

ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UMA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE CAROÇO DE ALGODÃO

Matheus F. Silva¹ (PQ), Olívio C. N. Souto¹ (PQ)

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), *Câmpus Itumbiara*.

Área do Conhecimento: Engenharias.

Resumo

Este trabalho apresenta os resultados de um estudo de eficiência energética, baseado na substituição de motores e de sistemas de iluminação por tecnologias de maior rendimento. O estudo foi realizado em uma empresa que processa caroço de algodão, onde, através da inserção do pesquisador na rotina da fábrica, realizou-se um diagnóstico energético das instalações elétricas da mesma, com vistas a identificar possibilidades de melhorias capazes de reduzir o impacto ambiental no que tange o consumo de energia elétrica. No entanto, essas melhorias foram submetidas à visão crítica dos gestores da empresa, portanto são apresentados aqui os projetos mais bem aceitos pelas lideranças da empresa. Também foi estudada a possibilidade de essas propostas estarem atreladas a uma economia para a empresa, assim as mesmas foram orçadas e tiveram o seu retorno de investimento estimado, através dos métodos de payback e valor presente líquido.

Palavras-chave: *Conservação da energia; Diagnóstico energético; Economia; Eficiência Energética; Sustentabilidade.*

Introdução

No ano de 2001 a população brasileira sofreu com uma crise energética, que é lembrada até o presente como a crise do apagão. Nessa ocasião o governo impôs à população uma meta de redução de 20% do consumo de energia elétrica, cumprida à risca pelas concessionárias, que promoveram o desligamento de bairros e até cidades por períodos de tempo determinados, o programa de racionamentos, apesar de austero obteve sucesso (CUSTODIO e DO A, 2015).

Não obstante à crise vivida no início do século, no presente vivemos um contexto de aumento no consumo de eletricidade, motivado pelo crescimento econômico do país, que veio acompanhado de novas indústrias, e do uso crescente da tecnologia na vida e no trabalho das pessoas. Para suprir o aumento do consumo, as usinas termelétricas estão operando com maior frequência, a fim de complementar a matriz energética nacional.

O uso dessa forma de geração, que é cara por demandar de combustíveis fósseis, carrega com si uma solução apenas pontual e acompanhada de um impacto econômico negativo, o qual se reflete no acréscimo do preço das tarifas durante a estiagem, a partir da aplicação da bandeira vermelha, quando a geração em termelétricas atinge seu ápice. Esse cenário adianta um novo empecilho para o desenvolvimento do país, mas como todo momento de crise, esse também vem acompanhado de oportunidades, como as ações em eficiência energética.

O setor industrial, foco deste trabalho, é o destino de 33 % de toda energia consumida no Brasil, não se limitando apenas à eletricidade (EPE, 2017), ao mesmo tempo em que, na contramão dos investimentos em eficiência, a idade média das instalações industriais nacionais é de 17 anos (ABRAMAN, 2013). Aliadas a essas informações, estimativas do Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL) indicam que cerca de 10% da energia gerada no país é desperdiçada pelos consumidores.

Na empresa que abriu suas portas para este trabalho existia um contexto favorável a esse tipo de estudo, uma vez que a diretoria encaminhou à unidade fabril uma demanda de propor medidas para reduzir o consumo de energia elétrica em 15% até o ano de 2030. Desse modo, são

propostos aqui investimentos que irão colaborar para se aproximar dessa meta. As medidas contemplam modernizações de sistemas de iluminação e motrizes.

Boa parte das instalações elétricas dessa indústria data de meados da década de 80, quando a fábrica foi construída. Assim são esperados alguns problemas, como motores de baixa eficiência e equipamentos sobredimensionados.

Os problemas citados devem ser comprovados, além disso, outras oportunidades devem ser buscadas, isso pode ser feito com um diagnóstico energético, que compreende um levantamento completo das instalações elétricas e de todos os equipamentos elétricos da empresa, com vistas a elaborar um plano de ação para investimentos.

