



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE  
SERGIPE – FANESSE  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MARCOS ASSIS LEITE SANTOS**

**PCM COMO FERRAMENTA DE MELHORIA DO PROCESSO  
DE MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DE  
TERMOPLÁSTICO**

**Aracaju - SE  
2012.1**

**MARCOS ASSIS LEITE SANTOS**

**PCM COMO FERRAMENTA DE MELHORIA DO PROCESSO  
DE MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DE  
TERMOPLÁSTICO**

**Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Administração e Negócio de Sergipe - FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório para obtenção da Graduação em Engenharia de Produção, no período de 2012.1.**

**Orientador: Prof<sup>a</sup>. MSc. Sandra Patrícia B. Rocha.**

**Coordenador: Prof. Dr. Jefferson Arlen Freitas.**

**Aracaju – SE  
2012.1**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Marcos Assis Leite

PCM como ferramenta de melhoria do processo de manutenção em uma empresa de termoplástico/ Marcos Assis Leite Santos– Aracaju, 2012.

49f.: il.

Monografia (Graduação) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe, 2012.

Orientação: Me. Sandra Patrícia Bezerra Rocha

1. Manutenção 2. PCM 3. Avaliação de desempenho

I. Título

CDU658.58(813.7)

**MARCOS ASSIS LEITE SANTOS**

**PCM COMO FERRAMENTA DE MELHORIA DO PROCESSO  
DE MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DE  
TERMOPLÁSTICO**

Monografia apresentada à Banca examinadora da Faculdade de Administração e Negócio de Sergipe - FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção no período de 2012.1.

---

**Prof<sup>a</sup>. MSc. Sandra Patrícia B. Rocha**  
**Orientadora**

---

**Prof. Esp. Kleber Andrade Souza**  
**1º Examinador**

---

**Prof. Dr. Andrés Manuel Villafuerte Oyola**  
**2º Examinador**

**Aprovado (a) com média:\_\_\_\_\_**

**Aracaju (SE), \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012.**

**Dedico este trabalho a minha família, namorada, professores, amigos e colegas, os quais direta ou indiretamente me ajudaram a vencer pessoal e profissionalmente.**

## **AGRADECIMENTOS**

**Agradeço a Deus pela minha vida e a de todos ao meu redor!**

**À minha mãe Suzimeire, sem a qual nada do que fiz até agora seria possível, pois nunca desistiu de lutar por mim, apesar de muitos especialistas em pediatria não acreditarem na recuperação da minha saúde.**

**Ao meu pai Antônio, por ter me apresentando tão pacientemente ao mundo da matemática, quando nas séries iniciais. Responsável direto pela minha paixão por esportes, em especial o futebol e o futsal.**

**Ao meu irmão Márcio, pelo aprendizado gerado das diversas e sadias intrigas. E, por ser a parte alegre, comunicativa e extrovertida da família.**

**À Mayra, minha noiva, grande amor da minha vida e dádiva divina, a qual sempre me fez seguir em frente, fazendo-se presente nos momentos alegres e, principalmente, confortando-me nos mais difíceis.**

**Aos meus sogros Maurício e Maria, e a minha cunhada Josefa por toda a ajuda despendida em prol do meu bem estar.**

**Aos meus professores em geral, cada um com o seu percentual de contribuição para o meu aprendizado tanto pessoal quanto profissional.**

**A toda a minha família: avôs, avós, tios, tias, primos, primas, padrinhos e madrinhas.**

**Aos meus amigos e colegas que estiveram e/ou ainda estão presentes em minha vida, especialmente ao grupo formado na turma de Engenharia de Produção 2006/2 (Anderson, Keilton, Wallace, Marcelo, Luiz...), graças a todos consegui alcançar mais um objetivo.**

**A todos que participaram do meu crescimento pessoal e principalmente profissional, como: Thiago Vieira (inspetor de solda), Topázio Ind. e Com. Ltda. (Renato, Cláudia, Gil, Jefson, Wilson, Walmir...), Marco Aurélio (empresário) e Duchas Corona Ltda. (Rayssa, Fernando, Antônio, Geraldo, Josias, Michely, Leandro, Samuel...).**

**Obrigado a todos!**

**"Os obstáculos são essas coisas  
aterradoras que um vê quando aparta os  
olhos da sua meta."**

**Henry Ford**

## **RESUMO**

**A produção em grande escala deixou de ser o grande objetivo da função produção, pois o mercado exige agora diversidade de produtos com qualidade. Para que essa qualidade seja atingida, necessita-se de um eficiente processo de manutenção, para que as máquinas sejam mantidas distantes das falhas e defeitos pelo maior tempo possível, utilizando ao máximo a vida útil das mesmas. Tendo em vista que o objetivo principal da função manutenção é tornar as máquinas disponíveis e confiáveis, a fim de padronizar a produção, evitando perda por falha ou parada, esse estudo objetiva avaliar o atual modelo de gestão da manutenção, no setor de injeção plástica de uma fábrica de duchas. Para tal, será utilizada a literatura relacionada ao programa de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), estabelecendo ao final do estudo um plano de manutenção que atenda às necessidades da indústria. A metodologia usada trata-se de uma pesquisa descritiva, que busca explicar como funciona a atual gestão da manutenção, informando dados que conduzirão aos resultados. Como principal resultado do estudo foi realizado uma avaliação do atual modelo de gestão da manutenção, baseando-se no PCM de forma a contribuir para o eficiente andamento do setor de injeção e conseqüentemente, dos executores da manutenção, o que trará benefícios para a empresa como um todo.**

**Palavras-chave: Manutenção. PCM. Confiabilidade. Avaliação de desempenho.**

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01 – Evolução da Manutenção .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 02 – Diagrama de Causa e Efeito .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 03 – Organograma da manutenção.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 04 – Diagrama de Causa e Efeito do curto na resistência do canhão ....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 05 – Diagrama de Causa e Efeito da falha no painel controlador .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 06 – Diagrama de Causa e Efeito do vazamento de óleo .....</b>	<b>43</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 01 – Ocorrências da manutenção.....</b>	<b>38</b>
<b>Gráfico 02 – Tipo de manutenção x Quantidade de ocorrências .....</b>	<b>39</b>
<b>Gráfico 03 – Manutenção Elétrico/Eletrônico por quantidade.....</b>	<b>40</b>
<b>Gráfico 04 – Manutenção Mecânico/Hidráulico por quantidade .....</b>	<b>41</b>
<b>Gráfico 05 – Turno x Quantidade de ocorrências por quantidade.....</b>	<b>43</b>
<b>Gráfico 06 – Quantidade de ocorrências por turno em 2011 .....</b>	<b>44</b>

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Casos nos quais deve ser utilizada a manutenção corretiva planejada.....	19
Quadro 02 – Casos nos quais deve ser realizada a manutenção preventiva.....	20
Quadro 03 – Requisitos para um executante da manutenção.....	24
Quadro 04 – Requisitos para um planejador da manutenção .....	25
Quadro 05 – Requisitos para um supervisor da manutenção .....	25
Quadro 06 – Requisitos para um gerente de manutenção .....	26
Quadro 07 – Objetivos da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC).....	27
Quadro 08 – Passos para atingir os objetivos da MCC .....	27
Quadro 09 – Índices da Manutenção de Classe Mundial .....	28
Quadro 10 – Gastos da manutenção .....	31
Quadro 11 – Questões do 5W1H .....	32
Quadro 12 – Controle de Manutenções - Injeção .....	38
Quadro 13 – Plano de Ação .....	46

## SUMÁRIO

RESUMO.....	
LISTA DE FIGURAS .....	
LISTA DE GRÁFICOS .....	
LISTA DE QUADROS.....	
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1 Objetivos .....	13
1.1.1 Objetivo geral .....	13
1.1.2 Objetivos específicos.....	13
1.2 Justificativa.....	13
1.3 Caracterização da Empresa.....	14
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>16</b>
2.1 História da Manutenção .....	16
2.2 Gerações da Manutenção .....	16
2.3 Tipos de Manutenção.....	18
2.3.1 Manutenção corretiva não planejada.....	18
2.3.2 Manutenção corretiva planejada .....	19
2.3.3 Manutenção preventiva.....	19
2.3.4 Manutenção preditiva.....	20
2.3.5 Manutenção detectiva .....	21
2.3.6 Engenharia da manutenção.....	21
2.4 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) .....	21
2.4.1 Tagueamento .....	22
2.4.2 Ordem de manutenção.....	22
2.4.3 Equipes de manutenção e suas especialidades.....	23
2.4.4 Homens da manutenção .....	23
2.4.4.1 Executante da manutenção .....	23
2.4.4.2 Planejador da manutenção .....	24
2.4.4.3 Supervisor da manutenção .....	25
2.4.4.4 Gerente de manutenção.....	26
2.5 Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC).....	27
2.6 Índices da Manutenção .....	28
2.6.1 MTBF .....	28
2.6.2 MTTR .....	29
2.6.3 TMPF.....	29
2.6.4 Disponibilidade Física (DF) .....	30
2.6.5 Custo de manutenção por faturamento.....	30
2.6.6 Custo de manutenção por valor de reposição.....	31
2.7 Ishikawa .....	31
2.8 5W1H .....	32
2.9 Sistemas Informatizados .....	32

<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1 Método.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2 Coleta de Dados .....</b>	<b>34</b>
<b>3.3 Universo e Amostra .....</b>	<b>35</b>
<b>3.4 Ambiente de Estudo.....</b>	<b>35</b>
<b>4 ANÁLISE DE RESULTADOS .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 Processo de Gestão da Manutenção.....</b>	<b>36</b>
<b>4.2 Situação da Manutenção .....</b>	<b>37</b>
<b>4.2.1 Manutenção x Ocorrências.....</b>	<b>39</b>
<b>4.2.2 Problemas Registrados .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.3 Turno x Ocorrências .....</b>	<b>43</b>
<b>4.3 Plano de Melhoria.....</b>	<b>45</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No mundo globalizado e capitalista em que se vive, nota-se cada vez mais a presença da obsolescência planejada que, aliada à avidez dos consumidores, provoca a intensa substituição dos produtos fabricados pelas diversas empresas dos mais variados setores.

A obsolescência planejada tem como finalidade promover nos consumidores a vontade contínua de obter determinado produto ou ainda uma atualização do mesmo, seja estética, tecnológica ou funcional.

Para que essa estratégia de mercado resulte na satisfação das necessidades do consumidor e conseqüentemente em lucro, deve haver antes, todo um Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP).

Esse PDP possibilita a manufaturabilidade do produto, onde são avaliadas as possibilidades e restrições tecnológicas, as necessidades do mercado e as estratégias competitivas da empresa, sendo que o produto é planejado desde o seu projeto inicial até a sua descontinuidade no mercado.

Logo, para atender às crescentes demandas, busca-se a obtenção de um processo produtivo tal, que possa operar com a sua capacidade máxima e garantir a qualidade dos seus produtos (fazendo-os cumprir com a sua função). Com isso, faz-se necessário manter as máquinas disponíveis e confiáveis, ou seja, é primordial que a manutenção atue de forma eficiente e eficaz.

A correta gestão da manutenção fará com que a produção seja contínua, sem ter que se preocupar com possíveis falhas apresentadas nas máquinas ou equipamentos geradas pela manutenção corretiva ineficaz ou ainda pela sua inexistência.

