clean lux* 12 parcelas.

4.1 Resultados esperados

Como resultados esperados dessa proposta, tem-se:

- Economia Direta Mensal: redução de forma significativa dos desperdícios de energia elétrica, como também no ICMS, PIS e COFINS inseridos nos desperdícios, causando um aumento significativo na conta de energia elétrica;
- Economia Indireta Mensal: qualidade de energia elétrica no ambiente causando assim, um desempenho satisfatório dos seus equipamentos e uma vida longa dos mesmos.

Segurança de todos os seus equipamentos quanto a queimas de carga de tensão até 680v, reduzindo os custos com manutenções e paradas fora de hora, refletindo na produtividade;

- Sustentabilidade e eficiência energética: Esses aspectos estão intimamente conectados tanto pela oportunidade de criar impacto positivo sobre o meio ambiente, quanto pela contribuição que a eficiência energética (e operacional) tem sobre a sustentabilidade do negócio, em suas dimensões ambiental, social e econômica.

Assim, pode-se pontuar como ganhos em sustentabilidade até 10% (aumento vida útil dos equipamentos; diminuição no descarte de metais e ametais; diminuição na emissão de CO₂ na emissão na atmosfera); ganhos em eficiência até 20% (otimização da rede elétrica; equalização seletiva do frequência em 60HZ; instalação em rede de 104 a 440V; e ganhos em conservação até 70% (proteção em rede elétrica até 680V; redução na manutenção de motores e equipamento; redução de queimas de placas eletrônicas).

5. Considerações finais

Tendo em vista ser meta de qualquer empresa a criação e captura de valores para seus acionista, funcionários e nesse ganho inclui-se o meio ambiente, o desenvolvimento sustentável, no qual a eficiência energética é um fator relevante, principalmente como o crescimento dos custos e aumento da pressão da sociedade, os impactos causados por qualquer que seja a atividade econômica requer investimentos em iniciativas de eficiência, no caso desse estudo, a energética, é uma questão de primeira ordem.

O estudo permitiu observar que a instalação de filtros capacitivos pode tornar a rede mais limpa, aumentar a vida útil dos equipamentos ligados ao sistema e diminuir o consumo de energia gasto com as correntes espúrias.

Apesar da constatação de que os resultados dos investimentos em eficiência energética não são imediatos, é preciso levar em conta que, como constatado, os ganhos em eficiência energética podem vir de intervenções em processos e equipamentos, e também de melhores práticas de gerenciamento. Em ambos os casos, a sustentação dos resultados depende da institucionalização de procedimentos, ferramentas e novas tecnologias.

Por fim, o uso dos filtros capacitivos ainda se encontra limitado a aplicação em indústria, não sendo de conhecimento dos consumidores em geral, mas com possibilidade de ser utilizado também em residências, gerando economia para o consumidor, apesar de ter um consumo e perda de energia bem menor que o da indústria.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Relatórios de consumo e receita da distribuição**. 2017. Disponível em: < <http://www.ANEEL.gov.br/relatorios-de-consumo-e-receita> > Acesso em: 28 mar. 2019.

ANDRÉ, C. F. O peso da energia elétrica na economia: Em uma economia globalizada, altamente acirrada, países competitivos têm que possuir condições altamente favoráveis de infraestrutura e tarifas baixas. **Brasil Energia**, Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: < <https://brasilenergia.editorabrasilenergia.com.br/artigo-o-peso-da-energia-eletrica-na-economia/> > Acesso em: 20 jun. 2019.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). **Consumo de energia elétrica**. Abr. 2019. Disponível em: <http://www.ccee.org.br/> >. Acesso em: 20 maio 2019.

CHEMIN NETTO, U. et al. Desenvolvimento e Implementação de uma Lógica para Comutação entre Fontes de Alta Tensão Baseada em Relés Digitais Comerciais Aplicada em uma Subestação Industrial. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA - CBQEE, 7., 2007. Santos. **Anais...** Santos: Sbqee, 2007. 6 p.

CIRELLI, G. A.; KASSAI, J. R. Análise da percepção sobre sustentabilidade por parte de stakeholders de uma instituição financeira: um estudo de caso. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 10º., São Paulo. 2010. **Anais...** São Paulo: USP, 2010. 18p.