O potencial de economia de recursos com energia elétrica na indústria é de R\$ 6,8 bilhões/ano, com base no MWh a R\$216,61 (CNI, 2009), portanto é esperado que o aumento da eficiência energética gere uma melhoria na produtividade, possibilitando produzir mais com menos, através de um custo de modernização que será compensado pela redução das despesas operacionais.

Material e Métodos

Para atingir o objetivo final de desenvolver um projeto de eficiência energética, o trabalho foi dividido em algumas etapas, estruturadas em metas para possibilitar o acompanhamento da evolução do mesmo.

A primeira etapa consistiu de uma revisão bibliográfica, a qual serviu para encontrar na literatura estratégias para tornar uma edificação industrial mais eficiente e sustentável. Então, foi possível estruturar o projeto de acordo com as medidas a serem adotadas que melhor se encaixavam à realidade da empresa onde o projeto foi desenvolvido.

Duas formas de evidenciar oportunidades são analisar as tarifas das edificações e caracterizar a empresa quanto à sua estrutura física, sua inserção no cenário comercial e sua postura quanto a investimentos. Os dados obtidos são úteis para selecionar as propostas que melhor irão se encaixar dentro da realidade da companhia, sem serem consideradas inviáveis do ponto de vista técnico-econômico.

Ao conhecer bem o território explorado, é possível adentrar em outra etapa e inserir-se na rotina da indústria, a fim de realizar um diagnóstico energético das instalações. Esse diagnóstico, que além de um levantamento completo das instalações e dos equipamentos de uma empresa, compreende diversas atividades, como: visitas as instalações, levantamento de dados, medições de campo, análise das informações coletadas, estudo de alternativas, análise da viabilidade técnico-econômica das oportunidades e elaboração de um plano de propostas (CBCS, 2016).

Concluídas as investigações, as propostas foram apresentadas à empresa, local do estudo. Por fim, as informações coletadas e as propostas desenvolvidas foram reunidas em um relatório final, que serviu de base para a elaboração de artigos científicos.

Com relação aos materiais utilizados, todo o trabalho foi realizado com o auxílio de ferramentas computacionais, tais como planilhas eletrônicas e editores de texto. Do ponto de vista técnico, foi necessário o uso de um alicate amperímetro, muito aplicado na avaliação de motores elétricos através da medição da tensão e da corrente em suas fases.

Resultados e Discussão

Modernização da iluminação

A partir de um levantamento completo do sistema de iluminação atual da empresa, incluindo escritórios, fábrica e vias de acesso, foi realizado um estudo para analisar a viabilidade técnico-econômica de uma modernização e padronização do sistema.

A solução proposta consiste em substituir as lâmpadas por LED, no entanto sem considerar mudanças das instalações elétricas. O que se propõe nesse projeto é apenas a troca das lâmpadas ou luminárias pela tecnologia mais avançada, essa decisão tem a finalidade de não alterar os esquemas elétricos da unidade fabril e garantir um retorno financeiro mais rápido, o que torna o projeto mais atrativo aos olhos dos gestores.

Além da potência maior, deve ser lembrado que existem perdas em reatores, que são obrigatórios em lâmpadas de vapor de sódio e vapor metálico. Sabe-se, por exemplo, que para uma lâmpada de vapor de sódio de 70 W, as perdas no reator são de 14W, 20% a potência da lâmpada.

Considerando-se 10% de perdas no reator e que cada reator funciona aproximadamente 12 horas por dia, o consumo anual desses equipamentos é de 24.753,6 kW.

O impacto percentual no consumo de energia elétrica, com relação ao consumo global da empresa no ano de 2017 foi de:

Total a ser economizado (kW) em 1 ano: $239.299,2 \text{ kW} + 24.753,6 \text{ kW} = 264.052,8 \text{ kW}$.

Total consumido (kW) no ano de 2017: 16.084.551,32 kW, redução percentual de 1,64%.

O impacto financeiro estimado (considerando um custo de R\$ 0,28/kW) do projeto em um ano será de:

Total economizado em um ano: R\$ 73.934,78.

Custo do projeto com materiais: R\$ 236.072,43.

Custo de implantação (serviços): R\$ 27.000,00.

