

SCIENCOMM
REVISTA ONLINE



©Tom Wang / Shutterstock

14^a
Ed.

MAR.2025 - ANO QUATORZE

ISSN 2237-3330

ESG OU GES

Governança em Primeiro Lugar

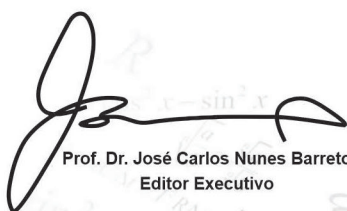
Prezados leitores e leitoras,

Estamos aqui, com todo prazer e honra, para apresentar o número 14 da Revista SCIENCOMM Intitulado ESG ou GES – A governança em primeiro lugar – frente às práticas ESG - Environmental, Social and Governance. Cumprimos assim nossa missão/ propósito, de publicar artigos acadêmicos escritos por alunos em seus TCCs, ao lado de respectivos professores orientadores, em sua maioria.

O tema em tela, será iluminado com bons exemplos de aplicações ESG, e vem a propósito do desgaste ocorrido no mercado em função de iniciativas eivadas de greanwashing – maquiagem de ações sociais e ambientais, logo desmoralizadas pela evidência da falta de gestão adequada e governança. Tal como já ensinavam há décadas, Slack e Chiavenato, citados nesta nova versão no artigo 6, as políticas e ferramentas estratégicas, são fundamentais para o sucesso da produção sustentável de bens e serviços, e principalmente para os valores comunicados aos consumidores (Yun & Lee, 2022 apud Teixeira Fabiana, 2024), e são perenes, se sustentadas por uma boa governança, que bancará os recursos necessários para a empreitada. Ou seja, as corporações não são apenas participantes do mercado financeiro, mas atores que deveriam contribuir para o bem estar da sociedade e do meio ambiente (Zumente & Bistрова, 2021), com práticas GES, com resultados medidos por agências de ratings e com suporte de stakeholders, que afetam positivamente os ganhos do investidor, como bem esclareceu o presidente da ABNT William Esper, por ocasião do lançamento da norma ABNT PR 2030 de 2022, também conhecida como ABNT ESG, que é um documento que estabelece diretrizes para a implementação de práticas ambientais, sociais e de governança que insistimos, deveria estar em primeiro plano neste acrônimo, tal como ensinam os mestres acima citados, e tal como acontece nos cases de sucesso que serão mostrados a seguir.

Aproveitamos a oportunidade para agradecer aos nossos leitores pelo sucesso da revista, e também principalmente, aos alunos formandos - autores, seus verdadeiros protagonistas.

Boa leitura! Até a próxima...


Prof. Dr. José Carlos Nunes Barreto
Editor Executivo

SCIENCOMM é um site de relacionamento da comunidade científica, que visa à formação de uma rede de integração entre pesquisadores por meio do referenciamento entre autores.

A redação de documentos dirigidos ao público não acadêmico é um objetivo secundário da comunidade, como forma de difusão de seu conhecimento.

www.sciencomm.com.br

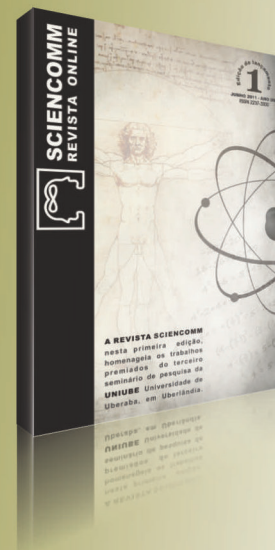
14^a

MAR. 2025 - ANO QUATORZE
ISSN 2237-3330

SCIENCOMM
REVISTA ONLINE

Conselho Editorial

Dra. Hanny Angeles Gomide - UNIESA
Dr. José Carlos Nunes Barreto - IFSP
Dr. Leandro Aureliano Silva - UNIUBE
Dr. Alessandro Silva Sólón - UFTM
Dr. Euclides Antônio de Lima - UNIUBE
Dr. Álisson Rocha Machado - PUC/PR
Dra. Luciana Cezarino - FAGEN/UFU
Dr. Leonardo Rosa Ribeiro da Silva - FEMEC/UFU
IN MEMORIAN
Dr. Wisley Falco Sales - FEMEC/UFU



Criação e Edição

José Carlos Nunes Barreto
Milton Renato Miller Pimenta
Bruno Gomes

Revisão Final

Vanessa Augusta Ferreira

Debatef ✕
Soluções e Conhecimento



- 4** -- A TEORIA INSTITUCIONAL E AS PRÁTICAS SOCIAIS: UM ENSAIO TEÓRICO
- 17** -- ESTUDO DE PARÂMETROS DE CORTE DE UMA FERRAMENTA INTERCAMBIÁVEL: MELHORIA NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO E ERGONOMIA - UM ESTUDO DE CASO
- 34** -- ANÁLISE DA PERFORMANCE DE UM REFRIGERADOR DOMÉSTICO
- 48** -- IMPLANTAÇÃO DA NR-12 A UM DESINTEGRADOR
- 70** -- MANUTENÇÃO PREDITIVA EM MÁQUINAS DE UMA EMPRESA DE CHAPAS
- 89** -- SISTEMA FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL
- 98** -- ESTUDO SOBRE O IMPACTO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA APLICADA A VEÍCULOS UTILITÁRIOS CICLO DIESEL



A TEORIA INSTITUCIONAL E AS PRÁTICAS SOCIAIS: um ensaio teórico

BARBOSA, J. C., Universidade Federal de Uberlândia, jhocastacastro@gmail.com

MAIA, L. C. C., Universidade Federal de Uberlândia, leonardocaixeta@ufu.br

RESUMO

Este é um ensaio teórico sobre os fatores motivadores (normativos, coercitivos e miméticos) moderando a relação entre as práticas sociais e os critérios de desempenho. A relevância desse manuscrito está na proposta de expor como fatores sociais, comportamentais e econômicos podem ser discutidos por uma teoria organizacional para o contexto de responsabilidade social corporativa. Para tanto, mediante uma revisão bibliográfica, delineou-se sobre o constructo de responsabilidade social corporativa (RSC), o papel moderador da teoria institucional e o desempenho operacional. Infere-se que, as pesquisas relacionadas ao impacto dessas práticas sociais junto ao desempenho, moderadas pela teoria institucional, são escassas e poucas assertivas. Nesse ambiente, os resultados demonstram falta de consenso na literatura sobre o conceito da RSC, assim como a inexistência de padrões de gestão norteadores para as empresas, que garantam a efetividade da implementação. Como contribuição teórica, o artigo expõe um modelo para orientar a implantação de práticas sociais nas organizações.

Palavras-chave: Teoria Institucional; práticas sociais; responsabilidade social corporativa; ensaio teórico.

1. INTRODUÇÃO

Os parâmetros internos de gestão que permitem a atração de investimentos, a visibilidade das ações corporativas que garantam a confiança dos *stakeholders* (clientes, funcionários, sociedade, comunidade e fornecedores) na cadeia de suprimentos, são essenciais para que as organizações enfrentem um dos principais desafios existentes desse século XXI (FENG, ZHU; LAI, 2017).

Todavia, desde a década de 1990, a incorporação de rotinas de desenvolvimento sustentável alinhadas a padrões globais e que atendam aos *stakeholders* tem sido discutida com maior relevância no contexto organizacional (CARROLL; SHABANA, 2010; DOS SANTOS; WEBER, 2020; XIE et al., 2019).

Assim, procura-se se a discussão sobre sustentabilidade buscando o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico, o bem-estar social, e a preservação ambiental para as gerações atuais e futuras (CALDERÓN; FAYOS; FRASQUET, 2021; TUMPA et al., 2019).

Contudo, a flexibilidade, os custos de implantação e a adaptabilidade das práticas sociais são evidentes nas empresas, as quais são realizadas cotidianamente, tais como: aspectos legais, diversidade, questões éticas, econômicas e filantrópicas (CEZARINO et al., 2022; DE CASTRO MAIA; ESPINDOLA;

VEIGA, 2018; MANI, GUNASEKARAN; DELGADO, 2018).

Contudo, o reconhecimento das melhores práticas é essencial para a compreensão do funcionamento da estratégia e o enfrentamento de possíveis problemas de gestão (PICASSO et al., 2022; SANDERS et al., 2019; SINHA et al., 2022).

Em contraposição aos modelos considerados racionais, os quais enfatizam as discussões em processos internos e operacionais, a teoria institucional justifica o funcionamento das organizações a partir dos comportamentos culturais, de regulamentação, de incentivos econômicos e das relações sociais para o contexto o qual as empresas estão inseridas (ARACIL, 2019; CARVALHO; VIEIRA; GOULART, 2012; EL-BASSIOUNY; EL-BASSIOUNY, 2019).

Nessa perspectiva, faz-se necessária a compreensão de quais são os fatores impulsionadores do comportamento organizacional de acordo com a teoria institucional, sendo eles: coercitivo, normativo e mimético (DAUKANTIENE, 2023; SANCHÁ, LONGONI, GIMÉNEZ, 2014; SINHA; SHARMA; AGRAWAL, 2022).

Diante da revisão bibliográfica, vislumbrou-se a relevância do tema frente aos principais periódicos da área de gestão (*management*), assim como de revistas de assuntos específicos, tais como, estratégia e empreendedorismo (RISI et al., 2019).

Nesse interim, selecionou-se manuscritos que discutem sobre as práticas sociais, sustentabilidade e a teoria institucional, tais como: Mani, Gunasekaran e Delgado (2018) analisaram relatórios de sustentabilidade de diferentes setores da indústria para definirem os principais tópicos de sustentabilidade social frequentemente abordados na perspectiva dos clientes, fornecedores e das empresas. Também abordaram sobre como a teoria do *stakeholder* e a teoria da legitimidade relacionam-se às práticas sociais adotadas pelos gestores e como estas são um importante mecanismo transparência para os *stakeholders*.

Adicionalmente, Siqueira e Müller (2022) mencionam sobre a relevância da associação entre a teoria dos *stakeholders* e a teoria da visão baseada em recursos (VBR) para as estratégias gerenciais relacionadas aos critérios de desempenho. Nesse sentido, buscam elencar os papéis para diferentes grupos de stakeholders presentes nas organizações.

White, Nielsen e Valentini (2017) declaram que, diante das pesquisas realizadas, existe falta de padronização nas pesquisas voltadas para a área. Nesse sentido, as pesquisas relacionadas ao impacto dessas práticas sociais junto aos critérios de desempenho voltadas para cadeia de suprimentos, justificadas pela teoria institucional, bem como o relacionamento com os *stakeholders*, ainda são escassas e pouco assertivas.

Risi et al. (2019) destacam os pilares da teoria institucional como mecanismos de agregação de valor para as organizações. Nesse contexto, os autores ressaltam as principais evidências das organizações respondendo às pressões institucionais, assim como, para modificação e adequação dessas para atender às demandas.

Dessa forma, interpreta-se que os estudos sobre as práticas sociais influenciando os critérios de objetivos de desempenho ainda são inexplorados no contexto da teoria institucional, apesar da relevância dos mesmos como fatores ganhadores de pedidos junto aos clientes e a necessidade de alinhamento de

processos às questões normativas, coercitivas e miméticas (CAMPBELL, 2007; RISI et al., 2019; VOSS, 1995).

Dessa forma, propõe-se a realização de um ensaio teórico, com o objetivo de fomentar estudos acadêmicos e corporativos sobre o tema. Para tanto é proposto o seguinte problema de pesquisa: *Como a teoria institucional discute a implementação das práticas sociais? Existe o papel de moderação entre as práticas sociais e os critérios de desempenho?*

Assim, partindo do princípio interpretativo de construção da realidade, e das transformações dos contextos empresariais, propõe-se com esse estudo, sob a ótica da teoria institucional, a reflexão sobre os fatores acerca da interrelação dos conceitos de responsabilidade social corporativa (RSC) e as práticas sociais, como mecanismos de resposta às pressões sofridas pelas empresas do século XXI.

Reitera-se que a finalidade do ensaio teórico não se limita ao cumprimento de padrões pré-estabelecidos de análises para a avaliação de um fenômeno e, não possui, portanto, estrutura de pesquisa empírica tais como: a bibliometria e o artigo de revisão (MENEGETTI, 2011).

Nesse sentido, os próprios argumentos e discussões acerca do objeto estudado, constroem e conduzem a interpretação do conhecimento (MENEGETTI, 2011; SOARES; PICOLLI; CASAGRANDE, 2018).

Igualmente, objetivando-se apresentar a discussão sobre o tema, primeiramente apresenta-se o contexto, problema e os objetivos nessa Introdução ao texto. Em seguida, a fundamentação teórica, têm-se as discussões dos autores a respeito e culminando com a proposta do modelo teórico. Em sequência serão apresentadas contribuições desse estudo. Por fim, as considerações finais sobre a limitação do estudo bem como as propostas para novos estudos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A teoria institucional pode ser definida como a representação do conjunto de pressões sofridas pelas organizações por parte dos *stakeholders*, e que norteiam as estratégias gerenciais adotadas, influenciando no desempenho (SARKIS; GONZALEZ-TORRE; ADENSO-DIAZ, 2010).

Glover et al. (2014) concluem que a Teoria Institucional promove influências buscando a sobrevivência e a legitimidade das práticas organizacionais, incluindo fatores, tais como: cultura, ambiente social, regulamentação (incluindo o ambiente legal), tradição e história, bem como incentivos econômicos, ao mesmo tempo em que reconhece que os recursos também são importantes.

Afirma-se que essa teoria, surgiu a partir dos estudos das ciências sociais no final do século XIX, e é subdividida em aspectos políticos, econômicos e sociológicos (CARVALHO; VIEIRA; GOULART, 2012).

Infer-se que a proposta da teoria institucional é marcada pela posição contrária aos modelos racionalizados em estudo na época. Nesse contexto, é considerada um movimento organizacional influenciável pelos fatores sociais, comportamentais e culturais, além de considerar fatores políticos, econômicos e sociológicos. (ARACIL, 2019; EL-BASSIOUNY; EL-BASSIOUNY, 2019).

Assim, em oposição ao estruturalismo-funcionalismo, escolas com vertentes de estudo

fundamentadas em perspectivas de poder e determinância política, o institucionalismo surge com o direcionamento a compreensão do ambiente e das interações entre os atores sociais envolvidos (CAMPBELL, 2007; DE MELO PEREIRA, 2012).

As pesquisas com enfoque na compreensão da realidade social em diferentes áreas na década de 1970, proporcionaram oportunidades para a retomada de pesquisas sobre o tema para o contexto empresarial (DE MELO PEREIRA, 2012).

A trajetória para as décadas seguintes, entretanto, ainda é considerada conservadora por alguns autores, em função do prevalecimento da ênfase em aspectos sociais de forma isolada ou paradoxal, apesar disso oportunidades de pesquisa no campo organizacional foram estabelecidas e permanecem em evidência (CARVALHO; VIEIRA; GOULART, 2012).

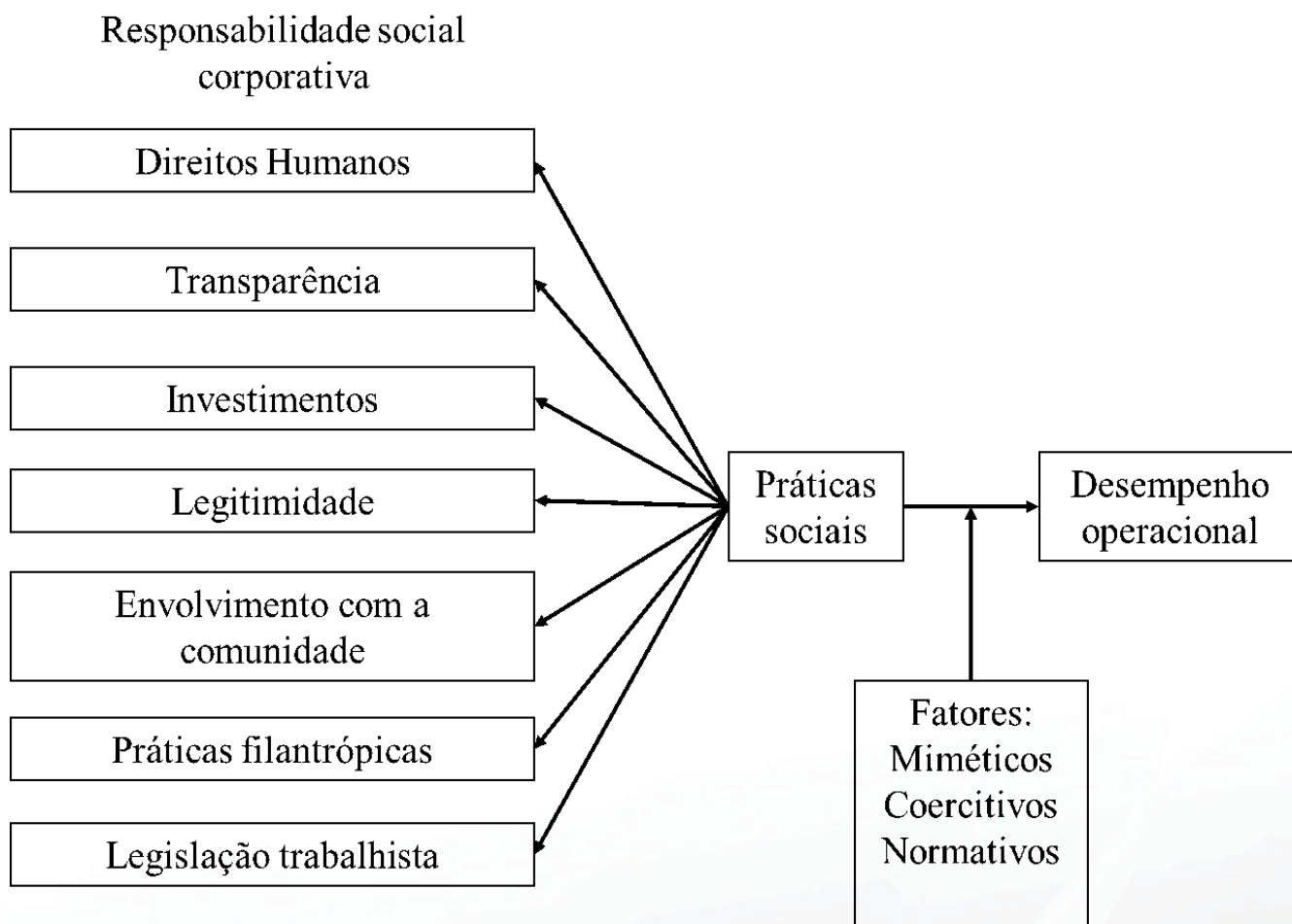
Nesse descortino, as práticas sociais refletem-se na influência dos mecanismos de comunicação corporativa e na integração dos processos organizacionais e até mesmo na estratégia organizacional, pois a mesma é desenvolvida por meio das interações sociais (CEZARINO et al., 2022; DE MELLO SILVA; MARINHO, SARTORI, 2022).

Apresenta-se, portanto, o principal desafio para as empresas: identificar o relacionamento que desejam e precisam gerar com os *stakeholders*. Isso porque, o fortalecimento desse relacionamento é o fator moderador diante de possíveis barreiras existentes para a implantação de estratégias de gestão sustentáveis (PICASSO et al., 2022; TUMPA et al., 2019).

Apesar dos estudos acadêmicos relacionados a responsabilidade social corporativa (RSC) (FENG; ZHU; LAI, 2017), afirmarem que ainda não existem modelos padronizados específicos que podem ser utilizados gerencialmente que fundamentem as ações das empresas, esse artigo ousa em apresentar o modelo a seguir na Figura 01.

Para tanto a moderação, consoante com Baron e Kenny (1986), ocorre quando as variáveis de moderação são capazes de reduzir ou aumentar a influência da magnitude da direção do efeito de uma ou mais variáveis preditoras (independentes) na variável de resposta (dependente). Assim, as discussões desse ensaio teórico apresentadas a seguir serão realizadas a partir do modelo teórico apresentado pela figura 01.

Figura 01: Modelo teórico que fundamenta o presente ensaio teórico acerca da relação existente entre a teoria institucional e as práticas sociais.



Fonte: Autores, 2024.

Conforme representado na figura 01, o objeto de estudo em questão estabelece a moderação da teoria institucional, isto é, os fatores, normativos coercitivos e miméticos, no modelo, moderam a relação entre às práticas sociais realizadas e o desempenho empresarial. (AGRAWAL, 2022; CAMPBELL, 2007; DAUKANTIENE, 2023; PICASSO et al., 2022; SANCHÁ, LONGONI, GIMÉNEZ, 2014; XIE et al., 2019).

Nesse panorama, compreende-se como fatores miméticos as ações empresariais que objetivam incorporar aos processos gerenciais e imitar as melhores práticas já realizadas por outras instituições, com a tentativa de garantir a legitimidade social, a melhoria da imagem corporativa e melhores níveis de desempenho operacional (DAUKANTIENE, 2023; SANDERS et al., 2019; PICASSO et al., 2022; SIQUEIRA; MÜLLER, 2022).

Por outro lado, os fatores normativos relacionam-se às influências políticas, regulatórias e de *compliance* exercidas por agentes governamentais e não governamentais, tais como grupos sociais, comunidades, ONGs e a mídia (GLOVER et al., 2014).

Por fim, os aspectos coercitivos materializam-se pelas pressões sofridas das organizações

pelos *stakeholders* como mecanismo de padronização de atividades (PICASSO et al., 2022; SANCHÁ; LONGONI; GIMÉNEZ, 2014; SIQUEIRA; MÜLLER, 2022).

No próximo tópico, aborda-se as percepções acerca do tema a partir da literatura existente.

3. PERCEPÇÕES ACERCA DO TEMA

Em um processo evolutivo das publicações relacionadas aos temas: a teoria institucional e Responsabilidade Social Corporativa (RSC), destaca-se Campbell (2007), o qual afirma que os fatores institucionais possuem papel de moderadores das condições econômicas e comportamentais junto às organizações.

Para tanto, define que a RSC, de forma abrangente, engloba o sincronismo existente entre, o desenvolvimento econômico, a elaboração de estratégias de negócio, o relacionamento com o meio ambiente e com a sociedade (Campbell, 2007). Assim, o autor apresenta oito proposições que justificariam o comportamento socialmente responsável e que revelam a falta de consenso sobre os fatores motivadores das ações sustentáveis.

Nesse panorama, Coelho e Ribeiro (2024) revelam estudos específicos sobre estratégias de gestão sustentáveis direcionadas para os **direitos dos recursos humanos**, assim como o desenvolvimento de habilidades, o envolvimento, o impacto dessas ações sobre o desempenho individual e consequentemente empresarial, tiveram aumento significativo após 2019. Nesse ambiente, White et al. (2017) asseveram a preocupação sobre as práticas laborais para países em desenvolvimento.

Alinhados à complexidade exposta por Campbell (2007) com a proposta de uma teoria institucional quanto a responsabilidade social corporativa (RSC), Sancha, Longoni, Giménez (2014) e El-Bassiouny e El-Bassiouny (2019), discorrem que para além dos fatores internos motivadores do comportamento socialmente responsável especificamente voltadas para **transparência junto aos stakeholders**.

Nesse contexto e de maneira crítica sobre a **transparência** das informações para os stakeholders, por meio dos relatórios de RSC, Xie et al. (2019) afirmam que apesar da existência de referências positivas entre uma gestão sustentável direcionada para a publicidade das informações para os *stakeholders*, as práticas de **transparência** (*disclosure*) enrijecem o comportamento organizacional, e devem ser realizadas em um nível moderado. Caso contrário, podem deliberar efeitos negativos nas organizações frente as ações adotadas.

Para garantir a publicidade dessas informações, os **investimentos em novas tecnologias**, são essenciais. Assim, as próprias práticas de gestão direcionadas para atingir um comportamento empresarial considerado ideal tornam-se perceptíveis na cultura e na visibilidade externa das empresas perante os stakeholders (PICASSO et al., 2022; XIE et al., 2019; NEUTZLING et al., 2018).

Ademais, Sancha, Longoni, Giménez (2014), Mani, Gunasekaran e Delgado (2018) e Sanders et al., (2019), justificam os investimentos, pois em mundo cada vez mais globalizado, as empresas enfrentam desafios de gestão e adaptação de estratégias, além de dificuldades de controle e monitoramento de boas práticas.

Em suma, quanto aos investimentos em tecnologias, Sun et al. (2024) declaram sobre as novas

tecnologias oferecem benefícios tanto quanto a melhoria de desempenho na área de RSC, mas também melhora o nível de utilização dos recursos e permite o estabelecimento de sistemas de gestão ambiental.

Em outro critério, Mani, Gunasekaran e Delgado (2018) afirmam que as práticas sociais são adotadas com base em padrões globais afim de atender a questões sociais, ainda que de forma simbólica, sendo, portanto, uma tentativa de garantir **legitimidade social**, movimento que influencia diretamente na competitividade.

Estabelecidas as oportunidades de pesquisa, esses autores direcionaram a observar as ações de sustentabilidade em indústrias de manufatura e descreveram que para além da perspectiva dos fornecedores, assim como enfatizado por Sancha, Longoni, Giménez (2014) e White, Nielsen, Valentini (2017), que a gestão sustentável ao longo da cadeia de suprimentos é complexa e demanda de sincronia para as questões sociais enfrentadas pelos agentes envolvidos: os fornecedores, a própria indústria, demais agentes da cadeia de suprimentos, **comunidade e até os consumidores**.

Adicionalmente, embasados pela institucional, El-Bassiouny e El-Bassiouny (2019) apresentam como o contexto social pode influenciar as variáveis organizacionais e a responsabilidade social corporativa (RSC), nos diferentes contextos dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, com destaque para os tópicos: **diversidade e governança**.

Esses autores corroboram com estudos anteriores, afirmando que as práticas sociais são mais realizadas por países desenvolvidos, desde que essas excedam as necessidades sociais básicas.

Nesse ambiente, White, Nielsen, Valentini (2017), assim como Feng, Zhu e Lai (2017), identificaram o padrão das publicações sobre a RSC, com ênfase para o contexto da indústria têxtil e de vestuário. Os estudos revelaram que a responsabilidade social corporativa é essencial para a integração dos processos gerenciais e para a **comunicação corporativa** e, além disso, existe predominância acadêmica por assuntos relacionados a diretos **trabalhistas e humanos**.

Esses desafios, catalisam necessidades de **governança** corporativa que por sua vez, se materializam na gestão consciente dos impactos sociais para todos os envolvidos, direta e indiretamente com as ações organizacionais (CAMPBELL, 2007; CEZARINO et al., 2022; FREEMAN; WICKS; PARMAR, 2004).

Para tanto, Sarkis, Gonzalez-Torre, Adenso-Diaz (2010) e Wu, Melnyk e Swink (2010), afirmam que as capacidades organizacionais, *capabilities*, são fundamentais para o sucesso empresarial e para a garantida da legitimidade social, isso porque proporcionam assertividade para as ações e engajamento entre os envolvidos.

Nesse cenário, o papel dos gestores é essencial, assim como estudos que objetivem avaliar o conhecimento, o pensamento e as atitudes dos funcionários sobre as práticas de sustentabilidade adotadas nas empresas. Isso é vital para compreender, sobretudo, como ocorrem as conexões entre as três dimensões do conceito de sustentabilidade, e as influências no comportamento e pensamento sustentável desses gestores (PAGELL; GOBELI, 2009).

Quanto ao contexto de países em desenvolvimento, enfrenta-se grandes barreiras, tais como, a falta de incentivos governamentais para implementação dessas estratégias ao longo da cadeia de suprimentos

e a própria falta de demanda por parte dos consumidores (EL-BASSIOUNY E EL-BASSIOUNY, 2019).

Entretanto, quando efetivadas, essas ações assumem papel de grande responsabilidade social e econômica para esses países (CAMPOS; SANCHIS; EJARQUE, 2020; MANI; GUNASEKARAN; DELGADO, 2018; TUMPA et al., 2019; CARVALHO; VIEIRA; GOULART, 2012; DE MELO PEREIRA; VOSS et al., 1997).

Por fim, El-Bassiouny e El-Bassiouny (2019), assim como Campbell (2007), e Sancha, Longoni, Giménez (2014), e os estudos bibliométricos apresentados por White, Nielsen, Valentini (2017), e Feng, Zhu e Lai (2017), reafirmam que a influência dos fatores organizacionais nas ações relacionadas a responsabilidade social corporativa são altas e significativas.

Concluiu-se que a **integração** é fator facilitador para a realização de ações sustentáveis, entretanto, a integração externa é a maior barreira para a implementação das práticas sociais direcionadas para os fornecedores (SANCHI; LONGONI; GIMÉNEZ, 2014).

Por fim, expõem-se os conceitos acerca do tema, conforme descrito no Quadro 01 a seguir:

Quadro 01: Percepções que integram o conceito da teoria institucional, realizadas pelos autores que a relacionam à responsabilidade social corporativa.

Percepções que integram o conceito da teoria institucional, realizadas pelos autores que a relacionam à responsabilidade social corporativa (RSC)
“A literatura de análise institucional é útil porque os institucionalistas entendem que as instituições, além do mercado, muitas das vezes são necessárias para garantir que as empresas respondam aos interesses dos atores sociais fora de si, particularmente na economia cada vez mais global de hoje (Scott, 2003: 346).” (Campbell, 2007, p. 947).
“As justificativas da vantagem competitiva afirmam que, ao se envolverem em certas atividades de RSC, as empresas podem melhorar a sua competitividade. As demandas das partes interessadas são vistas como oportunidades e não como restrições”. (Carroll; Shabana, 2010, p. 14).
“Dentro da teoria institucional, argumenta-se que o “engajamento das partes interessadas” é importante para que as empresas estabeleçam legitimidade social. As capacidades organizacionais que promovem a cooperação e a aprendizagem ambiental são uma parte crítica do envolvimento das partes interessadas.” (Sarkis; Gonzalez-Torre; Adenso-Diaz, 2010, p. 2).
“A inserção institucional da RSE no tecido social tem grande influência no grau de adoção de práticas de responsabilidade social. As condições políticas, legais e econômicas dos países e as condições culturais criam o ambiente em que as empresas operam, o que reflete os “papéis sociais” dos participantes no ciclo econômico, tais como empregadores, empregados, fornecedores etc.” (El-Bassiouny; El-Bassiouny, 2019, p. 3).
“Sob a abordagem de gestão estratégica, o processo de RSC é visto como uma atividade mais sistemática e estruturada, visando ganhos de desempenho e resultados de mercado.” (Cezarino et al., 2022 p. 2)

Fonte: Autores, 2024.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este ensaio apresenta a literatura sobre a teoria institucional como fator de moderação entre as práticas sociais e os critérios de desempenho operacional, e propõe uma abordagem que os relaciona ao conceito de responsabilidade social corporativa (RSC).

Nesse cenário, a teoria institucional fundamenta-se na interpretação social da realidade, e para o contexto organizacional, como os fatores e agentes sociais podem impactar nas estratégias e no comportamento empresarial. Esses impactos, podem ser sobre os fatores miméticos, coercitivos e normativos exercidos pelos stakeholders, que moderam a relação entre as práticas sociais e o desempenho empresarial.

Como implicações relevantes, afirma-se que o conceito de (RSC) é complexo, depende do contexto social e econômico, não possui definição padronizada, e ainda é ausente na literatura consenso específico acerca dos critérios que realmente o integram. Ademais, o papel dos gestores assim, como o envolvimento desses com as práticas realizadas e a flexibilidade a mudanças, são essenciais para o sucesso da implementação das ações de gestão sustentáveis.

Afirma-se que o desempenho operacional está diretamente ligado ao desempenho empresarial e, demanda de fatores como uma gestão eficiente de processos, flexibilidade, integração e melhoria contínua. Além disso, o desempenho operacional requer adaptabilidade das estratégias organizacionais para a incorporação de práticas influenciadas por fatores miméticos, coercitivos e normativos.

As contribuições práticas do trabalho estão na desmitificação das práticas voltadas para a área social e integradas ao contexto de Responsabilidade Social Corporativa (RSC). Nesse ambiente, apresenta-se uma interface entre a perspectiva teórica e estratégica e as práticas operacionais voltado para área de gestão de operações. Assim, empresas de pequeno, médio e grande porte podem visualizar mecanismos de integração ao tema relevante do século XXI.

As limitações desses estudos assim como oportunidades de pesquisa futuras, relacionam-se a possíveis análises do tema em diferentes setores. A identificação dos mecanismos de legislação (normativos), das pressões exercidas por stakeholders, fornecedores e/ou clientes (coercitivos) ou miméticos (da mesma cadeia) podem ser abordados, assim como a implementação de práticas e os impactos no desempenho.

REFERÊNCIAS

ARACIL, Elisa. Corporate social responsibility of Islamic and conventional banks: The influence of institutions in emerging countries. **International Journal of Emerging Markets**, v. 14, n. 4, p. 582-600, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJOEM-12-2017-0533>.

BARON, R. M.; KENNY, D. A. The Moderator-Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and statistical Considerations. **Journal of Personality and Social Psychology**, v.51, n.6, 1986, p.1173-1182.

CALDERÓN, H.; FAYOS, T.; FRASQUET, M. The transition of small Spanish wineries toward multi-channel distribution. **International Journal of Wine Business Research**, v. 32, n. 01, p. 139-158, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJWBR-12-2018-0071>.

CAMPBELL, John L. Why would corporations behave in socially responsible ways? An institutional theory of corporate social responsibility. **Academy of management Review**, v. 32, n. 3, p. 946-967, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.5465/amr.2007.25275684>.

CAMPOS, Vanessa; SANCHIS, Joan-Ramon; EJARQUE, Ana. Social entrepreneurship and Economy for the Common Good: Study of their relationship through a bibliometric analysis. **The International Journal of Entrepreneurship and Innovation**, v. 21, n. 3, p. 156-167, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1465750319879632>.

CARROLL, Archie B.; SHABANA, Kareem M. The business case for corporate social responsibility: A review of concepts, research and practice. **International journal of management reviews**, v. 12, n. 1, p. 85-105, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2009.00275.x>.

CARVALHO, Cristina Amélia; VIEIRA, Marcelo Milano Falcão; GOULART, Sueli. A trajetória conservadora da teoria institucional. *Gestão. Org*, v. 10, n. 3, p. 469-496, 2012.