O presente estudo trata das questões referentes à aplicação do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) numa indústria de termoplásticos, no setor de injeção plástica, mostrando como funciona atualmente a gestão da manutenção, quais os pontos positivos e negativos e o que pode ser melhorado através do PCM.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Avaliar o atual modelo de gestão da manutenção, no setor de injeção plástica de uma fábrica de duchas, por meio do programa de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM).

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- ✓ Caracterizar o atual modelo de gestão da manutenção no setor de injeção plástica de uma fábrica de duchas;
- ✓ Analisar a atual situação da manutenção no setor de injeção plástica de uma fábrica de duchas;
- ✓ Estabelecer um plano de melhoria para a gestão da manutenção que atenda às necessidades da Indústria.

## **1.2 Justificativa**

Partindo da premissa de que toda empresa nasce com um único objetivo: atender às necessidades dos seus clientes e acionistas e, conseqüentemente obter lucro, destaca-se como principal responsável pelo atingimento desse objetivo a função produção.

No entanto, cada vez mais aumenta a concorrência no mundo empresarial e, como já se sabe, o mercado consumidor é quem dita o preço a ser pago por determinado produto ou serviço. Com isso, as organizações são obrigadas a otimizar seus processos produtivos, a fim de reduzir o custo de seus bens ou serviços.

Logo, ao se utilizar do fato de que toda empresa nasce fadada ao fracasso ou ao insucesso, quando da falta de um planejamento inicial ou ainda de falhas gerenciais, pode-se aferir que é necessário ser uma corporação competitiva. Para tanto, é fundamental que a função produção esteja disponível e seja confiável, principalmente no contexto atual, onde o processo produtivo passa a ser, quase que em sua totalidade, automatizado.

Devido a essa automatização acentuada, a função manutenção advém, do que antes era denominada um mal necessário, para o que atualmente é tida como vantagem competitiva. Essa vantagem deve-se à relação direta dos custos indiretos incorridos da manutenção com o custo final do produto.

Contudo, esse trabalho se justifica porque através da adoção das práticas do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), dentre elas podem ser citadas: uma base de dados confiável aliada a um histórico dos equipamentos, torna-se possível a geração de dados estatísticos quantitativos e qualitativos que servirão para um eficiente planejamento da manutenção e conseqüente ganho em produtividade. Assim, por meio de uma programação mais precisa, pode-se direcionar os recursos da manutenção, em momentos oportunos, na redução dos elementos críticos presentes em uma indústria, tais como o elevado índice de paradas indesejadas, de forma a aumentar a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, melhorando seu desempenho e tornando a empresa competitiva.

### **1.3 Caracterização da Empresa**

A Duchas Corona, fundada em 1962, é pioneira na fabricação de duchas em termoplástico com alto desempenho. Antes de sua chegada no mercado, as únicas opções para o banho eram: o aquecimento a gás ou o chuveiro elétrico metálico, ambas parcialmente suficientes, pois a distribuição de gás no país era deficiente e a periculosidade existente na falta de aterramento das tubulações de ferro, respectivamente.

Percebendo essa demanda latente, a Corona lançou a ducha plástica, uma opção mais econômica e segura para o banho. Embora tenha enfrentado muitos desafios, devido à concepção da matéria-prima à base, principalmente, de polipropileno, a indústria conseguiu mostrar ao mercado que era possível desenvolver duchas com um excelente custo-benefício, tornando-se o primeiro fabricante de duchas plásticas do mundo.

A empresa conta com duas unidades: uma em Aracaju/SE, outra em Guarulhos/SP, empregando cerca de 1200 colaboradores. Todos os produtos Corona têm seu desempenho aprovado pelo INMETRO e está em conformidade com o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). Além de atenderem às recomendações fundamentais da *Internacional Electrotechnical Comission* (IEC).

O portfólio de produtos da Corona é composto por: Duchass, Ballerina, Gorducha 3T, Gorducha 4T Power, Gorducha 10, Banhão Power, Banhão Hand Control Power, Banhão Pressurizado, Corona II, Ducha Articulável, Turboduchass, Megabanho, Megabanho Pressurizado, Megabanho Turbo, Megabanho Turbo Pressurizado, Megabanho XL, Quatro Estações Eletrônicas, Flex Eletrônica, Banho Total, Torneira Articulável Parede, Torneira Articulável Bancada, Torneira Articulável.

O presente estudo será realizado na Duchas Corona, unidade de Sergipe, a qual realiza todo o processo de fabricação dos produtos, desde o armazenamento da matéria prima, passando pela transformação, até a expedição, contando ainda com a assistência técnica e o serviço de pós-venda. Em todos os setores: recebimento, qualidade, injetora, acabamento, estamperia, ferramentaria, sala de pintura, R.H., montagem de componentes, blister, linhas de produção, almoxarifado, manutenção, existe um misto de competência e comunicação para que o produto final esteja bem acabado e satisfaça as necessidades do cliente.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo serão definidos e esclarecidos os principais itens que se fazem necessário para o entendimento do contexto sobre manutenção. Primeiro serão definidos os aspectos relacionados à Manutenção, em seguida, acerca do Planejamento e Controle da Manutenção, e depois, sobre a relação da função produção com a função manutenção.

### **2.1 História da Manutenção**

A manutenção, segundo Viana (2002, p. 2), firmou-se como necessidade absoluta durante a Segunda Guerra Mundial, quando houve um fantástico desenvolvimento de técnicas de organização, planejamento e controle para tomada de decisão.

De acordo com Viana (2002, p. 2), o termo manutenção aparece efetivamente na década de 50, nos EUA, indicando a função de manter em bom funcionamento todo e qualquer equipamento, ferramenta ou dispositivo. Ao mesmo tempo em que tal termo ocupa os espaços nos meios produtivos, em detrimento da palavra conservação.

Já no Brasil, a manutenção surge efetivamente em 1990, devido à abertura dos portos. Esse fato obrigou a indústria a buscar a qualidade total de seus produtos e serviços em conjunto com um custo operacional que permitisse a competição com os produtos importados (VIANA, 2002, p. 2).

Atualmente a manutenção possui papel vital no setor produtivo de qualquer Empresa que almeje produzir o máximo possível, utilizando 100% da capacidade de suas máquinas. Segundo Pinto; Xavier (2001, p. 10), a manutenção existe para que não haja manutenção, ou seja, para evitar falhas e não para corrigi-las, mas pra isso é preciso que o pessoal seja qualificado e equipado.

### **2.2 Gerações da Manutenção**

De acordo com Gurski (2002, p. 7), a Primeira Geração “abrange o período antes da Segunda Guerra Mundial, quando a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e, na sua grande maioria

superdimensionados”. Logo, eram realizados apenas serviços de limpeza, lubrificação e reparo após a quebra, ou seja, manutenção corretiva.

A Segunda Geração vai desde após o ano de 1945 até os anos 60. Devido ao período bélico, houve forte aumento da mecanização, bem como da complexidade das instalações industriais. Ficou evidente a necessidade, tanto de mais disponibilidade quanto de maior confiabilidade, das máquinas por parte da indústria. Percebeu-se que as falhas dos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas, o que resultou no conceito de manutenção preventiva (GURSKI, 2002, p. 7).

O processo de mudança nas indústrias acelerou-se a partir da década de 70, quando teve início a Terceira Geração. A paralisação da produção era uma preocupação generalizada, em especial por conta da tendência mundial de utilizar sistemas de estoques reduzidos para a produção em andamento, tal como o *just-in-time* – filosofia de gestão de produção em que os materiais são fornecidos apenas no momento em que serão processados. Segundo Gurski (2002, p. 8), nesta geração ocorreu à interação entre as fases de implantação de um sistema (projeto, fabricação, instalação e manutenção) e a Disponibilidade/Confiabilidade torna-se mais evidente, além de reforçar o conceito de uma manutenção preditiva.

Na Figura 01, Gurski (2002, p. 8), mostra a evolução da manutenção entre as três gerações, onde pode ser notado o aumento da expectativa em relação à manutenção e as mudanças nas técnicas de manutenção.

**Figura 01 – Evolução da Manutenção.**

<b>Primeira Geração</b>	<b>Segunda Geração</b>	<b>Terceira Geração</b>
<b>1930 1940</b>	<b>1970</b>	<b>2000</b>
<b>AUMENTO DA EXPECTATIVA EM RELAÇÃO À MANUTENÇÃO</b>		
_ Conserto após a falha	_ Disponibilidade crescente _ Maior vida útil do equipamento	_ Maior disponibilidade e confiabilidade _ Melhor custo-benefício _ Melhor qualidade dos produtos _ Preservação do meio ambiente
<b>MUDANÇAS NAS TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO</b>		
_ Conserto após a falha	_ Computadores grandes e lentos	_ Monitoração de condição _ Projetos voltados para

		confiabilidade e manutenção _ Análise de risco _ Computadores pequenos e rápidos _ Softwares potentes _ Análise de modos e efeitos da falha (FMEA) _ Grupos de trabalho multidisciplinares
1930 1940	1970	2000
<b>Primeira Geração</b>	<b>Segunda Geração</b>	<b>Terceira Geração</b>

Fonte: Adaptado de Gurski (2002)

## 2.3 Tipos de Manutenção

De acordo com Pinto; Xavier (2001, p. 9), atualmente são definidos 6 tipos básicos de manutenção: Corretiva não planejada; Corretiva planejada; Preventiva; Preditiva; Detectiva; Engenharia de manutenção.

### 2.3.1 Manutenção corretiva não planejada

Conforme Vaz (1997, p. 405), as manutenções corretivas não planejadas são intervenções realizadas depois que a falha já ocorreu e têm, portanto, caráter emergencial. Como não são programadas, são executadas sempre que ocorrem paradas inesperadas de máquina por falha, gerando perda da produção.

Esse tipo de manutenção, normalmente, implica em altos custos, justamente por promover perda de produção, além de perda da qualidade do produto, fatos que ocasionam a elevação dos custos indiretos de manutenção (GURSKI, 2002, p. 13).

Gurski (2002, p. 13), afirma que, quando uma empresa tem a maior parte de sua manutenção corretiva na classe não planejada, “seu departamento de manutenção é comandado pelos equipamentos e o desempenho empresarial da organização, certamente não está adequado às necessidades de competitividade atuais”.

Portanto, esse tipo de manutenção ocorre quando a Empresa não possui qualquer tipo de estratégia operacional, pois a produção estará sempre condicionada ao correto funcionamento da máquina.

### 2.3.2 Manutenção corretiva planejada

Segundo Viana (2002, p. 10), manutenção corretiva “se configura em uma intervenção aleatória, sem definições anteriores, sendo mais conhecida nas fábricas como ‘apagar incêndios’”. Completando sua definição, Gurski (2002, p. 13) relata que a manutenção “deve ser organizada de tal maneira que o equipamento pare de produzir somente de forma planejada”.

Pode-se resumir a manutenção corretiva planejada como sendo a correção do desempenho menor do que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, ou seja, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra (GURSKI, 2002, p. 13).

A manutenção corretiva planejada, para Pinto; Xavier (2001, p. 37), alcançará os melhores resultados conforme mostra o Quadro 01.

