



Artigo

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EM UMA EMPRESA DO SEGMENTO DE METALURGIA

Anuar Bezerra Ferreira^[1], Elis Regina Monte Feitosa^[2] e Jackson Angell Alves e Silva^[3]

^[1] UFERSA; anuarferreira@bol.com.br

^[2] UFERSA; elisrmf@yahoo.com.br

^[3] UFERSA; jacksonangell@gmail.com

Recebido: 24/06/2020;

Aceito: 01/08/2020;

Publicado: 11/09/2020.

Resumo: O presente artigo traz os resultados do diagnóstico energético realizado em uma empresa do segmento de metalurgia e comercialização de metais com cortes personalizados. Este diagnóstico tem como principal objetivo avaliar as condições das instalações elétricas, dos equipamentos, da infraestrutura geral, sistema de iluminação e climatização, além do comportamento e conscientização dos funcionários no que se refere ao uso eficiente da energia. O levantamento dos dados foi realizado através de uma visita técnica e aplicação de questionários com os funcionários da empresa, ajudaram na compreensão da ‘cultura’ de utilização da energia elétrica, como também, as políticas, existentes ou não, de consumo adotadas pela empresa. Outro aspecto do questionário visa obter dados dos equipamentos utilizados que possibilitem os avaliar tecnicamente. Junto com a aplicação do questionário foi realizada também uma análise visual dos equipamentos e das instalações elétricas, fazendo o registro escrito, a fim de dar melhor embasamento para o diagnóstico. Os resultados mostraram que o sistema de iluminação da empresa encontra-se subdimensionado, de acordo com as medições realizadas com o luxímetro e que a maioria das lâmpadas utilizadas são fluorescentes, as quais são menos eficientes quando comparadas com as lâmpadas de LED. Neste sentido, há uma preocupação da empresa, visto que em alguns ambientes as lâmpadas já foram substituídas por outras com esta tecnologia. Com relação a climatização, há alguns ambientes superdimensionados, de modo que a empresa poderia obter economia caso utilizasse a unidade condicionadora de ar adequada. Quanto a conscientização, verificou-se que há necessidade de sistematizar e formalizar as ações para obter os benefícios com a implementação das ações de conservação de energia, sugere-se a implementação de uma CICE.

Palavras-chave: Eficiência energética, Conservação de energia, Diagnóstico energético, Consumo.

Abstract: This article presents the results of the energy diagnosis carried out in a company in the segment of metallurgy and commercialization of metals with personalized cuts. This diagnosis has the main objective of evaluating the conditions of electrical installations, equipment, general infrastructure, lighting and air conditioning systems, in addition to the behavior and awareness of employees regarding the efficient use of energy. The survey of the data was carried out through a technical visit and application of questionnaires with the company's employees, which helped to understand the ‘culture’ of electricity use, as well as the policies, existing or not, of consumption adopted by the company. Another aspect of the questionnaire aims to obtain data on the equipment used that makes it possible to technically evaluate them. Along with the application of the questionnaire, a visual analysis of the equipment and electrical installations was also carried out, making the written record, in order to provide a better basis for the diagnosis. The results showed that the company's lighting system is undersized, according to the measurements made with the lux meter and that most of the lamps used are fluorescent, which are less efficient when compared to LED lamps. In this sense, there is a concern of the company, since in some environments the lamps have already been replaced by others with this technology. With regard to air conditioning, there are some oversized environments, so that the company could obtain savings if it used the appropriate air conditioning unit. As for awareness, it was found that there is a need to systematize and formalize the actions to obtain the benefits with the implementation of energy conservation actions, the implementation of a CICE is suggested.

Key-words: Energy efficiency, Energy conservation, Energy diagnostics, Consumption.

1. INTRODUÇÃO

O consumo de energia é uma importante medida para a economia de qualquer país. A influência desta variável no desenvolvimento das nações, bem como na qualidade de vida das pessoas é de grande relevância para o planejamento e gestão dos recursos naturais, dada a sua escassez. Assim, o uso inteligente e eficiente da energia elétrica, bem como seu tratamento e controle feitos de maneira responsável e racional geram benefícios para empresários, para a economia e para a sociedade. Cada uma dessas partes se beneficia de uma forma diferente. Para os empresários, há uma redução dos custos operacionais. Na economia, uma maior disponibilidade de energia a impulsiona. A sociedade tem seus recursos naturais tratados de forma correta e adequada, visando à preservação do meio ambiente [1].

Empresas que investem em projetos de eficiência energética podem economizar recursos, ganhar competitividade e amenizar a pressão sobre o aumento da oferta de energia. Postergar parte do investimento no aumento da oferta de energia permite ao governo e ao empresário liberarem recursos para outras prioridades, sem perda de qualidade, segurança no abastecimento e com ganhos sociais e ambientais [2].

