



Artigo

Análise da implementação de medidas de eficiência energética em uma indústria cerâmica de pequeno porte em Russas/CE

Luiz José de Bessa Neto^[1], Francisco José Sombra Jr^[2] e Fabiana Karla de Oliveira Martins Varella Guerra^[3]

^[1] Universidade Federal Rural do Semi-árido; luizjbessa@outlook.com

^[2] Universidade Federal Rural do Semi-árido; fjsombrajunior@yahoo.com.br

^[3] Universidade Federal Rural do Semi-árido; fkv@ufersa.edu.br

Recebido: 21/11/2020;

Aceito: 24/12/2020;

Publicado: 15/02/2021.

Resumo: O segmento da indústria cerâmica no Brasil está vinculado ao setor da construção civil, com uma participação estimada do PIB nacional em 1%. No Ceará, por exemplo, o segmento da indústria cerâmica encontra-se em um processo de reestruturação. Nesse viés, o presente trabalho apresenta um estudo de caso de eficiência energética em uma indústria cerâmica de pequeno porte localizada na cidade de Russas-CE. O objetivo é estudar a viabilidade da implementação de algumas medidas de eficiência energética no âmbito da presente indústria, tais como: a substituição dos motores elétricos atuais por motores mais eficientes e de menor potência; e analisar a possibilidade da mudança do grupo tarifário B3 para o grupo A4. Os resultados denotaram que simples ações concernentes à eficiência energética, como possíveis substituições dos motores elétricos da indústria cerâmica, podem proporcionar melhorias significativas em todo processo produtivo, expressando uma economia de R\$ 8.000,00 e uma redução no consumo mensal de energia elétrica de aproximadamente 3.200 kWh. Ademais, conclui-se que a mudança do grupo tarifário B3 para o grupo A4, inserido na modalidade tarifária Horó Sazonal Verde, é vantajosa para a indústria, tendo em vista que a mesma estaria economizando cerca de R\$ 16.000,00 em três meses de consumo.

Palavras-chave: Indústria cerâmica; Eficiência energética; Conservação de energia; Grupos tarifários

Abstract: The ceramic industry segment in Brazil is linked to the civil construction sector, with an estimated share of the national GDP at 1%. In Ceará, for example, the ceramic industry segment is in a process of restructuring. In this vein, the present work presents a case study of energy efficiency in a small ceramic industry located in the city of Russas-CE. The objective is to study the feasibility of implementing some energy efficiency measures within the scope of this industry, such as: the replacement of incandescent lamps with LED lamps; the replacement of old electric motors for more efficient ones; and analyze the possibility of switching from tariff group B3 to group A4. The results showed that simple actions regarding energy efficiency, such as possible replacements for electric motors in the ceramic industry, can provide significant improvements in the entire production process, expressing savings of R\$ 8,000.00 and a reduction in monthly electricity consumption of approximately 3,200 kWh. Furthermore, it is concluded that the change from the tariff group B3 to the A4 group, inserted in the Horó Sazonal Verde tariff modality, is advantageous for the industry, considering that it would be saving approximately R\$ 16,000.00 in three months of consumption.

Key-words: Ceramic industry; Energy efficiency; Energy conservation; Tariff groups

1. INTRODUÇÃO

O setor da indústria de cerâmica vermelha tem sido um importante objeto de estudos nos últimos anos. Nessa conjuntura, esse segmento vem buscado uma contínua melhoria dos seus processos para que resultados satisfatórios em relação ao meio ambiente, eficiência energética, aumento da produtividade e aperfeiçoamento na qualidade de seus produtos sejam alcançados [1].

A relevância da indústria de cerâmica vermelha no Brasil está ligada à sua forte ligação junto ao setor da construção civil. Nesse sentido, este ramo industrial estar distribuído em todo o território nacional, com forte representatividade econômica, trata-se de um setor diversificado, variando entre empresas de médio e grande porte e de pequenos empreendimentos familiares artesanais. Estima-se que a sua participação no PIB nacional é de 1% [1-2].

De acordo com o Plano de desenvolvimento do Arranjo Produtivo Local (APL) de cerâmica vermelha de Russas/CE, o que descreve a indústria ceramista no Nordeste é o fato da mesma ser originária da região, apresentando uma estrutura essencialmente familiar. No Ceará o setor encontra-se em um processo de reestruturação, tornando-se necessário um esforço intensivo no desenvolvimento de inovações tecnológicas para a melhoria da eficiência energética de tais indústrias [3].

