



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

**SÉRGIO ROQUE MARQUES DOS SANTOS**

**PLANO DE MANUTENÇÃO: análise preditiva em equipamen-  
tos industriais (AmBev - filial Sergipe)**

**Aracaju - SE**

**2011.1**

**SÉRGIO ROQUE MARQUES DOS SANTOS**

**PLANO DE MANUTENÇÃO: análise preditiva em equipamentos industriais (AmBev - filial Sergipe)**

**Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Negócios de Sergipe - FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2011.1**

**Orientador: Prof. Esp. Josevaldo dos Santos Feitoza**

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

**Aracaju - SE**

**2011.1**

**SÉRGIO ROQUE MARQUES DOS SANTOS**

**PLANO DE MANUTENÇÃO: análise preditiva em equipamentos industriais (AmBev - filial Sergipe)**

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe - FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2011.1.

---

**Prof. Esp. Josevaldo dos Santos Feitoza**  
**1º Examinador (Orientador)**

---

**Prof. Kleber Andrade Souza**  
**2º Examinador**

---

**Prof. Bento Francisco dos Santos Júnior**  
**3º Examinador**

**Aprovado (a) com média: \_\_\_\_\_**

**Aracaju (SE), \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Sérgio Roque Marques dos

Plano de manutenção: análise preditiva em equipamentos industriais ( AmBev – filial Sergipe) / Sérgio Roque Marques dos Santos – 2011.

51f.: il.

Monografia (Graduação) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe, 2011.

Orientação: Dr. Jefferson Arlen Freitas

1. Manutenção preditiva 2. Equipamentos industriais 3.Plano de manutenção 4. I.Título

CDU 658.588(813.7)

## **AGRADECIMENTOS**

**A Deus por ter me guiado, protegido e orientado nos momentos difíceis, sendo o meu maior Mestre nos caminhos da vida;**

**Ao meu filho Pedro Henrique, que entrou na minha vida para mostrar o verdadeiro sentido da vida;**

**Aos meus pais Geraldo, Maria Salome, vocês são a minha força. O meu eterno agradecimento por tudo que sou hoje;**

**A minha esposa Luciana Melo, minha companheira, na fraqueza encontrei a força de tuas palavras para seguir caminhando;**

**A meu sogro e a minha sogra pelo apoio e ajuda nos momentos alegres e difíceis dessa caminhada;**

**A meus colegas em especial; Bruno, Jaziel, Iran, Sabrina, João Ferreira, Odilon, Vanessa, Adinete, a todos que mim ajudaram a conquistar esse grande objetivo;**

**Ao professor Josevaldo Feitoza, pela orientação deste trabalho e pela amizade formada.**

## RESUMO

Este trabalho tem por finalidade apresentar o plano de manutenção, dentro da unidade fabril da AmBev filial Sergipe, situada no município de Estância/SE, detalhando a gestão de manutenção preditiva, dentro da companhia. Demonstra também a importância do cumprimento das manutenções, pois dela se garante a confiabilidade dos equipamentos. Através da análise dos diagnósticos se pode reduzir paradas dos equipamentos quando em funcionamento. O trabalho também vislumbra a estrutura da manutenção dentro da companhia como um importante instrumento na tomada de decisão. O estudo de caso ele detalha o fluxo de manutenção preditiva desde a coleta dos dados no campo, pelo técnico de manutenção produtivo até a gestão das falhas através de software GeMan, no que se armazena dados das coletas, dando a cada tipo de falha, sua devida importância. Foi também demonstrado um fato real em um conjunto de bomba centrífuga de exaustão e nela podemos verificar toda a falha detectada pela análise preditiva e podemos verificar a curva da falha no momento da coleta. Após a parada do equipamento, a análise dos componentes do equipamento detecta desgaste. Após a intervenção a análise é feita observando como podemos evitar esse tipo de problema.

**Palavras Chave:** Manutenção preditiva. Equipamentos industriais. Plano de manutenção

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01 - Layout do processo .....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 02 - Medidor de análise de vibração .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 03 - Analisador de vibração e Ruído .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 04 - Equipamentos Listados para Intervenção .....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 05 - Relatório Gerado após o Término da Análise.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 06 - Dados conjunto centrífuga de exaustão .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 07 - Desgaste no alojamento da tampa traseira do motor .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 08 - Rolamento com desgaste nos rolos.....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 09 - Detalhe da falha na pista Externa do Rolamento .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 10 - Desalinhamento da tampa do mancal .....</b>	<b>45</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01 - Cronograma de Análise Preditiva.....</b>	<b>31</b>
<b>Tabela 02 - Referência da Bomba de Exaustão .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabela 03 - Indicadores do Plano de Manutenção da AmBev filial Sergipe .....</b>	<b>47</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 01 - Índice da Coleta de Inspeção .....</b>	<b>32</b>
<b>Gráfico 02 - Equipamento Coletados para Análise.....</b>	<b>32</b>
<b>Gráfico 03 - Justificativa pela não Realização da Análise .....</b>	<b>33</b>
<b>Gráfico 04 - Detalhamento das Falhas.....</b>	<b>34</b>
<b>Gráfico 05 - Divisão de Diagnóstico após a Intervenção .....</b>	<b>34</b>
<b>Gráfico 06 - Resultado de Diagnóstico Preditivo, Acumulado em 4 anos.....</b>	<b>35</b>
<b>Gráfico 07 - Índice de Execução das RDPs.....</b>	<b>38</b>
<b>Gráfico 08 - Análise de Falha Graficamente.....</b>	<b>44</b>

## SUMÁRIO

RESUMO.....	05
LISTA DE FIGURAS .....	06
LISTA DE TABELA .....	07
GRÁFICOS .....	08
1 INTRODUÇÃO .....	12
1.2 Objetivo .....	13
1.2.1 Objetivo Geral.....	13
1.2.2 Objetivo Específico .....	13
1.2.3 Justificativa.....	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	14
2.1 Análise e Descrição do Processo Produtivo .....	14
2.2 Definição da Manutenção .....	16
2.3 Os planos de Manutenção .....	16
2.3.1 Distribuímos os Planos de Manutenção em Cinco Categorias .....	16
2.3.2 Importância e Operação do Plano de Manutenção Preventiva.....	17
2.3.4 Calendarização de Tarefas de Manutenção .....	17
2.3.4.1 (PPCM) Planejamento Programação e Controle da Manutenção .....	18
2.3.4.1 Introdução ao Planejamento.....	19
2.3.4.2 Organização da Manutenção .....	19
2.3.4.3 Dados Necessários para PCM .....	20
2.3.5 Homens de Manutenção .....	20
2.3.6 Indicadores de Manutenção .....	21
2.3.7 Custo com a Não Manutenção .....	21
2.4 Manutenção Preditiva .....	22
2.4.1 Vibração Mecânica .....	23
2.4.1.1 Escolha de Parâmetros de Medição .....	24
2.4.1.2 Escolhas de Equipamentos.....	24
2.4.1.3 Nomenclaturas e Codificação .....	24