**Quadro 01 – Casos nos quais deve ser utilizada a manutenção corretiva planejada**

Caso 1:	Possibilidade de compatibilizar a necessidade da intervenção com os interesses da produção;
Caso 2:	Melhor planejamento dos serviços;
Caso 3:	Garantia da existência de sobressalentes, equipamentos e ferramental;
Caso 4:	Garantia da existência de recursos humanos com a qualificação necessária para a execução dos serviços e em quantidade suficiente, que podem, inclusive, serem buscados externamente à organização.

Fonte: Adaptado de Pinto; Xavier (2001)

Embora a manutenção corretiva planejada seja melhor que a não planejada, percebe-se que ambas agem apenas após a quebra ou parada da máquina, fato que reduz a produção e aumenta o custo de fabricação.

### 2.3.3 Manutenção preventiva

Segundo a ABNT NBR 5462 (1994, p. 7), é a “Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item”.

A troca de peças em períodos regulares pode acarretar uma subutilização das mesmas pelo descarte antes do fim de sua vida útil, observa Vaz (1997). Essa subutilização acomete no aumento do custo de fabricação do produto, pois o equipamento está utilizando um número maior de peças do que o necessário.

Pinto; Xavier (2001, p. 42), lista os casos nos quais devem ser realizada a manutenção preventiva conforme mostra o Quadro 02:

**Quadro 02 – Casos nos quais deve ser realizada a manutenção preventiva**

Caso 1:	Quando não é possível a preditiva;
Caso 2:	Quando estão envolvidas segurança pessoal ou operacional;
Caso 3:	Quando há oportunidade em equipamentos críticos de difícil liberação;
Caso 4:	Quando afeta a continuidade operacional;
Caso 5:	Quando pode colocar em risco o meio ambiente.

Fonte: Adaptado de Pinto; Xavier (2001)

Logo, pode-se inferir que a manutenção preventiva, ao contrário das corretivas, proporciona ao mantenedor uma ação antecedente à falha, como o próprio nome induz, previne a anormalidade, evitando paradas não programadas da produção.

### 2.3.4 Manutenção preditiva

“Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva” (ABNT NBR 5462, 1994, p. 7).

Neste particular, a própria máquina ou equipamento fornece os elementos que permitem detectar o seu estado real, assim como o de seus componentes, bastando que tais elementos sejam verificados com atenção no decorrer da operação, completa Vaz (1997).

Como vantagem da manutenção preditiva, Gurski (2002, p. 14) cita a disponibilidade, tendo em vista que a mesma “não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo”. Além disso, são evitadas desmontagens para inspeção, permitindo a utilização do componente até o máximo de sua vida útil, esclarece Viana (2002, p. 12).

Algumas das técnicas preditivas utilizadas nas indústrias nacionais segundo Viana (2002, p. 12) são: ensaio por ultra-som, análise de vibrações mecânicas, análise de óleos lubrificantes, termografia.

Com isso, pode-se dizer que a manutenção preditiva trata-se da manutenção preventiva evoluída, pois além de evitar paradas não planejadas das máquinas, analisa-se a vida útil delas e as avalia constantemente durante seu funcionamento.

### **2.3.5 Manutenção detectiva**

São tarefas executadas para verificar se um sistema de proteção ainda está funcionando, de forma a detectar falhas ocultas ou não-perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção, garantindo a confiabilidade, define Gurski (2002, p. 14).

O autor supracitado explica ainda que em sistemas complexos, essas ações só devem ser levadas a efeito por pessoal da área de manutenção, com treinamento e habilitação para tal, assessorado, pelo pessoal de operação.

### **2.3.6 Engenharia da manutenção**

Segundo Gurski (2002, p. 15), a engenharia da manutenção utiliza para análise, estudo e preposições de melhoria de todos os dados que o sistema de manutenção preditiva colhe e armazena.

Em suma, significa deixar de ficar consertando continuamente, para procurar as causas básicas, modificar situações permanentes de mau desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, desenvolver manutenibilidade, dar feedback - informar a outrem sobre o desempenho - ao projeto, interferir tecnicamente nas compras, perseguindo o benchmarking - busca contínua pelas melhores práticas - em manutenção.

## **2.4 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)**

A manutenção não pode se limitar a apenas corrigir problemas cotidianos, mas deve perseguir sempre a melhoria constante, tendo como norte o aproveitamento máximo dos instrumentos de produção, aliado ao zero defeito.

O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) se apresenta como sendo:

“o conjunto de ações organizacionais e procedimentos, que ordenam e estruturam os serviços para o alcance dos objetivos deste setor em uma empresa. A gestão do serviço de manutenção tem o objetivo de organizar as atividades e ordenar os fatores de produção (capital + fatores humanos), visando a produção e a produtividade com eficiência, sem desperdícios e retrabalho” (LIMA, 2010, p. 2).

Para Xavier (2006, p. 31), o grande objetivo da manutenção é garantir confiabilidade e disponibilidade das máquinas e equipamentos e que para contribuir com isso o PCM deve otimizar a utilização dos recursos da manutenção.

#### **2.4.1 Tagueamento**

Segundo Viana (2002, p. 21), o tagueamento “representa a identificação da localização das áreas operacionais e seus equipamentos”. Através do tagueamento estruturado, consegue-se planejar e programar a manutenção de uma forma mais rápida e racional, além de obter informações acerca do número de quebras, disponibilidade, custos, obsolescência, entre outros.

Tem como objetivo individualizar o equipamento para receber manutenção, bem como para o acompanhamento de sua vida útil, o seu histórico de quebras, intervenções, custos, etc. Deve-se estipular um padrão para o registro, onde Viana (2002, p. 29) sugere utilizar um composto: de três letras - informando o equipamento, MOT para Motor, por exemplo; um hífen; e, quatro algarismos - informando o sequencial, que pode ter 9.999 posições: XXX-0001.

Contudo, deve-se compreender que o tagueamento funciona como a identidade de um setor ou equipamento, facilitando quando da busca pela sua localização pelo mantenedor, por exemplo.

#### **2.4.2 Ordem de manutenção**

Ordem de manutenção (OM) é definida por Viana (2002, p. 38) como sendo “a instrução escrita, enviada via documento eletrônico ou em papel, que

define um trabalho a ser executado pela manutenção”, há empresas que adotam a nomenclatura de Ordem de Serviço (OS).

O mesmo autor descreve as possíveis fases de uma OM: não iniciada, programada, iniciada, suspensa e encerrada.

Viana (2002, p. 39), trata com importância o preenchimento correto dos dados (cabeçalho, descrição das tarefas e histórico) na OM, pois possuem um alto peso para o PCM, visto serem eles a base dos índices para tomada de decisão gerencial.

Com isso, percebe-se que é fundamental a existência de uma OM padronizada para que os dados contidos nela sejam transformados em informação a ser utilizada na elaboração da estratégia de manutenção.

### **2.4.3 Equipes de manutenção e suas especialidades**

A equipe de manutenção é o agrupamento de técnicos mantenedores com as mesmas características. Cada qual com o seu supervisor e um planejador responsável. Para Viana (2002, p. 63), após a definição das equipes deve-se estipular a área de atuação do mantenedor e seu nível de especialização. No entanto, com o advento da multifuncionalidade, é comum que um profissional execute serviços de outra especialidade.

Assim como em toda e qualquer equipe competitiva, deve ser definida a função de cada integrante, seus objetivos e responsabilidades, seu nível hierárquico, a fim de que o grupo possua como norte uma finalidade comum, como por exemplo, manter as máquinas sempre disponíveis e confiáveis.

### **2.4.4 Homens da manutenção**

De acordo com Viana (2002, p. 71), os homens da manutenção são todos os envolvidos diretamente com o setor mantenedor da empresa, adicionados à engenharia de manutenção, são eles: executante, planejador, supervisor e gerente.

#### **2.4.4.1 Executante da manutenção**

Nos dias atuais, o primeiro homem a dar manutenção passa a ser o próprio operador da máquina, isso se deve a ligação entre produção e manutenção.

Para Viana (2002, p. 71), os operadores deverão ser responsáveis diretos pela execução de tarefas como: lubrificação, limpeza, engaxetamento e reapertos, além de inspeção e encaminhamento de Ordens de Manutenção para correção de eventuais falhas observadas, ajudando no planejamento de serviços e em algumas oportunidades na programação.

Segundo Viana (2002, p. 75), o executante da manutenção terá de se transformar num Técnico Mantenedor, para que responda bem às exigências do mercado, além de possuir os requisitos mostrados no Quadro 03:

**Quadro 03 – Requisitos para um executante da manutenção**

Requisito 1:	Educação Formal Técnica;
Requisito 2:	Conhecimento em Informática;
Requisito 3:	Senso Crítico;
Requisito 4:	Atitudes Proativas;
Requisito 5:	Espírito de Equipe.

Fonte: Adaptado de Viana (2002).

“Executantes devem ser capacitados para a realização das tarefas pertinentes a sua especialidade. O treinamento é uma atividade que deve ser orientada pela Engenharia de Manutenção e cobrada pela Gerência” (XAVIER, 2006, p. 28).

Na maioria das vezes, o aprendizado ocorre quando a pessoa sente na prática determinada situação. Com o executante da manutenção não é diferente. Conforme ele convive com determinada máquina, o mesmo passa a identificar a menor das anormalidades, tal como ruído ou vibração, por exemplo. Com isso, torna-se mais fácil a busca por uma solução imediata ou de suporte.

#### **2.4.4.2 Planejador da manutenção**

Conforme Viana (2002, p. 77), o planejador da manutenção é a reunião dos cargos de Planejador, Programador e Coordenador de Materiais. Além dos requisitos de um Técnico Mantenedor deve possuir experiência nos trabalhos de manutenção em máquinas, tendo como atribuições básicas as descritas no Quadro 04.

**Quadro 04 – Requisitos para um planejador da manutenção**

Requisito 1:	Gerenciamento dos Planos de Manutenção;
Requisito 2:	Coordenação e Tratamento das Inspeções;
Requisito 3:	Coordenação de Materiais;
Requisito 4:	Gerenciamento dos Cadastros da Manutenção;
Requisito 5:	Programação de Serviços;
Requisito 6:	Programação de Paradas;
Requisito 7:	Controle dos Índices da Manutenção.

Fonte: Viana (2002).

De acordo com as atribuições do planejador da manutenção, percebe-se que o mesmo é o responsável pela verificação do correto andamento da função manutenção. Além de estar em contato com a função produção, para planejar paradas e serviços, o mesmo analisa os índices da manutenção – os quais serão discutidos mais adiante – e decide por manter ou corrigir determinado planejamento.

#### 2.4.4.3 Supervisor da manutenção

É o profissional responsável pela coordenação e orientação da equipe de executantes, particularmente dos Técnicos Mantenedores. Segundo Viana (2002, p. 79), ele trata de questões técnicas, bem como do controle de custos e horas extras dos seus subordinados e deve possuir, além das habilidades do Técnico Mantenedor e do Planejador, essas descritas no Quadro 05.

**Quadro 05 – Requisitos para um supervisor da manutenção**

Requisito 1:	Pensamento Sistemático;
Requisito 2:	Capacidade de Realização;
Requisito 3:	Estratégia;
Requisito 4:	Criatividade;
Requisito 5:	Respeito e Controle;
Requisito 6:	Motivar;
Requisito 7:	Orientação e Gerenciamento;
Requisito 8:	Coordenação de Ações de Pronto Atendimento;
Requisito 9:	Controle de Pessoal;
Requisito 10:	Custos de Manutenção;
Requisito 11:	Facilitação a Programas Corporativos;
Requisito 12:	Gestão de Segurança.