CEZARINO, Luciana Oranges; LIBONI, Lara Bartocci; PACHECO, Larissa Marchiori; MARTIS, Flávio Pinheiro. Corporate social responsibility in emerging markets: Opportunities and challenges for sustainability integration. **Journal of Cleaner Production**, p. 132224, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132224>.

DE MELLO SILVA, Andreia Aparecida Figueira; MARINHO, Sidnei Vieira; SARTORI, Simone. Comunicação Interna na Perspectiva da Estratégia como Prática Social. **Revista Organizações em Contexto**, v. 18, n. 36, p. 3-39, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.15603/1982-8756/roc.v18n36p3-39>.

DE MELO PEREIRA, Fernando Antonio. A evolução da teoria institucional nos estudos organizacionais: um campo de pesquisa a ser explorado. **Revista Organizações em Contexto**, v. 8, n. 16, p. 275-295, 2012.

DOS SANTOS, Gilberto Friedenreich; WEBER, Arlete Longhi. Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social Empresarial: uma análise entre a teoria e a prática. **Desenvolvimento em Questão**, v. 18, n. 51, p. 247-267, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2020.51.247-267>.

DAUKANTIENĖ, Virginija. Analysis of the sustainability aspects of fashion: a literature review. **Textile Research Journal**, v. 93, n. 3-4, p. 991-1002, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/00405175221124971>.

EL-BASSIOUNY, Dina; EL-BASSIOUNY, Noha. Diversity, corporate governance and CSR reporting: A comparative analysis between top-listed firms in Egypt, Germany and the USA. **Management**

of Environmental Quality: An International Journal, v. 30, n. 1, p. 116-136, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/MEQ-12-2017-0150>.

FENG, Yunting; ZHU, Qinghua; LAI, Kee-Hung. Corporate social responsibility for supply chain management: A literature review and bibliometric analysis. **Journal of Cleaner Production**, v.158, p.296-307, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.018>.

GLOVER, J. L.; CHAMPION, D.; DANIELS, K. J.; DAINITY, A. J. An Institutional Theory perspective on sustainable practices across the dairy supply chain. **International Journal of Production Economics**, v.152, 2014, 102-111.

GOMES, Gabriela Pedro; COELHO, Arnaldo; RIBEIRO, Neuza. A systematic literature review on sustainable HRM and its relations with employees' attitudes: state of art and future research agenda. **Journal of Organizational Effectiveness: People and Performance**, 2024. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JOEPP-11-2023-0497/full/html>. Acesso em 05 ago. 2024

LIU, Xianbing; ANBUMOZHI, Venkatachalam. Determinant factors of corporate environmental information disclosure: an empirical study of Chinese listed companies. **Journal of cleaner production**, v. 17, n. 6, p. 593-600, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.10.001>.

MANI, Venkatesh; GUNASEKARAN, Angappa; DELGADO, Catarina. Supply chain social sustainability: Standard adoption practices in Portuguese manufacturing firms. **International Journal of Production Economics**, v. 198, p. 149-164, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.01.032>.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada**. Bookman Editora, 2019. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rac/a/4mNCY5D6rmRDPWXtrQQMyGN/>. Acesso em: 16 mai. 2024.

MENEGHETTI, Francis Kanashiro. O que é um ensaio-teórico?. **Revista de administração contemporânea**, v. 15, p. 320-332, 2011.

MESQUITA, Patricia da Cruz. **A sustentabilidade na indústria da moda**. Orientador: Susana Maria Palavra Garrido Azevedo. Tese (Doutorado). 2015. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/handle/11338/3750>. Acesso em: 25 mai. 2023.

NAZIR, Owais; ISLAM, Jamid Ul; RAHMAN, Zillur. Effect of CSR participation on employee sense of purpose and experienced meaningfulness: A self-determination theory perspective. **Journal of Hospitality and Tourism Management**, v. 46, p. 123-133, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2020.12.002>.

NAZIR, Owais; ISLAM, Jamid Ul; RAHMAN, Zillur. Effect of CSR participation on employee sense of purpose and experienced meaningfulness: A self-determination theory perspective. **Journal of Hospitality and Tourism Management**, v. 46, p. 123-133, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2020.12.002>.

NEUTZLING, Daiane Mülling et al. Linking sustainability-oriented innovation to supply chain relationship integration. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 3448-3458, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.091>.

PEDERSEN, Lasse Heje; FITZGIBBONS, Shaun; POMORSKI, Lukasz. Responsible investing: The ESG-efficient frontier. **Journal of Financial Economics**, v. 142, n. 2, p. 572-597, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2020.11.001>.

PENG, David Xiaosong; SCHROEDER, Roger G.; SHAH, Rachna. Linking routines to operations capabilities: A new perspective. **Journal of operations management**, v. 26, n. 6, p. 730-748, 2008. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.11.001>.

PICASSO, Fernando Gonçalves; BIAZZIN, Cristiane; PAIVA, Ely Laureano; PARYKA, Raul Beal. Socially responsible supply chain initiatives and their outcomes: a taxonomy of manufacturing companies. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 28, n. 1, p. 90-106, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/SCM-11-2020-0578>.

RISI, D.; VIGNEAU, L.; BOHN, S.; WICKERT, C. Institutional theory-based research on corporate social responsibility: Bringing values back in. **International Journal of Management Reviews**, v.25, n.1, 2019, 20233-23. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ijmr.12299>

ROSSI, Efigênia; Ana Carolina BERTASSINI; FERREIRA Camila dos Santos; AMARAL Weber Antonio Neves do; OMETTO, Aldo Roberto. Circular economy indicators for organizations considering sustainability and business models: Plastic, textile and electro-electronic cases. **Journal of Cleaner Production**, v. 247, p. 119137, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119137>.

SANCHA, Cristina; LONGONI, Annachiara; GIMÉNEZ, Cristina. Sustainable supplier development practices: Drivers and enablers in a global context. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 21, n. 2, p. 95-102, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2014.12.004>.

SANDERS, Nada R.; BOONE, Tonya, GANESHAN, Ram, WOOD, John D. Sustainable supply chains in the age of AI and digitization: research challenges and opportunities. **Journal of Business logistics**, v. 40, n. 3, p. 229-240, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jbl.12224>.

SARKIS, Joseph; GONZALEZ-TORRE, Pilar; ADENSO-DIAZ, Belarmino. Stakeholder pressure and the adoption of environmental practices: The mediating effect of training. **Journal of operations Management**, v. 28, n. 2, p. 163-176, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2009.10.001>.

SINHA, Pragati; SHARMA, Monica; AGRAWAL, Rajeev. A systematic review and future research agenda for sustainable fashion in the apparel industry. **Benchmarking: An International Journal**, n. ahead-of-print, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BIJ-02-2022-0142>.

SIQUEIRA, Fernanda Rodrigues de; MÜLLER, Carlos André da Silva. Integração entre Teoria dos Stakeholders e Visão Baseada em Recursos: trajetória percorrida pela literatura de Administração. **Revista Ibero-Americana de Estratégia**, v. 21, n. 1, p. e20110-e20110, 2022. – Disponível em:

<https://uninove.emnuvens.com.br/riac/article/view/20110>.

SOARES, S. V.; PICOLLI, I. R. A.; CASAGRANDE, J. L. Pesquisa bibliográfica, pesquisa bibliométrica, artigo de revisão e ensaio teórico em administração e contabilidade. **Administração: ensino e pesquisa**, v.19, n.2, 2018, p.308-339.

SUN, Z.; WANG, W.; WANG, W.; SUN, X. How does digital transformation affect corporate social responsibility performance? From the dual perspective of internal drive and external governance. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v.31, n.2, 2024, 1156-1176. DOI: 10.1002/csr.2615.

TUMPA, Tasmia Jannat et al. Barriers to green supply chain management: An emerging economy context. **Journal of cleaner production**, v. 236, p. 117617, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117617>.

VOSS, Chris A. Alternative paradigms for manufacturing strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 15, n. 4, p. 5-16, 1995.

WU, S. J.; MELNYK; S. A.; SWINK, M. An empirical investigation of the combinatorial nature of operational practices and operational capabilities: Compensatory or additive? **International Journal of Operations & Production Management**, v.32, n.2, p.121–155, 2012. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/01443571211208605/full/html>. Acesso em: 05 ago. 2024.

WICKERT, Christopher. Corporate social responsibility research in the Journal of Management Studies: A shift from a business-centric to a society-centric focus. **Journal of Management Studies**, v. 58, n. 8, p. E1-E17, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/joms.12775>.

WHITE, Candace L.; NIELSEN, Anne Ellerup; VALENTINI, Chiara. CSR research in the apparel industry: A quantitative and qualitative review of existing literature. **Corporate social responsibility and environmental management**, v. 24, n. 5, p. 382-394, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/csr.1413>.

XIE, Jun; NOZAWA, Wataru, YAGI, Michiyuki, FUJII, Hidemichi, MANAGI, Shunsuke. Do environmental, social, and governance activities improve corporate financial performance? **Business Strategy and the Environment**, v. 28, n. 2, p. 286-300, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bse.2224>.

ESTUDO DE PARÂMETROS DE CORTE DE UMA FERRAMENTA INTERCAMBIÁVEL: melhoria no processo de manutenção e ergonomia - um estudo de caso

REIS, R. S. M., Uberaba/MG, rodrigo_hornet@yahoo.com.br
OLIVEIRA, T. A. B., UNIUBE – Uberaba/MG
SILVA, L. A., UNIUBE – Uberaba/MG, leandro.aureliano1979@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo visa descrever sobre melhoria contínua e ergonomia no setor de manutenção direcionada a praticidade da ação produtiva, e a segurança no trabalho. A metodologia utilizada volta-se a um estudo bibliográfico sobre o tema ergonomia e segurança no trabalho, tendo como meio de pesquisa o estudo de caso, em uma empresa prestadora de serviço para o ramo sucroalcooleiro. Justifica-se este estudo pela cadeia operacional a qual operadores tinha que colocar manualmente, chapas em carretas de cana-de-açúcar, que lhes causavam stress, riscos ergonômicos e dificuldades operacionais. Pode-se averiguar no decorrer do processo que seria importante encontrar uma solução viável para diminuir o esforço físico dos operadores, minimizando a exposição a riscos e gerando maior segurança no trabalho. Foi encontrada a solução na automação do processo passando-o para mecanizado, dispensando operadores da operação. O resultado do estudo demonstrou que simples ações podem gerar maior estabilidade produtiva, além de gerar maior segurança na operação e, ainda, redução de custos.

Palavras-chave: Ergonomia; Praticidade; Melhoria no Processo; Redução de custos.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a preocupação com a saúde do trabalhador tem sido cada vez mais evidente, leis, normas reguladoras, resoluções vão sendo criadas para que se possa garantir melhores condições de trabalho.

Na saúde pública brasileira, a saúde do trabalhador, mostra-se um campo específico que procura realizar procedimentos com a finalidade de proteger a saúde de todos os envolvidos na atividade laboral (GUIMARÃES, 2005).

Muitas atividades dispensam muito esforço ergonômico por parte dos trabalhadores, e torna-se importante destacar que esta realidade ocorre em grandes setores, principalmente, os relacionados as oficinas mecânicas, com maquinários de grande porte.

No Brasil, segundo Oliveira (2003) existem traços culturais predominantes na maioria das

empresas em relação a segurança e saúde no trabalho, que muitas vezes inibem implementações de ações destinadas a melhoria dos ambientes laborais e as condições de trabalho, que irão promover segurança e saúde ao trabalhador.

O mundo do trabalho encontra-se em pleno processo de transformação, reestruturação produtiva e inovações tecnológicas. Alterando assim, a forma de organização, gestão e controle do trabalho, resultando em novas possibilidades de ação e fortalecendo a competitividade (ABRHÃO; PINHO, 2002).

No trabalho diário é imprescindível que as empresas se preocupem com o ser humano, pois afinal sem este, o desenvolvimento de suas ações não se desenvolverá de forma plena.

Observa-se no contexto empresarial que é indispensável se pensar na ordem física, psíquica e social do colaborador, para que possa ter um bom desempenho e produtividade. Diante desta realidade, a ergonomia tem sido uma ferramenta muito importante para que se possa atingir melhoria no trabalho, mas tendo qualidade de vida (MAIA; FRANCISCO, 2007).

Esta realidade faz parte do ambiente investigado nesta pesquisa, que propõe mostrar quais ações podem ser criadas visando adequar o trabalho a saúde do trabalhador, evitando riscos ergonômicos que podem lhe causar mal e, também trazer problemas trabalhistas para a empresa da qual faz parte.

O objetivo deste estudo visa descrever sobre melhoria contínua e ergonomia no setor de produção direcionada a praticidade da ação produtiva e a segurança no trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Segurança do Trabalho (ST) surgiu em meio a muitos debates, lutas e movimentos trabalhistas, que partiram, principalmente, do intuito de melhorar as condições de trabalho do povo brasileiro. Em 1919 foi promulgada no Brasil a Lei n. 3.724, que fez referência aos Acidentes de Trabalho. O desenvolvimento de uma legislação de proteção aos trabalhadores surgiu com o processo de industrialização, durante a República Velha (1889-1930), sendo elementos marcantes das primeiras normas trabalhistas do país: a Lei de Acidentes de Trabalho de 1919; a Lei de Férias de 1926; e, o Código do Menor de 1929 (MENDONÇA, 2004).

Após a Revolução de 1930, foi criado no Brasil o Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio pelo Decreto n. 19.667 de 1931. No entanto, a legislação trabalhista foi ampliada no Governo Vargas (1930-1945) com a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), instituída pelo Decreto-Lei n. 5.452, de 1º de maio de 1943 (BRASIL, 1943).

Na verdade, com a Revolução Industrial (1930), houve o surgimento do Direito do Trabalho, a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, somando-a a Constituição Federal de 1988, trouxe para o país um fortalecimento de cuidados para com a classe trabalhadora, principalmente, considerando seus direitos.

Não muito depois da CLT, a Segurança no Trabalho teve outras conquistas entre as décadas de 1950 a 1990 grandes acontecimentos como:

- Portaria 155/1953, regulamenta e organiza as CIPA's – *Comissões Internas de Prevenção de*

Acidentes e se estabelecem normas para seu funcionamento; a Portaria 319/1960, regulamenta o uso dos EPI's - *Equipamentos de Proteção Individual*;

- Lei n. 5.136/1967 – Lei de Acidente de trabalho. Um ano depois, a Portaria 32 fixou condições para a organização e funcionamento da CIPA nas empresas;
- Portaria 3.237/1972 que determina, obrigatoriamente, o Serviço Especializado de Segurança do Trabalho (SEST); a Portaria 5/1985, que constitui a Comissão Nacional de Representantes de Trabalhadores para Assuntos de Segurança do Trabalho;
- Lei n. 7.140/1985 referente a Especialização de Engenheiros e Arquitetos em Engenheiro de Segurança; e,
- Lei n. 8.080/90, que dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Com a publicação desta lei, os profissionais trabalhadores passaram a ser mais protegidos. A promulgação dessa lei tornou dever do Estado prover as condições indispensáveis para que todo cidadão tivesse acesso à saúde (BRASIL, 1990).

Contudo, assim como o Estado passou a ter a obrigação de zelar pela saúde da coletividade, com a publicação do Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943 e com a CFRB de 1988, passou também o empregador a ter o dever de oferecer aos seus empregados as condições adequadas para a promoção, proteção e recuperação da saúde de seus subordinados (BRASIL, 1988).

Esse amparo legal, que, como afirmado, se estende a todos profissionais, foi uma conquista importante do trabalhador brasileiro, pois, com essas determinações legais, ampliaram-se os cuidados com a saúde dos profissionais, visto que existem condutas e posturas que podem prejudicar o empregado, seja ele de qual área for (BRASIL, 1943).

No entanto, orientações práticas específicas para setores, empresas, países e culturas serão desenvolvidas pela OMS – Organização Mundial de Saúde, em colaboração com os países, especialistas e partes interessadas (OMS, 2010).

De acordo com SESI (2015) as empresas saudáveis, isto é, com colaboradores saudáveis, geram menos custos e maior produtividade. Por este motivo, torna-se de fundamental importância que se invista em segurança do trabalho, para que se possa evitar riscos ergonômicos, e com isso a empresa ganhará inclusive com redução de custos.

A ergonomia é fator de grande contribuição no processo produtivo, à medida que se interessa em gerar maior Qualidade de Vida no Trabalho - QVT. A ergonomia como um elemento de grande importância no meio trabalhista, surgiu na década de 40, vista como uma abordagem de trabalho humano e suas interações no contexto social e tecnológico, que procurava mostrar a complexidade envolvida no trabalho e a multiplicidade e fatores que compunham esta realidade (ABRAHÃO; PINHO, 2002).

No ponto de vista organizacional é importante destacar que as empresas enfrentam diariamente um elenco de problemas no cotidiano do ambiente de trabalho, colocando em risco a qualidade de vida dos trabalhadores (FERREIRA, 2008). Sendo a ergonomia cada vez mais solicitada para atuar de forma

a analisar o processo de reestruturação produtiva, principalmente, as voltadas à atividade e à inadequação do processo de trabalho, gerando mudanças (ABRAHÃO, 2000).

A Ergonomia pode ser vista como sendo um estudo da adaptação do trabalho ao homem, envolvendo assim todas as ações e tarefas pertinentes a sua realidade laboral (MAIA; FRANCISCO, 2008). Neste contexto, cada atividade deve ser vista e compreendida como sendo de fundamental importância para que o colaborador tenha um bom resultado diante das ações desempenhadas, mas que ao mesmo tempo tenha saúde.

A partir do momento em que o colaborador na empresa começa a ter problemas que atinjam sua saúde física, psíquica ou mental, a ergonomia passa atuar, para amenizar esses tipos de problemas.

Neste contexto, as empresas hoje para adequar melhor as ações e conquistar maior desempenho, passaram a trabalhar com projetos de melhoria contínua. A melhoria de processos no plano empresarial se faz primordial, tanto que no decorrer dos anos as literaturas mostram muitos processos de melhoria que elevaram a qualidade e a segurança no processo produtivo, partindo de estratégias que podem ser efetivadas no contexto da Sistema de Gestão. Diante desta realidade, a utilização de ferramentas adequadas para realizar uma análise obtendo uma visão geral ou pormenorizada do processo produtivo da empresa, é a base para as futuras tomadas de decisões.

O Sistema de Gestão de Segurança no Trabalho – SGST, pode ser visto como sendo a “parte do sistema de gestão global” que facilita o gerenciamento dos riscos de SST associados aos negócios da organização, incluindo a estrutura organizacional, as atividades de planejamento, as responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política de SST da organização (CHAIB, 2005).

A figura 01, demonstra os elementos do SGST visando a melhoria contínua, no ambiente empresarial, referentes a segurança do trabalho.

Figura 01: Elementos de um SGST em melhoria contínua.



Fonte: Chaib, 2005, p. 18.

A SGST deve ver qual área pretende realizar as melhorias e estar preparado para a resistência que irá surgir, principalmente, porque criar uma gestão de melhorias, ou mesmo um sistema de gestão implica em mudanças e os envolvidos muitas vezes não estão preparados. No caso da SGST, pode-se citar o uso de EPIs por exemplo, que mesmo sendo necessário para a proteção do próprio trabalhador, é de exigência legal, porém muitos ainda não fazem uso do mesmo no ambiente de trabalho.

É importante, considerar que, a gestão de segurança e saúde, através da garantia da integridade e da saúde dos funcionários é fator de desempenho que deve ser incorporado à gestão do negócio empresarial (LAPA, 2001 apud ARAÚJO; SANTOS; MAFRA, 2006). Neste diapasão, diversas micro, pequenas e, também, grandes empresas têm se preocupado em conhecer a SGST, para assim, traçar ações que possam melhorar a produtividade, pois a segurança do trabalhador é fator decisivo para o sucesso da empresa.

Segurança, saúde e bem-estar dos trabalhadores, segundo a OMS (2010) são preocupações vitais de centenas de milhões de profissionais em todo o mundo, mas a questão se estende para além dos indivíduos e suas famílias. Ela é de suprema importância para a produtividade, competitividade e sustentabilidade das empresas e comunidades, assim como para as economias nacionais e regionais.

De acordo com Araújo, Santos e Mafra (2006), as empresas devem estar livres de riscos inaceitáveis de danos nos ambientes de trabalho, garantindo o bem estar físico, mental e social dos trabalhadores e partes interessadas. Para minimizar ou eliminar prejuízos, muitas organizações desenvolvem e implementam sistemas de gestão voltados para a segurança e saúde ocupacional. Por este motivo, é de fundamental interesse que os gestores de empresas saibam da importância e conheçam os SGST para viabilizar estes sistemas de gestão, capazes de melhorar o ambiente organizacional.

Portanto, é um desafio, de extrema importância, que o empresário entenda e compreenda a linguagem da segurança do trabalho, suas ferramentas, suas ações, enfim, o passo a passo das ações desenvolvidas pela SGST. Afinal, estas são partes do desenvolvimento de toda a empresa, principalmente, considerando a tomada de decisão.

O conhecimento do empreendedor/proprietário da empresa de pequeno porte deve ser suficiente para o entendimento das transações financeiras, bem como para que possa controlar de forma eficaz tudo o que é desenvolvido fora e dentro da empresa (CHIAVENATO, 2006).

Geralmente, a falta de conhecimento mais profundo sobre as questões trabalhistas, principalmente, sobre a segurança do trabalho e seus ensejos, pode gerar problemas para o proprietário, como multas por irregularidades encontradas, por exemplo. Realidade que já fez com que diversas empresas fechassem.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo volta-se ao desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica direcionada a segurança no trabalho e ergonomia, de modo a dar fundamentação a proposta desenvolvida a posteriori mostrada no Estudo de Caso.

Neste estudo, foram utilizadas ferramentas de análise para a verificação de problemas no setor de mecânica, destacando-se quatro ferramentas de Gestão ou Suporte de SGST (quadro 01).

Quadro 01: Ferramentas de Gestão ou Suporte de SGST.

Ferramenta	Descrição	Aplicação
Diálogo Diário de Segurança (DDS)	Treinamento que tem como objetivo alertar os trabalhadores sobre os riscos existentes nas atividades que desenvolvem (rotineiras ou não).	Apresentação pelo encarregado, mestre ou técnico de segurança; sorteio de trabalhador para expor suas ideias sobre o tema; interativo ou prático (executado no posto de trabalho), onde é possível demonstrar na prática os riscos aos quais os trabalhadores estão expostos.
Inspeção Específica de Segurança	Objetiva realizar verificações de segurança em máquinas, equipamentos, ferramentas, instalações, equipamentos de proteção individual, etc. Verificação por meio de “check-list” visando identificar as condições do ambiente de trabalho classificando-os dentro ou fora dos padrões de segurança.	Explicação pelo técnico ou engenheiro de segurança; explicação pelo engenheiro responsável ou residente; explicação pelo coordenador do setor onde a inspeção será realizada.
Investigação de Acidentes	Estudos, pesquisas e inquirições que se levam a efeito para apurar as causas de acidentes ocorridos. É uma das atividades mais comuns da CIPA e inspetores de segurança.	Inicia-se após o evento ter ocorrido ou sido constatado, com a preservação do local e coleta do máximo de informações, depoimentos e cobertura fotográfica do local e adjacências. A investigação não pode ir em busca de um culpado, mas sim das causas que irão evitar sua repetição.
Mudança Tecnológica	Toda e qualquer mudança no projeto dos equipamentos, das condições de processo, de insumos ou de determinada instalação física.	Todas as pessoas envolvidas com a mudança de tecnologia devem obter conhecimento e adoção de tal procedimento, a fim de evitar riscos desnecessários para os envolvidos durante e após as mudanças.

Fonte: Adaptado de Cocharero, 2007.

Estas ferramentas descritas por Cocharero (2007), foram estudadas para a aplicação no ambiente da engenharia civil. No entanto, podem ser aplicadas em qualquer realidade ou ramo empresarial, desde que sejam previamente analisadas e voltadas para o setor que irão ser desenvolvidas.

No Estudo de Caso, estas quatro ferramentas foram utilizadas para identificar o problema e gerar a melhoria. No caso a primeira, foi o Diálogo no qual se verificou o desgaste físico dos trabalhadores, ao colocar as chapas nas carretas de cana-de-açúcar picada. A segunda ferramenta, Inspeção Específica de Segurança, foi realizada para analisar o nível de desgaste físico dos trabalhadores e assim, traçar uma estratégia de ação para minimizá-los. A terceira ferramenta, Investigação de Acidente, foi feito um levantamento pela CIPA - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes de ocorrências anteriores sobre

colaboradores do setor de manutenção da mecânica, no trabalho de colocação das seis chapas na carreta.

E, a mudança tecnologia, quarta ferramenta realizada no SGST, resultou na mecanização do processo de acoplar as chapas nas carretas, que passou a ser feita com um guincho automatizado.

4. ESTUDO DE CASO

A empresa prestadora de serviços, no trabalho com máquinas grandes, muitas relativas a transporte de cargas, desenvolveu um sistema de gestão de manutenção para melhor atender as dificuldades encontradas no setor para atender a demanda.

O Departamento de Trânsito - DETRAN obrigou todas as usinas, no caso as de transporte (como as carretas de transporte de cana-de-açúcar), a andarem mais leves. A forma que muitas empresas acharam para isso seria mandar diminuir as cargas, e no caso da Usina, seria a diminuição das carretas de cana-de-açúcar, de 12 para 10 metros.

No entanto, a empresa que solicitou o serviço do chapeamento das carretas, como está passando por uma fase financeira ruim, preferiu fazer a instalação da chaparia. Esta irá diminuir o fluxo de cana interno dentro da carreta, ou seja, irá diminuir a carga (quantidade de cana picada) e com isso o peso.

O correto seria as empresas cortarem as carretas diminuindo de 12 metros para 10 metros. O que chegaria no mesmo cálculo que a empresa que solicitou o serviço de chaparia também chegará. Ou seja, estará carregando a mesma quantidade de cana-de-açúcar picada do que a carreta da empresa que fez o corte. Por isso que a empresa contratante dos serviços está colocando as chapas, pois é economicamente mais viável para a mesma.

Para cumprir o serviço, no entanto, a empresa prestadora de serviço, estava tendo problemas com a saúde dos colaboradores. Para a colocação das chapas nas carretas de cana-de-açúcar (6 chapas por carreta) os colaboradores se esforçavam muito fisicamente, o que estava gerando problemas aos mesmos. A solução foi transformar um processo manual em um processo mecanizado.

No processo anterior as melhorias, estas chapas do interior da carreta, eram afixadas nas mesmas, para a melhor condução da cana-de-açúcar, para que não sejam perdidos elementos no decorrer do transporte. A figura 02, mostra uma carreta chapeada, com destaque nas seis chapas que são colocadas para diminuir o espaço da carreta, podendo reduzir a quantidade de material a ser transportado, e por consequência, o peso da carga.

Figura 02: Carreta chapeada.

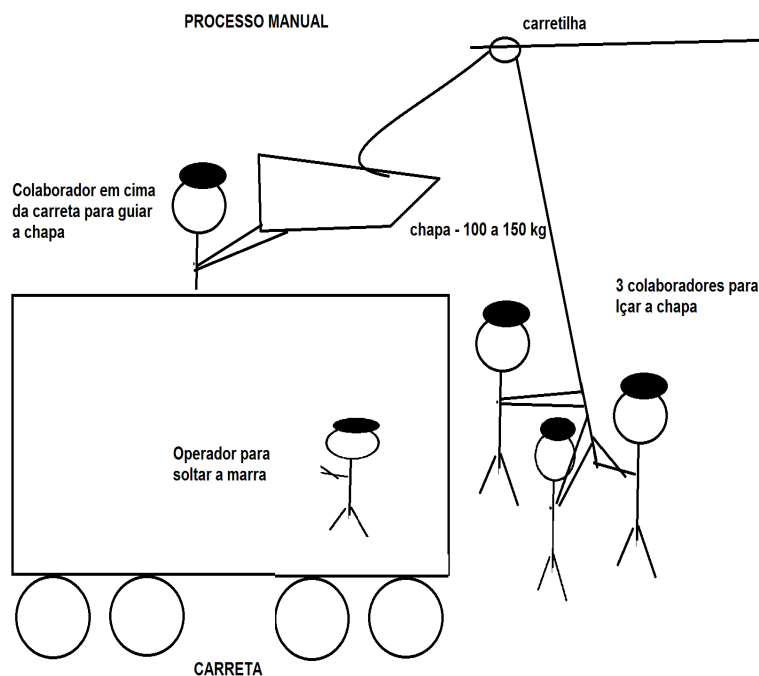
Chapamento



Fonte: Autores, 2016.

No entanto, para a realização do serviço de chapeamento da carreta era necessário a força física de 5 (cinco) operadores. Para o processo, utilizava uma carretilha, com uma corda para içar a chapa manualmente, eram três pessoas puxando, além de uma pessoa no alto da carreta para guiar a chapa ao reboque da carreta, e outra pessoa dentro da carreta para soltar a marra (figura 03).

Figura 03: Figura ilustrativa do processo Manual.



Fonte: Autores, 2016.

O processo manual, como se pode analisar, gerava muitos problemas para a empresa, primeiro, que quando havia uma carreta para chapar, ou para realizar a manutenção das chapas, outras áreas sofriam perdas, pois era preciso remanejar colaboradores para o setor de manutenção para ajudar no reboque das chapas para dentro da carreta.

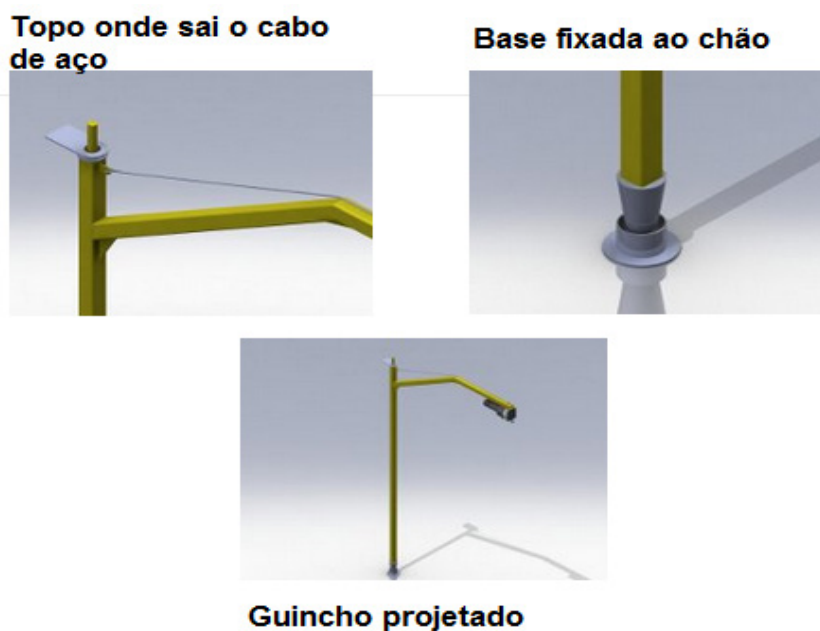
O processo também era demorado, pois como as chapas pesavam entre 100 a 150 kg, os colaboradores tinham dificuldades de içar esse peso todo, ainda mais, que o faziam 6 vezes consecutivas, pois são seis chapas para completar um chapeamento total da carreta.

Realidade, que também, gerava muito desgaste físico e problemas de saúde, pois muitos queixavam-se de dores no pescoço e nos braços, quando não tinham que ser afastados do trabalho por até uma semana por conta de torções e traumas mais sérios. Além disso, corria-se o risco de por falha humana, a chapa cair e poder atingir algum dos colaboradores, gerando um grave acidente de trabalho.

O problema foi ficando insustentável na empresa, até que ocorreu a ideia de desenvolver um projeto de um guincho para a sustentação destas chapas, o que auxiliaria não só no momento do chapeamento, como na manutenção destas chapas que veem para serem soldadas constantemente, ou repor um ou outra peça nova.

A figura 04 traz uma ilustração do projeto desenvolvido do guincho criado pelo Engenheiro de Manutenção da empresa. Pode-se analisar o topo do guincho, onde é passado o cabo de aço e a base afixada ao chão, e, ainda, mostra como é feita sua montagem, ou seja, sua estrutura.

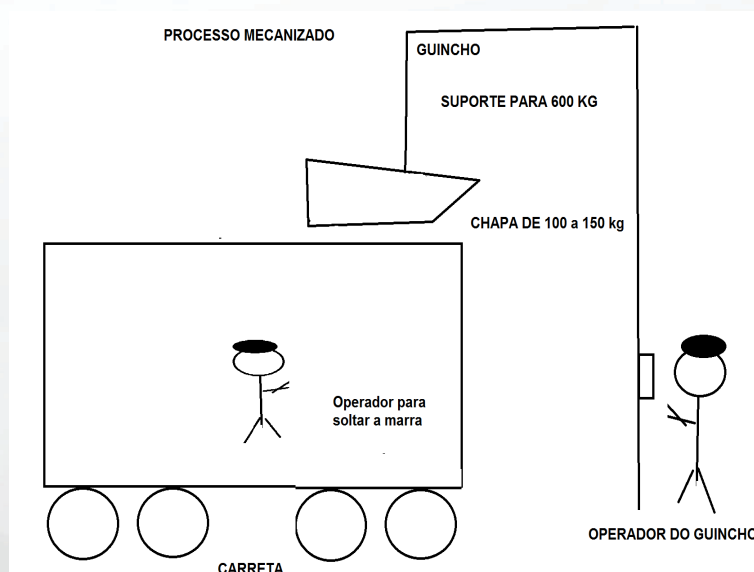
Figura 04: Imagem do projeto do guincho - Protótipo.



Fonte: Autores, 2016.

O novo Projeto do Guincho (figura 05), fez com que o processo passasse de manual para mecanizado. E assim, sendo realizado em outro processo, mais organizado, ágil e menos dispendioso.

Figura 05: Figura ilustrativa do processo Mecanizado.



Fonte: Autores, 2016.