Nesse contexto, o conceito de eficiência energética na indústria de cerâmica vermelha está relacionado a filosofia de uso otimizado dos recursos energéticos sem alterar a sua produção, buscando, em síntese, explorar as possibilidades de redução do consumo de energia, bem como suas vantagens econômicas e ambientais, tanto na parte térmica como elétrica.

Ante o exposto, o presente trabalho apresenta um estudo de caso de eficiência energética em uma indústria cerâmica de pequeno porte localizada na cidade de Russas-CE. O objetivo é estudar a viabilidade da implementação de algumas medidas de eficiência energética no âmbito da presente indústria, tais como: a substituição dos motores elétricos atuais por motores mais eficientes e de menor potência; e analisar a possibilidade da mudança do grupo tarifário B3 para o grupo A4.

2. A INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NO BRASIL

O setor da cerâmica vermelha no contexto nacional, constitui um dos maiores conglomerados industriais do gênero no mundo, denotando, portanto, grande importância econômica para o Brasil. Entretanto, a competitividade neste setor tem suscitado uma exigência contínua por produtos de qualidade, configurando-se como um requisito essencial para a permanência de empresas no mercado [4].

Nesse sentido, o segmento percebe a necessidade de enquadrar seus produtos às exigências das normas técnicas, o que minimizaria a diversidade de produtos existentes, proporcionando, dessa forma, redução de custos de produção e melhor atendimento à construção civil. Os desperdícios que hoje ocorrem na indústria da cerâmica vermelha, de um modo geral, são da ordem de 30% [5].

Aliado a isso, a indústria de cerâmica vermelha brasileira envolve a produção de elementos estruturais, de vedação e de acabamento para a construção civil (telhas, blocos estruturais, lajotas e pisos) e responde por um faturamento de R\$ 18,0 bilhões/ano, segundo dados da Anicer - Associação Nacional da Indústria Cerâmica, com uma participação de 7.000 empresas. A maior parte destas micro e pequenas empresas de origem familiar, ofertando 293 mil empregos diretos (média de 42,4 empregados por empresa) e 1,25 milhões de empregos indiretos, constituindo, dessa maneira, um dos maiores parques de produção de cerâmica vermelha no mundo [6].

Por outro lado, no tocante ao perfil dos produtos produzidos (85% de blocos e 15% de telhas), ainda que predominem os produtos de baixo valor agregado, vem ocorrendo gradativa tendência de crescimento da participação de produtos mais sofisticados, como blocos estruturais, telhas esmaltadas, lajotas e pisos, produtos que permitem maiores níveis de lucratividade, assim como espaço de comercialização em mercados mais distantes [7].

O processo de produção da cerâmica vermelha geralmente se inicia com a extração da argila (matéria-prima), seguida pela estocagem, alimentação, desintegração, homogeneização ou mistura da argila, laminação, extrusão, corte (para blocos de vedação e lajotas), prensagem (para telhas), secagem, queima e estocagem de produtos para expedição ou venda. Tal processo tem utilizado como principais insumos, além da argila, água, lenha, energia térmica e energia elétrica, dentre outros, que podem estar provocando impactos negativos sobre o meio ambiente [8].

Exemplo disso, pode ser evidenciado pelo estudo de caso desenvolvido junto a empresa Villar Produtos Cerâmicos, situada no município de Tangará no estado do Rio Grande do Norte que, embora tenha elevado a produtividade industrial de cerâmicos, adotando inovações tecnológicas, vem mantendo desperdícios e gerando resíduos, sobretudo, nos processos extrusão, corte, secagem e queima.

A priori, tem-se um processo produtivo no qual se resente da presença de técnicas que evitem e minimizem os impactos ambientais, e propicie eficiência produtiva, ganhos socioeconômicos e melhor ambiente de trabalho. Essas técnicas podem ser viabilizadas por meio da implementação de etapas da Produção

mais Limpa (P+L), entendida como sendo a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada, aplicada a processos, produtos e serviços, visando aumentar eficiência e reduzir os riscos aos seres humanos e ao meio ambiente [8].

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Com o intuito de desenvolver uma análise consistente relacionada à eficiência energética de uma indústria cerâmica de pequeno porte localizada no município de Russas-CE, com aproximadamente 33 anos de funcionamento, procurou-se, a priori, entender o perfil de consumo e os hábitos dos usuários no ambiente de trabalho, bem como as características das atividades exercidas durante o processo produtivo.