Fonte: Adaptado de Viana (2002).

“Supervisionar pessoal próprio não é a mesma coisa que fiscalizar pessoal de empresas contratadas. As atividades são bastante diferentes e a fiscalização exige conhecimentos adicionais ao supervisor” (XAVIER, 2006, p. 28).

#### 2.4.4.4 Gerente de manutenção

É o “responsável pelas decisões, orientadas no sentido de alcançar as metas definidas para a sua área, e a empresa como um todo”, define Viana (2002, p. 85). Além das habilidades de Técnico Mantenedor, Planejador e Supervisor, deverá possuir as descritas no Quadro 06.

**Quadro 06 – Requisitos para um gerente de manutenção**

Requisito 1:	Nível Superior em Engenharia (ligada à indústria de transformação);
Requisito 2:	Experiência na área de manutenção, planejamento e execução;
Requisito 3:	Excelente visão dialética;
Requisito 4:	Capacidade de negociação apurada;
Requisito 5:	Bons conhecimentos em ADM, OS&M, além de segurança no trabalho;
Requisito 6:	Boa comunicação;
Requisito 7:	Percepção aguçada.

Fonte: Adaptado de Viana (2002).

Para que a manutenção atue vigorosamente como função estratégica do negócio, torna-se fundamental para o gerente: o gerenciamento do pessoal; atuar em conjunto com a Operação e a Engenharia; elaborar juntamente com sua equipe os planos de ação e cobrar o seu cumprimento (XAVIER, 2006, p. 28).

Essa função deverá ser encarada com seriedade pela alta administração, pois as decisões do gerente podem direcionar de forma produtiva ou não, uma gama de recursos humanos e materiais, extremamente necessários para a saúde de qualquer companhia (VIANA, 2002, p. 86).

O gerente de manutenção é o profissional responsável por traduzir as decisões da alta administração em forma de gestão da manutenção, ou seja, a partir do objetivo empresarial o mesmo planejará qual a melhor forma de atuar na manutenção dos equipamentos responsáveis pela produção.

## 2.5 Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC)

A MCC é o “processo usado para determinar os requisitos de manutenção de qualquer item físico no seu contexto operacional” (MOUBRAY, 1996 apud VIANA, 2002, p. 101).

Conforme Viana (2002, p. 101), a MCC são técnicas que estudam as diversas formas de como um componente pode vir a falhar, visualizando através disto as ações de bloqueios pertinentes a serem tomadas.

De acordo com Smith (1997, apud VIANA, 2002, p. 102), a sua implantação consiste da seleção de um sistema operacional a ser estudado e da formação da equipe de MCC (formada por representantes de cada área que influencia no sistema escolhido), buscando atingir os quatro objetivos da manutenção centrada em confiabilidade, descritos no Quadro 07:

**Quadro 07 – Objetivos da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC)**

Objetivo 1:	Preservar as funções do sistema;
Objetivo 2:	Identificar modos de falha que influenciem tais funções;
Objetivo 3:	Indicar a importância de cada falha funcional;
Objetivo 4:	Definir tarefas preventivas em relação às falhas funcionais.

Fonte: Smith(1997, apud VIANA, 2002).

Segundo Smith (1997, apud VIANA, 2002, p. 103), para alcançar tais objetivos devem-se seguir os passos descritos no Quadro 08:

**Quadro 08 – Passos para atingir os objetivos da MCC**

Passo 1:	Seleção do Sistema e Levantamento de Dados;
Passo 2:	Definição das Fronteiras do Sistema;
Passo 3:	Descrição do Sistema e Subsistemas;
Passo 4:	Identificação das Funções e Falhas Funcionais;
Passo 5:	Análise de Modos de Falhas (FMEA);
Passo 6:	Diagrama de Decisão.

Fonte: Smith(1997, apud VIANA, 2002).

Portanto, a Manutenção Centrada em Confiabilidade busca, a partir da análise e do estudo do contexto operacional em questão, identificar as possíveis falhas e elaborar planos de prevenção para combatê-las.

## 2.6 Índices da Manutenção

Segundo Viana (2002, p. 139), uma vez definida a real situação da manutenção, propõe-se desafios para a melhoria, escolhem-se os meios e a partir de então é acompanhada tanto a evolução da ação humana mantenedora quanto a sua rotina diária, através dos indicadores da manutenção. Esses índices retratam aspectos importantes no processo da planta e o PCM avalia a melhor forma de monitoramento dos mesmos, acompanhando apenas aquilo que agrega valor.

Conforme Viana (2002, p. 140), existem seis “Índices de Classe Mundial”, descritos no Quadro 09.

**Quadro 09 – Índices da Manutenção de Classe Mundial**

Índice 1:	MTBF (TMEF – Tempo Médio Entre Falhas);
Índice 2:	MTTR (TMR – Tempo Médio de Reparo);
Índice 3:	TMPF (Tempo Médio Para Falha);
Índice 4:	Disponibilidade Física da Maquinaria;
Índice 5:	Custo de Manutenção por Faturamento;
Índice 6:	Custo de Manutenção por Valor de Reposição.

Fonte: Viana (2002).

Logo, os índices da manutenção servem como base para analisar a eficiência de sua ação, o tempo decorrido da manutenção e o custo relacionado à ação mantenedora. Com eles, pode-se agir pontualmente nas irregularidades observadas.

### 2.6.1 MTBF

Para Viana (2002, p. 142), o *Mean Time Between Failures* (MTBF) - Tempo Médio Entre Falhas - leva em consideração a falha em componentes reparáveis e possui o objetivo de observar o comportamento da maquinaria, diante das ações mantenedoras. Com relação ao tempo, quanto maior o MTBF melhor, pois significa que as intervenções corretivas estão diminuindo, gerando um aumento no total de horas disponíveis para a operação. Encontra-se o valor de MTBF através da fórmula a seguir:

$$MTBF = \frac{HD}{NC}$$

Onde: HD - a soma das horas disponíveis do equipamento para a operação; e, NC - número de intervenções corretivas no equipamento no período.

De acordo com Costa; Peixoto; Dias (2006, p. 4) “este indicador está ligado a uma expressão muito utilizada na área industrial; Confiabilidade, ou probabilidade de bom funcionamento”.

### 2.6.2 MTTR

Segundo Viana (2002, p. 143), com o passar do tempo, quanto menor o *Mean Time to Repair* (MTTR) - Tempo Médio de Reparo - melhor, pois significa que os reparos corretivos são cada vez menos impactantes na produção. Calcula-se o MTTR pela fórmula abaixo:

$$MTTR = \frac{HIM}{NC}$$

Onde: HIM - soma das horas de indisponibilidade para a operação devido à manutenção; NC - número de intervenções corretivas no período.

“A este indicador está ligada a expressão Manutenibilidade, ou seja, capacidade de sofrer manutenção ou probabilidade de duração de manutenção” (COSTA; PEIXOTO; DIAS, 2006, p. 4).

### 2.6.3 TMPF

Alguns componentes ao falharem são simplesmente descartados e substituídos por novos, logo, o Tempo Médio para Falha (TMPF) leva em consideração os componentes que não sofrem reparos, discorre Viana (2002, p. 143). E, pode ser encontrado através da fórmula:

$$TMPF = \frac{HD}{N^{\circ} \text{ de Falhas}}$$

Onde: HD - total de horas disponíveis do equipamento para a operação; e, N<sup>o</sup> de Falhas - número de falhas detectadas em componentes não reparáveis.

Este difere do MTBF, pois “através da análise destes dados, pode-se definir intervenções sistemáticas para a substituição do equipamento antes da ocorrência da falha”, afirmam Costa; Peixoto; Dias (2006, p. 4).

#### 2.6.4 Disponibilidade Física (DF)

Segundo a ABNT NBR 5462 (1994, p. 2), disponibilidade é a:

“capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados”.

A DF representa o percentual de dedicação para operação de um equipamento, ou de uma planta, em relação às horas totais do período, diz Viana (2002, p. 144). Pode ser calculado das seguintes maneiras:

$$DF = \frac{HT}{HG} \times 100\%$$

$$DF = \frac{HO}{HO + HM} \times 100\%$$

Onde: HT - horas trabalhadas; HG – horas totais no período; HO - tempo total de operação; HM - tempo de paralisações, preventivas e corretivas.

#### 2.6.5 Custo de manutenção por faturamento

Segundo Gurski (2002, p. 8), “o custo anual da manutenção representa, em média, 4,39% do faturamento bruto das empresas e, por este motivo, uma redução de custo na manutenção, mal conduzida, pode levar a perda de faturamento e lucro da organização”.

Com o advento do conceito de manutenção classe mundial, para Viana (2002, p. 146), os custos de manutenção são formados pelos gastos descritos no Quadro 10.

**Quadro 10 – Gastos da manutenção**

Gasto 1:	Pessoal;
Gasto 2:	Materiais;
Gasto 3:	Contratação de Serviços Externos;
Gasto 4:	Depreciação;
Gasto 5:	Perda de Faturamento.

Fonte: Viana (2002).

Sendo que a perda de faturamento consiste na relação entre os gastos totais com manutenção e o faturamento bruto da companhia.

Portanto, pode-se inferir que quanto menos pessoal e material forem utilizados para produzir o máximo possível de produtos menor será o custo de manutenção e conseqüentemente maior será o faturamento da Empresa.

### 2.6.6 Custo de manutenção por valor de reposição

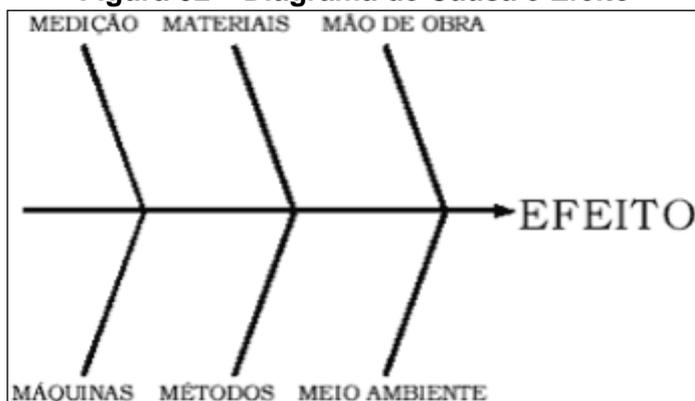
É utilizado para equipamentos de criticidade alta, haja vista que o controle de todos os equipamentos da planta torna-se dispendioso e pouco preciso (VIANA, 2002, p. 149). Normalmente é aceitável um valor menor que 6%, para o cálculo do CPMV que é feito através da fórmula:

$$\text{CPMV} = \frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{Valor de compra do equip.}} \times 100\%$$

### 2.7 Ishikawa

De acordo com Rocha (2010, p. 4), o Diagrama de Causa e Efeito ou Ishikawa “é uma técnica largamente utilizada, que mostra a relação entre um efeito e as possíveis causas que podem estar contribuindo para que ele ocorra”.

Para Franklin; Nuss (2006, p. 6), “o diagrama pode ainda ser utilizado quando for necessário identificar, explorar e ressaltar todas as causas possíveis de um problema ou condição específica. [...] As causas principais podem ser agrupadas sob quatro categorias conhecidas como os 4M: Método, mão-de-obra, material e máquina.”, conforme mostra a Figura 02.