Obter a eficiência energética significa utilizar processos e equipamentos que sejam mais eficientes, reduzindo o desperdício no consumo de energia elétrica, tanto na produção de bens como na prestação de serviços, sem que isso prejudique a sua qualidade [3]. Uma ferramenta amplamente utilizada para análise da eficiência energética que de acordo com [4] é um estudo técnico e econômico, elaborado a partir de extenso levantamento de dados e medições de todo o empreendimento, a fim de elencar todas as oportunidades de melhoria da eficiência, redução de custos e consumo. De modo a estabelecer ações que podem ser realizadas em uma instalação de modo a utilizar de forma mais eficiente a energia elétrica.

Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo principal a realização de um diagnóstico energético em uma empresa do segmento de metalurgia, cujas principais atividades estão relacionadas a comercialização de chapas e estruturas metálicas padronizadas ou personalizadas, envolvendo assim o corte de precisão com máquinas de plasma e serras circulares. Além disso, buscar-se-á fazer o levantamento de ações de melhorias que possam ser implementadas nas instalações afim de proporcionar a redução dos gastos com energia elétrica, bem como proporcionar eficiência nos processos como um todo, em termos de consumo energético. Para isso, o artigo está estruturado do seguinte modo: na primeira seção é apresentada uma contextualização geral do tema, a segunda seção mostra alguns estudos realizados no que se refere a eficiência energética, bem como as metodologias utilizadas e resultados obtidos. Na seção 3 é apresentada a metodologia aplicada neste estudo, na seção seguinte são apresentados os resultados encontrados e por último as conclusões obtidas a partir da realização da pesquisa prática.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Diagnóstico Energético

Dentre as principais análises de conservação de energia e eficiência energética, pode-se destacar a avaliação e implementação de medidas para os sistemas de iluminação e sistemas motrizes, além da análise de aspectos gerais das instalações elétricas e ambientais com um todo. Todas essas análises contribuem de forma significativa para redução dos desperdícios com energia elétrica e conseqüentemente dos custos decorrentes da sua utilização.

Segundo [5], as reduções dos consumos de energia são conseguidas à custa essencialmente da: Eliminação de consumos supérfluos; Recuperação de energia de perdas; Adaptação funcional de equipamento existente; Utilização de equipamento de rendimento elevado.

A importância da eficiência energética é evidenciada e, equipamentos e hábitos de consumo passaram a ser analisados em termos da conservação da energia tendo sido demonstrado que, de fato, muitas iniciativas que resultam em maior eficiência energética são economicamente viáveis, ou seja, o custo de sua implantação é menor do que o custo de produzir ou adquirir a energia cujo consumo é evitado [6].

A literatura sobre eficiência energética é bastante ampla, principalmente com os incentivos governamentais através da legislação, principalmente com a Lei de Eficiência Energética N^o. 10.295, de outubro de 2001, que “dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia”, e a criação de programas de incentivo a conservação de energia, como o Programa Brasileiro de Etiquetagem e Procel. Essas iniciativas contribuíram para o desenvolvimento de diversas pesquisas dentro da temática de conservação e uso

eficiente dos recursos energéticos. Nesta seção, são apresentados alguns estudos e pesquisas relacionadas a este segmento que serviram de base para fundamentação metodológica do presente artigo.

2.1.1. Iluminação Eficiente

De acordo com [7], no Brasil, a iluminação representa atualmente cerca de 15% de toda a energia consumida, o que equivale aproximadamente a 58.000 GWh/ano. No ramo industrial, a energia, em média, representa de 2 a 8 % do consumo da instalação, e constitui uma das principais fontes de desperdício de energia elétrica, devido à diversidade de pontos de consumo, ao uso generalizado do serviço e ao frequente emprego de aparelhos de baixa eficiência.

O estudo de [8], trata da análise referente a área de janela e dimensões de ambientes para iluminação natural e eficiência energética, fazendo uma comparação entre a literatura e a simulação computacional. Os autores concluíram que as áreas de janelas recomendadas na literatura para garantir vista para o exterior são, na maior parte dos casos, inadequadas, pois tendem a ser maiores do que aquelas obtidas nas simulações para garantir eficiência energética. Também se constata que ambientes de pouca profundidade, como o recomendado na literatura para se permitir melhor aproveitamento da iluminação natural, não são os mais adequados para se garantir menor consumo de energia. [9], realizaram um estudo com levantamento da demanda e consumo de energia elétrica em uma oficina de manutenção da empresa de trens urbanos de Porto Alegre, com o objetivo de identificar o impacto do consumo da iluminação artificial e propor novas tecnologias com aproveitamento da luz natural. A metodologia se baseia no levantamento de dados, através de medições, do consumo energético da iluminação e medições de iluminância dos diferentes ambientes, de modo a avaliar o sistema atual e propor a substituição, no caso de tecnologias pouco eficientes. Os resultados mostraram que a substituição por iluminação a LED apresenta um investimento inicial com retorno em cinco anos e com uma expressiva redução no consumo em relação ao atual.

