

E-TEC
Revista de
Tecnologia e
Ciência
V2-2017

FACULDADE DE TECNOLOGIA
SENAI LONDRINA

E-TEC Revista de Tecnologia e Ciência

Corpo Editorial

Editor Chefe da edição V2-2017.
Flávio Antunes Ferreira

Comitê Executivo

Marcelo Antônio Strik
Vicente de Lima Gongora
Rodolfo Alexandre Hildebrandt
Camila Fogaça de Oliveira

Editora: Faculdade de Tecnologia Senai Londrina
ISSN: 2358-5528

Direitos reservados

Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina

Rua Belém, 844 – Londrina PR.

43 -3294-5100 – faculdade.londrina@pr.senai.br

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida sem a autorização prévia e escrita da Editora Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina. Este periódico publica nomes individuais, comerciais e marcas registradas e produtos pertencentes a diversas companhias. O Editor utiliza-se destes nomes somente para fins editoriais e em benefício dos proprietários dos nomes e marcas, sem intenção de atingir seus direitos. Observa-se ainda que os dados contidos nos artigos são de responsabilidade dos próprios autores.

Nesta edição

Prefácio	4
Introdução	5
Implantação de Manutenção Preventiva e Redução de Custo em um Abatedouro de Aves	6
Desenvolvimento de um Protótipo de uma Máquina Recolhedora de Fluido Refrigerante(r-134a)	28
Automação de uma Máquina Lavadora de Ônibus.....	52
Análise dos Principais Tipos de Manutenção Voltados para a Indústria.....	82
Segurança em Manutenção Semafórica em Altura	101

25 de maio dia da indústria!

A Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina promove esta data e, trabalha em busca do fortalecimento e capacitação de seus recursos humanos, tornando-as mais inovadoras e produtivas

Prefácio



A Revista e-tec SENAI Londrina é um periódico técnico-científico com publicação semestral, cujo objetivo principal é fomentar a pesquisa nas áreas de inovação, educação tecnológica, científica e tecnologia industrial. A revista, que é publicada eletronicamente, recebe artigos inéditos (teóricos ou teórico-empíricos) e resenhas de usuários de todo o Brasil e exterior, aceitando publicações em Português, Espanhol e Inglês. A revista também publica entrevistas com pesquisadores e personalidades de contribuição relevantes nas linhas de pesquisa da revista e o recebimento das submissões online é ininterrupto.

Os artigos e resenhas submetidos à revista são avaliados inicialmente pelo comitê executivo, que avaliará se o texto enquadra-se nas linhas de pesquisa da revista, sendo na sequência, submetido aos avaliadores. Os entrevistados de cada edição são indicados pelo editor ou pelo conselho editorial e avaliados pelos membros do comitê executivo. Os critérios para a composição do corpo editorial do periódico estão relacionados com os conceitos de excelência, seriedade e inovação que a Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina possui.

INTRODUÇÃO

Está publicação tem caráter multidisciplinar e foi escrita com a intenção de ser utilizada pelos alunos dos cursos de graduação e pós-graduação da Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina. Os diversos autores divulgam conceitos e experimentos aplicados na moderna indústria, muitas vezes os procedimentos mostrados são resultados de trabalhos experimentais ou aplicados efetivamente. O objetivo fundamental a ser alcançado, por esta publicação é; desenvolver suficiente habilidade para entender e resolver questões semelhantes que possam aparecer durante o desenvolvimento de trabalhos, tanto durante o curso de graduação, como em desafios profissionais. Utilizando-se como referência a metodologia e os procedimentos adotados pelos autores deste periódico. Esta publicação foi organizada e dividida em artigos, apresentando-se em cada um deles um resumo que revela ao leitor as características fundamentais e o foco do trabalho desenvolvido, desta forma, o leitor verifica e avalia o grau de interesse e pode dar continuidade no entendimento da obra escrita. Salienta-se que, o roteiro utilizado em cada artigo, é o modelo padrão deste periódico, onde, o leitor motivado pode submeter o seu trabalho para apreciação do corpo editorial, deste periódico, através do email "faculdade.londrina@pr.senai.br.

Boa leitura!

IMPLANTAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA E REDUÇÃO DE CUSTO EM UM ABATEDOURO DE AVES

ALEXANDRO FERREIRA¹
ANTONIO CARLOS RODRIGUES²
SAULO AGUIAR SAES³

Resumo: O artigo refere-se a implantação da manutenção preventiva em equipamentos industriais de um abatedouro de aves. O método escolhido foi qualitativo através de pesquisas bibliográfica e estudo de caso onde foram levantados todos os dados para escolha da melhor forma para a implantação da manutenção preventiva. O objetivo da implantação da manutenção preventiva é redução de custo e garantir a disponibilidade e, confiabilidade dos equipamentos através de indicadores assim reduzindo ao máximo as paradas de máquinas, por manutenções não planejadas ou seja, paradas de produção, indesejadas visando garantir uma boa produtividade com baixo custo adequado assim aumentando os lucros e melhorando os resultados voltados para a gestão de uma manutenção estratégica voltados a redução de custos gastos devido a redução de manutenções corretivas não planejadas acompanhada de horas extras e serviços indesejados com terceiros.

Palavras-chave: Manutenção Preventiva. Equipamentos Industriais. Redução de Custo.

¹Graduação – Tecnólogo em Manutenção Industrial, da Faculdade da Indústria Senai Londrina. E-mail: alexferreirat@hotmail.com

²Especialista em Engenharia de Manutenção Faculdade da Indústria Senai Londrina. E-mail: antonio.rodrigues@pr.senai.pr

³ Graduação – Tecnólogo em Manutenção Industrial, da Faculdade da Indústria Senai Londrina. E-mail: alexferreirat@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

Desde a revolução industrial, procedimentos de manutenção são desenvolvidos para que a produção e seus equipamentos utilizem seu potencial máximo para a realização das atividades.

Entende-se que manutenção consiste em ações destinadas a manter o funcionamento de um determinado equipamento ou ações destinadas a devolver a este equipamento a capacidade de funcionalidade plena, dessa maneira, como descrito na norma NBR 5462 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994), manutenibilidade é definida como:

Capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos.

Pinto e Xavier (2001), afirmam que para analisar a manutenibilidade de certo equipamentos, cinco requisitos são essenciais: requisitos qualificados (orientação dos operadores); requisitos quantificados (cálculo do tempo de execução, médias de paradas, tempos de indisponibilidade e materiais sobressalentes); suporte logístico (condições básicas necessárias) e capacitação do pessoal de manutenção (desenvolvimento de habilidades profissionais).

Kardec e Nascif (2012), ressalta que a organização da manutenção de qualquer empresa deve estar voltada para o gerenciamento e a solução dos problemas na produção.

O Trabalho refere-se à implantação da manutenção preventiva e redução de custo em equipamentos industriais de um abatedouro de aves (frigorífico). O Abatedouro de aves fica localizado em Rolândia, na região metropolitana de Londrina PR. A empresa com mais de 30 anos no ramo alimentício com especialidades no processamento de carne de frango com vários clientes nacionais e internacionais a empresa de médio a grande porte com um total de mais de 500 funcionários envolvidos diretamente no processamento de carne.

O seguinte artigo apresenta a manutenção preventiva como sendo uma melhoria na vida útil dos equipamentos, trazendo diminuição de perdas produtivas que aumentam a lucratividade.

Como a missão da manutenção é manter os equipamentos em condições normais de operacionalidade mesmo com o passar do tempo e desgastes naturais, para isso, deve-se cumprir uma série de tarefas que lhe foram pré-determinadas, tais como, lubrificação, limpeza, correta instalação,

ensaios, reparos, substituição de peças, inspeções, calibrações, revisões, condições física, entre outras. (PINTO; XAVIER, 2001).

A manutenção tem um papel muito importante, pois para cumprir a sua missão, ela precisa atuar como elo das ações dos subsistemas de Engenharia, suprimentos, Inspeção de Equipamentos, dentre outros, para atender ao cliente interno, que é a Operação (KARDEC; NASCIF, 2012).

Pinto e Xavier (2001), destacam a segurança dos operadores, o rendimento de produção, a qualidade do produto final, o custo de produção, a disponibilidade de operação como os objetivos principais da manutenção e semelhante aos objetivos essa a sua importância e razão pela qual justifica a série de procedimentos que devem ser adotados pelo setor industrial.

O objetivo do trabalho é garantir à confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos e baixar os custos. Outro fator importante é a questão ambiental, a adoção de medidas de manutenção adequada pode colaborar para a preservação do meio ambiente e evitar diversos desastres ambientais.

As próximas seções descrevem a respeito das manutenções e seus tipos, o planejamento e controle de manutenção, a metodologia empregada e os resultados obtidos na implantação de uma manutenção preventiva em um frigorífico de aves.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 História da manutenção

As indústrias no momento atual precisam adequar sua realidade industrial de maneira eficiente, para que se mantenham competitivas no mercado, por esse motivo este estudo será realizado, pois pretende-se propor a manutenção preventiva como um dos procedimentos a serem adotados em suas operações, bem como se presume que essa conduta proporcionara como resultado “[...] conscientização de quanto uma falha de equipamento afeta a segurança e o meio ambiente, maior conscientização da relação entre manutenção e qualidade do produto [...]” (PINTO; XAVIER, 2001).

“As manutenções se tornaram mais importantes e regulares no decorrer dos anos, isto é, antes da Segunda Guerra Mundial, devido a baixa mecanização, as máquinas recebiam apenas” [...]

serviços de limpeza, lubrificação e reparo após a quebra, ou seja, a manutenção era, fundamentalmente, corretiva.” (PINTO; XAVIER, 2001, p.4).

“Logo após o período de guerra, a demanda intensificou-se exigindo maior produção de bens e redução” [...] “o que resultou no conceito de manutenção preventiva.” Este procedimento era realizado em período fixo, no entanto, resultava em elevados encargos operacionais. Por essa razão, foi necessário adotar condutas que elevassem a durabilidade das peças do equipamento (PINTO; XAVIER, 2001).

Esta automatização passou a gerar transtornos para os industriais, em virtude da demanda crescente, as paradas tornaram-se desfavoráveis, pois houve redução da produtividade e qualidade do bem. Da mesma maneira pela prática do *Just-in-time* pelas indústrias, estas paralisações se tornavam prejudiciais a ponto de suspender por certo período os processos na fábrica (PINTO; XAVIER, 2001).

De acordo com Almeida (2014, p.15), a palavra manutenção é oriunda do ‘(...) latim, *manustenerere*, que significa “manter o que se tem” (...)’, e atualmente diferentes autores a definem de outras maneiras, mas sempre referindo-se a preocupação com o correto funcionamento e durabilidade de um determinado equipamento.

Almeida (2014, p. 15) completa o pensamento ao dizer que este método é utilizado para que a máquina tenha desempenho laboral de alto rendimento. Assim como, o conceito de manutenção não deverá apenas ser aplicado.

2.2 Tipos de manutenção

Conforme citado por Pinto e Xavier (2001, p.35), alguns tipos e procedimentos de manutenção utilizados atualmente são a manutenção não planejada sendo a corretiva não planejada e a de ocasião, e as planejada sendo corretiva planejada, preventiva, preditiva, detectava, engenharia de manutenção, ter tecnologia e TPM (manutenção produtiva total).

Os tipos de intervenções realizadas e a forma como é administrada as manutenções de um sistema ou equipamento define qual o tipo de manutenção utilizada, dessa forma, Pinto e Xavier (2001) dividem a evolução da manutenção de acordo com 5 (cinco) gerações.

As manutenções realizadas nos equipamentos devem ser

realizadas de maneira que garantam a vida útil e para que mantenha o desempenho operacional da máquina. (PINTO; XAVIER, 2001).

2.2.1 Manutenção corretiva

A Manutenção corretiva surgiu na primeira geração, que é anterior a Segunda Guerra Mundial, que, devido a simplicidade dos equipamentos e a fase econômica a manutenção eram apenas voltada a questões de “[...] limpeza, lubrificação e reparo após a quebra.” (PINTO; XAVIER, 2001, p.4)

A manutenção corretiva é aquela baseada apenas em consertar quando um sistema, máquina ou equipamento apresenta algum defeito de funcionalidade. Devido à falta de administração e planejamento, muitas empresas fazem este tipo de manutenção, mesmo sendo considerada inadequada para os dias atuais (SANTOS, 2013).

Santos (2013), complementa que outra prática conhecida neste meio é a “gambiarra”, diferente das definições encontradas em dicionários, na manutenção consiste em improvisos, utilizando-se de qualquer resto de material que se tenha disposição (arames, pedaços de borrachas, super colas, etc.), comumente utilizado para evitar que uma máquina pare de funcionar. Geralmente, este método auxilia momentaneamente, mas, acaba provocando a redução da vida útil do equipamento.

Para Kardec e Nascif (2012), Esse tipo de manutenção tende a indesejadas paradas inesperadas de máquinas, sem controle de custos de mão de obra e material a ser utilizado, uma vez que hora aumentam as quebras e faltam mantenedores e horas diminuem em funções diversas e sobram mantenedores.

2.2.2 Manutenção preventiva

A segunda geração durou da Segunda Guerra Mundial até os anos 60, onde a falta de operadores e a exigência de produtos no mercado interno exigiu das empresas uma forte mecanização, por tanto, dependiam extremamente do correto funcionamento dos equipamentos, as falhas deviam ser evitadas, surgiu então a: Manutenção preventiva: manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritivos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do

funcionamento de um item (ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TEQUINAS, 1994, p. 37).

Corroborando com esse entendimento, Pereira (2011, p.110) afirma que “[...] é necessário manter o negócio em pleno funcionamento para se manter competitivo”.

Assim, o objetivo principal da manutenção preventiva é atuar através de um plano previamente elaborado para prevenir os chamados imprevistos e assim poder evitá-los antes de seus acontecimentos. Parte dos complexos industriais de grande porte adota a manutenção preventiva o que prova a viabilidade em comparação com a manutenção corretiva (ALMEIDA, 2014).

De acordo com Santos (2013, p.13), nesta modalidade de manutenção “os mecânicos deixam de ser meros trocadores de peças, tornando-se profissionais realmente qualificados.”

2.2.3 Manutenção preditiva

O início da década de 70 foi marcado pela forte mudança no processo industrial, acentuada devido ao mercado competitivo com a necessidade de baixar custos e aumentar a qualidade associada a forte influência em preservação ambiental, o crescimento da automação e mecanização foi inevitável, tornando a necessidade de disponibilidade e confiabilidade mais exigente no processo industrial, marcando assim a terceira geração com o surgimento da manutenção preditiva (PINTO, 2001).

Segundo Santos (2013) a manutenção preditiva é conhecida também por cíclica, o qual foi a manutenção que aliada às inovações tecnológicas tornaram possível prever com exatidão quando um equipamento apresentará novas falhas e assim agir de forma segura e eficaz. Segundo Kardec e Nascif (2012) A manutenção preditiva é a primeira grande quebra de paradigma nos tipos de manutenção. Também foi visto que sua prática no Brasil ainda é pequena, chegando a apenas 18% dos recursos aplicados os análise mais aplicados são.

Análise de vibração: o acompanhamento e a análise de vibração estão entre os mais importantes métodos em vários tipos de indústria. A maior ênfase de acompanhamento da vibração está concentrada nos equipamentos rotativos, para os quais tanto a metodologia de análise quanto os instrumentos e aparelhos, além de softwares de apoio e sistemas

especialistas, se encontram num estágio bastante avançado.

Termografia é a técnica preditiva que permite o acompanhamento de temperaturas e a formação de imagens térmicas, conhecidas por termogramas.

Análise do lubrificante: a análise da condição do lubrificante vem sendo, há muito tempo, um dos métodos de monitoramento mais utilizados. As duas técnicas mais difundidas são a análise do óleo lubrificante em laboratório para verificação das suas características principais, e a técnica de análise das partículas contidas no óleo, oriundas de desgaste.

2.2.4 Manutenção detectiva.

Conhecida a partir da década de 90, conforme mencionado por Pinto e Xavier (2001, p.44) a descrevem como “[...] atuação efetuada em sistema de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.

A manutenção detectiva está amplamente ligada a confiabilidade, dependendo do tipo de equipamento e sua funcionalidade, geralmente à segurança, e por virtude da impossibilidade de falhas ou paradas para manutenção, são criados mecanismo para que mesmo em plena funcionalidade sejam possíveis aplicar testes e detectar se seus mecanismos estão em ordem, como por exemplo, botões de testes em equipamentos como nobreak e luminárias de emergências (PINTO; XAVIER, 2001).

2.2.5 Engenharia de manutenção

De acordo com Pinto e Xavier (2012, p.46) a engenharia da manutenção é “perseguir *benchmarks*”, atuar na melhora dos sistemas a tal ponto que não apresentem falhas que precisem de manutenção, trata-se de uma mudança cultural, quebrar paradigmas. A engenharia de manutenção é utilizada em países de primeiro mundo, é o que se conhece de mais moderno em manutenção, sendo criada na 5ª geração da manutenção.

Esse tipo de conceito em relação a manutenção está crescendo bastante, onde várias indústrias brasileiras estão começando a adequar, iniciando com um setor de engenharia reservado para o planejamento estruturado e controle da manutenção para eficiência dos processos e melhorias futuras.

2.2.6 Manutenção produtiva total(TPM)

Com origem no Japão na década de 70, a TPM surgiu para que todos os colaboradores participassem da manutenção da produção, evitando perdas, diminuindo custos, evitando paradas e aumentando a qualidade (KARDEC e NASCIF, 2012).

De acordo com Gil Filho (2008), a manutenção produtiva total conhecida como TMP, também criada na 5ª geração da manutenção, é dividida em 8 pilares:

- Manutenção autônoma: onde o operador entra na rotina de manutenção após ser treinado e capacitado a realizá-la;
- Manutenção planejada: Para aumento da eficiência e eficácia das máquinas para o conceito da quebra zero;
- Manutenção de qualidade: Controle das máquinas através de equipamentos de inspeção e monitoramento;
- Melhorias específicas: Envolvimento de times multidisciplinares como uma área de engenharia com produção e manutenção;
- Controle inicial: Criar produtos e equipamentos fáceis de serem fabricados e mantidos em funcionamento;
- Treinamento e educação: Elevar o nível de capacitação de mão de obra;
- Segurança, higiene e meio ambiente: Assegurar a segurança e prevenir impactos ambientais;
- Áreas administrativas: Criação de escritórios de alta eficiência para segurança das informações.

Segundo Kardec e Nascif (2012) quanto o aumento das expectativas em relação a manutenção ocorrem:

- Gerenciamento dos ativos
- Otimizar os ciclos de vida dos ativos
- Influir nos resultados do negócio
- Visão quanto á falha do ativo
- Planejamento do ciclo de vida desde o projeto para reduzir falhas
- Mudança nas técnicas de manutenção
- Aumento da manutenção preditiva e monitoramento da condição on e off-line
- Participação efetiva no projeto, aquisição instalação, comissionamento, operação e manutenção dos ativos

- Garantir que os ativos operem dentro de sua máxima eficiência
- Implementar melhorias objetivando redução de falhas
- Excelência em engenharia de manutenção
- Consolidação da contratação por resultados

2.3 Planejamento e controle da manutenção

Segundo Almeida (2014) planejar significa esquematizar, assim, um plano de manutenção é um esquema, que compreende uma série de atividades, projetadas a serem executadas rotineiramente como o objetivo de fornecer a um determinado sistema, máquina ou equipamento a máxima condição de funcionalidade, ou seja, manter a melhor operacionalização, prevenindo assim, possíveis panes e desgastes desnecessários.

O plano preventivo é primordial para que tarefas importantes de conservação dos equipamentos não sejam esquecidas pelas equipes operacionais. Este sistema deve ser aplicado em toda a fábrica e não ser limitado a apenas um equipamento ou setor específico do corpo da fábrica (PINTO; XAVIER, 2001).

De acordo com Almeida (2014, p.20) para a criação e implantação de um plano de manutenção preventiva, inicia-se com:

- Diagnóstico, verificação das condições de peças, registros de manutenção corretiva das máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações, além da vida útil das peças, que é fornecida pelo fabricante;
- Elaboração do plano de manutenção preventiva;
- Elaboração do registro de manutenção preventiva;
- Elaboração da ficha de lubrificação.

Após, realiza-se a junção das informações em um plano básico estruturado sintetizando os dados obtidos, ações necessárias e cronograma adequado para compor o plano de manutenção preventiva dos equipamentos ou sistema, e assim por em prática (ALMEIDA, 2014).

2.4 Redução de custos

Historicamente no Brasil a preocupação com a redução de custos alinhada ao setor de manutenção foi conquistando espaço aos poucos, até porque redução de custos estava sempre alinhado ao custo final do produto ao mercado ou ao faturamento bruto da empresa. Segundo Kardec e Nascif (2012).

[...] Isso ocorria por dois motivos: a gerência julgava que as atividades de manutenção não eram tão importantes, logo os investimentos nessa área não deveriam ser altos; a manutenção, no qual não se investia, não tinha nem representatividade nem a competência necessária para mudar a situação. Ainda hoje é possível encontrar esse quadro em um número razoável de empresas brasileiras (KARDEC; NASCIF, 2012, p.80).

Portanto, investir nos custos da manutenção tornou-se necessário principalmente para um olhar global da empresa na qual o papel da manutenção não é apenas de repor peças ou consertar máquinas, mas sim propor soluções inovadoras na melhoria de equipamentos, tais como o proposto neste estudo de caso. Como afirma Kardec (2013) a respeito do antigo e do novo conceito de missão da manutenção,

Segundo Kazuo (2006) o valor econômico de uma empresa é resultado da soma dos seus ativos tangíveis e intangíveis. A valorização de empresas que exercem de forma intensa os ativos intangíveis mostra-se a crescente importância desses ativos dentro da manutenção de suas vantagens competitivas e dos seus valores econômicos.

Desta forma ideias e percepções produzem a produtividade, garantindo a qualidade e redução dos custos às organizações correspondentes. Portanto, a utilização de sistemas de gestão eficientes que possam potencializar a utilização dos recursos nos processos produtivos se traduz como condição que simulam o desempenho organizacional.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O método utilizado foi o dedutivo, o qual permitiu partir do conhecimento universal para o conhecimento particular, aplicando conceitos gerais em uma indústria de abatedouro de frangos, sendo uma pesquisa qualitativa fundamentada em investigação onde permitiu a análise e interpretação dos dados coletados. Por conseguinte, com as informações adquiridas, obtiveram-se resultados no processo de manutenção preventiva do local empregado onde o autor é colaborador da empresa como encarregado da manutenção mecânica.

O procedimento técnico adotado foi o estudo de caso, que consistiu em esclarecer e resolver problemas de um planejamento de manutenção preventiva eficiente.

Os recursos necessários para execução do planejamento foram os *softwares* de apoio (Egemam e Excel) para criação de planilhas e relatórios, capital humano para coleta dos dados e computadores para geração dos relatórios.

Depois de realizado o estudo de caso, foi feito um plano que gerou planilhas e relatórios da implantação da manutenção preventiva no frigorífico, trazendo informações de como foram realizadas as manutenção e como serão realizadas as próximas programadas.

4 RESULTADOS

4.1 Plano de manutenção

O plano se deu início na criação de uma planilha que descreve todas as máquinas do frigorífico dispõe, separado de acordo com o setor. Nessa planilha foi programada as manutenções preventivas de acordo com o mês em um período de três anos, onde as informações geradas estão de acordo com manutenções já realizadas nesse período e as que estão programadas para serem feitas. Estão separados os tipos de manutenção preventiva de acordo com pequenas

Sendo que a manutenção pequena engloba as lubrificações, limpezas e regulagem

A manutenção média engloba a manutenções um pouco mais específicas onde é trocados buchas, molas e rolamentos pequenos.

A manutenção grade engloba as trocas de toda a peça incluindo rolamentos centrais onde a manutenção é bem específicas com um ajuste fino onde é ajustado todos pontos.

O descarte de material não era de forma correta, com o treinamento e qualificação dos mantenedores. Foi consenti sados a importância do descarte correto dos materiais para que os resíduos não acabem poluindo o meio ambiente,

O descarte de Óleo usado hoje é colocado em tambores para o descarte correto, assim como os materiais metálicos colocados em caçambas, as lâmpadas queimadas armazenadas em um local até que descarte. Todos os descarte dos óleos são feitos por empresas qualificadas e certifica.