**Figura 02 – Diagrama de Causa e Efeito**

Fonte: Franklin; Nuss (2006)

## 2.8 5W1H

A ferramenta da qualidade 5W1H feita para realizar o plano de ação, segundo Rocha (2010, p. 7), é “utilizada para planejar a implementação de uma solução, sendo elaborado em resposta as questões” mostradas no Quadro 11.

**Quadro 11 – Questões do 5W1H**

What - (O que): Qual ação vai ser desenvolvida?
When - (Quando): Quando a ação será realizada?
Why - (Por que): Por que foi definida esta solução?
Where - (Onde): Onde a ação será desenvolvida?
Who - (Quem): Quem será o responsável pela sua implantação?
How - (Como): Como a ação vai ser implementada?

Fonte: Adaptado de Rocha (2010).

Conforme Franklin; Nuss (2006, p. 2), “todo plano de ação deve estar estruturado para permitir a rápida identificação dos elementos necessários à implementação do projeto”. Sua utilização dependerá de cada projeto/atividade, não há uma regra básica.

## 2.9 Sistemas Informatizados

De acordo com Kardec (2001 apud JÚNIOR, 2009, p. 3), os sistemas informatizados para controle da manutenção eram todos manuais até meados de 1970. No entanto, com a evolução da informática, as indústrias passaram a utilizar computadores de grande porte, dando início ao surgimento dos sistemas de controle de manutenção.

“A importância de um sistema de manutenção recai na necessidade de um controle efetivo das ações mantenedoras, desde os seus cadastros, até sua análise de relatórios”, afirma Viana (2002, p. 162).

Além do que já foi comentado é de fundamental importância que o sistema informatizado alguns requisitos necessários para a sua escolha, tais como: sistema operacional, usuário capacitado para utilizar e operar o sistema que deve ser preferencialmente feito na língua nativa do mesmo, além de possuir programas contendo planilhas, gráficos e figuras para melhor representação dos dados e informações.

Esse capítulo apresentou o referencial teórico utilizado na elaboração desse estudo de caso e serviu como base para o entendimento da importância da função manutenção e da utilização de um Planejamento e Controle da Manutenção (PCM). No próximo capítulo, será demonstrada toda a metodologia utilizada para fazer esse estudo, desde o método de pesquisa, passando pela coleta de dados, universo e amostra até o ambiente de estudo.

### **3 METODOLOGIA**

Neste capítulo será mostrada a metodologia usada para o desenvolvimento deste estudo.

#### **3.1 Método**

Nesse estudo será feita uma avaliação da atual gestão da manutenção aplicada no setor de injeção da fábrica Duchas Corona Ltda. Para desenvolvê-lo utilizou-se um método científico que, segundo Gil (1999, p. 26), pode ser definido como “o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento”.

Logo, será utilizado como método científico o estudo de caso, que para Yin (1981, p. 23 apud GIL, 1999, p. 73), trata-se de “um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidência”.

O tipo de pesquisa do presente estudo será a explicativa-descritiva, utiliza-se a explicativa porque “tem como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos”. Já a descritiva, porque “tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis” (GIL, 1999, p. 44).

Quanto à abordagem utilizada nesse estudo classifica-se como qualiquantitativa, pois segundo Marconi; Lakatos (2007, p. 268), no método qualitativo “as amostras são reduzidas, os dados são analisados em seu conteúdo psicossocial e os instrumentos de coleta não são estruturados”. Já no quantitativo, “os pesquisadores valem-se de amostras amplas e de informações numéricas”.

#### **3.2 Coleta de Dados**

Segundo Marconi; Lakatos (2002, p. 32) a coleta de dados “exige do pesquisador paciência, perseverança e esforço pessoal, além do cuidadoso registro de dados”. A mesma, feita através de documentos e registros, foi realizada a partir

da estratificação dos dados. Desses, foram analisados quais os pontos positivos e negativos de setor mantenedor dessa indústria, onde foram encontradas possibilidades de melhoria.

De acordo com Gil (1999, p. 119), a entrevista “é seguramente a mais flexível de todas as técnicas de coleta de dados de que dispõem as ciências sociais”. Logo, foi também usada para coleta de dados, entrevistas não-estruturadas na modalidade focalizada.

Em suma, realizou-se a busca pelos dados em meios eletrônicos, tais como planilhas, além da coleta através das Ordens de Manutenção. Para complementar o estudo foram feitas entrevistas não estruturadas e focalizadas com os responsáveis pela manutenção da empresa no setor de injeção plástica.

### **3.3 Universo e Amostra**

Segundo Marconi; Lakatos (2002, p. 41), “universo é o conjunto de seres animados ou inanimados que apresentam pelo menos uma característica em comum”, nesse estudo o universo da pesquisa é o setor de manutenção responsável pelas injetoras da empresa em questão.

Já a amostra é definida como “uma porção ou parcela, convenientemente selecionada do universo” (MARCONI; LAKATOS, 2002, p. 41). Ou seja, a amostra da pesquisa é a parte do setor de manutenção cujos executantes atuam na parte de injeção plástica da empresa.

### **3.4 Ambiente de Estudo**

O estudo foi desenvolvido no setor de manutenção da fábrica Duchas Corona Ltda., unidade de Aracaju – SE, localizada na Rua Guaporé, 527, bairro Siqueira Campos, durante o primeiro semestre de 2012.

Este local foi escolhido por ser o principal responsável pelo manutenção das máquinas e equipamentos constituintes da área de injeção plástica, que fabricam o corpo das duchas elétricas, além de outras partes internas como diafragma e plataforma, por exemplo.

## **4 ANÁLISE DE RESULTADOS**

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos a partir dos objetivos deste estudo, bem como serão discutidas as possibilidades de melhoria.

### **4.1 Processo de Gestão da Manutenção**

Para que a manutenção atue no setor de injeção plástica e nas suas 78 injetoras, faz-se necessária a abertura da Ordem de Manutenção (O.M.). Após a emissão por escrito da O.M. (a fábrica não disponibiliza de um sistema informatizado para preenchimento das Ordens de Manutenção), a mesma é enviada para o setor responsável pela manutenção das injetoras, podendo ser mecânico/hidráulico ou elétrico/eletrônico. Ocorre em algumas ocasiões uma espera devido ao trâmite burocrático dessa O.M. por escrito, desde o setor de injeção plástica até o setor da manutenção.

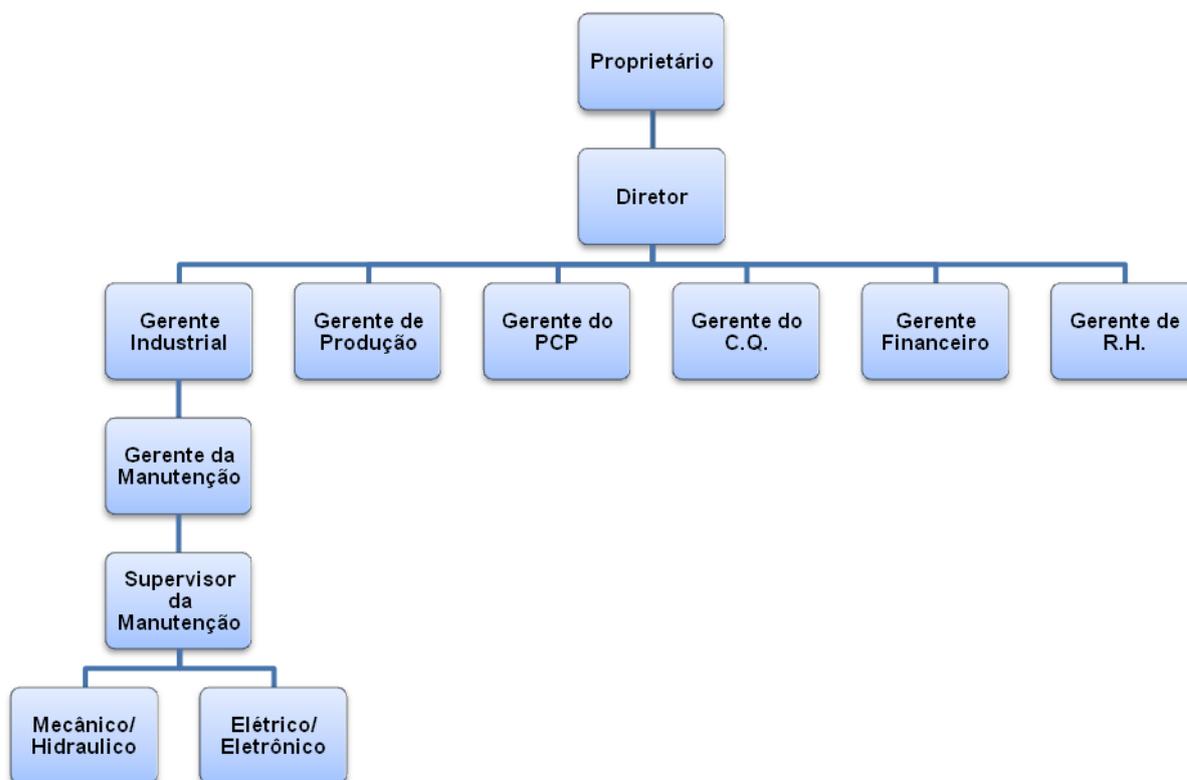
O setor mecânico/hidráulico conta com 4 profissionais distribuídos pelos três turnos para a realização da manutenção preventiva. Já o setor elétrico/eletrônico, possui 3 colaboradores, cada um responsável por um turno, enquanto que o setor eletrônico tem apenas 2 profissionais atuando durante o horário administrativo. A saber: o primeiro turno compreende o período entre 05h20 e 13h40; o segundo turno compreende o período entre 13h40 e 22h00; o terceiro turno compreende o período entre 22h00 e 05h20; e, o horário administrativo compreende o período entre 07h00 e 16h48. Os trabalhadores de turno folgam apenas no domingo, enquanto que os administrativos trabalham de segunda a sexta-feira, ambos têm direito a uma hora de pausa para refeição e descanso.

Criou-se uma planilha “CONTROLE DE MANUTENÇÕES – INJEÇÃO” para inserção dos dados que constituem a O.M., tais como: número da máquina, tipo de manutenção, matrícula do operador solicitante, datas e horários da ocorrência e do início e término da manutenção, matrícula do(s) executor(es) da manutenção, descrição do problema e da medida tomada.

A partir da manipulação desses dados, podem-se obter algumas importantes informações, como por exemplo: o maior índice de ocorrências na manutenção, os principais motivos causadores da manutenção e o turno em que ocorre mais chamado.

Os responsáveis pela Gestão da Manutenção praticada na empresa em questão estão mostrados no organograma da Figura 03.

Figura 03 – Organograma da manutenção.



Fonte: Autor da pesquisa.