2.4.1.4 Como Medir.....	24
2.4.1.5 Avaliação dos Níveis de Vibração.....	25
2.4.1.6 Causas de Vibração em Máquinas.....	25
2.4.1.7 Medidor de análise de vibração .....	26
2.4.1.8 Analisador de Vibração e Ruído.....	27
2.5 Software de gestão de Manutenção utilizado pela AmBev filial Sergipe .....	28
3 METODOLOGIA .....	29
4 RESULTADOS.....	30
4.1 Análise Preditiva nas Áreas .....	30
4.1.1 Índice de Coleta de Inspeção Preditiva .....	31
4.1.2 Fluxo de Gestão de coleta dos Dados de Manutenção Preditiva.....	32
4.1.3 Justificativa pela não Realização da Análise .....	33
4.1.4 Detalhamento das Falhas .....	33
4.1.5 Divisão de Diagnóstico após a Intervenção.....	34
4.1.6 Resultado dos Diagnósticos Preditivo Acumulado em Quatro Anos.....	35
4.1.7 Equipamentos listados Para Intervenção .....	36
4.1.8 Relatório Gerado após o Término da análise .....	37
4.1.9 Índice de Execução RDP”s.....	38
4.2 Manutenção em uma Bomba Centrífuga de Exaustão .....	39
4.2.1 Referência da Bomba Centrífuga de Exaustão.....	39
4.2.2 Detalhe da Falha (Defeito no funcionamento).....	41
4.2.2.1 Análise da Falha .....	42
4.2.2.2 Detalhe da Falha na Pista Externa do Rolamento .....	42
4.2.2.3 Análise da Falha Graficamente .....	43
4.2.2.4 Desalinhamento da Tampa do Mancal.....	44
4.2.2.5 Conclusão da Intervenção.....	45
4.3 Indicadores de Manutenção da AmBev Filial Sergipe.....	46

<b>5- CONCLUSÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>6 GLOSSÁRIO.....</b>	<b>49</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de fabricação e envasamento de bebidas tem como características a dinamicidade e a sazonalidade, ambas se devem a necessidade do atendimento da demanda de volume destes produtos pelo mercado. Conforme relatado ao longo do presente estudo, estas duas características impactam diretamente na manutenção do processo produtivo. Dentro deste, co-existem quatro processos básicos distintos e que interagem entre si, são eles: processo de fabricação de cerveja e refrigerantes, processo de envasamento, e no processo de manutenção dos ativos e geração de utilidades e armazenamento e estocagem.

Segundo Viana (2004, p. 66), tarefas de manutenção acompanham o homem desde que este usa ferramentas (equipamentos) que o auxiliam na sua vida diária. O desenvolvimento dessas tarefas e o modo como são entendidas e praticadas evoluem com o desenvolvimento tecnológico dos próprios equipamentos. É cada vez maior a dependência da sociedade humana face aos equipamentos e a exigência de um funcionamento eficiente, tornam ainda mais importantes as tarefas de manutenção, as preocupações crescentes com a produtividade, e de modo como estes podem ser afetados em caso de avarias nos equipamentos, a relação entre a manutenção e a qualidade do produto, são alguns fatores que influenciam, de modo como a manutenção tem sido entendida ao longo dos tempos.

Para Viana (2004, p. 62-64) diz que, com as crescentes expectativas face à manutenção, aliadas às novas tecnologias, houve um crescimento enorme de novas técnicas de manutenção. A manutenção deixou de ser nas últimas décadas, uma simples atividade de reparo e se tornou um meio essencial para o alcance dos objetivos e metas da organização. Neste novo ambiente, muito mais competitivo e eficiente, busca-se reduzir o custo global da manutenção, mantendo um alto nível de tecnologia dentro da manutenção.

## **1 Objetivos**

### **1.2 Objetivo Geral**

Demonstra a estrutura da manutenção da Ambev filial Sergipe, como um importante instrumento de tomada de decisão, no que se refere à gestão de manutenção, tendo como base gestão de manutenção preditiva.

#### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Detalhar a manutenção vislumbrando a estrutura da manutenção dentro da organização.
- Demonstrar a gestão e análise de manutenção preditiva, na empresa.
- Analisar a ação da falha de funcionamento de uma bomba centrífuga de exaustão.

#### **1.2.3 Justificativa**

Toda e qualquer fábrica ou instalações industriais, ou ainda todas e qualquer atividade que pretenda fabricar alguma coisa, precisa de vários meios que permitam a produção; Viana (2004, p. 84) tais meios podem ser simples ou complexo, depende da estrutura ou modelo de gestão da organização.

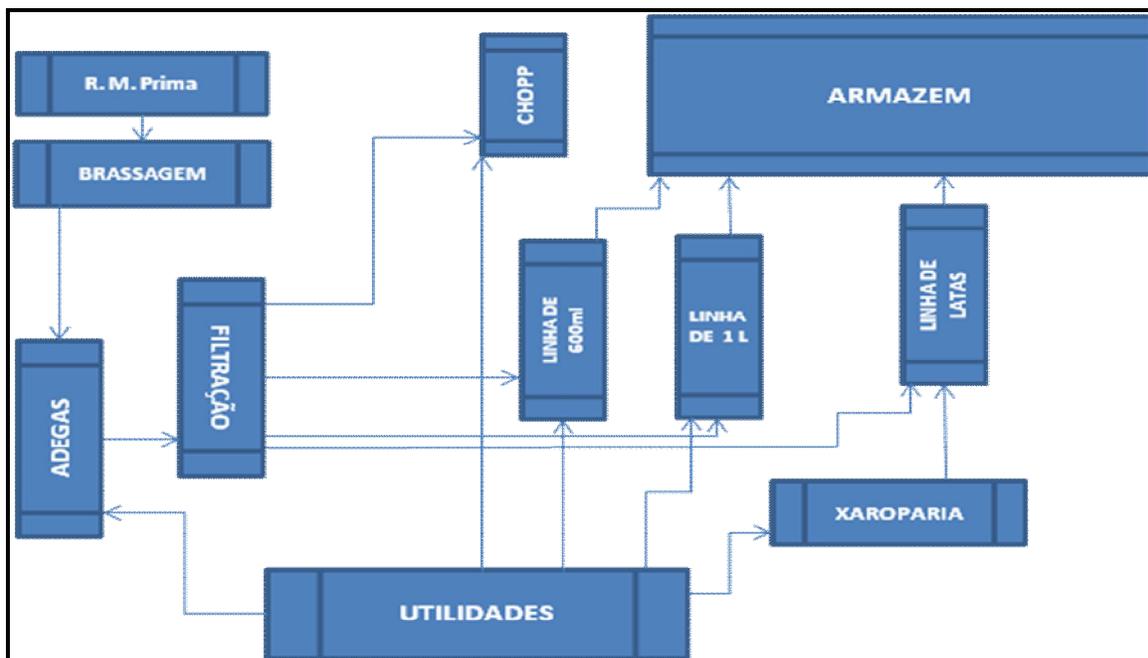
A manutenção tem fator de grande importância no setor produtivo agregando valor ao produto final. Todo processo produtivo, tende a esta em harmonia com as atividades de manutenção, que dela garante confiabilidade de seus equipamentos, buscando maior disponibilidade das máquinas para produção.