No trabalho de [10], a metodologia adotada para o diagnóstico energético consta de três etapas: diagnóstico dos desperdícios encontrados, análise dos dados obtidos e proposição de medidas de conservação de energia e eficiência energética, adaptadas à realidade cotidiana de uma pequena indústria. Os resultados são apresentados através de um estudo de caso realizado num estabelecimento de uma indústria que fabrica lacres de segurança, de polietileno, localizada na Paraíba. Após o levantamento sistemático das cargas e avaliação das necessidades energéticas, foi calculado o potencial de economia anual de energia, referenciado a cada uso final de energia analisado, e o retorno do investimento. Conclui-se que é possível obter uma redução de aproximadamente 31% na conta de energia elétrica, sendo que o maior percentual de economia reside na eficiência do sistema de iluminação, isto sem comprometer a produção.

2.1.2. Climatização

[7], afirma que de uma forma geral os sistemas de climatização provocam grandes desperdícios de energia nas instalações elétricas industriais e comerciais, independentemente se são utilizados aparelhos do tipo janeleiro ou sistemas centralizados. Ainda de acordo com o autor, o Procel tem incentivado muito a eficiência de unidades de climatização. Os aparelhos comercializados com selo Procel apresentam uma taxa média de 0,95 kW/10.000 BTU contra uma taxa média de 1,35 kW/10.000 BTU de aparelhos um pouco mais antigos, permitindo, assim, um ganho de eficiência de cerca de 30%. Esse ganho já viabiliza economicamente a substituição dos aparelhos antigos por aparelhos certificados pelo Procel, dependendo do tempo de utilização diário.

Neste sentido, pode-se realizar alguns estudos realizados nesta área, como [11], que analisou o impacto das soluções de arquitetura e climatização no consumo de energia de uma edificação localizada na cidade de Porto Alegre, utilizando o software EnergyPlus, onde foram propostas uma série de medidas tais como a substituição dos vidros existentes por vidros térmica e energeticamente mais eficientes e a alteração do sistema de climatização de água gelada para um Fluxo de Refrigerante variável (VRF). O estudo de [12], teve como objetivo principal realizar a fase de planejamento de um sistema de gestão de energia, através de um diagnóstico “in loco” em um edifício público no município de Vila Maria/RS, nos setores de iluminação e climatização. No trabalho, é criada uma equipe de gestão de energia, definida uma política energética e, em seguida, realizado o planejamento energético. Para isso foram realizadas visitas ao local e identificados os ambientes e equipamentos que mais consomem energia e comparado com outros edifícios públicos. Em seguida, foram propostas soluções e novas tecnologias para reduzir o consumo, aumentar a eficiência energética, e possibilitar maior conforto visual e térmico aos usuários.

Da [13], apresentam uma proposta de diagnóstico a fim de identificar potenciais de conservação e uso eficiente de energia na Universidade Federal do Piauí. Utilizam o diagnóstico energético para identificar oportunidade de melhoria e sugerir as ações nas operações diárias dos setores em pesquisa, através de retrofit de ativos operacionais e instalações, e adequação de procedimentos e relações contratuais com a concessionária, com foco principal na redução de custos. Afirmam ainda que o diagnóstico energético visa aumentar a eficiência do uso da energia consumida e melhorar as condições técnicas das instalações elétricas sendo aplicadas na iluminação e climatização.

2.1.3. Metodologia

A metodologia utilizada tem por base a criação de um diagnóstico energético da unidade avaliada com ênfase nos sistemas de iluminação e climatização. Para isso, foram construídos alguns questionários que auxiliaram na obtenção de informações referentes ao local onde se fez o estudo. Os questionários buscam ajudar na compreensão da ‘cultura’ de utilização da energia elétrica, como também, as políticas, existentes ou não, de consumo adotadas pela empresa. Outro aspecto do questionário visa obter dados dos equipamentos utilizados que possibilitem os avaliar tecnicamente. Junto com a aplicação do questionário será realizada também uma análise visual dos equipamentos e das instalações elétricas, fazendo o registro escrito, a fim de dar melhor embasamento para o diagnóstico.