Figura 1- Planilha de manutenção preventiva

Descrição do equipamento	CORTES AUTOMÁTICO - (Baader / Proflex)												Ano e mes																					
	2016						2017						2018																					
EQUIPAMENTOS	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out
Desossador baader 01	Manutenção pequena						Manutenção grande																											
Aletas horizontal	P	P	M	P									P	P	M	P									P	P	M	P						
Aletas vertical	P	G	M	P									P	G	M	P									P	G	M	P						
Disco de corte omoplata	P	P	P		P								P	P	P		P								P	P	P		P					
Disco do jogador	P	M	P	P									P	M	P	P									P	M	P	P						
Extrator de pele das costas	P	M	G	P									P	M	G	P									P	M	G	P						
Extrator de pele do peito	P	P	M	P									P	P	M	P									P	P	M	P						
Extrator de sassami	P	P	G	P									P	P	G	P									P	P	G	P						
Primeira raspadeira redonda	P	G		P									P		G	P									P		G	P						
Segunda raspadeira redonda	P	P	G	P									P	P	G	P									P	P	G	P						
Terceira raspadeira redonda	P	G	P	P									P	G	P	P									P	G	P	P						
Transportadores	P	M		P									P	M		P									P	M		P						


Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

De acordo com a figura 1:

- **P**: manutenção pequena;
- **M**: manutenção média;
- **G**: manutenção grande.

Como ilustrado na figura 2, após a execução das manutenções é feito uma revisão mensal de custos de acordo com o tipo de manutenção que foi aplicada em cada setor para ter um controle de custo mensal.

Figura 3- Planilha de manutenção preventiva custos

		1 ORDEM DE SERVIÇO 36728	DATA PROGRAMADA 07/11/2016 09:31:07	3 APLICAÇÃO DES-004 DESOSSADOR BAADER 1	
4 INFORMAÇÕES GERAIS SOLICITANTE.....: ALEXANDRO FERREIRA SETOR EXECUTANTE...: 02 - MANUTENÇÃO MECÂNICA TIPO DE MANUTENÇÃO: 16 - OPERACIONAL CENTRO DE CUSTO...: 9042 - EQUIP. BAADER 1 LOCALIZAÇÃO.....: 007 - SALA DE CORTES			5 PADRÕES DE EXECUÇÃO PRAZO DE ENTREGA.....: 07/11/2016 TEMPO DE EXECUÇÃO.....: 00:00 TEMPO DE INTERFERÊNCIA: 00:00 0,00 %		
SERVIÇO SOLICITADO: CHECK LIST DIARIO BAADER 01					
OBSERVAÇÕES:					
6 DESCRIÇÃO		SERVIÇO	MATERIAL	Quantidade PREV. REAL	
001-MÓDULO GRAMPO DO CARREGADOR:VERIFICAR E FIXAÇÃO DO CARREGADOR		VERIFICAÇÃO	-		
002-MÓDULO DE PELE E PEITO:VERIFICAR A CORREIA DENTADA		VERIFICAÇÃO	-		
003-DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO:VERIFICAR A POSIÇÃO VERTICAL DAS PALHETAS DE MEDIÇÃO/VERIFICAR O TENCIONAMENTO DAS MOLAS/VERIFICAR OS PARAFUSOS DE FIXAÇÃO DAS PALHETAS/VERIFICAR OS VALORES INICIAIS DAS PALHETAS NO MONITOR		VERIFICAÇÃO	-		
004-RASPADOR DORSAL:CADA TROCA DE TURNO VERIFICAR A DISTÂNCIA ENTRE O CARREGADOR E A RASPADEIRA DORSAL DE AMBOS OS LADOS/AFIAR RASPADEIRA DORSAL		VERIFICAÇÃO	-		
005-PRIMEIRAS RASPADEIRAS REDONDAS:VERIFICAR AS MOLAS/VERIFICAR FIXAÇÃO DAS FERRAMENTAS		VERIFICAÇÃO	-		
006-SEGUNDAS RASPADEIRAS REDONDAS:VERIFICAR AS MOLAS/VERIFICAR FIXAÇÃO DE FERRAMENTAS		VERIFICAÇÃO	-		
007-TERCEIRAS RASPADEIRAS REDONDAS:VERIFICAR AS MOLAS/VERIFICAR PARAFUSOS DE FIXAÇÃO DAS FERRAMENTAS		VERIFICAÇÃO	-		
008-RASPADEIRAS DE FÍLÉS INTERNOS:VERIFICAR AS MOLAS/VERIFICAR PARAFUSOS DE FIXAÇÃO DAS FERRAMENTAS		VERIFICAÇÃO	-		
009-VELOCIDADE DA LINHA		VERIFICAÇÃO	-		
009.001-PARADAS		VERIFICAÇÃO	-		
7 EXECUTANTE		INÍCIO DO SERVIÇO		FIM DO SERVIÇO	
		/ / : :		/ / : :	
		/ / : :		/ / : :	
		/ / : :		/ / : :	
		/ / : :		/ / : :	
RESPONSÁVEL		SUP. MANUTENÇÃO		RECIBO PELA PRODUÇÃO	

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

4.2 Disponibilidade, Confiabilidade e Manutenibilidade.

Na definição de Ferreira (1986) manutenção é a “ação ou efeito de manter”, conforme citado por Santos (2013, p.13) a manutenção

técnica seria “manter em perfeito estado de conservação e funcionamento: equipamento, acessórios e tudo o que está ligado ao setor fabril de uma indústria.

Para atender os requisitos de um bom planejamento de manutenção, deve estar estabelecida a disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade, conceitos criados na 4ª geração da manutenção.

No frigorífico apresentado, após a implantação da manutenção preventiva, teve-se um aumento da disponibilidade dos equipamentos pelo fato de falharem menos e com confiabilidade no seu funcionamento. Fazendo com que a manutenibilidade tenha sido feito de forma eficiente com o tempo programado para manter o equipamento em pleno funcionamento. Assim pode-se observar que a vida útil dos equipamentos tende a ser maior.

Cada mês é gerado um relatório em Excel para demonstrar o rendimento de cada máquina em relação a sua meta por dia, a figura 4 ilustra o exemplo de um rendimento em um setor de acordo com o turno trabalhado.

Figura 4-Rendimento de cada equipamento

1		2																							4	
Rendimento das Baader 01 e 02 - Turno A																										
Mês de Setembro 2016:																										
3																							Média Geral			
Performace do Filé na Carcaça com Sassami - (Baader 01)																							set/16	ago/16		
Meta: 18,0 gramas																										
5	DIA:	1	2	3	5	6	7	8	9	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23						
Média Diária:																							17,29	16,71		
6																										
Performace do Filé na Carcaça com Sassami - (Baader 02)																										
Meta: 18,0 gramas																										
	DIA:	1	2	3	5	6	7	8	9	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23						
Média Diária:																							15,90	16,99		
7																										
Performace do Filé na Carcaça sem Sassami - (Baader 01)																										
Meta: 20,0 gramas																										
	DIA:	1	2	3	5	6	7	8	9	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23						
Média Diária:																							19,71	20,64		

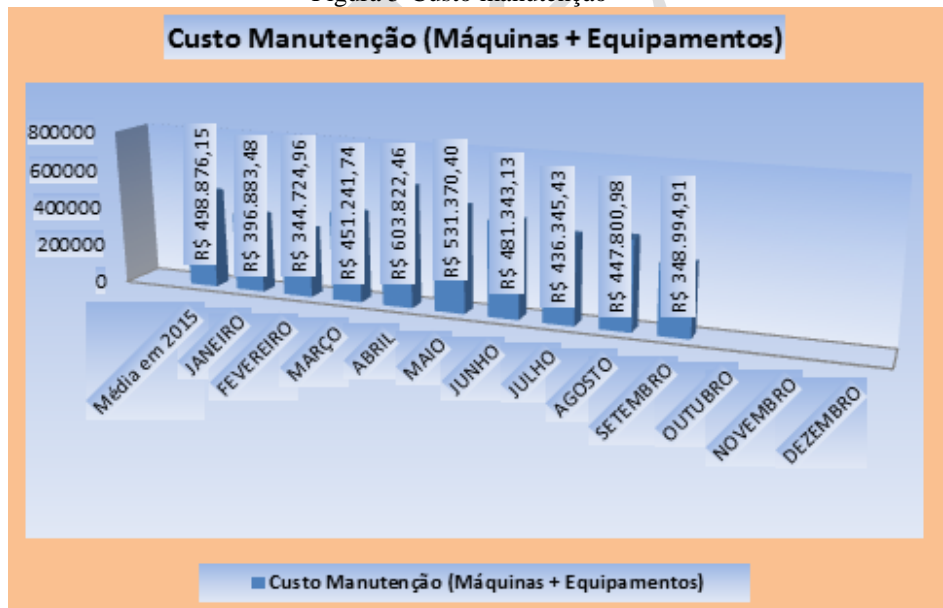
Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Detalhamento da figura:

- 1 – Rendimento de acordo com o modelo da máquina;
- 2 – Mês relacionado ao controle de produção da máquina;
- 3 – Meta programada em gramas;
- 4 – Média comparada ao mês anterior;
- 5 – Dia de controle da produção;
- 6 – Desempenho em cada máquina;
- 7 – Média diária de produção.

É possível verificar que o rendimento chegou próximo da meta, fato que não era possível antes da implementação do plano de manutenção.

Figura 5-Custo manutenção



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

De acordo com a figura 6, a média em 2015 foi de R\$ 498.876,15 o custo da manutenção, após a implementação do plano essa média até setembro de 2016 caiu para R\$ 449.169,72. Isso significa uma queda de 10% no custo da manutenção.

Figura 7-Custo com terceiros

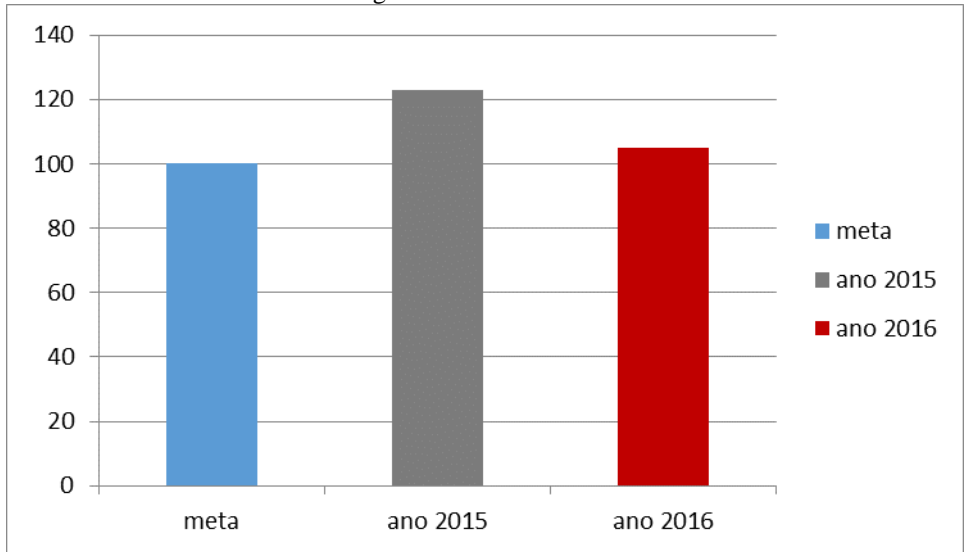


Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Comparando também os custos com terceiro, a média em 2015 o custo foi de R\$ 117,470,58. Até setembro de 2016 esse custo diminuiu para R\$ 77.789,16, significando uma queda de 33% de queda no custo com terceiros.

Esse custo é para serviços com torno mecânico para fabricação e usinagem das peças para manutenção.

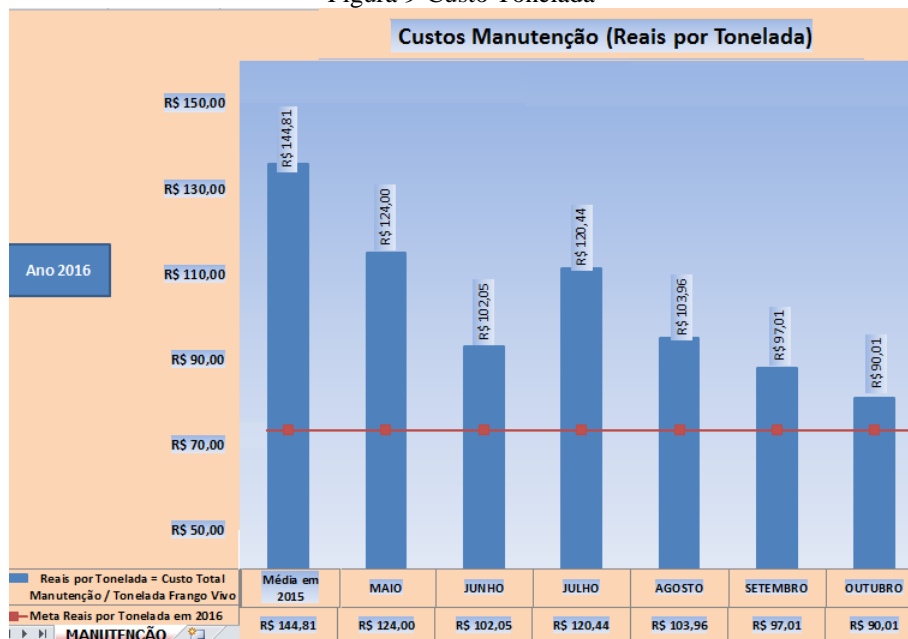
Figura 8-Custo total



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

O gráfico abaixo mostra o custo da manutenção total por tonelada de frango abatido do ano de outubro de 2015 e 2016, período no qual a manutenção preventiva estava sendo implantada, os dados estão atualizados até outubro de 2016 sendo que não foi implantado em todas as máquinas do frigorífico.

Figura 9-Custo Tonelada



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Em relação ao custo total da fábrica, o ano de 2015 que foi abatido 8 mil aves/horas no total de 64 mil aves/dia, passou 23% do valor da meta que é de 85 reais por tonelada enquanto o ano de 2016 está sendo abatido de 14 mil aves/horas e o faturamento passou apenas 5% do valor da meta.

5 CONCLUSÃO

A maior contribuição dessa pesquisa foi de acordo com a obtenção de uma redução significativa em paradas de linha, redução de horas extras da produção, redução das horas extras da manutenção, redução do efetivo da manutenção gerando uma queda de 10% no custo da manutenção, em relação aos terceiros também obteve uma queda significativa sendo de 33% do custo, o custo total no ano de 2016 passou apenas 5% do valor da meta, uma melhora na qualidade técnica dos profissionais da manutenção pela implantação da preventiva, planejamento e controle da manutenção fazendo sua função na íntegra conseguindo uma maior eficiência da produção e conseqüentemente da manutenção, pois o tempo gasto com a preventiva é muito menor do que se gastava com a corretiva, e os custos da manutenção a

primeiro momento são maiores, porém, no decorrer do trabalho consegue-se ver uma linha de tendência de queda nos gráficos de custos.

Foi adquirido conhecimento em cima dos resultados alcançados, por necessitar do envolvimento e comprometimento de várias áreas, influenciando na mudança de mentalidade e cultura dos manutentores. As pessoas são resistentes a mudanças, querem ficar na zona de conforto, mas quando conseguem enxergar que o trabalho e esforço estão resultando em algo positivo, nota-se um comprometimento e envolvimento ainda maior com o objetivo final.

O objetivo foi parcialmente alcançado tendo em vista que implementar um sistema de manutenção preventiva é bem complexo e foi realizado o início para que haja continuidade no trabalho e não deixar que estabilize para perder o que já foi conquistado.

A metodologia mostrou-se adequada com a situação da empresa, todavia, cada planta, cada nicho de mercado, deve-se ter uma metodologia específica com sua realidade, para cada empresa, mesmo que no mesmo segmento não se aplica totalmente a mesma metodologia, por ter situações de diferenças de cultura, pessoas e equipamentos.

Sugestão para trabalho futuro é a continuação do plano, mantendo o planejamento com os históricos das manutenções dos equipamentos, controle por análise de tempo médio entre falhas (tmef) e tempo médio para reparo (tmpr), por se tratar de um trabalho que, quanto mais tempo de registros e históricos a empresa tenha, melhor será a eficiência da preventiva, e com isto os profissionais que trabalham na área serão mais valorizados, profissionalmente e também com sua própria autoestima, uma vez que todos eram frustrados com os resultados e com a visão que a empresa tinha da manutenção e hoje se tem uma visão totalmente diferente, valorizando os manutentores.

DEPLOYMENT OF PREVENTIVE MAINTENANCE AN ABATTOIR POULTRY

Abstract

The article refers to the implementation of preventive maintenance in industrial equipment of a poultry slaughterhouse. The method chosen was qualitative through bibliographical research and case study where all data were collected to better choose the way for the implementation of preventive maintenance. The goal of preventive maintenance is to reduce costs and ensure the availability and reliability of the equipment through indicators so as to minimize machine downtime due to unplanned maintenance, that is to say, production stoppage, in order to ensure good productivity With low cost, thus increasing profits and improving the results for the management of a strategic maintenance aimed at reducing costs due to the reduction of unplanned corrective maintenance accompanied by overtime and unwanted services with third parties.

Keywords: Preventive Maintenance. Industrial equipment. Cost reduction.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462/1994 Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, NORMATÉCNICA, 1994.p.10

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção mecânica industrial: conceitos básicos e tecnologia aplicada.** São Paulo: Érica, 2014.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário novo aurélio da língua portuguesa.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

GIL FILHO, B. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção.** 1.ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna LTDA, 2008.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio **Manutenção: função estratégica.** 4.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012. 440p.

KAZUO, Kayo Eduardo. Ativos intangíveis, ciclo de vida e criação de valor. **Revista de Administração Contemporânea,** Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 73-90, jul./set. 2006.

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia de manutenção: teoria e prática.** 1.ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Aquino Nascif. **Manutenção: função estratégica.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

SANTOS, Valdir Aparecido dos. **Manual prático da manutenção industrial.** 4.ed. São Paulo: Ícone, 2013.

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE UMA MÁQUINA RECOLHEDORA DE FLUIDO REFRIGERANTE (R-134A)

ÁLVARO ALMEIRON FEIJÓ¹
CAMILA FOGAÇA DE OLIVEIRA²
LAÉRCIO BERGAMIN³

Resumo: O projeto foi desenvolvido com a finalidade de poupar o descarte livre de fluido refrigerante R-134a na atmosfera. Aplicando conceitos sobre o comportamento do fluido foi construído um protótipo capaz de recolher o fluido durante manutenção de equipamentos de refrigeração. Após o reparo no equipamento é possível reutilizá-lo, atendendo as expectativas impostas no decorrer do projeto. Desta forma, pretende-se evitar desperdícios durante a realização de manutenções em equipamentos de refrigeração e ao meio ambiente, evitando assim um custo desnecessário e favorecendo boas práticas com meio ambiente. Os resultados apresentam análises que mostram seu funcionamento e seu comportamento durante sua utilização.

Palavras-chave: Protótipo. Refrigeração. Fluido.

¹ Graduação – Tecnólogo em Manutenção Industrial da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: alvarofeijo2010@hotmail.com

² Mestre – Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina. E-mail: camila.oliveira@pr.senai.br

³ Graduação – Tecnólogo em Manutenção Industrial, da Faculdade da Indústria Senai Londrina.

E-mail: alexferreirat@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, percebeu-se um aumento da temperatura média global, devido ao fenômeno de aquecimento global. Entretanto, as atividades humanas são as principais causas desse fenômeno.

Em setores de refrigeração e ar condicionado utilizam-se de fluidos refrigerantes, porém se liberados diretamente ao ar livre são extremamente prejudiciais ao meio ambiente, devido a componentes químicos e seu alto poder de contaminação. Estima-se que boa parte de gases liberados na atmosfera sejam provenientes de vazamentos devido a manutenção em equipamentos de refrigeração e ar condicionado.

Diversos fluidos refrigerantes como o R-12 e R-22, por muitos anos foram considerados como solução ideal para a refrigeração. Contudo, segundo Bandarra Filho (2011) e Copetti et al. (2004), a partir do início da década de 90 tais fluidos foram substituídos pelo R-134a, por imposição do Protocolo de Montreal, que determinou a substituição de fluidos a base de cloro por fluidos a base de flúor.

A fim de evitar o descarte de fluidos refrigerantes na atmosfera, inicia-se uma busca por alternativas simples, de baixo custo, partindo de princípios básicos de refrigeração.

O conteúdo deste projeto apresenta o desenvolvimento de um protótipo de uma máquina recolhadora de fluido refrigerante R-134a para auxiliar e evitar descarte de fluido durante a manutenção de equipamentos refrigeradores, tais como geladeiras, ar condicionado entre outros.

Por isso, partindo de princípios básicos a respeito da refrigeração e do comportamento do ciclo refrigerante foram aplicadas alterações na linha de fluido de um equipamento. No decorrer do trabalho será apresentado uma solução que torna possível acumular fluido refrigerante ao se realizar manutenção em inúmeros equipamentos que contenha R-134a.

Nas próximas seções, apresentaremos a fundamentação teórica deste trabalho, materiais e métodos utilizados para construção e montagem do protótipo, detalhando o funcionamento e importância de cada um dos componentes implantados de maneira técnica. Por fim, apresentaremos os resultados obtidos por meio de testes e descrição de características de cada uma das etapas do processo de recolhimento.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para compreender o funcionamento do circuito implantado em um equipamento de refrigeração, sua utilização e operação são necessárias entender o circuito de refrigeração e algumas características do fluido refrigerante R-134a.

2.1 Levantamento histórico da refrigeração

Segundo Ferraz (2008), acredita-se que se tenha iniciado a utilização de refrigeração pelos chineses muitos séculos antes de Cristo ao se retirar gelo das montanhas e dos lagos congelados por intermédio de trabalho braçal e escravo para conservação de peixes e chás em buracos revestidos por serragem e palha. Por sua vez, a civilização egípcia mantinha o frescor dos mantimentos por intermédio da evaporação da água, colocando-os em recipientes de barro.

Mesmo existindo maneiras de conservação de alimentos com gelo não se existiam câmaras que tivessem a temperatura suficiente para estocar os alimentos e as bebidas por tanto tempo como nos dias atuais e mecanismos para a produção de gelo. Neste caso, existia a dependência da natureza para obtenção de gelo para conservação e estocagem de alimentos, acarretando muitos inconvenientes como transporte e pouca durabilidade.

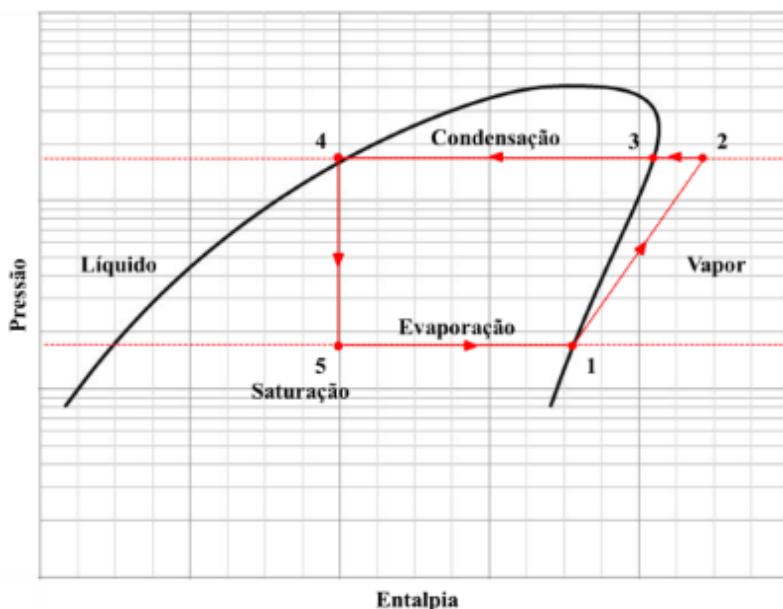
Nesse sentido, em 1834 foi descoberto nos Estados Unidos o primeiro equipamento que produziu gelo de maneira artificial, constituindo a base que é usada hoje em dia nos sistemas de compressão frigorífica. Com paradigmas da época, não se produzia equipamentos em larga escala e nem era utilizado comumente o gelo artificial, por se acreditar que o gelo era prejudicial à saúde.

Em 1890, as condições climáticas e geológicas se encarregaram de diminuir a produção de gelo natural e de quebrar tais paradigmas. Assim, não havendo outras maneiras de se obter gelo necessário, foi utilizado o sistema artificial, provando para a sociedade da época de que não havia problemas com gelo artificial e que o mesmo não acarretava problemas de saúde. Desse período até hoje, foram aperfeiçoados os sistemas que são utilizados mundialmente.

2.2 Fluido refrigerante

Segundo Lauadant (1979, p. 54), chama-se fluido refrigerante “o fluido que tem a propriedade de subtrair calor a um corpo”. O fluido refrigerante R-134a tem características termodinâmicas que variam de acordo com a pressão e temperatura alterando seus estados físicos da matéria (figura 1).

Figura 1: Diagrama p-h de um ciclo de refrigeração



Fonte: Pizarro (2014, p. 33).