Como se pode analisar, o processo mecanizado tem um menor número de colaboradores, apenas 2 (dois), dispensando 3 (três) do processo anterior. Gerando uma economia para a empresa de mão-de-obra, de 58% de custos com operadores, que permaneceram em suas funções, o que antes não era possível. Além destes dois, também há o soldador das chapas, somando três colaboradores para o serviço.

O tempo também foi agilizado, e ainda, como se observa, as chapas pesam entre 100 a 150 kg, o peso que o guincho suporta içar é de até 600 kg, podendo assim, içar três de uma única vez.

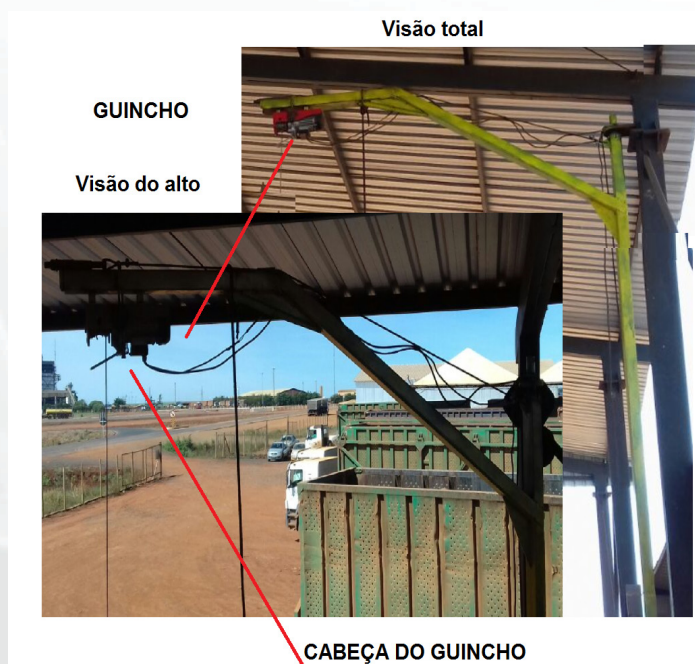
O problema de os operadores sentirem dores foi resolvido, não há dispensa e nem atestado por motivo de esforço físico nesta operação. Fator também que gerou 100% de redução de custos para a empresa.

A seguir, nos resultados apresenta-se o guincho em operação, para demonstrar os resultados do processo de manutenção após sua utilização na empresa.

5. RESULTADOS

Nos resultados será apresentado o guincho em execução para melhor analisar o processo, que passou a ser mecanizado. A figura 06, mostra o guincho que foi construído pela equipe de manutenção da empresa.

Figura 06: Guincho Automatizado.



Fonte: Autores, 2016.

A equipe de manutenção recebeu ordem de serviço de fazer manutenção de uma carreta, soldando as chapas que estavam se soltando e repondo uma que precisaria de ser trocada, devido as avarias sofridas.

Esta carreta foi totalmente, chapeada no ano de 2015 e precisaria de uma manutenção preventiva.

No processo de manutenção, a carreta é colocada na oficina, ficando próxima ao guincho, após um operador inicia o processo de içar a chapa que irá ser chapada (figura 07).

Figura 07: Guincho içando a chapa.



Fonte: Autores, 2016.

Concomitantemente, outro operador fica dentro da carreta para soltar a marra (figura 08).

Figura 08: Operador dentro da carreta para soltar a marra.



Fonte: Autores, 2016.

Com a chapa dentro da carreta, inicia-se a manutenção, fazendo a solda das chapas. A figura 09, mostra a manutenção sendo realizada.

Figura 09: Operador dentro da carreta fazendo manutenção.



Fonte: Autores, 2016.

Toda a manutenção é realizada com muito critério, e fazendo uso dos EPIs, como é exigido para este trabalho, como luvas e óculos, enfim, o colaborador fica devidamente preparado e protegido para realizar seu trabalho.

Na figura 10, observa-se o antes e o depois da manutenção realizada na carreta de transporte de cana-de-açúcar.

Figura 10: Antes e depois da manutenção.



Fonte: Autores, 2016.

O trabalho de chapamento de uma carreta levava o dia todo para ser realizado, pois além de cortar a chaparia na medida correta, era necessário deslocar o pessoal para o trabalho do içamento das chapas.

Cometia-se neste caso, inclusive desvio de função, pois eram contratados para serviços de mecânica e eram colocados para fazerem serviço braçal.

Hoje com o processo mecanizado, a empresa consegue fazer duas carretas e meia por dia, usando somente o pessoal da manutenção. Agilizou-se o tempo de manutenção e o pessoal está mais descansado, pois o esforço físico não existe.

Outro ponto a ser destacado é a manutenção em si, ou seja, a empresa sucroalcooleira que contratava o serviço, dava a chaparia e o eletrodo (componente de solda) e a empresa prestadora de serviço (do estudo de caso) entrava com a máquina de solda e a mão-de-obra. O valor cobrado pelo serviço é de R\$ 3.000,00 (três mil reais).

No entanto, o valor cobrado continuou o mesmo para a empresa do estudo de caso, porém, passou a se utilizar a mão-de-obra que já seria dispendida para realizar o trabalho em questão, sem a necessidade de realocar funcionários de outras funções, além de ser possível aceitar mais serviços, que antes dispensava-se, devido ao pessoal estar remanejado para o içamento das chapas.

Inclusive, a empresa abriu um setor de hidráulica, pois há mais tempo e colaboradores disponíveis para os serviços. Aumentou a carteira de clientes e os serviços oferecidos, e ainda, a lucratividade. Também, pode-se ressaltar que a empresa ficou bem mais competitiva no ramo, com relação aos seus concorrentes.

6. DISCUSSÃO

No ambiente de trabalho da empresa prestadora de serviços, observa-se que a ergonomia e a qualidade de vida no trabalho têm sido pontos fortes para o trabalho do sistema de gestão, principalmente, pela evidenciação do SGST.

No entanto, deixa-se claro no estudo que o impacto das novas tecnologias vem sendo significativo para as mudanças realizadas. Como afirma Abraão (2000), a automação nos setores empresariais (como foi o caso da oficina mecânica do estudo de caso) tem feito que muitas empresas ganhem em economia e praticidade. As inovações alteram a forma de cooperação e influem diretamente na atividade humana, e ainda, na matéria prima que se aplica, o trabalho e nos meios e instrumentos utilizados.

Muitas vantagens podem ser registradas com a melhoria do processo realizado pelo sistema de gestão aplicado ao setor de manutenção da empresa prestadora de serviços. Primeiramente, observa-se que a melhoria gerará diminuição do tempo do processo de chapamento das carretas de transporte de cana-de-açúcar, pois o processo que antes era manual fazia-se apenas uma carreta por dia, agora passou a ser mecânico, conseguindo-se fazer o chapamento de duas carretas e meia no mesmo tempo.

A segunda vantagem é que antes o processo manual exigia para a ação da colocação das chapas cinco colaboradores por carreta, hoje o processo é realizado com apenas dois operadores. Diminuiu-se mão-de-obra, e também, os custos que seriam gastos com esta, além de evitar o remanejamento, que estava gerando desvio de função, podendo gerar problemas trabalhistas para a empresa.

A terceira vantagem adquirida com a otimização do guincho, está relacionada a vantagem

lucrativa da empresa. Que passou a pegar mais serviços, aumentou clientes e fortaleceu-se com relação à concorrência.

A quarta vantagem, deixada por último, por ser considerada mais impactante, pois foi ela o fator gerador do estudo, a melhoria da saúde dos trabalhadores, uma vez que, o esforço físico excessivo, tinham dores no corpo, mal jeito no pescoço, entre outras consequências. Hoje, todo processo ocorre de forma tranquila, sem esforço físico prejudicial à saúde dos colaboradores.

Enfim, o fator desencadeador de toda a mudança foi a saúde do trabalhador (ergonomia). Por isso, foi considerada a vantagem principal, não desmerecendo as demais que foram significativas para a empresa.

A diminuição dos riscos ergonômicos, levou maior qualidade de vida no trabalho para os operadores do setor de manutenção da oficina. De modo específico, pode-se dizer que o novo sistema (mecanizado e otimizado) trouxe maior praticidade no trabalho e ainda, evitou riscos ergonômicos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A concretização de um trabalho de manutenção é algo que muitas vezes pode gerar riscos ao colaborador, diante da possibilidade de ocorrer acidentes, das mais variadas formas, e/ou ainda, contribuir para prejuízos a sua saúde dos colaboradores. No caso da empresa em estudo, o esforço físico na realização do chapamento das carretas de transporte de cana-de-açúcar estava prejudicando a saúde dos colaboradores e afetando financeiramente a empresa.

A concretização da realização de uma melhoria no setor de manutenção, gerou forte impacto para a empresa, pois não só contribuiu para a saúde dos colaboradores, diminuiu significativamente o número de atestados e afastamento do trabalho, bem como, os riscos de acidentes, mas também, gerou redução de custos com mão de obra e agilidade no processo de manutenção, e o aumento na lucratividade.

Além do fator saúde e economia, o processo também trouxe agilidade, pois o chapamento passou a ser realizado na metade do tempo, quando o processo era manual.

O processo mecanizado foi uma grande conquista para o setor de manutenção, para tornar o processo mais viável. Inclusive o guincho pode ser utilizado ainda, em outros tipos de manutenção que precisem ser levantados grandes pesos.

O trabalho realizado nesta empresa prestadora de serviço, mostrou-se ser possível, devido a ter profissionais que otimizam o processo de manutenção e buscam melhorias para que haja maior praticidade e economia. Parece simples, o projeto do guincho criado pelo Engenheiro de Manutenção, no entanto, não é, pois a saúde do trabalhador e a concretização de um trabalho difícil, passaram a ser privilegiados.

Na verdade, o capital humano na empresa foi o principal, ponto de atenção para a melhoria do processo, o que demonstra que a empresa prestadora de serviço está preocupada com seus colaboradores. Fator que é de suma importância para a preservação do negócio e para manter a equipe sempre motivada para o trabalho.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J. I.; PINHO, D. L. M. As transformações do trabalho e desafios teórico-metodológicos da Ergonomia. Desafios teórico-metodológicos da ergonomia. **Estudos de Psicologia**. 7 (Número Especial), 45-52, 2002.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/epsic/v7nspe/a06v7esp.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

ABRAHÃO, J. I. Reestruturação produtiva e variabilidade do trabalho: Uma abordagem da ergonomia. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**. 16(1):49-54, jan./abr., 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/ptp/v16n1/4387.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

ARAÚJO, R. P.; SANTOS, N. dos. MAFRA, W. J. Gestão da segurança e saúde do trabalho. **III SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. 2006. Disponível em: http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos07/579_Gestao%20de%20seguranca%20e%20saude%20no%20trabalho.pdf. Acesso em: 5 mar. 2016.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília - DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 09 ago. 1943. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm. Acesso em: 5 mar. 2016.

BRASIL. Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 set. 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8080.htm#:~:text=L8080&text=LEI%20N%C2%BA%208.080%2C%20DE%2019%20DE%20SETEMBRO%20DE%201990.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20as%20condi%C3%A7%C3%B5es%20para,correspondentes%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A7%C3%A7%C3%B5es. Acesso em: 5 mar. 2016.

CHAIB, E. B. D'A. **Proposta para implementação de sistema de gestão integrada de meio ambiente, saúde e segurança do trabalho em empresas de pequeno e médio porte: um estudo de caso da indústria metal-mecânica**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2005. Disponível em: http://www.arpacurvelo.com.br/documentos/proposta_gestao_ambiental.pdf. Acesso em: 5 mar. 2016.

CHIAVENATO, Idalberto. **Empreendedorismo: dando asas ao espírito empreendedor**. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

COACHEIRO, R. **Ferramentas para gestão de segurança e saúde do trabalho no canteiro de obras**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: http://www.pcc.usp.br/files/text/personal_files/francisco_cardoso/Monografia%20-%20Renato%20Cocharero%20_TGP%20-%202007_%20Final.pdf. Acesso em: 15 mar. 2016.

FERREIRA, M. C. A ergonomia da atividade de interesse pela qualidade de vida no trabalho? Reflexões empíricas e teóricas. **Cadernos de Psicologia Social do Trabalho**, 2008, vol. 11, n.

1, pp. 83-99. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cpst/v11n1/a07v11n1.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

GUIMARÃES, R. M. et al. Fatores ergonômicos de risco e de proteção contra acidentes de trabalho: um estudo caso-controle. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. 8(3):282-9, 2005. Disponível em: Disponível em: <http://www.scielo.org/pdf/rbepid/v8n3/10.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2016.

MAIA, I. M. O.; FRANCISCO, A. C. Ergonomia: ferramenta de manutenção industrial. Congresso Nacional de Administração. **Gestão estratégica para o desenvolvimento sustentável**. 17 a 21 de setembro de 2007 – Ponta Grossa – PR. Disponível em: <http://pg.utfpr.edu.br/ppgep/Ebook/E-book%202007/Congressos/Internacionais/2007%20-%20ADM/10.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2016.

MENDONÇA. Sônia Regina de. **A industrialização brasileira**. São Paulo: Moderna, 2004.

OLIVEIRA, João Cândido de. **Segurança e saúde no trabalho: uma questão mal compreendida**. *São Paulo Perspec.* [online]. 2003, vol.17, n.2, pp. 03-12. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v17n2/a02v17n2.pdf>. Acesso em: mar. 2016.

OMS. **Organização Mundial da Saúde Ambientes de trabalho saudáveis**: um modelo para ação: para empregadores, trabalhadores, formuladores de política e profissionais. /OMS; tradução do Serviço Social da Indústria. – Brasília: SESI/DN, 2010.

SESI. Saúde e segurança do trabalho para micro e pequenas empresas. Empresa saudável: menos custos, mais produtividade. **SESI** [online]. Disponível em: <http://www3.sesi.org.br/sstmicroepequena/>. Acesso em: 15 mar. 2016.

ANÁLISE DA PERFORMANCE DE UM REFRIGERADOR DOMÉSTICO

DA SILVA, D. P., Uberaba/MG, douglas8264@hotmail.com
FINHOLDT, G., IFTM – Uberaba/MG, gustavo.finholdt@factus.edu.br
BARRETO, J. C. N., IFSP – São Paulo/SP, josecarlosnunesbarreto@gmail.com
SILVA, L. A., UNIUBE – Uberaba/MG, leandro.aureliano1979@gmail.com

RESUMO

Com a finalidade de expandir os conhecimentos sobre a refrigeração doméstica de alimentos em equipamentos de pequeno porte, utilizou-se um equipamento eletrônico microcontrolado que atua diretamente sobre o motocompressor com base na temperatura interna do refrigerador e suas configurações atuais. O refrigerador utilizado é o modelo CRC08A8ANA da marca Consul com tensão de alimentação de 110 V, corrente nominal de 1.2 A, com potência de 70 W e volume interno de 80 litros. O propósito de criação deste sistema microcontrolado adveio de uma necessidade inicial de conseguir manter bebidas a uma temperatura ideal para o consumo, sem que houvesse a necessidade de ficar mudando as bebidas de lugar para alcançar uma melhor qualidade de resfriamento e uma maior economia de energia.

Palavras-chave: Consumo; Economia; Geladeira; Refrigerador.

1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, as pessoas vêm priorizando e investindo cada vez mais no seu bem estar e comodidade, exigindo qualidade dos produtos que estão no mercado, ou seja, cobrando o máximo dos fabricantes com produtos diferenciados que atendam às suas necessidades do dia a dia.

Segundo André Faria e Caike Pereira (2009), os refrigeradores podem representarem até 30% do consumo de energia elétrica de uma residência média, sendo que, o refrigerador, ao lado do chuveiro elétrico, é o principal responsável pelo preço final da conta de luz em uma família média.

As geladeiras ou sistemas frigoríficos convencionais são projetados prioritariamente pensando na demanda de mercado, consequentemente, no retorno financeiro que este produto trará. De acordo com Camargo (2009) a procura pelo resfriamento e por condições adequadas de temperatura, datam desde a pré-história da humanidade, entretanto há a necessidade de possuir um equipamento diferenciado.

Assim, nesse contexto, decidiu-se aprimorar o desempenho de um refrigerador convencional com ajustes capazes de verificar a velocidade de refrigeração, aprimorando o desempenho do equipamento, a fim de atingir uma melhor satisfação tanto sobre a eficiência exigida do equipamento, quanto em relação ao consumo reduzido de energia, levando em consideração a capacidade de monitoramento e rapidez de

gelar, e ao mesmo tempo manter uma temperatura ideal para o consumo.

Nesse descortino, os objetivos propostos com este trabalho são subdivididos em três análises específicas de um refrigerador Consul que foi reprogramado com uma série de ajustes adicionais, com o intuito de alcançar um melhor desempenho do equipamento.

Os testes propostos, será primeiramente verificar o quanto o delta de temperatura influenciará no número de partidas do compressor, para então alcançar uma maior economia, verificaremos também, a influência da abertura da porta do refrigerador sobre o consumo de energia elétrica, e concluiremos com os testes de uniformidade térmica no interior do refrigerador sobre o consumo gerado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A geladeira assim como qualquer sistema de refrigeração existente tem como objetivo propiciar um maior conforto ou maior qualidade de bem estar e satisfação, tendo em vista que sem a utilização de um refrigerador não conseguiríamos preservar nossos alimentos por muito tempo. A geladeira é um importante eletrodoméstico utilizado para resfriar e preservar a temperatura dos alimentos e bebidas, sendo indispensável a sua existência nos dias de hoje.

A importância de se possuir um equipamento que tenha uma performance mais apurada no quesito eficiência, e com maior economia de energia é algo que preocupa e intriga tanto os consumidores, assim como as pessoas voltadas aos estudos do funcionamento destes equipamentos.

André Faria e Caike Pereira (2009), asseveram que ao se levar em conta que 16% da energia elétrica consumida no país está relacionada às residências, é possível entender a amplitude de energia consumida por parte dos refrigeradores.

A economia de energia é parte propiciada pela otimização do desempenho dos equipamentos, ante ao resultado de uma racionalização e de técnicas de controles aplicada a estes sistemas (MORENO GARCIA, 2006).

A uniformidade de temperatura dentro de um refrigerador por um todo, é algo que ainda não possuímos nos sistemas convencionais e foi a razão inicial que culminou na elaboração do equipamento eletrônico desenvolvido que controla um refrigerador, conseguindo uma melhor eficiência do equipamento, assim atingindo uma maior satisfação e consequentemente uma melhor redução do custo de energia.

De acordo Rafael Balbino Cardoso e Luiz Augusto Horta Nogueira (2007), atendendo a importantes usos como conservação de alimentos e bebidas, os refrigeradores são os maiores consumidores de energia elétrica no setor doméstico, agora o quanto de energia uma geladeira pode consumir é uma estimativa que temos dos fabricantes, mas cada partida de motor gera um consumo, em que descobriremos até quanto conseguimos economizar com o aumento do delta de temperatura do refrigerador.

A frequência de abertura da porta de uma geladeira além de influenciar o desempenho da sua refrigeração é também um fator significativo sobre o consumo de energia elétrica.

Os refrigeradores são considerados máquinas térmicas que realizam a remoção do calor do ambiente interno para o meio externo, de acordo com Francisco Paulino da Silva (2014), o condensador

é a parte mais crítica, pois é neste onde ocorre o descarte de calor para a fonte fria, ou seja, o meio ambiente.

O refrigerador típico, por todo seu circuito, é formado pelos componentes: compressor, sistema de expansão (capilar), evaporador (congelador), e condensador, no qual circula o gás R134 que é o responsável pela remoção de calor do seu interior.

Em um sistema frigorífico a temperatura não é constante em todo o seu circuito, temos uma região em que o fluido está submetido a altas pressões (no compressor) e na condensadora, portanto, tem uma maior temperatura e em outras regiões está submetido à baixa pressão (tubo capilar) e evaporadora, onde possuem uma menor temperatura.

No compressor é o local em que acontece o bombeamento do fluido refrigerante que ao retornar da evaporadora no estado gasoso é sucionado e bombeado para o condensador, causando assim a baixa pressão no evaporador e a alta pressão no condensador, e assim, elevando ainda mais a temperatura do fluido, chegando aproximadamente a 41°C.

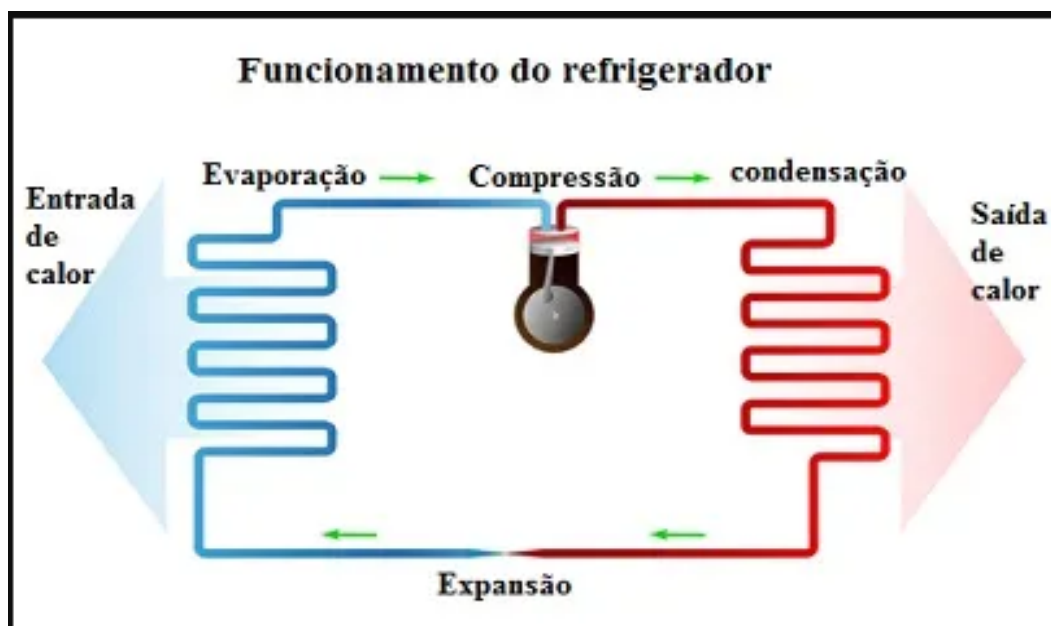
O condensador tem o principal papel de dissipar o calor absorvido pelo fluido refrigerante ao longo do sistema, ou seja, é no condensador que o gás superaquecido ao perder calor para o meio ambiente passa do estado gasoso para o estado líquido ainda em alta pressão.

O tubo capilar ou válvula de expansão tem como função criar resistência a circulação do fluido refrigerante causando um grande diferencial de pressão entre condensador e evaporador, o fluido refrigerante ainda no estado líquido passa pelo tubo capilar em direção ao evaporador, onde encontra baixa pressão, atingindo temperaturas de aproximadamente -19°C.

É na evaporadora, ao encontrar um ambiente de baixa pressão, que o fluido refrigerante passa do estado líquido para o estado gasoso absorvendo no processo o calor do ambiente interno do refrigerador.

Levando em consideração que o refrigerador se encontra na parte interna e superior da geladeira, e que próximo a ele, o ar se resfria, tornando-se mais denso e desce para as outras partes da geladeira fazendo com que a massa de ar mais quente e menos denso suba criando assim as correntes de convecção resfriando toda a parte interna (figura 01).

Figura 01: Ciclo de refrigeração.



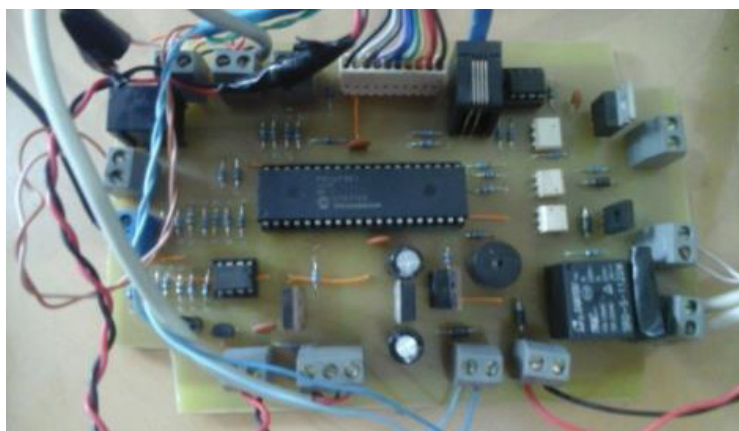
Fonte: PrePara Enem, sd.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

No sistema convencional o sensor de temperatura é o responsável por determinar quando o motocompressor da geladeira será acionado, esse compressor possui um relé que aciona o capacitor para fazer a partida do motocompressor. Neste dispositivo microcontrolado que foi desenvolvido pelo Professor e Doutor Gustavo Finholdt, tem o propósito de monitorar e acompanhar todo o processo de resfriamento e de trabalho do motocompressor da geladeira.

Tal equipamento foi desenvolvido em uma placa de circuito impresso de fibra de vidro em processo térmico, na qual seu principal componente de controle é um microcontrolador PIC16F887 da Microchip, que interliga todos os outros componentes eletrônicos de medição ou atuação do sistema, conforme verifica na figura 02.

Figura 02: Placa do circuito.



Fonte: Autores, 2016.

A entrada de dados no equipamento se dá sobre a temperatura e o tempo de abertura de porta. A temperatura é mensurada com sensor PT100 interligado a um condicionador de sinal com base em um amplificador operacional, em um circuito comparador de tensão, que auxilia o ajuste da temperatura zero do sistema – figuras 03 e 04.

Figura 03: Sensor PT 100 externo.



Fonte: Autores, 2016.

Figura 04: Sensor PT 100 interno.



Fonte: Autores, 2016.

Em seguida, esse sinal analógico é lido pelo conversor AD do microcontrolador com resolução de 10 bits. Para o tempo de abertura da porta do refrigerador foi utilizado um reedswitch ligado a um condicionador de sinal, com resistor de pull-up, que digitaliza os níveis de tensão do sensor, mantendo zero ou cinco volts sobre um pino de entrada do microcontrolador.

O equipamento atua sobre o motocompressor do refrigerador por meio de um relé de 10 A, que é ligado a um opto-acoplador que protege o microcontrolador de ruídos oriundos do motor. O relé foi utilizado com base no conhecimento de que o acionamento do motor deve ser realizado de forma digital, ou seja, ligado ou desligado. Isso porque, uma vez desligado, o mesmo deve permanecer por um tempo dessa forma, para não haver um super aquecimento das bobinas, posto que, é considerando que no instante de partida de um motor lhe é exigido uma maior corrente elétrica, super aquecendo o mesmo.

Além da medição e atuação, o equipamento é dotado de display de LCD onde visualiza-se as temperaturas de referência e atual, sendo esses dados armazenados de forma digital em uma memória do tipo EEPROM, conforme mostra a figura 05.

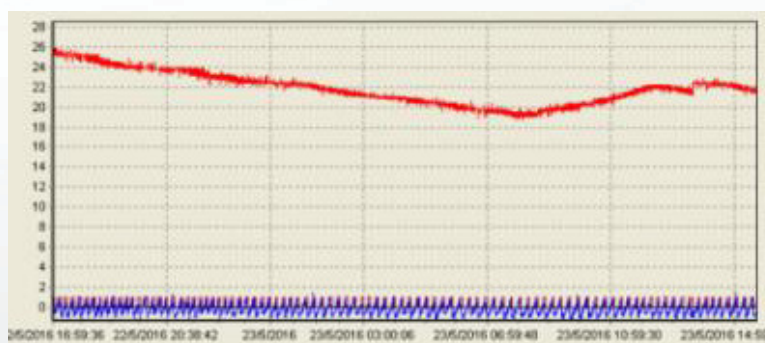
Figura 05: Interface do display de LCD.



Fonte: Autores, 2016.

Também se armazena na memória os dados referentes ao tempo de abertura da porta do refrigerador e os instantes em que o motor está ligado ou desligado. Todos os dados armazenados na memória são visualizados em microcomputador do tipo PC, por meio de interface própria desenvolvida para comunicação com o equipamento por meio do protocolo RS232. Esse software armazena as informações em banco de dados, plotando os mesmos em gráfico, como pode-se verificar no gráfico 01, que possibilita maiores estudos das informações obtidas com o equipamento.

Gráfico 01: Gráfico de funcionamento.



Fonte: Autores, 2016.

Com base no conhecimento do equipamento, tem-se agora métodos de acionamento, e os cenários criados para estudar cada situação desejada.

Inicialmente buscou-se conhecer a influência do tamanho do delta de temperatura ajustada sobre a potência consumida pelo equipamento, lembrando que o delta é comumente considerado como a diferença entre um valor inicial e final independentemente das flutuações que possam ocorrer entre esses dois pontos.

Uma vez ajustada a temperatura de referência (desejada) do equipamento, o mesmo precisa da configuração do seu delta de temperatura que inicialmente é de 2°C (1°C) sobre a temperatura de

referência.

O equipamento foi programado para ligar o motocompressor quando a temperatura interna estiver igual ou acima da metade do valor do delta de temperatura configurada, e assim permanecer até que a mesma chegue à temperatura igual ou inferior a temperatura de referência menos a metade do delta.

Espera-se que quanto maior for o delta de temperatura, menor será a quantidade de partidas do motor, os testes que foram realizados mostram o quão menor esse consumo pode alcançar.

Tendo por base que ao se abrir a porta do refrigerador entra-se um volume significativo de ar com temperatura mais elevada para dentro do ambiente, sabe-se que esse fato proporciona grandes oscilações da temperatura, gerando assim, um maior consumo de energia elétrica, sendo possível verificar esse aumento de consumo nos testes de abertura.

Para os testes com delta de temperatura, foram realizadas quatro análises sendo elas com os seguintes deltas: ± 1 , ± 2 , ± 3 e ± 5 , no intuito de descobrir o delta mais econômico, obtendo assim, um melhor desempenho do refrigerador com menores gastos de energia.

Para o teste de influência da abertura da porta do refrigerador, foram determinadas as seguintes diretrizes: utilizar o delta de ± 2 , pois foi o mais econômico do teste anterior. Abrir a porta nos tempos de 5 minutos, 10 minutos, 20 minutos e 30 minutos.

Sobre os testes de uniformidade, adotou-se as seguintes diretrizes: utilizar o delta de ± 2 devido a se ter conseguido uma maior economia como mostra o teste do delta, em que foi-se utilizado 2 (dois) ventiladores no seu interior collers, que ficaram ligados o tempo todo para manter a uniformidade térmica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após todos os testes de delta serem realizados, foi possível elaborar a tabela 1 abaixo, na qual foram discriminando os valores obtidos, os quais serão detalhados a seguir.

Tabela 01: Resultados do Delta de temperatura.

Delta (°C)	± 1	± 2	± 3	± 5
Início T	12:30:48	08:20:18	05:42:59	13:39:12
Fim On	12:34:06	08:26:54	05:51:47	14:21:48
Fim T	12:45:18	09:01:12	06:35:47	14:45:36
Período:	00:14:30	00:40:54	00:52:48	01:06:24
Ton	00:03:18	00:06:36	00:08:48	00:23:48
Percentual	22,8%	16,1%	16,7%	35,8%

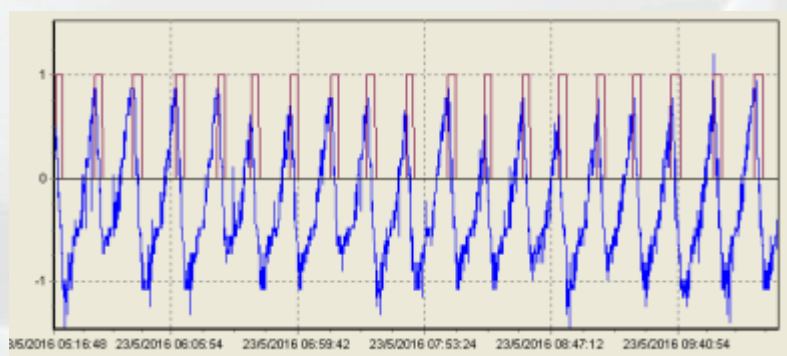
Fonte: Autores, 2016.

Para o delta de ± 1 o teste mostrou um período de 14 minutos e 30 segundos para completar o ciclo, sendo que o motocompressor permaneceu em funcionamento por 3 minutos e 18 segundos dentro do período do ciclo, ou seja, o motocompressor trabalhou por esse tempo para conseguir alcançar a temperatura de -1°C .

Levando em consideração a quantidade de partidas que o motocompressor realizou, mais o seu tempo de funcionamento, chegou-se a um percentual de consumo de 22,8%.

O gráfico 02 mostra o comportamento da temperatura entre os graus de 1 a -1 , e os pulsos de funcionamento do moto-compressor.

Gráfico 02: Gráfico com delta de ± 1 .

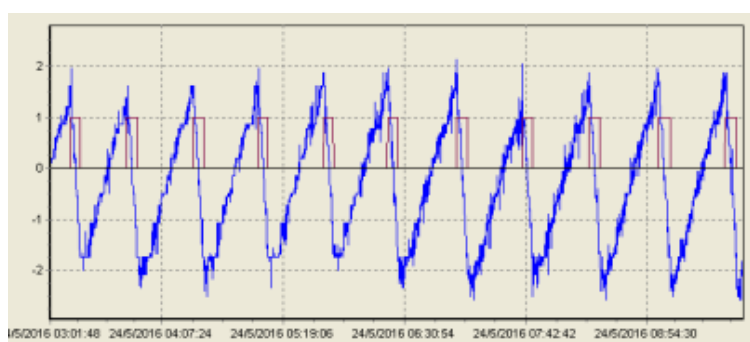


Fonte: Autores, 2016.

Para o teste com um delta de ± 2 , observou-se um período de ciclo de 40 minutos e 54 segundos, sendo que o tempo de permanência “ON” do motocompressor foi de 06 minutos e 36 segundos, acarretando um menor número de partidas. Dessa forma gerou um menor consumo de energia, obtendo-se 16,1%.

O gráfico 03 indica o comportamento da temperatura entre os graus de 2 a -2 e os pulsos de funcionamento do motocompressor.

Gráfico 03: Gráfico com delta de ± 2 .