Custo total: $R\$ 27.000,00 + R\$ 236.072,43 = R\$ 263.072,43$.

Payback (tempo de retorno do investimento) simples estimado, sem considerar a desvalorização da moeda: Aproximadamente três anos, seis meses e vinte e um dias.

Agora será feito o cálculo do valor presente líquido da modernização, a partir do fluxo de caixa, que na Tabela 1 é mostrado sem considerar a inflação, já a Tabela 2 mostra o fluxo de caixa corrigido considerando-se o valor atual da taxa SELIC, de 6,5% ao ano (RECEITA FEDERAL, 2018). Foi considerado um período de cinco anos para a análise por ser o tempo de garantia da maioria dos produtos orçados.

Tabela 1 - Fluxo de caixa desconsiderando os juros

Fluxo de Caixa				
Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
-R\$ 189.137,65	R\$ 73.934,78	R\$ 73.934,78	R\$ 73.934,78	R\$ 73.934,78

Fonte: Autoria própria.

Tabela 2 - Fluxo de caixa corrigido com juros de 6,5% a.a.

Fluxo de Caixa Corrigido				
Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
-R\$ 189.137,65	R\$ 69.422,32	R\$ 65.185,29	R\$ 61.206,84	R\$ 57.471,21

Fonte: Autoria própria.

Ao longo de cinco anos, o valor presente líquido das modernizações é de R\$ 64.148,01, ou seja, além de se pagar a troca da iluminação por LED trará lucro para a empresa. Como a mesma está no mercado livre, não foi possível considerar um acréscimo no valor do fluxo de caixa a partir da compra de energia elétrica, uma vez que não é possível ter uma ideia dos preços no mercado livre nos próximos cinco anos.

Substituição de motores

A fim de reduzir a demanda de energia elétrica da empresa, foi realizado um estudo de viabilidade da troca de motores baseada nos rendimentos das máquinas, uma estratégia muito comum em estudos de eficiência energética (CNI, 2009).

No contexto de busca por economia de energia elétrica com equipamentos mais eficientes, neste caso com motores elétricos, a intenção é propor a troca dos motores em utilização por novas máquinas de alto rendimento.

No estudo aqui realizado, foram levantados todos os motores da fábrica, dos quais, por sua vez, foram selecionados os que têm potência maior ou igual a 75 CV para estudo individual, conforme fora solicitado pelos gestores da companhia.

A Tabela 3 mostra os motores incluídos no estudo, suas características e quantos estão instalados na indústria.

Tabela 3 - Motores estudados e quantidades para estocagem

Potência (CV)	Carcaça	Tipo	Polos	Tensão (V)	Quantidade em campo
75	250S/M	BASE	6	380	14
125	280	BASE	6	380	1
200	315S/M	BASE	4	380	1
150	280S/M	BASE	4	380	1
125	280S/M	BASE	4	380	1
100	250S/M	BASE	4	380	2
75	225S/M	BASE	4	380	2

Fonte: Autoria própria.

Outro detalhe considerado foi a aquisição de um banco de capacitores de 200 kvar para suprir a demanda adicional de reativos pelos motores de alto rendimento, que possuem fator de potência menor do que os que estão operando atualmente, algo recorrente ao se trabalhar com motores de alto rendimento.

Ao longo do estudo foram feitas medições de tensão e corrente nas fases de todos os motores com mais de 20 CV da indústria, para encontrar desequilíbrios e analisar a corrente absorvida pelos mesmos com relação à nominal. Nenhum problema foi encontrado tratando-se de desequilíbrios, mas foi visto que muitos operam com carga abaixo de 60% da nominal. Apesar dessa condição não ser recomendada, não foi considerado um problema, pois essas máquinas partem cargas muito pesadas, como moinhos, o que exige um torque maior para tirar o conjunto da inércia, logo nenhuma alteração poderia ser proposta sem uma análise mais aprofundada da partida dessas máquinas, o que demandaria instrumentos não disponíveis, como um analisador de energia.