Segundo Pizarro (2014), o

Fluido refrigerante entra no compressor como vapor saturado à baixa pressão (1), proveniente do evaporador, e por meio de um processo de compressão isentrópico é descarregado a alta pressão no condensador na forma de vapor superaquecido (2). No condensador, ocorre a rejeição da energia absorvida pelo refrigerante no evaporador e no compressor. Esta energia é inicialmente rejeitada sob a forma de calor sensível à pressão constante (2-3) e, em seguida, sob a forma de calor latente (a pressão e temperatura constantes) até que o refrigerante alcance o estado de líquido saturado (3-4). Então, sob a forma de líquido saturado, o refrigerante inicia sua passagem pelo dispositivo de

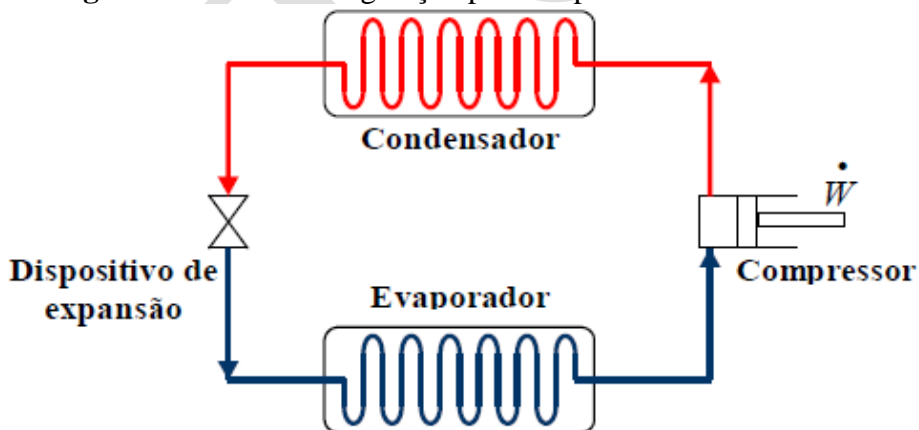
expansão onde tem a sua pressão reduzida até a pressão de trabalho do evaporador (5). Essa expansão permite que ocorra a mudança de fase do refrigerante no evaporador em função da absorção de calor do ambiente a ser refrigerado. (PIZARRO, 2014, p. 32)

Para garantir que as propriedades físicas e químicas do fluido refrigerante não se alterem é necessário utilizar um fluido lubrificante compatível que o mantenha limpo e livre de contaminações, por meio de uma boa vedação entre anéis e parede do cilindro do compressor.

2.3 Circuito da refrigeração

O fluido refrigerante tem propriedades químicas que correspondem as suas alterações físicas (conforme observado na figura 1), sendo submetido a um processo constante em um circuito para atender sua função como equipamento de refrigeração. A figura 2 indica o ciclo de refrigeração.

Figura 2: Ciclo de refrigeração por compressão mecânica



Fonte: Pizarro (2007, p. 3).

É por cada uma das componentes (compressor, condensador, dispositivo de expansão e evaporador) que circula o gás refrigerante, atuando na variação da pressão e temperatura do fluido. Podem ser observadas duas linhas de pressão que dividem o circuito em cores, vermelha e azul, vermelha alta pressão, azul baixa pressão.

O ciclo inicia no compressor por meio da sucção de fluido na forma de gás que está no evaporador, comprimindo desde sua saída até o dispositivo de expansão. O condensador submete o gás, que está em alta pressão e temperatura, à um resfriamento por troca de calor com a atmosfera, por meio de um ventilador que força a passagem de ar entre suas aletas. Essa queda de temperatura no gás a alta pressão, faz com que o fluido atinja o seu ponto de condensação mudando seu estado de gasoso para líquido. Esse líquido é forçado a passar pelo dispositivo de expansão, gerando uma resistência a sua vazão pulverizando todo esse líquido ao evaporador. Por sua vez, o evaporador realiza a troca de calor com o ambiente a ser resfriado, pela passagem de ar entre suas aletas e o fluido que está sendo pulverizado sofre uma queda brusca de pressão e de temperatura. A constante troca de calor com ambiente a ser resfriado, que é maior que a do interior da serpentina, faz com que o fluido se evapore voltando ao seu estado gasoso, para assim novamente entrar na sucção do compressor.

Caso ocorra um problema na troca de calor com o condensador, o equipamento perderá eficiência e não terá um aproveitamento ideal de fluido pelo elemento de expansão, não alterando seu estado para líquido. No caso de um problema na troca de calor com o evaporador, o fluido não atinge o seu ponto de evaporação, podendo atingir seu ponto de solidificação, podendo entrar partículas de gelo no compressor, danificando o componente.

2.4 Compressor Hermético

O compressor no circuito decorrente do projeto é um componente de fundamental importância para extração de fluido e para modificação de pressões que alteram o estado físico do refrigerante.

Compressor hermético é um tipo de compressor compacto que possui uma grande estanqueidade e baixa manutenção, cujo motor elétrico e unidade de compressão estão submersos a óleo em seu cárter. Este compressor se encontra no interior de uma única carcaça soldada, refrigerado com o próprio fluido refrigerante, tornando-se um componente de alta durabilidade.

O compressor hermético succiona o fluido de um lugar e aumenta sua pressão em sua câmara de compressão, utilizando a sua linha de sucção para extrair o fluido de onde estiver armazenado. Em seguida, comprime para a próxima etapa de condensação, onde por meio da compressão do fluido na forma gasosa, aumenta relativamente a sua temperatura.

Para o melhor aproveitamento de espaço preenchido pelo fluido no circuito, o ideal é que o fluido esteja na sua forma líquida, aumentando o

poder de refrigeração e facilitando a filtragem. Para isso acontecer é necessário que durante a compressão ocorra trocas de calor que diminuam a temperatura do fluido, atingindo o ponto de condensação.

Na próxima sessão será apresentado os componentes necessários para fazer o procedimento de troca de calor, condensação e armazenamento do fluido.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Componentes utilizados para a construção do protótipo

O compressor utilizado no projeto (figura 3) é um compressor hermético de pequeno porte normalmente encontrado em bebedouros, cuja tensão nominal é de 110 V. Uma válvula foi adaptada na entrada e outra na saída do compressor para facilitar a conexão de mangueiras em suas roscas a gás.

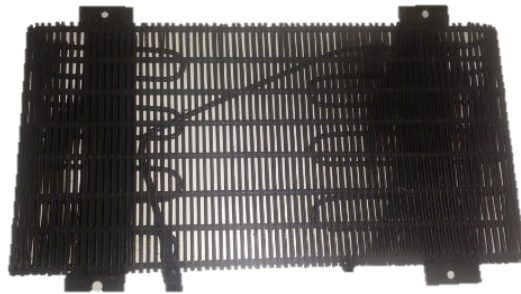
Figura 3: Compressor hermético



Fonte: Dos autores.

O condensador é constituído de uma serpentina de alumínio que disponibiliza a troca de calor com a atmosfera entre suas aletas, onde o fluido gasoso a alta pressão e alta temperatura foi submetido a um resfriamento forçado por um motor ventilador, conforme indica a figura 4. A serpentina do condensador foi doada pela Viação Garcia e extraída da sucata de um bebedouro compacto de um ônibus. Nesta serpentina foram soldadas duas válvulas rosca a gás.

Figura 4: Condensador



Fonte: Dos autores.

O motor que realiza a troca de calor é um motor de corrente alternada bivolt de 1700 rotações, comum em várias aplicações na linha branca, como bebedouros grandes e freezers (figura 5).

Figura 5: Motor ventilador do condensador



Fonte: Dos autores.

O Filtro Danfoss (figura 6) foi retirado de um ar condicionado de um micro-ônibus para absorção de possíveis moléculas de água geradas no processo de refrigeração.

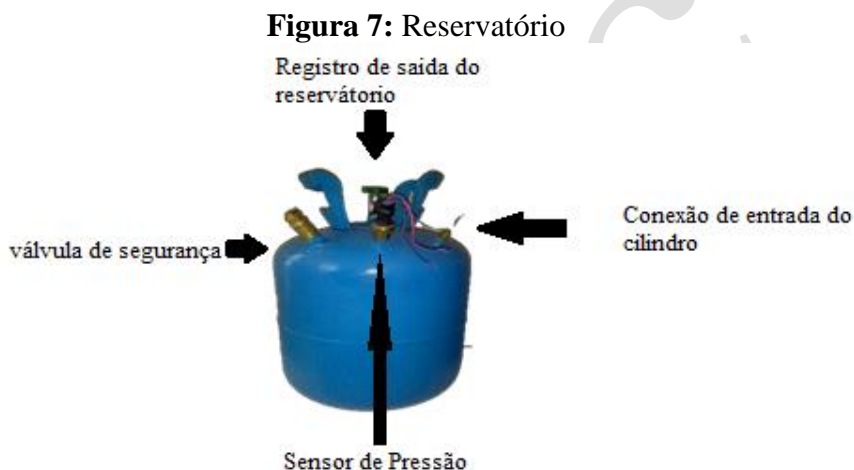
Figura 6: Filtro Danfoss



Fonte: Dos autores.

A unidade de armazenamento é constituído de um cilindro de R-134a vazio com capacidade de 13,6 kg, conforme indica a figura 7. Nesta unidade foi instalada uma válvula de alívio de pressão, uma conexão de entrada e uma conexão para o sensor de pressão.

É possível realizar monitoramento do próprio cilindro e do compressor. Dessa forma o cilindro pode ser substituído quando atingir sua capacidade máxima de acúmulo de líquido. Antes da substituição, é ideal fazer uma limpeza no interior do cilindro para livrar de contaminantes nocivos ao fluido.



Fonte: Dos autores.

A estrutura do protótipo é constituída por cantoneiras de medida 1/8'x1' e chapas de ferro conhecidas como chapas pretas com medida 16, com 4 rodas de plástico. A estrutura é semelhante a um carrinho e possui uma tampa de acrílico que permite a visualização dos componentes, mostrando o percurso do gás no interior das tubulações.

A figura 8 permite a visualização de todos os componentes organizados e de fácil acesso a operação e manutenção, inclusive o vaso de pressão que pode ser substituído quando estiver cheio.

Figura 8: Estrutura do protótipo



Fonte: Dos autores.



Fonte: Dos autores.

Para o acompanhamento da pressão e temperatura do fluido durante sua operação foi instalado uma plataforma Arduino® que permite a visualização dessas duas grandezas em um Display LCD.

3.2 Arduino®

Foi necessário aplicar no projeto um sistema que supervisionasse grandezas de pressão e temperatura, que são muito importantes para seu funcionamento. Para isso, foi escolhido uma placa de desenvolvimento Arduino® Uno R3, que monitora as duas grandezas, apresentando em um display por meio de programação aplicada em seu microcontrolador ATmega 328 (GAIER, 2011).

O Arduino® é uma placa de desenvolvimento de baixo custo e sua plataforma permite a aprendizagem da linguagem de programação de diversos componentes, tais como sensores, displays, shields, motores, pontes e drives. Essa placa é a responsável por converter os sinais enviados pelo sensor de temperatura e sensor de pressão em caracteres apresentados no display 16x2, permitindo o acompanhamento da pressão no cilindro e da temperatura no condensador (figura 9).

Figura 9: Arduino Uno R3



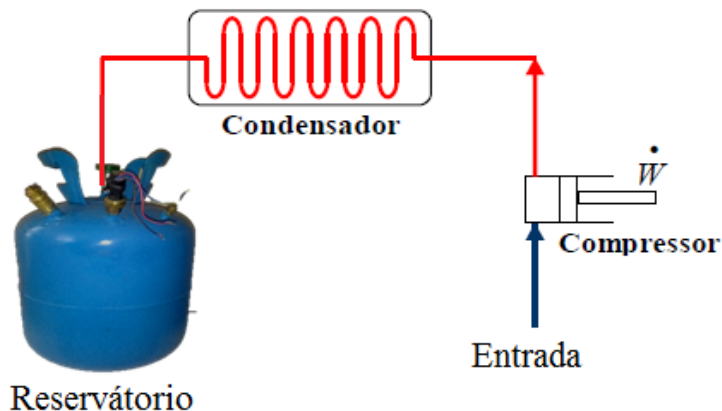
Fonte: Dos autores.

A programação do Arduino® consta no apêndice 1 deste trabalho e serve como base para projetos futuros decorrente do acompanhamento e do uso constante da máquina. Por se tratar de um controle programável pode-se definir e implementar melhorias que facilitem ainda mais a sua operação.

3.3 Alteração no ciclo de refrigeração

O circuito funciona como um refrigerador normal, conforme descrito pela Figura 2, mas ocorre uma alteração em seu circuito, onde o evaporador é substituído pela unidade de armazenamento. A figura 10 apresenta um sistema de ar condicionado automotivo onde apresenta parte dos componentes utilizados no protótipo.

Figura 10: Ciclo de refrigeração utilizado para construção do protótipo



Fonte: Dos autores.

O processo de sucção extrairá o fluido do equipamento. O compressor elevará sua pressão juntamente sua temperatura e, por meio do condensador, haverá troca de calor com a atmosfera. O fluido quente a alta pressão sofre o processo de condensação e, dessa forma, o fluido em estado líquido será armazenado no cilindro.

Na próxima seção a partir de análises e testes de funcionamento mostraremos o funcionamento do protótipo da máquina recolhadora de fluido refrigerante R-134a.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Para a realização do projeto de máquina recolhadora de fluido refrigerante (R-134a) é necessário um acompanhamento cauteloso do comportamento desse fluido. Para isso foram realizados testes de funcionamento do circuito para avaliação das condições necessárias de recolhimento.

Inicialmente foi necessário realizar um teste de estanqueidade do circuito da máquina recolhadora, para garantir que a máquina fique livre de vazamentos. Dessa maneira, foi injetado uma pressão de 100 PSI de nitrogênio no protótipo e foi submetido a testes visuais e auditivos. Como não foi percebido vazamento, o circuito ficou pressurizado durante 5 dias. Como resultado foi obtido que a pressão permaneceu a mesma do que a pressão do início do teste.

Em seguida o circuito foi submetido a um teste de vácuo deixando a pressão atmosférica maior do que a pressão interna do protótipo. Durante o período de um dia foi observado no manômetro se as pressões do cilindro e atmosférica iriam se igualar. Como as pressões não se igualaram, o protótipo permaneceu estanque e não apresentou defeito.

Após o teste de vácuo, foi necessário conhecer o comportamento da tensão de acordo com a pressão submetida no interior da unidade de armazenamento. Inicialmente, o sensor estava alimentado a uma tensão de 5 V. O teste foi efetuado entre as pressões de 0 a 120 PSI, coletando os dados de intervalos a cada 10 PSI, conforme indica a tabela 1.

A tabela 1 demonstra a linearidade da tensão de acordo com a pressão inserida no sensor. Nota-se que a cada 10 PSI acrescentado na pressão do cilindro, a tensão aumenta em 0,10 V. Dessa maneira, podemos estabelecer o modelo matemático $V = 0,01P + 0,52$, onde V é a tensão em volts e P é a

pressão em PSI. Nesse caso, obtém-se a informação necessária para a programação do sensor de temperatura na plataforma Arduino®.

Tabela 1: Dados do Sensor (Pressão e Tensão)

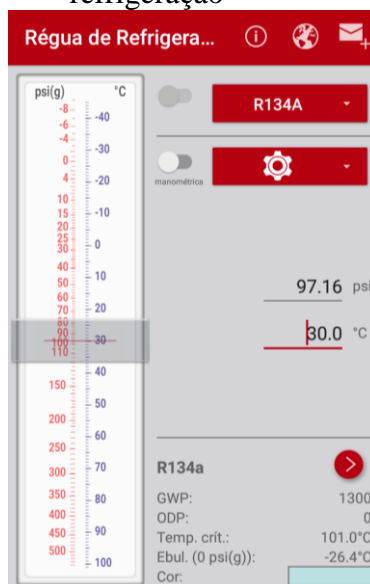
Pressão inserida (PSI)	Tensão obtida no sensor (V)
0	0,52
10	0,62
20	0,72
30	0,82
40	0,92
50	1,02
60	1,12
70	1,22
80	1,32
90	1,42
100	1,52
110	1,62
120	1,72

Fonte: Dos autores

Para conhecer os dados do sensor de temperatura (LM35) foi utilizado o datasheet do componente, onde há informações necessárias a respeito do componente.

A régua de pressão e temperatura disponibilizada pela Danfoss em seu aplicativo Android (Danfoss - Régua de pressão e temperatura – versão 3.5.1) facilita o entendimento da variação de pressão em função da temperatura que ocorre no interior do circuito de refrigeração.

Figura 11: Variação da pressão em função da temperatura em um circuito de refrigeração



Fonte: Aplicativo Android Danfoss - versão 3.5.1

A régua apresentada na figura 11 disponibiliza dados sobre a variação da pressão pela temperatura, informando também dados como temperatura crítica e pressão de ebulição. Ao selecionar algum tipo de fluido refrigerante e preencher algum dos campos de pressão ou temperatura, o aplicativo informa o valor correspondente.

Inserindo a programação no Arduino® ligado ao display LCD foi possível visualizar a pressão e temperatura da máquina com precisão como mostra a figura 12.

Figura 12: Display de visualização LCD



Fonte: Dos autores

Para garantir a precisão do display foram realizados testes comparativos, com o display associado junto com um manômetro e com um termômetro, mostrando os dois valores bem aproximados com os dos componentes de medição. Além disso, a régua de pressão e temperatura disponibilizada Danfoss (figura 11) também demonstra a proximidade dos resultados.

Novamente, após a instalação e teste dos sensores foi efetuado o procedimento de limpeza a vácuo durante o tempo de 3 horas, mas sem a finalidade de teste de estanqueidade. Houve o intuito de eliminar impurezas e contaminantes nocivos ao fluido refrigerante, aumentando a durabilidade do fluido e dos componentes que receberão novamente o R-134a.

4.1 Primeiro experimento: Teste em um equipamento de menor porte

Durante o primeiro experimento foi recolhido o fluido de uma garrafa de 750 g, conforme indica a figura 13. Como esperado foi o suficiente para o fluido aquecer o condensador devido a pressão que se elevou. O tempo de recolhimento foi aproximado de 3 minutos exercendo a pressão de 10 PSI no cilindro.

Figura 13: Cilindro R-134a do primeiro experimento



Fonte: Dos autores.

Após recolher o fluido da garrafa, realizamos a recarga de um equipamento de ar condicionado de um veículo automotivo de um Volkswagen Gol. O equipamento em questão utiliza 450 g de R-134a (figura 14).

Figura 14: Tarjeta de identificação do equipamento do carro



Fonte: Dos autores.

Devido a um vazamento, não havia gás no circuito do carro. Primeiramente foi eliminado o vazamento e efetuado o teste de estanqueidade do veículo, seguido de uma hora de procedimento de vácuo. Nesse contexto, com o veículo nas condições necessárias para receber o novo fluido, o protótipo foi ligado ao ar condicionado do automóvel.

O fluido refrigerante foi enviado do protótipo para o carro pelo registro de saída do cilindro, onde as pressões entre o cilindro e o automóvel se equalizaram. Foi necessário completar o fluido do carro após o procedimento de recarga realizado pelo protótipo, devido a uma grande quantidade de fluido que permaneceu no cilindro.

Neste caso, percebemos que não foi possível devolver 100% do fluido recolhido devido a equalização das pressões, sendo necessária uma quantidade mínima de fluido no reservatório que pode variar de equipamento para equipamento.

Para aprimorar o sistema de devolução do fluido por meio de compressão mecânica foi utilizado um outro compressor para fazer sucção e descarregá-lo no equipamento que está preparado para receber o fluido. Em trabalhos futuros poderia ser utilizada uma válvula comutadora que inverte a entrada e a saída do compressor, que ao invés de realizar sucção do equipamento para a máquina, realiza de forma inversa, da máquina para o equipamento.

De fato, a região da entrada do condensador é uma região com maior temperatura e a região de saída possui menor temperatura. Simulando um defeito de obstrução parcial do filtro foi notado uma temperatura maior do que o previsto na entrada do condensador e uma temperatura menor na saída, verificando que o filtro atuava como dispositivo de expansão e dificultava o

recolhimento, devido a restrição ao fluxo. Boa parte do líquido foi pulverizado devido a essa restrição.

Na próxima seção descreveremos uma análise em um equipamento de maior porte que utiliza uma quantidade maior de R-134a.

4.2 Segundo experimento: Teste em um equipamento de maior porte

Conforme visto anteriormente o equipamento realizou a função de recolher o fluido, mas houve limitações ao devolver o fluido, e por isso foi importante realizar novamente o teste de recolhimento, mas agora em um equipamento de dimensões maiores.

O defeito no equipamento do ônibus era um vazamento de fluido que se perdeu na atmosfera. Antes de iniciar o recolhimento em um ônibus, foi efetuado um novo procedimento de limpeza a vácuo, mas agora utilizando fluido R-141b e nitrogênio para acelerar o processo de vácuo e eliminar partículas de ar atmosférico, umidade, entre outros (figura 15). O procedimento de vácuo deve ser feito toda a vez que o protótipo ficar sem fluido em seu interior.

Em seguida foi iniciado o recolhimento do fluido refrigerante de um cilindro com R-134a, para que fosse efetuado a recarga no equipamento por meio da máquina recolhadora.

Figura 15: Cilindro de R-141b e nitrogênio



Fonte: Dos autores.

No início do processo, por estar tratando de uma quantidade maior de gás, o compressor elevou a pressão no cilindro a aproximadamente 100 PSI e no período de 3 minutos abriu a válvula de segurança. O equipamento ficou desligado durante 30 minutos até estabilizar a pressão em 60 PSI notando

uma certa deficiência no condensador. O condensador utilizado no protótipo não é preparado para o motor de ventilador.

Por questões de segurança, foi efetuado um teste limitando a vazão de entrada da linha de sucção do compressor a 10 PSI (figura 16).

Figura 16: Momento que a vazão foi limitada a 10 PSI



Fonte: Dos autores.

Após a limitação da vazão de entrada, obtivemos os seguintes resultados:

- ✓ A restrição da vazão do compressor contribuiu com a refrigeração do compressor como mostra a figura 16.
- ✓ A válvula do manômetro atuou como elemento expansivo.
- ✓ É notado que o manômetro está formando partículas de gelo por estar diminuindo a pressão na entrada do compressor, conseqüentemente com tempo suficiente para a condensação do fluido em seu condensador.
- ✓ O processo ficou mais lento, mas dessa vez funcional.
- ✓ O protótipo levou cerca de 4 h30 para recolher 4,5 kg de fluido (figura 17), com tempo médio de recolhimento de 1kg/hora que pode variar de acordo com as condições de temperatura ambiente.

Figura 17: Quantidade de fluido



Fonte: Dos autores.

Após o recolhimento de 4,5 kg de gás foi efetuado o reparo do vazamento no ônibus e o mesmo testado, garantindo a estanqueidade do ônibus. Em seguida, foi executado o procedimento de 1h30 de vácuo e efetuado a recarga do ônibus pela recolhedor atendendo as expectativas previstas na máquina.

5 CONCLUSÃO

O protótipo atendeu as expectativas previstas, reforçando conceitos a respeito do comportamento do fluido refrigerante R-134a e do ciclo da refrigeração.

No decorrer do projeto, houveram algumas limitações do protótipo que podem ser aprimoradas, tais como:

- ✓ a utilização de uma válvula comutadora que inverte a saída do compressor para realizar a sucção da unidade de armazenamento para o equipamento que irá receber o fluido recolhido.
- ✓ a instalação de uma válvula limitadora de pressão na entrada do compressor pode otimizar tempo de recolhimento redimensionando o condensador;
- ✓ a troca de condensador por um condensador de cobre com maiores tubulações;
- ✓ a instalação de uma balança para medir a quantidade em quilogramas de fluido que está sendo armazenado;

- ✓ reprogramação do sistema de controle e segurança para automatização da máquina.

O protótipo além de funcional e servir como ferramenta para manutenção, também serve como base para outros projetos como o aprimoramento e análises futuras do comportamento dos fluidos refrigerantes.

O fluido em estudo deste trabalho foi o R-134a e os componentes são dimensionados para a utilização deste fluido, mas o projeto serve como base para a construção de novos protótipos capazes de recolher outros tipos de fluido como R-22, R-12 e outros utilizados em refrigeração domiciliar, comercial e automotiva. Neste caso, podem ser utilizados os mesmos princípios para o recolhimento e podem ser trocados apenas os componentes compatíveis a cada tipo de fluido.

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE OF A FLUID HARVESTER MACHINE REFRIGERANT (R-134A)

Abstract

The project was developed in order to save the free disposal of R-134a refrigerant into the atmosphere. Applying concepts of fluid behavior has built a prototype capable of collecting fluid during maintenance of refrigeration equipment. After repairing the equipment you can reuse it, meeting the expectations imposed on the project. Thus, it is intended to avoid waste while carrying out maintenance of refrigeration equipment and the environment, avoiding an unnecessary cost and promoting good practices with the environment. The results provide analysis showing its operation and its behavior during use.

Key-words: Prototype. Cooling. Fluid.

REFERÊNCIAS

BANDARRA FILHO, E. P. Tendências do uso de fluidos Refrigerantes Alternativos em Sistemas de Ar condicionado Automotivo. **Uso de Fluidos Alternativos em Sistemas de Refrigeração e Ar condicionado**. Brasília: MMA, 2011. Disponível em: <<http://protocolodemontreal.org.br/eficiente/repositorio/publicacoes/549.pdf#page=71>>. Acesso em: 06/10/2016.

