



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal  
de Campina Grande

EDUARDO NUNES DOS SANTOS



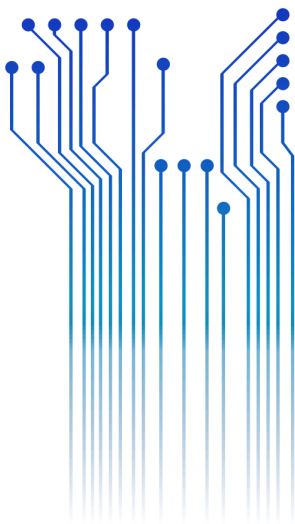
Centro de Engenharia  
Elétrica e Informática

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO ENERGÉTICA EM EMPRESAS E O DIAGNÓSTICO  
ENERGÉTICO COMO FERRAMENTA DE GESTÃO (ESTUDO DE CASO)**



Departamento de  
Engenharia Elétrica



Campina Grande  
2019

EDUARDO NUNES DOS SANTOS

A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO ENERGÉTICA EM EMPRESAS E O DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO COMO FERRAMENTA DE  
GESTÃO (ESTUDO DE CASO)

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica da  
Universidade Federal de Campina Grande como  
parte dos requisitos necessários para a obtenção do  
grau de Bacharel em Ciências no Domínio da  
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Gerenciamento de Energia

Orientador:

Professor Célio Anésio da Silva, D. Sc.

Campina Grande  
2019

EDUARDO NUNES DOS SANTOS

A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO ENERGÉTICA EM EMPRESAS E O DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO COMO FERRAMENTA DE  
GESTÃO (ESTUDO DE CASO)

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica da  
Universidade Federal de Campina Grande como  
parte dos requisitos necessários para a obtenção do  
grau de Bacharel em Ciências no Domínio da  
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Gerenciamento de Energia

Aprovado em 11 / 07 / 2019

**Professora Raquel Aline Araújo Rodrigues, D. Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

**Professor Célio Anésio da Silva, D. Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho. Agradeço a minha família, meu pai José Nunes, minha mãe Edjane, meus irmãos Leilane e Júnior, meu cunhado Dyhego e minha namorada Camila, que sempre me apoiaram de todas as formas para que a conclusão desta etapa fosse possível.

Agradeço aos colegas de curso pelos momentos de companheirismo e toda ajuda que me deram, aos funcionários do Departamento de Engenharia Elétrica da UFCG que sempre fizeram o possível para atender as necessidades dos alunos.

Por fim, agradeço a todos os professores pelos ensinamentos dados e experiências trocadas.

## RESUMO

A Gestão Energética já se mostra extremamente importante para grandes consumidores de energia, visando o melhor gerenciamento da energia elétrica como insumo de produção e a eficiência energética ao realizar grandes investimentos para aplicar ações técnicas e administrativas no âmbito do consumo de energia. No entanto, consumidores de energia de pequeno e médio porte muitas vezes não possuem condições financeiras ou estrutura para implementar tais ações que demandem grandes investimentos e mobilização de pessoal qualificado. Neste trabalho é proposto demonstrar a importância da Gestão Energética também para os pequenos e médios consumidores, buscando alternativas adequadas às realidades destes consumidores. Como ferramenta de aplicação da gestão será estudado o Diagnóstico Energético, para servir como direcionamento para as tomadas de decisões por parte da equipe de gestão energética, visando a diminuição dos custos relacionados ao consumo de energia elétrica. Com a realização de um estudo de caso de aplicação de uma metodologia de diagnóstico energético, é mostrado que é possível realizar um levantamento das características do consumidor e a identificação de pontos a serem corrigidos na instalação, levando a identificação de um potencial de diminuição de custos com energia da ordem de até 9,59%.

**Palavras-chave:** Energia Elétrica, Economia, Gestão Energética, Diagnóstico Energético, Consumidores de Energia de Pequeno e Médio Porte.

## ABSTRACT

Energy Management is already extremely important for large energy consumers, aiming a better management of the electric energy as a production necessary input and energy efficiency, when making large investments to apply technical and administrative measures in the energy consumption scope. However, small and medium-sized energy consumers often do not have the financial conditions or corporate structure to implement such actions that require large investments and the mobilization of qualified personnel. The present work aims to demonstrate the importance of Energy Management not only for large, but also for small and medium consumers, seeking suitable alternatives to the realities of these consumers. As a management application tool, the Energy Diagnosis will be studied to serve as a guide for decision making by the energy management team, aiming to reduce the costs related to the consumption of electric energy. With the accomplishment of a case study of application of an energy diagnosis methodology, it is shown that it is possible to perform a survey of the characteristics of the consumer and the identification of points to be corrected in the plant, leading to the identification of a potential cost reduction with energy in the range of up to 9.59%.

**Keywords:** Electric Energy, Economy, Energy Management, Energy Diagnosis, Small and Medium-Sized Energy Consumers.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Grupos e Subgrupos Tarifários .....	24
Figura 2 – Mercado Livre versus Mercado Cativo.....	26
Figura 3 – Exemplo de tabela para levantamento do sistema de iluminação.....	31
Figura 4 – Exemplo de tabela para levantamento do sistema de climatização.....	31
Figura 5 – Exemplo de tabela para levantamento do sistema motriz.....	32
Figura 6 – Vista das empresas Agroindustrial Vieira e Mervil.....	33
Figura 7 – Exemplo de rua formada por porta-pallet .....	41
Figura 8 – Tecnologia convencional e inverter, (a) rotação do compressor, e (b) relação de economia.....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tarifas de energia elétrica industrial dos BRICs – Brasil, Rússia, Índia e China (R\$/MWh) .....	16
Tabela 2 - Tarifas de energia elétrica industrial na América Latina (R\$/MWh).....	16
Tabela 3 – Equivalências entre lâmpadas Led tipo bulbo e fluorescentes compactas. ..	23
Tabela 4 – Dados contratuais do consumidor.....	36
Tabela 5 – Dados gerais coletados nas faturas de energia.....	36
Tabela 6 – Valores de demanda.....	37
Tabela 7 – Simulação de valores para nova demanda contratada .....	38
Tabela 8 – Multas por excesso de demanda .....	39
Tabela 9 – Sistema Atual de iluminação .....	41
Tabela 10 – Sistema de iluminação proposto .....	42
Tabela 11 – Sistema de climatização atual.....	42
Tabela 12 – Divisão do sistema motriz em subsistemas .....	44



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEU	Balço de Energia Útil
AIE	Agência Internacional de Energia
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BNDES	Sistema Interligado Nacional
SIN	Ambiente de Contratação Regulada
ACR	Ambiente de Contratação Livre
ACL	Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia
ABRACEEL	Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas
SPDA	

# SUMÁRIO

1	Introdução .....	12
1.1	Organização do Trabalho .....	13
2	A Gestão Energética .....	15
2.1	Os custos da Energia Elétrica no Brasil .....	15
2.2	A Importância da Gestão Energética .....	17
3	Frentes de Desenvolvimento da Gestão Energética.....	19
3.1	Medidas Técnicas .....	20
3.1.1	Aumento do fator de carga .....	20
3.1.2	Controle de energia reativa .....	21
3.1.3	Substituição de equipamentos ineficientes.....	22
3.2	Medidas Administrativas .....	23
3.2.1	Análise da Demanda Contratada .....	23
3.2.2	Adequação Tarifária.....	24
3.2.3	Análise de viabilidade de migração para o Mercado Livre de Energia .....	25
4	O Diagnóstico Energético .....	27
4.1	Estudo das Características da Instalação .....	27
4.2	Análise do Histórico de Consumo .....	28
4.2.1	Demanda Contratada <i>versus</i> Demanda Faturada .....	28
4.2.2	Enquadramento Tarifário .....	29
4.3	Levantamento dos Equipamentos .....	30
4.3.1	Sistema de Iluminação .....	30
4.3.2	Sistema de Climatização .....	31
4.3.3	Sistema Motriz .....	31
4.4	Proposição de Ações para Melhoria .....	32
5	Estudo de Caso.....	33
5.1	Estudo das características da instalação.....	33
5.2	Análise do Perfil de Consumo .....	35
5.3	Análise das Faturas de Energia.....	35
5.3.1	Demanda Contratada <i>versus</i> Demanda Faturada .....	37
5.3.2	Enquadramento Tarifário .....	38
5.3.3	Multas por Excesso de Energia Reativa.....	39
5.4	Levantamento dos Dados dos Equipamentos .....	40

5.4.1	Sistema de Iluminação .....	40
5.4.2	Sistema de Climatização .....	42
5.4.3	Sistema Motriz .....	43
5.5	Proposições de Melhoria.....	44
6	Conclusão .....	46
	Referências .....	47
	APÊNDICE A – Multas Evitáveis .....	48

# 1 INTRODUÇÃO

O termo gestão corresponde a gerenciamento, administração. E quando se pensa em gestão o que geralmente vem à mente é a administração de empresas, de forma a proporcionar o crescimento das mesmas, porém esse termo se estende a todos os níveis das indústrias e não só à administração geral, mas se divide em várias áreas, como a gestão financeira, de projetos, ambiental e energética. Esta última, em muitos casos, é negligenciada, muitas vezes por falta de conhecimento, outras pela aversão aos investimentos necessários.

O setor industrial é responsável por uma parcela significativa do consumo de energia elétrica do país, assim, é fácil deduzir que os gastos com energia representam uma parte expressiva dos custos de produção da indústria em geral. O momento atual enfrentado pela indústria e a crescente implementação de modelos de gestão que visam redução de perdas, para máxima produção, evidenciam que cada vez mais é importante reduzir os custos desnecessários gerados pelas perdas de energia. Constatado isto, é fácil entender a necessidade de uma boa gestão dos gastos com energia elétrica.

Dependendo do ramo da indústria, os custos vindos da utilização da energia elétrica são muito mais significativos, dentro desses segmentos podemos destacar a indústria metalúrgica e automobilística, em que uma boa gestão energética é crucial para seu crescimento. Porém, essas empresas, devido aos grandes impactos financeiros do consumo de energia elétrica, já possuem sistemas de gestão energética bem difundidos.

A parcela que talvez ainda não tenha se convencido totalmente do impacto positivo que um sistema eficiente de produção pode gerar em seu balanço financeiro, é a das pequenas e médias indústrias. Em alguns casos, há o grande obstáculo da falta de capital para investimento, em outros, a falta do conhecimento necessário para a implantação das ações mais básicas, que não necessitam de altos investimentos. Porém, é necessário mostrar que as ações de eficiência energética não passam só por estes grandes investimentos, mas também pela aplicação de um conjunto de medidas de menor investimento, que se realizadas de forma correta e bem geridas irão trazer economias significativas às empresas.