Essa primeira etapa é denominada de levantamento de dados e realiza-se com total anuência dos proprietários da empresa, com isso pretende-se criar um vínculo de confiança entre a empresa e os consultores firmando, assim, uma parceria. Na segunda etapa realiza-se a análise dos dados obtidos. A análise é dividida em algumas categorias: Análise de Comportamento, Análise de Estrutura, Análise da Iluminação e Análise de climatização. A fragmentação do estudo serve para dar a atenção devida a cada área dando, assim, uma melhor compreensão da realidade local. A análise comportamental visa estabelecer um perfil, generalista, do uso da energia elétrica por setor, devido a inviabilidade de aplicar o questionário em cada uma dos utilizadores de cada ambiente. Na análise da estrutura observa-se as instalações elétricas em seus aspectos físicos. Com a análise dos equipamentos pretende-se fazer avaliação de superdimensionamento ou subdimensionamento, principalmente relacionados a iluminação e climatização. Por fim, a análise da iluminação, verifica se existe aproveitamento da iluminação natural, a distribuição de interruptores, planos de manutenção, educação dos usuários, adequação da tecnologia. Apesar da divisão em categorias, os conteúdos das análises transversalizam-se e se complementam.

Além disso, fez-se também um estudo sobre a viabilidade econômica da empresa aderir a tarifa Branca, visto que a operação é realizada principalmente em horário comercial, o qual configura-se como fora da ponta.

A terceira, e última, etapa compreende a apresentação dos resultados do diagnóstico energético mostrando a situação encontrada na empresa, como, também, apresentar um conjunto de ações que devem ser implementadas para obtenção de uma maior eficiência energética.

3. RESULTADOS

3.1. Aspectos sobre esta unidade

Pelo questionário aplicado na empresa foi constatado a não-realização de auditorias energéticas, apesar disso foram identificados algumas medidas que corroboram para uma eficiência energética como: análises mensais de consumo energético, observando a evolução do desempenho energético com análises sobre a variação diária e sazonal do consumo; preocupação na escolha dos equipamentos considerando a eficiência energética; também há uma preocupação com o custo energético da empresa relacionados com as vendas e/ou produção. Entretanto, essa preocupação tem um caráter bastante superficial e, dessa forma, apresenta dificuldades de mensuração dos resultados. Com isso, se faz necessária ações intencionais nesse aspecto para se ter a dimensão dos resultados e obtê-los com mais eficiência.

Há um conhecimento sobre os equipamentos que consomem mais energia elétrica e são eles: as máquinas de corte de serras circulares, a de plasma, a bomba do poço e os condicionadores de ar mais antigos, mas esse conhecimento se obteve de forma empírica e pouco precisa. Para atender a esse ponto, se faz necessária um analisador de carga para se ter uma informação mais precisa acerca de cada máquina instalada na unidade. Por não se ter o conhecimento sobre as máquinas, também não existe uma preocupação sobre o funcionamento simultâneo dos equipamentos, no questionário o responsável alegou que não seriam muitos equipamentos, embora a visita mostrou divergências sobre isso.

No que se refere a iluminação externa, não há qualquer dispositivo automático para ligar ou desligar as lâmpadas, que poderiam contribuir para a redução do consumo energético. Essas ações são realizadas de forma manual e dependem da sensibilidade dos colaboradores.

3.2. Histórico de consumo

A empresa analisada é consumidora da COSERN do tipo B3 COMERCIAL – COMERCIAL Trifásico, adotando a modalidade tarifária convencional, a alimentação é de 380/220V. A Tabela 1 dispõe de informações mais detalhadas sobre o consumo mensal da unidade, levando em consideração apenas o consumo ativo. O valor base do kWh é o referente ao último mês, R\$ 0,604483 por kWh. É importante observar a tendências crescente do consumo mensal.

Tabela 1 - Histórico do consumo de energia elétrica

Mês/Ano	kWh	R\$
mar/18	3423	R\$ 2.069,15
fev/18	3540	R\$ 2.139,87
jan/18	3121	R\$ 1.886,59
dez/17	3192	R\$ 1.929,51
nov/17	3192	R\$ 1.929,51
out/17	3156	R\$ 1.907,75
set/17	3370	R\$ 2.037,11
ago/17	3270	R\$ 1.976,66
jul/17	3099	R\$ 1.873,29
jun/17	3245	R\$ 1.961,55
mai/17	2786	R\$ 1.684,09
abr/17	2967	R\$ 1.793,50
mar/17	2531	R\$ 1.529,95
Total	40892	R\$ 24.718,53
Média	3145	R\$ 1.901,42

3.3. Tarifa

Para o grupo tarifário B3 existem duas modalidades possíveis para as unidades consumidoras do GRUPO B3 COMERCIAL. A diferença entre as modalidades basicamente é que na tarifa convencional não há diferenciação no preço do kWh, já na tarifa branca existem três distintos valores que dependem do horário de consumo que podem ser: horário na ponta, fora de ponta, e intermediário. Segundo a COSERN (2018), o horário funciona “conforme a área e conveniência da unidade consumidora, os seguintes horários de ponta são das 17:00 às 20:00 h, das 17:30 às 20:30 h ou das 18:00 às 21:00 h” e o horário intermediário é relativo a uma hora antes do horário de ponta adotado.