CRUZ, M.P. **Metodologia para avaliação dos impactos econômicos associados a problemas de qualidade de energia.** 2007. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Florianópolis, 2007.

DIRANI, E. A. T. **Estudo de filtros capacitivos submetidos a surtos elétricos.** Laboratório de Engenharia de Projetos PUC, São Paulo, 2015.

DODIC, S. N. et al. Cleaner bioprocesses for promoting zero-emission biofuels production in Vojvodina. **Materials for Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Berlin, v. 14, n.9, p. 3242–3246, 2010.

FEDERAÇÃO DO COMÉRCIO DE BENS, SERVIÇOS E TURISMO DO ESTADO DO ACRE (Fecomércio, AC). **Preço da energia elétrica é escorchant e onera os preços de produtos e serviços.** 2018. Disponível em: < <http://www.fecomercioacre.com.br/noticias/artigo-preco-da-energia-eletrica-e-escorchant-e-onera-os-precos-de-produtos-e-servicos> > Acesso em: 20 jun. 2019.

HELMINEN, R. Developing tangible measures for eco-eficiência: the case of finnish and Swedish pulp and paper industry. **Business strategy and the environment, ABI/INFORM Global**, Bradford, UK, v. 9, n. 3, p. 196, 2000.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS [IEEE]. 519-2014 - **IEEE recommended practice and requirements for harmonic control in electric power systems**, 2014. Disponível em: < <https://ieeexplore.ieee.org/document/6826459/versions#versions> >. Acesso em: 23 Jun. 2019.

LINS, C; WAJNBERG, D. **Sustentabilidade corporativa no setor financeiro brasileiro.** Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para Desenvolvimento Sustentável, 2007.

LUMILIGHT DO BRASIL. **O que é o filtro capacitivo.** Disponível em: <<https://filtrocapacitivo.com.br/> n>. Acesso em: 13 abr. 2019.

MAMEDE FILHO, J. **Instalações elétricas industriais.** 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

MELO, M. O. B. C. Avaliação do impacto da qualidade de energia elétrica na produção industrial: proposta de metodologia. **Produto & Produção**, Rio Grande do Sul, v. 9, n. 3, p. 15-25, out. 2008.

MOREIRA, M.; GOMES, R. C.; FIGUEIRA, R. L. O Modismo da Sustentabilidade no Século XXI: Uma Reflexão de Conceitos. **Revista Fluminense de Extensão Universitária**, Vassouras, v. 2, n. 2, p. 37-52, jul./dez., 2012.

NORTH, D. **Institutions, institutional change and economic performance.** Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

OGGIONI, G.; RICCARDI, R.; TONINELLI, R. Eco-efficiency of the world cement industry: A data envelopment analysis. **Energy Policy**, New York, v. 39, n. 5, p. 2842-2854, 2011.

ROESCH, S. M. A. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso. São Paulo: Atlas, 1999.

ROITMAN, M.; LESCHENKO, R.; ISKHAKOV, M. Energy efficiency in a cardboard manufacturing plant - Technical and economic analysis. In CONFERENCE ON TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABILITY, SUSTECH, 2018. **Paper...** Long Beach, United States. Long Beach: IEEE, 2018.

SHISHEGAR, N.; BOUBEKRI, M. Quantifying electrical energy savings in offices through installing daylight responsive control systems in hot climates. **Energy and Buildings**, London, v. 153, p. 87-98, Oct. 2017.

SIEMENS. **Harmonics in power systems**. 2013. Disponível em: <
https://www.industry.usa.siemens.com/drives/us/en/electric-drives/ac-drives/Documents/DRV-WP-drive_harmonics_in_power_systems.pdf >. Acesso em: 23 Jun. 2019.

SILVA, A. L. C. **Uso do filtro capacitivo (Lumilight do Brasil®) na redução de distorções harmônicas em grid subsidiada por placas solares na University of Nevada (Las Vegas – EUA) (baseado na IEEE519)**. Universidade de São Paulo, Pirassununga – SP: USP, 2016.

XU, L. et al. Lighting energy efficiency in offices under different control strategies. **Energy and Buildings**, London, v. 138, p.127-139, Mar. 2017.

ZOU, H. et al. Win Light: A wifi-based occupancy-driven lighting control system for smart building. **Energy and Buildings**, London, v. 158, p. 924-938, Jan. 2018.