Estudos de eficiência energética demonstram que melhores níveis de consumo e de demanda podem ser atingidos com melhor tecnologia e mudanças de hábitos, e ainda identificam os sistemas que em termos de poupança de energia por si só pagam o investimento

(ABESCO, 2015). Além disso, de acordo com a Agência Internacional de Energia (AIE), a eficiência energética tem o maior potencial para a redução das emissões de carbono com menor custo comparado com outras intervenções.

Por meio de uma ferramenta conhecida como Diagnóstico Energético é possível analisar e apontar as condições das instalações elétricas do empreendimento, gerando assim uma base de dados em forma de relatório e planilhas, para que sua administração possa definir um plano de ação para corrigir os pontos ineficientes de seu processo produtivo.

Em termos práticos, uma das estratégias de efficientização passa pelo diagnóstico energético, também conhecido como auditoria energética, que consiste no levantamento de dados e informações sobre o suprimento e usos finais de energia no processo produtivo da empresa, com vistas à avaliação da situação atual, pontos positivos e pontos negativos, que permita a definição objetiva de ações de melhoria a serem conduzidas (PROCEL, 1998).

Além disso, os relatórios gerados a partir do diagnóstico energético não devem conter apenas proposições de intervenções físicas, como por exemplo a troca de equipamentos antigos e ineficientes por modelos mais modernos e eficientes, também devem indicar medidas administrativas a serem tomadas para evitar pagamentos de multas ou superdimensionamento da demanda contratada.

A proposta deste trabalho é evidenciar a importância da gestão energética para a redução de custos na indústria e em empresas em geral. Utilizando um estudo de caso realizado na empresa Grupo Vieira, que possui empresas dos segmentos agroindustrial, distribuição de produtos e venda em atacado/varejo de produtos (supermercados de “atacarejo”), empresa na qual o aluno realiza seu estágio obrigatório, pretende-se mostrar o desenvolvimento de uma metodologia baseada em outras já existentes e recomendadas por programas do governo como o PROCEL, e utilizando-se desta, realizar o diagnóstico energético do empreendimento, apontando os problemas encontrados e indicando soluções para os mesmos.

## 1.1 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está estruturado da seguinte forma:

1. Seção 1 – “Introdução”, breve explanação sobre a gestão energética e sua importância, assim como a definição dos objetivos deste trabalho.
2. Seção 2 – “Gestão Energética”, conceituação do termo e apresentação dos pontos importantes da implantação da mesma na indústria.

3. Seção 3 – “Frentes de Desenvolvimento da Gestão Energética” – Apresentação de opções de ações administrativas e técnicas para a implantação da gestão energética.
4. Seção 4 – “O Diagnóstico Energético” – apresentação do diagnóstico energético como uma forma de determinar, mensurar e gerenciar pontos estratégicos para o sucesso da gestão energética, assim como, escolha de uma metodologia para a aplicação do mesmo.
5. Seção 5 – “Estudo de Caso” – estudo da aplicação da metodologia na empresa Grupo Vieira.
6. Seção 6 – “Conclusão” – apresentação de uma análise dos resultados obtidos.

## 2 A GESTÃO ENERGÉTICA

Diante da grande competitividade existente em todos os mercados, torna-se imprescindível a implantação de políticas de redução de custos nas empresas, muitas delas já se mobilizam nesse sentido com mudanças em seus sistemas de gestão, instalando metodologias baseadas na máxima eficiência no uso de todos os seus recursos. Empresas de grande porte já possuem em seus processos, formas de conduzi-los gerando o mínimo de custos desnecessários, algumas, com esses processos totalmente consolidados e outras em curso. Sem dúvidas, empresas do setor de metalurgia são as que mais precisam ter consolidados seus planos de eficiência energética, visto que são os maiores consumidores de energia do país, seguidos por montadoras de automóveis, empresas do ramo de beneficiamento de alimentos e redes de supermercados.

O fato é que estas empresas, devido ao fato de que a soma de todos os desperdícios gera prejuízos de grande ordem por conta do porte das mesmas, já se atentaram para essa necessidade. O caso de empresas e indústrias menores, de médio e pequeno porte, é diferente. Estas, ainda estão mais atrasadas neste quesito, as razões para isto podem ser várias, dentre elas a capacidade de seus administradores em se tornarem gestores, a origem familiar de muitas empresas de médio porte, capacidade de investimento reduzida e outros fatores que não cabem no escopo deste trabalho identificar e discutir, porém, o resultado disto sim.

Sendo a energia elétrica um dos principais insumos em todos os segmentos da indústria e empresas de serviço e comércio em geral, os custos inerentes a esta têm um impacto importante na vida financeira desses empreendimentos.

### 2.1 OS CUSTOS DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Ao analisar o custo da energia elétrica do Brasil em comparação com outros países, pode-se verificar que este é um dos inúmeros fatores que fazem com que empresas brasileiras tenham tão pouca competitividade mundo a fora. Dados disponíveis na Agência Internacional de Energia (International Energy Agency - IEA) e Agência Nacional de Energia Elétrica mostram que em comparação com outros países o Brasil tem uma das energias mais caras, de

uma lista de 28 países, o Brasil fica atrás apenas de Itália Turquia e República Tcheca, tendo um preço médio de R\$ 329,00 por MWh em 2011.

Quando comparado com os países que compõem o BRICs o Brasil está de novo em grande desvantagem, tendo um custo 134% maior que a média de Rússia, Índia e China, estando esta em torno de R\$ 140,70 por MWh, em números de 2011, como visto na tabela 1. Outra disputa perdida pelo Brasil nesta seara é entre países sul-americanos e latinos, tendo uma energia 67% mais cara do que países como Argentina, Chile, Colômbia, El Salvador, Equador, México, Paraguai e Uruguai em média, como visto na tabela 2.

Tabela 1 - Tarifas de energia elétrica industrial dos BRICs – Brasil, Rússia, Índia e China (R\$/MWh)

<b>Países</b>	<b>Tarifa Média (R\$/MWh)</b>
Brasil	329
Índia	188,1
China	142,4
Rússia	91,5
Média de China, Rússia e Índia.	140,7

Fonte: Sistema FIRJAN (2011)

Tabela 2 - Tarifas de energia elétrica industrial na América Latina (R\$/MWh)

<b>Países</b>	<b>Tarifa Média (R\$/MWh)</b>
Brasil	329
Chile	320,6
México	303,7
El Salvador	295,3
Colômbia	190,7
Uruguai	179,7
Equador	117,4
Argentina	88,1
Paraguai	84,4
Média dos vizinhos latinos (Argentina, Chile, Colômbia, El Salvador, Equador, México, Paraguai e Uruguai)	197,5

Fonte: Sistema FIRJAN (2011)

Outra comparação que revela como o país sofre com os altos custos é a feita entre Brasil e seus principais parceiros comerciais, EUA, Argentina, Alemanha e China. Novamente, as tarifas praticadas por aqui ficam acima dos valores dos mercados citados em 164%, 273%, 54%



e 131%, respectivamente. Como visto, mesmo em comparação com países de dimensões maiores, como China, EUA e Rússia, o Brasil tem um custo maior.

## 2.2 A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO ENERGÉTICA

A eficiência energética se tornou foco de discussões e estudos mais aprofundados durante a década de 1970, em meio a uma crise no abastecimento mundial de petróleo, principal fonte de energia em muitos países, percebendo-se que era necessário fazer um uso mais racional da energia, visando que um mesmo trabalho pudesse ser realizado com um menor gasto de energia, gerando assim impactos positivos na economia, ambiente e sociedade. A eficiência energética está intrinsecamente ligada a gestão energética, sendo aquela o objetivo principal desta.

No Brasil, diversas empreitadas no sentido de tornar mais eficiente o uso da energia num contexto nacional vem sendo executadas ao longo dos últimos 30 anos. Dentre estas pode-se destacar o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), realizado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), e o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET), cuja coordenação executiva é de responsabilidade da Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). Numa iniciativa do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) também foi criada uma linha de financiamento visando apoiar projetos de eficiência energética, o PROESCO.

Vale destacar que a eficiência energética difere de racionamento de energia no sentido em que este é mais aplicado em momentos de contingência para evitar interrupção de abastecimento devido a diminuição da oferta de energia, enquanto que aquela se refere a tomar medidas de forma a diminuir o desperdício a fim de aumentar a oferta disponível, assim como diminuir custos.

Números da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), presentes na Nota Técnica DEA 14/10 (Avaliação da Eficiência na Indústria e nas Residências), mostram que de acordo com o Balanço de Energia Útil (BEU) há um potencial médio de eficiência energética correspondente a 8,6% no Brasil. Isto significa que 8,6% do consumo de energia pode ser economizado aplicando-se ferramentas de eficiência energética. A indústria e consumidores residenciais são responsáveis por uma grande parcela desse potencial, visto que estes representam, juntos, quase

60% do consumo final energético do país. Sendo os dois setores ótimos candidatos para receber uma atenção maior de programas, como os já citados, de eficiência energética.

Um exemplo de ação que teve grande impacto na diminuição do desperdício de energia foi a proibição da produção de lâmpadas incandescentes visando a substituição delas por lâmpadas mais eficientes. Na época da proibição, em 2016, era estimado que se todas as residências do Brasil substituíssem as lâmpadas incandescentes de 61W a 100 W por lâmpadas fluorescentes equivalentes em luminosidade, isso geraria uma economia anual de 2,2 bilhões de kWh por ano, sendo esse montante suficiente para abastecer uma cidade do tamanho do Recife por dois anos.

Visando implementar sistemas eficientes de consumo de energia, é necessário lançar mão de sistemas de gestão que possibilitem mensurar e controlar os custos relacionados ao consumo de energia elétrica, para que a partir de dados coletados possam ser traçadas metas de economia, assim como planos de investimento para o setor energético das empresas.

A Gestão Energética é um conceito amplo e pode ser definida de diferentes formas, de acordo com o contexto de sua aplicação. Do ponto de vista empresarial, ou seja, o uso criterioso e eficaz de energia a fim de maximizar os lucros e aumentar as posições competitivas. Uma aplicação estruturada de uma série de técnicas de gestão que permite a uma organização identificar e implementar ações que reduzam o consumo e custos com energia. A adoção de um sistema de gestão energética indica a existência de uma estrutura administrativa racional e uma preocupação da empresa em manter sua competitividade, o que dá visibilidade para atrair novos investidores e aumentar sua valorização. O anúncio de um projeto relacionado à gestão energética chega a produzir um aumento no valor das ações da empresa (ARAGÃO NETO, 2005).