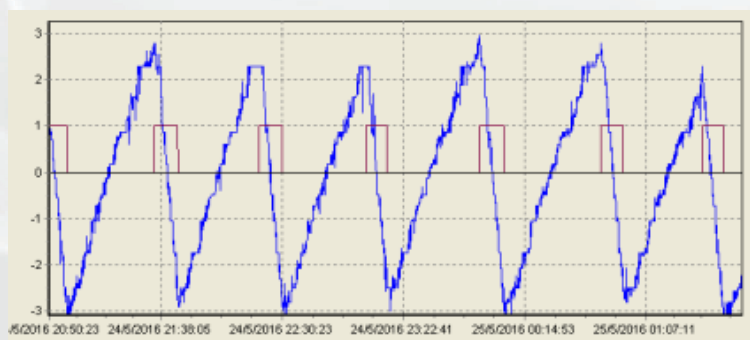


Fonte: Autores, 2016.

Para o teste com o delta de ± 3 , observou-se que o período gasto para completar o ciclo foi de 52 minutos e 48 segundos, sendo que o tempo de permanência “ON” do motocompressor foi de 8 minutos e 48 segundos, alcançando assim 16,7%, chegando a um menor consumo referente ao teste realizado com o delta ± 1 .

No gráfico 04, é possível constatar o comportamento da temperatura entre os graus de 3 a -3 e os pulsos de funcionamento do motocompressor.

Gráfico 04: Gráfico com delta de ± 3 .



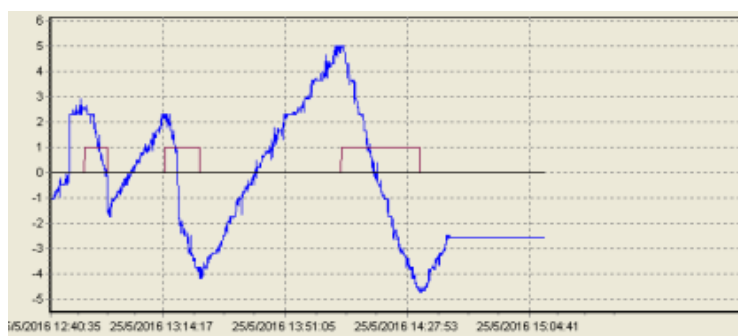
Fonte: Autores, 2016.

Já no último teste com delta de ± 5 , observou-se que o período do ciclo foi de 01 hora, 6

minutos e 24 segundos, sendo o tempo de permanência “ON” do motocompressor de 23 minutos e 48 segundos, obtendo assim, um percentual de consumo de 35%, ou seja, um consumo muito superior aos demais testes realizados.

O comportamento da temperatura entre os graus de 5 a -5 e o pulso de funcionamento do motocompressor, é verificado no gráfico 05 a seguir.

Gráfico 05: Gráfico com delta de +/- 5.



Fonte: Autores, 2016.

Para o primeiro teste de abertura de porta de 5 minutos, constatou-se que a frequência de abertura incide diretamente no consumo do refrigerador, pois alcançou uma margem de 59%, representando um gasto significativo a ser considerado.

Para o teste de abertura de 10 minutos conseguiu-se uma redução neste percentual referente ao consumo do refrigerador, tendo alcançado o valor de 50,2%.

Já no teste de abertura de 20 minutos, foi possível apurar uma redução ainda maior no percentual referente ao consumo do refrigerador, tendo alcançado o valor de 41,0%.

No teste de abertura de 30 minutos, houve uma redução ainda mais significativa no percentual referente ao consumo do refrigerador, alcançando-se o valor de 26,4%.

Como curiosidade foi transformada as porcentagens obtidas no teste de abertura de porta para valores em reais, utilizando a seguinte equação:

$$\frac{\text{Potência} \times \text{horas ON} \times \text{dias}}{1000 \times \text{kw/h}}$$

Desse modo, foi possível obter os resultados apresentados na tabela 02 abaixo.

Tabela 02: Tabela referente ao consumo em reais.

%	Horas ON	Horas ON mês	Consumo KW/h	Consumo R\$/mês
0,59	14,15	424,62	29,72	R\$ 16,35
0,50	12,06	361,77	25,32	R\$ 13,93
0,41	9,83	294,86	20,64	R\$ 11,35
0,26	6,34	190,10	13,31	R\$ 7,32

Obs: Média de tarifa CEMIG (kw/h)

Fonte: Autores, 2016.

Com bases nos testes realizados, pôde observar que a temperatura externa influencia diretamente no percentual de funcionamento do equipamento, ou seja, dias mais quentes exigirá um maior desempenho, acarretando em maiores consumos de energia, como se pode ver na tabela 03 a seguir.

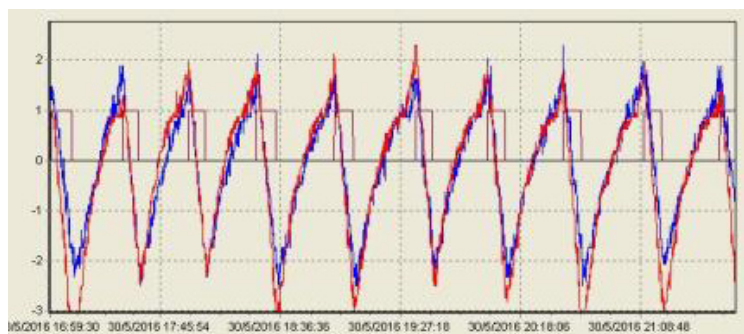
Tabela 03: Temperatura externa.

TempExt	16°C	17°C	18°C	19°C	220°C
Início T	08:20:24	09:40:48	10:58:36	11:34:18	12:08:24
Fim On	08:26:42	09:47:36	11:05:42	11:41:12	12:16:00
Fim T	09:01:12	10:20:42	11:34:18	12:08:30	12:42:54
Período:	00:40:48	00:39:54	00:35:42	00:34:12	00:34:30
Ton	00:06:18	00:06:48	00:07:06	00:06:54	00:07:36
Percentual	15,4%	17,0%	19,9%	20,2%	22,0%

Fonte: Autores, 2016.

Para os testes de uniformidade com delta de +/- 2, observou-se que o período gasto para completar o ciclo foi de 32 minutos e 10 segundos, sendo que o tempo de permanência “ON” do motocompressor foi de 7 minutos e 55 segundos, alcançando assim 23,9%, chegando a um consumo superior referente ao teste realizado com o delta +/-2.

O gráfico 06 apresenta o comportamento da temperatura entre os graus de 2 a -2 e os pulsos de funcionamento do motocompressor.

Gráfico 06: Gráfico com delta de +/- 2.

Fonte: Autores, 2016.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelos testes realizados, o delta que conseguiu alcançar uma maior satisfação em economia foi o delta de +/- 2, com o consumo de apenas 16,1% contrariando a ideia de que quanto maior o delta maior a economia de energia.

Podemos perceber também que, no delta de +/-5 foi o qual houve maior índice de consumo devido ao superaquecimento do equipamento, exigindo assim, um maior tempo de trabalho do motorcompressor para conseguir alcançar a temperatura desejada em seu interior.

Já para os testes de abertura de porta, pode-se comprovar que quanto maior a quantidade de vezes que se abre a porta da geladeira, maior será o consumo de energia. Isto talvez seja um dos fatores que mais contribui para o gasto de um refrigerador, levando em consideração que as temperaturas externas “ambiente” já influenciam de forma intrínseca no consumo do refrigerador, ou seja, quanto maior for a temperatura externa, maior será o desempenho do equipamento, e assim maior será o consumo.

Para os testes de uniformidade, observou-se que houve um consumo menor do que o esperado, com uma média de 23,9% do percentual de consumo, mesmo o equipamento estando nas mesmas condições estabelecidas no teste do delta de +/- 2, observou-se a diferença de 7,2% a mais no teste de uniformidade.

No entanto, tem-se que levar em consideração os seguintes pontos relevantes: o super aquecimento dos ventiladores coolers influenciam diretamente na temperatura do interior do refrigerador; e o outro, é que o sensor está a uma altura de 15 cm da base do refrigerador, local em que existe uma massa de ar a ser resfriada, porém ela se encontra abaixo do sensor onde gera um maior tempo de trabalho de resfriamento no interior do equipamento.

Assim, estes fatores contribuem diretamente para um maior consumo de energia, posto que, no teste de uniformidade foi verificado que o consumo foi um pouco maior do que se esperava com os testes realizados.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, Rafael Balbino; NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. **Estimativa do consumo de energia elétrica em refrigeradores no setor residencial brasileiro**, Revista Brasileira de Energia, 2007.

CAMARGO, J. R. **Resfriamento Evaporativo: Climatização Ecológica**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

DA SILVA, Francisco Paulino. **Análise da Eficácia de um Refrigerador Doméstico com Condensador Modificado:**

Revestimento com Meio Poroso Dissipativo F. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Centro de Tecnologia. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, 2014.

FARIA, André; PEREIRA, Caike. **Implementação de método para economia de energia elétrica na utilização de refrigeradores**. Revista Ciências do Ambiente On-Line. Julho/2009, v.5, n.1.

GARCIA, F. E. M. **Estudo experimental de um controle adaptativo para um sistema de refrigeração**. Uberlândia, 2006.

PREPARAENEM. Física do funcionamento dos refrigeradores. s.d Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/fisica-funcionamento-dos-refrigeradores.htm>.

IMPLANTAÇÃO DA NR-12 A UM DESINTEGRADOR

OLIVEIRA, D. A. S., Uberaba/MG

BARRETO, J. C. N., IFSP – São Paulo/SP, josecarlosnunesbarreto@gmail.com

FERREIRA, V. A., UEMG – Ituiutaba/MG, vanaferreira28@gmail.com

SILVA, L. A., UNIUBE – Uberaba/MG, leandro.aureliano1979@gmail.com

RESUMO

O quesito segurança hoje em dia nas indústrias está sendo muito cobrado pelos órgãos responsáveis, antigamente as máquinas e equipamentos não possuíam proteções, os operadores e mantenedores não tinham treinamentos e capacitação para o uso desses equipamentos, e a maioria não usava equipamentos de proteção individual, abrindo brechas para os acidentes. Este trabalho tem por objetivo, mostrar como são os processos de adequação técnica de um equipamento, seus riscos eminentes, os métodos para apreciação de riscos e as soluções para esses riscos com a instalação de proteções fixas ou móveis, dispositivos de segurança eletrônicos entre outros. Com isso cumprindo as exigências apresentadas pela NR-12 - Norma Regulamentadora número 12, atualizada em dezembro de 2022, com vistas a garantir a integridade e a saúde do trabalhador.

Palavras-chave: Acidentes, Desintegrador, Segurança, Dispositivos, NR-12.

1. INTRODUÇÃO

Tão importante quanto à produção e lucratividade, a segurança nas máquinas e equipamentos é imprescindível. O Brasil em sua maioria de parques industriais está com mais de três décadas de funcionamento. Na época em que os equipamentos foram adquiridos não havia essa preocupação em relação à segurança, e as máquinas chegavam às empresas sem as devidas proteções, ficando em sua maior parte por conta da empresa, em fabricar e implantar as proteções necessárias, usando critérios próprios de avaliação de riscos.

Assim, sem uma base de como avaliar esses riscos que poderiam envolver o equipamento, o projeto desenvolvido para proteção na maioria das vezes não cumpria seu papel, o de proteger o operador da máquina e as pessoas que tinham acesso a ela, ocasionando então, os acidentes.

Nesse contexto, o presente estudo procura levantar as necessidades de um planejamento eficiente na fase de engenharia que atenda as normas e as especificações de produtividade dos equipamentos a serem instalados, a fim de evitar futuros desvios produtivos e acidentes aos trabalhadores das indústrias.

Em 08 de junho de 1978, o Brasil, por meio do Ministério do Trabalho publicou a primeira portaria, em que “Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação

das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho”, assim criou-se a Norma Brasileira nº 12 – NR-12, que trata da Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos (BRASIL, 1978; BRASIL, 2019).

A NR-12 é mencionada por Mídias (2013), como norma de medidas preventivas de segurança, que deve ser rigorosamente acatada pelas empresas em relação à instalação, operação e manutenção de máquinas, com o intuito de prevenir acidentes de trabalho.

Dentre as várias alterações feitas na NR-12 ao longo do tempo, destaca-se a realizada no ano de 2010, a qual veio garantir a saúde e integridade física dos trabalhadores, evidenciando a preocupação com o mesmo.

Referida Norma Regulamentadora constitui condições mínimas para a prevenção dos acidentes durante as etapas do projeto, no emprego das máquinas e equipamentos de todos os modelos, e é aplicada em todos os setores da indústria, principalmente aqueles que possuem máquinas e equipamentos que possam oferecer risco a seus funcionários.

Nesse descortino, tem-se que, todas as empresas, sejam elas micro ou as multinacionais, que possuem funcionários estão sujeitas a se adequarem às disposições da NR-12.

Os principais itens a serem observados nas máquinas e equipamentos, são que estes podem dispor de partes girantes com polias, correias, engrenagem e partes cortantes que precisam ser protegidas.

Assim, o intuito deste trabalho é fazer a análise de riscos eminentes em um equipamento de desintegrar cana-de-açúcar, empregado nos processos de uma usina sucroalcooleira, executando a apreciação de risco, projeto e fabricação de proteções, fazendo com que referido equipamento se torne adequado e seguro, para este possar ser usado pelos funcionários sem preocupação, e ainda, esteja em conformidade com a NR – 12.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Norma regulamentadora nº 12

Segundo o Inbep (2015), as Normas Regulamentadoras – NR tratam-se do conjunto de requisitos e procedimentos relativos à segurança e medicina do trabalho, de observância obrigatória às empresas privadas, públicas e órgãos do governo, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT.

Estes documentos foram criados e são atualmente modificados quando julgado necessário pelos formadores da Comissão Tripartite, sendo alterados por portarias, que apesar da modificação, ainda continuam pertencendo à mesma, a Portaria 3.214/78 (WALDHELM, 2014).

As Normas Regulamentadoras originaram-se com base na Lei nº 6.514 de 1977, a qual alterou o Decreto-Lei nº 5.452 de 1943 (CLT - Consolidação das Leis de Trabalho), mais precisamente o seu Capítulo V, Título II, sofrendo alterações relativas à Segurança e Medicina do Trabalho a partir desta lei, sendo que, posteriormente a Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978, aprovou tais normas

regulamentadoras (WALDHELM, 2014).

Segundo Mídias (2013), a NR-12 pode ser definida como medidas preventivas de segurança e de higiene, as quais devem ser rigorosamente acatadas pelas empresas em relação à instalação, operação e manutenção de máquinas, com o intuito de prevenir acidentes de trabalho. A NR-12 está vinculada ao artigo 184 e 186 da Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT).

Tal Norma Regulamentadora dispõe sobre medidas e princípios que são fundamentais para a proteção e garantia da saúde e a integridade física dos funcionários, no que tange ao uso dos maquinários e equipamentos, sejam eles quais for. Dentre os cuidados que devem ser observados, estão a fabricação, importação, comercialização e exposição, dos referido maquinários, atendendo a portaria nº 3.214 de 8 de junho de 1978.

Em 2010, a norma foi reeditada com ênfase na segurança e saúde do trabalhador. Com iniciativa de diversos estados como São Paula, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, e disposições legais (nacional e internacional).

A reedição da norma pelo Ministério do Trabalho e Emprego, prevê que as empresas atendam às exigências legais previstas na CLT, fornecendo orientações sobre obrigações correlacionadas à segurança e à saúde do trabalhador, na adequação das linhas produtivas, máquinas e equipamentos, no atendimento as exigências da norma no prazo exigido.

O descumprimento das exigências da NR-12 poderá resultar em notificação, autuação, interdição, ou ainda, em penalidades e embargo de locais específicos ou do estabelecimento inteiro, como também, em ações regressivas por parte do INSS conforme disposição da Lei nº 8.213/91 (BRASIL, 1991).

Em suma, a NR-12 é um instrumento legal do Ministério do Trabalho que regulamenta e oferece orientações sobre a obrigatoriedade dos estabelecimentos de qualquer natureza. Aludida normativa é obrigatória em todas as empresas brasileiras regidas pela CLT (BRASIL, 1943).

Aqui estão listados alguns itens de maior importância que serão utilizados para solução do problema descrito anteriormente, de acordo com o Ministério do Trabalho (2015), que discorrem sobre:

- Sistemas de segurança

- 2.24 dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas, locais de instalação;
- 12.36.1 condições de instalação dos sistemas de partida, parada, acionamento e controles;
- 12.41 tipos de proteções;
- 12.49 requisitos de segurança para proteções;

- Dispositivos de parada de emergência

- 12.56 sistemas de emergência.

- Meios de acesso permanentes

- 12.64 meios de acesso.

Entre os benefícios para as empresas na adequação dos equipamentos da linha produtiva está a redução do imposto Seguro de Acidente do Trabalho (SAT) por Fator Acidentário de Prevenção (FAP), que varia de 1,5% a 6% da folha de pagamento para as empresas com menor número de acidentes.

Muitas empresas para se adequar à nova norma exigida pelo Ministério do Trabalho, optaram por contratarem firmas especializadas no ramo, com vistas a executarem o trabalho, uma vez que é exigido tempo, bem como uma equipe dotada de conhecimentos específicos e profundos sobre o tema, para elaboração dos projetos de engenharia e posterior aplicação na empresa, além de pessoal da área mecânica para confecção das proteções como: caldeireiros, soldadores e pintores.

Caso a contratante opte por terceirizar este serviço de implantação, será necessária uma pessoa responsável, com conhecimento teórico e prático dos processos da empresa, e experiência profissional no ramo, para verificar a adequação dos maquinários e também influência na empresa, para localizar possível documentos necessários, e ainda ter contato direto com setor de engenharia e bom relacionamento com a diretoria da empresa, ou seja, esta pessoa faz a conexão da contratada com o contratante.

A concepção do projeto deverá ser feita por pessoas certificadas líderes de equipe, com conhecimento prático e teórico, e ainda, com equipes da área de manutenção com vistas a levantar as necessidades das adequações. Essas equipes precisam ter conhecimento do setor de processos, produção, manutenção e logística, para que assim todos entrem em sintonia gerando cronogramas, custos, projetos e layouts.

O planejamento é condição essencial para o fluxo de trabalho, mesmo que o projeto seja pequeno.

2.2. Equipamentos de proteção individual – EPI

O uso dos EPIs durante a operação dos maquinários é essencial para proteção do operador, a fim de suprimir eventuais riscos que possam ocorrer, caso as proteções existentes não consigam controlar.

No estudo em questão, verificou-se que os principais riscos causados pelo desintegrador são:

- Projeção de partículas – uso de óculos segurança;
- Abrasão e escoriações nas mãos – uso de luvas de segurança específicas; e,
- Ruídos – uso de protetores auriculares.

De acordo com Cunha (2006) e o previsto na norma regulamentadora NR-6, o EPI - Equipamento de Proteção Individual é um equipamento de uso pessoal, com a finalidade de neutralizar certos acidentes e proteger o usuário contra possíveis acidentes e doenças causadas pelas condições de trabalho.

Os EPIs devem ser utilizados como último recurso ou em situações específicas, e quando legalmente previsto, como o caso em que medidas de proteção coletiva são inviáveis, casos de emergência ou enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implementadas (LOPES; BARRETO, 1996). A realidade mostra o contrário do que é previsto na lei, em que os EPIs são utilizados como a primeira opção para segurança do trabalhador, sem analisar o contexto geral do ambiente de trabalho.

Segundo Waldhelm (2011), segurança do trabalho pode ser entendida como os conjuntos de medidas e ações que são adotadas visando diminuir os acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, e

assim proteger a integridade do trabalhador no ambiente de trabalho. A Segurança do Trabalho atua de diversas maneiras dentro da empresa, sempre buscando adaptar o ambiente de trabalho ao trabalhador.

Ainda, conforme assevera Weinfuter (2014), os números crescentes de tragédia similares que estavam vitimando os trabalhadores, fez com que a NR-12 fosse alterada. Conforme pode verificar, desde o ano de 2010, referido norma já passou por 14 (quatorze) alterações, sempre buscando prever melhores formas de proteção ao trabalho e buscando se adequar à realidade atual.

A NR 12 e seus anexos “definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para resguardar a saúde e a integridade física dos trabalhadores” (BRASIL, 2019).

Segundo o Ministério do Trabalho e Previdência Social (2016), nos últimos anos, a saúde do trabalhador tem conquistado maior espaço nas pautas de discussões que envolvem relações de trabalho. Além disso, houve o reconhecimento, por parte dos empregadores, da necessidade de investimento nessa área. Dados do Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho (AEAT) mostram que, em 2013, a Previdência Social concedeu 338,1 mil benefícios acidentários (tabela 01).

Tabela 01: Quantidade de Acidentes de Trabalho.

Quantidade mensal de acidentes do trabalho, por situação do registro e motivo, no Brasil - 2011/2013																		
ANOS	QUANTIDADE DE ACIDENTES DO TRABALHO																	
	Total	Com CAT Registrada												Sem CAT Registrada				
		Total	Motivo															
			Típico	Trajeto	Doença do Trabalho													
2011	720629	543889	426153	100897	16839									176740				
2012	713984	546222	426284	103040	16898									167762				
2013	717911	559081	432254	111601	15226									158830				
TOTAL.....	720.629	713.984	717.911	543.889	546.222	559.081	426.153	426.284	432.254	100.897	103.040	111.601	16.839	16.898	15.226	176.740	167.762	158.830

Fonte: BRASIL, 2020 (adaptado).

2.3. Capacitação do operador

Segundo Mesquita (2013), a definição de capacitar é tornar o profissional habilitado para desempenhar uma função, isto é, qualificar a pessoa para determinado tipo de trabalho.

Assim, além das propriedades específicas do equipamento, seu operador precisa estar ciente de como manusear seu equipamento, noções de riscos e manutenção se forma que, ele consiga realizar seu trabalho de forma segura, ou seja, precisa estar capacitado para desempenhar sua função de forma segura.

De acordo com a NR-12 para que a capacitação seja reconhecida são cobrados vários itens, dos quais são abordados os seguintes temas (BRASIL, 2020):

- 12.16.11.1 O curso de capacitação deve ser específico para o tipo máquina em que o operador irá exercer suas funções e atender ao seguinte conteúdo programático:
 - a) histórico da regulamentação de segurança sobre a máquina especificada;
 - b) descrição e funcionamento;
 - c) riscos na operação;
 - d) principais áreas de perigo;

- e) medidas e dispositivos de segurança para evitar acidentes;
- f) proteções - portas, e distâncias de segurança;
- g) exigências mínimas de segurança previstas nesta NR e na Norma Regulamentadora n.º 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- h) medidas de segurança para injetoras elétricas e hidráulicas de comando manual;
- e
- i) demonstração prática dos perigos e dispositivos de segurança.

Além disso, o operador também precisa verificar uma série de outros itens antes de começar sua operação, os quais estão previstos no item 12.17 “Outros requisitos específicos de segurança”, da NR-12 (BRASIL, 2020).

2.4. Sinalização

Não somente os equipamentos, mas o ambiente em que estão instalados precisam estar devidamente sinalizados, alertando os funcionários e terceiros, quanto aos seus riscos eminentes.

Os métodos envolvem simbologias, diferenciação por cores, sinais sonoros ou luminosos, placas e etc. Devem estar em locais de fácil visualização e entendimento.

Segundo Paiva (2013), a sinalização tem por objetivo alertar sobre a existência de perigo que possa expor o trabalhador e/ou patrimônio (equipamentos e edifícios) ao risco de danos físicos. Por isso precisa ser posicionada onde possa ser visualizada sem a necessidade de iluminação e ser de fácil identificação e distinção (figuras 01 e 02).

Figura 01: Exemplo 1 de sinalização.



Fonte: Towbar, s.d.

Figura 02: Exemplo 2 de sinalização.



Fonte: Towbar, s.d.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. O equipamento

Todo equipamento com partes girantes e que necessita de operação humana, está sujeito a acidentes envolvendo seu operador, seja por falta de atenção ou falta de conhecimento do operador em relação à máquina que está operando.

Os desintegradores já foram muito utilizados antigamente por pequenos produtores rurais, principalmente para fabricar misturas para o rebanho. Ele é composto por partes cortantes que atuam no interior e fazem o corte da matéria prima utilizada, seu acoplamento é dado por correias e polias, que geralmente ficam expostas causando o risco ao operador, e sua propulsão se dá através de motor elétrico, alimentado pela rede elétrica.

O equipamento a ser analisado é um desintegrador (figura 03), suas partes girantes são balanceadas eletronicamente na rotação de 2500 RPM, acionada por um motor de 15HP, 3520 RPM e alimentada pela rede elétrica. É indicado para laboratório de análise de qualidade da Cana e do preparo da amostra.

Figura 03: Desintegrador.



Fonte: Autores, 2017.

A pessoa responsável pela operação do equipamento deve ter certa malícia devido ao modo de se colocar a matéria prima no seu interior, pois é feita manualmente, além do mais, o local de instalação do equipamento é muito importante para não atrapalhar essa operação, e deverá estar demarcado com faixas amarelas no piso delimitando o local de operação. Seu operador deverá ser devidamente treinado e capacitado para tal operação.

Segundo Paiva (2015), ninguém deve operar qualquer equipamento, a menos que tenha recebido treinamento para isso, e que todas as medidas de segurança estejam implantadas no maquinário. A empresa e os empregados devem inspecionar constantemente as ferramentas e equipamentos de trabalho, inclusive os EPIs.

O equipamento deve ser mantido sempre limpo e lubrificado se houver pontos de lubrificação, a bica de alimentação deve estar sempre limpa e desobstruída de corpos estranhos ao uso normal, deve-se estar atento também a ruídos estranhos, aglomeração de material e vibração anormal no seu funcionamento.

As correias de acionamentos devem estar sempre limpas e imunes a óleos graxas e a outros materiais estranhos.

Deve-se estar atento também ao motor elétrico, quanto à ruídos estranhos, ligações elétricas e polias, lembrando que, ao se executar qualquer serviço de manutenção deve-se certificar que a máquina esteja desligada e travada para que não ocorra uma partida acidental durante o serviço.

3.2. Apreciação de riscos

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR ISO 12100 (2013), apresenta através de tabelas distintas, exemplos de perigos e situações perigosas e eventos perigosos, de modo a esclarecer tais conceitos e auxiliar as pessoas que estejam elaborando apreciações de riscos, no processo

de identificação de perigos.

A lista de perigos, situações perigosas e eventos perigosos não esgotam todas as possibilidades, e nem são as prioritárias. Portanto, o projetista deve também identificar e documentar quaisquer outros perigos, situações perigosas ou eventos existentes na máquina.

A função da avaliação de riscos é fazer a categorização para o desenvolvimento do sistema de proteção das partes com riscos em máquinas e equipamentos, e assim diminuir ou minimizar ao máximo o risco envolvido.

De acordo com a NBR ISSO 12100 (2013), para executar a apreciação de riscos e consequentemente, a redução dos mesmos, o projetista deve levar em consideração as seguintes etapas:

- a) determinação dos limites da máquina, considerando seu uso devido, bem como, quaisquer formas de mau uso razoavelmente previsíveis;
- b) identificação dos perigos e situações perigosas associadas;
- c) estimativa do risco para cada perigo ou situação perigosa;
- d) avaliação do risco e tomada de decisão quanto à necessidade de redução de riscos;
- e) eliminação do perigo ou redução de risco associado ao perigo por meio de medidas de proteção;

As etapas de “a” a “d” compõem o processo de apreciação de riscos, enquanto que a etapa “e”, o processo de redução de riscos (quadro 01).

De acordo com a Revista Proteção (2014), um método eficaz de se mensurar uma estimativa de risco para os perigos encontrados em uma análise é o método HRN - Hazard Rating Number, que se tornou conhecido a partir de artigo publicado em 1990, na revista Safety and Health Practitioner, pelo especialista na área Chris Steel, tem sido empregado com o objetivo de mensurar uma estimativa de risco para cada perigo encontrado.

O método HRN - Hazard Rating Number, utiliza quatro parâmetros:

- Probabilidade de Ocorrência do Dano (LO);
- Frequência de Exposição ao Risco (FE);
- Gravidade da Possível Lesão (DPH); e
- Número de Pessoas Expostas (NP).

Quadro 01: Parâmetros de riscos.

1		Probabilidade de Ocorrência	(LO)
	0,033	Quase impossível	Pode ocorrer em circunstâncias extremas
	1	Altamente improvável	Mas pode ocorrer
	1,5	Improvável	Embora concebível
	2	Possível	Mas não usual
	5	Alguma chance	Pode acontecer
	8	Provável	Sem surpresas
	10	Muito provável	Esperado
	15	Certeza	Sem dúvida
2		Frequência da Exposição	(FE)
	0,5	Anualmente	
	1	Mensalmente	
	1,5	Semanalmente	
	2,5	Diariamente	
	4	Em termos de hora	
	5	Constantemente	
3		Grau da Possível Lesão	(DPH)
	0,1	Arranhão / Escoriação	
	0,5	Dilaceração / corte / enfermidade leve	
	1	Fratura leve de ossos - dedos das mãos / dedos dos pés	
	2	Fratura grave de ossos - mão / braço / perna	
	4	Perda de 1 ou 2 dedos das mãos / dedos dos pés	
	8	Amputação de perna / mão, perda parcial da audição ou visão.	
	10	Amputação de 2 pernas ou mãos, perda parcial da audição ou visão em ambos ouvidos ou mãos.	
	12	Enfermidade permanente ou crítica	
	15	Fatalidade	
4		Número de Pessoas sob Risco	(NP)
	1	1 - 2 pessoas	
	2	3 - 7 pessoas	
	4	8 - 15 pessoas	
	8	16 - 50 pessoas	
	12	Mais do que 50 pessoas	

Fonte: Autores, 2017.

Analisando o equipamento seguindo os parâmetros HRN, pode-se constatar:

- Probabilidade de ocorrência: possível – 2;
- Frequência de exposição: em termos de hora – 4;
- Grau de possível lesão: fratura grave de ossos dos dedos/mãos/braços – 2; e,
- Pessoas envolvidas: uma a duas – 1.

Para determinar o HRN, basta multiplicar cada um desses quatro parâmetros (quadro 02):

$$\text{HRN} = \text{PE} \times \text{FE} \times \text{MPL} \times \text{NP}$$

$$\text{HRN} = 2 \times 4 \times 2 \times 1$$

$$\text{HRN} = 16$$

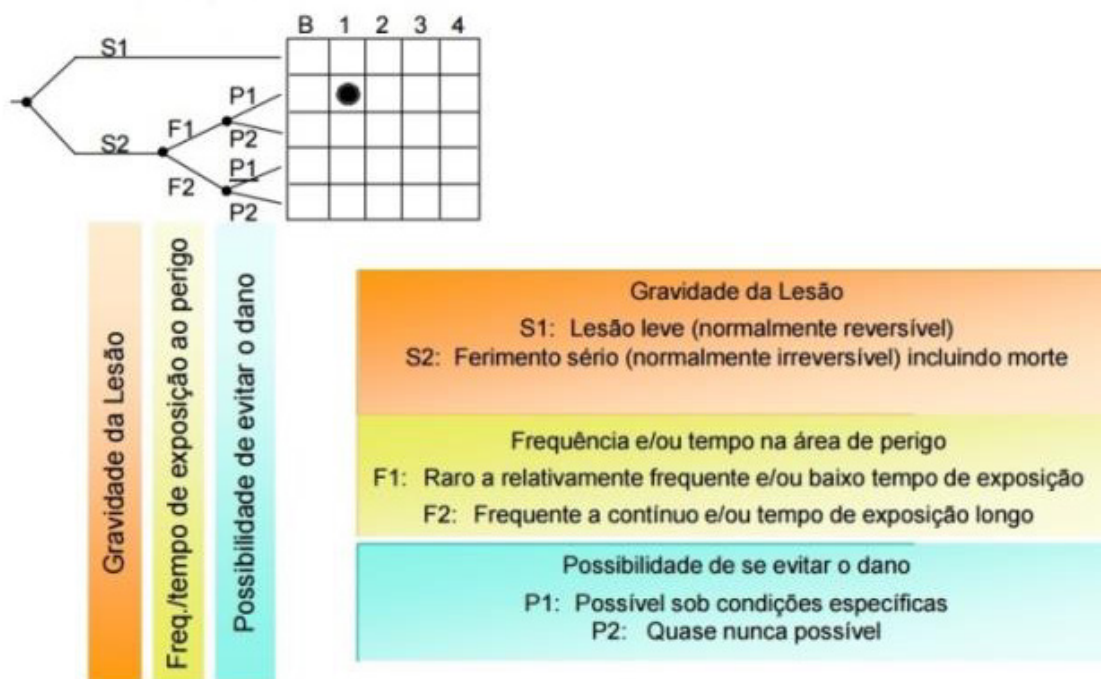
Quadro 02: Grau de risco calculado.

Tabela de Grau de Risco calculado		
HRN	Risco	Comentário
0 - 1	Raro	Apresenta um nível de risco muito pequeno
1 - 5	Baixo	Apresenta um nível de risco a ser avaliado
5 - 50	Atenção	Apresenta riscos em potencial
50 - 100	Significativo	Apresenta riscos que necessitam de medidas de segurança no prazo máximo de uma semana
100 - 500	Alto	Apresenta riscos que necessitam de medidas de segurança no prazo máximo de um dia
> 500	Extremo	Apresenta riscos que necessitam de medidas de segurança imediata

Fonte: Autores, 2017.

A execução da categorização do equipamento em relação as suas proteções podem ser verificadas seguindo as orientações conforme o diagrama disponibilizado na ABNT NBR 14153 (1998). Desse modo, o equipamento em questão apresenta a seguinte categoria:

Figura 04: Categorização de riscos.



Fonte: NBR 14153, ABNT (1998).

Gravidade da Lesão:

- S2 – Ferimento sério (normalmente irreversível).

Frequência de exposição ao perigo:

- F1 – Raro a relativamente frequente.

Possibilidade de evitar o dano:

- P1 – Possível sob condições específicas.

A categoria identificada é a 1.

Tendo como base esses itens para realizar a apreciação de riscos, vejamos a inspeção feita no equipamento em questão (quadros 03, 04 e 05).

Quadro 03: Apreciação de riscos 1.