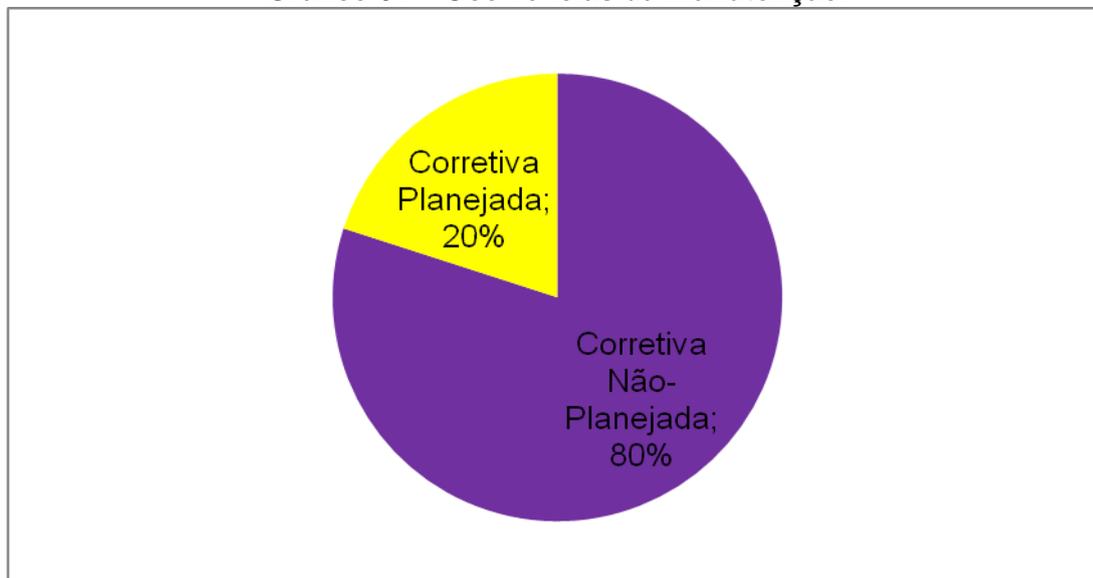
De acordo com o organograma, no setor de manutenção há o Gerente e o Supervisor, o qual está diretamente ligado à área de injeção, e que conta com a mão de obra dos mecânicos (os quais solucionam problemas mecânicos/hidráulicos) e dos eletricitistas (os quais resolvem os problemas elétricos/eletrônicos).

## 4.2 Situação da Manutenção

A partir do objetivo de avaliar o atual modelo de gestão da manutenção, no setor de injeção plástica de uma fábrica de duchas, por meio do programa PCM, e da coleta de dados percebeu-se a necessidade de reduzir a quantidade de intervenções corretivas. Essas manutenções corretivas mostraram-se, durante o estudo, ser o único tipo existente de manutenção, totalizando 100%, onde 80%

dessas correspondem à manutenção corretiva não planejada e os 20% restantes à manutenção corretiva planejada, conforme mostra o Gráfico 01.

**Gráfico 01 – Ocorrências da manutenção.**



Fonte: Autor da pesquisa.

Após a coleta de dados, os mesmos foram inseridos na planilha “CONTROLE DE MANUTENÇÕES - INJEÇÃO” conforme, em resumo, mostra o Quadro 12, durante o período de 15/08/2011 à 12/09/2011, a partir da qual puderam ser levantadas informações a respeito da atuação da manutenção, tais como: quantidade de ocorrências x Máquinas; quantidade de ocorrências x Defeitos; quantidade de ocorrências x Tipo de manutenção; quantidade de ocorrências x Turno; Horas paradas x Máquinas; Tempo de espera x Máquinas.

**Quadro 12 – Controle de Manutenções – Injeção.**

CONTROLE DE MANUTENÇÕES – INJEÇÃO (15/08/2011 A 12/09/2011)											
Máquina	Tipo de Manut.	Turno Ocorrênc.	Data / hora ocorrência na máquina	Data / hora início manutenção	Data / hora término manutenção	Quantid. Ocorrênc.	Defeito	Medidas tomadas	Espera da manutenção (hs)	Tempo em manutenção (hs)	Lead time total (hs)
22	E	2	15/08/11 14:45	15/08/11 14:50	15/08/11 15:00	46	verificar resistência do canhão	foi limpo e substituído o fusível	0,0 8	0,1 7	0,2 5

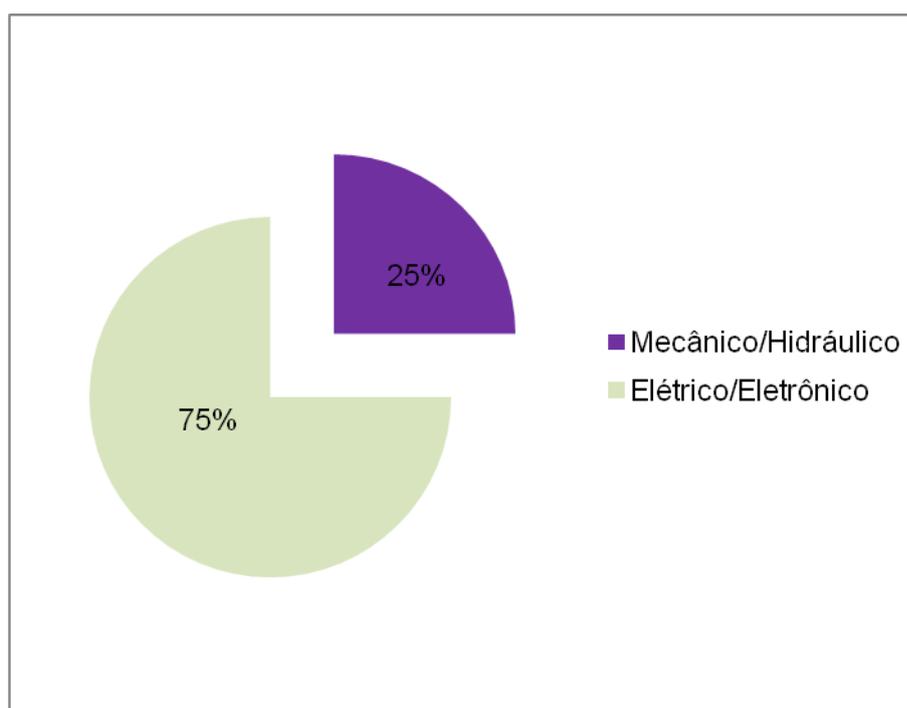
2	E	3	04/09/11 01:00	04/09/11 01:00	04/09/11 01:20	8	bico quente não aquece	resistência queimada e defeito solucionad o	0,0 0	0,3 3	0,3 3
63	E	3	04/09/11 04:20	04/09/11 04:20	04/09/11 04:45	7	verificar abertura / fechamento da máquina	substituiçã o do micro de proteção estava com defeito	0,0 0	0,4 2	0,4 2
74	E	2	04/09/11 14:00	04/09/11 14:00	04/09/11 14:20	4	verificar programaçã o da máquina	controlador foi instalado	0,0 0	0,3 3	0,3 3
36	M	2	04/09/11 15:12	04/09/11 15:12	04/09/11 16:32	7	verificar abertura / fechamento da máquina	foi corrigido	0,0 0	1,3 3	1,3 3

Fonte: Autor da pesquisa.

#### 4.2.1 Manutenção x Ocorrências

A partir das informações obtidas e estratificadas da planilha “CONTROLE DE MANUTENÇÕES – INJEÇÃO” constatou-se que o tipo de manutenção que apresenta mais ocorrências é a Elétrica, com 75% das ocorrências, pelo fato de o sistema elétrico acionar os elementos da máquina, conforme mostra o Gráfico 02.

**Gráfico 02 – Tipo de manutenção x Quantidade de ocorrências.**



Fonte: Autor da pesquisa.

Pode-se perceber que no setor de Injeção do corpo das duchas, as máquinas responsáveis por tal processo sofrem mais falhas na parte elétrica, fator relevante para a atuação consistente da manutenção elétrica. Essas falhas devem-se ao fato de o sistema elétrico estar localizado em partes de movimentos constantes, por isso, devem ser verificados periodicamente para que não soltem, estejam isentos de pó, umidade e temperatura elevada.

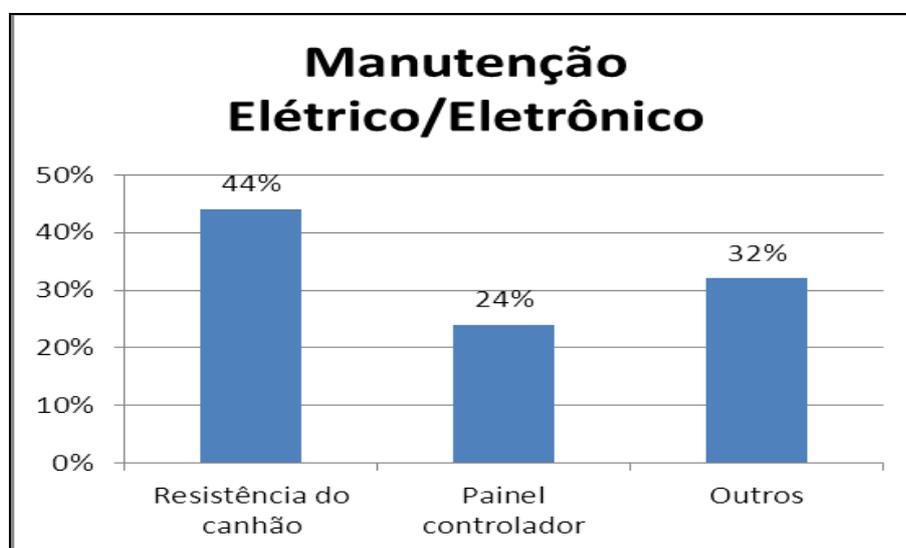
#### 4.2.2 Problemas Registrados

Foi detectado que a maioria dos problemas registrados nas O.M. da manutenção elétrico/eletrônico, no período de 15/08/2011 à 12/09/2011, referem-se a resistência do canhão, com 44% das ocorrências, seguido da verificação no painel controlador, com 24% das ocorrências, ambos com relação a quantidade.

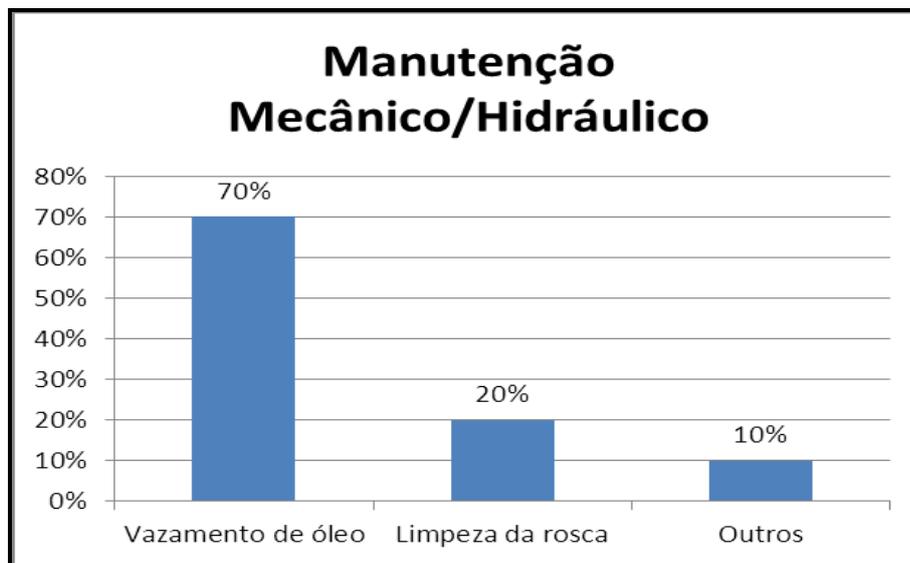
Já na manutenção mecânico/hidráulico referem-se a eliminação do vazamento de óleo, com 70% da quantidade de ocorrências, seguido da limpeza para troca de material, com 20% da quantidade de ocorrências, no mesmo período, conforme mostram o Gráfico 03 e o Gráfico 04, respectivamente.