A gestão correta dos insumos é crucial para a sua correta utilização e para evitar desperdícios, sendo a energia elétrica um dos principais insumos das indústrias, faz-se necessário aumentar a atenção para esse tipo de gestão que deve ser feita com base em boas práticas de gestão de recursos largamente utilizadas atualmente nas indústrias.

### 3 FRENTES DE DESENVOLVIMENTO DA GESTÃO

#### ENERGÉTICA

É necessário haver uma harmonia entre todos os setores responsáveis e interessados pela implantação de um sistema de gestão energética, logo, é essencial a integração desses setores, podendo esta integração ser feita por meio da criação de uma comissão de pessoas capacitadas que ficarão responsáveis por garantir a aplicação dos conceitos de gestão voltados para o consumo de energia elétrica. Os agentes que formarão esta comissão não precisam necessariamente ser contratados apenas para isso, mas sim funcionários com o conhecimento técnico do setor elétrico capacitados por pessoas competentes para que possam analisar, medir e implementar de forma satisfatória e eficiente as medidas necessárias.

Para apoiar, a implementação das medidas recomenda-se a utilização de uma metodologia, para evitar que as medidas sejam tomadas de forma isolada, nesse contexto, se faz novamente importante a figura de uma equipe capacitada para lidar com o processo e garantir o sucesso da empreitada.

A metodologia deve conter uma série de pontos a serem seguidos, estes pontos, devido às particularidades de cada empresa, devem ser escolhidos e testados no ambiente da empresa considerando suas características. Assim, não há uma fórmula para definir exatamente as ações, porém, de uma forma geral alguns pontos deverão ser seguidos, visto que são essenciais para a sobrevivência do processo, esses pontos são apresentados a seguir:

- Medição e verificação: é necessário fazer o acompanhamento do consumo de energia, para fazer o acompanhamento do custo geral da energia, inclusive a evolução destes custos com o tempo;
- Análise do consumo e custo: com base nos dados gerais obtidos a respeito do consumo de energia, deve-se voltar as atenções aos diferentes setores da empresa, para definir a evolução do consumo de cada setor, para que desta forma se possa entender também a evolução do consumo de energia para cada setor. Para isso é necessário dispor de um sistema de medição individual para cada setor que se deseja medir;
- Modelagem e previsão: a partir dos dados obtidos nas medições, é possível fazer uma modelagem do perfil de consumo da empresa, para em seguida fazer uma previsão mais concreta dos gastos nos meses a seguir. Essa modelagem não requer cálculos

complexos, a utilização dos dados anteriores junto a novas informações sobre uma possível variação da potência instalada e de fatores aos quais o segmento da empresa possa ser sensível como temperatura, chuvas e quantidade de vendas por exemplo, já são suficientes para se fazer uma boa previsão e posterior comparação e análise do consumo.

- Implementação de ferramentas de melhoria contínua: estas ferramentas são a imprescindíveis para o acompanhamento e evolução do processo, a utilização de ferramentas de realimentação de informações, análise de performance e validação de resultados. Dentre as principais ferramentas pode-se destacar o Six Sigma e o PDCA, este último sendo bastante eficaz e simples de implementar e seguir.
- Diagnóstico energético: Levantamento de dados e informações a respeito das características, situação atual, pontos positivos e negativos para definição de planos e metas de melhoria.

A gestão energética deve ser implementada em frentes de trabalho diferentes, mas que devem ser tocadas paralelamente. Estas, serão definidas mais especificamente a depender das características das instalações, porém serão enquadradas em duas categorias, as de medidas administrativas e de medidas técnicas.

## 3.1 MEDIDAS TÉCNICAS

### 3.1.1 AUMENTO DO FATOR DE CARGA

O fator de carga é um dos indicadores que podem ser usados para avaliar a situação do consumo de uma instalação, sendo ele a razão entre o consumo total e a demanda faturada multiplicada pelo inverso do tempo. Este indicador varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de um melhor será o fator de carga. Um bom fator de carga significa uma distribuição mais uniforme do consumo de energia, permitindo assim uma redução do preço médio pago pela energia.

Para atingir a melhora do fator de carga, pode-se tomar algumas medidas, como as descritas a seguir:

- Diminuir os picos de demanda, diluindo a potência demandada durante o período faturado. Para realizar essa diluição é necessário fazer um controle dos

equipamentos que estão em funcionamento simultaneamente, para evitar que os picos ocorram.

- Deslocar o consumo de energia realizando mudanças nos horários de funcionamento da empresa, tirando o máximo de carga do período da ponta, quando a energia é mais cara.
- Instalação de chaves de partida especiais para motores, como *soft starters* e inversores de frequência, para evitar os picos de potência causados por estes equipamentos. Também é recomendável evitar a partida simultânea de motores em carga.

### 3.1.2 CONTROLE DE ENERGIA REATIVA

A energia reativa circula nas instalações elétricas provenientes da troca de energia entre campos elétricos e magnéticos, necessária para o funcionamento equipamentos como transformadores e motores. Essa energia não realiza trabalho, porém, como já explicado é necessária para o funcionamento de certos equipamentos. Quanto mais equipamentos magnéticos estão conectados à instalação, maior será a quantidade de energia reativa circulando na mesma, e menor será o fator de potência desta.

O fator de potência é a razão entre a potência ativa e a potência aparente da instalação, podendo ser indutivo ou capacitivo, sendo na maioria dos casos indutivo devido a grande quantidade de motores usados nas empresas.

Quando há muita energia reativa circulando nas instalações elétricas, essa energia ocupa um “espaço” na rede que poderia ser ocupado por energia ativa, reduzindo assim o potencial de uso da instalação, caracterizando-se em perda de energia para as concessionárias de energia. Para se defender desta redução de potencial, é estabelecido um limite mínimo para o fator de potência em instalações do grupo A de consumidores, esse limite é de 0,92. Os consumidores que não respeitam esse limite pagam uma multa referente a energia reativa excedente que consumiu.

Para evitar o pagamento de multas por excesso de energia reativa, é necessário realizar a instalação de bancos de capacitores por parte do consumidor, pois os capacitores, quando bem-dimensionados serão capazes de fornecer a energia reativa necessária aos equipamentos, elevando assim o fator de potência da instalação e evitando o risco de pagamento de multas.

Os bancos de capacitores podem ser instalados na entrada da instalação, para atender a toda a carga ou conectados diretamente aos equipamentos, sendo a primeira opção mais

recomendada por questões de facilidade de execução e diminuição de custos. Ainda, há algumas formas de fazer controle do acionamento desses capacitores, podendo ser:

- Bancos conectados permanentemente;
- Bancos com controladores de fator de potência;
- Bancos acionados por programadores horários;

Os bancos conectados permanentemente apesar de serem a opção mais barata, não são uma boa opção, pois em casos de desligamento de partes da carga, os capacitores em excesso podem fazer com que o fator de potência fique negativo, dando a carga uma característica capacitiva, outro problema é a possível elevação da tensão da instalação nos momentos de pouca carga.

Os bancos com controladores de fator de potência são a melhor opção, pois estes controladores fazem a leitura em tempo real do fator de potência da instalação e aciona os capacitores conforme a necessidade, mantendo o fator de potência dentro dos limites estabelecidos nos parâmetros configurados previamente por meio de sua interface de comunicação.

### 3.1.3 SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS INEFICIENTES

Equipamentos antigos, são geralmente ultrapassados em termos de eficiência no consumo de energia, as novas tecnologias trazem consigo novos materiais empregados ou atualizações que fazem com que os equipamentos realizem as mesmas tarefas consumindo uma quantidade menor de energia.

Os equipamentos que requerem uma maior atenção ao estado da tecnologia mais atual são motores, climatizadores de ambiente, compressores de ar e as lâmpadas.

Atualmente, são produzidos motores de alto rendimento que são capazes de produzir a mesma quantidade de trabalho consumindo menos energia que modelos normais. O uso desses equipamentos requer um maior investimento, que antes de ser feito, demanda um estudo de viabilidade econômica para garantir que sua utilização trará benefícios a organização.

O uso de condicionadores de ar do tipo *inverter* é uma opção aos antigos condicionadores que utilizam um sistema de controle de temperatura *on/off* sendo os mais atuais munidos de um inversor de frequência que mantém o motor do compressor ligado continuamente com a velocidade variando para manter a temperatura desejada, evitando assim os picos causados pelo “liga e desliga” constante. Ainda, como o motor fica funcionando continuamente, há uma

diminuição considerável do ruído causado pelo equipamento, assim como um melhor controle de temperatura.

A substituição de lâmpadas fluorescentes convencionais por lâmpadas de LED, mais eficientes, é uma outra opção de investimento. Conforme pode ser visto na tabela 3 a seguir, em alguns casos é possível diminuir em até 50% a potência da lâmpada instalada.

Tabela 3 – Equivalências entre lâmpadas Led tipo bulbo e fluorescentes compactas.

<b>Lâmpada LED Bulbo. Potência (W)</b>	<b>Lâmpada Fluorescente Equivalente (W)</b>
4,5	9
6	13
9	16
10	20
15	25

Fonte: Lorenzetti (2017)

## 3.2 MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

As medidas administrativas são ações que em boa parte dos casos não necessitam investimentos altos. Podem ser feitas apenas por meio de uma análise mais minuciosa das faturas de energia, onde é possível identificar possíveis pontos de desperdício como multa por ultrapassagem de demanda contratada e má adequação tarifária.

### 3.2.1 ANÁLISE DA DEMANDA CONTRATADA

Uma análise rápida do histórico de faturas de energia pode evidenciar o pagamento de multas por ultrapassagem da demanda contratada. Vale salientar que no caso da demanda faturada ultrapassar em mais de 5% a contratada, o consumidor pagará pela demanda total faturada ao preço normal do kW e pagará uma multa relativa a demanda ultrapassada em que a tarifa paga pelo excedente será o dobro da tarifa da demanda contratada.