Esse trabalho se justifica pelo fato de identificar falha na gestão de plano de manutenção preditiva, aliado a valores reais.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Análise e descrição do processo produtivo da AmBev Filial Sergipe

O processo de fabricação de cerveja e refrigerantes dentro da AmBev Filial Sergipe, são distintos, no entanto o processo de envasamento das bebidas, e a manutenção é comum aos dois produtos. Visando um melhor entendimento, serão descritos as etapas de fabricação da cerveja, em seguida o processo de fabricação dos refrigerantes, dando seqüência segue a manutenção dos ativos e a geração das utilidades e por fim o processo de armazenamento e estocagem. Abaixo segue o Layout do processo e a descrição das etapas:



Fonte: (AmBev - filial Sergipe)

Figura 1 Layout do processo

- Recebimento de matéria prima: local onde recebe, armazena em silos, e distribui via tubulações as matérias primas para fabricação de cerveja, cujas principais são: o malte, a cevada, o trigo e o milho;

- Brassagem: também chamado de sala de cozimento nesta etapa são cozinhados todos os ingredientes da cerveja em tanques;
- Fermentação e maturação: neste momento a cerveja é acondicionada em tanques dotados de sistemas de resfriamentos para ocorrer a fermentação da cerveja;
- Filtração: etapa do processo onde a cerveja é filtrada.
- Xaroparia: esta etapa é destinada a fabricação de refrigerantes, onde recebe e armazena em câmaras frias o xarope, posteriormente este ingrediente é adicionado à água, açúcar e outros aditivos.
- Envasamento da bebida: também conhecido como Packaging esta etapa é responsável pelo envasamento dos produtos. São três as modalidades de recipientes: garrafas (vasilhames retornáveis), latas e exclusivamente o chopp que é envasado em barris. Para tanto a unidade da AmBev onde o estágio está ocorrendo apenas a cerveja é envasada em garrafas de 600 ml e 1L e/ou em latas de 350 ml e 473 ml, já o refrigerante é apenas envasado em latas de 350 ml;
- Utilidades: setor onde são gerados, ar de serviços (ar comprimido), vapor através da operação de caldeiras, geração de frio mediante operação de uma planta de refrigeração e geração de gás carbônico – CO<sub>2</sub> (o gás carbônico entra no processo de envasamento para gaseificar a bebida);
- Manutenção dos ativos: consistem na manutenção mecânica, lubrificação e manutenção elétrica dos equipamentos.

O dado apresentado acima corresponde à estrutura física de produção da AmBev filial Sergipe, situada na cidade de Estância/SE, km 135, BR 101, instalada em 1995, a AmBev conta com diversidade de fabricação em bebidas, cerveja refrigerante de várias marcas.

## 2.2 Definição de Manutenção

Em qualquer universo da manutenção, Viana (2004, p 85) as intervenções nos instrumentos de produção, são voltadas em busca de um maior desempenho, produtividade e qualidade da empresa. Essas intervenções são compostas por tipos de manutenção, a qual verá em detalhe:

**Manutenção Corretiva** – Realizada após a ocorrência de uma falha (opera até a quebra). Deve haver um esforço contínuo para identificação das principais causas da falha e seu respectivo bloqueio.

**Manutenção Preventiva** – Podem ocorrer falhas antes do tempo previsto, elevando o custo de manutenção (corretiva); peças em boas condições podem ser substituídas, causando despesa desnecessária; portando trocar peças no mesmo período não é a melhor solução.

**Manutenção Preditiva** – Visa acompanhar a máquina ou as peças, por monitoramento, parada em função do aumento de tendências ou diagnóstico do defeito, fazendo-se uma Manutenção planejada, reduzindo-se custo / tempo de parada.

**Manutenção Proativa** – Conceituada na eliminação de defeito, redução dos níveis de vibração, aumento da vida útil da máquina, análise das quebras sucessivas juntamente com fabricante e fornecedores, alinhamento e balanceamento realizados com tolerâncias menores, que as normalizadas.

Analisamos os principais tipos de manutenção e sua aplicabilidade, dentro dos preceitos da manutenção.

**Inspeção de Rotas** - Criam-se roteiros de equipamentos e pontos a serem medidos, estabelecidos de maneira racional, para que todos os equipamentos sejam cobertos, pela coleta de sinal de vibração, em um intervalo de tempo especificado.

## 2.3 Os Planos de Manutenção

Os planos de manutenções são informações, que orientam na atividade da manutenção preventiva.

### 2.3.1 Distribuimos os planos de manutenção em cinco categorias

- Plano de inspeções visuais
- Monitoramento das características dos equipamentos

- Manutenção de troca de itens de desgaste
- Plano preditivo

### **2.3.2 Implantação e Operacionalização de um Plano de Manutenção Preventivo.**

Demonstração de um plano de manutenção e seu fluxograma dentro de uma manutenção industrial, ao qual participei da criação e da elaboração do plano de manutenção preventiva, que consiste em um conjunto de tarefas, regularmente executadas e monitoradas através de um sistema de manutenção, que tem como foco principal manter o equipamento em seu melhor estado operacional. Vizzoni (2007, p. 52).

### **2.3.3 Calendarização de Tarefas de Manutenção Preventiva**

Segundo, Viana (2004, p. 95). A existência de um determinado número de tarefas de manutenção preventiva, normalmente aconselhadas pelos fabricantes dos equipamentos, a serem realizadas com determinada periodicidade, aliada a uma quantidade de equipamentos bastante razoável, requer uma calendarização antecipada. Esta calendarização deverá, para além da periodicidade sugerida, ter em consideração, entre outros:

- A disponibilidade de técnicos para a realização das tarefas;
- A duração de cada tarefa;
- O grau de especialização necessário;
- A localização dos equipamentos;
- A influência da realização da tarefa de manutenção no normal funcionamento das instalações;
- Fatores econômicos (nomeadamente a quando da subcontratação).