COPETTI, J. B.; SOUZA, D.; MACAGNAN, M. H.; OLIVESKI, R. C. Análise da evaporação de refrigerantes em tubos lisos e microaletados. **Proceedings of the 10o Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering** - ENCIT 2004 Braz. Soc. of Mechanical Sciences and Engineering - ABCM, Rio de Janeiro, 2004.

FERRAZ, F. **Apostila de Refrigeração**. CEFET-BH, 2008. Disponível em: <<https://fabioferrazdr.files.wordpress.com/2008/09/ref13.pdf>>. Acesso em: 06/10/2016.

GAIER. M. B. **Aprendendo programar em Arduino**. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campus Cuiabá. 2011. Disponível em: <<http://www.macchia.com.br/wp-content/uploads/2015/01/aprendendo-a-programar-em-arduino-2011-micael-bronzatti-gaier.pdf>>. Acesso em: 15/09/2016.

LAUADANT, C. A. **Manual prático de Geladeiras**. São Paulo: Hemus, 1979.

PIZARRO R. A. **Influência do óleo Lubrificante na Transferência de Calor em um Compressor Hermético Alternativo**. 2007. 161 f. (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

PIZARRO R. A. **Modelação da força de adesão em válvulas de compressores considerando fenômenos interfaciais na película de óleo lubrificante**. 2014. 295 f. (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO ARDUINO® UTILIZADA NA MÁQUINA

```
/*  
Projeto Arduino com LCD, sensor de pressao e temperatura  
  
*/  
#include "LiquidCrystal.h"  
#include "Limits.h"  
const int SensorPressao = A0; //Pino analogico que o sensor de  
pressao esta conectado  
const int SensorTemp = A1; //Pino analogico que o sensor de  
temperatura esta conectado.  
  
//variaveis  
int valorSensor = 0; //usada para ler o valor do sensor de pressao.  
int valorSensorTemp = 0; //usada para ler o valor do sensor de  
temperatura.  
int valorSensorP = 0;  
int valorSensorPressao = 0;  
int menorValorTemp = INT_MAX; //usada para armazenar o menor  
valor da temperatura.  
  
//Criando um objeto da classe LiquidCrystal e  
//inicializando com os pinos da interface.  
LiquidCrystal lcd(9, 8, 5, 4, 3, 2);  
  
void setup() {  
  //Inicializando o LCD e informando o tamanho de 16 colunas e 2  
linhas  
  // o tamanho do LCD JHD 162A usado neste projeto.  
  lcd.begin(16, 2);  
}
```

```

void loop() {
  //Lendo o valor do sensor de pressao
  {
    valorSensor = analogRead (SensorPressao);
    valorSensorP = valorSensor - 96 ;
    valorSensorPressao = valorSensorP *= 0.54 ;
    delay (150);
  }

  //Para evitar as grandes variaveis de leitura do componente
  //LM35 sao feitas 8 leituras o menor valor lido prevalece
  menorValorTemp = INT_MAX; //Inicializando com o maior valor
int possivel
  for (int i = 1; i <= 8; i++) {
    //Lendo o valor do sensor de temperatura.
    valorSensorTemp = analogRead(SensorTemp);

    //Transformando valor lido no sensor de temperatura em graus
    celsius aproximados.
    valorSensorTemp *= 0.31;

    //Mantendo sempre a menor temperatura lida
    if (valorSensorTemp < menorValorTemp) {
      menorValorTemp = valorSensorTemp;
    }

    delay(150);
  }

  //Exibindo valor da leitura do sensor de temperatura no display
LCD.{
  lcd.clear(); //limpa o display do LCD.
  lcd.print("Temp: "); //imprime a string no display do LCD.
  lcd.print(menorValorTemp);
  lcd.write(B11011111); //Simbolo de graus celsius
  lcd.print("C");

  //Exibindo valor da leitura do sensor de pressaono display LCD.
  lcd.setCursor(0,1); //posiciona o cursor na coluna 0 linha 1 do LCD.

```

```
lcd.print("Pressao: "); //imprime a string no display do LCD.  
lcd.print(valorSensorPressao);  
lcd.write("PSI: ");  
  
delay(2000); //aguarda 2 segundos  
}
```

e-TEC

AUTOMAÇÃO DE UMA MÁQUINA LAVADORA DE ÔNIBUS

LEONARDO THOBIAS STELMASTCHUK MARTINS¹

CAMILA FOGAÇA DE OLIVEIRA²

APARECIDO SERAPIAO DOS SANTOS³

Resumo: O projeto da máquina lavadora de ônibus teve como objetivo desenvolver um controle para automatizar a lavagem dos veículos e realizar o processo sem que ocorra a intervenção da parte operacional. Buscando atingir os objetivos propostos, pesquisas foram realizadas em artigos, publicações científicas, dissertações, teses, que trazem informações quantitativas, aplicada e exploratória sobre práticas de automação, eletricidade e instalações elétricas industriais.

Com a necessidade de aumentar a eficiência do processo, reduzindo custos, foram instalados dispositivos de controle a fim de eliminar desperdícios de insumos. A instalação de sensores e atuadores foram responsáveis por todo processo por meio de uma lógica programada.

A metodologia aplicada consiste de informações relevantes sobre o desenvolvimento prático do processo, explanando de forma clara e sucinta passo a passo sobre o projeto da máquina, finalizando com um memorial de cálculo comparativo que expõe o importante papel da automação na indústria.

Palavras-chave: Automação. Otimização. Controle.

¹ Graduação – Tecnólogo em Manutenção Industrial da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: leonardostelmastchuk@gmail.com

² Mestre – Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina. E-mail: camila.oliveira@pr.senai.br

³ Graduação – Tecnólogo em Manutenção Industrial, da Faculdade da Indústria Senai Londrina.

E-mail: alexferreirat@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

A automação contribui com a evolução do desenvolvimento tecnológico impactando positivamente no sistema produtivo com qualidade e eficiência.

O projeto de automação começou a ser avaliado a partir do momento que surgiu a necessidade de aumentar a eficiência do processo de lavagem de veículos de uma empresa de transporte de passageiros situada em Londrina - PR, reduzindo custos, otimizando processo e visando a qualidade na limpeza.

Além da importância e do benefício de uma máquina lavadora de ônibus oferecer qualidade e conforto aos clientes, tem a finalidade de reduzir a quantidade de sujeira agregada do solo, devido ao tempo de viagem em estradas com pavimentação precária. Essa massa de sujeira proveniente do solo pode conduzir uma abrasão extrema dos elementos de tração e freio dos veículos, reduzindo também a sua capacidade de carga.

Diante das circunstâncias iniciaram-se pesquisas levantando inúmeras hipóteses, dentre essas, foi avaliado que a automação seria a melhor forma para a implementação, pois, devido aos diferentes modelos de veículos que são lançados quase todos os anos, haveria a possibilidade de alterações na programação e o processo se tornaria independente de mão de obra operacional.

O processo conta com um grupo de atuadores e sensores que realizam o controle do equipamento (ligando e desligando) de acordo com a necessidade, realizando os movimentos pertinentes à limpeza. Estes dispositivos são responsáveis pelo gerenciamento e coleta de dados que em conjunto com as informações recebidas direciona os atuadores para execução das atividades programadas.

Com a automação do lavador substituímos a mão de obra do operador por um elemento sensorial convencional no qual converte uma grandeza física em sinal elétrico, conforme o deslocamento e o posicionamento do veículo, por meio de coleta e envio informações. As válvulas manuais são substituídas por um conjunto de válvulas solenoides com atuador pneumático para abertura ou interrupção do fluxo.

Para estabelecer uma sistemática de controle contamos com o controlador lógico programável que é capaz de receber as informações enviadas pelos sensores, comparar o sinal e enviar outro sinal de comando para o conjunto de válvulas e motores mantendo a situação do processo monitorada e controlada.

Este sistema de controle implementado no lavador de ônibus realizará as ações antes executadas pelo operador e será um sistema que se repete continuamente, ou seja, ao término da limpeza de um veículo, ou seja, na final da execução do programa, automaticamente estará pronto para iniciar o próximo ciclo.

O projeto de automação foi realizado em uma filial da empresa de transporte de passageiros, situada em Londrina, Paraná. Com toda sua estrutura, oferece comodidade e conforto no transporte de grupos para lazer, turismo, negócios e outros eventos. Destaca-se entre as maiores empresas do setor no país, oferecendo uma frota moderna com mais de 500 ônibus, interligando vários estados do Brasil.

Na próxima seção, abordaremos a fundamentação teórica de nosso trabalho, que consiste no processo de automação de uma máquina lavadora de ônibus.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Existem diversas estratégias tecnológicas de automação que melhoram a produtividade e flexibilidade no processo industrial, sendo levado em consideração o tempo de ciclo, disponibilidade e utilização, alta taxa de produção e alta produtividade, que são conceitos fundamentais para a produção e automação. (PRUDENTE, 2007)

Este projeto conta com uma gama de dispositivos que realizam as funções pertinentes do processo, sendo de extrema importância o sincronismo e a comunicação entre eles. Na visão de Capelli (2013), existem vários equipamentos que compõem a automação direta ou indiretamente, contudo um dos equipamentos mais importantes é o Controlador Lógico Programável (Programmable Logic Controller, CLP).

A utilização do CLP em um projeto ou planta industrial (Figura 1) possibilita a implementação de lógicas programáveis, comparando as variáveis com os valores desejados, não sendo necessária a inclusão ou remoção de componentes físicos.



Fonte: Dos autores.

Um bloco de controle típico é formado basicamente por três elementos, um elemento primário (transmissor), um controlador (CLP) e um elemento final de controle (válvulas e ou motores). No software pode ser realizadas simulações dos estudos sem a necessidade de obter equipamentos e componentes físicos reais.

Um processo industrial contém diversas etapas pela qual um determinado produto é submetido e o CLP é responsável pela execução das funções específicas determinadas pelo usuário, gerenciando informações para controlar o sistema mecânico, garantindo continuidade no processo e interagindo com a programação estabelecida.

O CLP necessita de informações externas para definir a sequência da programação, para isso, utiliza-se de sensores para captar a situação do processo e através das entradas lógicas do CLP envia essas informações em forma de sinais elétricos como podemos observar no apêndice VII.

Os sensores são dispositivos de sensibilidades com a capacidade de enviar sinais através de um transdutor que converte um estímulo em um sinal elétrico conhecido.

Na Figura 2 podemos verificar os sensores utilizados na máquina lavadora de ônibus, que estão posicionados em locais estratégicos a fim de comunicar com o CLP de forma precisa.

Figura 2: Sensor de barreira



Fonte: Dos autores.

Para Silveira e Santos (2007, p. 24), “[...] sensor é definido como sendo um dispositivo sensível a um fenômeno físico, tais como: temperatura, umidade, luz, pressão, entre outros”. Os sensores auxiliam a automação, substituindo chaves de acionamento, estabelecendo maior versatilidade e durabilidade e, conseqüentemente, substituindo a mão de obra operacional.

Com os sensores transmitindo informações relevantes sobre o processo, o controlador converte os dados e envia um sinal de saída com um valor determinado para realizar o acionamento dos atuadores. O atuador por sua vez transforma um sinal elétrico em uma grandeza física, como movimento, magnetismo, calor, entre outros.

Segundo Brugnari e Maestrelli (2010), o atuador é um elemento que produz movimento, atendendo a comandos que podem ser manuais ou automáticos, ou seja, qualquer elemento que realize um comando recebido de outro dispositivo, com base em uma entrada ou critério a ser seguido.

Existem diversos tipos de atuadores, que funcionam por meio de sinal proveniente de um controlador agindo sobre um sistema controlado. No apêndice VIII podemos observar o diagrama de saídas lógicas do controlador que é responsável por enviar sinais em diversos níveis, afim do controlar os dispositivos atuantes, na maioria das vezes estes dispositivos recebem um comando remoto.

Entre os atuadores, podemos citar o motor elétrico que realiza movimento de rotação e ou deslocamento, e as válvulas eletromagnéticas que controla o fluxo de um determinado componente.

O motor elétrico é um equipamento que transforma energia elétrica em energia mecânica exercendo movimentos que são realizados através da indução eletromagnética. (MAMEDE FILHO, 2012).

Segundo Nascimento (2011), o motor de indução trifásico assíncrono é o pilar da indústria moderna, onde o princípio de funcionamento envolve a indução do rotor pelo campo girante do estator.

Na Figura 3 podemos verificar o motor de indução trifásico assíncrono de corrente alternada acoplado a um redutor. O conjunto do motor redutor está atribuído a uma escova rotativa horizontal.

No mercado há uma gama de motores diversificada, com inúmeras aplicações e características diferentes. Nesse sentido, cada motor tem uma finalidade especial que favorece determinadas funções.

Figura 3: Motor elétrico de indução



Fonte: Dos autores.

Como o motor elétrico é um equipamento que exerce movimento por meio de eletricidade, necessita de dispositivo para proteção capaz de minimizar possíveis danos ao equipamento.

O dispositivo de proteção mais utilizado em novos projetos é o disjuntor motor, pois reúne funcionalidades para proteção que elimina a utilização de relés térmicos e fusíveis para o circuito de força. Quando este dispositivo detecta uma sobrecarga ou curto-circuito, abre os contatos impedindo a passagem da corrente elétrica.

Todos os dispositivos apresentados nesta fundamentação contribui significativamente para o processo de automação industrial, onde as diversas funções são definidas a fim de interagir entre si formando um processo eficaz e contínuo.

Segundo Robson Seleme e Roberto Bohlen Seleme (2008), o processo automático dispõe de dispositivos que viabiliza a eficiência, podendo automatizar todo o processo ou parte dele. Entretanto, segundo os autores,

deve-se estabelecer uma relação de custo-benefício, sendo imprescindível o conhecimento da necessidade e consequência financeira ao automatizar um processo.

Na próxima seção, apresentamos o projeto da máquina lavadora de ônibus, a necessidade de sua implantação e os componentes utilizados para este processo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os métodos utilizados para implantação do controle automático do lavador de ônibus serão apresentados como forma de explanar o conhecimento dos componentes utilizados e a forma com que chegamos a esta conclusão.

A máquina lavadora de ônibus começou a ser avaliada a partir do momento que surgiu a necessidade de aumentar a eficiência do processo de lavagem de veículos de uma empresa de transporte de passageiros. Diante das circunstâncias, iniciaram-se as pesquisas buscando uma forma concreta que pudesse atender as necessidades e os quesitos de higiene e limpeza, levando em consideração o número de veículos, espaço para fixação das partes físicas, posicionamento dos veículos, quantidade de dispositivos (atuadores e sensores), consumo e gasto de energia elétrica, água, produtos de limpeza, dentre outras.

Uma equipe formada de operador, eletricista, supervisor de manutenção e liderada pelo pesquisador deste trabalho, consideraram vários aspectos críticos do projeto, garantindo boas práticas com relação ao meio ambiente e confiabilidade no sistema a ser desenvolvido.

Em relação ao meio ambiente levamos em consideração a ficha de informações de segurança do produto químico (FISPQ), onde apresenta alguns pontos cruciais para as boas práticas e segurança.

A FISPQ identifica os perigos e a composição dos ingredientes utilizados no produto de limpeza, informa as medidas corretas de combate a incêndio e primeiros socorros, mostra a estabilidade e a reatividade do produto, entre outras informações.

Para obtermos uma confiabilidade no funcionamento da máquina lavadora, algumas condições foram definidas e acordadas com a equipe da empresa, permitindo iniciar a execução dos diagramas elétricos e a montagem do painel, que foi possível por meio do levantamento de componentes a serem utilizados no controle do processo.

Determinamos alguns pontos relevantes na composição da máquina lavadora de ônibus, dentre eles a necessidade da utilização de escovas rotativas com cerdas, a utilização de um controle manual e automático, a utilização de bombas, sensores, válvulas, sinalizadores, etc.

No processo contamos com cinco escovas rotativas com cerdas, sendo duas escovas para limpeza da lateral direita, duas escovas para limpeza da lateral esquerda e uma escova para limpeza do teto e da parte traseira.

Além do controle automático proposto neste trabalho, disponibilizamos um controle para acionamentos em manual, que permite o operador interagir com o equipamento por meio de botoeiras.

As bombas em conjunto com a comutação das válvulas tem a finalidade de esguichar os fluidos no momento da limpeza. Dessa maneira contamos com duas bombas: uma para água e outra para o produto de limpeza (detergente) diluído.

Para que o processo tenha um controle automático e sincronize as escovas com as bombas e as válvulas, a utilização de sensores se tornam indispensáveis para este projeto, lembrando que é fundamental conhecer as vantagens e limitações dos sensores instalados, pois a aplicação de um dispositivo que não atenda as necessidades do projeto pode causar graves falhas no processo e afetar a segurança do equipamento.

Neste caso devido as condições do ambiente, foi utilizado o sensor de barreira com emissor e receptor, que garante uma proteção IP55, capaz de proteger contra poeiras e jatos de água.

Para a realizar as tarefas das escovas e bombas foram utilizados oito motores elétricos trifásico de indução, sendo que cada motor depende de um sistema de partida para realizar trabalho. Podemos observar no apêndice III e IV que os motores são ligados em um sistema de partida direta, acionados por meio de contatores e protegidos por disjuntor motor. Apenas o motor que realiza a limpeza traseira é submetido a um sistema de partida direta com reversão. Esta partida com reversão tem a finalidade de deslocar a escova que limpa a parte traseira (escova horizontal), fazendo o movimento de descida e subida.

No apêndice V e VI, consta o diagrama elétrico da lógica de controle, que foi desenvolvido e aplicado garantindo o funcionamento sincronizado e intertravado dos contatos.

Por meio desta lógica, o acionamento das botoeiras tem efeito sobre o equipamento; os contatos existentes nos botões são comutados a partir de uma intervenção operacional. Cada botoeira tem uma ação diferente, no

apêndice IX podemos verificar o diagrama do controle manual, por meio de funções a serem executadas de acordo com a lógica determinada.

Na Figura 4 temos o controle manual que será alojado dentro de um painel secundário que foi desenvolvido especificamente para essa finalidade. Dispositivos como contadores, relés, disjuntores, transformadores, entre outros, ficam alocados no painel principal.

Figura 4: Controle Manual



Fonte: Dos autores.

A montagem de um painel elétrico depende de práticas profissionais com conhecimento em interpretação de *layouts* de montagem, diagramas de força e controle, e entender o funcionamento do processo. (MENDONÇA, SILVA, 2010)

Segundo Nascimento (2011), um painel elétrico não é apenas uma caixa que abriga os componentes, mas também tem a função de protegê-los contra contatos acidentais e possíveis efeitos de um incidente interno, limitando os danos e minimizando os efeitos negativos.

A montagem do painel consiste na interligação elétrica dos componentes, que são divididas em duas partes, circuito de força e circuito de comando. O circuito de força é caracterizado pelo acionamento de um dispositivo (contator ou relé) responsável pelo controle das cargas (motores, válvulas, bombas, etc.) por meio da comutação dos contatos, fazendo com que a energia de alimentação seja conectada à carga. O circuito de comando é responsável por acionar o circuito de força através da lógica programada, onde através de um valor de tensão e corrente, magnetiza a bobina do dispositivo comutando seus contatos.

A interligação dos circuitos pode ser observada na Figura 5. O procedimento é realizado com o auxílio de canaletas que ajudam a diminuir a exposição dos condutores melhorando a aparência do painel.

Figura 5: Painel Principal (Comando)



Fonte: Dos autores.

Citamos os principais dispositivos instalados no painel:

- Disjuntores, para proteção dos cabos e dispositivos;

- Transformador de tensão, que rebaixa a tensão de alimentação;
- CLP, responsável pelo gerenciamento e controle do equipamento;
- Contator, dispositivo que comuta os contatos para energizar o equipamento;
- Conector, para interligar os cabos de alimentação e comando;
- Botoeira, envia sinal para o controlador;
- Sinalizador, informa uma condição programada;
- Disjuntor motor, protege o motor contra sobrecargas e curto circuito; A comunicação e o acionamento são conduzidos através dos cabos e fios dos circuitos de força e comando, que interagem com a programação. Por isso, toda elaboração e desenvolvimento devem seguir critérios de aplicação para condutores elétricos, que inclui seção mínima, capacidade de condução de corrente, queda de tensão, sobrecargas, curto-circuito e contato indireto, a fim de garantir a integridade e o bom funcionamento do equipamento.

A comunicação dos componentes internos do painel (Figura 5) com os dispositivos externos (sensores válvulas e motores) são feitas através de bornes. Os bornes servem para conectarem os cabos de mesma natureza sem a necessidade de fazer emendas. Os apêndices X e XI mostram os esquemas de ligações de forma correta e condizente com o projeto.

Com as etapas finalizadas e revisadas, inicia-se a programação do CLP e o processo de START-UP, que é a parte final do projeto, e deve ser analisado junto com a equipe responsável da empresa intervindo com ideias e métodos de controle, a fim de garantir a execução de todas as etapas do processo.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Considerando que inicialmente a máquina lavadora tinha um controle semiautomático, onde o funcionamento dependia exclusivamente da mão de obra operacional, sem controle de gastos com água, energia elétrica e produtos para limpeza (detergente), foram levantados alguns pontos que impactaram no resultado final, tendo em vista que o objetivo do trabalho foi a redução de custo seguido da eficiência no processo.

O primeiro ponto foi a demanda de mão de obra para realizar a operação do equipamento e conseqüentemente a limpeza das partes

deficientes do processo, onde dois operadores por turno realizavam as atividades, na tabela 1 podemos ver o custo da mão de obra operacional.

Tabela 1: Salários e encargos (antes da automação)

Operadores	Salário	Encargos	Insalubridade	Custo mensal	Custo anual
Operador 1	R\$ 1.180,00	R\$ 944,00	R\$ 236,00	R\$ 2.360,00	R\$ 28.320,00
Operador 2	R\$ 1.180,00	R\$ 944,00	R\$ 236,00	R\$ 2.360,00	R\$ 28.320,00
Operador 3	R\$ 1.180,00	R\$ 944,00	R\$ 236,00	R\$ 2.360,00	R\$ 28.320,00
Operador 4	R\$ 1.180,00	R\$ 944,00	R\$ 236,00	R\$ 2.360,00	R\$ 28.320,00
TOTAL				R\$ 9.440,00	R\$ 113.280,00

Fonte: Dos autores.

Com a implementação da automação no equipamento, os sensores e atuadores comandados pela lógica do CLP tornaram o processo contínuo e controlado, realizando movimentos ordenados e dispensando operação local. A redução por parte operacional foi de 50%, considerando que os serviços que anteriormente eram realizados com dois operadores por turno, hoje é realizado apenas por um. Este resultado pode ser conferido na tabela 2, que expressa o gasto com mão de obra após a automação.

Tabela 2: Salários e encargos (depois da automação)

Operadores	Salário	Encargos	Insalubridade	Custo mensal	Custo anual
Operador 1	R\$ 1.180,00	R\$ 944,00	R\$ 236,00	R\$ 2.360,00	R\$ 28.320,00
Operador 2	R\$ 1.180,00	R\$ 944,00	R\$ 236,00	R\$ 2.360,00	R\$ 28.320,00
TOTAL				R\$ 4.720,00	R\$ 56.640,00

Fonte: Dos autores.

O segundo ponto de análise foram os gastos com insumos, que não haviam controle. As válvulas eram acionadas manualmente com um consumo médio de 400 litros de água e 1,3 litros de produto de limpeza (detergente) em um ciclo do processo, levando em conta que cada ciclo tinha uma duração

de cinco minutos e eram realizados vinte e dois ciclos por dia. Podemos observar os gastos gerados de acordo na tabela 3.

Válvula	Consumo (Litros)	Tarifa (R\$/Litr)	Cons./ciclo	Ciclos p/ dia	cons./ dia	cons./ mês	cons./ano
Água	400	R\$,00608	R\$ 2,43	22	R\$ 53,50	R\$ 1.605,12	R\$ 19.261,44
Detergente	1,3	R\$ 1,50	R\$ 1,95	22	R\$ 42,90	R\$ 1.287,00	R\$ 15.444,00
TOTAL					R\$ 96,40	R\$ 2.892,12	R\$ 34.705,44

Tabela 3: Insumos de água e detergente (antes da automação)

Fonte: Dos autores.

Com o controle automático das válvulas, a liberação de água e produtos de limpeza são controlados e programados fazendo a abertura no momento correto da utilização. O consumo médio passou a ser 300 litros de água e 1 litro de produto (detergente) por ciclo. Na tabela 4 temos os valores do consumo, que quando comparada com a tabela 3, pode-se notar uma economia de insumos, evitando desperdícios.