O horário de funcionamento da empresa é das 07:30 às 11:30 e 13:30 às 17:30, dessa forma a maior parte do consumo de energia operacional pode estar fora de ponta. Assim, o horário de ponta adotado para a análise foi de 18:00 às 21:00. De imediato, pode-se indicar que aderir a tarifa branca seria o conveniente a se fazer para uma empresa com essas características. Entretanto, se faz necessária uma análise mais detalhada da atividade desenvolvida na empresa, como não foi possível realizá-la, criou-se cenários possíveis de utilização de energia nos horários de ponta, fora de ponta e intermediário, a fim de obter uma projeção da fatura de energia num período de 12 meses.

Da Tabela 1, obtemos um valor médio mensal de 3145 kWh e, percebe-se também, que o consumo do mês de março aumentou quase 25% em relação ao consumo de março do ano anterior, mostrando, assim, a tendência de crescimento do consumo operacional da empresa, bem como no custo com energia elétrica. Ficando, assim, evidente a necessidade de procurar alternativas para diminuir esses custos, deste modo e a tarifa branca pode ser uma dessas alternativas junto com outras que veremos no decorrer do artigo.

Num estudo inicial dividindo 3145 kWh, consumo médio mensal, por 720h – referente a um mês de 30 dias – dá uma média de 4,37 kW-hora. Se aplicarmos isso durante um dia, em regime de tarifa branca, teremos um panorama descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Comparativo da tarifa branca x tarifa convencional

	Fora de Ponta (22:00 às 17:00)	Intermediário (17:00 às 18:00 e 21:00 às 22:00)	Ponta (18:00 às 21:00)	Tarifa Convenciona l
Consumo (kWh)	83,03	8,74	13,11	104,88
Preço do kWh (R\$)	0,49810556	0,76257411	1,20079537	0,604483
Total dia (R\$)	41,36	6,66	15,74	63,40
Total Mês 30 dias (R\$)	1.240,73	199,95	472,27	1.901,95
Total Mês (R\$)	1.912,95			1.901,95

Na Tabela 2, fica nítida uma pequena diferença entre as tarifas, sendo que a tarifa convencional apresenta um valor menor que a tarifa branca. Entretanto, é importante ressaltar que um estudo mais detalhado envolveria um analisador de carga para ter-se a precisão do consumo a cada hora e assim compreender de qual tarifa apresentaria melhor resultado para a unidade de consumo.

3.4. Iluminação

Foi realizada uma análise para o sistema de iluminação dos escritórios, incluindo a medição com o auxílio do luxímetro digital e avaliação da iluminância proporcionada pela instalação atual, bem como a adequação desta a norma NBR 8995:2013. Verificou-se que na maior parte dos ambientes o fluxo luminoso está abaixo do que é exigido pela norma para os locais avaliados. Como são ambientes de escritórios onde são executadas atividades de escrever, teclar, ler, processar dados, a quantidade mínima para o iluminamento médio especificada para este tipo de ambiente é de 500 Lux. Utilizando os dados técnicos da lâmpada escolhida a LED PHILIPS TUBE ESSENTIAL T8 18W 4000K (NEUTRA) e a área dos ambientes, foi possível estimar a quantidade de lâmpadas necessárias para cada um dos ambientes, de modo a atender ao iluminamento médio especificado pela NBR 8995:2013. Assim, foi montado o Quadro 1.

Quadro 1. Estimativa para o novo sistema de iluminação

Ambiente	Area (m²)	E_m (lux) Medido	E_m (lux) NBR 8995	E_m total (lux)	Emissão de luz (lúmens)	Qtd Lâmpadas	Qtd Lâmpadas adotada
Vendas	16.86	265	500	8430	1850	4.6	4
Sala de Reunião	8.43	139	500	4215	1850	2.3	2
Hall	44.96	508	100	4496	1850	2.4	2
Direção	8.43	116	500	4215	1850	2.3	2
RH	12.65	249	500	6325	1850	3.4	3
Faturamento	8.96	109	500	4480	1850	2.4	2
Financeiro	8.43	140	500	4215	1850	2.3	2
Caixa	8.43	154	500	4215	1850	2.3	2

Nota: E_m = Iluminamento médio

Pode-se verificar no quadro 1 que a quantidade de lâmpadas adotadas pelos projetistas é menor do que a estimadas nos cálculos, isso decorre do fato de que foi observado que na maior parte dos locais há iluminação natural, assim o fluxo luminoso poderá compensado. Além disso, as considerações de projeto apontam que o plano de trabalho receberá o fluxo luminoso conforme o especificado pela norma, de acordo com algumas simulações realizadas com o auxílio do software Dialux Evo, a qual também permitiu fazer uma análise comparativa com os resultados obtidos a partir dos cálculos realizados.