Nesse caso, é necessário realizar o pedido de mudança contratual junto a concessionária com o objetivo de aumentar a demanda contratada. É importante realizar uma análise da demanda faturada nos últimos meses para se chegar ao novo valor a ser contratado, considerando o maior valor e a tolerância, para que não seja contratada uma demanda maior

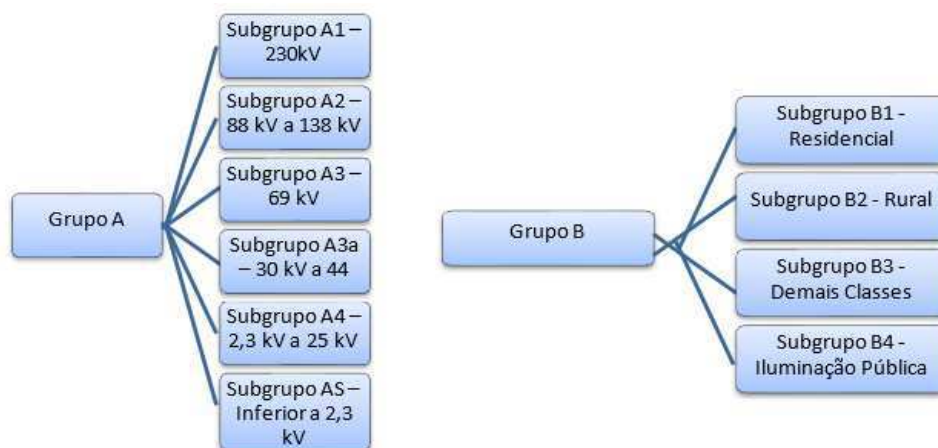
que a necessária, neste caso o cliente continuará pagando por uma demanda que não está sendo utilizada.

### 3.2.2 ADEQUAÇÃO TARIFÁRIA

Um outro ponto que deve ser observado com o estudo das faturas de energia é a classe tarifária em que o cliente encontra-se enquadrado. É importante realizar o estudo e simulações para analisar se a classe tarifária atual é realmente a melhor para este cliente, ou se uma mudança de classe traria economias para a empresa. Antes de fazer as análises a respeito das modalidades tarifárias, é necessário entender melhor como se organiza o sistema de tarifação, seu conceitos e nomenclaturas. O setor elétrico brasileiro é dividido em geração, transmissão e distribuição de energia. A energia é gerada em grandes volumes pelas unidades geradoras, como usinas hidrelétricas e termelétricas, esses grandes montantes são então disponibilizados ao SIN, Sistema Interligado Nacional, por meio do sistema de transmissão, este por sua parte, interliga as redes das distribuidoras, que por sua parte faz a distribuição da energia em montantes menores para os consumidores finais.

Os consumidores são divididos em grupos e subgrupos, tendo cada um suas características particulares, dependendo de consumo e atividade na qual utiliza a energia elétrica. Assim cada classe ou grupo de consumo tem uma tarifa diferenciada de acordo com o que estabelece a ANEEL. O Decreto nº 62.724 de 1968 criou os grupos tarifários A e B, sendo o grupo A o de consumidores atendidos em tensão superior a 2,3 kV e o grupo B o de consumidores atendidos por tensões inferiores a 2,3 kV. O grupo A é subdividido conforme a figura 1.

Figura 1 – Grupos e Subgrupos Tarifários



Fonte: ANEEL (2019)



No Brasil, existem atualmente 4 modalidades tarifárias, a convencional monômnia, a horo-sazonal verde, a horo-sazonal azul e a tarifa branca. A seguir são explicados de forma sucinta as características de cada uma das modalidades.

- Convencional monômnia: aplicada aos consumidores do grupo B, se caracteriza por ter tarifas de consumo de energia elétrica independente do horário de utilização.
- Horo-sazonal Verde: aplicada aos consumidores do grupo A, subgrupos A3a, A4 e AS, caracterizada por ter diferentes tarifas de consumo para os horários de ponta e fora de ponta e tarifa de demanda independente do horário.
- Horo-sazonal Azul: obrigatória aos consumidores dos subgrupos A1, A2 e A3 e opcional para os subgrupos A3a, A4 e AS. Se caracteriza por ter diferentes tarifas de consumo e demanda para os horários de ponta e fora da ponta.
- Tarifa Branca: aplicada aos consumidores do grupo B, exceto subgrupo B4 e subclasses baixa renda do subgrupo B1, se caracteriza por ter três tipos de tarifa diferentes conforme os horários do dia, dividido em horário de ponta, intermediário e fora de ponta.

Baseando-se nas informações acima, é possível simular, calcular e analisar se a classe em que o consumidor está enquadrado é realmente a melhor para o caso dele. O exemplo mais comum para empresas de médio porte é a escolha entre as tarifas horo-sazonal azul e verde. Tendo como principal diferença a cobrança diferenciada da demanda nos horários de ponta e fora de ponta, pela azul, e cobrança igual para os dois horários na verde.

### 3.2.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE DE MIGRAÇÃO PARA O MERCADO LIVRE DE ENERGIA

Uma outra análise que deve ser feita é de viabilidade de migração para o Mercado Livre de Energia. Os consumidores que optam pelo mercador livre de energia, têm a opção de negociar as tarifas de energia diretamente com os geradores em todo o Brasil, podendo assim, barganhar um melhor preço e um tempo de contrato que lhe satisfaça. Porém, existem algumas prerrogativas para que um cliente do mercado cativo possa migrar para o mercado livre, a principal delas é a demanda contratada, que deve ser maior que 500 kW para se enquadrar como consumidor especial e maior que 2500 kW para que o cliente se enquadre como consumidor livre. O consumidor livre é aquele que pode contratar energia de qualquer fornecedor,

independente da fonte, enquanto que o consumidor especial só poderá contratar energia proveniente de fontes renováveis como solar, eólica e de biomassa.

Figura 2 – Mercado Livre versus Mercado Cativo



Fonte: ABRACEEL

O consumidor do mercado livre tem maior flexibilidade para negociar seus contratos, assim como maior previsibilidade dos gastos, visto que não dependerá das variações de tarifas impostas pelas concessionárias, pois seus custos com energia estarão ancorados no contrato fechado entre ele e seu fornecedor durante a vigência do mesmo.

Normalmente as empresas precisam da figura de uma empresa de gestão de energia no mercado livre, que fará o intermédio entre cliente e fornecedor, e também aconselhará nas decisões a serem tomadas na hora de negociar e fechar contratos. É importante a escolha de uma boa empresa de gestão, pois erros em negócios fechados no ambiente de contratação livre podem acarretar em perdas muito altas ao consumidor ao invés de gerar economia.

## 4 O DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

A ferramenta proposta para estudar e indicar as medidas a serem tomadas para melhorar a eficiência energética e os gastos com energia elétrica de uma empresa é o diagnóstico energético, que consiste em realizar um levantamento de dados e informações sobre a situação de consumo de energia elétrica, estudar e propor medidas a serem tomadas a fim de evitar desperdícios e gastos indesejados. Neste capítulo será apresentada a metodologia de diagnóstico energético a ser utilizada, essa metodologia será aplicada na seção seguinte na realização do estudo de caso.

O diagnóstico energético proposto consiste de cinco etapas principais a serem realizadas, são elas: estudo das características da instalação, análise do histórico de consumo, levantamento dos equipamentos, levantamento do perfil de consumo e proposição de ações para melhoria. Esse modelo proposto é geral, e deverá ser adaptado de acordo com as particularidades de cada caso estudado. A seguir, cada etapa da metodologia de diagnóstico proposta será explicada.

### 4.1 ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO

Primeiramente deve-se fazer o reconhecimento geral da instalação, para conhecer as características relevantes ao processo de diagnóstico energético. O primeiro passo é coletar informações sobre o tipo de atividade econômica desenvolvido pela empresa, assim como horários de funcionamento, períodos de ociosidade e número de pessoas que trabalham no local, além de identificar as características construtivas da instalação, localização geográfica, clima da região e outras informações julgadas importantes.

Nesta etapa são observadas e descritas as condições da instalação, como idade, tipos de construções se houve expansão da planta ou do processo produtivo, se houver, essas informações são importantes, pois se houve um crescimento mal planejado da planta ou aumento da carga instalada, há chances de que esse aumento seja responsável por algum desperdício, sendo esse um ponto de atenção a ser verificado de forma mais incisiva.

O acompanhamento de uma pessoa responsável, que possa dar as informações com veracidade e precisão é primordial para o desenvolvimento do diagnóstico. Essa pessoa poderá

fornecer as informações necessárias citadas anteriormente, assim como dar testemunha de informações que podem não constar em relatórios de obras, por exemplo.

## 4.2 ANÁLISE DO HISTÓRICO DE CONSUMO

A principal fonte de informações para esta etapa é a fatura de energia da empresa, utilizando o maior número possível de faturas anteriores, todas as informações necessárias para a análise do histórico de consumo podem ser encontradas nelas. A partir da reunião das faturas é recomendado utilizar uma planilha para lançar, organizar e analisar as informações coletadas. As principais informações buscadas são listadas a seguir.

- Consumo de energia nos diferentes períodos destacados na fatura, horários de ponta e fora da ponta;
- Valores de tarifa para os períodos considerados;
- Demanda contratada;
- Demanda faturada;
- Tipo de modalidade tarifária na qual a empresa está enquadrada; e
- Eventuais multas aplicadas por excesso de energia reativa consumida.

A partir desta primeira coleta de dados é possível realizar a identificação de pontos de atenção em que são necessárias tomadas de medidas técnicas ou administrativas para suas correções.

### 4.2.1 DEMANDA CONTRATADA *VERSUS* DEMANDA FATURADA

O primeiro passo dessa análise é verificar se a empresa está pagando multas por excesso de demanda ou se a demanda contratada é muito superior à demanda faturada, em ambos os casos haverá custos indesejados para a empresa. Para isto, recomenda-se a construção de uma planilha e gráficos para análise do comportamento da demanda faturada.

Para a realização da análise, deve-se observar qual o maior valor de demanda registrado durante o período faturado, esse valor servirá como base para o cálculo do novo valor a ser contratado. Deve-se levar em conta que há uma tolerância para a demanda faturada de 5% do valor contratado, ou seja, se o valor faturado for até 5% maior que o valor contratado, não haverá cobrança de multa, porém, se esse valor for ultrapassado, o consumidor pagará pelo total da demanda faturada, além de pagar uma multa referente ao montante ultrapassado. Portanto,

após identificado o maior valor, é recomendado que seja decrescido deste os 5% referentes a tolerância. Em seguida, uma simulação é realizada utilizando o valor encontrado como demanda contratada ideal, caso o valor total pago devido a demanda e eventuais multas, for menor que o valor pago atualmente, uma alteração no contrato deve ser solicitada junto a concessionária.

#### 4.2.2 ENQUADRAMENTO TARIFÁRIO

A correta escolha da modalidade tarifária na qual a empresa se enquadra pode levar a mesma a evitar prejuízos, por isso é importante verificar se a modalidade atual é a melhor opção. No caso de empresas de médio porte alimentadas por tensão superior a 2,3 kV, ou seja consumidores do grupo A, as principais opções são as tarifas horo-sazonal-verde e horo-sazonal-azul, as duas já foram explicadas anteriormente.