Com base nisto, na calendarização das tarefas dedicou-se especial atenção ao agrupamento de tarefas que têm que ser realizadas no mesmo local e às que necessitam de mão-de-obra especializada (nomeadamente a ser prestada por pessoal do fornecedor), tentando agrupar tarefas relativas a diferentes equipamentos, mas fornecidos pela mesma empresa.

Para ter uma visão do grau de especialização necessário para a realização de tarefas foram consultadas algumas pessoas que, ou estando familiarizadas com os equipamentos em causa ou tendo experiência na área da manutenção, pudessem contribuir para uma aproximação tão conveniente quanto possível. A calendarização foi efetuada numa base semanal e para um período de um ano Viana (2004, p. 112). Esta deve ser anualmente revista, tentando fazer refletir nas calendarizações, a experiência que for sendo adquirida.

Tal como já foi referido na parte introdutória deste trabalho, a calendarização das tarefas é apresentada num volume próprio dentro de um sistema de manutenção, hoje em plena operação nesta unidade fabril. Deste modo pretende-se criar um documento de trabalho autónomo e específico. Foi demonstrada toda a sistemática de funcionamento de um planeamento, procurei trazer de maneira clara e transparente, os profundos avanços de se ter uma manutenção planificada e organizada, demonstrando de forma clara e transparente, de como organizar e informatizar, todos os indicadores de manutenção

#### **2.3.4 (PPCM) Planeamento Programação e Controle da Manutenção**

Segundo Viana (2002, p. 145), nos dias atuais não basta se ter instrumentos de produção, é preciso saber usá-los de forma racional e produtiva, baseados nesta idéia as técnicas de organização, planeamento e controle da manutenção, sofreram nas empresas uma grande evolução. O aperfeiçoamento, a otimização e a padronização dos métodos de manutenção devem ser a principal visão da equipe de manutenção.

Segundo Viana (2002, p. 149), serão apresentados, a seguir toda a sistemática de implantação de um sistema de planeamento da Manutenção passo a passo, e sua real viabilidade no processo da organização da manutenção industrial, no qual participei ativamente elaborando, programando, planejando, redirecionando serviços, definindo prioridades e melhorando as estatísticas de manutenção.

### 2.3.4.1 Introdução ao Planejamento

Veremos inicialmente alguns termos de manutenção, no qual o pessoal de manutenção deverá ter claramente definidos toda essa nomenclatura, Oliveira (2003, p. 71)

Falha - Termina da capacidade de um item desempenhar a função

- Defeito - Qualquer desvio da característica
- Confiabilidade – Desempenho das suas funções
- Tag – Local que ocupa um equipamento.
- FMEA – Análise de defeito e falha.
- Follow up – monitoração
- Feedback – retorno de algo passado
- Manutenibilidade – mantê-lo em condições operacionais
- OS – Ordem de Serviço
- Hh – Homem hora
- Ppcm – Planejamento Programação e Controle da Manutenção

### 2.3.4.2 Organização da Manutenção

Segundo Oliveira (2003, p. 95) Dentro da Organização da Manutenção, veremos os principais preceitos iniciais, para que se comece a organizar uma manutenção.

Tagueamento – Princípio base da organização da manutenção, pois ele será o mapeamento da unidade fabril, orientando a localização de processo e dos equipamentos para receber manutenção.

Codificação dos Equipamentos – tem como objetivo individualizar, para receber manutenção e controlar seu custo e vida útil.

Definição dos Fluxogramas de Serviços – estabelecer regra para organizar os serviços provenientes dos planos de manutenção, das inspeções, da área de operação e das corretivas.

A Ordem de Manutenção – consiste na autorização de trabalho a ser executada pela manutenção, que pode ser escrita ou eletrônica.

Status da OS – Não iniciada.

- Andamento
- Suspensa
- Pendente
- Encerrada

#### **2.3.4.3 Dados Necessários para o PCM**

Para que consigamos implantar um planejamento eficaz, precisamos ter disponibilizado todos esses tópicos Viana ( 2002, p. 5)

Características Técnicas dos Equipamentos – o planejamento deverá ter vinculado a cada equipamento as suas características técnicas, especificações, trazendo confiabilidade, eficiência e organização ao acervo técnico.

Material para Manutenção – possuir material em almoxarifado estratégico, para que não ponha em risco a produção.

Matriz da Prioridade – Priorizar serviços, o que fazer primeiro, circunstâncias que influem no dia a dia de uma equipe de manutenção. Para isso o planejamento deverá definir as prioridades, como urgente, urgentíssimo ou normal.

Histórico da Manutenção - forma-se um banco de dados com todas as informações reportadas da manutenção nos equipamentos, nos permitindo assim, fazermos consultas rápidas e eficientes.

Equipes de Manutenção – o cadastro das equipes e suas especialidades objetivas terem dados necessários para o correto dimensionamento desses recursos, facilitando dessa forma a programação e execução dos serviços.

#### **2.3.5 Homens de Manutenção**

Para Viana ( 2002, p. 8), os homens de manutenção precisam interagir, para que a sistemática do planejamento funcione dentro do planejado. O Mantenedor – e o executante do serviço, o chamando recurso. O Planejador - é o responsável na manutenção pelo planejamento, programação e coordenação dos materiais. O Supervisor de Engenharia - são elos, ao qual dão suporte ao planejador.

### **2.3.6 Indicadores de Manutenção**

Toda unidade fabril precisa de índice dentro da manutenção, ou seja, retratar aspectos importantes no processo da planta. -Índice de Tempo perdido por falha, Viz-zoni (2007, p. 127),

- Monitoramento preditivo
- Disponibilidade física do maquinário
- Custo de manutenção por faturamento.
- Custo total de manutenção por valor de reposição.
- Índice de corretiva.
- Índice de Retrabalho.
- Índice de preventiva.
- Item de segurança monitoramento preditivo
- Inspeção civil
- Manutenção autônoma manutenção
- Manutenção autônoma operação
- Corretiva programada

### **2.2.7 Custo da Não Manutenção**

Segundo Santos (2011, p. 201-202), além da relevância dos custos diretamente relacionados à manutenção, existem outros custos relacionados a não-manutenção, sendo tão ou mais importantes que os primeiros. Os custos da não-manutenção podem implicar em custos escondidos de difícil identificação. Se a contabilidade tem pouco controle sobre os custos da manutenção, já sobre os custos da não-manutenção o controle é praticamente inexistente.