Logo, conclui-se que agindo preventivamente na solução dos problemas com a resistência do canhão e com o painel controlador (manutenção elétrico/eletrônico) e, ainda com os problemas no vazamento de óleo (manutenção mecânico/hidráulico) serão eliminados 68% e 70% das manutenções corretivas, respectivamente, evitando assim defeito nas máquinas.

**Gráfico 03 – Manutenção Elétrico/Eletrônico por quantidade.**



Fonte: Autor da pesquisa.

**Gráfico 04 – Manutenção Mecânico/Hidráulico por quantidade.**

Fonte: Autor da pesquisa.

Sugere-se que para prevenir tanto o vazamento de óleo quanto o superaquecimento da resistência do canhão haja a busca pela causa-raiz de ambos problemas, para que esses sejam reduzidos ou completamente resolvidos, pois as máquinas injetoras não foram construídas para liberar óleo e nem ter curto-circuito na resistência.

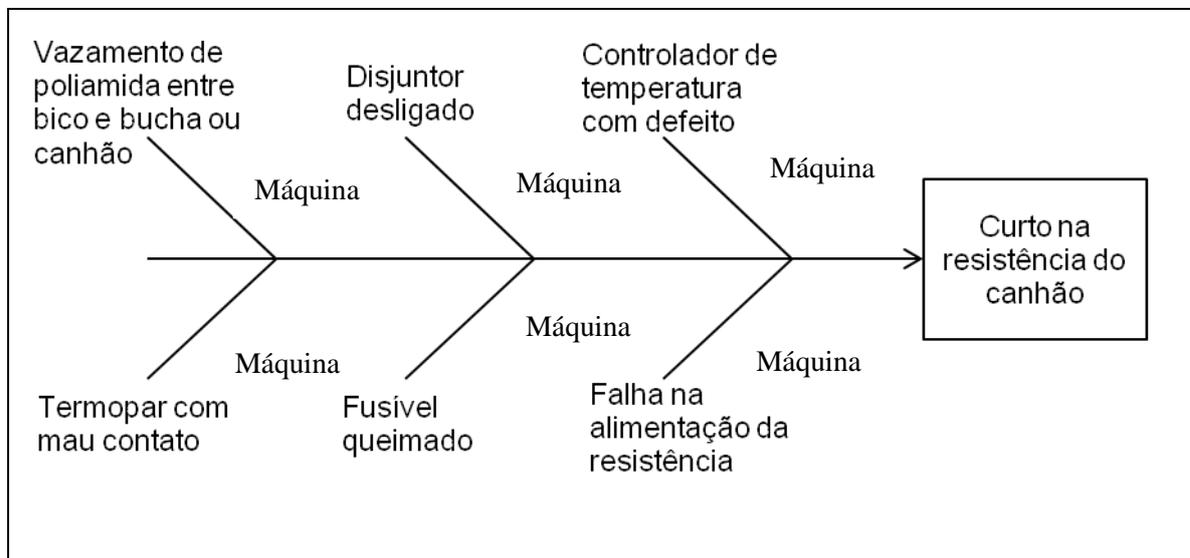
Assim, com a implantação da manutenção preventiva nos casos supracitados, poderá ser feito um estudo acerca da causa-raiz dos problemas apontados, o que não é feito no modelo atual de gestão da manutenção, e, dessa forma reduzir o índice de falha nos equipamentos.

Verificou-se, através de entrevistas não-estruturadas na modalidade focalizada que se baseia na experiência do executante da manutenção, qual(is) a(s) principal(is) causa(s) responsáveis pelos problemas registrados.

No que se refere aos problemas relacionados à manutenção elétrico/eletrônica, identificou-se o vazamento do material (poliamida, mais conhecida como nylon) entre o bico e a bucha e, entre o bico e o canhão, como a potencial causa do curto na resistência do canhão, além de: termopar com mau contato, disjuntor desligado, fusível queimado, controlador de temperatura com defeito e falha na alimentação da resistência; e, variador de potência com defeito, cabo de comunicação com mau contato, controlador auxiliar danificado e tecla

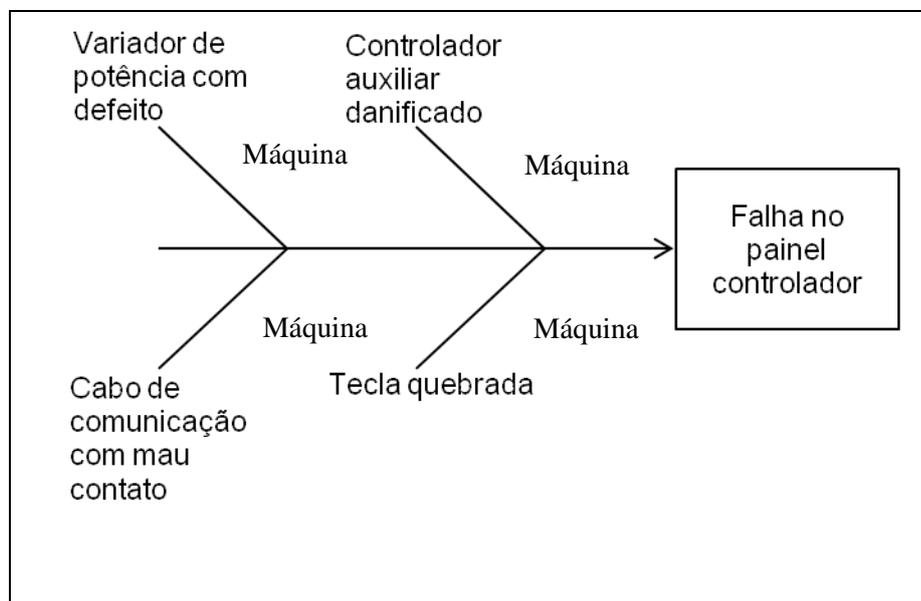
quebrada, ocasionando falha no painel controlador, conforme mostram as Figuras 04 e 05, respectivamente.

**Figura 04 – Diagrama de Causa e Efeito do curto na resistência do canhão.**



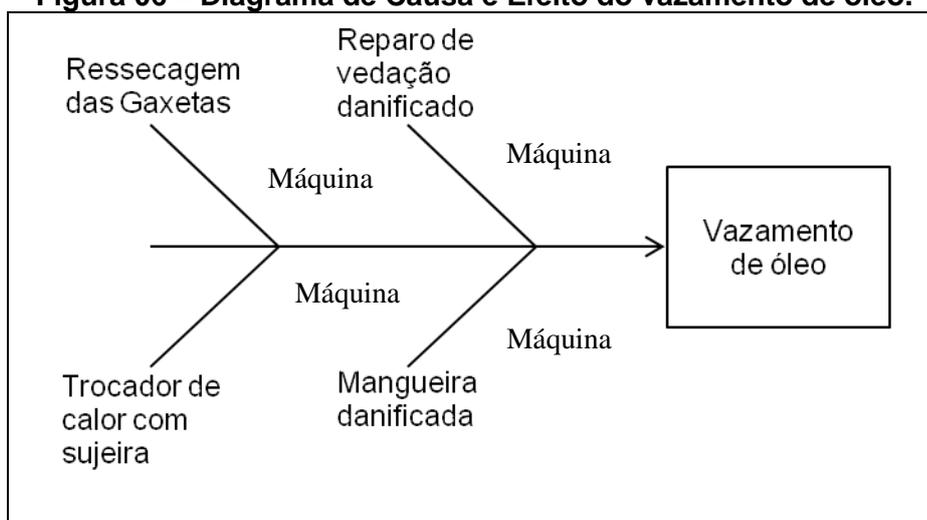
Fonte: Autor da pesquisa.

**Figura 05 – Diagrama de Causa e Efeito da falha no painel controlador.**



Fonte: Autor da pesquisa.

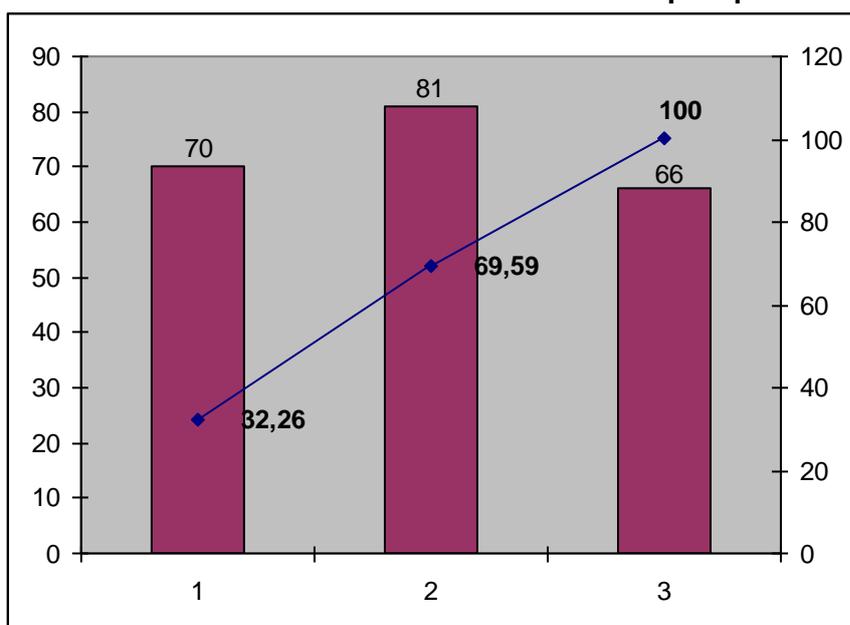
Com relação aos problemas atendidos pela manutenção mecânica/hidráulica, foram identificados ressecagem das gaxetas, trocador de calor com sujeira, reparo de vedação danificado, mangueira danificada como as potenciais causas do vazamento de óleo, conforme mostra a Figura 06.

**Figura 06 – Diagrama de Causa e Efeito do vazamento de óleo.**

Fonte: Autor da pesquisa.