Tabela 4: Insumos de água e detergente (depois da automação)

Válvula	Consumo (Litros)	Tarifa (R\$/Litro)	Cons./ ciclo	Ciclos p/ dia	cons. p/dia	cons. p/mês	cons./ano
Água	300	R\$ 0,00608	R\$ 1,82	22	R\$ 40,13	R\$ 1.203,84	R\$ 14.446,08
Detergente	1	R\$ 1,50	R\$ 1,50	22	R\$ 33,00	R\$ 990,00	R\$ 11.880,00
TOTAL					R\$ 73,13	R\$ 2.193,84	R\$ 26.326,08

Fonte: Dos autores.

O terceiro ponto está relacionado ao consumo de energia elétrica. Os motores que ficavam ligados em regime constante, com a automação

poderiam ser desligados em alguns instantes. Podemos observar na tabela, o consumo dos motores ligados em um período integral do processo.

Tabela 5: Energia elétrica dos motores (antes da automação)

Motores	Potência	Tarifação	Motor Ligado (s)	cons./ ciclo	cons./ dia	cons./mês	cons./ano
Sobe/Desce	2,2	R\$ 0,33	50 ¹	R\$ 0,03	R\$ 0,67	R\$ 19,97	R\$ 239,58
Horizontal	2,2	R\$ 0,33	00 ³	R\$ 0,06	R\$ 1,33	R\$ 39,93	R\$ 479,16
Escova 1	2,2	R\$ 0,33	00 ³	R\$ 0,06	R\$ 1,33	R\$ 39,93	R\$ 479,16
Escova 2	2,2	R\$ 0,33	00 ³	R\$ 0,06	R\$ 1,33	R\$ 39,93	R\$ 479,16
Escova 3	2,2	R\$ 0,33	00 ³	R\$ 0,06	R\$ 1,33	R\$ 39,93	R\$ 479,16
Escova 4	2,2	R\$ 0,33	00 ³	R\$ 0,06	R\$ 1,33	R\$ 39,93	R\$ 479,16
TOTAL				R\$ 0,33	R\$ 7,32	R\$ 219,62	R\$ 2.635,38

Fonte: Dos autores.

Ao analisar este comportamento, foi proposto que as informações recebidas dos sensores movimentam as escovas de acordo com a necessidade, reduzindo o tempo de funcionamento dos motores, pois os motores não estariam ligados constantemente.

A tabela 6 mostra o consumo dos motores após o projeto. Pode ser observado na tabela que a mudança ocorreu sobre o tempo que cada motor fica ligado e cabe ressaltar os motores utilizados são os mesmos motores utilizados antes da automação.

Tabela 6: Energia elétrica dos motores (depois da automação)

Motores	Potência	Tarifação	Motor Ligado (s)	cons./ ciclo	cons./ dia	cons./mês	cons./ano
Sobe/Desce	2,2	R\$ 0,33	50 ¹	R\$ 0,03	R\$ 0,67	R\$ 19,97	R\$ 239,58
Horizontal	2,2	R\$ 0,33	40 ²	R\$ 0,05	R\$ 1,06	R\$ 31,94	R\$ 383,33
Escova 1	2,2	R\$ 0,33	50 ¹	R\$ 0,03	R\$ 0,67	R\$ 19,97	R\$ 239,58
Escova 2	2,2	R\$ 0,33	50 ¹	R\$ 0,03	R\$ 0,67	R\$ 19,97	R\$ 239,58
Escova 3	2,2	R\$ 0,33	50 ¹	R\$ 0,03	R\$ 0,67	R\$ 19,97	R\$ 239,58
Escova 4	2,2	R\$ 0,33	50 ¹	R\$ 0,03	R\$ 0,67	R\$ 19,97	R\$ 239,58
TOTAL				R\$ 0,17	R\$ 3,73	R\$ 111,80	R\$ 1.341,65

Fonte: Dos autores.

Como a automação utiliza de meios para controlar e operar os equipamentos de produção, conseguimos reduzir o regime de trabalho dos motores por meio de elementos complexos que realizam o controle dos acionamentos.

Dessa maneira, conseguimos alcançar os objetivos propostos neste trabalho. Os resultados comprovam a melhoria do processo, com a redução de custos financeiros, otimização de mão de obra e qualidade do processo.

Para concluirmos, a tabela 7 expressa os resultados finais obtidos da situação atual com um comparativo do sistema anterior.

Tabela 7: Resultados Finais

Item	Antes da automação	Depois da automação	Redução de custo
Mão de obra operacional	R\$ 113.280,00	R\$ 56.640,00	50,00%
Consumo de água e detergente	R\$ 34.705,44	R\$ 26.326,00	24,14%
Consumo de energia elétrica	R\$ 2.635,38	R\$ 1.341,65	49,09%
TOTAL	R\$ 150.620,82	R\$ 84.307,65	44,03%

Fonte: Dos autores.

Sabe-se que a automação é um conjunto de técnicas aplicadas sobre um determinado processo, capaz de criar melhores produtos com menores custos. Os dados do comparativo financeiro entre os custos de antes e depois nos mostra uma economia neste processo de 44,03%, aproximadamente R\$ 66.313,17 por ano.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De uma forma geral, o conteúdo apresentado neste trabalho, nos propiciou a compreensão do desenvolvimento e o aprimoramento deste projeto. Por meio de estratégias estudadas, conseguimos uma redução de custo expressiva no processo produtivo.

Não devemos esquecer que para a automação ser bem sucedida, o desenvolvimento do projeto deve ser realizado por pessoal devidamente capacitado que busque aperfeiçoamento (conhecimento) contínuo para vencer todos obstáculos e desafios da produção.

Uma consideração de melhoria futura deste projeto, seria a substituição de alguns dispositivos instalados, pois no mercado existem uma gama de componentes com melhor qualidade e tecnologia.

Podemos considerar também a implantação de um sistema supervisorio afim de melhorar a interação dos envolvidos e coletar dados ainda mais relevantes sobre o processo produtivo mencionado no trabalho.

Contudo os resultados foram satisfatórios e os objetivos foram alcançados com êxito. Só foi possível alcançar os resultados e objetivos através do empenho e esforços de cada membro que mesmo de forma mínima contribuiu significativamente para o sucesso deste projeto.

AUTOMATION OF A BUS WASHING MACHINE

Abstract

The purpose of the bus washing machine project was to develop a control to automate the washing of vehicles and carry out the process without the intervention of the operational part.

In order to reach the proposed objectives, researches were carried out in articles, scientific publications, dissertations, theses, which provide

quantitative, applied and exploratory information on practices of automation, electricity and industrial electrical installations.

With the need to increase the efficiency of the process, reducing costs, control devices were installed in order to eliminate waste of inputs. The installation of sensors and actuators were responsible for all process by means of a programmed logic.

The applied methodology consists of relevant information on the practical development of the process, explaining in a clear and succinct way step by step about the design of the machine, ending with a memorial of comparative calculation that exposes the important role of automation in the industry.

Key-words: Automation. Optimization. Control.

REFERÊNCIAS

BRUGNARI, A.; MAESTRELLI, L. H. M., **Automação Residencial Via Web**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia da Computação) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2010.

CAPELLI, A. **Automação Industrial**. 3. ed. São Paulo: Érica Ltda: 2013.

NASCIMENTO, G. **Comandos Elétricos: Teoria e Atividades**. 1.ed. São Paulo: Érica, 2011.

MAMEDE FILHO, J. **Instalações Elétricas Industriais**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MENDONÇA, R. G.; SILVA, R. V. R. **Eletricidade Básica**. Curitiba: Editora do Livro Técnico, 2010.

PRUDENTE, F. **Automação Industrial: PLC, Teoria e Aplicações: Curso Básico**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

SELEME, Robson, SELEME, Roberto B. **Automação da Produção Abordagem Gerencial**. Curitiba: IBPEX, 2008.

SILVEIRA, P. R.; SANTOS, W. E. **Automação e Controle Discreto**. 8. ed. São Paulo: Érica Ltda: 2007.

APÊNDICES



e-TEC

A		B	C	D	E	F	G	H
LEGENDA								
B1	CHAVE SELETORA - (MANUAL/AUTOMÁTICO)			DJM-4	DISJUNTOR MOTOR QUE ALIMENTA O MOTOR M4 (ROTACIONA ESCOVA VERTICAL 1)			
B2	BOTÃO DE EMERGÊNCIA DO PAINEL			DJM-5	DISJUNTOR MOTOR QUE ALIMENTA O MOTOR M5 (ROTACIONA ESCOVA VERTICAL 2)			
B3	BOTÃO DE EMERGÊNCIA DO CONTROLE MANUAL			DJM-6	DISJUNTOR MOTOR QUE ALIMENTA O MOTOR M6 (ROTACIONA ESCOVA VERTICAL 3)			
B4	DESLIGA - (MANUAL)			DJM-7	DISJUNTOR MOTOR QUE ALIMENTA O MOTOR M7 (ROTACIONA ESCOVA VERTICAL 4)			
B5	SOBRE - (MANUAL)			DJM-8	DISJUNTOR MOTOR QUE ALIMENTA O MOTOR M8 (SOBRE E DESCE ESCOVA HORIZONTAL)			
B6	DESCE - (MANUAL)			FC1	FM DE CURSO SUPERIOR			
B7	LIGA ESCOVAS 1 E 2 - (MANUAL)			FC2	FM DE CURSO INFERIOR			
B8	LIGA ESCOVAS 3 E 4 - (MANUAL)			H1	SINALIZAÇÃO DO SEMÁFORO (VERDE)			
B9	LIGA ESCOVA HORIZONTAL - (MANUAL)			H2	SINALIZAÇÃO DO SEMÁFORO (VERMELHO)			
B10	CHAVE DO SEMÁFORO (VERDE/VERMELHO) - (MANUAL)			H3	SINALIZAÇÃO DE FALHA			
B11	RESET OU INÍCIO - (AUTOMÁTICO)			K1	MOTOR DA ESCOVA HORIZONTAL			
CT1	CONTADOR CÍCLICO			K2	MOTOR DA BOMBA DE ÁGUA 2			
DJ-1	DISJUNTOR BIFÁSICO - ALIMENTAÇÃO GERAL DE COMANDO - 220VAC			K3	CONTATOR AUXILIAR PARA O FUNCIONAMENTO EM MANUAL			
DJ-2	DISJUNTOR MONOFÁSICO DE ALIMENTAÇÃO DO COMANDO 24VAC			K4	CONTATOR AUXILIAR DESLIGA			
DJ-3	DISJUNTOR MONOFÁSICO DE ALIMENTAÇÃO DO COMANDO 24VDC			K5	MOTOR DA BOMBA DE ÁGUA 1			
DJ-MT	CONTATO DE COMANDO PARA PROTEÇÃO TÉRMICA			K6	MOTOR DA ESCOVA VERTICAL 1			
DJM-1	DISJUNTOR MOTOR QUE ALIMENTA O MOTOR M1 (ROTACIONA ESCOVA HORIZONTAL)			K7	MOTOR DA ESCOVA VERTICAL 2			
DJM-2	DISJUNTOR MOTOR QUE ALIMENTA O MOTOR M2 (BOMBA DE ÁGUA 2)			K8	MOTOR DA ESCOVA VERTICAL 3			
DJM-3	DISJUNTOR MOTOR QUE ALIMENTA O MOTOR M3 (BOMBA DE ÁGUA 1)			K9	MOTOR DA ESCOVA VERTICAL 4			
Dibujado		Fecha	Nombre	Entidad		Titulo		
Comprobado			LEONARDO			LAVADOR CECCATO		
						LEGENDA		
						Fecha: 10-Sep-2015 Num: 2 de 18		
						Archivo:		

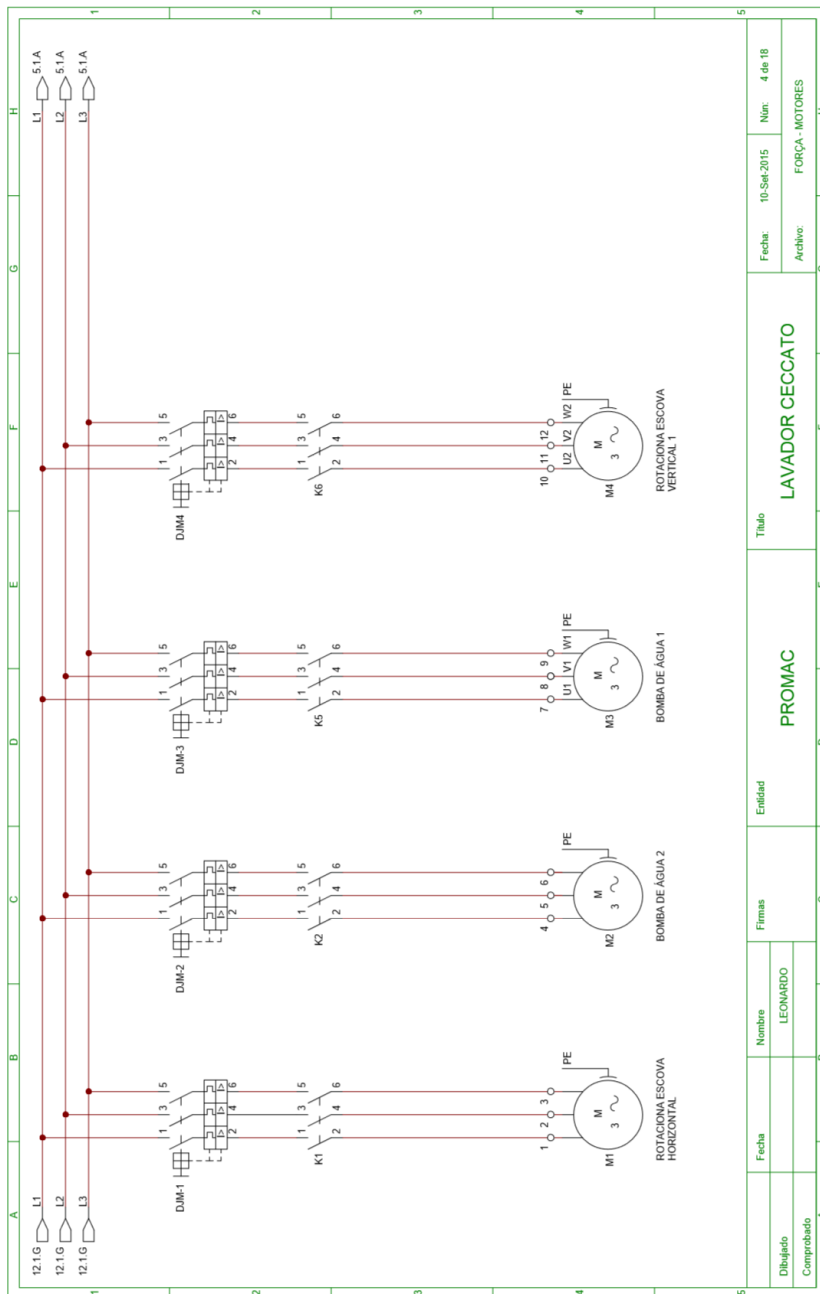
APÊNDICE I: LEGENDA

Fonte: Dos autores.

A		B	C	D	E	F	G	H
LEGENDA								
1	K10	MOTOR QUE SOBE ESCOVA HORIZONTAL						
	K11	MOTOR QUE DESCE ESCOVA HORIZONTAL						
	K12	CONTATOR AUXILIAR DO SEMAFORO						
	M1	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO 220V 60HZ - ROTACIONA ESCOVA HORIZONTAL						
	M2	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO 220V 60HZ - BOMBA DE ÁGUA 2						
	M3	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO 220V 60HZ - BOMBA DE ÁGUA 1						
	M4	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO 220V 60HZ - ROTACIONA ESCOVA VERTICAL 1						
	M5	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO 220V 60HZ - ROTACIONA ESCOVA VERTICAL 2						
	M6	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO 220V 60HZ - ROTACIONA ESCOVA VERTICAL 3						
	M7	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO 220V 60HZ - ROTACIONA ESCOVA VERTICAL 4						
	M8	MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO 220V 60HZ - SOBE E DESCE ESCOVA HORIZONTAL						
	RETIF	RETIFICADO DE ONDA COMPLETA - CA / CC						
	S1	SENSOR DE INÍCIO DO CICLO						
	S2	SENSOR DE POSICIONAMENTO QUE LIBERA A DESCIDA DA ESCOVA						
	S3	SENSOR DAS ESCOVAS 3 E 4						
	S4	SENSOR DAS ESCOVAS 1 E 2						
	S5	SENSOR QUE INDICA FIM DO CICLO E INÍCIO DA DESCARGA						
	TRAF0	TRANSFORMADOR 220VAC / 24VAC - PARA ALIMENTAÇÃO DE COMANDO						
5	Dibujado	Fecha	Nombre	Firmas	Entidad	Titulo	Fecha:	Nin:
	Comprobado		LEONARDO			LAVADOR CECCATO	10-Sep-2015	3 de 18
							Archivo:	LEGENDA 2

APÊNDICE II: LEGENDA

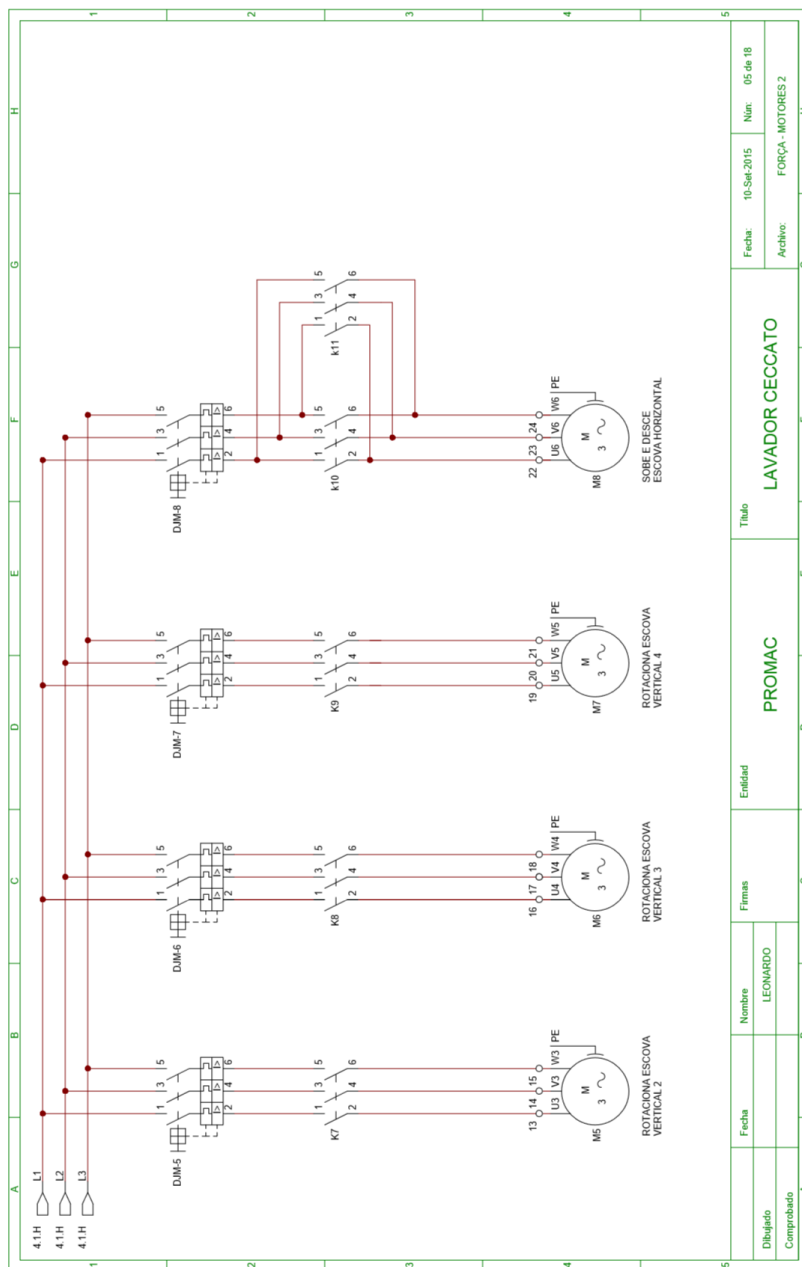
Fonte: Dos autores.



APÊNDICE III: CIRCUITO DE FORÇA 1 (PARTIDA DIRATA)

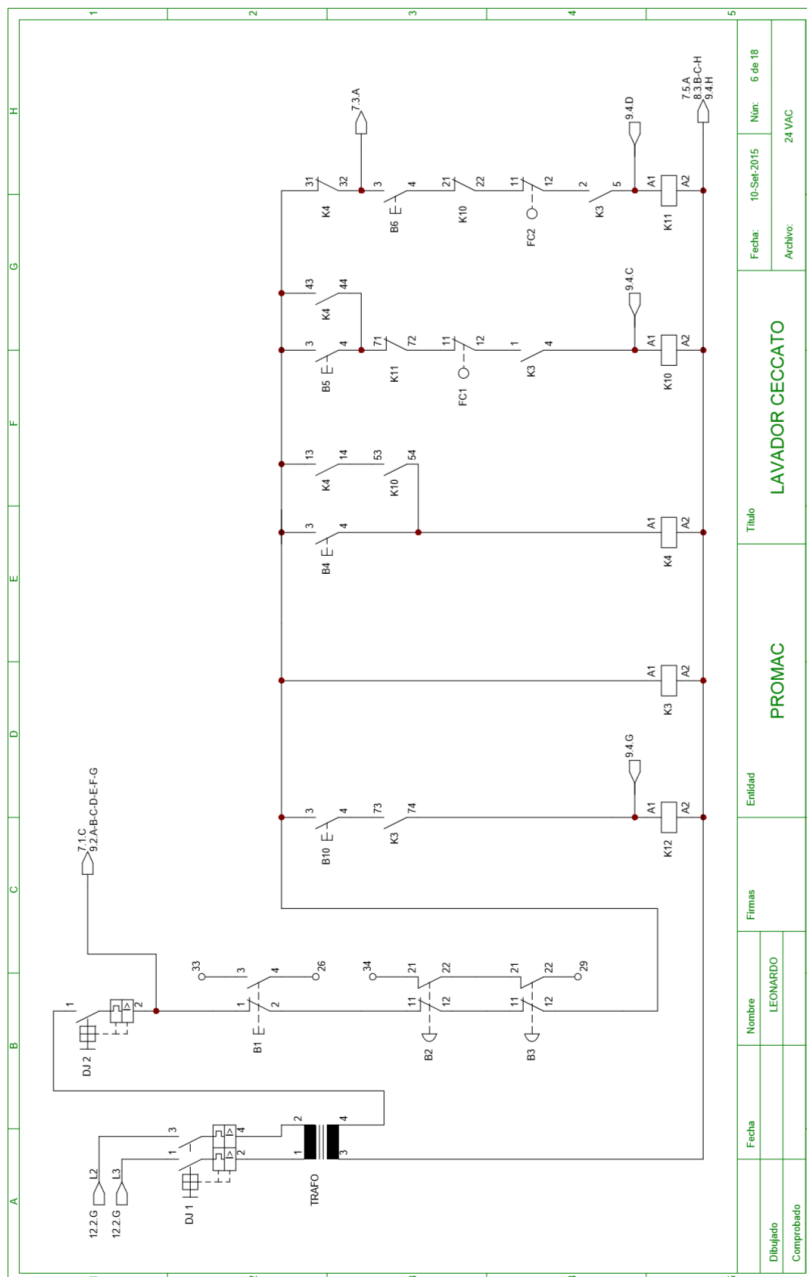
Fonte: Dos autores.

Data: 10-Set-2015 Arquivo: FORÇA - MOTORES		Fecha: 10-Set-2015 Num: 4 de 18
Título: LAVADOR CECCATO		Entidad: FORÇA - MOTORES
Firmas:		Nombre: LEONARDO
Desejado:		Comprobado:



APÊNDICE IV: CIRCUITO DE FORÇA 2 (PARTIDA DIRETA)
 Fonte: Dos autores.