Equipamento	Inconformidades e soluções
Desintegrador	Inconformidades
	Correias e polias parcialmente expostas, proteção insuficiente, perigo iminente de acidente. O trabalhador poderá entrar em contato com o eixo e a parte interna da proteção resultando em acidente.
Fonte: Autores, 2016.	Solução
	Adequação do equipamento conforme NR-12, de modo que evite qualquer contato de dedos, mãos e exposição das polias com o equipamento em funcionamento.

Fonte: Autores, 2016.

Pode-se observar no quadro acima, que a proteção está inadequada devido a possibilidade que o operador tem de entrar em contato com o eixo e as polias, podendo vir a ocorrer um acidente. O mesmo acontece no próximo quadro, no lado em que está o eixo no motor.

Quadro 04: Apreciação de riscos 2.

Equipamento	Inconformidades e soluções
Desintegrador	Inconformidades
	Correias e polias parcialmente expostas, proteção insuficiente, perigo iminente de acidente. O trabalhador poderá entrar em contato com o eixo e a parte interna da proteção resultando em acidente.
Fonte: Autores, 2016.	Solução
	Adequação do equipamento conforme NR-12, de modo que evite qualquer contato de dedos, mãos e exposição das polias com o equipamento em funcionamento.

Fonte: Autores, 2016.

Quadro 04: Apreciação de riscos 3.

Equipamento	Inconformidades e soluções
Betoneira	Inconformidades
	Correias e polias parcialmente expostas, proteção insuficiente, perigo iminente de acidente. O trabalhador poderá entrar em contato com a polia na parte interna da proteção resultando em acidente.
	Solução
Fonte: acervo do autor (2016)	Adequação do equipamento conforme NR-12, de modo que evite qualquer contato de dedos, mãos e exposição das polias com o equipamento em funcionamento.

Fonte: Autores, 2016.

Quadro 05: Apreciação de riscos 4.

Equipamento	Inconformidades e soluções
Betoneira	Inconformidades
	Cremalheira de acionamento da bacia não está enclausurada e o espaço entre ela e o suporte é pequeno podendo assim, ocorrer esmagamento de mãos e braços no caso de acidente.
	Solução
Fonte: Autores, 2016.	Adequação do equipamento conforme NR-12, de modo que evite qualquer contato na cremalheira, proteger a bacia para que não haja possibilidade de esmagamento de membros com o equipamento em funcionamento.

Fonte: Autores, 2016.

3.3. Técnicas utilizadas

Os métodos utilizados neste trabalho foi o estudo de caso, que tem a intenção de passar para o leitor de forma sucinta e familiar todo o assunto abordado, e seguindo uma linha de raciocínio para projeto, com vistas a facilitar o entendimento sobre o assunto abordado.

Segundo Yin (2005), o uso do estudo de caso é adequado quando se pretende investigar o como e o porquê de um conjunto de eventos contemporâneos.

Gil (2009) aponta alguns propósitos dos estudos de caso: 1) explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos; 2) preservar o caráter unitário do objeto estudado; 3) descrever

a situação do contexto em que está sendo feita uma determinada investigação; 4) formular hipóteses ou desenvolver teorias e 5) explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações complexas que não permitam o uso de levantamentos e experimentos.

Para o cumprimento de acordo com a NR-12, tem-se que considerar:

12.5.1 As zonas de perigo das máquinas e equipamentos devem possuir sistemas de segurança, caracterizados por proteções fixas, proteções móveis e dispositivos de segurança interligados, que resguardem proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores.

(...)

12.5.9 As transmissões de força e os componentes móveis a elas interligados, acessíveis ou expostos, desde que ofereçam risco, devem possuir proteções fixas, ou móveis com dispositivos de intertravamento, que impeçam o acesso por todos os lados. (BRASIL, 2020).

3.4. Técnicas utilizadas

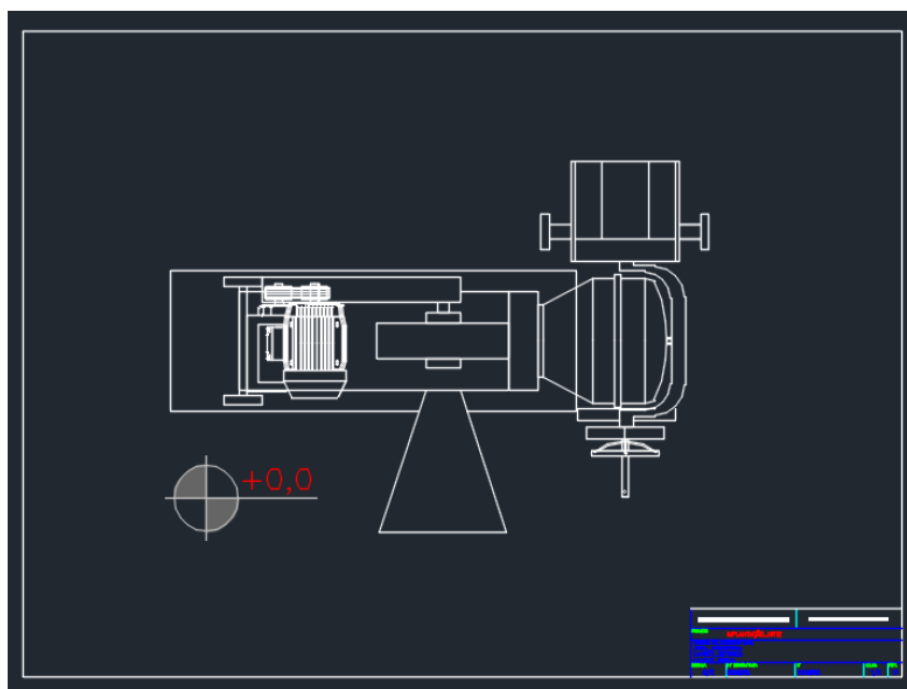
O equipamento a ser analisado, precisa estar listado em um inventário de equipamentos existentes na empresa, com seus dados técnicos, local de instalação em planta baixa e nível do equipamento em relação ao nível do solo (quadro 06, e figuras 05, 06 e 07).

Quadro 06: Inventário de equipamentos.

SETOR DA INDÚSTRIA: QUALIDADE					
IDENTIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS			LOCALIZAÇÃO NO ARQUIVO TEC.		
EQUIPAMENTOS:	LOCALIZAÇÃO:	FUNÇÃO DO EQUIPAMENTO:	PLANTA BAIXA:	MANUAL E PROCEDIMENTO:	REGISTRO DE TREINAMENTO:
DESINTEGRADOR	XXX	DESINTEGRAR A CANA PICADA PARA USO NA ANÁLISE DE QUALIDADE	OK	OK	OK
BETONEIRA	XXX	PESAGEM DO CAMINHÃO CARREGADO	OK	OK	OK
TOTAL: 2					

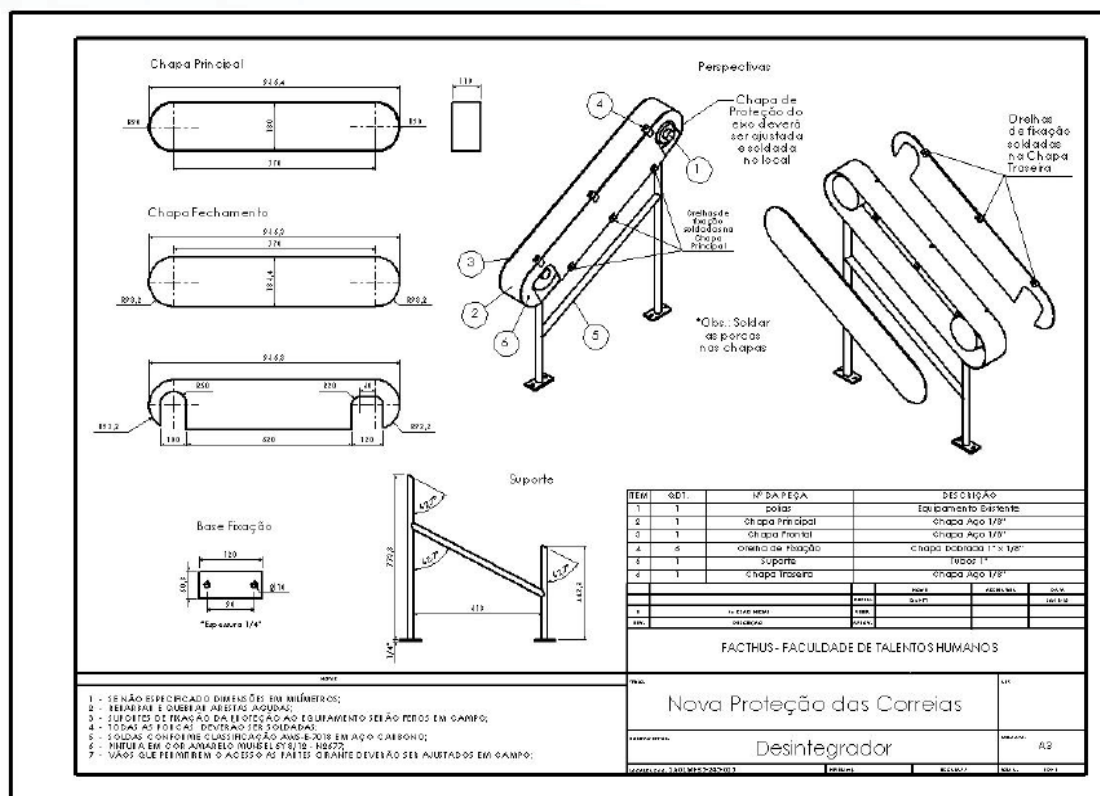
Fonte: Autores, 2016.

Figura 05: Equipamentos locados em planta baixa e nível do equipamento.



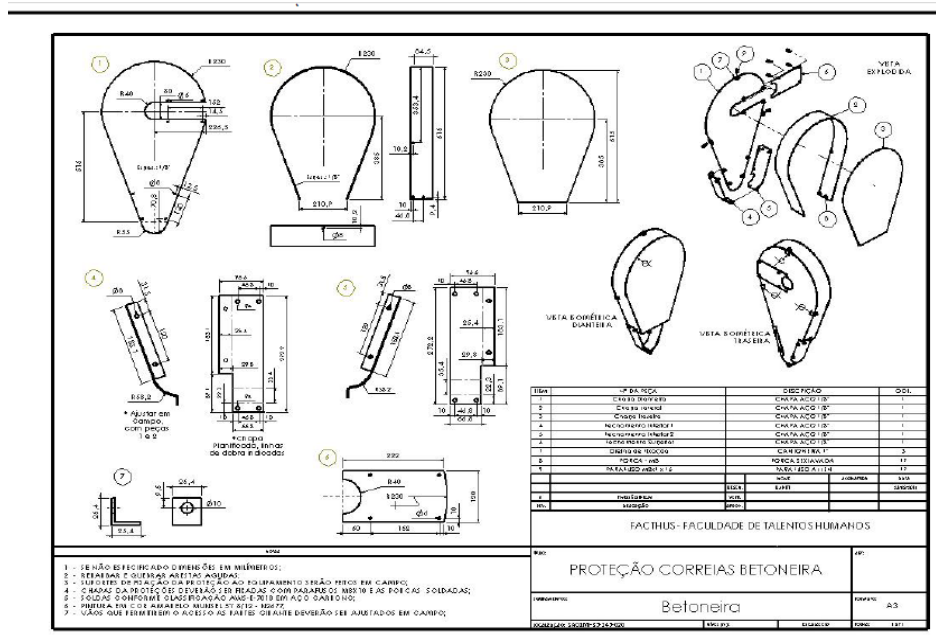
Fonte: Autores, 2016.

Figura 06: Projeto das proteções do desintegrador.



Fonte: Autores, 2016.

Figura 07: Projeto das proteções do desintegrador.



Fonte: Autores, 2016.

O inventário é muito importante para identificação dos equipamentos existentes na indústria, controle de plantas, manuais e treinamentos com uma visão geral dos trabalhos já executados.

Com esses itens concluídos, o equipamento passa pela análise de risco, onde é utilizada a NBR – 14153, e a análise HRN categorizando o equipamento, feito isso já se pode projetar e instalar as proteções de acordo com dados colhidos em campo respeitando as inconformidades identificadas.

Polias e correias do acionamento do desintegrador estão parcialmente expostas necessitando de adequação na proteção (figuras 08, 11 e 14).

Figura 08: Proteção do acionamento do desintegrador (inadequado).

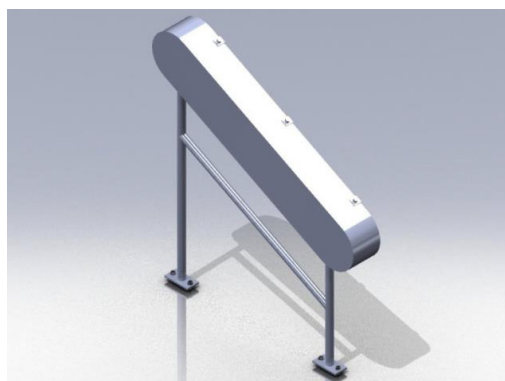


Fonte: Autores, 2016.

Foi utilizado um software de modelamento 3D para auxiliar no desenvolvimento do protótipo (figuras 09, 10, 12 e 13). Sendo que, o material utilizado foram chapas de 1/8" SAE 1020, e a fixação da

proteção foi feita no piso devida à vibração da máquina, a fim de se evitar quebras e afrouxamento de parafusos.

Figura 09: Projeto de proteção do acionamento do desintegrador (vista isométrica frontal).



Fonte: Autores, 2016.

Figura 10: Projeto de proteção do acionamento do desintegrador (vista isométrica posterior).



Fonte: Autores, 2016.

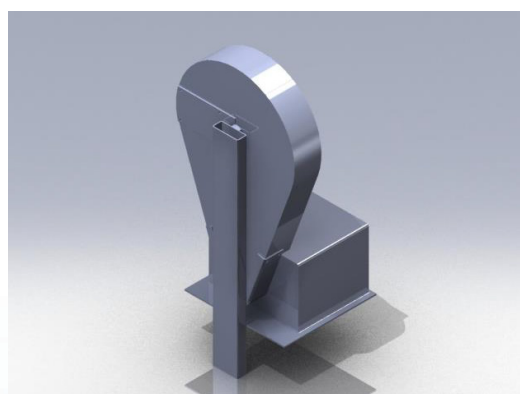
Observe que foram feitos os fechamentos com chapas impossibilitando o acesso as correias e polias.

Figura 11: Proteção de acionamento da betoneira (inadequado).



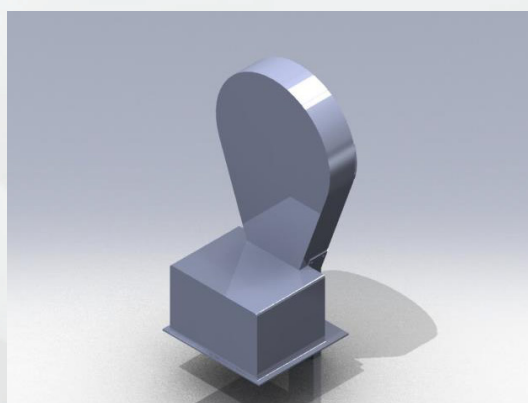
Fonte: Autores, 2016.

Figura 12: Projeto de proteção do acionamento da betoneira (vista isométrica frontal).



Fonte: Autores, 2016.

Figura 13: Projeto de proteção do acionamento da betoneira (vista isométrica posterior).



Fonte: Autores, 2016.

Figura 14: Betoneira sem a proteção da cremalheira.



Fonte: Autores, 2016.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estudo e interpretação da norma, foi possível verificar as falhas no equipamento e as possíveis melhorias que poderiam ser implantadas. Assim, foram desenvolvidos os procedimentos adequados para cada situação, afim de aprimorar as condições de segurança, proporcionando um equipamento mais seguro para os envolvidos na operação e manutenção que é o principal objetivo deste trabalho.

A NR-12 juntamente com outras normas, permitem as empresas após a implementações tenham um ambiente mais saudável e seguro para os trabalhadores. Ressalta-se que, essa norma é bastante ampla e precisa ser bem estudada para que seja bem aplicada.

Ademias, vale lembrar, que as normas estão em constante atualização e a cada dia novos equipamentos estão surgindo e com o tempo ficam desatualizados necessitando de implantação, como foi o caso do objeto estudado.

Através desses estudos foi possível identificar e realizar as devidas correções nas proteções, algumas com modelos novos e outras apenas com adequações mais simples, proporcionando que o equipamento estivesse de acordo com a NR-12.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 12100:2013**. Segurança de Máquinas – Princípios gerais para apreciação de projeto-Apreciação e Redução de Riscos. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14153:1998**. Segurança de Máquinas – Partes de comandos relacionados à segurança – Princípios gerais para projetos. Rio de Janeiro, 1998.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943**. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho. Rio de Janeiro: Lex, 1943.

BRASIL. **Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977.** Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. Brasília: DF: Diário Oficial da União. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6514.htm. Acesso em: 07 fev. 2025.

BRASIL. **Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991.** Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213cons.htm. Acesso em: 07 fev. 2025.

BRASIL. Ministério da Previdência Social. **Estatísticas de Acidentes do Trabalho 2013.** Publicado em 08/06/2020. Atualizado em 16/03/2023. Disponível em: https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/saude-e-seguranca-do-trabalhador/acidente_trabalho_incapacidade/aeat-2013/estatisticas-de-acidentes-do-trabalho-2013. Acesso em: 06. fev. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 6 – Equipamentos de Proteção Individual - EPI.** Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.** Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.** Normas Regulamentadoras. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2025.

CUNHA, Marco Aurélio Pereira da. **Análise do uso de EPI's e EPC's em obras verticais.** Tese (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 175 p.

INBEP. Normas regulamentadoras NRs: o que são e como surgiram. 2015. Disponível em: <http://blog.inbep.com.br/normas-regulamentadoras-nrs-o-que-sao-e-como-surgiram>. Acesso em: 25 abril 2016.

LOPES Neto, André; BARRETO, Maria de Lourdes. **A utilização do EPI neutraliza a Insalubridade.** Revista CIPA - Caderno Informativo de Prevenção de Acidentes. São Paulo: CIPA Publicações, ano

xvii, n. 187. 1996.

MESQUITA, Eduardo. **A importância da capacitação profissional**. Disponível em: <http://sindirefeicoes-rj.org.br/artigo/a-importancia-da-capacitacao-profissional>. Acesso em: 02 maio 2016.

MÍDIAS. **PMKB - Project Management Knowledge**. Base – Experiência e Conhecimento em Gerenciamento de Projetos. 2013. Disponível em: <http://pmkb.com.br/artigo/adequacoes-de-maquinas-e-equipamentos-aplicando-a-nr-12/>. Acesso em: 25 abril 2016.

PAIVA, Mauricio Ferraz de. **Sinalização de segurança pode evitar muitos acidentes do trabalho**. 2013. Disponível em: <http://www.banasqualidade.com.br/2012/portal/conteudo.asp?codigo=16668&secao=Artigos>. Acesso em: 02 maio 2016.

PAIVA, Mauricio Ferraz de. **O cumprimento da NR 12 garante a saúde e a integridade física dos trabalhadores**. 2015. Disponível em: <http://www.banasqualidade.com.br/2012/portal/conteudo.asp?secao=artigos&codigo=18202>. Acesso em: 02 maio 2016.

REVISTA PROTEÇÃO. **Estudo analisa riscos em prensa mecânica excêntrica antes e depois da adequação à NR 12**. 2014. Disponível em: http://www.protecao.com.br/noticias/leia_na_edicao_do_mes/estudo_analisa_riscos_em_prensa_mecanica_excentrica_antes_e_depois_da_adequacao_a_nr_12/AAY4JyJy/6315. Acesso em: 05 maio 2016.

TOWBAR. Perigo trabalho de máquinas. Santa Catarina: Brusque. s.d. Disponível em: https://www.towbar.com.br/placas-de-sinalizacao/prevencao-de-acidentes/perigo-trabalho-de-maquinas?variant_id=50241.

TOWBAR. Utilize Epis Nesta Área. Santa Catarina: Brusque. s.d. Disponível em: <https://www.towbar.com.br/placas-de-sinalizacao/atencao/utilize-epis-nesta-area>.

WALDHELM, N. **O que é NR**. Disponível em: <http://segurancadotrabalhonwn.com/o-que-enr/>>. Acesso em: 29 fev. 2016.

WEINFUTER, Sergio. **Acidentes com máquinas e a NR 12**. Portal da Educação. 2011. Disponível em: <https://www.portaleducacao.com.br/idiomas/artigos/57154/acidentes-com-maquinas-e-a-nr-12>. Acesso em: 02 maio 2016.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.

MANUTENÇÃO PREDITIVA EM MÁQUINAS DE UMA EMPRESA DE CHAPAS

NETO, W. A., Uberaba/MG, warney.anselmo@yahoo.com.br
NETO, N. P., CODAU – Uberaba/MG, nelson.neto@gmail.com
SILVA, L. A., UNIUBE – Uberaba/MG, leandro.aureliano1979@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo é destacar a importância da análise de falha no processo produtivo mediante a reorganização da gestão de produção, visando alcançar maior nível de satisfação dos clientes. No decorrer do processo produtivo, as falhas em operações de engenharia mecânica são recorrentes, e sem inspeção elas podem gerar problemas de diversas naturezas para a empresa, dentre eles a insatisfação dos clientes. Diante desta realidade, foi realizada uma operação do setor de gestão de produção visando criar um sistema de gestão de qualidade que pudesse traçar um planejamento que fosse viável para a manutenção dos equipamentos. Desta forma, passou-se com o sistema implantado a realizar na empresa, a partir de agosto de 2015, inspeções de máquinas em funcionamento. Dentre estas inspeções, para ilustrar o estudo, foi escolhido o problema da quebra de um rolamento, ocasionado pela falta de lubrificação, sendo que, medidas corretivas foram adotadas e prescritas nos relatórios, as quais foram realizadas pela equipe de manutenção. A partir daí, também, passou a ser realizada na empresa as inspeções regulares, sempre realizando manutenção preventiva, para que a vida útil dos equipamentos pudesse ser aumentada. A melhoria realizada gerou maior praticidade e agilidade no setor de manutenção, não houveram mais paradas indesejadas, e com isso, todos os compromissos passaram a ser entregues em dia, gerando maior satisfação dos clientes (95%) e maior confiabilidade.

Palavras-chave: Inspeção; Falhas; Sistema de Gestão de Qualidade; Confiabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O processo produtivo é muito amplo, possui diversas facetas que devem ser analisadas e colocadas em destaque, dentre elas, está a análise de falha, um processo que é de vital importância para a manutenção, pois gera capacidade ativa de compreender causas raízes de falhas, defeitos, e assim, realizar um planejamento de ações que possam conduzir o processo produtivo a alcançar o número zero de falhas, podendo gerar maior poder de confiabilidade aos ativos.

Neste aspecto, pode-se destacar que o “planejamento é condição básica para o sucesso das ações, ou seja, para que o resultado das ações tenha o máximo de proximidade com que se pretende atingir” (UNITINS, 2011, p. 319). Portanto, assim que uma falha for detectada deve haver um planejamento capaz

de sanar esta falha, ou evitar que ocorra novamente.

A manutenção, por meio de uma equipe eficiente, faz uso de análise de falha, para poder compreender melhor as ações (por mais rotineiras que sejam), e priorizar algo que não esteja indo bem. No âmbito da Engenharia de Manutenção esta ação tem feito com que muitos problemas sejam corrigidos e, ainda, que muito seja economizado na empresa, sejam com paradas inesperadas, custos de peças onerosas ou até do equipamento completo.

Ao realizar o planejamento de um equipamento para se verificar possíveis falhas, torna-se necessário “estabelecer objetivos que devem ser definidos no momento em que as ações são planejadas” (UNITINS, 2011, p. 319). Ação primeira da equipe de manutenção que irá iniciar o processo de análise de falha.

Neste estudo, observa-se a realidade de uma empresa que passou desde 2013 a realizar periodicamente Análise de Falha de seus equipamentos em operação. Uma ação planejada que tem gerado maior praticidade e agilidade nos trabalhos de manutenção da equipe de Engenharia de Mecânica.

Os dados registrados foram colhidos na empresa, localizada no Triângulo Mineiro, cujo trabalho de manutenção é colaborativo com a Gestão de Qualidade, a qual tem um projeto em construção relativo ao desenvolvimento de um Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ), na qual a análise de falha tem sido fundamental para os resultados qualitativos da gestão de produção.

Torna-se importante ressaltar que, a Gestão de Qualidade (GQ) vem sendo reconhecida como uma ferramenta de gestão para a Micro e Pequenas Empresas (MPE), um dos suportes gerenciais, que por meio das informações, melhorias e mudanças fortalecem a tomada de decisão e asseguram o melhor desempenho da produtividade e de serviços. Além disso, ela pode trazer diversos benefícios para a empresa no momento em que o Sistema de Gestão de Qualidade é implantado (CAPINETTI, 2012).

A GQ tem estado integrada à manutenção da empresa, pelo menos é o que se espera que ocorra, pois na prática, abrange uma visão macro da existência humana, influenciando modos de pensar e de agir. De certa forma, qualidade não significa apenas o controle de produção, a qualidade intrínseca de bens e serviços, o uso de ferramentas e métodos de gestão, ou a assistência técnica adequada. Ela se estende muito, além disso, pois organiza todo sistema empresarial, tendo como suporte a Qualidade Total (MARSHALL et al., 2010).

Nesse contexto, o objetivo deste estudo é destacar a importância da análise de falha para o trabalho da manutenção, de modos a demonstrar sua aplicabilidade frente a falha do rolamento do exaustor.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No processo produtivo a manutenção torna-se fundamental para que a empresa alcance maior qualidade e tenha um produto final esperado, bem como mantenha seu cliente satisfeito.

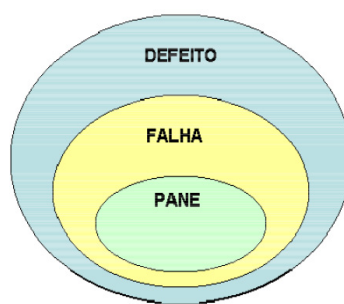
A manutenção pode ser entendida, com base na ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR – Normas Brasileiras Reguladoras, nº 5462 de 1994, como “combinação de todas as ações

técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida” (DIAS, 2010, p. 3).

Também, como base na mesma ABNT NBR, em se tratando da análise de falha, esta pode ser vista como qualquer tipo de desvio de uma característica de um item em relação a seus requisitos (PALLEROSI, 2007). Neste caso, qualquer tipo de defeito que venha comprometer o desempenho de um equipamento, por menor que seja, provavelmente, será uma falha.

Em se tratando do processo de análise de falha, três pontos devem ser vistos e analisados para que a manutenção possa realizar seu trabalho. São eles: o defeito; a falha e a pane (figura 01).

Figura 01: Pane, falha e defeito.



Fonte: Adaptado de Pallerosi (2007).

Um defeito geralmente, ocorre quando se compra o equipamento, e nem é tão preocupante de início quando o mesmo está na sua garantia. Por outro lado, sem estas, pode a equipe de manutenção realizar seu conserto.

No caso da falha, o problema já se torna mais relevante, pois há necessidade de se verificar o porquê de sua ocorrência, e daí, chegar a uma solução para a mesma. No caso da pane, é considerada mais grave, pois geralmente, compromete o equipamento, não o deixa operar e, em alguns casos, resta a troca de peça, ou até mesmo, a compra de outro equipamento.

No ambiente interativo da manutenção, na concretização da sua rotina de trabalhos, é muito comum a troca de uma peça, sem que se faça uma análise da ocorrência do desgaste desta peça, ou seja, verificar os motivos (causa raiz) do problema (falha) acontecer, bem como, da real necessidade de troca da referida peça. O concertar apartir da quebra ou da falha, gera muitas vezes maior custo e maior tempo de parada do equipamento

De certa forma, na manutenção, casos de manutenção corretiva são muito frequentes. Esta é uma ação ocorrida com base na falha de execução do equipamento, que visa corrigir, restaurar, recuperar a capacidade produtiva do equipamento, caso tenha cessado ou diminuído sua capacidade de exercer suas funções (SILVA, 2015).

A manutenção corretiva, é o tipo de manutenção que visa corrigir a falha ou desempenho de um equipamento que esteja menor do que o esperado (desempenho deficiente). Portanto, tem como função principal corrigir ou restaurar as condições de funcionamento do equipamento. Ela pode ser planejada

(fruto de decisão gerencial, pois necessita que o equipamento tenha um melhor desempenho) e não planejada (ocorre aleatoriamente, sem haver planejamento antecipado) (COSTA, 2015).

No entanto, nem sempre espera-se que a falha ocorra ou seja percebida para que haja manutenção. Muitas empresas no mundo todo têm buscado prevenir que falhas ocorram, assim, neste caso, realiza-se a manutenção preventiva.

Souza (2013) indica a “probabilidade de operar sem falhas e quebras em um determinado espaço de estatísticas referente às possíveis falhas dos componentes de um sistema, o qual pode ser feito com a utilização da ferramenta FMEA - Análise do Tipo e Efeito de Falha”.

Esta manutenção, portanto, é quando a equipe de manutenção visa reduzir ou evitar que uma falha ocorra, ou que haja queda no desempenho do equipamento, realizando um plano elaborado, que poderá identificar elementos que poderão evitar uma falha futura (COSTA, 2015).

Ao contrário da Corretiva que corrige as falhas, a Preventiva visa evitar a ocorrência de falhas fazendo a devida prevenção, trabalham com a previsibilidade de ações que possam ser realizadas e implementadas nos equipamentos para que falhas possam ser reduzidas ou até mesmo eliminadas (COSTA, 2015).

Além das manutenções corretiva e preventiva, há também a manutenção preditiva. Esta faz uso de técnicas de engenharia capazes de identificar o momento em que um componente do equipamento tende a falhar (SOUZA, 2013). Como trabalha de forma mais científica, tem sido muito adotada em empresas, por equipes de manutenção com maior poder de análise, que tem espírito visionário. Que vão além do ato de concertar e também de prevenir, pensam longe, na vida útil do equipamento, favorecendo maior tempo de produtividade a este.

Este tipo de manutenção considera as modificações encontradas na condição e no desempenho de um equipamento, analisando se está dentro do tempo e dos parâmetros aceitáveis para este equipamento (BECHTOLD, 2010).

Nesse sentido, a equipe de manutenção procura atentamente analisar o equipamento (dentro de suas características gerais e das suas condições de operação) para então poder gerar maior vida útil, mas podendo para isso realizar uma corretiva programada ou uma preventiva. Neste caso é difícil trabalhar a preditiva sem que se tenha feito ao mesmo o uso da preventiva. Na verdade, a preventiva de certa forma, até completa a preditiva.

Estas são as três principais manutenções quando o tema se direciona diretamente a análise de falha. Cabe, a equipe de manutenção, ao realizar as suas atividades, estabelecer um levantamento de falhas para verificar qual a que melhor ou a que se ajusta em determinada ação de correção da falha encontrada.

Muitos estudos destacam que a equipe de manutenção é importante na consolidação do conserto do equipamento, mas é o colaborador que trabalha neste equipamento o principal agente para a identificação precoce da falha, ou mesmo para que esta seja evitada.

No entanto, com um bom projeto de Gestão de Manutenção focada na análise de falha poderá ir além dessa atribuição do colaborador, pois este na efetividade diária de suas ações pode não perceber que

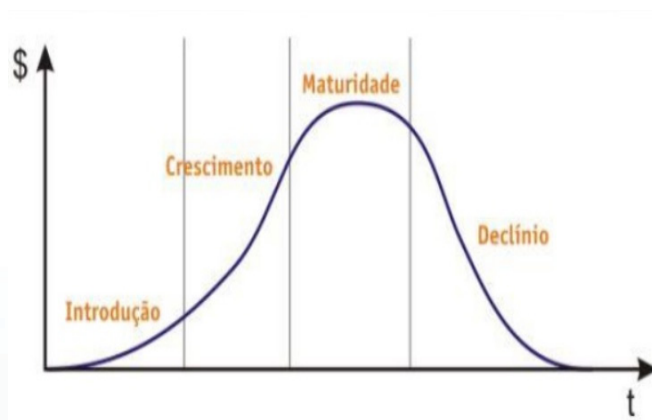
algo no equipamento de trabalho não está bem, muitas vezes, percebe, mas lhe falta conhecimento técnico para identifica-lo. É, aí que entra o processo de análise de falha no trabalho da equipe de manutenção.

2.1 Curva de Falha

De modo geral, as falhas ocorrem, muitas vezes, sem precedentes, por diversos motivos, que pode afetar ou não o equipamento, e gerar transtornos para o processo produtivo. Podem ter sua fonte ligada a operação, ou mesmo, ter causas relativas a seus materiais, até mesmo, resultarem de informações erradas (SLACK et al., 2009).

Geralmente, a possibilidade de ocorrência de uma falha relaciona-se com o ciclo de vida útil do equipamento, ou seja, considerando as pontuações de Slack et al. (2009), pode-se ressaltar que todo produto ou serviço tem um ciclo de vida que vai desde sua introdução até o seu declínio (figura 02).

Figura 02: Ciclo de Vida do Produto.

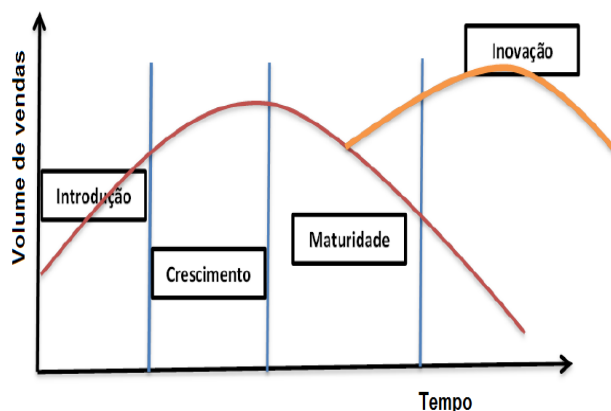


Fonte: Adaptado de Slack et al. (2009).

O ciclo de vida é um processo contínuo, que muitas vezes não ocorre no tempo do fim de seu declínio. Afinal, sempre há uma oportunidade de melhorar, inovar, dar uma remodelagem a este produto/serviço, tornando-o, muitas vezes mais competitivo.