Nesse sentido, a cerâmica em questão trata-se de uma empresa que beneficia a argila in natura, transformando-a em telhas e tijolos através dos processos de extração e preparação da matéria prima, extrusão, secagem e queima das peças.

É oportuno salientar, que todos esses processos supracitados, apresentam interferência direta na conservação e uso racional da energia elétrica, visto que por se tratar de uma linha de produção, cada etapa sofre influências das precedentes e, se as mesmas não tiverem sido bem executadas, ocasionarão defeitos nas peças finais, fazendo-se necessário efetuar o seu descarte, suscitando, dessa maneira, prejuízos de um modo em geral.

Ademias, almejando facilitar o entendimento do vigente estudo, simplificou-se as etapas do processo produtivo, indicando apenas como foco os acionamentos das cargas existente na indústria. A Figura 1 denota a planta baixa da unidade consumidora com suas respectivas cargas.

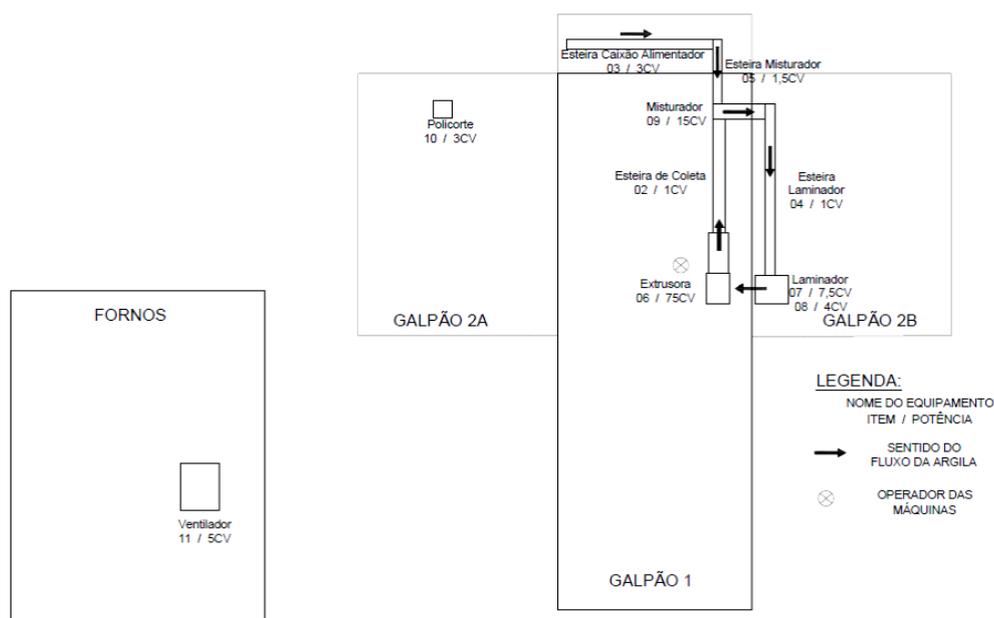


FIGURA 1. Planta baixa da unidade consumidora contendo as cargas dos motores. Autoria própria, 2020.

Para realizar a análise e entender a dinâmica do funcionamento da cerâmica, tornou-se necessário observar a mesma em operação por algumas horas e realizar diversas perguntas a funcionários que trabalham diretamente com o setor de operação e manutenção.

Nesse contexto, constatou-se que um funcionário responsável pela operação faz o acionamento de todos os motores, de modo que os mesmos são ligados e desligados constantemente afim de se obter e manter um fluxo contínuo no fornecimento de argila na extrusora.

É válido ressaltar, que todos os motores da instalação são trifásicos 380 V e são acionados por meio de partidas diretas, exceto o motor da extrusora, que é de 75 cv acionado por uma chave compensadora. A Tabela 1 evidencia a quantidade e as potências nominais dos motores elétricos da indústria.

TABELA 1. Quantitativo e potências nominais dos motores elétricos.