Para a análise de enquadramento tarifário é necessário simular os valores a serem pagos se a tarifa alternativa for adotada pela empresa, novamente utilizando os valores faturados nas faturas anteriores. Caso seja registrada uma economia com a escolha da tarifa alternativa, deve-se realizar a alteração contratual junto a concessionária.

Esta análise pode se tornar mais complexa, pois faturas de consumidores enquadrados em modalidades mais simples oferecem informações insuficientes para a análise do enquadramento em modalidades mais complexas, por exemplo, os dados presentes na fatura de um consumidor da modalidade horo-sazonal verde não informa valores de demanda faturados nos horários de ponta e fora da ponta, apenas um valor de demanda é faturado, sendo esse o maior registrado. Por isso, pode ser necessária análise da memória de massa para fazer a simulação dessa situação.

Novamente, utilizando-se do manual de tarifação do PROCEL, pode-se analisar um exemplo de estudo de enquadramento tarifário. Considerando uma instalação enquadrada atualmente na modalidade horo-sazonal azul, faz-se o estudo de viabilidade da alteração para a modalidade horo-sazonal verde.

Inicialmente elabora-se uma planilha com os dados e cálculos considerando a demanda para a modalidade atual com os valores contratados e faturados de demanda na ponta e fora de ponta para os períodos seco e úmido. A partir desses valores e dos valores faturados calcula-se o valor anual referente à demanda para o consumidor.

Verifica-se o valor total gasto com demanda, para a modalidade horo-sazonal azul. Em seguida, da mesma forma, calcula-se os valores referentes a demanda para a modalidade horo-sazonal verde. Lembrando-se que nesta modalidade é considerado apenas um valor para

demanda contratada em cada período do ano, ou seja, serão considerados os maiores valores para cada período.

Em seguida calcula-se os valores referentes à parcela do consumo de energia para as duas modalidades. De acordo com os valores registrados nas faturas do consumidor e as tarifas aplicadas pela concessionária para cada modalidade, calcula-se os valores anuais referentes ao consumo. Verifica-se o valor total gasto com consumo, para a modalidade horo-sazonal azul. Em seguida calcula-se os valores referentes à parcela do consumo de energia para a modalidade verde.

Por fim, soma-se os valores referentes a demanda e consumo para cada modalidade e compara-os, a opção mais econômica deve ser escolhida pelo consumidor.

### 4.3 LEVANTAMENTO DOS EQUIPAMENTOS

Para fazer o levantamento dos equipamentos existentes na instalação, é recomendado dividi-los em três categorias, sendo elas: iluminação, climatização sistemas motriz. Depois de categorizar os equipamentos, busca-se informações sobre as características técnicas como potência, fator de potência, modelo e idade, assim como alguma avaria ou mau-funcionamento encontrado. Com as informações em mãos, lista-se os equipamentos considerando as quantidades existentes.

Também faz parte do levantamento dos equipamentos uma vistoria das instalações em geral, verificando se existem irregularidades em quadros, disjuntores, transformadores e fiação, por exemplo.

É recomendada a confecção de tabelas com as informações de quantidades de equipamentos de acordo com suas categorias, conforme imagens a seguir.

#### 4.3.1 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Esta etapa consiste em inspecionar e levantar dados referentes ao sistema de iluminação da empresa, coletando dados sobre tipos de lâmpadas usados, potências e quantidades. Outra informação importante a ser coletada é sobre o uso de iluminação natural por meio de aberturas e telhas transparentes, que podem melhorar as condições de luz dos ambientes, trazendo economia.

Uma planilha deve ser elaborada para facilitar o levantamento desses dados, um exemplo de planilha pode ser visto na figura 8.

Figura 3 – Exemplo de tabela para levantamento do sistema de iluminação.

<b>Sistema de Iluminação</b>			
<b>Tipo de Lâmpada</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Total (W)</b>
Fluorescente Tubular	40	50	2.000
LED Bulbo	15	20	300
<b>Potência Total Instalada (W)</b>			<b>2.300</b>

Fonte: Próprio autor

#### 4.3.2 SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

O levantamento do sistema de climatização deve levar em conta as mesmas informações colhidas para o sistema de iluminação. Este levantamento tem o intuito de analisar as possibilidades de substituição dos equipamentos por outros mais eficientes.

Sugere-se também o uso de uma planilha para facilitar o levantamento, um exemplo pode ser visto na figura 9.

Figura 4 – Exemplo de tabela para levantamento do sistema de climatização.

<b>Sistema de Climatização</b>			
<b>Tipo de Climatizador</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Total (W)</b>
Condicionador de ar piso-teto 9000 BTUs	2600	7	18.200
Condicionador de ar high-wall 7000 BTUs	2000	9	18.000
<b>Potência Total Instalada (W)</b>			<b>36.200</b>

Fonte: Próprio autor

#### 4.3.3 SISTEMA MOTRIZ

O levantamento do sistema motriz deve ser feito com foco nas mesmas informações dos sistemas anteriores adicionando-se os tipos de acionamento dos motores, rendimento e fator de potência dos mesmos. É conveniente agrupar os equipamentos conforme os setores onde estão

instalados, com o objetivo de ter uma análise mais detalhada, visto que em muitos casos esse sistema é responsável pela maior parcela de consumo da instalação.

Na figura 10 pode ser observado um modelo de planilha a ser utilizado para o levantamento do sistema motriz.

Figura 5 – Exemplo de tabela para levantamento do sistema motriz.

<b>Sistema Motriz</b>						
<b>Tipo de Motor</b>	<b>Tipo de Acionamento</b>	<b>Rendimento (%)</b>	<b>Fator de Potência</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Total (kW)</b>
Motor tipo indução WEG	Partida direta	75	0,8	736	10	7.360
Motor tipo indução WEG	Inversor de frequência	70	0,8	3680	5	18.400
					<b>Potência Total Instalada (kW)</b>	<b>25.760</b>

Fonte: Próprio autor

#### 4.4 PROPOSIÇÃO DE AÇÕES PARA MELHORIA

Depois de coletar informações sobre a instalação, dados dos equipamentos e perfil de uso, é hora de analisar, identificar os pontos negativos e positivos encontrados e propor soluções para os problemas identificados.

Ao longo da realização de cada etapa realiza-se o levantamento de sistemas alternativos que possam substituir os sistemas antigos gerando uma economia no consumo de energia ou corrigindo irregularidades encontradas. Por meio dessas planilhas é possível estimar a economia gerada por cada mudança, pelo conjunto geral de mudanças proposto.

Nesta etapa, então, realiza-se uma espécie de relatório, listando os pontos encontrados.

As planilhas levantadas com os dados do sistema atual, sistema alternativo, e os dados relativos ao perfil de consumo, são suficientes para fazer a comparação dos valores que poderão ser economizados com as intervenções.

Inclui-se também aqui, os dados levantados sobre as medidas administrativas apontadas no tópico 3.2, essas podem ser analisadas de forma separada, já que não constituem intervenções físicas, porém, na análise final da economia possível de ser gerada, devem constar.



## 5 ESTUDO DE CASO

A seguir será mostrado o resultado de um diagnóstico energético realizado nas empresas Agroindustrial Vieira LTDA e Mervil Mercantil Vieira LTDA, que fazem parte do mesmo grupo e estão instaladas no mesmo terreno, tendo assim uma única conexão com a rede de distribuição. As empresas serão analisadas como um todo, devido as características do local, em que não seria vantajosa a realização de dois diagnósticos energéticos. Seguindo a metodologia desenvolvida no tópico anterior, o diagnóstico energético será realizado com a intenção de que a empresa tenha um melhor conhecimento das características de sua instalação, identificação de problemas e proposições de ações para correção dos mesmos.

### 5.1 ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO

Figura 6 – Vista das empresas Agroindustrial Vieira e Mervil.



Fonte: Google Maps

As empresas Agroindustrial Vieira LTDA e Mervil Mercantil Vieira LTDA estão localizadas às margens da AL-220 na cidade de Arapiraca, no agreste do estado de Alagoas, a aproximadamente 120 km da capital do estado Maceió. A Agroindustrial Vieira LTDA atua no ramo de beneficiamento de grãos como feijão, arroz e milho, assim como produção de coloríficos. A Mervil Mercantil Vieira LTDA é uma empresa do ramo de distribuição de produtos que atua no Nordeste do Brasil.

Fundado em 1984, de origem familiar, o Grupo Vieira é dono das duas empresas estudadas neste trabalho, contando ainda com duas unidades de supermercados, sendo uma na cidade de Arapiraca em Alagoas e outra na cidade de Aracaju no estado de Sergipe. O grupo conta ainda com uma filial da distribuidora Mervil também na cidade de Aracaju.

As instalações da empresa consistem de quatro galpões construídos em estrutura de concreto pré-moldado e telhas metálicas, onde a Agroindustrial Vieira funciona no galpão 1 e a Mervil Mercantil Vieira nos outros 3 galpões. As instalações são recentes, construídas em 2016, até então, as empresas funcionavam em outra localização.

Em Arapiraca, o verão é longo, quente, seco e de céu parcialmente encoberto; o inverno é curto, agradável, com precipitação e de céu quase sem nuvens. Durante o ano inteiro, o tempo é opressivo e de ventos fortes. Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 18 °C a 34 °C e raramente é inferior a 16 °C ou superior a 36 °C (WEATHERSPARK.COM, 2019).

A região tem clima tropical semiúmido, com as características descritas anteriormente, não sofrendo com condições climáticas extremas ou possibilidades de desastres ambientais. Desta forma, a instalação não carece de atenção a medidas de proteção diferentes do normal, do ponto de vista das instalações elétricas.

A cidade de Arapiraca tem uma densidade de descargas atmosféricas de 10,13 descargas por quilometro quadrado ao ano. Pela observação realizada percebeu-se que a instalação não conta com um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), portanto é recomendada a realização de um estudo para posterior execução do sistema.

O estado das instalações foi considerado bom, principalmente pelo fato de que são instalações recentes e que obedecem às normas vigentes de instalações elétricas em baixa tensão.

A empresa dispõe de dois grupos geradores para alimentar a instalação em casos de emergência, cada um com 180 kVA de potência. Estando em boas condições de funcionamento, os dois geradores são capazes de alimentar toda a carga demandada pela instalação.