Segundo, Tavares (2005, p. 154) menciona que embora os custos da manutenção sejam bastante expressivos, os custos da não-manutenção ou da não qualidade são ainda mais importantes.

A falta de manutenção ou falta de qualidade em plantas industriais ocasionam, além de paradas não previstas em equipamentos, promovem também a perda de matéria prima por mau rendimento advindo de manutenção inadequada, peças refuga-

das por estarem fora de tolerância, despesas com garantia, horas extras não previstas etc. Tavares (2005, p. 155)

Segundo Tavares (2005, p. 158) Ressalta-se que através de indicadores de performance os custos da não-manutenção podem ser avaliados. Além disso, deve ser considerado que os sistemas da qualidade e os sistemas de custos da qualidade, normalmente, apresentam uma série desses indicadores, sendo assim o custo da não manutenção é um índice importantíssimo tem interligação com outras áreas de uma planta industrial influenciando várias vertentes de um mesmo panorama.

## **2.4 Manutenção preditiva**

Segundo, Vizzoni (2007, p. 88), sempre que é possível prever alguma mudança em algum parâmetro de um determinado equipamento, podendo este desvio de parâmetro ser detectado por equipamentos apropriados e que se tenha um tempo hábil para a realização da manutenção corretiva deste desvio, estamos diante de uma situação chamada de manutenção preditiva ou manutenção sob condição.

Entre outras técnicas usadas em manutenção preditiva, incluem-se: análise de vibrações, termográfica, análises de óleos de lubrificação, análise de partículas, ferografia, inspeção por ultrasons, inspeção radiográfica, etc.

Segundo Vizzoni (2007, p. 101), a manutenção preditiva não substitui integralmente os métodos mais tradicionais de manutenção corretiva e manutenção preventiva, no entanto, pode ser um complemento muito poderoso quando integrada em um programa de manutenção.

Sendo assim, Vizzoni (2007, p. 102), aponta que a manutenção preditiva apresenta as seguintes vantagens:

a) Menor número e gravidade de falhas, pois é possível intervir antes de se verificarem falhas graves.

b) Menor tempo de parada para reparo, pois a análise da condição da máquina permite, freqüentemente identificar os componentes responsáveis pela falha, reduzindo drasticamente o tempo dedicado ao diagnóstico.

c) Custos de manutenção mais baixos, menos material em estoque, pois em vez de manter material em estoque à espera da ocorrência da falha, é possível agora

planejar a sua encomenda para qual a entrega coincida com a data planejada para a intervenção.

d) Maior durabilidade dos equipamentos, pois estes estão menos sujeitos a falhas graves, e sendo submetidos a manutenção preventiva com prazos e eficácia aferidos pelo programa de controle de condição, os equipamentos vêm a sua duração bastante aumentada.

e) Maior disponibilidade dos equipamentos, pois como o número de intervenções de manutenção obrigando a parada do equipamento é menor, as oportunidades das paradas podem ser conciliadas com as conveniências da produção, os equipamentos ficam mais tempo disponíveis para o seu fim primário.

f) Maior segurança, explicado pela possibilidade de detectar a tempo deteriorações de condições susceptíveis de conduzir as falhas catastróficas permite tomar as medidas adequadas para evitar a sua ocorrência, anulando assim possíveis efeitos sobre pessoas e bens.

Segundo Vizzoni (2007, p. 112), a manutenção preditiva é aquela que é realizada a qualquer tempo, visando corrigir uma fragilidade percebida antecipadamente à ocorrência de um problema. Esta é a manutenção realizada quando se prevê que há iminência da ocorrência de um problema.

Manutenção baseada em diagnóstico seria uma discursão longa detalhada e totalmente desprovida de sentido tentar descrever todos os tipos de manutenção preditiva e os respectivos métodos, dada a grande variedade de máquina, equipamentos, processo e procedimentos possíveis. Em qualquer hipótese, todo dispositivo fornece sinais de alteração, sob a determinada forma de uma energia que é dissipada de maneira contínua.

#### **2.4.1 Vibração Mecânica**

Conceitua-se o dinamismo de se ter uma manutenção preditiva implantada através de métodos de análise de vibração, no qual mencionarei toda a dinâmica de gestão. As rotas, nesta unidade fabril, dentro da manutenção preditiva existe um monitoramento dos equipamentos por análise de vibração. Veremos passo a passo no que está baseado este conceito Nepomuceno (2002, p.114-116).

Um corpo é visto quando esta vibrando, este descreve um movimento de oscilação em torno de uma posição de referência. Na maioria das vezes a vibração é considerada indesejável, e sua presença nos equipamentos rotativos aumenta consideravelmente o desgaste, ocasionando quebras.

#### **2.4.1.1 Escolha de Parâmetros de Medição**

Através da norma ISO 2372, que regulamenta todos os parâmetros vibracionais, condicionam os parâmetros de medição em:

- Deslocamento – Pouco utilizado, usado em grandes equipamentos com baixas amplitudes e frequências.
- Velocidade – é o mais utilizado, usado na maioria dos equipamentos (mm/s)
- Aceleração – Bastante utilizado, usado para grandes frequências. (rolamentos).

#### **2.4.1.2 Escolha dos Equipamentos**

Segundo, Nepomuceno (2002, p. 92) Escolhem-se aqueles equipamentos ditos classe 'A', aqueles que são essenciais para o processo e no caso de parada, tragam grandes prejuízos. Pontos de medição – o mais próximo possível dos mancais, a fim de ter um sinal mais eficaz. Frequências entre Medições – este parâmetro é definido para cada equipamento, dependendo de sua característica e criticidade.

#### **2.4.1.3 Nomenclatura e Codificação**

Segundo, Oliveira (2003, p. 82), estabelecer uma codificação para medição dos pontos e dos equipamentos envolvidos.

#### **2.4.1.4 Como Medir**

Existem diversas formas de avaliarmos uma vibração, através do nível global ou de aspectos de frequência.

### 2.4.1.5 Avaliação dos Níveis de Vibração

Geralmente usam-se padrões como a ISO 2372), que especificam parâmetros de acordo com a potência da máquina e do tipo de fundação, porém as maiorias destes critérios são aplicadas no valor (RMS – raiz medida quadrada).

### 2.4.1.6 Causas de Vibração em Máquinas

➤ Desbalanceamento – princípio descoberto através da análise de vibração apresenta-se no plano radial, apresentada 1xrpm, geralmente no sentido horizontal, ela é medida nos dois mancais que sustentam o rotor e coletada no mesmo sentido. Nepomuceno (2002, p.101-104).

➤ Eixo Empenado – apresenta-se 1x e/ou 2 RPM, geralmente apresentada no plano axial.