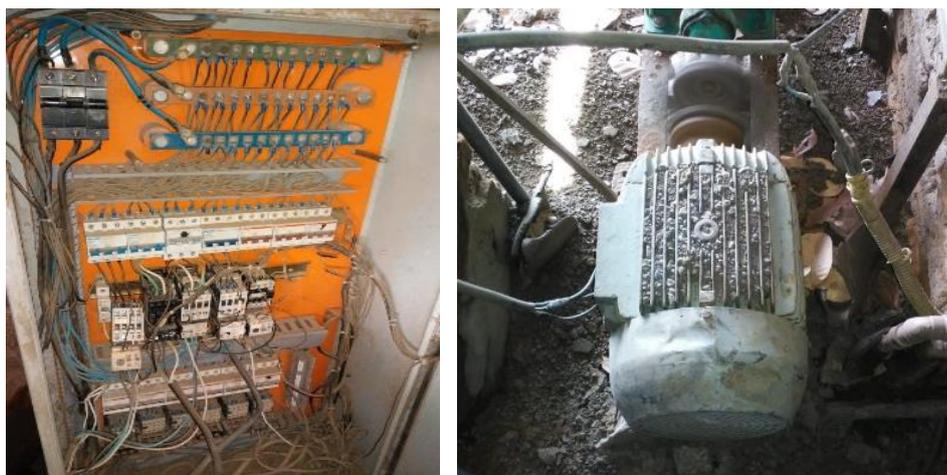
<i>Ítems</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Equipamentos</i>	<i>Potência [cv]</i>
01	01	Bomba de vácuo	10
02	01	Esteira de coleta	1
03	01	Esteira do caixão alimentador	3
04	01	Esteira do laminador	1
05	01	Esteira do misturador	1,5
06	01	Extrusora	75
07	01	Laminador 01	7,5
08	01	Laminador 02	4
09	01	Misturador	15
10	01	Policorte	3
11	01	Ventilador	5

Autoria própria, 2020.

Por outro lado, dos motores mencionados na Tabela 1, os referentes aos itens 03, 04, 05 e 09 são acionados frequentemente no mesmo instante de tempo, uma vez que essas máquinas controlam o fluxo de argila que alimenta a extrusora, estimando-se aproximadamente de 140 a 170 partidas por dia de trabalho, enquanto que os demais são ligados em média 3 vezes ao dia, ou quando há alguma parada de emergência.

Dessa forma, esse fato é de grande importância na presente análise, haja vista que de acordo com [9], referência internacional na produção de motores elétricos, a corrente de pico no instante da partida aumenta na ordem de 6 a 8 vezes da corrente nominal, representando um ponto de estudo aprofundado, visto que devido a esses aumentos repentinos na corrente e de forma incessante, contribui para o maior consumo de energia elétrica e paradas para manutenção.

Aliado a isso, outro fator analisado que diverge das boas práticas do consumo de energia elétrica é a desconformidade e possíveis arranjos duvidosos no que concerne a eficiência nas instalações elétricas, visto que foram encontrados cabos expostos, poeira nos equipamentos e motores sem proteção na caixa de ligação. A Figura 2 evidencia em (a) o quadro de comando dos motores elétricos; em (b), o motor da esteira totalmente empoeirado.



(a)

(b)

FIGURA 2. (a) Quadro de comando dos motores elétricos; (b) Motor elétrico da esteira de coleta empoeirado. Autoria própria, 2020.

Nessa conjuntura, outro fator analisado no âmbito da presente indústria cerâmica, que é de suma importância para o conforto funcional dos trabalhadores, foi a iluminância dos ambientes laborais. Destarte, utilizando um aplicativo de smartphone, o Luxímetro, efetuou-se as devidas leituras de iluminância dos ambientes de trabalho.

Por conseguinte, em virtude da análise dos dados obtidos, diagnosticou-se que apenas dois setores de trabalhos apresentaram uma iluminação deficitária, em torno de 160 lux, enquanto que o mínimo recomendado pela NBR 8995-1:2013 - Iluminação de ambientes de trabalho, é de 500 lux. Dessarte, faz-se imprescindível otimizar o fluxo luminoso desses ambientes, seja de maneira natural ou artificial.

Desse modo, o galpão 1, onde localizam-se as máquinas elétricas, apresenta um pé direito de 2 m de altura, piso de concreto apenas no setor de produção, algumas telhas translúcidas para forçar a iluminação natural e com parte de suas laterais fechadas com alvenaria. Em contrapartida, o galpão 2 tem pé direito de 3m e as mesmas características do anterior, exceto o piso de concreto.