Segundo informações coletadas, houve uma expansão na planta industrial de beneficiamento de grãos, desta forma, devido ao aumento da potência instalada, é possível que seja necessária uma revisão contratual junto a distribuidora para alteração do valor da demanda contratada, isto será visto na seção de estudo das faturas de energia mais adiante.

## 5.2 ANÁLISE DO PERFIL DE CONSUMO

A partir dos horários de funcionamento das empresas é possível identificar um perfil de consumo, porém para uma melhor análise seria necessário solicitar junto a concessionária a memória de massa do medidor, onde pode ser visto o registro a cada 15 minutos das potências ativa e reativa demandadas pelo consumidor, assim como o consumo. Para esta análise, será utilizado o perfil identificado por meio das informações coletadas a respeito dos horários de funcionamento das empresas e dos equipamentos em si.

A agroindústria funciona em horário comercial, iniciando o expediente às 7:30 horas da manhã, parando para o almoço às 12:00 horas, às 14:00 horas os funcionários retornam, encerrando o expediente às 17:30 horas.

A distribuidora funciona em dois turnos, tendo o turno diurno horários iguais aos da agroindústria. No período da noite o expediente inicia-se às 19:00 horas, parando para o jantar às 23:00 retornando à 01:00 hora e encerrando o expediente às 5:00.

Com base nesses dados, estima-se que o período de maior consumo e demanda da empresa seja o da tarde, quando a agroindústria está funcionando, em algumas ocasiões com as três linhas de beneficiamento e as duas linhas de empacotamento em operação, enquanto todos os condicionadores de ar da instalação estão acionados. É esperado que o consumo mensal no período de ponta não seja consideravelmente grande, pois nesse período apenas a iluminação dos galpões da distribuidora e do pátio externo estão acionados, assim como os condicionadores de ar. Isto será averiguado na análise das faturas de energia.

## 5.3 ANÁLISE DAS FATURAS DE ENERGIA

A análise foi feita com base em faturas do período compreendido de Janeiro de 2018 a Janeiro de 2019, com exceção ao mês de agosto de 2018, pois a fatura não estava disponível. Os primeiros dados coletados foram referentes ao contrato com a concessionária de energia Eletrobrás Distribuição Alagoas, antiga Companhia Energética de Alagoas (CEAL), os dados são destacados a seguir.

Tabela 4 – Dados contratuais do consumidor

<b>Dados do Contrato</b>	
Cliente	Agroindustrial Vieira LTDA
Tipo de Tarifação	Horo-sazonal Verde
Ligação	Média Tensão
Grupo/Subgrupo	A4
Demanda Contratada	150 kW

Fonte: Eletrobrás Distribuição Alagoas

Os dados gerais a respeito de consumo de energia e demanda, podem ser vistos na planilha mostrada na tabela 5.

Tabela 5 – Dados gerais coletados nas faturas de energia

<b>Ano</b>	<b>Mês</b>	<b>Demanda (kW)</b>	<b>Energia Ativa Total (kWh)</b>	<b>Energia Ativa na Ponta (kWh)</b>	<b>Energia Ativa Fora da Ponta (kWh)</b>	<b>Excesso de Energia Reativa na Ponta (kvarh)</b>	<b>Excesso de Energia Reativa Fora da Ponta (kvarh)</b>
2018	Janeiro	177	34344	2614	31730	4	1485
	Fevereiro	173	30331	1891	28440	0	1377
	Março	183	31629	2067	29562	0	1382
	Abril	192	36034	2054	33980	0	2031
	Maio	200	34038	2011	32027	0	2303
	Junho	168	30126	1656	28470	0	1613
	Julho	184	33790	1927	31863	0	2772
	Setembro	182	33395	2290	31105	15	2227
	Outubro	183	34095	2332	31763	0	2349
	Novembro	181	31161	1981	29180	0	1453
Dezembro	189	34952	2284	32668	0	1887	
2019	Janeiro	172	37745	2778	34967	142	4084

Fonte: Eletrobrás Distribuição Alagoas

A partir de uma rápida análise, é possível destacar que o consumo de energia ativa no horário de ponta é pequeno se comparado ao consumo no horário fora da ponta, confirmando as estimativas feitas na seção anterior. Por conta disso, não será necessário estudar uma possível mudança no perfil de consumo da indústria ou utilização de geradores para evitar o pagamento das tarifas mais altas do horário compreendido entre as 17 horas e 30 minutos e às 20 horas e 30 minutos.

### 5.3.1 DEMANDA CONTRATADA *VERSUS* DEMANDA FATURADA

A partir da análise dos valores referentes à demanda contratada e faturada durante os meses em questão foi feita uma planilha, mostrada na tabela 6, para melhor apreciação dos dados. A planilha relaciona, além dos dados já mencionados, os valores de demanda ultrapassada e as multas correspondentes.

Tabela 6 – Valores de demanda

Ano	Mês	Demanda Faturada (kW)	Valor (R\$)	Demanda Ultrapassada (kW)	Valor (R\$)	Excesso de Demanda Reativa (kvar)	Valor (R\$)
2018	Janeiro	177	R\$ 3.476,44	27	R\$ 1.060,61	8	R\$ 157,12
	Fevereiro	173	R\$ 3.359,28	23	R\$ 893,22	8	R\$ 155,34
	Março	183	R\$ 3.663,94	33	R\$ 1.321,42	13	R\$ 260,27
	Abril	192	R\$ 3.870,15	42	R\$ 1.693,19	2	R\$ 40,30
	Maiο	200	R\$ 3.952,18	50	R\$ 1.976,09	1	R\$ 19,76
	Junho	168	R\$ 3.277,17	18	R\$ 702,25	7	R\$ 136,54
	Julho	184	R\$ 3.625,88	34	R\$ 1.340,00	21	R\$ 413,82
	Setembro	182	R\$ 3.582,22	32	R\$ 1.259,68	14	R\$ 275,55
	Outubro	183	R\$ 4.092,13	33	R\$ 1.475,85	16	R\$ 357,78
	Novembro	181	R\$ 4.118,63	31	R\$ 1.410,80	9	R\$ 204,79
	Dezembro	189	R\$ 4.292,17	39	R\$ 1.771,37	5	R\$ 113,54
2019	Janeiro	172	R\$ 3.915,89	22	R\$ 1.001,74	16	R\$ 364,27
	<b>Total</b>		<b>R\$ 45.226,08</b>	<b>Total</b>	<b>R\$ 15.906,22</b>	<b>Total</b>	<b>R\$ 2.499,08</b>

Fonte: Próprio Autor

Observa-se que a empresa pagou multas relativas a demanda ultrapassada em todos os meses analisados, tendo ultrapassado em média 23,26% a demanda contratada, estando acima da tolerância de 5% permitida. Essas multas geraram um prejuízo ao longo dos 12 meses de R\$ 15.906,22, em média R\$ 1.325,52 por mês. Assim, conclui-se que é necessário realizar um estudo para a escolha de um valor adequado para a demanda contratada.

Para o estudo da demanda ideal, destaca-se o maior valor registrado durante o período analisado. Esse valor é de 200 kW, registrado no mês de Maio de 2018, com uma média mensal de 182 kW faturados. A partir do maior valor registrado e levando-se em conta a tolerância de ultrapassagem de 5% do valor contratado, calcula-se um valor a ser testado para ser a nova demanda contratada pela empresa, chegando-se ao resultado de 190 kW, porém, para ratificar a escolha desse valor, convém testá-lo, simulando qual valor seria pago referente a demanda durante os meses avaliados. Na tabela 7 observa-se a simulação.

Considerando o contrato atual, foram pagos R\$ 61.132,29 referentes a demanda faturada e multa por ultrapassagem, enquanto que na simulação, o valor pago seria R\$47.450,34, também referente a demanda faturada e multa, porém, com a demanda ajustada ao valor

calculado, não haveria pagamento de multas por ultrapassagem, sendo o valor pago referente apenas a demanda faturada. Sendo assim recomendada a alteração contratual com a concessionária para aumento da demanda contratada.

Tabela 7 – Simulação de valores para nova demanda contratada

Ano	Mês	Demanda Faturada (kW)	Valor (R\$)	Demanda Ultrapassada (kW)	Valor (R\$)	Excesso de Demanda Reativa (kvar)	Valor (R\$)
2018	Janeiro	177	R\$ 3.731,78	0	-	8	R\$ 157,12
	Fevereiro	173	R\$ 3.689,39	0	-	8	R\$ 155,34
	Março	183	R\$ 3.804,09	0	-	13	R\$ 260,27
	Abril	192	R\$ 3.870,15	0	-	2	R\$ 40,30
	Maiο	200	R\$ 3.952,18	0	-	1	R\$ 19,76
	Junho	168	R\$ 3.706,32	0	-	7	R\$ 136,54
	Julho	184	R\$ 3.744,12	0	-	21	R\$ 413,82
	Setembro	182	R\$ 3.739,68	0	-	14	R\$ 275,55
	Outubro	183	R\$ 4.248,66	0	-	16	R\$ 357,78
	Novembro	181	R\$ 4.323,42	0	-	9	R\$ 204,79
Dezembro	189	R\$ 4.314,88	0	-	5	R\$ 113,54	
2019	Janeiro	172	R\$ 4.325,70	0	-	16	R\$ 364,27
		<b>Total</b>	<b>R\$ 47.450,37</b>	<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>Total</b>	<b>R\$ 2.499,08</b>

Fonte: Próprio Autor

Vale destacar que nos meses em que a demanda máxima registrada for menor que a contratada, o valor pago será calculado com base na demanda contratada, porém como o valor da multa por ultrapassagem é duas vezes maior que o da demanda contratada, ainda assim será vantajoso realizar a alteração contratual, como comprovado pelos números. Outro destaque importante a ser feito é de que essa análise foi feita com base em dados de meses passados, não refletindo exatamente o que irá acontecer nos meses seguintes, mas é uma boa aproximação devido ao fato de que a empresa não prevê um aumento na potência instalada ou no perfil de consumo num futuro próximo.

### 5.3.2 ENQUADRAMENTO TARIFÁRIO

O estudo do enquadramento tarifário, está condicionado às informações que podem ser obtidas nas faturas de energia. No caso em que a empresa está enquadrada numa modalidade tarifária mais complexa, é possível realizar a análise de viabilidade de mudança para uma de menor complexidade. Porém, em caso contrário, não é possível realizar a análise, é o que ocorre no caso da empresa onde este diagnóstico foi realizado.

A empresa está enquadrada na modalidade horo-sazonal verde e sendo a horo-sazonal azul a única opção possivelmente vantajosa para a análise de uma possível mudança, seria necessário obter os valores faturados da demanda para os dois horários diferentes registrados nas faturas, horário de ponta e fora da ponta, mas como a modalidade horo-sazonal verde não faz distinção de valores faturados de demanda entre esses dois horários, não é possível obter esses dois valores.