➤ Falta de rigidez – apresentam-se 1 x 1,5 RPM, geralmente no plano Radial.

➤ Correia de transmissão - apresenta-se 1x2x3x4 RPM, geralmente no plano Radial.

➤ Ressonância – ocorre geralmente em máquinas que operam próximas, na mesma frequência.

➤ Folga Excessiva – é o maior índice em nossa empresa e se apresenta de diversas formas.

➤ Falha na Lubrificação – mancal vem dando muitos problemas na companhia, substituição prematura de peças, por falta de lubrificação, gerando grandes paradas na produção

“ Com esse estudo baseado em fatos acontecidos no parque industrial, podemos aprender que é necessária a monitoração da temperatura de mancais principalmente aqueles aonde a graxa é repostada (que tem bico de lubrificação), e também que a quantidade de graxa colocada não pode ser exagerada e finalmente que após um tempo de funcionamento da máquina influenciada por uma vibração mais alta, faz-se necessário que seja feita uma minuciosa revisão verificando os valores de ajuste, entre rolamento eixo em seus alojamentos, principalmente tratando-se de rolamentos de rolos cilíndricos”.( NEPOMUCENO, 2002, p.101-104).

Foi demonstrada toda sistemática para implantação de um controle preditivo, através de análise de vibração, sendo de extrema necessidade a implantação desse

método de controle, sendo o mais conceituado em nível de controle e redução de custo, dentro da manutenção.

#### **2.4.1.7 Medidor de análise de vibração**

São vários os equipamentos de análise de vibração, dentre eles vem SVAN 956. Na figura 2, analisador de vibração com registro de sinal de domínio de tempo. O SVAN 956, é um Medidor de Vibração totalmente digital, com analisador. O instrumento foi desenvolvido para medições gerais de vibração, monitoramento da condição de maquinário e monitoramento de saúde e segurança ocupacionais. Ele pode ser utilizado por consultores, serviços de manutenção e departamentos de pesquisa e desenvolvimento nas empresas.



Fonte: ([www.svantek.com](http://www.svantek.com))

**Figura 2 : Medidor de análise de vibração**

#### 2.4.1.8 Analisador de Vibração e Ruído

Na figura 3, analisador de vibração e ruído, O SVAN957 é medidor de nível sonoro e de vibração e ruído, totalmente digital, com analisador opcional. Este instrumento é designado para medições acústicas e de vibração em geral.



Fonte: ([www.svantek.com](http://www.svantek.com))

**Figura 3 : Analisador de Vibração e Ruído**

## **2.5 Software de gestão de Manutenção utilizado pela AmBev filial Sergipe**

GeMan - Software de gerenciamento de manutenção, utilizado hoje pela companhia apenas, para gerenciamento de manutenção preditiva, o geman tem grande capacidade de armazenamento de informações, permite geração de relatórios através de gráficos que possibilitam o melhor entendimento.(AmBev Filial Sergipe)

SAP - Este software foi projetado para empresas e que requerem um alto grau de funcionalidades específicas para o seu setor econômico. A amBev filial Sergipe, a 5 anos, utilizar o SAP como sua mais importante ferramenta de gerenciamento de artigo de giro, e um grande parceiro no gerenciamento do plano de manutenção,([www.sap.com/Brasil](http://www.sap.com/Brasil))..

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho, intitulado “plano de manutenção: análise preditiva em equipamentos industriais (AmBev - filial Sergipe)” têm como objetivo fazer uma análise sobre a gestão de manutenção, com foco em manutenção preditiva, em equipamentos industriais, no sentido de identificar falhas decorrentes da mal utilização da ferramenta. Dentro da companhia se utiliza um modelo de gestão bastante detalhado no qual pode - se ver um planejamento de coleta de manutenção preditiva.

O interesse pelo tema se deu a partir da necessidade de estar contribuindo para a solução das falhas coletadas, uma vez que esses problemas não são totalmente solucionados e que são armazenados no sistema GeMan (sistema de gestão de manutenção preditiva)

A abordagem sobre o tema se deu a partir da compreensão da importância da execução das atividades de manutenção gerada através da análise preditiva, buscando assim atingir os resultados da companhia.

Neste sentido, o presente trabalho possibilita medir a extensão e a contribuição da manutenção, buscando a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, garantindo assim o seu bom estado operacional.

Para que os objetivos do trabalho sejam alcançados, é necessário discriminar os métodos utilizados durante a execução da pesquisa, visto que a metodologia é de suma importância em uma pesquisa.

Através de pesquisa bibliográfica, estudo de caso, observação e pesquisa documental, buscou-se analisar como estão interligados os sistemas de gestão manutenção. A metodologia desta pesquisa é composta por uma abordagem qualitativa. Nesta pesquisa utilizamos suportes como referenciais bibliográficas, nos quais os autores abordam sobre os aspectos no que se refere ao tema proposto, permitindo a obtenção de conhecimento para o pesquisador.

Para Filho (2000, p. 25), no âmbito acadêmico, o trabalho apresenta uma visão ampla de gerenciamento de manutenção, e nela podemos verificar formas de garantir a produtividade em equipamentos industriais.

## **4 RESULTADOS**

Segundo Nepomuceno (2002, p. 3) afirma que na pesquisa - diagnóstico e método de trabalho se aplica quando a intenção é “levantar informações abrangentes sobre a situação, caracterizar as deficiências do desempenho, aplicar modelos de diagnóstico, determinar o tipo de problema que está ocorrendo e suas causas, indicar técnicas que poderiam ser usadas na solução”.

Desta forma os resultados quantitativos apresentados neste capítulo estão representados visualmente em formas de gráficos facilitando o entendimento do panorama proposto.

### **4.1 Análise Preditiva nas Áreas**

A tabela 1, demonstra o cronograma, de coleta de análise preditiva, nas áreas de produção, tendo como base cada ponto crítico de cada área. Nem sempre esse cronograma é seguido, ou atende a todos os pontos de coleta, pois depende de cada área a ser coletada, estado ou condição, no caso do não cumprimento da coleta programada, tem que haver uma justificativa pelo técnico e é registrado no sistema (GeMan). Os pontos de coleta são planejados sempre pra frente, nesse caso vai até 2012.

Periodicidade dos dados coletados da companhia AmBev filial Sergipe, nesta tabela 2 podemos verificar cada tipo de análise, 1° óleo hidráulico, tem sua frequência bimestral, 2° análise de óleo isolante, frequência semestral, 3° análise de óleo lubrificante, frequência bimestral, 4° análise de vibração, frequência mensal, emissão acústica de vazamentos, emissão acústica elétrica, ensaio de eletricidade dinâmica, ensaio de eletricidade estática, esses tipos de técnicas não se aplica a área, 5° análise termográfica elétrica, frequência quadrimestral.