Em um determinado setor da produção, localizado no galpão 1 ao lado da esteira de coleta, trabalham fixos seis colaboradores, sendo três destes em permanência intermitente durante a jornada de trabalho. Contudo, neste ambiente encontram-se apenas duas lâmpadas fluorescentes de 40W e uma lâmpada LED de 9W, sem nenhuma telha translúcida, uma vez que de acordo com relatos dos funcionários, as mesmas iluminam bem o ambiente, todavia deixa-o mais quente, provocando um desconforto térmico.

Nesse sentido, ao se utilizar o software Luxímetro, verificou-se que a iluminância nessa área específica do galpão (próxima a esteira de coleta) foi de 122 lux, não satisfazendo o nível mínimo recomendado pela NBR 8995-1:2013, que é de 500 lux.

Por outro lado, já nos demais ambientes dos galpões 1 e 2 os níveis foram satisfatórios de acordo com a norma, visto que os valores medidos oscilavam entre 140 a 210 lux, sendo estes valores considerados convincentes, tendo em vista que a norma mencionada indica no mínimo 100 lux para recintos não usados para trabalhos contínuos ou depósitos. A Figura 3 representa o cenário descrito previamente.



FIGURA 3. Iluminação natural da cerâmica. Autoria própria, 2020.

A análise luminotécnica com o aplicativo do Luxímetro também foi realizada no interior de um dos quatro fornos existentes na cerâmica, pelo qual constatou-se uma iluminação ineficiente. Esse fato pode ser explicado em virtude dessa área ser um ambiente fechado, portando somente duas portas de entrada, e o teto ser construído de tijolos maciços em formato de arco.

Dessa maneira, registrou-se 165 lux no forno cerâmico, enquanto que de acordo com [10], o mínimo é de 500 lux para o tipo de atividade exercida em seu interior. A Figura 4 ilustra o ambiente interno do forno cerâmico analisado.



FIGURA 4. Ambiente interno do forno cerâmico. Autoria própria, 2020.

De acordo com as etapas evidenciadas anteriormente, principalmente os procedimentos referentes a preparação da matéria-prima e extrusão são onde se encontram a maior parcela da potência instalada, atingindo aproximadamente 95% do consumo, enquanto os outros 5% são alusivos à iluminação e aos ventiladores existentes nos fornos. Nesse viés, após a identificação das irregularidades nas instalações elétricas, tornou-se necessário avaliar o consumo em kWh da vigente empresa.

Assim, ao analisar três faturas de energia da indústria, observou-se que o consumo oscilava muito de um mês para o outro no histórico dos últimos doze meses. Logo, ao indagar o responsável técnico, o mesmo salientou que em virtude da empresa estar localizada na zona rural e pertencer ao Grupo B3 de tarifação, a Enel, que é a concessionária distribuidora de energia elétrica no Ceará, realiza as leituras dos medidores a cada 60 dias, sendo que o consumo de um mês é o valor real e o outro é extraída uma média aritmética dos meses anteriores.

Além disso, o profissional também destacou que por motivos de manutenção em equipamentos a empresa permaneceu fechada por aproximadamente 9 meses, período correspondente de março a dezembro de 2018, tempo esse em que a mesma não consumia energia elétrica, impactando, dessa maneira, nos valores atuais medidos. O valor cobrado por kWh consumido é de R\$ 0,72872, sendo o valor em reais obtido pelo produto do consumo mensal em kWh pelo valor em Real. Ante o exposto, só foi considerado para efeito de análise os meses de maior consumo, conforme evidenciado na Tabela 2.

TABELA 2. Histórico de consumo concernente aos três últimos meses da indústria cerâmica.

<i>Mês</i>	<i>Consumo (kWh)</i>	<i>Valor (r\$)</i>
Junho	11.882	8.658,65
Agosto	13.731	10.006,05
Outubro	12.854	9.366,97

Autoria própria, 2020.

Seguidamente, após aquisição dos dados de consumo, efetuou-se a leitura das correntes elétricas dos motores em pleno funcionamento com o auxílio de um alicate amperímetro da marca FoxLux, modelo FX-AA. Nesse sentido, as medições foram realizadas por fase (A, B, C) e considerando como dados de análise o maior módulo de corrente verificada pelo aparelho.

Devido ao longo período de utilização e a ausência de conservação de todos os motores, alguns destes equipamentos não apresentavam a placa de identificação, fazendo-se crucial consultar os trabalhadores locais para ter conhecimento das respectivas potências nominais dos motores, visto que quando os mesmos foram adquiridos, estavam em perfeito estado.