A alternativa para contornar esse obstáculo seria solicitar junto a concessionária a memória de massa do medidor de energia. Porém essa solicitação não foi processada a tempo para a realização deste trabalho.

### 5.3.3 MULTAS POR EXCESSO DE ENERGIA REATIVA

Outro ponto observado no estudo das faturas, é a multa paga mensalmente por excesso de energia reativa e de demanda reativa, alertando para o fato de que fator de potência da instalação está abaixo do mínimo de 0,92. Na tabela 8 são mostrados os valores correspondentes as multas por baixo fator de potência.

Tabela 8 – Multas por excesso de demanda

Ano	Mês	Excesso de Energia Reativa na Ponta (kvarh)	Valor (R\$)	Excesso de Energia Reativa Fora da Ponta (kvarh)	Valor (R\$)	Excesso de Demanda Reativa (kvar)	Valor (R\$)
2018	Janeiro	4	R\$ 1,31	1485	R\$ 488,71	8	R\$ 157,12
	Fevereiro	0	R\$ -	1377	R\$ 448,03	8	R\$ 155,34
	Março	0	R\$ -	1382	R\$ 463,63	13	R\$ 260,27
	Abril	0	R\$ -	2031	R\$ 685,97	2	R\$ 40,30
	Maio	0	R\$ -	2303	R\$ 762,55	1	R\$ 19,76
	Junho	0	R\$ -	1613	R\$ 527,22	7	R\$ 136,54
	Julho	0	R\$ -	2772	R\$ 915,29	21	R\$ 413,82
	Setembro	15	R\$ 4,94	2227	R\$ 734,46	14	R\$ 275,55
	Outubro	0	R\$ -	2349	R\$ 713,13	16	R\$ 357,78
	Novembro	0	R\$ -	1453	R\$ 442,38	9	R\$ 204,79
	Dezembro	0	R\$ -	1887	R\$ 573,38	5	R\$ 113,54
2019	Janeiro	142	R\$ 43,25	4084	R\$ 1.244,08	16	R\$ 364,27
		<b>Total</b>	<b>R\$ 49,50</b>	<b>Total</b>	<b>R\$ 7.998,83</b>	<b>Total</b>	<b>R\$ 2.499,08</b>

Fonte: Próprio Autor

Observa-se que além da multa por excesso de energia reativa, a empresa também está sendo multada por excesso de demanda reativa. Por conta do perfil de consumo da empresa já

estudado, as multas por excesso de energia reativa no horário de ponto, são irrisórias se comparados aos valores registrados nos horários fora da ponta. No total, a empresa desembolsou R\$ 10.547,41 causados pelo baixo fator de potência da instalação.

Após a coleta dessas informações, foi identificada a existência de um banco de capacitores com potência instalada de 80 kVA, divididos em seis células capacitivas sendo cinco de 15 kVA e uma de 5 kVA, conectado na instalação. Banco esse acionado por um controlador de fator de potência de doze estágios, que faz o acionamento das células, conforme o valor do fator de potência medido. Porém, após uma averiguação, constatou-se que o banco não estava funcionando corretamente, conseqüentemente não fazendo seu papel de acionar as células para controlar o fator de potência da instalação. Por isso, apesar de ter instalado um banco de capacitores com potência compatível com a necessária, a empresa está sendo multada pela concessionária por excesso de energia reativa.

Após inspeção realizada no banco, identificou-se um problema no TC de medição, que faz com que o controlador registre valores errados e conseqüentemente não faça o controle correto do fator de potência. Foi recomendada a substituição do TC e revisão das instalações do quadro onde o banco está instalado.

No apêndice A pode ser vista a planilha com todas as multas pagas pela empresa que poderiam ser evitadas se as medidas descritas neste trabalho forem tomadas. É possível ver que nos 12 meses estudados há um potencial de economia de R\$ 26.453,63, apenas tomando-se medidas de baixo custo financeiro.

## 5.4 LEVANTAMENTO DOS DADOS DOS EQUIPAMENTOS

O levantamento dos dados dos equipamentos instalados na empresa será feito dividindo-os em três categorias, sendo elas iluminação, climatização e motriz/indústria. Cada sistema será registrado separadamente para que se tenha maior facilidade na análise.

### 5.4.1 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

O sistema de iluminação da empresa pode ser dividido em três, iluminação da distribuidora, iluminação da agroindústria e iluminação externa. A iluminação da distribuidora constitui a maior carga desse sistema, pois é responsável por iluminar a maior área entre as três.



O layout da distribuidora é composto por 12 ruas formadas por porta-pallets, como no exemplo mostrado na figura 7, onde são armazenados os produtos. Cada rua contém 14 luminárias, cada uma dessas com duas lâmpadas fluorescentes tubulares de 80 W. Na agroindústria são utilizados os mesmos tipos de luminária e lâmpada, sendo dispostos em 5 fileiras paralelas ao longo do galpão. A iluminação externa é feita com refletores de LED de 100 W. Os dados são apresentados em uma planilha mostrada na tabela 9.

Figura 7 – Exemplo de rua formada por porta-pallet



Fonte: ENGESYSTEMS

Foi observado que nas instalações já é feito o aproveitamento da luz natural com a utilização de telhas translúcidas no teto e nas paredes, sendo assim, neste quesito, a situação foi considerada satisfatória.

Tabela 9 – Sistema Atual de iluminação

<b>Sistema de Iluminação Atual</b>				
<b>Setor</b>	<b>Tipo de Lâmpada</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Total (W)</b>
Distribuidora	Fluorescente Tubular	80	336	26.880
Agroindústria	Fluorescente Tubular	80	140	11.200
Área Externa	Refletor LED	100	30	3.000
<b>Potência Total Instalada (W)</b>				<b>41.080</b>

Fonte: Próprio Autor

A recomendação feita a respeito do sistema de iluminação é a substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas tubulares de LED de menor potência, mas que mantenha a iluminação do ambiente em níveis satisfatórios. A potência da lâmpada indicada para substituição foi de 40 W, sendo que esta lâmpada corresponde a uma fluorescente de 80 W.

Quanto a iluminação externa, não há recomendações a serem feitas, pois as condições foram consideradas satisfatórias. Na tabela 10 é mostrada a planilha contendo os dados do sistema proposto de iluminação.

Tabela 10 – Sistema de iluminação proposto

<b>Sistema de Iluminação Proposto</b>				
<b>Setor</b>	<b>Tipo de Lâmpada</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Total (W)</b>
Distribuidora	LED Tubular	40	336	13.440
Agroindústria	LED Tubular	40	140	5.600
Área Externa	Refletor LED	100	30	3.000
<b>Potência Total Instalada (W)</b>				<b>22.040</b>

Fonte: Próprio Autor

Depois das mudanças sugeridas serem implementadas, espera-se uma redução em aproximadamente 46% da carga instalada, considerando que o tempo de utilização das lâmpadas é o mesmo para todos os setores, pode-se dizer que há uma previsão de diminuição também de aproximadamente 46% do consumo energia referente ao sistema de iluminação.

#### 5.4.2 SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

O sistema de climatização é responsável por manter a temperatura de 12 salas em níveis agradáveis. Esse sistema é composto por condicionadores de ar tipo parede com potências variadas. Os tipos de condicionadores são detalhados na planilha mostrada na tabela 11.

Tabela 11 – Sistema de climatização atual

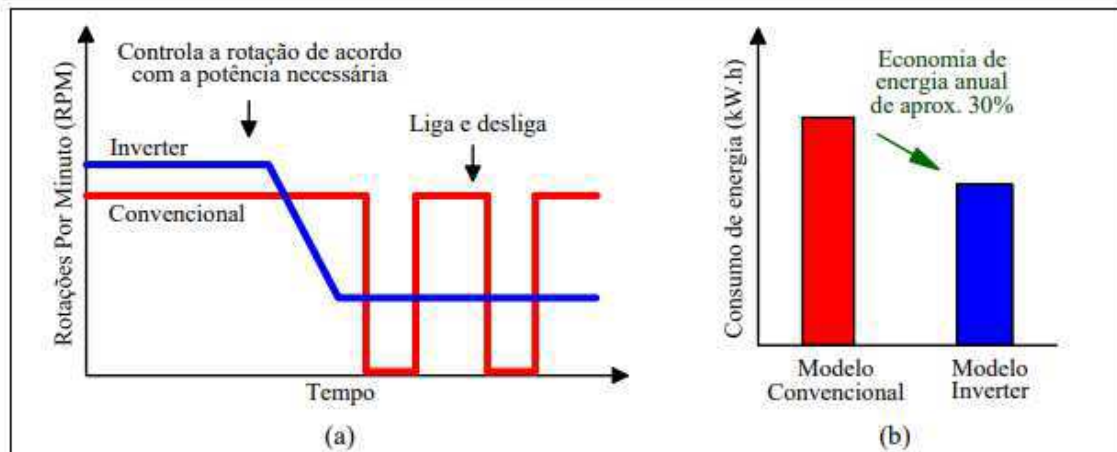
<b>Sistema de Climatização Atual</b>			
<b>Tipo de Climatizador</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Total (W)</b>
Condicionador de Ar High Wall 9000 BTUs	2600	7	18.200
Condicionador de Ar High Wall 18000 BTUs	5200	1	5.200
Condicionador de Ar High Wall 12000 BTUs	3500	4	14.000
<b>Potência Total Instalada (W)</b>			<b>37.400</b>

Fonte: Próprio Autor

A alternativa para melhorar a eficiência do sistema de climatização seria a substituição dos condicionadores existentes por modelos do tipo inverter, que por usar inversores de frequência para controlar a rotação de seus motores e consequentemente a temperatura com maior precisão, podem gerar, conforme mostrado na figura 8, uma economia anual de até 30%.

Porém esses modelos são, em geral, mais caros que os modelos convencionais, necessitando um maior investimento, visando uma economia num maior prazo.

Figura 8 – Tecnologia convencional e inverter, (a) rotação do compressor, e (b) relação de economia



Fonte: Adaptado de Daikin (2015)

A sugestão feita a respeito do sistema de climatização, portanto, é que conforme os condicionadores se danifiquem ou apresentem alto custo de manutenção, a substituição seja feita por modelos do tipo inverter.

#### 5.4.3 SISTEMA MOTRIZ

O sistema motriz é responsável por fazer funcionar todo o sistema de beneficiamento de grãos da agroindústria, considerando que em todas as máquinas, a carga predominante são motores de indução.