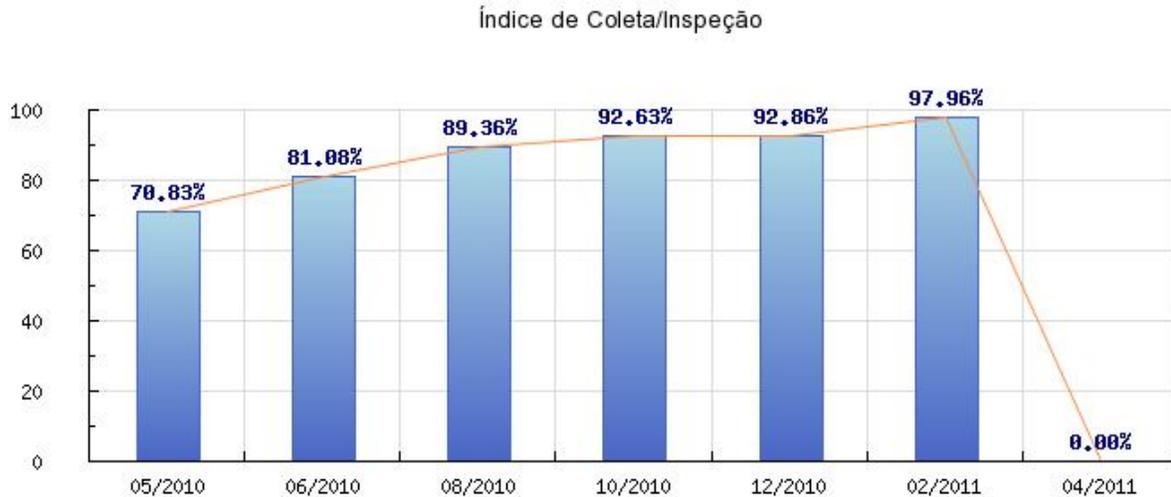
AMBEV - SERGIPE/SE															
Técnica	Freqüência	01/11	02/11	03/11	04/11	05/11	06/11	07/11	08/11	09/11	10/11	11/11	12/11	01/12	02/12
Análise de Óleo Hidráulico	- Bimestral		B		B		B		B		B		B		B
Análise de Óleo Isolante	- Semestral						S						S		
Análise de Óleo Lubrificante	- Bimestral		B		B		B		B		B		B		B
Análise de Vibração	Mensal	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Emissão Acústica - Vazamentos															
Emissão Acústica Elétrica															
Ensaio de Eletricidade Dinâmica															
Ensaio de Eletricidade Estática															
Inspeção Termográfica Elétrica	Quadrimestral	QQ				QQ				QQ				QQ	

Fonte: (software GeMan, AmBev - filial Sergipe)

**Tabela 1 Cronograma de Análise Preditiva**

#### 4.1.1 Índice de Coleta de Inspeção Preditiva

O gráfico 1, demonstra a análise de coleta de inspeção preditiva, que vai do mês março de 2010 ate abril de 2011, em março 2010, seguindo o cronograma demonstrado na tabela 2, foram coletados 70,83 % dos equipamentos, em Junho 2010, 81,88% dos equipamentos, em agosto de 2011 foram coletados 89,36%, em outubro de 2010, foram coletados 92,63%, em dezembro de 2010 foram coletados, 92,86, em fevereiro de 2011, foram coletados 97,96% dos equipamentos, e em abril ainda não foram divulgados os resultados.

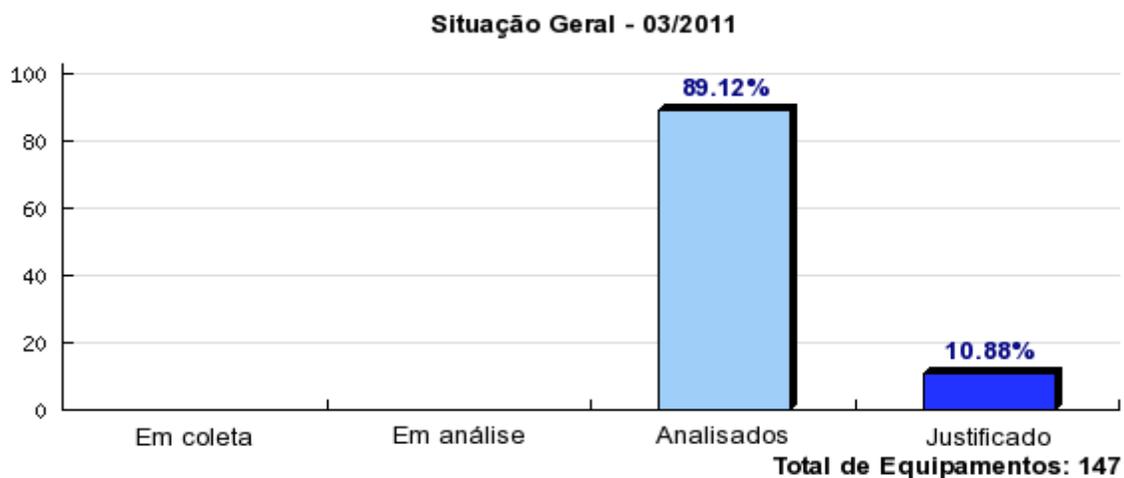


**Fonte:** (software GeMan, AmBev - filial Sergipe)

**Gráfico 1 Índice de coleta de inspeção**

#### 4.1.2 Fluxo de gestão de coleta de dados de manutenção preditiva

Após a análise concluída, o técnico registra os dados coletados no sistema GeMan, e através de gráficos pede-se ver o status das falhas coletada, descrevendo valores das ações feitas nos equipamentos e tipo de falha. O gráfico 2, demonstra o quanto do total dos equipamentos propostos foram analisados que um mede 147 equipamentos, 89,12% foi analisado, 10,88% foi justificado. Vejamos a seguir.