Muitas vezes, esta inovação parte da busca de profissionais de extrema qualidade, melhoria do atendimento; oferta de outros produtos; investimentos em tecnologias de ponta, treinamento de pessoal, enfim, todas estas ações melhoram e inovam o ciclo de vida do produto, não deixando que este chegue ao declínio. Portanto, a figura 03, mostra como seria este ciclo de vida com o investimento feito, antes dele chegar a declinar.

Figura 03: Ciclo de Vida do Produto – Inovação.

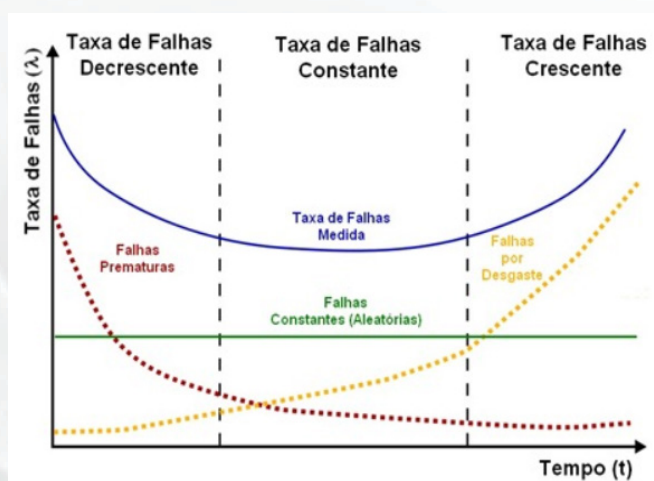


Fonte: Autores (2016).

A inovação é base para o trabalho de todo empreendimento de sucesso, pois é “um dos pontos essenciais ao empreendedor visto que inovar e explorar novas ideias de outros de maneira única e/ou original, de modo que o resultado deste processo seja o desejado pelo idealizador” (SCARAMUZZA; BRUNETTA, 2009, p. 1).

A figura 03, mostra um exemplo muito importante considerando a análise de falha, o mesmo que ocorre no ciclo de vida do produto, pode ocorrer também, com o equipamento, considerando sua curva de falha (figura 04).

Figura 04: Curva de Falha.



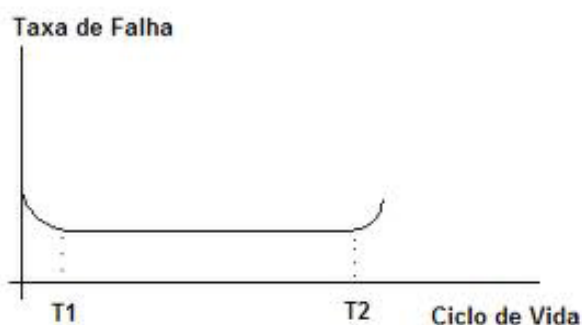
Fonte: Autores (2016).

Neste aspecto, estas taxas vão ocorrendo conforme vão sendo realizadas as análises de falha do equipamento e sendo realizadas as manutenções correspondentes. Certamente, que o fator inovação entra em ações mais assertivas, como a realização de manutenção Preditiva.

A empresa estudada no presente projeto, tem direcionada preocupação com esta realidade, e tem se preocupado em desenvolver ações práticas e até mesmo mudando projetos, criando novas expectativas para que o produto consiga ter seu ciclo de vida inalterado, chegando inclusive ao declínio do equipamento.

Uma boa Gestão de Manutenção procura evitar as falhas, por isso o Processo de Análise de falha criado por esta gestão em comum acordo com a Gestão de Qualidade da empresa pesquisada, partiram da ferramenta CTMF - Curva do Tempo Médio para Falha (figura 5). Ferramenta de ação na qual o setor de manutenção mecânica tem se apoiado, no trabalho diário.

Figura 05: Curva do Tempo Médio por Falha.



Fonte: Adaptado pelos Autores (2016) de Slack et al. (2009).

A CTM é analisada pelo início da falha T1, área de desgaste do equipamento T1 a T2, e na T2 área de falha constante, considerando o ciclo de vida do equipamento. As falhas podem ocorrer em diversos espaços do tempo (FOGLIATO; DUARTE, 2011). Em um caso, prático, realizado na empresa do estudo de caso, considerando, os equipamentos utilizados na produção da empresa, destaca-se o rolamento do exaustor.

Neste iniciou-se um desgaste dos equipamentos ocasionando em paradas corretivas de tempo significativo, resultando na quebra da produção.

De certa forma, a análise de falha é algo imprescindível na manutenção, pois verifica as condições de falha x tempo evitando-se paradas inesperadas. De modo geral, a manutenção faz parte de um acompanhamento e monitoração voltados ao estado da máquina, seja de forma sistemática, periódica ou contínua (SILVA, 2011). Portanto, diversos cuidados são necessários, quando se propõe a realizar a manutenção de um equipamento.

Por este motivo, pensando ainda, na Gestão de Qualidade de todo o processo produto, foi criado na empresa um Sistema de Gestão de Qualidade – SGQ, que em conjunto com a equipe de manutenção desenvolveu um projeto para a Análise de Falha.

Para maior entendimento, no próximo tópico explica-se o que seria este SGQ, dentro da empresa analisada, para que na metodologia deste estudo possa entender melhor os passos dados pela equipe de manutenção frente ao Projeto de Análise de Falha.

2.2 Sistema de Gestão de Qualidade

Melhorias e mudanças devem ocorrer no ambiente organizacional para dinamizar o processo produtivo e os resultados deste. Considerando o SGQ, a gestão de engenharia de Mecânica pode ser um suporte para o desenvolvimento da empresa.

O SGQ iniciou-se de forma estratégica no século XX, com o físico Walter A. *Shewhart* que desenvolveu o Controle Estático de qualidade (CEP) e criou uma das ferramentas mais importantes da qualidade, com foco em melhoria contínua o PDCA (FEIJÓ, 2009).

Desenvolvido na década de 30 pelo americano *Shewhart*, mas foi Deming seu maior divulgador, na década de 50. Deming ficou mundialmente conhecido ao aplicar os conceitos de qualidade no Japão. Por isso, o Ciclo PDCA também é conhecido como Ciclo de *Shewhart* ou, mais comumente chamado de Ciclo de Deming (FEIJÓ, 2009).

Deming após a Segunda Guerra Mundial lançou o grande desafio aos Japoneses de reestruturar o seu processo e produzir produtos com qualidade e inovadores, se reerguendo antes do período determinado, a teoria de *Deming* girava em torno de 14 (quatorze) pontos.

Atualmente, o SGQ tem sido considerada um fundamental apoio para as indústrias se manterem no mercado. A busca pela excelência, competitividade, melhoria contínua e satisfação do cliente são pontos fundamentais para se chegar a uma GQ.

Segundo Carpinetti (2012), a GQ tem como objetivo melhorar a eficiência dos processos reduzindo desperdícios e custos de não-conformidade nos processos, e propiciando preços justos e competitivos.

De certa forma, pode-se destacar que a qualidade de um produto ou serviço atualmente é o que o consumidor mais preza. No mercado atual, seja de qualquer ramo e atuação, há os mais diversos tipos de consumidores, mas o que todos têm em comum, é a exigência pela qualidade de produtos e/ou serviços (FEIJÓ, 2009).

Para Slack et al. (2009, p. 549) “a qualidade é um dos cinco critérios de desempenho e produção. Uma boa qualidade reduz custos de trabalho, refugo e devoluções e, boa qualidade gera consumidores satisfeitos”. Portanto, ter uma boa gestão de qualidade na empresa é fundamental para o sucesso do empreendimento.

De acordo com Feijó (2009, p. 9) “o enfoque da qualidade impulsionou a modernização das indústrias e teorias administrativa dando início à nova era: a era da qualidade”. De certa forma, a qualidade tem sido buscada pelo setor empresarial e exigida pelos clientes desse setor, despertando o interesse de as empresas implantarem um SGQ.

A implantação do SGQ em uma empresa só acontece com excelência quando há o pleno envolvimento da alta direção, pois será o exemplo a todos os outros colaboradores, além de definir os objetivos e metas do sistema.

Para Paladini (2008) a implantação do sistema de gestão da qualidade é essencial para viabilização da política de qualidade, sendo em primeiro passo a elaboração das diretrizes pela alta direção, ou seja,

as entradas no sistema, e posteriormente o desenvolvimento de ferramentas que viabilizam, estruturam e implantam, porém sofre por adequações ao longo do processo, onde as saídas determinam novas entradas.

Em se tratando da qualidade, tem-se também destaque para o sistema de qualidade, que para Slack et al. (2009) são divididos em três níveis. O primeiro trata-se do Manual de qualidade da empresa – documento fundamental que fornece um resumo da política de administração da qualidade e do sistema de qualidade, acompanhado dos objetivos da empresa e sua organização.

O segundo nível, trata-se do Manual de procedimentos (descreve as funções do sistema, a estrutura e as responsabilidades de cada departamento). E, o terceiro nível, é as Instruções de trabalho, especificações e métodos detalhados para o desempenho das atividades. No entanto, havendo-se um banco de dados este pode ser considerado um quarto nível.

Lado outro, Miguel (2012) assevera que, no momento de implementar o SGQ, deve a gestão ter como objetivo estabelecer mudança cultural por meio de uma estrutura normativa, e na estrutura documental verifica-se o Manual de Qualidade, sendo o documento do nível estratégico, onde descrevem as diretrizes da organização, em seguida procedimentos no nível tático, o qual é o documento que relata como é realizado cada processo da empresa, posteriormente no nível operacional as instruções de trabalho e registros onde demonstram os resultados práticos da qualidade.

Para Mello et al. (2009), as medições e monitoramento são importantes para tomada de decisões, onde com medições eficientes as organizações conseguem mensurar pontos de melhoria no SGQ. Enfim, a qualidade, em todas as suas dimensões, melhora à medida que o mercado exige. No momento, percebe-se que o setor alimentício amplia suas perspectivas e tem buscado melhores produtos e serviços para melhor atender seus clientes.

Por todos estes motivos, a Engenharia Mecânica uniu-se ao setor de gestão de qualidade, e daí partiu para a concretização de um projeto de Análise de Falhas dos equipamentos em operação na empresa, para que os produtos nela produzidos atingissem a qualidade esperada, e que os clientes realmente ficassem satisfeitos.

Por outro lado, o projeto também, vem auxiliar o setor financeiro da empresa, que ganha um aliado, visando diminuir na empresa o número de corretivas mais de 40%. Havendo um aumento significativo de 18% de corretivas e, tendo manutenções Preditivas que basicamente não ocorriam, e que foram possíveis uma vez que o projeto de análise de falha tem justamente este intuito.

3. METODOLOGIA

A metodologia deste estudo abarca a pesquisa bibliográfica (para a fundamentação teórica) e o estudo de caso (para a concretização da pesquisa e amostragem dos dados).

No entanto, parte da metodologia da análise de falha operante para a localização de falhas dos equipamentos da empresa, permite uma análise técnica, solução de problemas e a participação do colaborador de manutenção mecânica na efetividade de seu trabalho para evitar que novos problemas (falhas) ocorram.

Primeiramente, utilizou-se a coleta de dados do estudo de caso, com base nos relatórios do Processo de Análise de Falhas (figura 06).

Figura 06: Modelo (início) do Relatório de Análise de falha.

LOGOMARCA DA EMPRESA PESQUISADA	ORGÃO EMISSOR:	DATA EMISSÃO
	PILAR:	PÁGINA 1
	PRODUTO:	VIGÊNCIA
	SUB-PRODUTO:	
Equipamento:		Tag:
Área Supervisão: SECADOR		Início:
Análise de falha: 27		Ponto:
Descrição do Problema:		Término:
Equipe:		
ÍNDICE 1 Introdução 1.1 Objetivo 1.2 Terminologia 1.3 Metodologia 1.4 Cronograma de Planejamento(ANEXO I) 2 Estudo do contexto		

Fonte: Autores (2016).

Dos relatórios realizados, escolheu-se um de forma aleatória, referente ao Rolamento de um Exaustor, para assim, demonstrar a efetividade do Projeto de Análise de Falhas criado na empresa.

Neste relatório, foram analisados os seguintes critérios: os serviços de manutenção anteriores; os materiais utilizados para a manutenção; estratificação das perdas; estudo do fenômeno; análise da falha; causas da falha; resultados; solução apontada; e, implantação da solução.

4. ESTUDO DO CASO

No estudo de caso, o objetivo da Análise de falha detectada foi: descobrir a causa da falta de lubrificante do rolamento.

A metodologia adotada foi o Diagrama de Árvore, que se trata de uma ferramenta que visa indicar a relação existente entre um efeito (falha) e as ações ou fatores que contribuíram para sua ocorrência. Desse modo, cada fato deve ser desdobrado até que a causa raiz seja encontrada.

No caso do equipamento analisado, o diagrama que o representa, figura 07, traz especificadamente, as falhas até chegar à causa raiz (em vermelho).

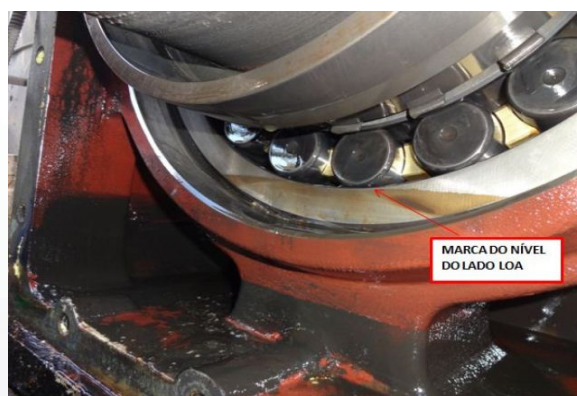
Figura 08: Inspeção - Abertura do Rolamento.



Fonte: Autores (2015).

Neste caso, ao abrir o mancal havia aproximadamente 300 ml de óleo no dreno (figura 09), que não atingiu o meio do rolete.

Figura 09: Inspeção – Nível de óleo no dreno.



Fonte: Autores (2015).

Também, ao abrir o mancal percebeu-se que havia um pouco de água, e o rolamento apresentava uma coloração específica de aquecimento elevado, também havia um rompimento da gaiola de um dos lados do rolamento com arraste dos roletes.

Ao ser desmontado o rolamento, o que se observou primeiramente, que estava faltando os roletes e a gaiola que os segurava encontrava-se rompida (figura 10).

Figura 10: Inspeção – Gaiola Rompida.



Fonte: Autores (2015).

Na pista externa do rolamento verificou-se marcas de que ela estava sem lubrificante (figura 11).

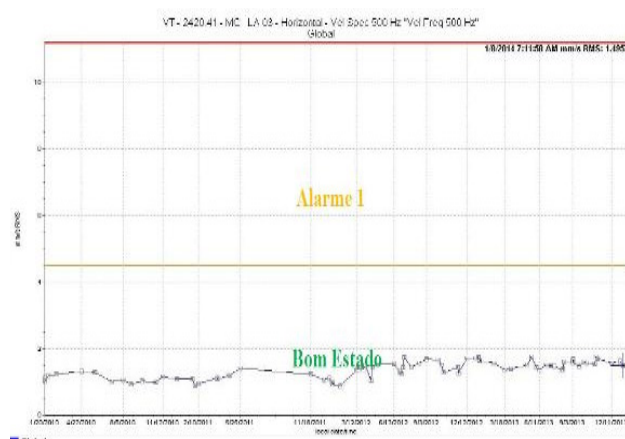
Figura 11: Inspeção – Rolamento sem lubrificante.



Fonte: Autores (2015).

Continuando a inspeção, foi verificada a última análise de vibração realizada no dia 08 de agosto, constatando que o rolamento estava em boas condições (figura 12).

Figura 12: Inspeção – Análise de Vibração.



Fonte: Autores (2015).

Sendo assim, a próxima ação foi verificar o dreno, pois este passou a ser a maior hipótese do motivo de falta de lubrificação que gerou a quebra do rolamento, pois foi verificado pelo lubrificador e mecânico, no momento da inspeção que o tampão estava frouxo e foi retirado na mão no momento de remover o restante do óleo.

Na figura 13, observa-se que a válvula (1) estava aberta, e o tampão (2) estava frouxo, ocasionando o vazamento de óleo que se encontrava no mancal do rolamento, deixando-o sem lubrificação.

Figura 13: Inspeção – Verificação do dreno.



Fonte: Autores (2015).

No momento da ocorrência, portanto, a equipe de inspeção pode verificar que no visor do nível de óleo do Mancal do rolamento não havia lubrificante (figura 14).

Figura 14: Inspeção – Visor do nível do óleo do Mancal.



Fonte: Autores (2015).

No relatório final da inspeção, portanto, foi verificado que a falha do rolamento (quebra) foi por falta de lubrificação, pois o nível de óleo do mancal do ventilador mostrava que não havia óleo e a temperatura estava em 90°C, superaquecida. Fato que ocasionou o rompimento da gaiola e, conseqüentemente, aumento da vibração e da temperatura.

O problema maior é que a inspeção ocorreu em um momento em que a produção estava ativa, ocorrendo parada no processo produtivo.

Diante do exposto, chegou-se ao consentimento, pelos dados adquiridos em campo e pelas observações colocadas em uma reunião inicial para identificar a falha, que poderia ser alterada de forma a melhorar as ações de identificação e de bloqueio.

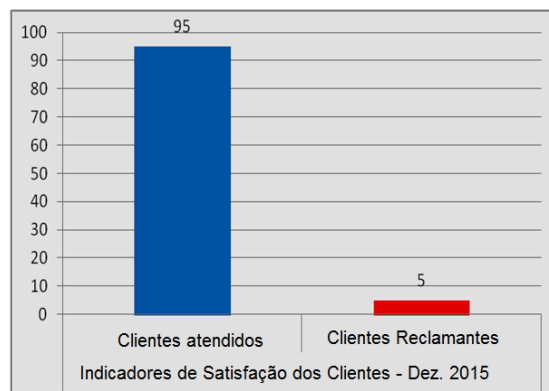
Diante desta realidade, foram descritas ações para serem implantadas que pudessem gerar um resultado esperado suficiente para que se amenizasse o potencial de falha neste equipamento. Destacadas em três etapas:

- **Ações de sobrevivência:** para os drenos abertos, seria necessário retirar a válvula, a fim de evitar que por acidente a mesma possa ser aberta;
- **Ações de Normalização:** no caso do visor danificado ou entupido, seria necessário aumentar o nível de óleo de 5L (Mantec) para 7,2L (Fabricante); e,
- **Ações de Desenvolvimento:** a vibração excessiva no rolamento, seria imprescindível, instalar sensores de vibração nos mancais do ventilador e melhorar e aumentar filtros das medições de vibração.

O fator impulsionador da organização depois da inspeção deste rolamento e de outras que foram se sucedendo na empresa, levaram os responsáveis a repensar a linha de produção e criar um SGQ. O que melhorou muito o desempenho do setor produtivo frente, principalmente, na diminuição de paradas de produção e intercorrências que pudessem afetar o resultado final do processo de fabricação.

Com esta realidade a empresa alcançou maior nível de excelência, já notado no final do ano de 2015. Os gestores de produção, mostraram a equipe de manutenção o nível de satisfação dos seus clientes que havia aumentado, chegando a 95% (gráfico 01), antes das mudanças era de 87,3%.

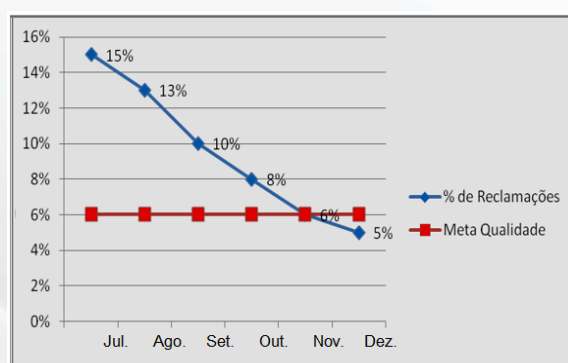
Gráfico 01: Indicadores de Satisfação dos Clientes – Dez. 2015.



Fonte: Gestão de Produção (2015).

Quando o SGQ foi implantado, tinha como meta baixar o nível de reclamações de 22% para 6%. No entanto, como se pode analisar em um dado recente do primeiro semestre de 2015, em junho a empresa alcançou o percentual de 5%, abaixo da meta estipulada (6%), conforme demonstrado no gráfico 02.

Gráfico 02: Meta de Satisfação dos Clientes 2º Semestre de 2015.



Fonte: Engenharia de Processos de Qualidade (2015).

A satisfação do cliente, portanto, é um diferencial que tem sido conquistado com a implantação do SGQ. No ano de 2015, a empresa modificou muito a forma de conduzir o setor produtivo e passou a dar maior valor ao setor de manutenção.

Este setor, com a adequação do SGQ passou não só a fazer os relatórios (como o exemplo apresentado do rolamento), mas também procurou realizar mais manutenção preventiva e preditiva, apostando no aumento da vida útil dos equipamentos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A melhoria do processo contínuo é fator determinante para que a empresa possa desenvolver suas ações de forma concreta, e assim, ser capaz de aumentar seu desenvolvimento produtivo (SLACK et al., 2009). De fato, esta visão demonstra o quanto a empresa deve buscar ferramentas para melhorar seus processos, principalmente, direcionados a gestão de produção e o setor de manutenção.

Zanoni e Berto (2009) descrevem diversas ferramentas que podem ser utilizadas pela gestão da empresa para avaliar e criar ações (planejadas) que possam melhorar o desempenho da empresa. O *Benchmarking* utilizado neste estudo foi uma ferramenta de grande auxílio para conseguir chegar aos resultados propostos, e pode ser aplicado no dia a dia do trabalho da manutenção estratégia segundo Kardec e Nascif (2013).

Conseguir alcançar um incrível atendimento ao cliente, depende, portanto, da criação e manutenção de uma abordagem profissional em relação aos clientes por toda a empresa. Além disso, superar a concorrência requer níveis cada vez maiores de virtuosidade, por este motivo a criação do sistema de gestão de qualidade foi uma oportunidade de crescimento para a empresa, principalmente, para elevar o nível de confiabilidade de seus clientes.

Sendo assim, o atendimento ao cliente dá uma ótima chance de “semear” uma cultura positiva forte para o êxito contínuo. Para engendrar esse tipo de cultura precisa, criar na empresa noções que direcionem um bom atendimento ao cliente, tornando este o foco do trabalho diário e das ações desenvolvidas diariamente.

Nesse descortino, a possibilidade de melhorar a qualidade dos serviços é maior, por consequência os clientes serão beneficiados. Esta qualidade é importante para que a empresa possa sobreviver no mercado (FTZIMMONS; FITZIMMONS, 2005). O cliente, peça primordial para o trabalho de uma empresa, deve ser visto com muito respeito por toda a equipe empresarial. Desde o administrador da empresa até o funcionário mais modesto, devem estar preparados para diariamente dar a atenção que o cliente merece.

Todo trabalho desenvolvido pela SGQ aliada ao setor de manutenção, resultou em uma maior satisfação do cliente da empresa. Freemantle (1994, p. 89) explica que “os clientes são um patrimônio para se investir”. Assim, os padrões só podem ser melhorados pelo controle dos níveis de atendimento ao cliente existente, por meio de uma gestão de qualidade.

Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005, p. 129) asseguram que “a satisfação do cliente determina a lealdade do mesmo. E esta determina a lucratividade e o crescimento da empresa”. Desta forma, pode-se ressaltar que se vive atualmente um momento de grande competitividade entre as empresas, no mundo todo, desta forma realizar um atendimento virtuoso é praticamente um objetivo obrigatório para qualquer negócio.

Além disso, o investimento na realização de manutenção preventiva, é algo que pode gerar maior poder de ação para a empresa, inclusive evitando que paradas ocorram e gerando maior garantia de uma produtividade contínua sem problemas (KARDEC; NASCIF, 2013).

A defesa pela manutenção preditiva na empresa também é algo que pode ser considerado, pois esta é uma manutenção controlada, que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando dos meios de supervisão centralizados para reduzir ao mínimo manutenção preventiva e preditiva (KARDEC; NASCIF, 2013).

Este tipo de manutenção talvez possa definir todo o trabalho desenvolvido na empresa, com a adequação dos processos de manutenção possíveis com a implantação do Sistema de Gestão de Qualidade – SGQ.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. BNT. NBR 5462: 1994. **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

CAPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

BECHTOLD, Maurício José. **Manutenção mecânica**. Florianópolis: SENAI/SC, 2010.

COSTA, Daniel S. **Segurança dos trabalhares na mineração: o (extra) ordinário trabalho de uma borracharia**. Belo Horizonte: Marketing Aumentado, 2015.

DIAS, Acires. **Confiabilidade na manutenção industrial**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <ftp://ftp.ifes.edu.br/Cursos/Eletrotecnica/Cassoli/Manuten%E7%E3o%20El%E9trica/artigos%20tecnicos/artigo%20-%20Descargas%20eletrostaticas%20e%20a%20manuten%E7%E3o%20de%20equipamentos%20sensíveis.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2016.

FEIJÓ, Sergio Cintra. **Cadeia de suprimentos e produção**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

FITZSIMONS, J. A., FITZSIMONS, M. J.; **Administração de Serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

FOGLIATTO, F. S.; DUARTE, J. L. R. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2011.

FREEMANTLE, David. **Incrível Atendimento ao Cliente**. 4 ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

KARDEC, A. ; NASCIF, J. **Manutenção**. Função estratégica. 4 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

MARSHALL JUNIOR, I. M.; CIERCO, A. A.; ROCHA, A. V.; MOTA, E. B.; LEUSIN, S. **Gestão da Qualidade**. Série Gestão Empresarial. 10 ed. Rio de Janeiro. Editora FGV Management. 2010.

MELLO, Carlos H. Pereira et al. **ISO 9001:2008: Sistema de gestão da qualidade para Operações de Produção e Serviços**. Atlas, 2009.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. São Paulo: Artliber, 2012.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão estratégica da qualidade: princípios, métodos e processos**. São Paulo: Altas, 2008.

PALLEROSI, C., **Confiabilidade, a quarta dimensão da qualidade**. Vol. Manutenibilidade e Disponibilidade. Brasil: ReliaSoft, 2007.

SCARAMUZZA, Bruno César; BRUNETTA, Nadia. **Plano de negócio e empreendedorismo**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

SLACK, Nigel, *et.al.* **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SILVA, Ramon. **O manual da instalação, manutenção do windows e micro**. 2015. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=TROxCQAAQBAJ&pg=PA41&dq=manuten%C3%A7%C3%A3o+corretiva&hl=pt-PT&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=manuten%C3%A7%C3%A3o%20corretiva&f=false. Acesso em: 15 mar. 2016.

SOUZA, Alexandre de. **MPT – Manutenção Produtiva Total: Uma Importante Ferramenta de Gestão da Cadeia Produtiva - Parte I**. 2013. Disponível em: <http://www.cognautta.com/arquivos/artigos/4c7e66f18e.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2016.

UNITINS – Fundação da Universidade do Tocantins. **Administração**. Curitiba: EADCON, 2011.

ZANONI, Eliane e BERTO, Janaina Vanzo. **Estratégia empresarial**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

SISTEMA FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL

GONÇALVES, G. S., – Uberaba/MG, gs.goncalves@hotmail.com
MOTA, J. D., Uberaba/MG, johnathandanielmota@gmail.com
MUTÃO, J. H. M. C., Uberaba/MG, jertzio.eletrica@gmail.com
SILVA, J. S., Uberaba/MG, zezinho.s@bol.com.br
PIRES, W. S., Uberaba/MG, will_sants22@hotmail.com
SOUZA JR, V., Uberaba/MG, sausatelecom@hotmail.com
BARRETO, J. C. N., IFSP – São Paulo/SP, josecarlosnunesbarreto@gmail.com
SILVA, L. A., UNIUBE – Uberaba/MG, leandro.aureliano1979@gmail.com

RESUMO

Devido ao alto valor da energia elétrica no país, e por se ter na região do Triângulo Mineiro uma grande incidência de luz solar na maior parte do ano, este projeto visa tornar uma residência autossustentável na utilização de energia elétrica. Com a falta de chuvas em nosso país, as hidrelétricas que são um dos principais meio de geração de energia tem-se a redução de sua produção energética, causando assim, aumentos expressivos na conta de energia para o brasileiro, além da racionalização de energia, causando, portanto, transtornos às empresas e aos moradores. Desse modo, o intuito do presente é minimizar o máximo possível tal problema enfrentado pelo país através de um meio alternativo sustentável, melhorando assim a qualidade de vida de todos, principalmente aos moradores da residência em que será implantado o projeto em comento.

Palavras-chave: Energia solar; Fotovoltaico; Sustentabilidade; Geração distribuída; Inversor.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem passado por uma das maiores crise energética de todos os tempos, devido a alguns fatores que tem contribuído para ter chegado a esse ponto crítico, fatores como a escassez de chuvas reduzem a eficiência das hidrelétricas, que são um dos meios mais empregados para geração energética em nosso país, além da falta de investimentos do governo em meios alternativos de geração de energia, como por exemplo a energia solar e eólica, uma vez que se tem regiões ricas em incidências de raios solares e ventos.

A geração solar abordada no projeto, tem como objetivo auxiliar não apenas o na redução da conta de energia, como também auxiliar as companhias de distribuição de energia com a injeção de energia elétrica nas redes, nos momentos de desuso desta na residência/local de geração.

2. DESENVOLVIMENTO

Este projeto fotovoltaico, tem como foco ser implementado em uma residência na cidade de Uberaba-MG, cujo consumo médio mensal é de 1000kWh, sendo que, o projeto será composto por várias placas fotovoltaicas, as quais serão instaladas sobre o telhado existente na residência.

A equipe de trabalho será dividida entre os engenheiros eletricitas e engenheiros civis, visando a realização de todo trabalho dentro das normas específicas, evitando assim, transtornos futuros.

Além, do mais, atenderá todas as especificações e legislações vigentes, para que efetivar a interligação ao sistema de distribuição da concessionária de energia elétrica local.

3. DECLARAÇÃO DO ESCOPO DO PROJETO

Através desta ferramenta será realizado o passo a passo de cada etapa do projeto fotovoltaico, agilizando o trabalho para que o orçamento e cronograma possam ser obedecidos e todos os prazos sejam rigorosamente cumpridos (quadro 01).

Quadro 01: Declaração do escopo do projeto.

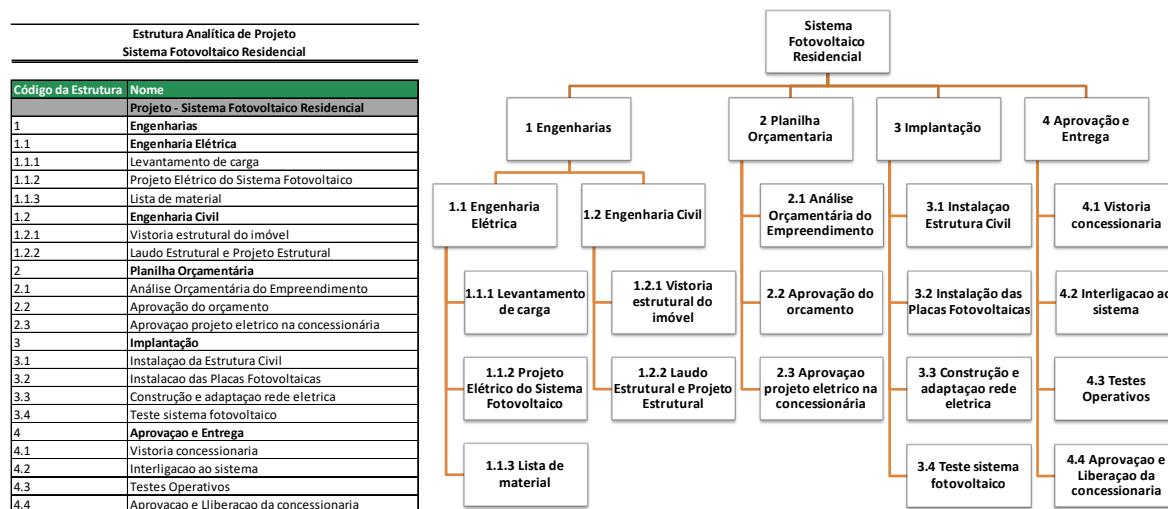
DECLARAÇÃO DO ESCOPO DO PROJETO			
Projeto: Sistema Fotovoltaico Residencial		Cliente: Fulano de Tal	
Presidente: Geraldo Sérgio Gonçalves		Patrocinador: Cliente	
Objetivos do Projeto			
Devido ao alto valor da energia elétrica no país, e por termos em nossa região uma grande incidência de luz solar na maior parte do ano, este projeto visa tornar uma residência autossustentável na utilização de energia elétrica.			
Descrição do Produto			
Este projeto fotovoltaico será implementado em uma residência na cidade de Uberaba-MG com consumo médio mensal de 1000KWH, sendo que o mesmo, será composto por varias placas fotovoltaicas que serão instaladas sobre o telhado existente na residência. O mesmo atenderá todas as especificações e legislações vigentes para interligação ao sistema de distribuição da concessionária de energia elétrica local.			
Lista de Entregas do Projeto			
Entrega 1	Documentação para a futura instalação.		
Entrega 2	Entrega dos relatórios das especificações técnicas.		
Entrega 3	Aprovação de planilha Orçamentaria.		
Entrega 4	Inicio da implantação.		
Entrega 5	Aprovação e interligação à concessionaria.		
Exclusões do Projeto	Nada a declarar.		
Restrições do Projeto			
Custo	Os envolvidos do projeto e seus responsáveis R\$ 39 000,00.		
Prazo	O prazo para construção do Sistema Fotovoltaico está programado para aproximadamente 60 dias.		
Medidas de Qualidade	Execução dentro das normas vigentes da concessionaria.		
Nome		Assinatura	Data
Emitido por: Jerzio Henrique Mutão			13/04/2016

Fonte: Autores, 2016.

4. EAP (Estrutura Analítica do Projeto)

A utilização da ferramenta EAP (Estrutura Analítica do Projeto), permite que todos envolvidos na elaboração do projeto estejam dentro de um processo de agrupamento e organização de todas as etapas a serem realizadas, com o objetivo de organizar e auxiliar todas as partes envolvidas, conforme pode ser verificado no quadro 02.