Portanto, os valores das correntes nominais que estavam impossibilitadas de serem lidas em algumas máquinas, foram tomadas como base os dados referentes aos motores da WEG S.A através de seus manuais obtidos no site da empresa fabricante. A Tabela 3 evidencia todos os motores elétricos com suas respectivas potências, correntes medidas e as correntes nominais de operação, bem como a localização dos mesmos no ambiente da presente indústria cerâmica.

TABELA 3. Características de operacionalidade e localização dos motores elétricos.

<i>Itens</i>	<i>Localização Equipamentos</i>	<i>Potência [cv]</i>	<i>Nº de polos</i>	<i>Corrente Nominal [A]</i>	<i>Corrente de Trabalho [A]</i>
01	Bomba de vácuo	10	4	14,9	10,9
02	Esteira de coleta	1	6	1,97	1,3
03	Esteira do caixão alimentador	3	4	4,87	3,3
04	Esteira do laminador	1	4	1,97	2,1
05	Esteira do misturador	1,5	4	2,55	3,1
06	Extrusora	75	6	106	85
07	Laminador 01	7,5	6	12,7	8,1
08	Laminador 02	4	4	6,67	2,9
09	Misturador	15	6	22,9	12,8
10	Policorte	3	2	4,82	4,7
11	Ventilador	5	4	8,19	5,1

Autoria própria, 2020.

No momento das medições realizadas com o alicate amperímetro, detectou-se possíveis pontos prejudiciais quanto à ventilação dos motores, tendo em vista que na maioria dessas máquinas elétricas, as aletas de ventilação estavam todas obstruídas com poeiras e partículas granuladas de argila, visto que os motores são instalados em pontos que dificultam suas limpezas. À vista disso, o responsável do setor salientou que o motor de 15cv já foi danificado diversas vezes por tais motivos. A Figura 5 denota o cenário retratado anteriormente.



FIGURA 5. Motores elétricos da linha de produção cobertos de poeiras e partículas granuladas de argila.

Autoria própria, 2020.

Mediante os dados obtidos na inspeção visual e no laudo técnico no âmbito da cerâmica retratada no vigente estudo, irá se analisar a possibilidade de fazer rodízio entre os motores elétricos, substituindo os que trabalham sobrecarregados por outros que tenham suas correntes nominais compatíveis com os valores medidos. Consoante a isso, pretende-se averiguar os impactos econômicos concernentes a substituição dos motores elétricos por outros de menor potência, pelo qual atendam as demandas de trabalho.

Outrossim, um fator de suma importância que estar intrinsecamente relacionado aos problemas expostos, são as formas de partidas utilizadas para acionar os motores. Conforme já salientado, os mesmos são submetidos a uma dinâmica de várias partidas no decorrer do dia, provocando excessos de picos de corrente e, conseqüentemente, maior consumo de eletricidade e diminuição da vida útil destes equipamentos. Por fim, será realizado um estudo objetivando averiguar a viabilidade da mudança do grupo tarifário, visto que atualmente a referida empresa está enquadrada no Grupo B3, e pretende-se migrar para o Grupo A4.

RESULTADOS

Fundamentado nas observações referentes aos valores das correntes elétricas dos motores, bem como no histórico de consumo de eletricidade referente aos três últimos meses da presente indústria cerâmica,

depreendeu-se que possíveis rodízios e substituições de motores, podem contribuir significativamente para a redução do consumo de energia elétrica, sem comprometer as características demandadas pelos equipamentos nos seus funcionamentos. A Tabela 4 denota as características dos motores em operação com suas respectivas potências, valores de correntes nominais e de trabalho.

TABELA 4. Especificações dos valores de potências, correntes nominais e de operação dos motores elétricos.

<i>Itens</i>	<i>Potência</i>	<i>Polos</i>	<i>Corrente</i>	<i>Corrente de</i>	<i>Motor sugerido</i>	
	<i>Atual [cv]</i>		<i>nominal [A]</i>	<i>trabalho [A]</i>	<i>cv</i>	<i>I_N [A]</i>
01	10	4	14,9	10,9	7,5	12,7
02	1	6	1,97	1,3	0,75	1,58
03	3	4	4,87	3,3	2	3,94
04	1	4	1,97	2,1	1	1,97
05	1,5	4	2,55	3,1	2	3,94
06	75	6	106	85	60	90,1
07	7,5	6	12,7	8,1	5	8,19
08	4	4	6,67	2,9	2,5	4,87
09	15	6	22,9	12,8	10	17,3
10	3	2	4,82	4,7	3	4,82
11	5	4	8,19	5,1	4	6,67
Total	126	-	-	-	97,75	-

Autoria própria, 2020.