A seguir são apresentados os impactos ambiental e econômico da proposta:

- Custo com novos motores: R\$ 824.278,08;
- Custo com banco de capacitores: R\$ 16.000,00;
- Custo global do projeto: R\$ 840.278,08;
- Economia anual esperada (kW): 280.031,14 kW. Considerando-se o preço do kW em R\$0,28, a economia financeira anual é estimada em R\$ 78.408,72;
- Economia percentual (kW) com relação ao consumo de 2017: 1,74%;
- Tempo para *payback* simples: dez anos, oito meses e dezoito dias.

A seguir é feita a análise do valor presente líquido ao longo de quinze anos (tempo de vida estimado de um motor de indução, exceto rolamentos que devem ser trocados depois de dois anos e quatro meses), considerando-se o valor atual da taxa SELIC, de 6,5% ao ano (RECEITA

FEDERAL, 2018). A Tabela 4 mostra o fluxo de caixa para o projeto sem considerar os juros em comparação com os mesmos valores, no entanto considerando a desvalorização da moeda.

Tabela 4 - Fluxo de caixa com e sem o efeito dos juros

Fluxo de Caixa				
Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
-R\$ 761.869,36	R\$ 78.408,72	R\$ 78.408,72	R\$ 78.408,72	R\$ 78.408,72
Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
R\$ 78.408,72	R\$ 78.408,72	R\$ 78.408,72	R\$ 78.408,72	R\$ 78.408,72
Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15
R\$ 78.408,72	R\$ 78.408,72	R\$ 78.408,72	R\$ 78.408,72	R\$ 78.408,72
Fluxo de Caixa Corrigido				
Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
-R\$ 761.869,36	R\$ 73.623,21	R\$ 69.129,77	R\$ 64.910,58	R\$ 60.948,90
Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
R\$ 57.229,02	R\$ 53.736,17	R\$ 50.456,49	R\$ 47.376,99	R\$ 44.485,44
Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15
R\$ 41.770,36	R\$ 39.221,00	R\$ 36.827,23	R\$ 34.579,56	R\$ 32.469,07

Fonte: Autoria própria.

O valor presente líquido do projeto ao longo de quinze anos, sem considerar os juros é de R\$335.852,72, enquanto ao considerar a taxa SELIC, esse valor cai para R\$ -55.105,57. O fato de a empresa estar no mercado livre impossibilita considerar o acréscimo da energia com o tempo.

Conclusões

Na iniciativa privada é preciso que um investimento remunere adequadamente o seu capital investido. Uma alternativa encontrada para alavancar as propostas foi associar motores e iluminação, a fim de se obter um resultado positivo, mesmo ao se considerar a desvalorização da moeda, outra possibilidade seria a inclusão de motores menores ao estudo, já que máquinas mais robustas naturalmente possuem maior rendimento. Por fim, considerar a desvalorização monetária no estudo do retorno dos investimentos se mostrou uma importante ferramenta para a obtenção de valores mais reais e evitar falsas expectativas.

Agradecimentos

Ao professor Dr. Olívio C. N. Souto, por confiar em meu potencial quando eu duvidei.

Referências Bibliográficas

- ABRAMAM. **Documento Nacional**, 2013. Disponível em: <http://www.abraman.org.br/Arquivos/403/403.pdf>. Acesso em: 18, ago. 2018.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Eficiência energética na indústria: o que foi feito no Brasil, oportunidades de redução de custos e experiência internacional**, 2009.
- CUSTODIO, P. V.; DO A, E. A. **Diagnóstico energético de força motriz - um estudo de caso na indústria do tabaco**. Universidade Estadual de Londrina - UEL, 2015.
- CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL (CBCS). **Guia Prático para a Realização de Diagnósticos Energéticos em Edificações**, 2016.
- EPE. **Balço Energético Nacional (BEN) 2017: Ano Base 2016**, 2017. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/>. Acesso em: 18, ago. 2018.
- RECEITA FEDERAL. **Taxa de juros Selic, 2018**. Disponível em: <http://idg.receita.fazenda.gov.br/orientacao/tributaria/pagamentos-e-parcelamentos/taxa-de-juros-selic>. Acesso em: 17, ago. 2018.