Quadro 02: Estrutura Analítica de Projeto - Sistema Fotovoltaico Residencial.



Fonte: Autores, 2016.

5. MATRIZ DE RESPONSABILIDADE

A matriz de responsabilidade de um projeto orienta e informa a todos os envolvidos qual o grau de responsabilidade cada um dentro da empresa/projeto em execução, sendo que, para o caso em tela, pode-se verificar tal matriz no quadro 03.

Quadro 03: Matriz de Responsabilidade.

Matriz de Responsabilidade									
	Sponsor	Presidente Geraldo Sérgio	Gerente de Projetos José Santos	Gerente de Projeto Civil Jerzio Mutão	Engenheiro Civil Willian Santos	Gerente de Projeto Elétrico Valter Souza	Engenheiro Elétrico Johnathan Daniel	Terceiros	Concessionária
Projeto Elétrico		P	A			R	E	E	
Projeto Civil		P	A	R	E			E	
Orçamento	A	A	R						
Implantação	P				R		R	E	
Aprovação e entrega	P					R			A

Legenda: A - Aprova P - Participa R - Responsável E - Executa

Fonte: Autores, 2016.

6. GRÁFICO DE GRANTT

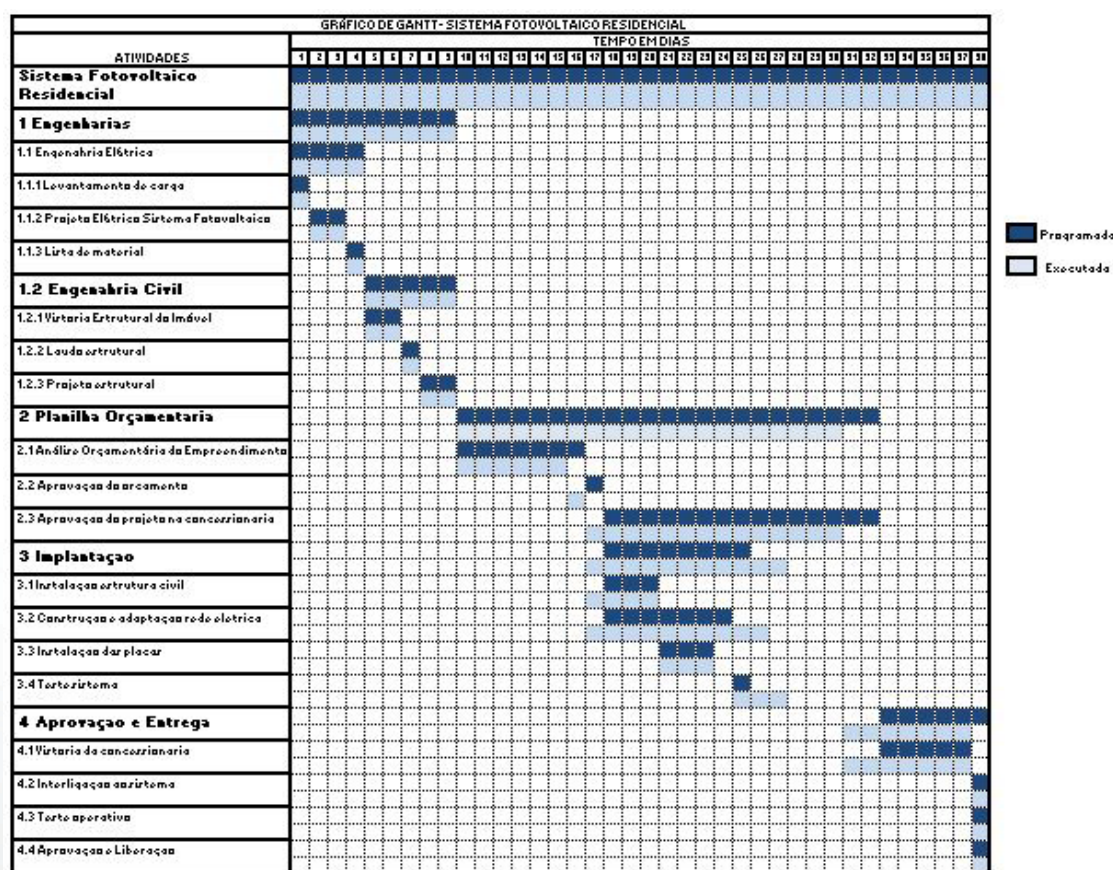
O gráfico de Gantt é uma ferramenta crucial no gerenciamento de Projetos, principalmente na área de gerenciamento do tempo (prazos), que segundo o PMI – Project Management Institute, integra o trinômio sagrado do gerenciamento de projetos, com Custos e Qualidade. Tanto prazos, quanto custos e Qualidade, devem ser gerenciados, sendo utilizando como base a governança corporativa. (DINSMORE,

SILVEIRA, 2007; HAROLD KERZNER2006).

Assim, o gráfico de Gantt é considerado uma ferramenta visual, e tem como função entregar uma orientação geral em relação ao tempo de execução do projeto informando e o tempo previsto para cada tarefa, além de mostrar o tempo real utilizado.

O projeto em pauta, foi previsto e executado dentro do prazo de 38 (trinta e oito) dias, sendo verificado durante sua execução que algumas tarefas atrasaram, já outras adiantaram, o que permitiu não comprometer a entrega do projeto, ante ao mostrado no quadro 04.

Quadro 04: Gráfico de Gantt – Sistema Fotovoltaico Residencial.



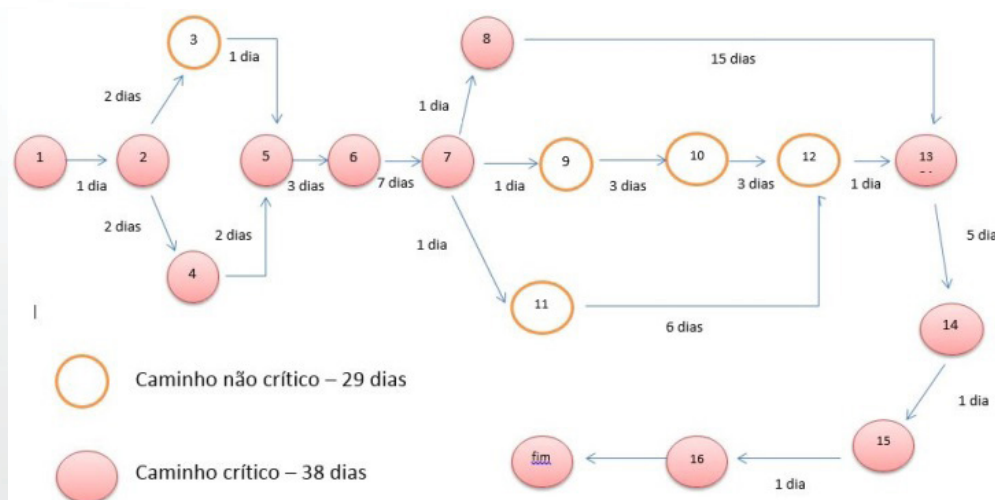
Fonte: Autores, 2016.

7. Tabela de precedência de PERT-CPM

Esta ferramenta auxiliará a gerente de projeto e toda a equipe no tocante aos caminhos e passos do projeto, indicando quais são as tarefas que podem caminhar juntas, e quais são dependentes entre si, mostrando o ponto exato em que existe folga na execução das tarefas e quais necessitam de atenção, que, ocorrendo atraso comprometerá a entrega dentro do prazo previsto no cronograma (quadro 05).

Quadro 05: Tabela de precedência

	atividade	precedencia	duração
1	levantamento da carga	nenhuma	1
2	projeto elétrico	1	2
3	lista de material	2	1
4	vistoria estrutural	2	2
5	laudo estrutural e projeto estrutural	4	3
6	analise orcamento	3;5	7
7	aprovação orcamento	6	1
8	aprovação projeto elétrico na concessionaria	7	15
9	instalação estrutural	7	3
10	instalação das placas	9	3
11	construção e adaptação elétrica	7	7
12	teste sistema fotovoltaico	11	1
13	vistoria da concessionaria	12;8	5
14	interligação ao sistema da concessionaria	13	1
15	testes operativos	14	1
16	aprovação e liberação da concessionaria	15	1



Fonte: Autores, 2016.

8. PROJETO DE ESPECIFICAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTÁICO DE 6KW POTÊNCIA CONECTADO À REDE ELÉTRICA

Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica (SFVCR) são aqueles em que o excedente de energia elétrica gerada é injetado na rede elétrica da concessionária local e, portanto, elementos acumuladores de energia elétrica, tal como baterias, não são utilizados. A eliminação do banco de baterias é vantajosa, pois as mesmas apresentam tempo de vida útil relativamente curto e custo elevado.

Para este projeto foram considerados os índices de irradiação solar e de temperatura do local em

que será feita a instalação. Para aquisição dos dados de irradiação, consultou-se o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

No presente caso, será utilizado o total de 24 (vinte e quatro) placas de 250w (duzentos e cinquenta watt) cada, dispostas no telhado da residência conforme detalhe planta baixa do imóvel (figura 01). Assim, perfazendo-se o total de 6Kw (seis quilowatt) de acordo com cálculos e levantamento da carga, considerando a conta de energia elétrica, com média de consumo mensal de 1000KWh/mês (mil quilowatt hora por mês), conforme mostra o quadro 06 abaixo.

Quadro 06: Cálculo de demanda para dimensionamento carga.

FULANO DE TAL

RUA ALAMEDA DE ALGUM LUGAR

CENTRO

00000-000, UF

999.999.999-99

Referente a

MAR/2016

Código de Débito

Automático

00000000

Nº DO CLIENTE

700000000

Valores Faturados

Descrição

Quantidade

Preço

Valor (R\$)

Energia Elétrica Kw

1044

0,8452

882,3888

Encargos / Cobrança

Contribuição Custeio Ilumin. Pública

13,91

VENCIMENTO

22/04/2016

VALOR A PAGAR

896,2988

Histórico de Consumo

Mês/Ano

Consumo Kwh

Média Kwh/dia

Dias de Faturamento

FEV/2016

1043

33,65

31

JAN/2016

1049

36,17

29

DEZ/2015

1052

36,28

29

NOV/2016

1042

34,73

30

OUT/2016

1041

33,58

31

SET/2015

1060

36,55

29

AGO/2015

1038

34,60

30

JUL/2015

1045

33,71

31

JUN/2015

1046

34,87

30

ENERGIA PRODUZIDA POR PLACA

Irradiação média Uberaba (wh/m².dia)

5700

Eficiência placa

0,1647

Área placa (m²)

1,6

Energia produzida (wh/dia)

1502,06

Energia produzida (wh/mês)

45061,9

Energia produzida (Kwh/mês)

45,0619

QUANTIDADE DE PLACAS

Total consumo/mês (Kwh/mês)

1044,00

Energia produzida (Kwh/mês)

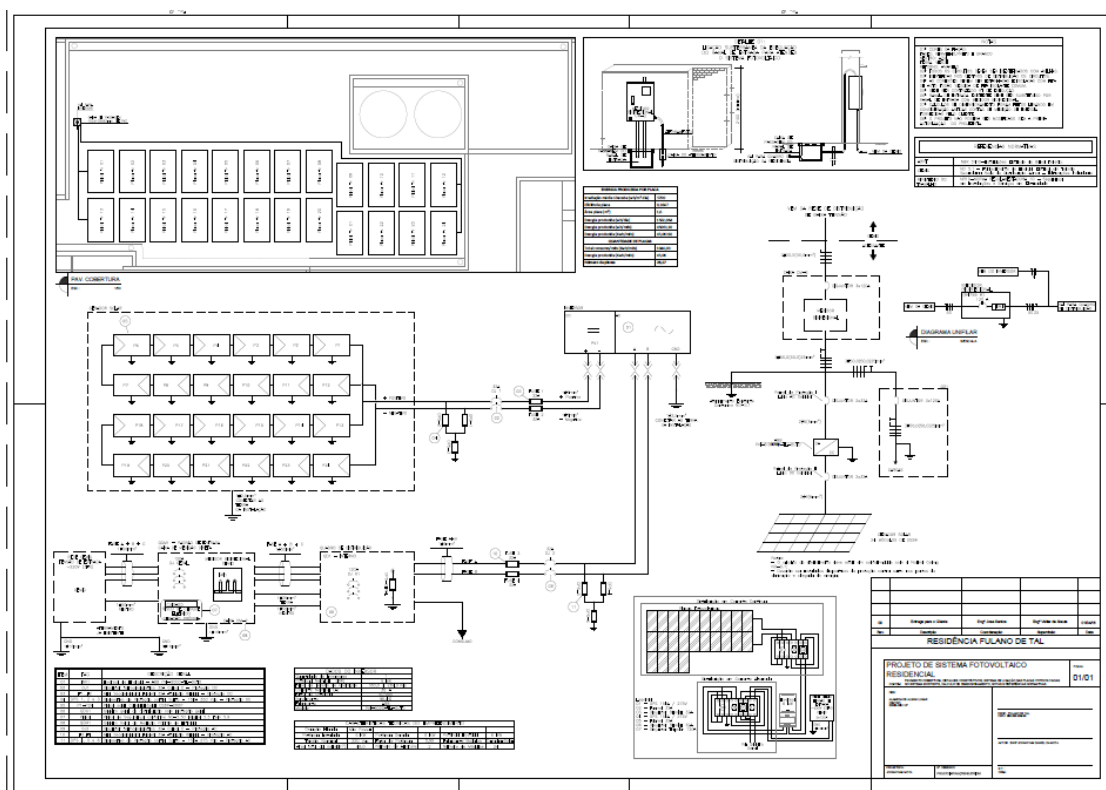
45,06

Número de placas

23,17

Fonte: Autores, 2016.

Figura 01: Planta baixa/projeto elétrico residencial.



Fonte: Autores, 2016.

8.1. Módulo Fotovoltaico

Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica (SFVCR) são aqueles em

Os valores de tensão e corrente para o ponto de máxima potência são fornecidos levando em consideração as Condições Padrão de Testes. Nesse sentido, o valor da tensão de circuito aberto deve ser avaliado considerando a faixa de temperatura no local da instalação, de acordo com o coeficiente de temperatura fornecido na folha de dados fornecida pelo fabricante.

8.2. Inversor

Os dados e características do inversor são retirados da folha de especificação do mesmo. O inversor tem a função de atender toda a demanda da residência, uma vez este, da extração da máxima potência do arranjo fotovoltaico instalado, efetua o paralelismo e o sincronismo com a rede elétrica automaticamente, já contendo as proteções anti-ilhamento (anti-islanding), que detectam eventuais falhas na tensão de suprimento e desconecta, por consequência, o Sistema Fotovoltaico da rede elétrica.

8.3. Sistema de Medição

O Medidor é necessário para o registro do fluxo de energia bidirecional, onde ocorrerá a medição da compensação de créditos de energia, porquanto que, no Brasil foi adotado o sistema de compensação de energia elétrica, também conhecido como Netmetering.

Em Minas Gerais, para aderir ao sistema de compensação, o consumidor deverá seguir as recomendações da ND-5.30 de 2012 (baixa tensão) da CEMIG, e da Resolução Normativa 482, de 17 de abril de 2012, a qual dispõe no seu art. 7º, inciso II, que:

Art. 7º (...)

II – o consumo de energia elétrica ativa a ser faturado é a diferença entre a energia consumida e a injetada, por posto tarifário, quando for o caso, devendo a distribuidora utilizar o excedente que não tenha sido compensado no ciclo de faturamento corrente para abater o consumo medido em meses subsequentes.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente projeto fotovoltaico realizado possui resultados comprovados, em que o gasto com o consumo de energia é reduzido de maneira expressiva, trazendo como consequência mais economia e eficiência ao seu investidor, além de permitir que em poucos anos de utilização, o valor do investimento comece a trazer lucros, assim o valor investido se tornará autossuficiente na produção e consumo de energia elétrica.

Esse sistema possui um investimento primário muito alto, mas que tende a ter tal valor reduzido à medida que novas tecnologias e empresas ingressam no mercado.

REFERÊNCIAS

ANEEL (Brasil). **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.cocel.com.br/wp-content/uploads/2014/12/Resolu%C3%A7%C3%A3o-Aneel-482-de-17-de-abril-de-2012.pdf>

CEMIG (Minas Gerais). **ND.5.30 de 2012** – Manual de Distribuição: Requisitos para a Conexão de Acessantes ao Sistema de Distribuição Cemig D – Conexão em Baixa Tensão. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/atendimento/normas-tecnicas-conexao/>

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. 15. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2007.

DINSMORE, Paul Campbell; SILVEIRA NETO, Fernando Henrique. Gerenciamento de Projetos: **Como gerenciar seu projeto com qualidade, dentro do prazo e custos previstos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007.

HAROLD KERZNER. **Gestão de projetos: as melhores práticas.** Tradução Lene Belon Ribeiro. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 821 p.

ESTUDO SOBRE O IMPACTO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA APLICADA A VEÍCULOS UTILITÁRIOS CICLO DIESEL

SILVA, A., Uberaba/MG, adenilson_mec@hotmail.com

GOULART, C. S., Uberaba/MG

SILVA, L. A., UNIUBE – Uberaba/MG, leandro.aureliano1979@gmail.com

RESUMO

A manutenção de automóvel é algo fundamental para que o motorista não só gaste menos com seu veículo, mas também para evitar que ocorra acidentes por conta de algum dano causado pela falta de revisão constante. São diversos os problemas que podem ser descartados com a manutenção preventiva bem realizada, o que é preciso é cautela e muita atenção do motorista a qualquer problema detectado. Veículos utilitários, geralmente, percorrem locais em condições adversas, e com isso sofrem muitos impactos, com tendência a diminuir a vida útil de suas peças. Seria importante, talvez imprescindível, que seus condutores preocupassem mais com a realização de manutenção preventivas, para que corretivas fossem evitadas, pois geram mais custos, além de uma parada do veículo em um momento não planejado, gerando transtornos de diversas naturezas. Em uma oficina mecânica de veículos utilitários ciclo diesel foi feito um estudo de caso, comparando esses dois tipos de manutenção (corretiva e preventiva). Dentre as manutenções realizadas no período de 2015, registradas nas oficinas a maioria relacionou-se a corretivas, dentre os serviços de troca de suspensão. Tomando por exemplo, um veículo Chevrolet, Modelo S10, ano 2010, pode-se perceber que a manutenção preventiva (realizada a cada 10.000 km rodados) pode ser mais vantajosa e menos onerosa do que a manutenção corretiva, com custo menor para o proprietário do veículo, além de ser mais ágil e menos impactante na sua rotina de trabalho, pois permite ser planejada.

Palavras-chave: Manutenção; Riscos; Confiabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O automóvel é pura tecnologia em movimento (XIS, 2008), por este motivo o condutor do veículo deve ter atenção especial com o mesmo, pois “carro sem necessidade de reparos ou manutenção periódica não existe. Principalmente, diante das péssimas condições das pistas Brasil a fora” (XIS, 2008, p. 18).

Neste impasse a manutenção veicular é um dos pontos de fundamental importância no contexto da Engenharia Mecânica, pois são grandes as preocupações dos técnicos em manutenção de garantirem segurança para os motoristas e para a população no geral.

No âmbito da manutenção mecânica de automóveis a manutenção corretiva é sem dúvidas a

mais realizada, principalmente, considerando os veículos mais novos, mas a defesa pela realização da manutenção preventiva tem sido cada vez mais recorrente, em estudos de diversas áreas da Engenharia de Manutenção.

Prevenir ainda é o melhor remédio. O automóvel “é um complexo de engenharia automobilística, seus muitos componentes, e como tal necessita duma aplicação preventiva e corretiva a nível” (XIS, 2008, p. 18).

A Manutenção Preventiva tem sido cada vez mais estudada nas suas amplas dimensões, principalmente, considerando seu baixo custo em relação a manutenção corretiva. Afinal, ela se direciona à necessidade de deixar os equipamentos disponíveis para a operação por um tempo maior, evitando paradas indesejadas. Este tipo de manutenção tem sido base para programas de empresas que definem melhoria de sua frota de veículos, inclusive auxiliando na redução de custos com combustível, entre tantos outros (CARVALHO et al., 2014).

A preventiva é uma manutenção que define maior vida útil dos componentes (peças) de um veículo, e a estimativa dessa vida útil fundamenta-se em dados estatísticos, ocorrência de quebras, enfim desgastes e mal funcionamento das máquinas (Smith, 1993, 2004).

A realização de uma boa manutenção gera maior poder de ação não só para a máquina, mas para quem as opera. Certamente, um automóvel cujo motorista faz constantemente vistorias no veículo, terá maiores condições de não ter intercorrências corretivas.

De certa forma, a manutenção realizada de maneira eficaz, condizente, gera maior poder de estabilidade ao veículo, permitindo que este reaja instantaneamente e eficientemente a todos os comandos (DESPÍRITO; PEREIRA, 2011).

A manutenção de um veículo procura proporcionar maior garantia de confiabilidade, podendo inclusive, minimizar a probabilidade de ocorrência de acidentes. Portanto, maximiza a segurança operacional diante toda a vida útil, tendo por consequência um custo razoável para os usuários (LAFRAIA, 2001).

A manutenção realizada de forma regular, planejada e bem orientada, pode gerar indiscutíveis ganhos para o condutor do veículo, mas dentre estes está um dos mais pontos mais relevantes, é a segurança (menos riscos) do condutor e de outros.

Até pouco tempo, nas mecânicas de todo o Brasil, situações de corretivas tinham índices muitos altos, quando comparadas as preventivas. No entanto, aos poucos estas vêm crescendo significativamente.

Diante desta realidade, surgiu a necessidade de melhor entender este tipo de manutenção, realizando um estudo teórico e também com a análise das ocorrências de uma mecânica, localizada no Triângulo Mineiro.

A proposta desse trabalho é mostrar como a manutenção preventiva aplicada de maneira eficiente pode antecipar eventuais falhas e defeitos que possam vir a ocorrer nos veículos utilitários, reduzindo as corretivas.

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma comparação entre manutenção corretiva e preventiva de veículos utilitários, tendo como objeto de análise a suspensão.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Manutenção

A manutenção nos últimos 70 anos tem passado por mudanças, como todas as atividades similares. Pode-se destacar como consequências dessas: o aumento do número e da diversidade dos itens físicos (instalações, equipamentos e edificações) que têm que ser mantidos; aumento da instrumentação, automação e monitoramento “online” nos equipamentos; projetos muito mais complexos; novas técnicas de manutenção; novos enfoques sobre organização da manutenção e suas responsabilidades; importância da manutenção como gestão estratégica; e, introdução da gestão como fator indispensável para alcançar melhores resultados de manutenção (KARDEC; NASCIF, 2013).

Slack et al. (2009) em seus estudos sobre manutenção explicam que este é um termo utilizado para descrever a forma na qual a organização pode evitar possíveis falhas cuidando de suas instalações físicas e/ou equipamentos.

Para Kardec e Nascif (2013) a manutenção mostrou uma forte evolução a partir do ano de 1930, sendo dividida em cinco gerações.

A primeira geração, ocorreu antes da 2ª Guerra Mundial, observava-se uma indústria pouco mecanizada, com equipamentos simples e superdimensionados, tendo uma produtividade prioritária, com foco na Manutenção Corretiva, ou seja, habilidades voltadas para o reparo (KARDEC; NASCIF, 2013).

A segunda geração, ocorreu após a 2ª Guerra Mundial (anos 50 e 70), em que há uma pressão por produção, pouca mão-de-obra, mas com uma forte mecanização que exigia confiabilidade (evitar falhas), com isso surge a Manutenção Preventiva. E assim, as empresas foram forçadas a melhorar suas programações, criando os Sistemas de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) (KARDEC; NASCIF, 2013).

A terceira geração, a partir da década de 1970 até meados da década de 1990, demonstra que paradas na produção emergiram ao pensamento e ação voltados a recuperação. Surge então a Manutenção sob Condição (Manutenção Preditiva), iniciando a interação entre as fases projeto, fabricação, instalação e manutenção de equipamentos com a disponibilidade exigida no processo industrial (KARDEC; NASCIF, 2013).

A quarta geração, surge a partir do final da década de 90 até 2005. Esperava-se da manutenção neste período aumento da confiabilidade, maior disponibilidade, preservação do meio ambiente, maior segurança, gerenciamento de ativos, influência nos resultados do negócio. A visão quanto à falha do ativo, era a de reduzir drasticamente as falhas prematuras.

Nesta geração, as mudanças ocorridas foram: aumento da manutenção preditiva; redução de manutenção preventiva e corretiva não planejada; análise de falhas; técnicas de confiabilidade; manutenibilidade; projetos votados para confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade; e, contradição por resultados (KARDEC; NASCIF, 2013).

A quinta geração compreende o período de 2010 a 2015, na qual observa-se a expectativa de gerenciamento dos ativos, otimização dos ciclos de vida dos ativos e influência nos resultados do negócio. A visão de manutenção era de que o planejamento do ciclo de vida deste o projeto para reduzir falhas.

Referida geração, foi marcada por mudanças mais significativas, como: aumento da manutenção preditiva, monitoramento da condição on e off-line; participação efetiva no projeto, aquisição, instalação, comissionamento, operação e manutenção dos ativos; implementação de melhorias observando redução de falhas; excelência em engenharia de manutenção; e, consolidação da contratação por resultados (KARDEC; NASCIF, 2013).

A Norma TB-116 da Associação Brasileira de Normas – ABNT, em 1975, e a norma NBR 5462 (Confiabilidade e Manutenibilidade), em 1994, definiram manutenção como uma combinação de todas as ações técnicas e administrativas, englobando as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (NUNES; VALLARES, 2013).

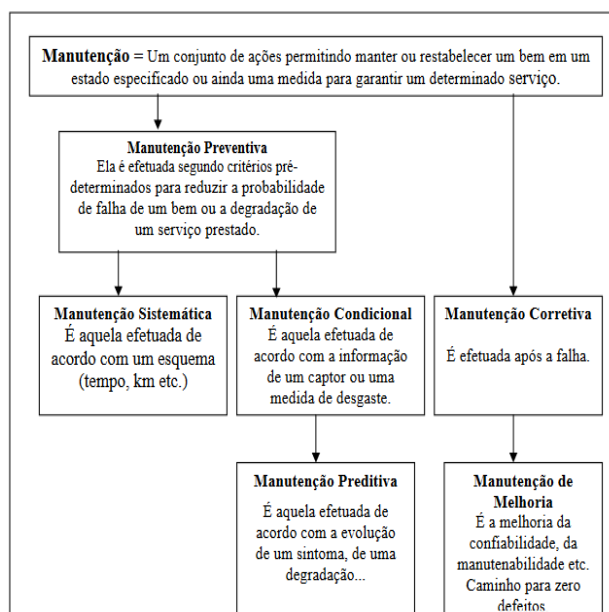
Neste cenário evolutivo, percebeu-se que a manutenção, em seu papel estratégico, precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização, para deixar de se tornar apenas eficiente para ser também eficaz, não bastando reparar o equipamento, mas manter o funcionamento deste para as operações, reduzido possíveis paradas (KARDEC; NASCIF, 2013).

2.2. Tipos de Manutenção

Muitos estudos sobre manutenção trazem uma sequência dos tipos de manutenção. Em um paralelo de estudo, escolheram-se Mirshawka e Olmedo (1993) e um mais recente Kardec e Nascif (2013), para ilustrar quais seriam os tipos de manutenção dados pelos mesmos e suas definições.

Do primeiro estudo, retirou-se breves definições sobre manutenção e seus tipos: preventiva; sistemática; condicional, corretiva; preditiva e de melhora (figura 01).

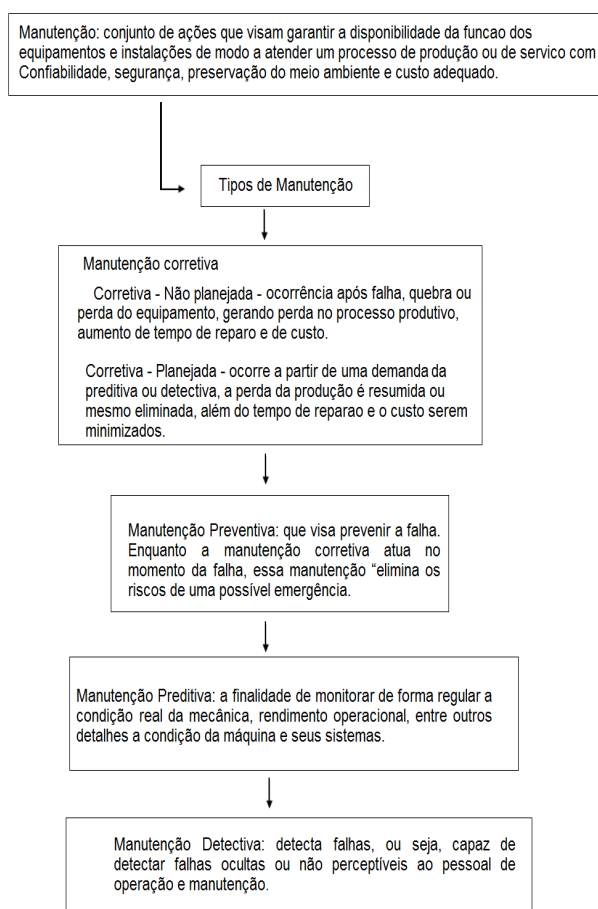
Figura 01: Tipos de Manutenção.



Fonte: MIRSHAWKA; OLMEDO (1993).

Recorrendo a Kardec e Nascif (2013), os tipos básicos de manutenção abordados por eles são: corretiva (planejada e não planejada); preventiva; preditiva e detectiva (figura 02).

Figura 02: Tipos de Manutenção.



Fonte: KARDEC; NASCIF (2013).

Dentre estes tipos de manutenção, abordam-se neste estudo dois tipos: a corretiva e a preventiva. No entanto, dar-se-á prioridade ao segundo tipo, sendo o próximo item a ser trabalhado, apresentando-se, por ser objetivo de análise, discussão e defesa.

2.3. Manutenção preventiva

A Manutenção Preventiva direciona-se à necessidade de deixar os equipamentos disponíveis para a operação por um tempo maior, evitando paradas indesejadas. Portanto, surgiu a necessidade de melhor entender este tipo de manutenção realizando um estudo teórico e prático, portanto, a proposta desse trabalho é mostrar como a manutenção preventiva aplicada de maneira eficiente pode antecipar eventuais falhas e defeitos que possam vir a ocorrer nos veículos utilitários sem que seja esperado.

Neste aspecto, torna-se necessário que sejam evitadas as falhas, para isso é de fundamental importância a realização da manutenção preventiva. Para entender a intercorrência de falhas torna-se importante que seja analisada a curva de falha CTMF (Curva de Tempo Médio para Falha), figura 03.

Figura 03: Curva de Falha.



Fonte: GREGÓRIO, 2018.

Gradativamente, a falha pode ocorrer e neste espaço de tempo se a manutenção preventiva (amarelo) ocorre que, o equipamento terá menos chances de ter uma manutenção corretiva. E ainda, menor serão as chances de paradas que este equipamento poderá ter, evitando-se que custos onerosos sejam realizados (GREGÓRIO, 2018).

No campo da manutenção preventiva esta curva de falha é importante, para que a equipe de manutenção conheça bem o veículo e possa agir antes que haja ocorrência de falhas (principalmente, as que geram paradas).

De certa forma a “vida útil das peças de um veículo depende diretamente dos cuidados que o proprietário mantém com sua manutenção” (SILVA et al., 2013, p. 55). Ao realizar a preventiva, ou seja, estar sempre realizando revisões periódicas evita-se que haja intercorrências de falhas, promovendo maior vida útil ao veículo. Muitos seguem estas instruções apenas nas revisões da garantia dos veículos dadas pelas concessionárias, depois deixam de fazê-las periodicamente.

2.4. Manutenção de veículos automotores

O primeiro registro do termo manutenção no ambiente organizacional ocorreu na década de 1950. Em se tratando de definição, o termo foi destacado pela primeira vez no dicionário militar, com os dizeres: “manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material em um nível constante” (OLIVIERI, 2011).

No contexto atual, encontra-se no dicionário da língua portuguesa, a seguinte definição de manutenção: “ato ou efeito de manter (-se). As medidas ou os cuidados necessários para a conservação ou para o funcionamento de alguma coisa” (FERREIRA, 2013, p. 445).

Pela Associação Brasileira de Normas – ABNT, Norma TB 116 e a ABNT NBR 5462, o termo

manutenção é expresso como sendo uma combinação de ações (técnicas e administrativas), bem como de supervisão, visando manter ou recolocar um item em condições de desempenhar sua função (NUNES; VALLARES, 2013).

Diante destas definições, observa-se que o termo é parte de uma evolução a qual se observa a manutenção como um dado conceitual frente a melhoria de um estado crítico, provindo de um processo supervisor e analítico no qual entende-se a necessidade de melhorar o equipamento com falha.

Manutenção, portanto, pode ser entendida como meio para se evitar falhas, ou seja, para que estas sejam corrigidas e prevenidas, visando maior empenho no processo produtivo. Sendo assim, o significado atual de manutenção, segundo Olivieri (2011), se remete a uma alternativa de trabalho resultante do prevenir contra falhas de máquinas e equipamentos.

E, com isso, atualmente, as indústrias estão cada vez mais voltadas a prevenção de falhas e o porquê elas ocorrem. E, com isso, a manutenção tem sido ponto fundamental, para melhoria das ações (técnicas e administrativas) capazes de manter uma empresa operando no seu mercado de atuação.

Para Olivieri (2011) a preocupação com prevenir falhas resultou em um dos mais importantes tipos de manutenção: a preventiva. No entanto, existem outros tipos que também têm sua importância: corretiva, preditiva, detectiva, proativa, produtiva e de confiabilidade.

Dentre estes tipos de manutenção, o presente estudo terá como foco de análise a manutenção preventiva. Prevenir a falha é a base da manutenção preventiva. Este tipo de manutenção, “ocorre com a intenção de reduzir probabilidade de falha de um bem ou a degradação e um serviço prestado” (NETTO, 2008, p. 23).

Antes que ocorra qualquer problema com uma determinada máquina é importante que a empresa esteja antecipada a isto, ou seja, que haja uma manutenção preventiva planejada e direcionada a evitar que a falha ocorra, o que resultará em uma produção contínua, sem paradas indesejadas.