Dessarte, sugere-se na mesma Tabela 4 a substituição de alguns motores elétricos para que os mesmos se adequem às correntes exigidas pelos equipamentos, evitando, dessa maneira, tanto o superdimensionamento quanto o subdimensionamento destas máquinas. Nota-se, que em alguns casos específicos os motores deverão ser substituídos por outros de maior potência, contudo, verifica-se a presença de motores superdimensionados. Em segundo plano, será analisado a diferença entre a potência atual e a sugerida, com o intuito de verificar sua aplicabilidade.

Nessa perspectiva, percebe-se claramente, observando a Tabela 4, que a diferença entre a potência atual e a sugerida é de 28,25 cv. Desse modo, considerando que a empresa trabalha 7hs (sete horas) diárias, durante 22 dias a cada mês e que 1 cv é equivalente a 0,736 kW, pode-se estimar uma economia no consumo em aproximadamente 3.200 kWh mensal.

Em virtude de as chaves de partida para o acionamento dos motores serem em sua maioria do tipo partida direta, com exceção do motor de 75 cv, que é tem uma chave compensadora automática, bem como a dinâmica do funcionamento destes equipamentos, tendo em vista que todos os motores partem com carga, torna-se uma tarefa difícil realizar o dimensionamento exato de uma chave que atenda às necessidades da unidade consumidora.

Diante deste cenário, aconselha-se que os motores acima de 5 cv sejam equipados com chaves que suavizem suas partidas, por exemplo: compensadora, estrela-triângulo ou chaves eletrônicas, adequando-se à NBR 5410:2008. É oportuno destacar, que a implementação dessa medida de eficiência energética refletiria em uma economia de aproximadamente R\$ 3.500,00.

Além destas ações, a instalação de uma embreagem mecânica no motor do misturador é de extrema importância, haja vista que o mesmo sistema já é utilizado no motor de 75 cv, e esse artifício proporciona a diminuição do número de partidas diárias, uma vez que o sistema se assemelha ao dos automóveis, seguindo o mesmo princípio: a potência mecânica do eixo do motor só é transmitida à carga após a embreagem ser acionada. Esse sistema é imprescindível para o misturador, visto que o mesmo comporta um motor de elevada potência e é acionado inúmeras vezes ao dia.

Nesse sentido, analisou-se a possibilidade da mudança do grupo tarifário B3 para o grupo A4, considerando o funcionamento da indústria cerâmica fora do horário de ponta, na modalidade tarifária Horo

Sazonal Verde, cujo valor da presente tarifa de energia elétrica fornecida pela Enel CE é R\$ 0,31172400 por kWh (quilowatt-hora).

Dessa forma, calculou-se os novos valores das faturas de energia tendo como base o histórico de consumo dos três meses considerados (junho, agosto e outubro). A Tabela 5 evidencia um comparativo entre os valores das tarifas de energia elétrica nos grupos A4 (na modalidade tarifária Horo Sazonal Verde) em relação ao grupo B3, pelo qual a empresa está enquadrada atualmente.

TABELA 5. Comparativo dos valores das faturas de energia elétrica entre os grupos A4 e B3.

Mês	Consumo (kWh)	Valor da Tarifa Grupo		Economia	
		A4 (R\$/kWh)	Grupo A4	Grupo B3	(R\$)
Junho	11.882	0,31172400	3.703,90	8.658,65	4.954,75
Agosto	13.731	0,31172400	4.280,28	10.006,05	5.725,77
Outubro	12.854	0,31172400	4.006,90	9.366,97	5.360,07
Total	-	-	11.991,08	28.031,67	16.040,59

Autoria própria, 2020.

Nesse contexto, analisando-se a Tabela 4, percebe-se nitidamente, que o grupo A4 inserido na modalidade tarifária Horo Sazonal Verde, apresenta uma economia bastante expressiva em relação ao grupo B3, expressando uma estimativa de economia de aproximadamente R\$ 16.000,00 nos três meses analisados. Ante o exposto, torna-se evidente que a mudança da unidade consumidora do grupo B3 para o grupo A4 é vantajosa, haja vista que a mesma estará economizando na fatura de energia mais da metade do valor que está pagando hodiernamente. Por fim, se porventura for realizada a substituição dos motores elétricos atuais por motores mais eficientes e de menor potência, munidos com as chaves de partidas apropriadas, a indústria cerâmica estaria economizando cerca de R\$ 8.000,00.