Com as informações sobre o sistema de iluminação atual e uma estimativa para o sistema futuro, de modo a corrigir o nível de iluminamento dos ambientes e melhorar a eficiência deste sistema como um todo através da padronização das lâmpadas e da substituição por Lâmpadas de LED PHILIPS TUBE ESSENTIAL T8 18W 4000K (NEUTRA), ou alguma similar, foi elaborado o Quadro 2.

Quadro 2. Dados do sistema atual e do sistema futuro e estimativas de consumo

Setor	Ilumi	Ilumi	Lâmpadas Atuais	Tempo em		Luminárias	Cor amb.	Lâmpadas novas	
-------	-------	-------	--------------------	-------------	--	------------	-------------	-------------------	--

	Mínima	Medida	Tipo		Pot.		Quant.		Total		Operação		Consumo atual (mês)		Fecha		Aberta		Branca		Alumini		Estado conserv.		Branco		Claro		Tipo		Pot.		Quant.		Total		Consumo futuro (mês)	
	Lu	Lu	-	W	-	W	H/d	D/m	kWh	R\$					B	R			-	W	-	W	-	W	-	W	-	W	-	W	-	W	kWh	R\$				
Vendas	500	265	L	20	4	80	8	22	14,1	8,51	x			x	x			x							x	L	18	4	72	12,7	7,66							
Sala Reunião	500	139	L	20	2	40	4	22	3,5	2,13	x			x	x			x							L	18	2	36	3,2	1,92								
Hall	100	508	L	40	3	120	2	22	5,3	3,19		x	x		x									x	L	18	2	36	1,6	0,96								
Direção	500	116	L	20	2	40	8	22	7,0	4,26	x			x	x			x							L	18	2	36	6,3	3,83								
RH	500	249	F	40	2	80	8	22	14,1	8,51		x	x		x									x	L	18	3	54	9,5	5,75								
Fatura	500	109	F	32	1	32	8	22	5,6	3,40		x	x			x	x								L	18	2	36	6,3	3,83								
Financ.	500	140	F	40	1	40	8	22	7,0	4,26		x	x		x										L	18	2	36	6,3	3,83								
Caixa	500	154	F	32	1	32	8	22	5,6	3,40		x	x			x	x								L	18	2	36	6,3	3,83								
									62,3	37,66																	52,3	31,60										

Notas: L = LED; F = Fluorescente; B = Bom; R = Regular.

Como mencionado, a unidade consumidora está inserida no grupo B3 Comercial trifásico, cuja tarifa cobrada por kWh é de R\$ 0,604483. Deste modo, com base nos dados de consumo atual e consumo futuro previsto a partir das alterações e padronização das lâmpadas sugeridas para o sistema de iluminação, foi possível estimar a economia anual a ser obtida, conforme mostra o Quadro 3.

Quadro 3. Projeção de economia do sistema de iluminação

Projeção de economia anual	
Consumo anual atual (kWh)	747.65
Consumo anual atual (R\$)	451.94
Consumo anual Futuro (kWh)	627.26
Consumo anual Futuro (R\$)	379.17
Economia anual (kWh)	120.38
Economia anual (R\$)	72.77

Assim, pelo quadro 3, pode-se verificar que caso a empresa opte por utilizar apenas lâmpadas de LED em sua instalação, obterá uma redução de 120,38 kWh em seu consumo anual, o que equivale a uma economia de R\$ 72,77.

Foi realizada ainda uma análise de viabilidade de substituição de todas as lâmpadas pelo modelo proposto LED PHILIPS TUBE ESSENTIAL T8 18W 4000K (NEUTRA), ou similar, utilizando o *payback* simples. Como esse modelo de lâmpada custa cerca de R\$ 28,89 e a quantidade total a ser substituída seria 19 lâmpadas, o custo total de substituição seria R\$ 548,91. Dividindo o custo total da substituição pela economia que será obtida de R\$ 72,77, encontramos um tempo de 7,54 anos para o retorno do investimento.