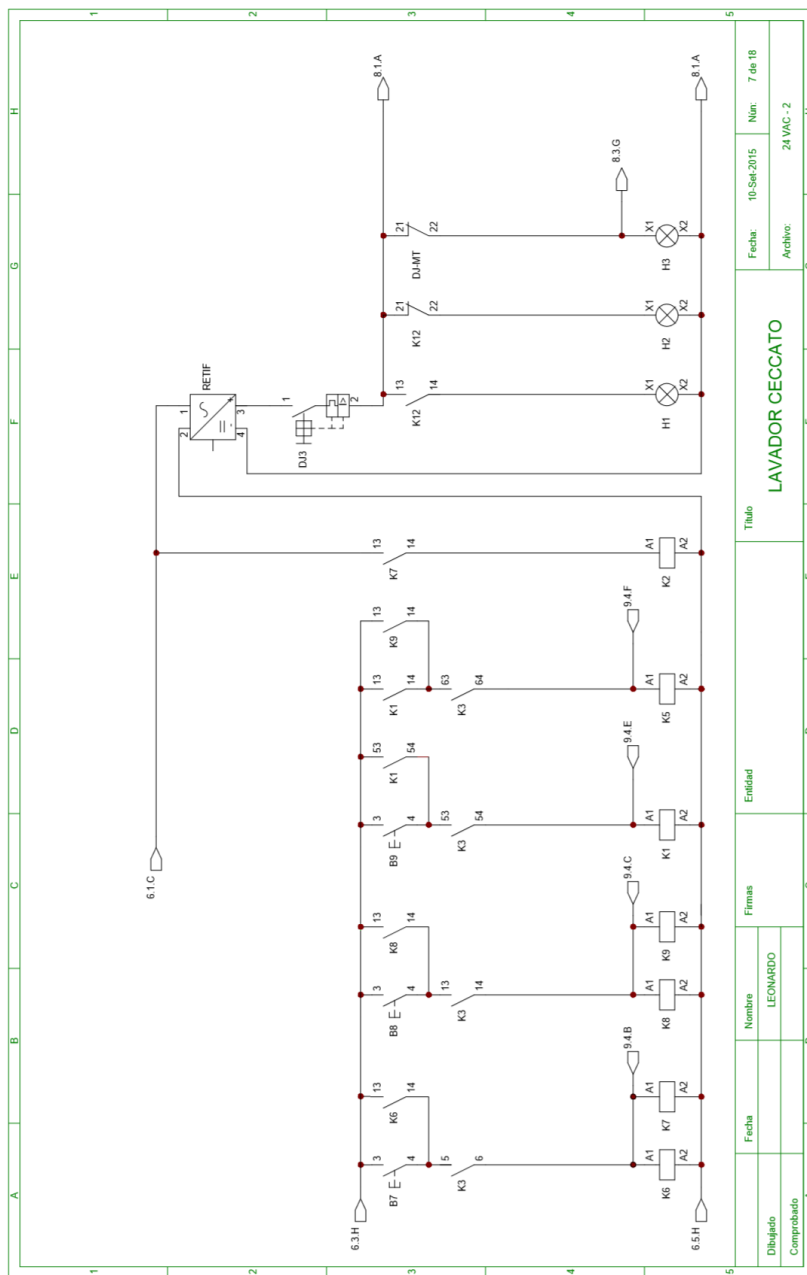
Data		Título		Fecha		Num.	
Dibujado		PROMAC		10-Sep-2015		05 de 18	
Comprobado		Entidad		Archivo:		FORÇA - MOTORES 2	
LEONARDO		Firmas		LAVADOR DECCATO		H	



Dibujado		Fecha		Nombre		Firmas		Entidad		Título		Fecha		Núm.	
Comprobado				LEONARDO						LAVADOR CECCATO		10-Set-2015		6 de 18	
												Arquivo		24 VAC	

APÊNDICE V: DIAGRAMA DE COMANDO 1

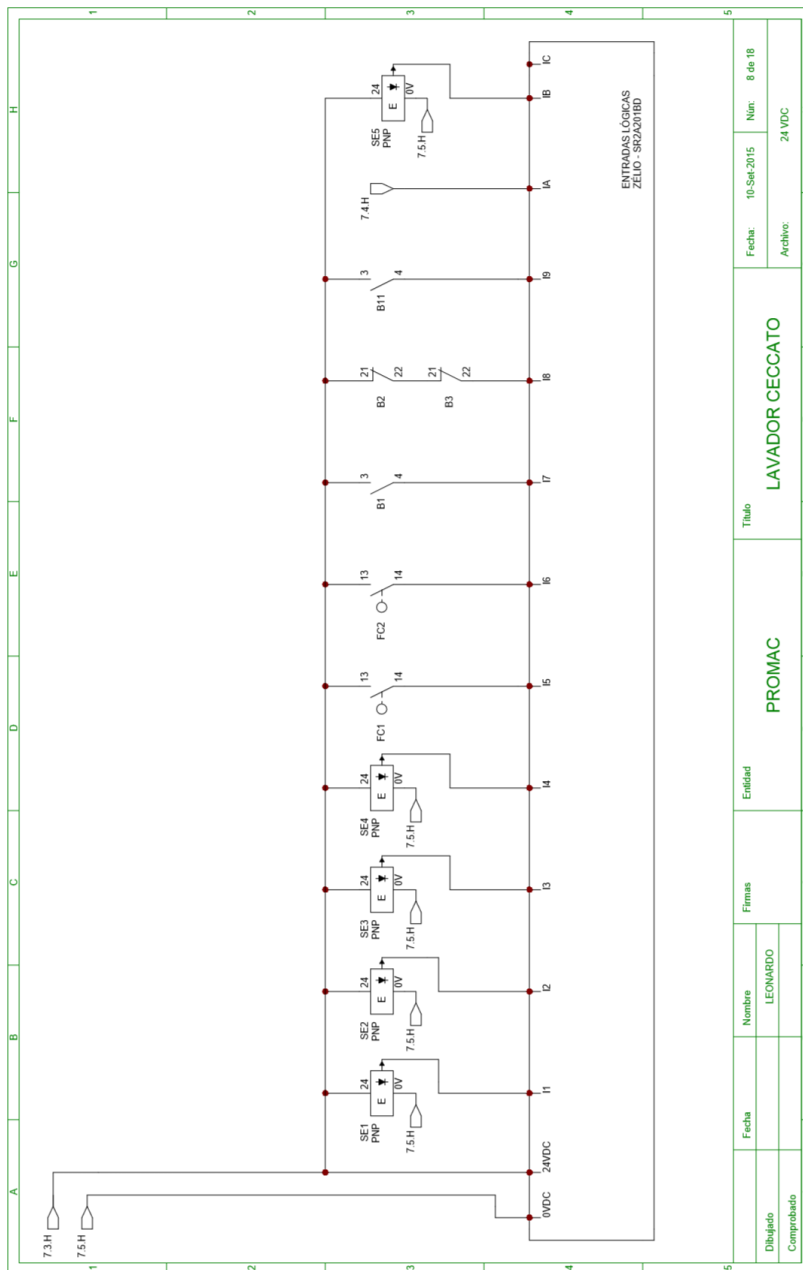
Fonte: Dos autores.



Título		LAVADOR CECCATO	
Fecha:	10-Set-2015	Nº:	7 de 18
Arquivo:	24VAC-2		
Enidad			
Firmas			
Fecha	Nombre	LEONARDO	
Dibujado	Comprobado		

APÊNDICE VI: DIAGRAMA DE COMANDO 2

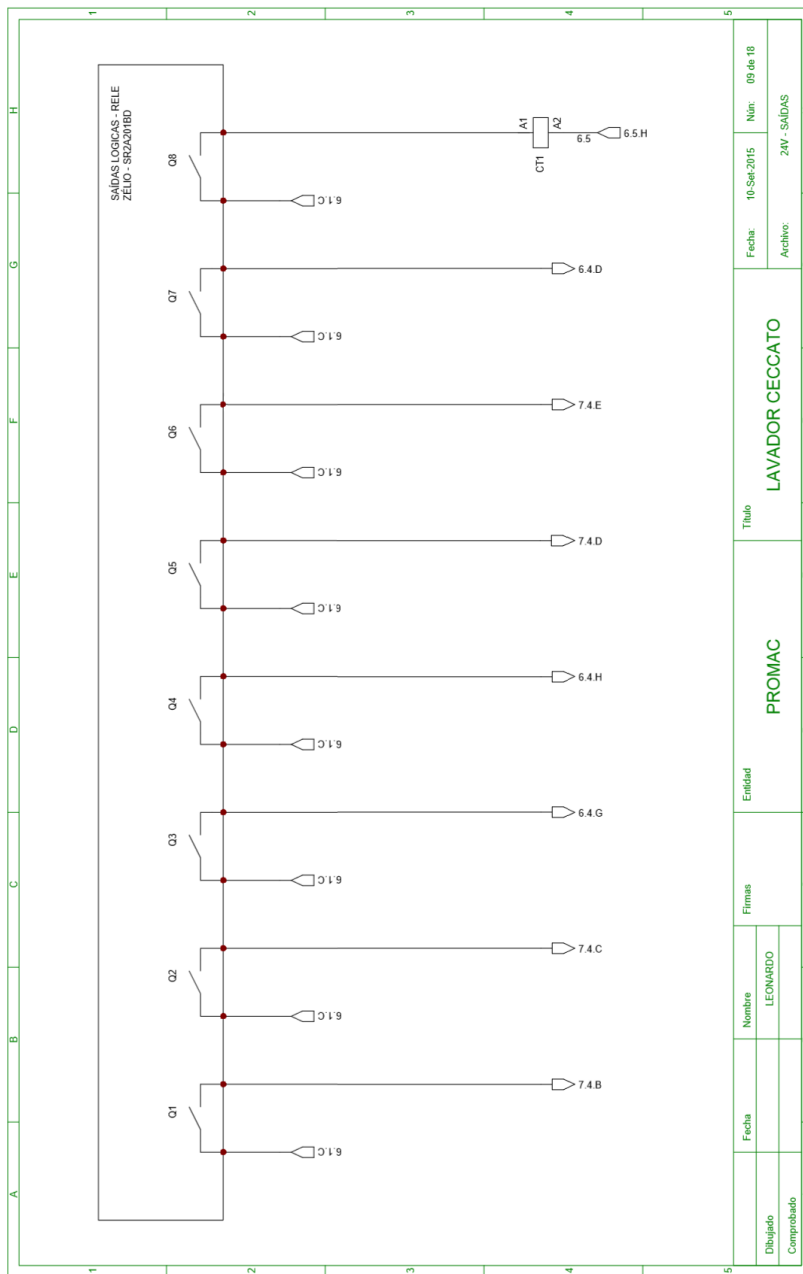
Fonte: Dos autores.



Dibujado		Fecha	10-Sep-2015	Núm.	8 de 18
Comprobado		Título		Archivo	24 VDC
Firmas			LAVADOR CECCATO		
Entidad			PROMAC		
Nombre		LEONARDO			

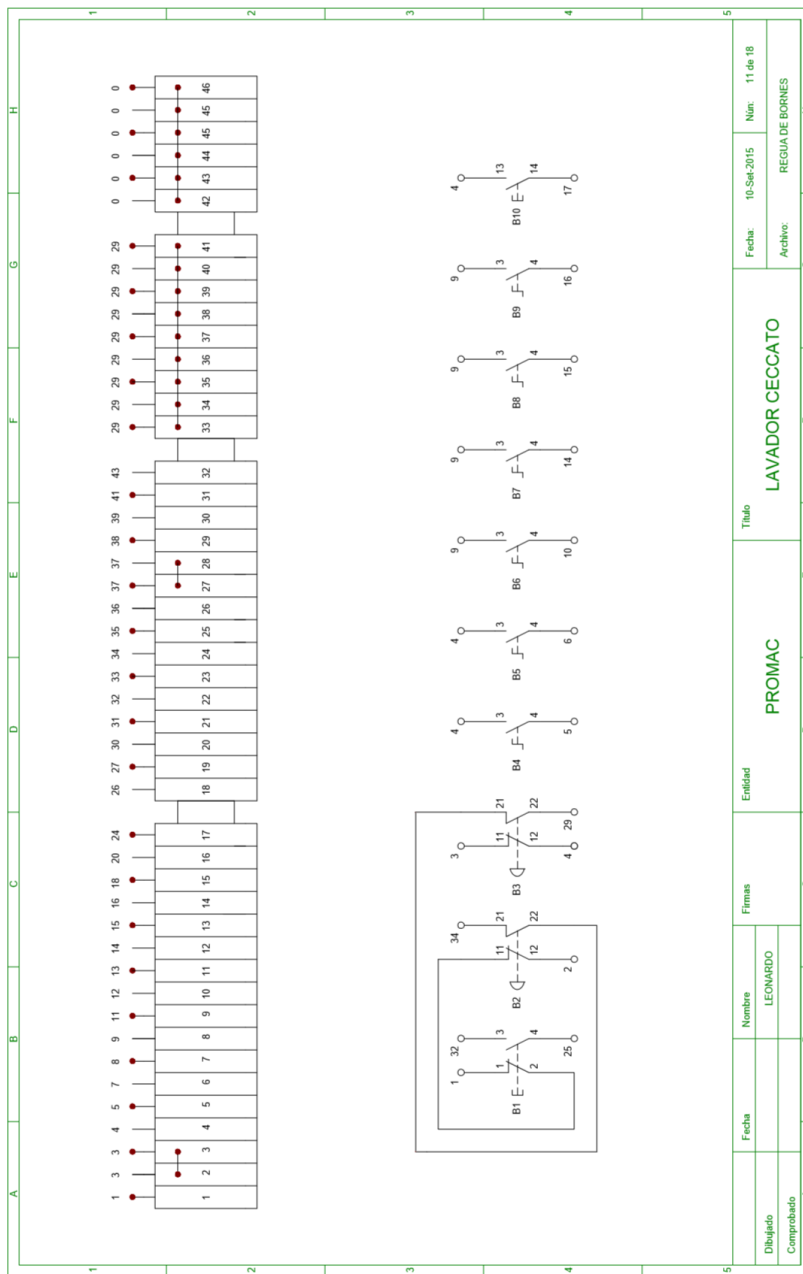
APÊNDICE VII: ENTRADAS LÓGICAS

Fonte: Dos autores.



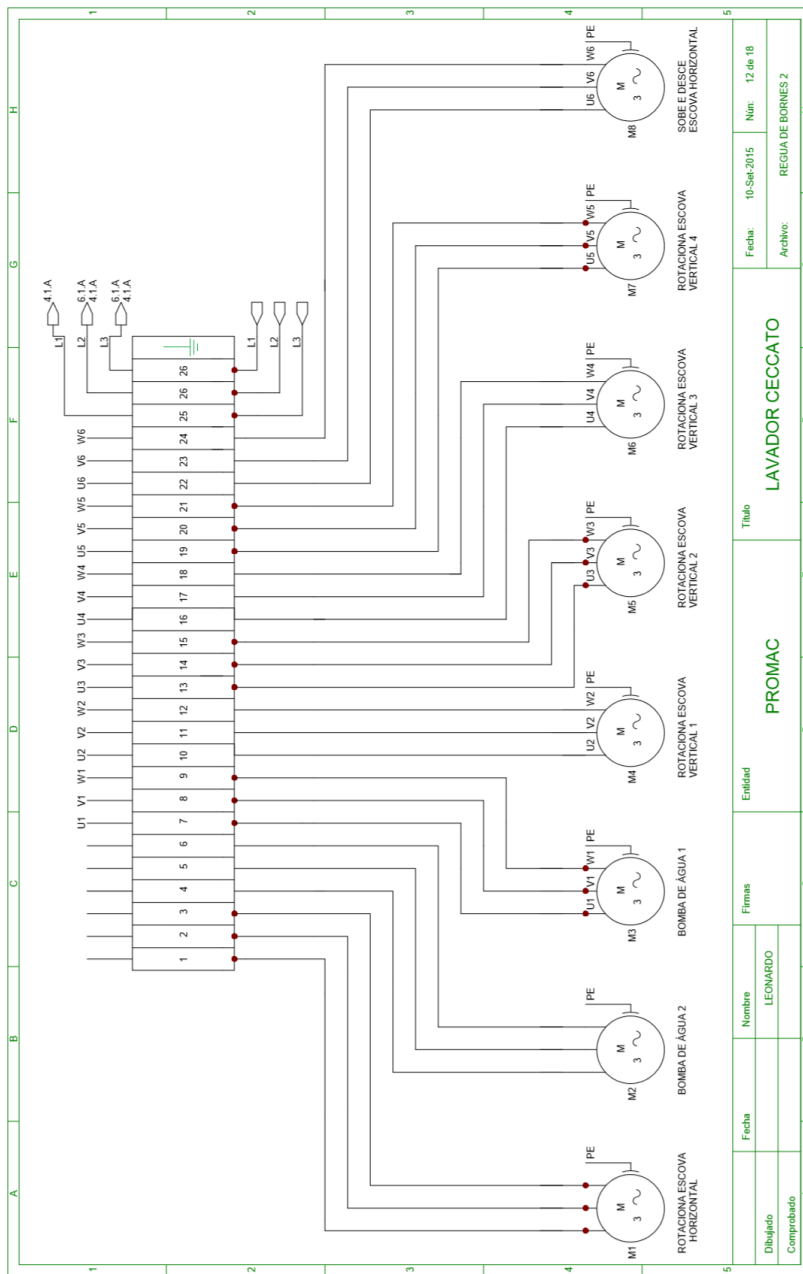
APÊNDICE VIII: SAIDAS LÓGICAS

Fonte: Dos autores.



APÊNDICE X: BORNES DO CIRCUITO DE COMANDO

Fonte: Dos autores.



APÊNDICE XI: BORNES DO CIRCUITO DE FORÇA

Fonte: Dos autores.

Dibujado		Fecha		Título		Fecha		Num:	
Comprobado		Nombre		Entidad		10-Sep-2015		12 de 18	
		LEONARDO		PROMAC		Archivo:		REGIA DE BORNES 2	
				LAVADOR CECCATO					

ANÁLISE DOS PRINCIPAIS TIPOS DE MANUTENÇÃO VOLTADOS PARA A INDÚSTRIA

RENAN APARECIDO DO CARMO¹
ANTONIO CARLOS RODRIGUES²
SAULO AGUIAR SAES³

Resumo: Este artigo aborda uma análise dos principais tipos de manutenção encontrados na indústria desde a revolução industrial, e apresenta exemplos práticos dos efeitos causados pela manutenção em uma empresa com objetivos de melhoria na produtividade e redução de custos. Cada método de manutenção tem um impacto exercido sobre a linha de produção e através deste método pode-se definir qual a real necessidade da empresa. A comparação das manutenções adotadas por uma empresa, que foram apresentadas neste estudo, mostra justamente, o benefício de possuir uma manutenção planejada, que segundo os autores aqui referenciados, permitem o aumento da capacidade produtiva de uma organização e até mesmo sua maior rentabilidade, pois os equipamentos, com a utilização do planejamento de manutenção permanecem a maior parte do tempo, disponíveis para a utilização.

Palavras-chave: Manutenção, Métodos e Análise.

¹<Graduação – Tecnologia em Manutenção Industrial, da Faculdade da indústria Senai Londrina. E-mail: renandocarmo7@gmail.com>

²<Especialista em Engenharia da Manutenção – Faculdade da Indústria Senai Londrina E-mail: antonio.rodrigues@pr.senai.br >

6 INTRODUÇÃO

De acordo com Xavier (2001) os métodos de manutenção começaram a ser desenvolvidos com a revolução industrial, para que permitissem a utilização do potencial máximo dos equipamentos, que significa permitir o uso total do equipamento, da forma em que foi dimensionado durante o processo de produção. No entanto, em seu início, a manutenção era executada apenas quando o equipamento apresentava falhas, pois, não se buscava melhorias nessas manutenções por se tratar de equipamentos com pouca mecanização.

Com o decorrer do tempo outras necessidades foram surgindo como, por exemplo: maior demanda por produtos principalmente após a Segunda Guerra Mundial, isto fez com que os equipamentos fossem aprimorados exigindo avanços nos métodos de manutenção. Então começaram a desenvolver os procedimentos que buscavam reduzir as falhas nos equipamentos e até mesmo eliminá-las.

O desenvolvimento dos métodos de manutenção continua atualmente, cada vez mais com a intenção de garantir a disponibilidade total das máquinas para o processo de produção.

Com a recente crise econômica vivida pelo país, definir o método de manutenção a ser adotado pela empresa, pode garantir a permanência da mesma no mercado, pois, nem sempre é possível repassar os gastos aos consumidores finais, e ter máquinas indisponíveis significa redução da capacidade de produção e mão-de-obra sem utilização que acarreta em um aumento ainda maior nos custos de produção. Entre os procedimentos adotados, cada vez mais são utilizadas manutenções planejadas que permitem prever as possíveis falhas em equipamentos, e permitindo a programação da manutenção para realizar a tarefa necessária sem interferir a utilização do equipamento.

As análises e os métodos de manutenção existentes, vistos para a execução dos estudos relacionada aos diversos tipos de manutenção existentes: manutenção corretiva, preventiva, preditiva, detectiva, engenharia de manutenção e a TPM (manutenção produtiva total) com as ocorrências em chão de fábrica. Contando com a colaboração da Granjeiro Alimentos, foi possível obter um comparativo entre os resultados apresentados por cada tipo de manutenção, afinal, o objetivo principal dos métodos de manutenção é garantir o funcionamento dos equipamentos para o processo de produção, no entanto, cada método apresenta um resultado diferente que cabe a empresa individualmente definir o melhor para o seu processo.

1.1. EMPRESA

Fundada em 1988, a Granjeiro Alimentos Ltda. atua na área de abate e comercialização de aves, buscando excelência no produto oferecido. Conta com um rigoroso sistema de controle de qualidade e Inspeção Federal.

Atualmente a empresa apresenta um quadro de aproximadamente 600 funcionários divididos por diversos setores, desde recepção à expedição. Além disso, a empresa acredita que uma forma positiva de manter a qualidade oferecida é investir na capacitação de seus funcionários, foi com base nesta ideologia, que se realizou uma análise nas alterações relacionadas com o tipo de manutenção aplicado nos equipamentos pertencentes ao processo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.5 História da manutenção

As manutenções tornaram-se mais regulares e importantes com o passar dos anos, afinal no início da revolução industrial os equipamentos tinham uma baixa mecanização, isto fazia com que fossem realizados apenas “[...] serviços de limpeza, lubrificação e reparo após a quebra, ou seja, a manutenção era, fundamentalmente, corretiva.” (XAVIER, 2001).

No entanto, no período pós-guerra houve um aumento na demanda produtiva exigindo a maior produtividade e uma redução do número de falhas. Esta necessidade, segundo Xavier (2001), fez com que surgissem procedimentos de manutenção realizados em períodos pré-determinados, porém, este trabalho aumentava os encargos operacionais. A partir daí, surgiram às outras fases da manutenção que buscavam adotar métodos para elevar a durabilidade dos componentes e equipamentos.

Segundo Xavier (2001, p. 01) as manutenções: corretiva, preventiva, preditiva, engenharia de manutenção e a TPM são divididas em cinco gerações desde 1930, onde cada uma delas abrange um tipo de exigência.

A primeira geração da manutenção abrange o período da revolução industrial, onde os equipamentos eram simples e em sua maioria superdimensionados. Segundo Pinto e Xavier (2001) neste período a produtividade não era prioritária, isto fazia com que fossem desprezadas as manutenções sistematizadas e os reparos ocorriam após a quebra. Com isto define-se a manutenção corretiva não planejada, e a

competência dos executantes eram voltadas apenas para a habilidade de reparos necessários.

Entre as décadas de 50 e 70 ocorreu a segunda geração da manutenção, nesta fase a demanda por diversos tipos de produtos aumentou, devido à Segunda Guerra Mundial e junto a isto, a diminuição da mão-de-obra industrial. Durante este período houve um forte aumento da mecanização dos equipamentos, além disso, a produtividade passou a ter relação direta com o bom funcionamento dos equipamentos, fazendo surgir o conceito de manutenção preventiva, buscando evitar falhas nos equipamentos.

De acordo com Xavier (2001) após a década de 70 o processo de mudança industrial acelerou-se, e a paralisação da produção aumentava os custos e afetava a qualidade do produto devido a diminuição do volume produzido. No regime de produção adotado neste momento, qualquer para de equipamento, significava paralisação da fábrica. Neste período da manutenção começou a desenvolver os sistemas de manutenção voltados a confiabilidade dos equipamentos e a busca pela diminuição das falhas, que aumentaram devido à mecanização e automação dos processos industriais.

Na quarta geração da manutenção começa a se consolidar a Engenharia de manutenção que tem como maior justificativa de existência a Disponibilidade, Confiabilidade e Manutenibilidade. O principal objetivo deste método de manutenção é intervir cada vez menos na planta, isso leva ao aumento da utilização das praticas de manutenção preditiva e de monitoramentos dos equipamentos. Segundo Xavier (2001), a quarta geração de manutenção busca reduzir a aplicação da manutenção preventiva, afinal, mesmo sendo um método que busca reduzir as falhas, causa uma paralisação dos equipamentos, e isto, reflete de forma negativa à produção. A quarta geração da manutenção trouxe também o aprimoramento da contratação e da terceirização buscando relações de parceira que gerem resultados satisfatórios.

Por fim, a quinta geração mantém as praticas adotadas na geração anterior, no entanto, o principal foco agora é a necessidade de sobrevivência da empresa, a busca pela competitividade e os resultados empresariais. Alguns dos pontos principais desta fase são: aumento da manutenção preditiva, participação efetiva em projetos e aquisições, monitoramento do desempenho dos equipamentos, a excelência da Engenharia de manutenção, entre outros pontos, todos eles voltados para a maior rentabilidade da empresa.

2.6 Conceito de manutenção

Segundo Almeida (2014, p. 15), a palavra manutenção é oriunda do “[...] latim, *manus tenere*, que significa “manter o que se tem” [...]”, outros autores, porém, utilizam outras formas de expressão, no entanto, todas relacionadas a manter algo da forma que deve ser.