4. CONCLUSÃO

Por todo o exposto, tornou-se possível observar que simples ações concernentes à eficiência energética na presente indústria cerâmica, tais como a troca das lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED e possíveis substituições dos motores elétricos atuais por motores mais eficientes e de menor potência, podem proporcionar melhorias significativas em todo processo produtivo, expressando uma economia no consumo mensal de energia elétrica de aproximadamente 3.200 kWh. Uma outra consideração a ser feita, refere-se à ineficácia da iluminação diagnosticada em determinados ambientes da cerâmica, uma vez que apresentaram valores de iluminância inferiores aos mínimos estabelecidos na NBR 8995-1:2013.

No que se refere a possibilidade da mudança do grupo tarifário B3 para o grupo A4, inserido na modalidade tarifária Horo Sazonal Verde, conclui-se que a presente transmutação é muito vantajosa para a indústria, tendo em vista que, de acordo com as estimativas econômicas, a cerâmica em questão estaria economizando cerca de R\$ 16.000,00 em apenas três meses de consumo. Aliado a isso, faz-se imprescindível a adoção de políticas relacionadas ao uso racional de energia elétrica no ambiente de trabalho da fábrica, almejando informar os empregados sobre a importância da utilização eficiente da eletricidade.

Dessa maneira, o presente trabalho configura-se como um estudo pioneiro no estado do Ceará, uma vez que alvitra técnicas de eficiência energética referente a parte elétrica em uma indústria cerâmica de pequeno porte localizada no município de Russas/CE. Contudo, as estratégias empregadas pelos autores deste artigo podem ser implementadas em qualquer empresa do setor de cerâmica vermelha do Brasil e do mundo, considerando as especificidades e a dinâmica de funcionamento de cada uma das unidades consumidoras a serem analisadas.

REFERÊNCIAS

- [1] Nascimento, C. A. Estudo da reengenharia de fornos cerâmicos com crivamento: uma oportunidade real de melhoria da sustentabilidade. Dissertação (Mestrado em Bioenergia) Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Guarapuava, Paraná, Brasil, 2015.

- [2] Cabral Júnior, M. O setor de cerâmica vermelha e a pequena empresa: desafios ao desenvolvimento em bases sustentáveis. *Seminário de Sustentabilidade Ambiental e Mercado de Carbono para a Indústria de Cerâmica Vermelha*, São Paulo, SEBRAE, 2006.
- [3] Leite, G. R.; Aragão Júnior, D. P. Estudo de Caso da Utilização de Diferentes Fornos na Indústria Ceramista e Seus Impactos no Meio Ambiente. *XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Fortaleza/CE, Brasil, 2015.
- [4] Coelho, J. M. Projeto de assistência técnica ao setor de energia: perfil de argilas para cerâmica vermelha. *Relatório Técnico*, Ministério de Minas e Energia (MME), Brasília, 2009.
- [5] Abreu, Y. V. Estudo comparativo da eficiência energética da indústria da cerâmica de revestimento via úmida no Brasil e na Espanha. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Planejamento de Sistemas Energéticos, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, São Paulo, Brasil, 2001.
- [6] Silva, R. G. Diagnóstico de desperdícios de uma cerâmica vermelha rumo à produção mais limpa. *6th International Workshop Advances in Cleaner Production*, São Paulo, Brazil, 2017.
- [7] Abrahao, R.; Carvalho, M. Environmental impacts of the red ceramics industry in Northeast Brazil. *International Journal of Emerging Research in Management & Technology*, v.6. p. 310-317, 2017.
- [8] Ouahabi, M.; Daoudi, L.; Vleeschouwer, F.; Bindler, F. R.; Fagel, N. Potentiality of clay raw materials from Northern Morocco in ceramic industry: tetouan and meknes areas. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, v.2, p. 145-159, 2014.
- [9] WEG S. A. Eficiência Energética em Motores Elétricos. Disponível online: <http://ecatalog.weg.net/tec_cat/tech_motor_sel_web.asp>. (acesso em 28/10/2020).
- [10] ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Iluminação de Ambientes de Trabalho, 2013.