Esta análise é bastante simples e não levou em consideração os custos de alteração no projeto da instalação atual, bem como os efeitos positivos de aumento da produtividade e bem estar dos colaboradores, dada a melhoria no iluminamento dos ambientes. Porém, acredita-se que o investimento na substituição imediata de todos o sistema de iluminação não seria interessante para a empresa, desta forma sugere-se que em momentos oportunos, ou seja, a medida que as lâmpadas atuais sejam danificadas, a devida substituição e alteração da instalação seja realizada visando a eficiência energética e o atendimento a NBR 8995:2013.

3.5. Climatização

O estudo de climatização dos ambientes e dimensionamento das unidades condicionadoras de ar foram realizados de acordo com a metodologia proposta por [7], utilizando a tabela 15.24 do livro de instalações elétricas industriais.

Com os dados de todos os aparelhos instalados na empresa foi realizado cálculos para verificar a adequação dos mesmos aos ambientes. Com isso, observou-se que alguns desses aparelhos estão superdimensionados, enquanto outros se encontravam com valores de BTUs abaixo do aconselhado. Para esses últimos, pode ocorrer do consumo ser maior que o que seria considerado normal para ela, pois a sua capacidade de refrigeração não comporta o ambiente onde está instalado. A Tabela 3 mostra o dimensionamento dos condicionadores de ar, em BTU, com as seguintes considerações: todas as salas estão sob telhado com forro; a caixa, financeiro e RH com uma das paredes voltadas para o sol da manhã; e o restante com sombra o dia todo. O consumo, em KW, de cada aparelho foi obtido no site do fabricante, e o consumo diário de 8 horas referente ao horário comercial de funcionamento.

Tabela 3 – Dimensionamento dos condicionadores de ar

Setor	Área (m ²)	BTU	Comercial	Consumo(kW)	Consumo diário(kWh)
Caixa	8,43	10.000	12000	1,085	8,68
Financeiro	8,43	10.000	12000	1,085	8,68
RH	12,65	10.000	12000	1,085	8,68
Vendas	16,86	11.000	12000	1,085	8,68
Faturamento	8,96	7.000	7000	0,633	5,064
Direção	8,43	7.000	7000	0,633	5,064
Sala de Reunião	8,43	7.000	7000	0,633	5,064

Já na Tabela 4 é construída para efeito de comparação com a Tabela 3, mostrando o consumo atual e a possível economia, ou não, comparando com os condicionadores indicados pelo estudo realizado. Os dados utilizados para os cálculos foram encontrados na etiqueta de cada aparelho. O preço do kWh é de R\$0,60 e para o custo anual dessa economia é considerado o número de dias úteis no ano de 2018, 250 dias.

Tabela 4 – Economia

Setor	Atual (BTU)	Consumo (kW)	Consumo diário (kWh)	Economia diária (kWh)
Caixa	9.000	0,82	6,56	-2,12
Financeiro	9.000	0,82	6,56	-2,12
RH	12.000	1,25	10	1,32
Vendas	18.000	1,75	14	5,32
Faturamento	9.000	0,876	7,008	1,944
Direção	9.000	0,95	7,6	2,536
Sala de Reunião	9.000	0,95	7,6	2,536

Foi encontrado um ar condicionado de 7.000 BTU/h da marca Consul no valor de R\$977,55 e outro de 12.000 BTU/h da marca Samsung tipo inverter no valor de R\$1.412,40. Considerando a necessidade de 4 aparelhos do primeiro tipo e 3 do segundo e ainda um custo médio de R\$200,00 da instalação de cada, obteve-se um custo total da troca de R\$10.602,61, no qual demoraria aproximadamente 7,5 anos para que seja obtido o retorno.

4.6 Comportamento e conscientização

Com relação a conscientização dos colaboradores, verificou-se através da aplicação do questionário que não são realizadas ações práticas e sistemáticas neste sentido, são passadas apenas orientações informais. Pelas respostas, observou-se que há uma preocupação entre os funcionários de minimização do consumo de energia, visto que alguns informavam que possuem o hábito de desligar as luzes quando saem da sala, desligam os equipamentos, computadores e ar condicionados ao final do expediente. Porém, observou-se uma não

regularidade nas respostas sobre os hábitos energéticos desenvolvidos no ambiente de trabalho, constatando-se assim, a informalidade das ações.

Desta forma, verificou-se que há uma cultura informal no que se refere a ações que visem a melhoria da eficiência energética da empresa. Todavia, essas ações poderiam gerar maiores benefícios caso fossem tratadas de maneira sistematizada.

Dentro desta análise, sugere-se a criação de uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) que teriam dentre as suas principais responsabilidades: conhecer as informações sobre fluxos de energia, regras, contratos e ações que afetam esses fluxos; os processos e atividades que usam energia, gerando um produto ou serviço mensurável; e as possibilidades de economia de energia; acompanhar os índices de controle, como o consumo de energia, custos e valores faturados, e fatores de utilização dos equipamentos e/ou da instalação; atuar no sentido de medir os itens de controle, indicar correções, propor alterações, auxiliar na contratação de melhorias, implementar ou acompanhar as melhorias, motivar os usuários da instalação a usar racionalmente a energia, divulgar ações e resultados, buscar capacitação adequada para todos e prestar esclarecimentos sobre as ações e seus resultados.