Como meio de certificar que a principal meta da manutenção é preservar o estado original da máquina e garantir o seu perfeito funcionamento, segundo Ferreira (1986) a manutenção é “ação ou efeito de manter”. Isto significa que os trabalhos realizados pela manutenção devem permitir a boa utilização.

Desta maneira entende-se que manutenção é um conjunto de ações que busca manter algo desenvolvendo a atividade para qual foi destinada, no caso da manutenção na indústria, busca-se manter os equipamentos em perfeitas condições de funcionamento para que se conclua o processo de produção dependente deste equipamento, assim como descrito NBR 5462/1994 mantabilidade é definida como:

Capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos. (NBR 5462, 1994)

A principal missão ou o maior objetivo da manutenção é manter os equipamentos operantes e executando suas funções. Xavier (2001), afirma que para detectar a mantabilidade dos equipamentos devem-se observar cinco requisitos principais: orientação dos operadores; tempo de execução e média de paradas; condições básicas necessárias e a habilidade dos profissionais.

O principal objetivo da manutenção consiste em manter os equipamentos em condições nominais de trabalho, independentemente do tempo de uso deste equipamento. Para isso existe uma série de tarefas que vão desde a limpeza do equipamento até a substituição de peças.

Além de colaborar com a parte produtiva e financeira de uma indústria, logo, quanto maior a capacidade de produção de um equipamento, maior é sua rentabilidade para a empresa, uma boa manutenção auxilia também em fatores legais, afinal, a legislação atual determina que não exista exposição dos funcionários a fatores de riscos, sendo eles de acidentes ou

contaminações, provenientes de resíduos sólidos, ruídos, poluição por gases e outros tipos de riscos.

Atualmente os principais métodos de manutenção segundo Xavier (2001) são: ‘corretiva não planejada, corretiva planejada, preventiva, preditiva, detectiva e engenharia de manutenção’. A opção pela utilização do modelo de manutenção a ser utilizado fica a critério da gestão, de acordo com as características das manutenções e necessidades da empresa.

2.6.1 Corretiva não planejada

Este método de manutenção surgiu com o início da revolução industrial, neste período os equipamentos não possuíam grandes mecanizações e também pela cultura, a manutenção nesta fase era voltada apenas para “[...] limpeza, lubrificação e reparo após a quebra.”. Não existia nenhum método para se evitar falhas, elas eram apenas corrigidas.

A manutenção corretiva é baseada em consertar um equipamento após apresentar um defeito em sua funcionalidade, embora seja muito utilizado este método é considerado inadequado para os dias atuais (SANTOS, 2013).

Algo muito comum de se encontrar quando é aplicado este tipo de manutenção é a utilização de materiais improvisados para resolver o problema momentaneamente, no entanto, essas situações acabam por reduzir a vida útil e prejudicar o rendimento dos equipamentos.

2.6.2 Preventiva

Durante a Segunda Guerra Mundial, juntamente com o início da segunda geração da manutenção onde, devido à exigência de produtos no mercado, as empresas foram forçadas a investir na mecanização de seus equipamentos, conseqüentemente, a necessidade do funcionamento correto destes equipamentos se tornava cada vez mais essencial. Para evitar essas falhas surge a:

Manutenção preventiva: manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritivos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item. (NBR, 1994, p. 37)

Pereira (2011, p.110) diz que “[...] é necessário manter o negócio em pleno funcionamento para se manter competitivo”. Deste modo entende-se

que o objetivo principal da manutenção preventiva é manter os equipamentos em seu estado de utilização e conservação através de um plano elaborado que busca evitar falhas inesperadas durante o processo.

Quando comparado à manutenção corretiva, apresenta a viabilidade deste método de manutenção, por ser adotado por inúmeros complexos indústrias que o utilizam (ALMEIDA, 2014). A manutenção preventiva além das questões produtivas auxilia também na questão do desenvolvimento dos colaboradores da manutenção, que passam a ter maior consciência da importância de seu trabalho, como comprovação, Santos (2013, p.13) diz que com a implantação da manutenção preventiva ‘os mecânicos deixam de serem meros trocadores de peças, tornando-se profissionais realmente qualificados’.

2.6.3 Preditiva

A forte mudança no processo industrial marcou o início da década de 70. A necessidade de reduzir custos e aumentar a qualidade dos produtos ofertados, juntamente com a cobrança em relação à preservação ambiental praticamente obrigou as empresas a investirem em automações e mecanizações. Assim se fez necessário o aumento de confiabilidade e disponibilidade do processo. (XAVIER, 2001). Com este tipo de procedimento, aliado as tecnologias é possível prever as possíveis falhas através de três métodos de acompanhamento:

- Monitoramento subjetivo
- Monitoramento objetivo
- Monitoramento contínuo

De acordo com Xavier (2001) o monitoramento subjetivo é aquele realizado basicamente sem o uso de aparelhos, ou seja, os próprios encarregados pela manutenção utilizam seus sentidos para avaliar a situação do componente, como por exemplo, a utilização do tato para verificar a temperatura de mancais, a viscosidade dos lubrificantes ou detectar folgas entre peças, assim como os ruídos podem ser percebidos através da audição. Enfim, o acompanhamento subjetivo deve ser também estimulado, embora possa causar divergência opiniões devido ao entendimento individual. Mas é preciso cuidado dobrado com os riscos de acidente.

Existe também o acompanhamento objetivo que é realizado por medições com aparelhos. Estas medições são mais confiáveis por fornecerem os mesmos valores independentemente de quem está executando, mas para

isso, são necessários os mesmos procedimentos. Entre as diversas análises possíveis, podem-se considerar três principais: análise de vibração, termografia e análise em lubrificantes. A análise de vibração pode ser realizada através de estetoscópios, dinamômetros e balaceadoras.

Figura 1 – Analisador de Vibração Fluke 810



Fonte: Fluke, 2016.

A Figura 1 mostra um analisador de vibração, uma sonda é instalada em determinado ponto do equipamento e conectado ao aparelho onde através dessa sonda, as vibrações são coletadas pelo aparelho e comparadas aos padrões iniciais da máquina, assim definindo, se o equipamento necessita ou não de uma intervenção da manutenção.

A câmera termográfica é capaz de exibir a temperatura dos componentes através do seu visor. A análise termográfica é realizada apenas com o direcionamento da câmera para o equipamento.

Figura 2 – Câmera Termográfica Fluke Ti-110



Fonte: Fluke, 2016

A figura 2 apresenta uma câmara termográfica utilizada para verificação de temperatura tanto em equipamentos, quanto em painéis elétricos. Com este aparelho é possível detectar se a temperatura está adequada para a função dos equipamentos, se não existem conexões soltas e outras verificações.

A terceira análise principal do método preditivo é realizada nos lubrificantes dos equipamentos, em óleos de redutores, bombas hidráulicas e diversos tipos de fluidos. Os lubrificantes são analisados através de viscosímetro, espectrógrafos e ferrógrafos.

Figura 3 – Viscosímetro Fungilab



Fonte: Fungilab, 2016

O viscosímetro apresentado na figura 3 é um dos aparelhos utilizados para a análise de lubrificantes, ele compara o nível de viscosidade do lubrificante que está sendo utilizado no equipamento com a viscosidade original do óleo, avaliando a necessidade de troca do lubrificante. Além da análise de viscosidade, os lubrificantes podem ser submetidos a análises de ferrográfica e espectrográficas, todas elas voltadas para o melhor funcionamento do equipamento.

O terceiro acompanhamento que pode ser realizado na manutenção preditiva é o monitoramento contínuo que de acordo com Xavier (2001) quando este surgiu, era utilizado somente em máquinas essenciais para o processo, por se tratar de um alto valor de aquisição. No entanto, com o avanço da eletrônica e de sistemas digitais, a gama de utilização aumentou significativamente. O acompanhamento contínuo é realizado através de aparelhos que monitoram constantemente o funcionamento dos equipamentos e permitem a visualização em tempo real, além disso, os aparelhos deste monitoramento, devem realizar a parada do equipamento, através de um parâmetro pré-definido, para evitar quebras. Este tipo de monitoramento pode

ser realizado através de termopares, medidores de resistência elétrica, acelerômetros, analisadores de energia e outros aparelhos.

Segundo Xavier (2001), a manutenção preditiva é considerada a primeira grande quebra de paradigmas por se tratar de uma mudança radical no comportamento da manutenção e por exigirem cada vez mais o conhecimento tecnológico para a avaliação confiável dos sistemas em funcionamento.

2.6.4 Detectiva

A manutenção detectiva começou a ser conhecida e aplicada a partir da década de 90, e seu método de atuação, como citado por Xavier (2001, p.44) é a “[...] atuação efetuada em sistemas sistema de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.”.

Em uma industrialização que fala cada vez mais em confiabilidade dos equipamentos, esta é a principal aliada neste quesito.

2.6.5 Engenharia de manutenção

A Engenharia de manutenção está voltada para ser o suporte da manutenção que busca, de acordo com Pinto e Xavier (2001, p.68): aumentar a confiabilidade, a disponibilidade, melhorar a manutenibilidade dos equipamentos e eliminar seus defeitos crônicos, buscar a melhoria da capacitação do pessoal, ter controle sobre materiais e sobressalente, analisar as falhas e acompanhar os indicadores.

Pinto e Xavier (2001) afirmam que após a mudança do sistema preventivo para o sistema preditivo, a implantação da Engenharia de manutenção é a segunda quebra de paradigma que proporciona um resultado satisfatório. Basicamente a Engenharia de Manutenção é responsável por melhorar o desempenho da manutenção e no desenvolvimento de serviços buscando a satisfação total dos interessados.

2.6.6 Manutenção produtiva total (tpm)

A TPM é o método de manutenção atualmente mais desejado por todas as gestões desta área, seu foco é garantir a melhoria contínua dos serviços prestados à empresa, e seu funcionamento é baseado em oito pilares, onde cada um tem sua participação direta na melhoria dos processos.

2.2.6.1. Manutenção focada

Este pilar busca a redução de ruídos, excesso de temperatura e vibração, reduzir o tempo de parada dos equipamentos, aumentar o tempo entre falhas que significa uma maior confiabilidade aos equipamentos. Essas melhorias representam maior disponibilidade e rendimentos para a empresa.

2.2.6.2. Manutenção autônoma

A manutenção autônoma permite a liberdade de ação em relação ao equipamento, onde normalmente os operadores têm a autonomia para realizar serviços em seus equipamentos mantendo os padrões estabelecidos.

2.2.6.3. Manutenção planejada

O planejamento e o controle da manutenção é o principal objetivo deste pilar, possuir um sistema de manutenção planejada baseia-se na utilização de um sistema mecanizado para programação diária e de paradas.

2.2.6.4 Educação e treinamento

Investir na capacitação de todos os funcionários da empresa, de acordo com Pereira (2011), é benefício tanto para os colaboradores quanto para a organização. Para alcançar o objetivo de aumento da produtividade é necessário que os operadores saibam utilizar ferramentas de montagem e que os mantenedores conheçam tecnicamente os equipamentos para a realização de serviços necessários. Mesmo parecendo óbvio, a ausência de treinamentos trás como consequência a má operação, que pode acarretar em produtos fora das especificações, gerando uma diminuição da produtividade.

2.2.6.5 Controle inicial

Estabelecer um gerenciamento para a fase inicial de novos equipamentos e processos, eliminar falhas em sua origem e implantar sistemas de monitoramento são tipos de procedimentos conhecidos também como terotecnologia, que é uma combinação entre finanças e gerenciamento que buscam obter informações necessárias para analisar o desempenho e custos operacionais. Segundo Pereira (2011), o controle inicial visa a prevenção da manutenção, onde tem-se estudos para a aquisição de novos

equipamentos e a instalação dos mesmos. Um projeto efetivo deve permitir a maior velocidade nos reparos, a facilidade do acesso, proteções em suas partes móveis, entre outros requisitos. Todos os procedimentos adotados devem levar a um aumento de confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos.

2.2.6.6 Manutenção da qualidade

O principal objetivo da manutenção da qualidade é cumprir exigências das normas existentes que buscam garantir a satisfação do cliente e a qualidade do produto final. Os trabalhos realizados pela manutenção devem seguir padrões pré-determinados pelos sistemas de qualidade e essa responsabilidade deve passar também por todos os setores da indústria.

Segundo Pereira (2011), a gestão da qualidade deve determinar posturas comportamentais, como por exemplo: liderança participativa, abordagem sistemática dos processos e melhoria contínua em todos os níveis da organização. Todas estas ações devem colaborar com a satisfação total do cliente.

2.2.6.7 TPM Office

Estabelecimento de um programa de TPM nas áreas administrativas, visando o aumento de sua eficiência. Segundo Pereira (2011) o TPM *OFFICE* busca a melhoria nas áreas que dão suporte a manutenção, como por exemplo, setor responsável pelas compras evitando a falta de material em questão de treinamento para os operadores e manutentores, evitando que os equipamentos fiquem parados por falta de conhecimento necessário para o reparo, entre outros motivos.

A área administrativa relacionada com a manutenção é responsável pelo desenvolvimento pessoal dos colaboradores, aumentando o espírito de trabalho em equipe, a satisfação do colaborador visando cada vez mais o objetivo de perda zero.

2.2.6.8 Segurança e meio ambiente

Uma boa rentabilidade para a empresa está ligada diretamente às ações que buscam a ‘perda zero’ ou ‘zero defeitos’. No entanto, quando no processo existe um alto índice de acidentes de trabalho e a poluição ao meio ambiente, na verdade, a rentabilidade não existe. De acordo com Pereira

(2011), as áreas de Qualidade, Recursos Humano, Manutenção e Produção devem trabalhar em conjunto buscando as metas de eficiência requerida.

Este pilar utilizado de forma correta auxilia na redução de acidentes de trabalho e poluição do meio em que está localizado, tanto na relação de melhoramento das condições de trabalho, quanto em conscientização dos trabalhadores. Desta forma os principais objetivos com a utilização deste pilar, tornam-se:

- Cuidados com a integridade dos colaboradores.
- Precauções em relação ao meio em que está localizada a empresa.
- Disciplina e conscientização.

3 METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste artigo foi definida através de pesquisa sobre trabalhos semelhantes e literaturas que abordavam o tema proposto, que são: a análise dos tipos de manutenção existentes e as características de cada um dos métodos de manutenção. Para realização deste trabalho foi necessário seguir alguns passos importantes para o decorrer da análise:

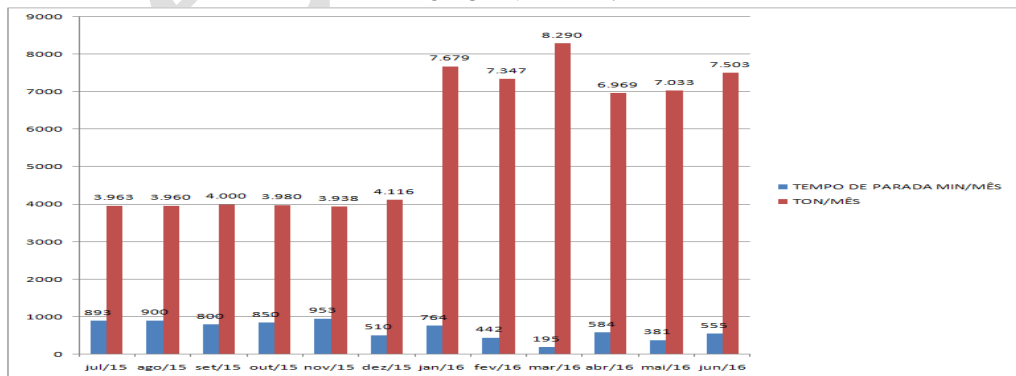
- Passo 1: analisar os métodos de manutenção existentes, conhecer as principais características de cada um e os impactos que causam em uma planta industrial.
- Passo 2: após a análise das manutenções existentes foram definidos os principais pontos a serem enfatizados.
- Passo 3: através da análise bibliográfica e dos conhecimentos desenvolvidos no decorrer da pesquisa, as afirmações realizadas na teoria foram comparadas com o comportamento dos equipamentos no chão de fábrica.
- Passo 4: a comparação entre a teoria das manutenções e os resultados obtidos no chão de fábrica, teve o intuito de comprovar as afirmações realizadas neste artigo.

4 ANÁLISES E RESULTADOS

Analizando os métodos de manutenção corretiva, preventiva, preditiva e TPM, vistos neste estudo, obtêm-se os efeitos que cada um causa em planta industrial: a manutenção corretiva mesmo sendo utilizada em determinadas situações atualmente nas empresas, gera um transtorno devido à interrupção do processo de produção que acaba de certa forma aumentando os custos e afetando o rendimento da organização. Em combate as paradas inesperadas durante o processo tem-se a manutenção preventiva que em intervalos determinados executa intervenções nos equipamentos, evitando quebras imprevistas durante sua utilização, entretanto, mesmo que essa parada seja programada, tal equipamento fica indisponível para a produção e isso significa que mesmo estando em um cronograma este equipamento deixa de produzir por algum tempo no qual poderia gerar lucro para a empresa.

O método de manutenção adotado pela empresa pode determinar o seu rendimento, pois, de acordo com a característica deste método utilizado, os equipamentos da empresa apresentarão, com a manutenção corretiva, por exemplo, falhas durante sua utilização, gerando desperdício de matéria prima e redução da produtividade. Por sua vez, a manutenção a partir deste ponto de vista, pode considerar que quanto mais um equipamento apresenta falhas, mais gastos com a manutenção e menor produtividade ele apresenta, logo, se os equipamentos permanecem em funcionamento por mais tempo a capacidade produtiva dessa organização pode aumentar. Para exemplificar esta colocação foram analisados os dados da empresa Granjeiro, de acordo com a transição da manutenção corretiva para o método preventivo:

Figura 4 – GRÁFICO DE PARADAS DE EQUIPAMENTOS E PRODUTIVIDADE.



Fonte: Do autor, 2016

O gráfico da Figura 4 apresenta uma relação entre o tempo de paradas de equipamentos e toneladas de aves abatidas. Estes dados são obtidos mensalmente, e torna possível notar as melhorias no processo de produção, tanto em relação à capacidade produtiva, quanto em tempo de paradas de equipamentos. As informações contidas no gráfico apresentam uma média de 817,6 minutos de parada por mês, com uma capacidade produtiva média de 3.992,83 toneladas do mês de Julho à Dezembro de 2015, durante este período trabalhava-se em regime de manutenção corretiva. Já no período de Janeiro à Junho de 2016, onde foi dado início o processo de manutenção planejada, as médias obtidas mudam para 486,83 minutos de paradas e uma capacidade produtiva de 7.470 toneladas de aves abatidas.

Essa comparação serve para constatar, na prática, as afirmações dos autores que são referências neste trabalho e apoiam uma manutenção planejada.

Os métodos de manutenção estudados indicam que a manutenção corretiva descarta atitudes simples que podem evitar falhas maiores. De acordo com Pereira (2011), a manutenção corretiva se caracteriza pela falta de planejamento e desprezo das perdas de produção.

A falta de planejamento pode apresentar interrupções do processo de manutenção devido às falhas nos equipamentos, estas podendo ainda ser repetitivas, afinal, não se busca detectar a causa dos problemas e eliminá-las.

Quando se trata de manutenção planejada, podem-se observar as mudanças comportamentais tanto dos gestores, quanto dos mantenedores que passam a buscar novas formas de executar suas tarefas. Dentro da manutenção planejada podemos encontrar as manutenções preventivas e as preditivas. A manutenção preventiva é aquela que em intervalos pré-determinados executa uma intervenção em certo equipamento, realizando substituições de componentes, tais como: rolamentos, eixos, buchas, engrenagens e etc. que podem vir a apresentar falha durante o processo causando interrupção de funcionamento. A manutenção preventiva é responsável também pelos serviços de lubrificação, limpeza, reapertos de partes móveis, dentre outras ações que ajudam na conservação dos equipamentos e na redução de quebras.

A manutenção preditiva atua no acompanhamento dos equipamentos através de análises de vibração, termográficas, e outras ferramentas que ajudam a supervisionar o desempenho dos equipamentos, estes supervisórios comparam os dados obtidos nas amostras com os padrões definidos de condição de trabalho para cada uma das máquinas.

5 CONCLUSÃO

Os métodos de manutenção foram adaptados conforme a necessidade da indústria, como também os processos e equipamentos. Em seu início a manutenção corretiva era o principal meio de garantir a funcionalidade das máquinas, ou pelo menos que as fizessem voltar funcionar o quanto antes. No entanto o desenvolvimento industrial e aumento na demanda consumidora obrigou a criação de novos tipos de manutenção. Surge então as manutenções preventivas e preditivas, além da recente TPM, que buscam atender exatamente as exigências das indústrias que não eram supridas pela manutenção corretiva, como por exemplo, a confiabilidade dos equipamentos.

Deste modo torna-se uma maneira ultrapassada se manter no mercado com a manutenção corretiva, tendo conhecimento, de que seus custos são elevados em relação as manutenções planejadas, que além de tudo, são mais eficientes.

As manutenções planejadas apresentam uma maior disponibilidade dos equipamentos para o processo de produção, e esta é uma das exigências básicas para a manutenção atualmente. Um equipamento onde o tempo entre as ocorrências de falha é baixo mostra que um possível bloqueio do desenvolvimento da produção. Evitar estas falhas é responsabilidade do planejamento da manutenção e é justamente neste ponto que as manutenções preventiva e preditiva atuam, entretanto, considera-se a manutenção preditiva mais eficiente por se tratar da utilização de aparelhos que realizam análises nos equipamentos buscando encontrar falhas que possam ocorrer. Com isto torna-se possível atuar efetivamente na resolução do problema e evitar a parada do equipamento para manutenção sem necessidade que geralmente promove gastos desnecessários.

Desta forma, a utilização da manutenção preventiva tende a otimizar os resultados dos equipamentos em relação a disponibilidade e confiabilidade, assim, permite que a empresa tenha condições de aumentar sua capacidade produtiva, pois, seus equipamentos estarão em melhores condições de uso.

ANALYSIS OF THE MAIN TYPES OF MAINTENANCE RETURNED FOR THE INDUSTRY

Abstract

This article commits analysis of the main types of maintenance found in the industry since the industrial revolution and presents practical examples of the effects caused by maintenance in a company. With the change in the need for production, corrective and planned maintenance emerged. Each maintenance method has an impact on the production line, and through this method it is possible to define the real need of the company. The comparison of the maintenance adopted by a company, which was presented in this study, shows precisely the benefit of having a planned maintenance, which, according to the authors referred to, allows the increase of the productive capacity of an organization and even its greater profitability, since the Equipment, with the use of maintenance planning remain most of the time available for use.

Keywords: Maintenance, Methods and Analysis.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção mecânica industrial: conceitos básicos e tecnologia aplicada.** São Paulo: Érica, 2014.

BRANCO FILHO, Gil. **Dicionário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade.** 4.ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.

FARIAS, José Geraldo de Aguiar, **Administração da manutenção.** 1.ed. São Paulo: Pioneria, 1994. 167 p. (02)

NBR 6022 2003, **Informação e documentação - Artigo em publicação periódica científica impressa.**

NBR 10520 2002, **Informação e documentação - Citações em documentos.**

NBR 14724 2011, **Informação e documentação — Trabalhos acadêmicos.**

NBR 5462 1994, **Confiabilidade e manutenibilidade.** Rio de Janeiro, NORMATÉCNICA.

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia de Manutenção - Teoria e Prática.** 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2011.

PEREIRA, Mário J. **Técnicas avançadas de manutenção.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2010. 96 p.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Aquino Nacif. **Manutenção: função estratégica.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

SANTOS 2013, Valdir Aparecido dos. **Manual prático da manutenção industrial.** 4ª edição. São Paulo editora Iconew.

VERRI, Luiz Alberto. **Gerenciamento pela qualidade total na manutenção industrial: aplicação prática.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

VIANA, Herbert R. Garcia. **PCM Planejamento e Controle de Manutenção.** 1.ed. 2002.

e-TEC

SEGURANÇA EM MANUTENÇÃO SEMAFÓRICA EM ALTURA

OSMAR JULIÃO CORGOZINHO¹
EDGARD MENEZES²
LAÉRCIO BERGAMIN³

Resumo: O tema desse artigo trata da manutenção de semáforos em altura. O objetivo é destacar a importância desse tipo de manutenção porque ela exige equipamentos e procedimentos específicos para ter um satisfatório desempenho das tarefas, em especial no tocante a segurança dos envolvidos. O método utilizado foi a da revisão da literatura. Entre os resultados obtidos tem-se a elaboração de um passo-a-passo básico a ser utilizado pelas equipes de manutenção e a construção de um referencial bibliográfico que poderá ser útil na realização de treinamentos.

Palavras-chave: Segurança no trabalho. Semáforos. Manutenção em altura.

¹ Graduando; curso de Tecnologia em Manutenção Industrial, Faculdade de Tecnologia SENAI de Londrina. E-mail: juliao43@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

O tema deste trabalho aborda a manutenção de semáforo em altura que engloba várias situações em que há necessidade de emprego de equipamentos apropriados, que objetivam garantir o bom desempenho das tarefas executadas, em especial no que se refere a segurança das pessoas envolvidas na operação.