Para Bechtold (2010, p. 26) este tipo de manutenção, é feita basicamente “levando-se em consideração a análise de: estudos estatísticos; estado do equipamento; local de instalação; dados fornecidos pelo fabricante (condições ótimas de funcionamento, pontos e periodicidade de lubrificação, etc.)”.

Portanto, trata-se de uma manutenção baseada em análises sobre o equipamento de forma a avaliar sua vida útil, dicas do fabricante; tempo de uso; enfim, cada informação é amplamente analisada e aceita pela equipe de manutenção como sendo primordial para que se possam prevenir falhas do equipamento.

De modo específico, segundo Olivieri (2011), a manutenção preventiva tem como objetivo eliminar, reduzir, e inviabilizar possíveis falhas. Realidade que tem transformado o ambiente automobilístico, destacando-se a importância de prevenir para que quebras, consertos e trocas sejam evitados.

A manutenção Preventiva é importante porque ocorre em “intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento” (KARDEC; NASCIF, 2013, 51) do veículo.

Desse modo, pode ser programada pelo motorista, para não afetar sua rotina diária, ou seja, não gera perda de custo, como: perder ou chegar atrasado em dia de serviço; gastar uma quantia que não foi planejada em seu orçamento; evitar custos maiores para o motorista (como custo de um motor, por exemplo, que poderia ser evitado, com a manutenção periódica preventiva), entre tantas outras vantagens para o motorista.

De modo geral, a manutenção preventiva de um veículo pode ser determinada por tempo ou por quilômetros rodados, sendo que o mais utilizado é a quilometragem, que determina, de certa forma, a vida útil dos veículos automotores.

Não fazendo a preventiva, provavelmente, o custo será maior caso tenha que se fazer uma manutenção corretiva. Esta ocorre quando a falha, ou pane, é destinada a colocar o veículo para funcionar (CORREIA, 2016). No caso dos veículos automotores, quando ocorre a corretiva não só deixa de utilizar o carro em um momento que não era planejado, bem como, acaba tendo maior custo com a solução.

A preventiva visa a troca de alguma peça, ou um cuidado importante para com o carro (troca de óleo, colocar água) e pode ser planejada de modo a não interferir na rotina do motorista. Enquanto isso a corretiva causa problemas que pode afetar suas funções diárias.

Diante desta realidade, buscou-se a realização de um estudo que foque no Estudo de Caso de uma mecânica no município mineiro de Sacramento, apontando a relação existente entre a realização de manutenção corretiva e preventiva.

3. INSPEÇÃO DE VEÍCULOS UTILITÁRIOS

A Inspeção de veículos é algo que pode, e muito, auxiliar na manutenção preventiva. Muitos motoristas ao ouvir um barulho, sentir qualquer movimento diferente, ou mesmo qualquer outro sinal de que algo não está bem no seu carro, vai até a mecânica para fazer uma inspeção.

No entanto, assim que o mecânico constata algum tipo de intercorrência ou falha, comunica ao cliente, que poderá ou não realizar a manutenção preventiva.

Um acompanhamento de manutenção periódica de veículos automotores, foi detectado por Despírito e Pereira (2011), os quais afirmam que os itens que compõem os componentes de segurança, como freio, pneus e amortecedores, são os mais frequentemente verificados no setor de manutenção (corretiva e preventiva), traçando-se uma manutenção periódica para se evitar falhas.

A tabela 01, destaca a vida útil desses três componentes, conforme seus fabricantes.

Tabela 01: Vida útil dos componentes de segurança.

Componente	Manutenção (a cada)	Vida útil aprox.
Pneu	10.000km	70.000 km
Amortecedor	10.000km	80.000 km
Freios	10.000 km	50.000 km

Fonte: DESPÍRITO; PEREIRA, 2011, p. 95.

Como se pode observar, a cada 10.000 km rodados, o veículo deve passar por uma manutenção preventiva para que possa ser feita uma análise, e desta forma evitar falhas. Despídio e Pereira (2011), inclusive, fazem uma análise comparativa de dois veículos (mesma marca e modelo) com aproximadamente 31.000 km rodados.

A tabela 02, refere-se ao veículo 1, que realizou todas as manutenções preventivas.

Tabela 02: Manutenção Preventiva - Veículo 1.

Componente	Vida útil aprox.
Pneu	40.000 km
Amortecedor	50.000 km
Freios	Substituídos

Fonte: DESPÍRITO; PEREIRA, 2011, p. 95.

No veículo 1, a troca realizada foi somente de pastilhas de freio, as quais foram substituídas. No entanto, a vida útil do veículo 2 dos pneus e freios, foram comprometidos (gerando substituição) devido a não realização de preventivas a cada 10.000 km rodados, conforme observa-se na tabela 03.

Tabela 03: Manutenção Corretiva - Veículo 2.

Componente	Vida útil aprox.
Pneu	Substituídos
Amortecedor	50.000 km
Freios	Substituídos

Fonte: DESPÍRITO; PEREIRA, 2011, p. 95.

Comparando-se as duas manutenções (preventiva e corretiva) foi mais vantajoso para o veículo 1, pois o custo da manutenção corretiva foi maior. Enquanto o primeiro fez uma troca de pastilhas de freio, o segundo trocou pneus, discos de freio e pastilhas de freio, sendo que ambos tinham a mesma quilometragem rodada.

A manutenção periódica veicular é muito importante para aumentar a vida útil do veículo, inclusive, em muitos casos até prolongá-la. Diversos são os fatores que realizados evitam desgastes precoces e geram melhor estabilidade da máquina.

No quadro 01, são destacadas algumas ações que podem ser feitas na manutenção periódica (preventiva) de um veículo.

Quadro 01: Manutenção periódica veicular.

Componente	Manutenção periódica
Pneus	Realização: alinhamento, balanceamento, calibragem e Rodízio
Freios	Troca de: pastilhas (a cada 10.000 km rodados), disco, lonas e ajustes de freio (a cada 30.000 km rodados), tambores, cilindros e fluido de freio (trocar a cada dois anos conforme sugestão do fabricante).
@Amortecedores	Troca de coifa dos amortecedores, molas e batentes.

Fonte: DESPÍRITO; PEREIRA, 2011, p. 94.

O pneu é responsável pela aderência do veículo e precisão dos movimentos do mesmo. Se ele estiver gasto além do previsto (art. 4º, RESOLUÇÃO CONTRAN 913/2022 “Fica proibida a circulação de veículo automotor equipado com pneu cujo desgaste da banda de rodagem tenha atingido os indicadores, ou cuja profundidade remanescente da banda de rodagem seja inferior a 1,6 mm” – CONTRAN, 2022) pode ocorrer acidentes, inclusive gerar multa.

Neste caso, verificada a irregularidade, o condutor do veículo é autuado (Art. 230, inciso XVIII do CTB), por estar reprovado na avaliação de inspeção de segurança, além de estar comprometendo a segurança (não só dele como de outros). A infração é considerada grave, com a perda de 5 (cinco) ponto da CNH – Carteira Nacional de Habilitação, gerando uma multa de R\$ 195,23 (cento e noventa e cinco reais e vinte e três centavos) (BRASIL, 1997).

Caso a situação não seja regularizada de imediato no local (o que é difícil, pelo tempo), o veículo é retido, cumpre-se a medida administrativa de retenção do veículo recolhendo o CLA - Certificado de Licenciamento Anual do veículo, conforme disposto no art. 270 §2º do CTB - Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997).

A vida útil do pneu deve ser sempre verificada pelo condutor, por meio de uma manutenção preventiva, pois isto faz com que esta não seja comprometida, como também, não coloca em risco a segurança e a própria vida do condutor e de possíveis passageiros, ante ao desgaste dos pneus (DESPÍRITO; PEREIRA, 2011).

Em se tratando dos freios, a manutenção preventiva também é um fator primordial, não só para manter a vida útil dos mesmos, como evitar riscos de acidentes. A revisão periódica destes é fator elementar para que o condutor tenha maior segurança ao dirigir (DESPÍRITO; PEREIRA, 2011).

Os amortecedores, também devem passar por manutenção preventiva, pois o desgaste destes pode gerar “instabilidade no veículo e ainda que os pneus estejam em bom estado de utilização o veículo perde a aderência” (DESPÍRITO; PEREIRA, 2011, p. 94).

Também, pode-se destacar, que para ter boa aderência o veículo precisa ter seus freios em bom funcionamento. No entanto, freios bons, pneus novos, mas se houver desgaste dos amortecedores perde-se a aderência, e coloca em risco a vida do condutor (DESPÍRITO; PEREIRA, 2011).

A adesão a manutenção preventiva se torna primordial para que o veículo tenha uma vida útil similar à da prevista pela fábrica. Pequenos reparos podem não só gerar economia presente e futura ao proprietário do veículo, como também evitar que motorista e outros estejam em risco (mediante a um acidente eminente).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A importância do estudo sobre a manutenção preventiva ocorre por ser algo inovador, e para que possa atender um mercado com novos clientes da linha de utilitários, principalmente dentro do contexto voltado à manutenção mecânica dos referidos automóveis. E, por ser um conceito que implica diversas mudanças no trabalho das oficinas mecânicas, que basicamente era somente feito por meio de manutenção corretiva, o estudo vem acrescer conhecimento para que possa ser aplicado no trabalho diário.

Desta forma, na análise realizada em uma oficina mecânica, localizada no município de Sacramento/MG, no período de 2015, fez-se uma estimativa do número de atendimentos, em que os clientes sempre faziam manutenção preventiva, em contrapartida aqueles que só procuravam a mecânica para a manutenção corretiva (somente no momento da falha e/ou quebra, desencadeando a troca).

Diante dos resultados obtidos, buscou-se comparar os dois tipos de manutenção (corretiva e preventiva), destacando as vantagens e desvantagens.

Para chegar a este comparativo, foi utilizado como objeto de pesquisa, a manutenção do veículo de marca Chevrolet, Modelo S10, ano 2010, a partir da manutenção corretiva pela troca de suspensão, assim foi possível destacar a corretiva, ou seja, pontos que seriam importantes para o cruzamento dos dados.

Nesse contexto, foram utilizados os seguintes dados para análise: Abordagem direta ao cliente, Dados estatísticos de histórico fornecido pela empresa à qual foi realizada o estudo (quadro 02) e a concretização da manutenção corretiva e preditiva.

Quadro 02: Manutenção Corretiva de veículos utilitários ciclo diesel – Oficina Mecânica.

	Manutenção Corretiva						Manutenção Preventiva				
	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana	5ª Semana		1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana	5ª Semana
Janeiro	5	15	8	6	9		2	4	2	1	4
Fevereiro	8	9	5	4	0		1	3	0	1	0
Março	4	6	5	7	3		0	1	2	0	0
Abril	3	4	5	5	4		0	1	1	0	0
Maior	2	6	4	4	6		2	1	0	0	0
Junho	8	10	12	10	2		0	1	2	3	4
Julho	4	9	7	5	6		5	3	2	1	0
Agosto	0	6	4	3	2		0	0	0	1	0
Setembro	3	4	3	2	3		0	0	0	0	0
Outubro	3	2	6	4	4		2	1	0	0	0
Novembro	9	10	13	11	2		0	1	0	2	3
Dezembro	11	10	12	16	8		4	3	3	5	7
				Soma Total:	361					Soma Total:	79

Fonte: Autores, 2015.

5. RESULTADOS

O ano de 2015 foi tomado como base inicial para os registros da oficina mecânica analisada, sendo que, por meio destes, foi possível fazer uma estimativa anual de manutenção de veículos utilitários, para poder comparar os tipos de manutenção: corretiva e preventiva.

Os dados do gráfico 01, demonstram alta ocorrência de manutenções corretivas 361 (trezentos e sessenta e um), com 82,05%, e preventivas 79 (setenta e nove), representando 17,95%.

Gráfico 01: Manutenção realizada no ano de 2015 - Corretiva X Preventiva.



Fonte: Autores, 2015.

Dentre os dados indicados no gráfico 01, é importante ressaltar que, não estão registrados os veículos que realizaram corretivas por intercorrência de acidente automobilístico.

Entre os atendimentos de manutenção corretivas, a ocorrência com maior índice foi na troca de suspensão. A tabela 04, destaca os valores das peças (empresa de peças de Sacramento/MG.) e os da mão-de-obra para a realização da troca, feita na oficina, que serão utilizados para a comparação a seguir, entre corretiva e preventiva de suspensão de um veículo utilitário, em um comparativo entre manutenção preventiva e corretiva.

Tabela 04: Custo da manutenção corretiva da suspensão do veículo de marca Chevrolet, Modelo S10, ano 2010.

ITENS	PEÇA TROCADA (R\$)	MÃO DE OBRA (R\$)	TOTAL TROCA (R\$)
Troca das pastilhas de freio	150,00	80,00	230,00
Troca de disco de freios dianteiro (par)	360,00	160,00	520,00
Troca batente de bandeja superior (par)	40,00	30,00	70,00
Troca batente de bandeja inferior (par)	100,00	30,00	130,00
Troca pivôs superior (par)	160,00	200,00	360,00
Troca pivôs inferior (par)	120,00	200,00	320,00
Troca bucha do eixo estabilizador dianteiro	40,00	60,00	100,00
Troca bieletas (par)	100,00	40,00	140,00
Troca amortecedores dianteiro (par)	390,00	120,00	510,00

Fonte: Autores, 2015.

A tabela 05, refere-se ao veículo utilitário pesquisado, com aproximadamente, 30.000 km rodados, que realizou três manutenções preventivas relacionadas a suspensão, ou seja, que evitaria a troca desta em uma corretiva.

Tabela 05: Manutenção Preventiva – Veículo 1.

Componente	Revisão 1 10.000km	Revisão 2 20.000km	Revisão 3 30.000km
Freio	150,00	-	-
Pivôs		280,00	150,00
Amortecedores	-	-	-
Sapatas de freio	190,00	-	-
PEÇAS	340,00	280,00	150,00
MÃO DE OBRA	270,00	400,00	80,00
	610,00	680,00	230,00
TOTAL			1.520,00

Fonte: Autores, 2016.

No primeiro caso, o veículo utilitário 1, teve um custo com preventivas de R\$ 1.520,00 (um mil, quinhentos e vinte reais), somando-se as três revisões. Neste caso, considerando as condições de um veículo em condição regular, que devido ao cuidado, não precisou trocar os amortecedores.

Ademais, ao considerar o caso da oficina, tem-se o próximo objeto de análise, um veículo utilitário em condições irregulares, mas com a mesma quilometragem, 30.000 km rodados, igual ao veículo 1. Este veículo além de ser utilizado em estradas vicinais (rurais), também é veículo de transportes de cargas pesadas, como sacos de rações, adubos, entre outros elementos que são levados para o campo.

A tabela 06, destaca a troca da suspensão do veículo utilitário, manutenção corretiva na oficina.

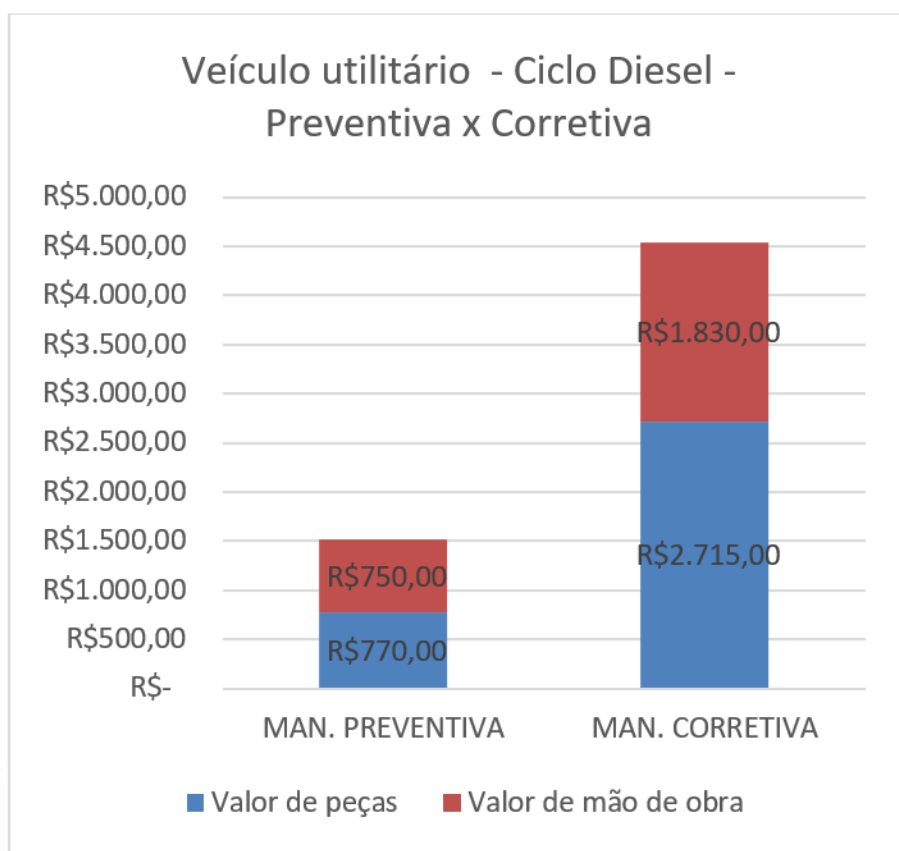
Tabela 5: Manutenção Corretiva - Veículo utilitário.

Componente	Revisão 1 - 10.000km	Revisão 2 - 20.000km	Revisão 3 - 30.000km
Pastilhas de freio	--	--	150,00
Disco de freios	--	--	400,00
Batente de bandeja	--	--	140,00
Pivôs	--	--	280,00
Bucha do eixo estab.	--	--	40,00
Bieletas	--	--	100,00
Amortecedores	--	--	770,00
Campanas	--	--	230,00
Sapatas	--	--	190,00
Cabo/freio de mão	--	--	120,00
Braço intermediário da direção	--	--	95,00
Buchas de bandeja (inferior e superior)	--	--	240,00
TOTAL PEÇAS	--	--	2.715,00
MÃO DE OBRA	--	--	1.830,00
CUSTO GERAL	--	--	4.545,00

Fonte: Autores, 2016.

No gráfico 02, é feito um comparativo dos custos realizados na manutenção preventiva e corretiva, do veículo utilitário, ciclo diesel, tendo em vista a quilometragem rodada de 30.000 km. Portanto, verifica-se que: a mão de obra das preventivas foi de R\$ 750,00, e da corretiva R\$ 1.830,00; e as peças trocadas custaram: nas preventivas R\$ 670,00, e da corretiva R\$ 2.715,00.

Gráfico 02: Custo da manutenção - Preventiva x Corretiva.



Fonte: Autores, 2016.

Os dados demonstram que a manutenção preventiva regular é bem mais vantajosa do que a corretiva, pois seu custo é inferior.

6. DISCUSSÃO

A alta elevação do número de corretivas é muito comum dentro de oficinas mecânicas. Além disso, o “automóvel é um complexo da engenharia automobilística, com seus muitos componentes, e como tal necessita duma aplicação preventiva ou corretiva a nível” (XIS, 2008, p. 18). No entanto, a manutenção preventiva ainda é a mais vantajosa economicamente (DESPÍRITO; PEREIRA, 2011).

Para Fogliatto e Ribeiro (2009), a manutenção preventiva bem realizado pode maximizar o perfil de confiabilidade de todos os veículos. Realidade que tem sido fator diferencial ao realizar a preventiva.

Para Despírito e Pereira (2011) hoje as pessoas estão mais informadas e orientadas, por este motivo, a tendência de se diminuir corretivas e aumentar a preventiva é algo fatídico no ambiente das oficinas.

Além disso, o fator economia também tem levado para oficinas muitos motoristas que sem condições de comprar outro veículo optam por aumentar a vida útil dos seus veículos, recorrendo a manutenção preventiva.

Na categoria de falhas, a falha com amortecedor pastilhas de freio, sapatas de freio, ocasionam a falha primária, que sem a devida manutenção gera a falha secundárias. Caso tivesse ocorrido a troca dos amortecedores, evitar-se-ia os danos nas buchas de bandeja superior e inferior, buchas do estabilizador, bieletas.

O mesmo é observado, também, em relação as pastilhas e sapatas de freio, que se fossem substituídas em uma provável preventiva evitaria atrito de ferro com ferro, por falta de matéria de fibra, o qual já chegou no seu limite de trabalho, obstando possível troca dos discos de freio, e também, dos tambores de freio traseiro, que fora trocado por desgaste excessivo devido atrito.

Na comparação entre Corretiva e Preventiva, a primeira se diferencia por se tratar de uma manutenção que ocorre gerando troca ou reparo imediato (VIANA, 2006), a segunda se destaca por poder evitar que haja um dano maior que ocasione perda de peças e parada do equipamento (OLIVIERI, 2011). No entanto, ambas são muito conhecidas no contexto da manutenção de veículos utilitários.

Carvalho et al (2014) descrevem que, muitos proprietários de veículos automotores não têm o conhecimento necessário do que seja corretivo ou preventivo, por isso não conseguem evitar que tenham custos elevados e desnecessários com seus veículos.

Tomando o Estudo de Caso realizado na oficina mecânica, e comparando a corretiva (R\$ 4.545,00) com a preventiva (R\$ 1.520,00), obtém-se uma redução de custo de R\$ 3.025,00. Fato que demonstra que a preventiva realizada de forma organizada pode incorrer na redução de custo.

Também é importante analisar a questão da perda de tempo na oficina com o veículo, e até mesmo, o agendamento do trabalho. Afinal, deve ser considerado que nem sempre o proprietário do veículo vai ter pronto atendimento no caso de uma manutenção corretiva. Esta não tem como ser agendada, pois ocorre na urgência, ou seja, quebrou tem que trocar. Por este motivo, as vezes o carro fica na oficina até poder ser consertado.

No caso da preventiva, o proprietário do veículo pode agendar com o mecânico a melhor data e horário para ambos, podendo evitar que seu veículo fique muito tempo na oficina, deixando-o desprovido de condução.

No caso da parada para uma corretiva é de dois a três dias. Necessitando-se de fazer a troca total das peças, porque a mão-de-obra tem um custo maior, pois, normalmente, ao trocar uma peça, pode surgir a necessidade de desmanchar outra, que já estaria precisando de manutenção. O correto é fazer uma previsão, desmontar e trocar tudo que for necessário trocar ou reparar.

No caso da preventiva ao realizar a análise pode-se agendar um dia, para trocar as peças previstas. Dois dias são economizados na preventiva, ou mais, se partimos do ponto de vista que o mecânico tem outros serviços agendados, podendo o veículo ficar até uma semana parado para realizar uma corretiva.

Redução de custo e tempo são duas das grandes vantagens que o motorista pode ter com a realização periódica da manutenção preventiva do seu veículo.

Outro fator determinante, não só para a realização da manutenção preventiva, mas também da corretiva é o evitar acidentes. Imagine que uma peça venha a quebrar com o veículo em condução, isso pode gerar um acidente de trânsito, colocando em risco a vida do motorista, dos passageiros e de terceiros.

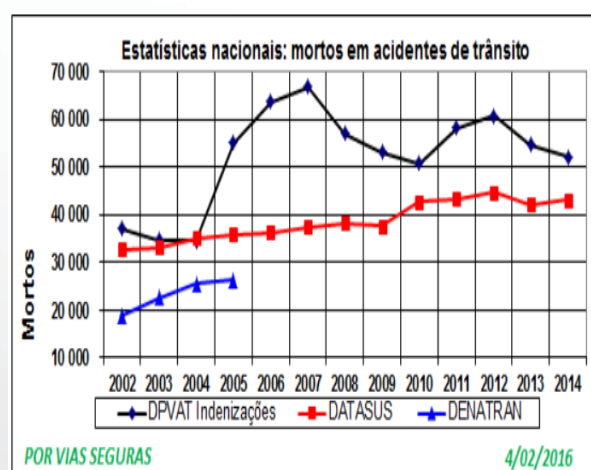
Desse modo, é de fundamental importância a realização da manutenção preventiva para que se evite riscos, ou seja, acidentes de trânsito. Nem sempre a corretiva evita tal riscos, pois quando o veículo chega à oficina ele já entrou em pane.

Dados estatísticos mostram que no Brasil, em 2015, 62% dos automóveis avaliados numa inspeção demonstram no mínimo um problema de segurança do veículo; os 38% restantes, tinham freios ineficientes, faro que é alertado por uma empresa do setor de reparação veicular (MARCONDES, 2015).

As rodovias e vias urbanas de todo o Brasil, de norte a sul, apresentam problemas diversos de más condições; além de ter motoristas dirigindo em situação de risco (consumo de bebidas alcoólicas, por exemplo) e, como se não fosse o bastante, tem aqueles que não cuidam bem de seus veículos. Motivos que tem levado o país a ser um dos primeiros no ranking mundial em acidentes de trânsito (MARCONDES, 2015).

Pesquisa realizada entre 2002 - 2014 (gráfico 03), mostra as estatísticas nacionais, de mortos em acidentes de trânsito no Brasil em três fontes diferentes: DPVAT – Seguro Obrigatório de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Vias Terrestres; DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde; e, DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito. Este, mostram registro até 2005, pois publicava Anuários a partir de Boletins de Ocorrência policial.

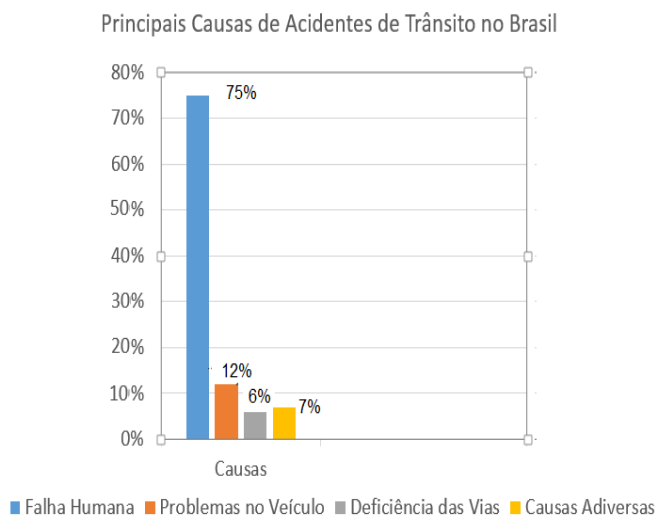
Gráfico 03: Acidente de trânsito no Brasil – estatísticas.



Fonte: Vias Seguras, 2016.

Dados relatados pelo DPVAT não são a totalidade, visto que se baseiam no número de indenizações, conseguidas no período (ano), pois muitas causas se arrastam por um bom tempo na justiça. Podem estes números serem ainda maiores.

O gráfico 04, indica os estudos da Trânsito BR (2016) sobre as principais causas de acidentes no Brasil.

Gráfico 04: Causas de Acidente de trânsito no Brasil.

Fonte: Trânsito BR, 2016.

Estes 12% relacionados a problemas de veículo, destaca-se como principal fator a falta de manutenção adequada dos veículos (TRANSITOBR, 2016).

Anualmente, tomando como base os anos de 2009 a 2013, cerca de aproximadamente 46,09% dos acidentes automobilísticos, envolveram apenas um veículo. Sendo necessário para evita-los que ações sejam priorizadas: educação e conscientização dos condutores; fiscalização e eliminação de problemas de conservação e de engenharia, que possam contribuir evitar a ocorrência de acidente (SILVA et al. 2013).

Fica evidente que o acidente tem mais chances de ocorrer por falhas humanas e por problemas de inspeção do veículo. A prevenção de acidentes passa a depender de mudanças necessárias tanto do comportamento do condutor ao volante, bem como, do comportamento deste para a realização de manutenção preventiva de forma constante (SILVA et al. 2013).

Marcondes (2015) destaca, que entre os componentes com maior índice de falha de veículos automotores são: correias auxiliares (51,30%); sistema de arrefecimento (44,40%); correia dentada (43,20%); limpador e lavador de para-brisa (41,60%); vazamento de óleo do motor (35,10%); lâmpadas de faróis principais (31,20%); emissões de gases poluentes (23,10%); e embreagem e sistema de acionamento (20,50%).

Neste aspecto, realizar a manutenção preventiva é de grande importância para evitar que estes problemas ocorram, e com isso, evitar que o motorista coloque sua vida e de outras pessoas em risco.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão de um veículo utilitário, ciclo diesel, deve ocorrer periodicamente, pois se trata de uma verificação regular e completa de todos os circuitos e peças automóveis. O acompanhamento da “saúde” do seu carro, permite que este tenha um bom desempenho na estrada e, conseqüentemente, uma maior segurança, além de maior vida útil.

A oficina analisada, neste estudo, percebeu que entre os números de manutenção realizados em 2015, em veículos utilitários, a maior incidência foi de corretivas, mais propriamente, na troca de suspensão. Sendo que, com a inspeção periódica essa realidade seria evitada.

A importância do estudo sobre a manutenção preventiva, ocorreu por ser algo inovador, e para que se possa atender um mercado de novos clientes da linha de utilitários dentro do contexto da atuação do trabalho das oficinas mecânicas de automóveis.

E, por ser um conceito que implica diversas mudanças no trabalho, que basicamente, era somente feito por meio de manutenção corretiva, o estudo vem acrescer conhecimento para que possa ser aplicado ao trabalho realizado no dia a dia.

A revisão periódica e constante de um carro, seja em carros seminovos, novos ou usados, garante o correto funcionamento do veículo e previne o desgaste das peças destes, o que lhe permitirá poupar tempo, dinheiro e, acima de tudo, futuros problemas.

Em se tratando de manutenção, torna-se importante deixar claro, a importância de o condutor procurar sempre um mecânico de sua confiança, para junto dele determinar as prioridades de manutenção do seu veículo, e passar a ele, o máximo de informações necessárias sobre a situação do veículo.

Dessa forma, os custos com a manutenção preventiva se tornam extremamente baratos a médio e longo prazo, quando comparados aos custos de uma quebra, da manutenção corretiva.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. BNT. NBR 5462: 1994. **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BECHTOLD, M. J. **Manutenção mecânica**. Florianópolis: SENAI/SC, 2010.

BRASIL. Lei nº. 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 set. 1997.

CARVALHO, A. N.; SCAVARDA, L. F.; LUSTOSA, L. **Implementing finite capacity production scheduling: lessons from a practical case**. International Journal of Production Research, v.52, n.4, p.1215-1230, 2014.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). Resolução 913/2022 – **Dispõe sobre o uso de pneus em veículos**. 28 de março de 2022.

CORREIA, Filipe Emmanuel Porfírio. **Sistema para manutenção preventiva de academias de ginástica**. Orientadora: Vanessa Batista Schramm. 2016. 44 f. Monografia (Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2016.

DESPÍRITO, R. A.; PEREIRA, L. A. L. Redução de custos da manutenção preventiva em veículos automotores. **Anuário da Produção de iniciação científica discente**, 14(26):90-100, 2011. Disponível

em: <http://sare.anhanguera.com/index.php/index/index>. Acesso em: 25 mar. 2016.

FERREIRA, A. B. de H. **Mini-Aurélio Século XXI Escolar**. O minidicionário de língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2013.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. São Paulo: Campus-Elsevier, 2009. 265p.

GREGÓRIO, Gabriela Fonseca Parreira. **Engenharia de manutenção** [recurso eletrônico] / Gabriela Fonseca Parreira Gregório, Danielle Freitas Santos, Auricélio Barros Prata; [revisão técnica: André Shataloff]. – Porto Alegre: SAGAH, 2018.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção**. Função estratégica. 4 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

LAFFRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, Petrobrás, 2001.

MARCONDES, V. **Alta de manutenção do carro contribui com acidentes**. Publicado em: 25 maio de 2015

MIRSHAWKA, Victor; OLMEDO, Napoleão Lúpes. **Manutenção** - combate aos custos da não-eficácia – a vez do Brasil. São Paulo: MAKRON Books: McGraw-Hill, 1993.

NUNES, E. L.; VALLADARES, A. **Gestão da manutenção e do conhecimento como estratégia na instalação de unidades geradoras de energia elétrica**. 2013. Disponível em: <ftp://ftp.cefetes.br/cursos/Eletrotecnica/Cassoli/Manuten%E7%E3o%20El%E9trica/artigos%20tecnicos/artigo%20-%20gestao%20da%20manuten%E7ao.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2016.

OLIVIERI, T. **Em pleno funcionamento**. Revista O setor elétrico. Ed. 61. Fevereiro/2011. Disponível em: <http://www.osetoelettrico.com.br/web/component/content/article/556-em-pleno-funcionamento.html>. Acesso em: 15 fev. 2016.

SILVA, Emmanuel Marques; PIROLA, Erika Nogueira; CANENSE, Emiliano Joel Estigarribia. **Quanto custa andar de carro**: um estudo comparativo entre veículos nacionais. Gestão Contemporânea, Vila Velha, v. 7, n. 1, p. 82-112, abr. 2013. Disponível em: <http://revistaadmmade.estacio.br/index.php/gestaocontemporanea/article/viewFile/9139/47967374>. Acesso em: 10 mai. 2016.

SILVA, R. M.; SILVA, C. A.; SILVA, A. L.; OLIVEIRA. **Direção defensiva**: livro didático. Palhoça: UnisulVirtual, 2013. 110 p

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 3ed, 2009.

SMITH, A. M. **Reliability centered maintenance**. Boston: McGraw Hill. 1993.

SMITH, A. M.. **RCM**: gateway to world class maintenance. Oxford: Elsevier. 2004.

VIANA, Herbert R. G. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro:Qualitymark, 2006.

VIAS SEGURAS. Estatísticas nacionais de acidentes de trânsito. **Vias Seguras** [online]. Publicado em: 04 fev. 2016. Disponível em: http://www.vias-seguras.com/os_acidentes/estatisticas/estatisticas_nacionais. Acesso em: 15 mar. 2016.

TRANSITOBR, **O Portal do Trânsito Brasileiro. Acidentes**. Causas. 2016. Disponível em: http://www.transitobr.com.br/index2.php?id_conteudo=8. Acesso em: 25 mar. 2016.

XIS, Eff. **Uma estrada, uma cruz e uma lágrima**. São Paulo: Biblioteca 24 horas, 2008.