4. CONCLUSÃO

A busca da eficiência deve estar incorporada nas metas e estratégias de qualquer segmento econômico da nossa sociedade, isso se deve não só por uma questão ambiental, mas, também, por refletir diretamente na vida financeira de quem quer que coloque essa questão como tema importante para o desenvolvimento da sua atividade.

Especificamente, este trabalho tratou de uma empresa comercial de médio porte e consumidora do grupo B3 da COSERN, concessionária de energia do estado do Rio Grande do Norte. Apesar da empresa já apresentar algumas medidas para a eficiência e conservação energética, pode-se apontá-las outras tantas no decorrer do estudo abrangendo segmentos como a iluminação, climatização, comportamento, entre outros.

Um apontamento importante do estudo é que fica evidente a importância do autoconhecimento, isto é, antes de adotar qualquer medida se faz necessário que a instituição se conheça, conheça seus equipamentos, o comportamento de seus empregados, mantenham estatísticas atualizadas sobre a vida da empresa, isso faz com que a escolha das ações seja feita com mais responsabilidade.

Foi possível perceber que as medidas para eficiência e conservação de energia não necessariamente dispendem de um custo, ou mesmo um custo elevado, por exemplos medidas comportamentais e negociação do plano com a concessionária. Outras, como substituição de equipamentos e lâmpadas já geram um custo, mas como apresentado, existe retorno.

Por fim, é importante destacar que com equipamentos de medição adequados e tempo suficiente para analisar de todos os equipamentos podem gerar um estudo mais adequado e realística acerca da totalidade da planta. Por isso, para um próximo passo para se alcançar maiores metas em relação a eficiência energética se faz necessário estudos mais detalhados sobre todos os equipamentos da empresa, incluindo principalmente os motores, dos quais este estudo não conseguiu averiguar.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos: Prof. Dr.^a Fabiana Karla de Oliveira Martins Varella Guerra, este artigo foi desenvolvido durante o curso da disciplina Técnicas de Conservação e Uso Eficiente de Energia.

REFERÊNCIAS

- [1] ENERGIA BRASIL. Guia de Eficiência Energética nas Micro, Pequenas e Médias Empresas. Governo Federal, Casa Civil da Presidência da República, p.7, 2001.
- [2] PROCEL, INFO. Eficiência Energética na Indústria: o que foi feito no Brasil, oportunidades de redução de custos e experiência internacional, 2009.
- [3] ELETROBRÁS [et al.]. Metodologia de realização de diagnóstico energético: guia básico. Brasília: IEL/NC, 2009. 108 p. : il. ISBN 978-85-87257-29-1.
- [4] Diagnóstico energético. Disponível em: <<http://www.e-sage.com.br/a-empresa/servicos/consultoria-em-gestao-de-energia-e-eficiencia-energetica/diagnostico-energetico/>> Acesso em: 02 Abr. 2018.

- [5] SÁ, André. Guia de aplicações de gestão de energia e eficiência energética (2.ª edição). Publindústria, Edições Técnicas, 2010.
- [6] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano Nacional de Energia 2030. Rio de Janeiro, Brasil, 2007. 206 p.
- [7] MAMEDE FILHO, João. Instalações elétricas industriais: de acordo com a norma brasileira NBR 5419:2015 / João Mamede Filho. 9.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- [8] GHISI, Eneidir; TINKER, John A.; IBRAHIM, Siti Halipah. Área de janela e dimensões de ambientes para iluminação natural e eficiência energética: literatura versus simulação computacional. CEP, v. 88040, p. 900, 2005.
- [9] CORRÊA, Cleber. Eficiência energética em iluminação: estudo de caso na empresa de trens urbanos de Porto Alegre. 2014.
- [10] SANTOS, Maria Betania Gama dos. et.al. Diagnósticos Energéticos em Indústrias - Estudo de Caso. XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de nov de 2005.
- [11] STEIN, T. S. Impacto das soluções de arquitetura e climatização no consume de energia de uma edificação. 2011. 20f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- [12] FURLANI, Sinara. Sistema de gestão energética em uma edificação pública no município de Vila Maria/RS: iluminação e climatização. 2017.
- [13] DA SILVA SOUSA, Joaab [et.al]. Metodologias de diagnóstico energético para conservação e uso eficiente de energia na Universidade Federal do Piauí, 2014.