Como há uma grande quantidade de equipamentos neste sistema, não convém mostrar a planilha com a relação de todos eles. A seguir, pode ser vista a divisão da carga instalada no sistema de acordo com os subsistemas. Destacando-se que no subsistema Setor de Utilidades existem dois compressores de ar, com potências equivalentes a 27.5 kVA e 50 kVA, levando em conta que o primeiro serve de substituto para o segundo em casos de quebra, deve-se considerar a operação de apenas um dos dois, neste caso considera-se o maior.

Tabela 12 – Divisão do sistema motriz em subsistemas

<b>Sistema Motriz</b>	
<b>Subsistema</b>	<b>Potência (kVA)</b>
Linha de beneficiamento 01	57,46
Linha de beneficiamento 02	42,74
Linhade beneficiamento de arroz	31,18
Setor de empacotamento	17,50
Setor de utilidades	77,50
<b>Potência Total Instalada</b>	<b>226,38</b>

Fonte: Próprio Autor

Observa-se pelos dados, que claramente este sistema é responsável pela maior parte do consumo de energia. Apenas os compressores e os motores com potência acima de 5 CV possuem partida com inversores de frequência, portanto todos os motores menores possuem com tipo de acionamento a partida direta, gerando picos de consumo nos momentos de suas partidas. Porém, devido ao modo de funcionamento da maioria das máquinas ser contínuo, não seria vantajoso a instalação de inversores de frequência ou outros métodos para suavizar os picos de consumo na partida desses motores, que são de pequeno porte.

Como a instalação é recente e a maior parte dos motores são os motores originais dos equipamentos, considera-se que esses estão dimensionados corretamente, quanto a sua potência. Quanto ao rendimento dos motores, todos são motores do tipo convencional, podendo ser substituídos por motores de alto rendimento, porém, antes da substituição, convém realizar um estudo de viabilidade econômica do processo. No caso de compra de novos motores, recomenda-se a compra de motores de alto rendimento, para melhorar a eficiência do sistema.

## 5.5 PROPOSIÇÕES DE MELHORIA

A seguir, são listadas as medidas recomendadas após a realização do diagnóstico energético, para um melhor aproveitamento dos recursos energéticos da instalação.

- i. Realização de um estudo para posterior execução do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA);
- ii. Estudo da possibilidade de mudança de horários do turno da noite, para diminuir o consumo de energia no horário de ponta;
- iii. Realizar alteração contratual junto a concessionária, modificando o valor da demanda contratada dos atuais 150 kW para 190 kW, para evitar o pagamento de multas por ultrapassagem de demanda;

- iv. Realizar a manutenção do sistema de compensação de energia reativa já existente, de modo que este volte a funcionar, evitando assim o pagamento das multas por excesso de energia reativa;
- v. Substituição das lâmpadas fluorescentes tubulares de 80 W atuais por lâmpadas de LED tubulares de 40 W, visando uma diminuição significativa do consumo de energia por parte do sistema de iluminação;
- vi. Em caso de trocas de condicionadores de ar, dar prioridade a escolha de modelos do tipo *inverter*;
- vii. Em caso de troca de motores, dar prioridade a escolha de motores de alto rendimento;
- viii. É recomendado que sempre se realize ações de conscientização dos colaboradores, visando informá-los sobre maneiras de economizar energia e técnicas de uso correto dos equipamentos da empresa, visando assim aumentar a vida útil dos equipamentos e evitar desperdícios de energia.

## 6 CONCLUSÃO

Neste trabalho procurou-se demonstrar que a Gestão Energética é um conceito importante e que deve ser aplicado não apenas pelos grandes consumidores, mas também pelos consumidores de médio e pequeno porte, visando alcançar uma maior eficiência no uso da energia elétrica, maior conhecimento das características da instalação e conseqüentemente, evitar gastos desnecessários.

O diagnóstico Energético, estudado como ferramenta de aplicação da Gestão Energética, se mostra uma opção eficiente, de baixo custo e de fácil aplicação. Com o Diagnóstico Energético foi possível conhecer as características principais da instalação, identificar pontos positivos e negativos, e propor ações para correção dos erros encontrados. O Diagnóstico, se bem realizado, pode ser usado como diretriz para toda a política energética da empresa, contendo os dados necessários para dar suporte às tomadas de decisão no âmbito energético.

Observou-se na realização deste trabalho, que como cada instalação tem suas peculiaridades, a Gestão Energética junto com o Diagnóstico Energético, devem ser realizados de acordo com as particularidades da empresa, podendo tanto conter todas etapas indicadas neste trabalho, como deixar de lado alguma etapa que não se aplica ao caso estudado ou ainda, adicionar etapas pertinentes ao estudo realizado.

Com foco em ações administrativas, o diagnóstico realizado levantou a possibilidade de evitar gastos da ordem de R\$ 26.453,63 em 12 meses avaliados, correspondentes a 9.59% dos gastos com energia no período, se implementadas essas ações. Comprovando a tese inicial de que a gestão energética também é possível de ser feita sem grandes investimentos, e ainda assim gerar economias significativas ao consumidor de médio porte.

## REFERÊNCIAS

- FILHO, D. O.; SAMPAIO, R. P.; MORAES, M. J.; PIZZIOLO, T. A.; DAMIÃO, J. H. A. C. Metodologia de Diagnóstico Energético em Estação de Captação de Água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.10, p.1097–1103, 2011.
- CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável; Mitsidi Serviços e Projetos LTDA; Procel Eletrobras. Guia Prático para Realização de Diagnósticos Energéticos em Edificações.
- BERRIEL, R. C. O.; Eficiência Energética no Brasil e Diagnóstico Energético para Consumidores do Grupo Tarifário B Convencional – Estudo de Caso SUIPA, 2017.
- Mamede Filho, J. (2007). *Instalações Elétricas Industriais (7ª ed.)*. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: LTC.
- BATISTA, O. E.; FLAUZINO, R. A. Medidas de Gestão Energética de baixo custo como estratégia para redução de custos com energia elétrica. *GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Ano 7, nº 4, out-dez/2012, p. 117-134.
- PEREIRA, R. F.; MILANI, A. P.; MEIRELES, L. G.; CAMARGO, S. J.; SOUSA, M. A. V. Correção Do Fator De Potência: Estudo De Viabilidade Da Implantação De Um Banco Capacitor Em Uma Empresa De Mineração Localizada Em Cataguases – MG. *Xxxv Encontro Nacional De Engenharia De Producao, Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015*.
- PROCEL. Manual de Tarifação de Energia Elétrica. Rio de Janeiro (2011).
- YAACOB, P. Z.; ZINA, A. A. M. Electrical energy management in small, and medium size industries. *Proceedings of TENCON '93. IEEE Region 10 International Conference on Computers, Communications and Automation. Anais... IEEE, 1993*.
- ARAGÃO NETO, R. M. O fator humano e gestão energética. **In:** XII SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção. **Anais... Bauru: Anais XII SIMPEP, 2005**.
- SOLA, A.; KOVALESKI, J. Eficiência energética nas indústrias: cenários & oportunidades. **Em:** XXIV ENEGEP – Encontro Nacional de engenharia de Produção. **Anais... Florianópolis: Anais do XXIV ENEGEP, 2006**.
- MARQUES, M. C. S.; HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S. Eficiência Energética: teoria & prática. Itajubá: FUPAI, 2007. p. 224
- VAN GORP, J. C. Enterprising energy management. *IEEE Power and Energy Magazine*, v. 2, n. 1, p. 59-63, jan. 2004b.

## APÊNDICE A – MULTAS EVITÁVEIS

A planilha a seguir contém os dados de multas que poderiam ser evitadas pela empresa.

Total das Multas Evitáveis	R\$ 26.453,63
----------------------------	---------------

Ano	Mês	Excesso de Energia Reativa na Ponta (kvarh)	Valor (R\$)	Excesso de Energia Reativa Fora da Ponta (kvarh)	Valor (R\$)
2018	Janeiro	4	R\$ 1,31	1485	R\$ 488,71
	Fevereiro	0	R\$ -	1377	R\$ 448,03
	Março	0	R\$ -	1382	R\$ 463,63
	Abril	0	R\$ -	2031	R\$ 685,97
	Maio	0	R\$ -	2303	R\$ 762,55
	Junho	0	R\$ -	1613	R\$ 527,22
	Julho	0	R\$ -	2772	R\$ 915,29
	Setembro	15	R\$ 4,94	2227	R\$ 734,46
	Outubro	0	R\$ -	2349	R\$ 713,13
	Novembro	0		1453	R\$ 442,38
	Dezembro	0		1887	R\$ 573,38
2019	Janeiro	142	R\$ 43,25	4084	R\$ 1.244,08
	<b>Valor total (R\$)</b>		<b>R\$ 49,50</b>		<b>R\$ 7.998,83</b>



Ano	Mês	Excesso de Demanda Ativa (kW)	Valor (R\$)	Excesso de Demanda Reativa (kvar)	Valor (R\$)	Valor da Fatura (R\$)	Porcentagem das Multas (%)
2018	Janeiro	27	R\$ 1.060,61	8	R\$ 157,12	R\$ 22.418,93	7,62%
	Fevereiro	23	R\$ 893,22	8	R\$ 155,34	R\$ 19.077,44	7,84%
	Março	33	R\$ 1.321,42	13	R\$ 260,27	R\$ 21.137,95	9,68%
	Abril	42	R\$ 1.693,19	2	R\$ 40,30	R\$ 23.528,27	10,28%
	Maio	50	R\$ 1.976,09	1	R\$ 19,76	R\$ 23.160,05	11,91%
	Junho	18	R\$ 702,25	7	R\$ 136,54	R\$ 20.187,99	6,77%
	Julho	34	R\$ 1.340,00	21	R\$ 413,82	R\$ 24.350,19	10,96%
	Setembro	32	R\$ 1.259,68	14	R\$ 275,55	R\$ 24.244,13	9,38%
	Outubro	33	R\$ 1.475,85	16	R\$ 357,78	R\$ 25.741,50	9,89%
	Novembro	31	R\$ 1.410,80	9	R\$ 204,79	R\$ 21.905,03	9,39%
Dezembro	39	R\$ 1.771,37	5	R\$ 113,54	R\$ 24.415,92	10,07%	
2019	Janeiro	22	R\$ 1.001,74	16	R\$ 364,27	R\$ 25.760,55	10,30%
	<b>Valor total (R\$)</b>		<b>R\$ 15.906,22</b>		<b>R\$ 2.499,08</b>	<b>R\$ 275.927,95</b>	<b>9,59%</b>