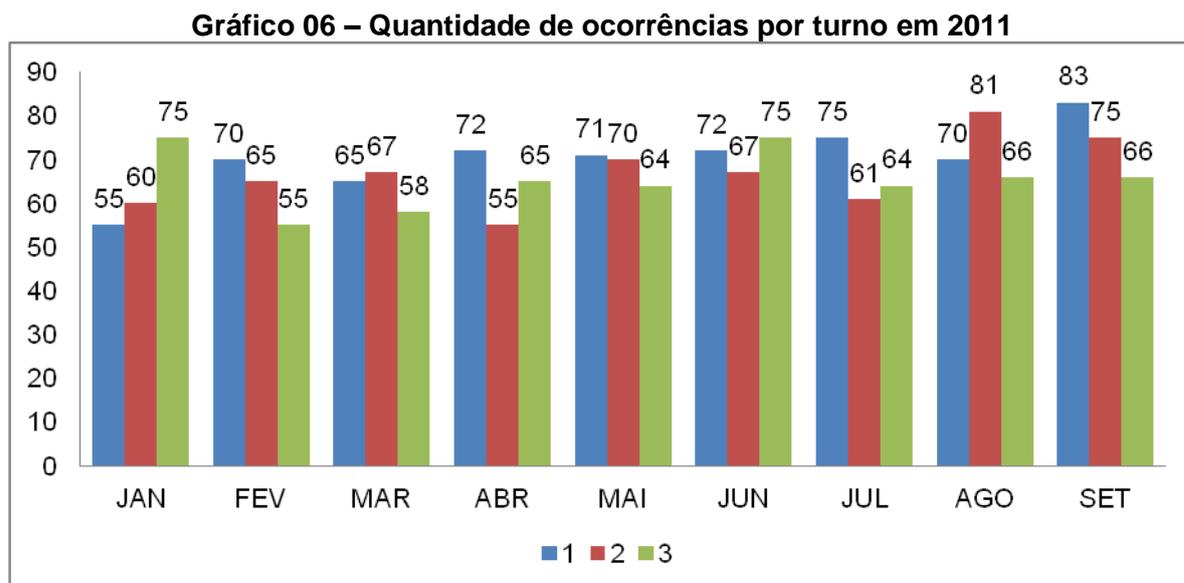
### 4.2.3 Turno x Ocorrências

Diante da análise dos dados extraídos da planilha Controle de Manutenções – Injeção (ver Quadro 12 – item 4.2) verificou-se que o 2º turno foi o que apresentou maior quantidade de ocorrências, no período em que foi realizado o estudo de caso, contando com 81 chamados. Logo atrás, vêm o 1º e o 3º turno com 70 e 66 chamados, respectivamente, conforme mostra o Gráfico 05.

**Gráfico 05 – Turno x Quantidade de ocorrências por quantidade.**

Fonte: Autor da pesquisa.

Percebe-se que a diferença entre a quantidade de O.M. entre os turnos é razoavelmente pequena, sendo de apenas 15 ocorrências (sendo 81 o máximo e, 66 o mínimo) a distância entre os extremos. A partir da entrevista realizada foi explicado que a quantidade de ocorrências varia de acordo com os meses, conforme pode ser visto no Gráfico 06.



Fonte: Autor da pesquisa.

Essa variação das ocorrências conforme os meses demonstra que não há um turno em específico que se sobressaia ante os demais, ou seja, há uma constante alternância entre os turnos com maior e menor quantidade de ocorrências. No entanto, o que se pode perceber é o aumento no número de chamados das Ordens de Manutenção, sendo da ordem de 75 em janeiro e, 83 em setembro do mesmo ano. Essa crescente nas ocorrências ocorre devido à falta de planejamento nas paradas, aliada ao aumento da produção no segundo semestre.

Diante dos dados expostos pode-se realizar um resumo da atual gestão da manutenção. A qual se mostrou apenas reativa durante as ocorrências das O.M., ou seja, interfere de forma apenas corretiva quando diante de uma quebra ou falha de equipamento. E, ainda, arcaica no que diz respeito ao chamado da O.M., pois é feita por escrito e necessita de deslocamento humano desde a injetora até a manutenção (localizam-se nos extremos laterais da empresa), além de não ser realizado nenhum arquivamento digital dos dados preenchidos na Ordem de

Manutenção, o que demanda mais perda de tempo quando se faz necessário revisar um serviço realizado anteriormente.

Desta forma, necessita-se de um melhor planejamento das atividades de manutenção para a redução das incidências, seja criando planilhas para inserção de dados a fim de obter-se um histórico importante para identificação de futuras possíveis soluções, e também, obtendo um sistema informatizado integrado para realizar os chamados de Ordem de Manutenção, evitando a demora na ação dos mantenedores.

### **4.3 Plano de Melhoria**

Embora já tenham sido feitos outros estudos na Indústria acerca da manutenção e implantação do PCM, não foram verificadas melhorias significativas. Propõe-se, baseado na literatura e no estudo de caso, portanto:

- ✓ Implantação da manutenção preventiva para os casos com maior índice de incidência (elétrico/eletrônico - curto na resistência do canhão e verificação do painel controlador; mecânico/hidráulico – vazamento de óleo), de forma a reduzir o número de ocorrências, melhorando a disponibilidade das máquinas, principalmente nos meses com elevadas produções;

- ✓ Estabelecer planos de inspeção visual rotineira, bem como roteiro de lubrificação e planejamento da troca de itens de desgaste, a partir dos dados fornecidos pelos fornecedores e do conhecimento empírico. Dessa forma, através da lubrificação pode-se conservar os elementos dos equipamentos através da lubrificação, minimizando o atrito entre as peças, evitando desgastes e temperaturas indesejáveis;

- ✓ Implantação de um sistema informatizado para preenchimento de O.M., facilitando a criação do banco de dados e otimizando o processo, deixando-o menos burocrático e possibilitando o armazenamento de dados históricos necessários para um controle real das ações mantenedoras, além de fornecer relatórios históricos dos equipamentos, bem como de índices consolidados como índice de corretiva, por exemplo.

A partir da utilização da ferramenta da qualidade 5W1H, pode-se definir um plano de ação para melhoria do processo de gestão da manutenção. Então, para que os principais problemas enfrentados pelo pessoal responsável pela manutenção

(Vazamento de óleo, Curto na resistência do canhão, Falha no painel controlador) sejam sanados através da manutenção preventiva, elaborou-se um plano de ação, conforme mostra o Quadro 13.

**Quadro 13 – Plano de Ação**

<b>VAZAMENTO DE ÓLEO</b>					
<b>O quê</b>	<b>Quando</b>	<b>Onde</b>	<b>Por quê</b>	<b>Quem fará</b>	<b>Como</b>
Lubrificação das gaxetas e anéis o-ring	Diariamente	Injetoras	Evitar falha ou defeito	Mecânicos e Operadores	Programar parada de acordo com a relação produção x manutenção
Substituição de gaxetas e anéis o-ring danificados	Semanalmente	Injetoras	Evitar falha ou defeito	Mecânicos	Programar parada de acordo com a relação produção x manutenção
<b>CURTO NA RESISTÊNCIA DO CANHÃO</b>					
<b>O quê</b>	<b>Quando</b>	<b>Onde</b>	<b>Por quê</b>	<b>Quem fará</b>	<b>Como</b>
Verificar se a pressão de contato entre o bico e a bucha do molde está correta	Diariamente	Bico e bucha	Evitar o vazamento do material	Mecânicos	Realizando inspeção antes, durante e após a produção das peças
Verificar se a folga para expansão do bico do canhão está conforme especificação	Diariamente	Bico e canhão	Evitar o vazamento do material	Mecânicos	Realizando inspeção antes, durante e após a produção das peças
<b>FALHA NO PAINEL CONTROLADOR</b>					
<b>O quê</b>	<b>Quando</b>	<b>Onde</b>	<b>Por quê</b>	<b>Quem fará</b>	<b>Como</b>
Verificar quebra/rompimento do cabo de alimentação	Diariamente	Painel Controlador	Evitar falha no painel	Mecânicos e Operadores	No início e no fim das produções
Verificar funcionamento das teclas do painel	Diariamente	Painel Controlador	Evitar falha na programação	Mecânicos e Operadores	No início e no fim das produções

Fonte: Autor da pesquisa.

Contudo, através do plano de melhorias busca-se preencher as lacunas encontradas, ou seja, aproveitar as oportunidades de melhorias de forma a manter o equipamento em seu melhor estado operacional, executar tarefas importantes na conservação das máquinas e facilitar a obtenção de informações da manutenção quando for preciso. É preciso que a atual gestão da manutenção atente para essas melhorias de forma a não mais acreditar que “parece mais fácil apagar um incêndio do que evitá-lo”, pois isso não contribui para uma avaliação positiva.

## 5 CONCLUSÃO

Com o intuito de continuar no mercado competitivo as empresas devem investir cada vez mais em seus processos produtivos, sem esquecer-se da função manutenção que os mantém disponíveis e confiáveis. A manutenção, utilizando-se do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), garante a busca constante pela melhoria contínua que passa pela otimização dos recursos da empresa, gerando redução dos custos e maximizando disponibilidade e confiabilidade.

De acordo com os objetivos estabelecidos, realizou-se uma análise dos dados coletados e tabulados, e, através de entrevistas com os executores da manutenção do setor de injeção plástica, avaliou-se o atual modelo de gestão da manutenção e verificaram-se oportunidades de melhorias.

Levando-se em consideração as informações levantadas no decorrer deste estudo de caso, foi possível perceber uma elevada quantidade de intervenções corretivas, principalmente nas especialidades Elétrica e Eletrônica, devido à falta de planejamento.

Foi estabelecido um plano de melhorias, com intuito de nortear a empresa na implantação da manutenção preventiva, além de um sistema informatizado de manutenção, de forma que, quando adequadamente implantados e em plena operacionalização, sejam eficazes para correções no presente de potenciais futuras ocorrências.

Conclui-se, portanto, que o objetivo desse trabalho tido como a avaliação da gestão da manutenção por meio do PCM foi atingido, pois a adoção desse plano de melhorias, como também de outros métodos que viabilizem a otimização de recursos e obtenção de resultados positivos, é fundamental para a gestão das atividades mantenedoras como função estratégica na empresa.

## REFERÊNCIAS

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

COSTA, Helton L. Alves; PEIXOTO, José A. Assunção; DIAS, Lílian M. da Motta. (2006) - **Medir e avaliar desempenho no processo de gestão da manutenção industrial: um estudo de caso**. In: XXVI ENEGEP, Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GURSKI, Carlos Alberto. **Curso de formação de operadores de refinaria: noções de confiabilidade e manutenção industrial**. PETROBRAS: UnicenP – Curitiba, 2002.

KARDEK, A.; NASCIF, J. **Manutenção Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001, 368p.

LIMA, Abrahão Lincoln. **Manual Prático de PCM**. Rio Grande do Sul. Volume 1. 5ª Edição, 2010. 383 p.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico**. 6ª ed. São Paulo: Atlas S.A., 2007.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MOUBRAY, J. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade**. São Paulo: Aladon, 1996.

NUSS, Luis Fernando; FRANKLIN, Yuri. **Ferramenta de Gerenciamento**. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2006.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Julio Aquino Nascif. **Manutenção: função estratégica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

ROCHA, Rodrigo U. G. **Ferramentas da Qualidade, Diagrama de Causa e efeito e 5w1h**. In: Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFPR. Curitiba, 2010.

SMITH, A. M. **Reliability-Centred Maintenance**. London, Butterworth Heinemann, 1997, 2nd edition.

VAZ, José Carlos. **Gestão da Manutenção Preditiva**. In Gestão de Operações. Fundação Vanzolini. Ed, Edgard Blücher, 1997.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM, planejamento e controle da manutenção** - Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2002.

XAVIER, Júlio Nascif. **Gestão da Manutenção**. 2006. Disponível em: <[http://www.4shared.com/office/Kly37Rq-/Gesto\\_Estratgica\\_em\\_Manuteno.html?cau2=403tNull](http://www.4shared.com/office/Kly37Rq-/Gesto_Estratgica_em_Manuteno.html?cau2=403tNull)>. Acesso em: 26 abr. 2012.