Tendo em vista o fator de risco que os operadores estão expostos haja vista que trabalham próximos de redes elétricas de correntes elevadas e trânsito intenso, um dos procedimentos prioritários é o de isolamento da área e a sinalização adequada para cada situação.

Outro fator a ser mencionado é a organização de equipamentos e ferramentas a serem usadas em cada situação. Os veículos de manutenção semaforicos precisam estar com todos os equipamentos vistoriados e com cada ferramenta em seu devido lugar, para que a execução deste trabalho interrompa o trânsito o menor tempo possível, causando o mínimo transtorno para o tráfego urbano. A Figura 1 dá uma dimensão da complexidade de um serviço com esse perfil, assim como do nível de improvisação que muitas vezes é adotado.

Figura 1 – Exemplo de atividade de manutenção improvisada



Fonte: Google Imagens (2016)

Fatos que justificam o autor deste trabalho a levantar questionamentos sobre o tema abordado, foram as experiências vividas por aqueles que trabalham como eletricitas de manutenção semafórica em cidades de referência, e a necessidade de incremento na área de treinamento de tais colaboradores.

No treinamento supracitado, faz-se necessário um aprimoramento e maior qualificação técnica de todos os envolvidos no processo, visando maior segurança e excelência nos serviços prestados.

No desenvolvimento far-se-á uma revisão bibliográfica de artigos e manuais disponíveis em sítios da internet, além de pesquisas realizadas no

acervo acadêmico da unidade SENAI em Londrina e a Biblioteca Municipal da referida localidade.

Esta monografia propôs que as empresas e órgãos públicos envolvidos na manutenção semafórica, busquem a otimização dos procedimentos desde o treinamento de seus funcionários até a realização da melhor execução possível de suas tarefas.

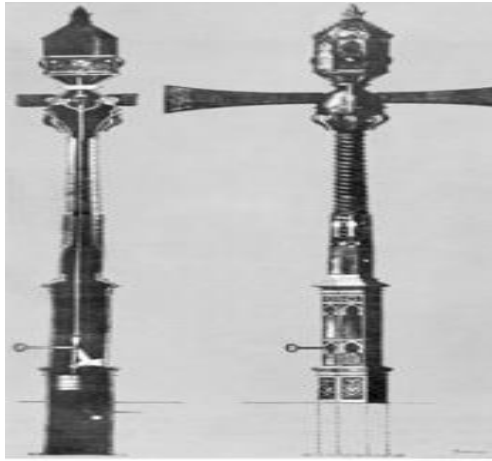
7 REVISÃO DA LITERATURA

a. Histórico dos semáforos

De acordo com o site Sinal de Trânsito (2016), a palavra semáforo tem origem grega e é composta pelo prefixo *sema*, que significa sinal e *foros*, que no grego antigo quer dizer algo que leva algo que transporta.

O primeiro semáforo a entrar em funcionamento, em 1868, representado na Figura 2, foi um dispositivo projetado pelo engenheiro ferroviário J.P. Knight, em Londres, no cruzamento das ruas George e Bridge, próximo ao parlamento inglês.

Figura 2 – Primeiro semáforo



Fonte: Sinal de Trânsito (2016)

Tal projeto não obteve êxito em decorrência de um acidente ocorrido 23 dias após o início de sua operação. Neste fatídico sinistro um policial que operava o semáforo perdeu sua vida, fato este que causou perplexidade e descrédito por parte das autoridades e população local.

O semáforo de Knight constituía-se em um dispositivo relativamente simples, onde dois braços, que em posição horizontal representavam o comando “PARE”, e em posição de 45° significavam “Siga com cuidado”.

De acordo com o artigo do site Sinal de Trânsito (2016), durante a noite uma lâmpada de gás verde e uma vermelha reforçavam as indicações do semáforo.

Logo ao entrar em operação o semáforo de Knight causou uma grande repercussão, e não somente pela inovação apresentada, mas por um fatídico acidente onde um oficial da polícia londrina perdeu a vida.

Tal fato demonstra a total alienação das autoridades e responsáveis no que tange a Segurança no Trabalho. Tendo um objeto de sinalização

composto por partes mecânicas e por gás, seria necessária uma legislação que até então não estava presente no ordenamento jurídico inglês e em nenhum outro país, vindo a ser conquistados pelos trabalhadores décadas mais tarde.

Com o avanço tecnológico e melhoria nos materiais, em 1912, um oficial da polícia de Salt Lake, Lester Wire, construiu o primeiro semáforo que trabalhava por meio da eletricidade. Este mecanismo era bastante rústico e consistia-se de uma caixa de madeira com lâmpadas pintadas de verde e vermelho em seu interior, eram estes focos que sinalizavam o fluxo que os componentes do trânsito deveriam seguir.

Por estar localizado em uma região de clima severo, o semáforo idealizado por Wire, contava com aberturas inclinadas que objetivavam eliminar mais facilmente a água das chuvas e a neve.

O primeiro modelo de semáforos semelhantes aos usado hoje em dia, do tipo verde-amarelo-vermelho, foram concebidos no ano de 1920 por um policial de Detroit, Estados Unidos da América. Os mecanismos eram montados em torres e operados por policiais, o que tornava sua operação tediosa e trabalhosa.

Segundo o site Sinal de Trânsito (2016) ainda existe um modelo em exposição no Museu Henry Ford, em Dearborn, Michigan, exposto na Figura 3, onde se pode ler uma placa explicativa sobre tal objeto.

Figura 3 – Primeiro modelo de semáforo tipo VAV



Fonte: Sinal de Trânsito (2016).

b. Segurança em manutenção semafórica em altura

Com o avanço da tecnologia na área de semáforos, esses equipamentos foram disseminados por todas as unidades administrativas de todos os cantos do país e de outras nações.

Nas cidades atuais, os operadores da sinalização de trânsito enfrentam diversos obstáculos em sua missão, entre elas é a manutenção dos semáforos, que em via de regra encontram-se a mais de quatro metros de altura, circundados por árvores, fios de alta e média tensão, além de um trânsito contínuo de pedestres, automóveis e veículos diversos.

Na Figura 4 observa-se a equipe de manutenção utilizando os principais recursos adequados para o serviço de reparo do semáforo em altura.

Figura 4 – Equipe em operação



Fonte: Sinal de Trânsito (2016).

Os governos, após a criação do Ministério do Trabalho e Emprego passaram a se preocupar com a segurança dos servidores, exigindo das empresas públicas e particulares que criassem normas e procedimentos visando a melhoria da segurança no trabalho.

Para que tais normatizações não se tornassem complexas e diferenciadas de unidade para unidade, o governo publicou Normas Regulamentadoras que norteiam este trabalho, como exemplo tem-se as NR 10 e NR 35.

Há muito aguardada, entrou em vigor uma nova NR (Norma Regulamentadora) específica para o trabalho em altura, a NR 35. Isto comprova a atenção por parte do governo para esta área que fornece dados tão presentes nos altos índices estatísticos de acidentes no mercado brasileiro. (AMAZONAS, 1111, p. 1).

Conforme dito anteriormente, as Normas editadas pelo governo federal visam a maior abrangência possível, para que assim não fiquem restritas a certas áreas de atuação.

A própria NR 35 – Trabalho em altura, traz em seu bojo disposição tácita de que na ausência de regramento nacional, instruções internacionais podem suprir tal carência. Os operadores de instalações elétricas, mecânicas, hidráulicas entre outras, devem por regra observar tais ordenamentos. É de responsabilidade compartilhada das empresas e servidores a observância irrestrita desses fundamentos. Na figura 5 observava-se um operador em atividade, utilizando os equipamentos de proteção individual (E.P.I) obrigatórios para o desempenho seguro de suas tarefas, porém não com o equipamento de elevação ideal.

Figura 5 – Trabalhador em altura.



Fonte: Prefeitura de Vitória (2016).

c. Choque elétrico

O objetivo deste trabalho é orientar para os métodos de prevenção de acidentes envolvendo manutenção de semáforo em altura.

Fazer um comparativo de trabalhos, monografias e artigos publicados acrescentando tópicos de segurança e orientando de forma sucinta, como se deve proceder o operador eletricista quando das situações adversas em que é encontrada cada ocorrência, os riscos que se tem e como proceder, haja vista que em manutenção de redes elétricas de distribuição o procedimento é parecido, porém, no semáforo os pontos de ancoragem para a escada e o cinto de segurança muitas vezes não existem, como pode-se perceber na Figura 5.

É necessário ressaltar a importância da organização dos materiais e como o gerenciamento da manutenção pode contribuir para otimizar todo o processo e oferecer mais segurança.

Riscos de choque, conforme NR 10 todos que trabalham com atividades que envolvam eletricidade direta ou indiretamente ou ainda em sua proximidade saibam de todos os riscos da atividade e como evitar que esse risco se torne um acidente.

São enormes os riscos que o trabalhador está sujeito quando opera com eletricidade. O contato com o corpo e as partes energizadas de uma instalação elétrica de baixa tensão produz o chamado “choque elétrico”, e se for de alta tensão, têm-se o “arco elétrico” que precede de contato, e em geral, leva à morte. Em relação ao corpo humano, os acidentes com eletricidade se dividem em:

- Eletrocussão: com morte consequente,

- Eletro trauma (ou lesão por eletrização): A eletrização é a exposição do corpo a uma descarga elétrica, sempre com resultado fatal, ela pode ocorrer tanto na baixa tensão como na alta tensão elétrica. Enquanto o eletro trauma é o acidente que traz consequências físicas, orgânicas e mentais à pessoa humana.

- Precipitações: Pode haver consequências graves para as pessoas que, recebendo um choque elétrico ou sendo atingidas por arco voltaico, sofram quedas. Nos trabalhos em linhas elétricas, as estatísticas demonstram que este é um dos acidentes mais comuns nas concessionárias de energia elétrica; muitas vezes isso ocorre por conta de imprudência, negligência, imperícia ou mesmo autoconfiança.

2.4 Riscos de ataque de insetos

Na Figura 6 pode-se observar a atuação de um técnico aparentemente bem preparado para atuar com as abelhas, visto que a foto mostra o técnico com proteção especial para abelhas. É fácil deduzir os riscos que correria se estivesse sem essas proteções.

Figura 6 – Atividade com risco de ataque por insetos



Fonte: Google Imagens (2016).

Ataques de insetos, tais como abelhas e marimbondos, ocorrem na execução de serviços em torres, postes, subestações, leitura de medidores, serviços de poda de árvore e outros. Ocorrem, sobretudo nas atividades de construção, supervisão e manutenção em redes de transmissão em regiões silvícolas e florestais. Atenção especial deve ser dada a possibilidade de picadas de animais peçonhentos nessas regiões. Na Figura 7 pode-se observar um enxame de abelhas em poste.

Figura 7 – Semáforo tomado por abelhas



Fonte: Google Imagens (2016).

2.5 Riscos ergonômicos

São significativos, nas atividades do setor elétrico, os riscos ergonômicos, relacionados aos fatores: Biomecânicos, posturas não fisiológicas de trabalho provocadas pela exigência de ângulos e posições inadequadas dos membros superiores e inferiores para realização das tarefas, principalmente em altura, sobre postes e apoios inadequados, levando a intensas solicitações musculares, levantamento e transporte de carga, etc.

2.6 Riscos administrativos

Organizacionais, pressão do tempo de atendimento a emergências ou a situações com períodos de tempo rigidamente estabelecidos, realização rotineira de horas extras, trabalho por produção, pressões da população com

falta do fornecimento de energia elétrica. Psicossociais, elevada exigência cognitiva (conhecimento) necessária ao exercício das atividades associada à constante convivência com o risco de vida devido à presença do risco elétrico e também do risco de queda (neste caso, sobretudo para atividades em linhas de transmissão, execução em grandes alturas). Ambientais, representado pela exposição ao calor, radiação, intempéries da natureza, agentes biológicos, etc.

2.7 Análise preliminar de riscos

De acordo com o Wikipédia (2016) a análise preliminar de riscos (APR) consiste do estudo, durante a fase de concepção, desenvolvimento de um projeto ou sistema, com a finalidade de se determinar os possíveis riscos que poderão ocorrer na sua fase operacional e saná-los para que os mesmos não aconteçam. A APR é utilizada portanto para uma análise inicial, desenvolvida na fase de projeto e desenvolvimento de qualquer processo, produto ou sistema, tendo especial importância na investigação de sistemas novos de alta inovação e/ou pouco conhecidos, ou seja, quando a experiência em riscos na sua operação é deficiente. Apesar das características de análise inicial, é muito útil de se utilizar como uma ferramenta de revisão geral de segurança em sistemas já operacionais, revelando aspectos que às vezes passariam despercebidos. A APR teve seu desenvolvimento inicial na área militar.

A APR é uma técnica profunda de análise de riscos, mas geralmente precede a aplicação de outras técnicas mais detalhadas de análise, já que seu

objetivo principal é determinar os riscos e as medidas preventivas antes da fase operacional.

Na NR10 - Norma Regulamentadora que trata dos serviços no Sistema Elétrico de Potência (SEP) é prevista a aplicação da APR, quando da execução destes serviços. Os princípios e metodologias da APR consistem em proceder-se uma revisão geral dos aspectos de segurança de forma padronizada: Descrição e caracterização dos riscos A partir da descrição dos riscos são identificadas as causas (agentes) e efeitos (consequências) dos mesmos, o que permitirá a busca e elaboração de ações e medidas de prevenção ou correção das possíveis falhas detectadas; A priorização das ações é determinada pela caracterização dos riscos, ou seja, quanto mais prejudicial ou maior for o risco, mais rapidamente deve ser preservada. Diante de qualquer tipo de risco no ambiente de trabalho, deve-se realizar antecipadamente um estudo técnico, de forma a eliminar as fontes de risco à segurança do trabalhador. Ao fazer a medição do risco, deve-se indicar, por exemplo, qual equipamento de proteção individual (EPI) será capaz de reduzir ou até mesmo acabar com a insalubridade.

2.8 Medidas de controle e prevenção

Ainda segundo a Wikipédia (2016) a APR tem sua importância maior no que se refere à determinação de uma série de medidas de controle e prevenção de riscos, desde o início operacional do sistema, permitindo revisões de projeto em tempo hábil, com maior segurança, além de definir responsabilidades no que se refere ao controle de riscos.

a) Revisão de problemas conhecidos: consiste na busca de analogia ou similaridade com outros sistemas, para determinação de riscos que poderão estar presentes no sistema que está sendo desenvolvido, tomando como base a experiência passada. b) Revisão da missão a que se destina: atentar para os objetivos, exigências de desempenho, principais funções e procedimentos, ambientes onde se darão as operações, etc. Enfim, consiste em estabelecer os limites de atuação e delimitar o sistema que a missão irá abranger: a que se destina, o que e quem envolve e como será desenvolvida.

c) Determinação dos riscos principais: identificar os riscos potenciais com potencialidade para causar lesões diretas e imediatas, perda de função (valor), danos à equipamentos e perda de materiais. d) Determinação dos riscos iniciais e contribuintes: elaborar séries de riscos, determinando para cada risco principal detectado, os riscos iniciais e contribuintes associados. e) Revisão dos meios de eliminação ou controle de riscos: elaborar um "brainstorming" para levantamento dos meios passíveis de eliminação e controle de riscos, a fim de estabelecer as melhores opções, desde que compatíveis com as exigências do sistema. f) Analisar os métodos de restrição de danos: pesquisar os métodos possíveis que sejam mais

eficientes para restrição geral, ou seja, para a limitação dos danos gerados caso ocorra perda de controle sobre os riscos. g) Indicação de quem será responsável pela execução das ações corretivas e/ou preventivas: Indicar claramente os responsáveis pela execução de ações preventivas e/ou corretivas, designando também, para cada unidade, as atividades a desenvolver (WIKIPEDIA, 2016, p. 1).

A APR tem grande utilidade no seu campo de atuação, porém, como já foi colocado, necessita às vezes de ser complementada por técnicas mais detalhadas e apuradas. Em sistemas que sejam já bastante conhecidos, cuja experiência acumulada conduz a um grande número de informações sobre riscos, esta técnica pode ser utilizada de modo auxiliar.

2.9 Análise de falha humana

Segundo Wikipédia (2016) os autores estimam a taxa de risco devido à ação humana em algumas indústrias:

- Nuclear: entre 50 e 70%;
- Indústria Petrolífera: 70%;
- Indústria da Aviação: 50%.

Embora pareça que o ser humano seja o culpado por toda as falhas, muitas vezes elas começam no projeto de construção de um sistema. O problema é que elas são numerosas e, geralmente, é colocada a culpa no usuário. O fato é que certos componentes do projeto podem colocar o

operador em situações em que não é possível realizar com sucesso igual ao que foi definido nas normas. Os erros dos operadores são forçados pela própria tecnologia e suas condições. Assim, os autores concluem que o risco sempre terá um fator humano. Finalmente, trata-se de calcular a chance de que um conjunto de ações humanas seja executado com sucesso num tempo estabelecido ou numa determinada circunstância.

2 METODOLOGIA

Nessa pesquisa foi adotada a revisão de literatura como parte principal do método de trabalho, pois, além das normas técnicas da série NR da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), utilizou-se a norma técnica da Companhia Paranaense de Energia Elétrica – COPEL – elaborada para as suas equipes envolvidas na manutenção de equipamentos em altura, denominada MIT 161613.

Adicionalmente, foi elaborado um roteiro de perguntas sobre as rotinas de manutenção de semáforos em altura e aplicado ao próprio pesquisador responsável por esse trabalho, visando que o mesmo descrevesse os detalhes das atividades de manutenção de semáforos em altura, visto que trabalhou cerca de três anos nessa área em uma prefeitura de um município do interior.

O roteiro de perguntas é apresentado a seguir no Quadro 1. Ele foi aplicado no mês de novembro e os resultados obtidos na entrevista estão na parte final desse trabalho.

Quadro 1 – Roteiro de perguntas para o especialista

o.	Questões
	Quais as ocorrências mais frequentes?
	Quais são as ocorrências que apresentam maior risco aos envolvidos?
	Quais são os equipamentos de proteção que não podem deixar de ser utilizados?
	Qual comportamento indevido é o mais frequente da parte dos operadores?
	O que realmente funciona para evitar os erros dos operadores?
	Qual tipo de situação é a mais complexa para atender?
	O que deve ser feito nessas ocasiões?

Fonte: Do autor (2016)

3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

a. Apresentação dos resultados

As respostas dadas pelo especialista às perguntas do roteiro do Quadro 1 são descritas a seguir.

- **Ocorrências de maior frequência:** as ocorrências com maior frequência são queima de lâmpadas, acidentes envolvendo veículos, rompimento de cabos, problemas com ventanias e descargas atmosféricas.

- **Ocorrências que apresentam maior risco aos envolvidos:** as ocorrências que apresentam maior risco aos envolvidos são grandes acidentes

em locais de movimento intenso, e com braços semaforicos em proximidade de rede de energia elétrica de baixa e média tensão.

- **Equipamentos de proteção indispensáveis:** Os equipamentos mais importantes são as ferramentas especializadas, as botinas, os capacetes, luvas, óculos, cinto de segurança e demais EPI, e as plataformas ou cestos elevatórios.

- **Erros mais comuns dos operadores:** entre outros, está a não utilização dos EPI recomendados, a improvisação com escadas inadequadas, falta de organização dos materiais, aplicação de um *check-list*.

- **O que realmente funciona para evitar erros dos operadores:** o que funciona realmente é treinar continuamente os operadores e responsáveis pela manutenção, manter documentos e normas disponíveis, acessíveis e sob permanente consulta; e seguir um passo-a-passo para identificar cada situação e suas características.

- **Situações mais complexas:** entre as situações mais complexas pode-se dar como exemplos quando o defeito ocorre em uma via de movimento elevado, como pode ser observado na Figura 8.

Figura 8 – Serviço executado em área de elevado trânsito



Fonte: Google Imagens (2016)

- **O que deve ser feito nas situações mais complexas:** devem ser feitos os procedimentos normais para cada situação, acrescido de um tempo maior de planejamento envolvendo a hierarquia da companhia proporcional ao risco da operação.

O passo a passo elaborado a partir da revisão da literatura sobre o tema segurança do trabalho na manutenção de semáforos em altura, e da análise das respostas dadas pelo especialista, é apresentado no Quadro 2 na forma de um *check list*.

Quadro 2 – *Check list* para aplicação antes da execução dos serviços

Etapas	Descrição
Avaliação da ordem de serviço (OS)	Avaliar detalhes da OS recebida pela equipe de modo a identificar as condições de trabalho em função do local, situação do clima, intensidade do trafego, da equipe necessária.
Classificação da OS pelo risco	Essa etapa serve para identificar, após leitura e análise da OS, o nível de risco presente no caso a ser atendido, gerando uma classificação; como sugestão apresenta-se a escala de 1 a 5, onde 1 significa risco inexistente e 5 risco máximo.
Equipe de manutenção	Checagem se a equipe esta em condições de atendimento, pela verificação do numero de pessoas necessário, nível de treinamento e preparo de cada integrante, condição psicológica para atender em função do nível de risco, experiência, entre outros aspectos.
Equipamentos de proteção	Nessa etapa é verificado se existem os equipamentos (EPI) adequados, seu estado de conservação e a quantidade certa para todos os envolvidos.
Equipe de apoio	Verifica nessa etapa a equipe de apoio necessária, assim denominada por envolver pessoas de outras áreas e subordinação diversas. Envolve equipe de sinalização de transito, estoque, compras, jurídica, imprensa, logística, entre outras internas ou externas à organização.
Aprazamento	Nessa etapa determina-se os tempos envolvidos de cada processo e calcula-se uma previsão de tempo para conclusão do serviço.
Execução	É a etapa da execução propriamente dita.
Desmobilização	É a etapa onde se autoriza liberação parcial ou total da equipe conforme o andamento do trabalho.
Encerramento	A OS é finalizada lançando no sistema de informática os dados de materiais, tempos e recursos envolvidos, assim como dados dos resultados obtidos para pesquisas futuras.

Fonte: Do autor (2016)

b. Discussão dos resultados

A partir da análise das respostas às perguntas do Quadro 1, observa-se que é necessário que as organizações envolvidas com a manutenção de semáforos em altura precisam dar treinamento e manter EPI em quantidade e qualidade conforme recomendado pelas normas.

Adicionalmente, é necessário manter um passo-a-passo disponível para a supervisão das equipes que venha a facilitar o processo decisório e minimizar as situações de risco.

As ordens de serviço (OS) classificadas como de maior risco receberão atenção proporcional, ou seja, quanto maior o risco maior a atenção dada a ocorrência a ser atendida.

4 CONCLUSÃO

Após análise das exposições deste trabalho, é possível concluir que empresas e servidores devem buscar continuamente a melhoria dos conceitos de segurança em trabalhos relacionados com altura.

Os operadores de manutenção em semáforos estão incluídos nesses servidores que necessitam seguir tais procedimentos. Todos os envolvidos devem receber treinamento adequado e ter a disposição meios materiais e intelectuais para porem em prática o que aprenderam.

A operação semaforica é complexa, haja vista a permanente exposição a riscos inerentes ao trânsito urbano e rural. É nesse risco que deve ser focada a atenção dos trabalhadores visando a redução de incidentes e

acidentes no trabalho, que geram mal estar funcional além de prejuízos econômicos a empresa e ao governo.

Observou-se que a obediência as Normas Regulamentadoras faz-se necessária não somente no papel, mas na operação direta de todas as fases do processo de manutenção semafórica.

e-TEC

SAFETY IN SEMAPHORESTIC MAINTENANCE IN HEIGHT

Summary

The theme of this article deals with the maintenance of traffic lights in height. The objective is to highlight the importance of this type of maintenance because it requires specific equipment and procedures to have a satisfactory performance of the tasks, especially regarding the safety of those involved. The method used was the literature review. The results obtained were the gathering of information that could be used in future research.

Keywords: Safety at work. Traffic lights. Maintenance in height.

REFERÊNCIAS

AMAZONAS, M. **O EPI e seus sistemas dentro da nova NR 35 Trabalho em altura**. Honeyweel. Disponível em: <[http://cms.honeywellsafety.com/uploadedFiles/Sites/Regional/BR/Training_and_Support/Artigo%20NR%2035\(1\).pdf](http://cms.honeywellsafety.com/uploadedFiles/Sites/Regional/BR/Training_and_Support/Artigo%20NR%2035(1).pdf)>. Acesso em: 24 jun. 2016.

COPEL. DIRETORIA DE DISTRIBUIÇÃO. **Manual de instruções técnicas**. Paraná, 2011.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 35: **Trabalho em altura**. Brasil, 2016.

SINAL DE TRÂNSITO. **Curiosidades**. Disponível em: <WWW.sinaldetransito.com.br>. Acesso em: 26 jun. 2016.

WIKIPEDIA disponível em www.wikipedia.com.br/analisederiscos acesso em 12 out 2016

Editora
FACULDADE DE TECNOLOGIA
SENAI LONDRINA - e-Tec- V2-2017