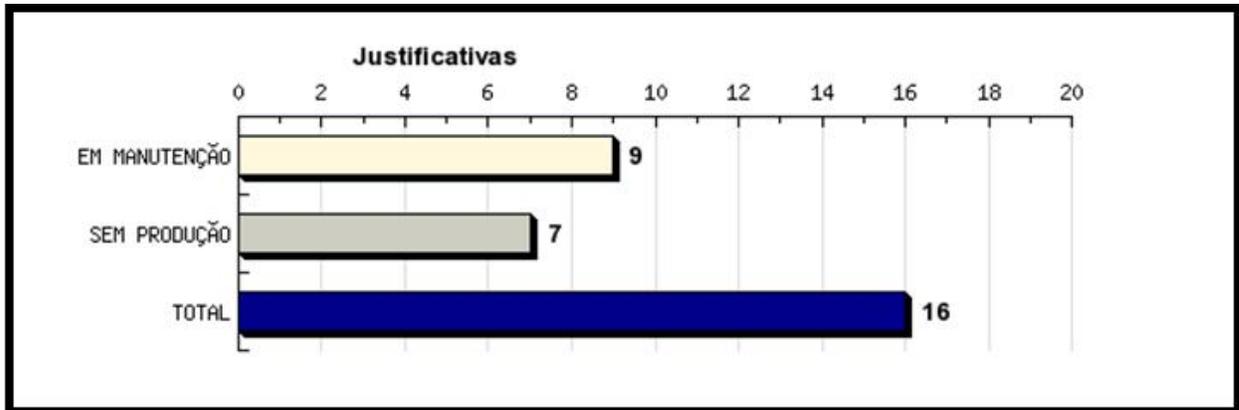


**Fonte:** (software GeMan, AmBev - filial Sergipe)

**Gráfico 2 Equipamentos coletados para análise**

### 4.1.3 Justificativa pela não Realização da análise

Olhando pela perspectiva da coluna justificada do gráfico 2, o gráfico 3 demonstra o porquê não foi analisado 100% dos equipamentos. Restando 10,88%; 9 equipamentos não foram liberados, pois a linha de produção estava parada para manutenção, 7 equipamentos estavam sem produção.

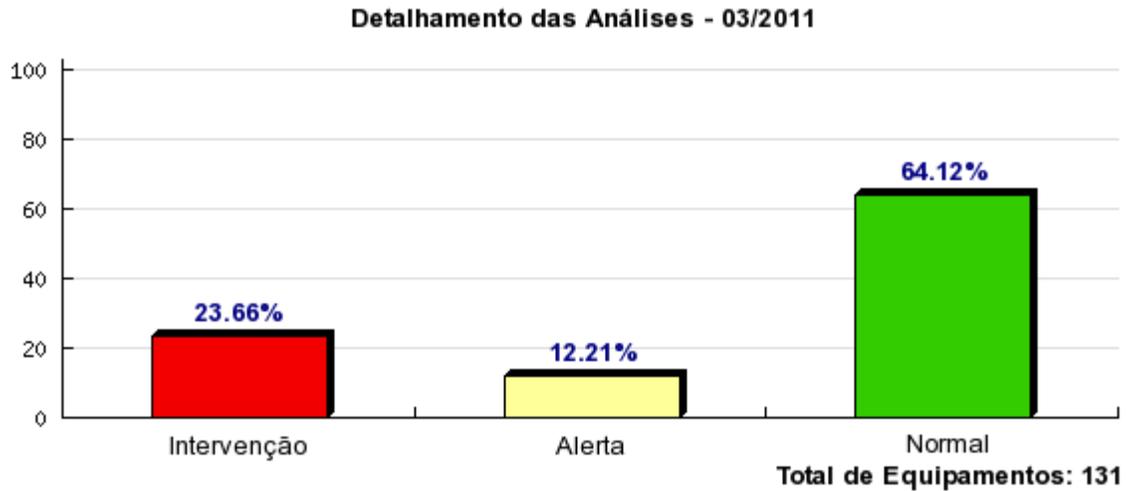


Fonte: (software GeMan, AmBev - filial Sergipe)

**Gráfico 3 Justificativa pela não Realização da análise**

### 4.1.4 Detalhamento das Falhas

No gráfico 4, Olhando pela perspectiva da coluna dos equipamentos que foram analisados. Abre-se mais 3 colunas e nelas estão os percentuais detalhados das ações. Sendo 64% dos equipamentos estão operando normalmente, 12,21% estão em alerta; 23,66% será necessário intervenção.

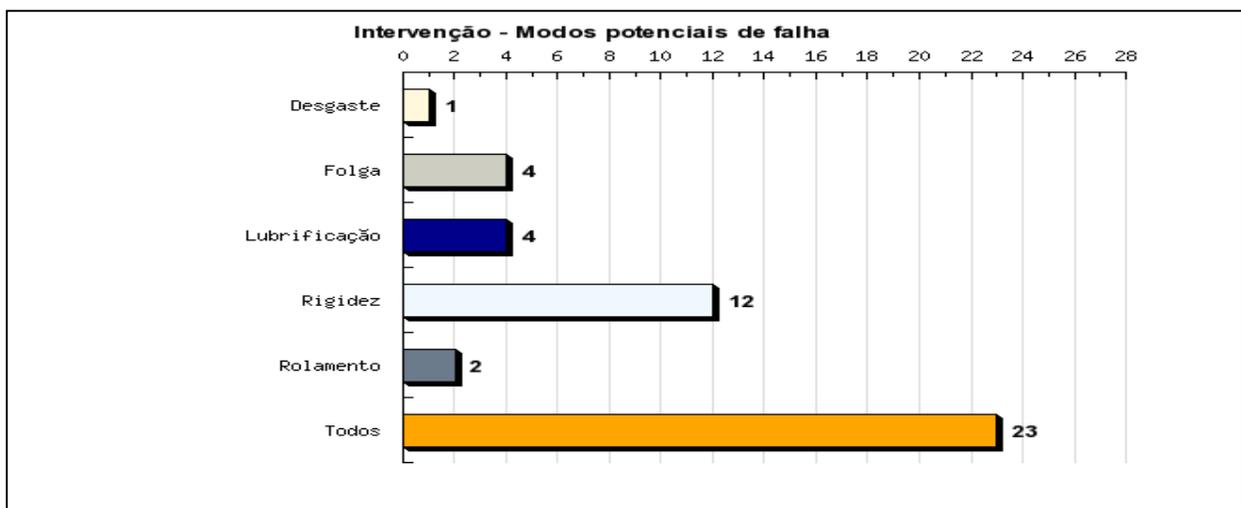


**Fonte:** (software GeMan, AmBev - filial Sergipe)

**Gráfico 4 Detalhamento da falhas**

#### 4.1.5 Divisão de Diagnóstico após a Intervenção

Verificando a coluna posta para intervenção de gráfico 4, que totaliza 23,66%, será necessário realizar manutenção. Verificando o gráfico 5, podemos identificar cada tipo de falha encontrada, nas colunas abaixo verificamos, 1 equipamento apresentou falha por desgaste, 4 falha por folga, 4 problema com lubrificação, 12 falha por rigidez e 2 falha nos rolamentos totalizando 23 equipamentos.



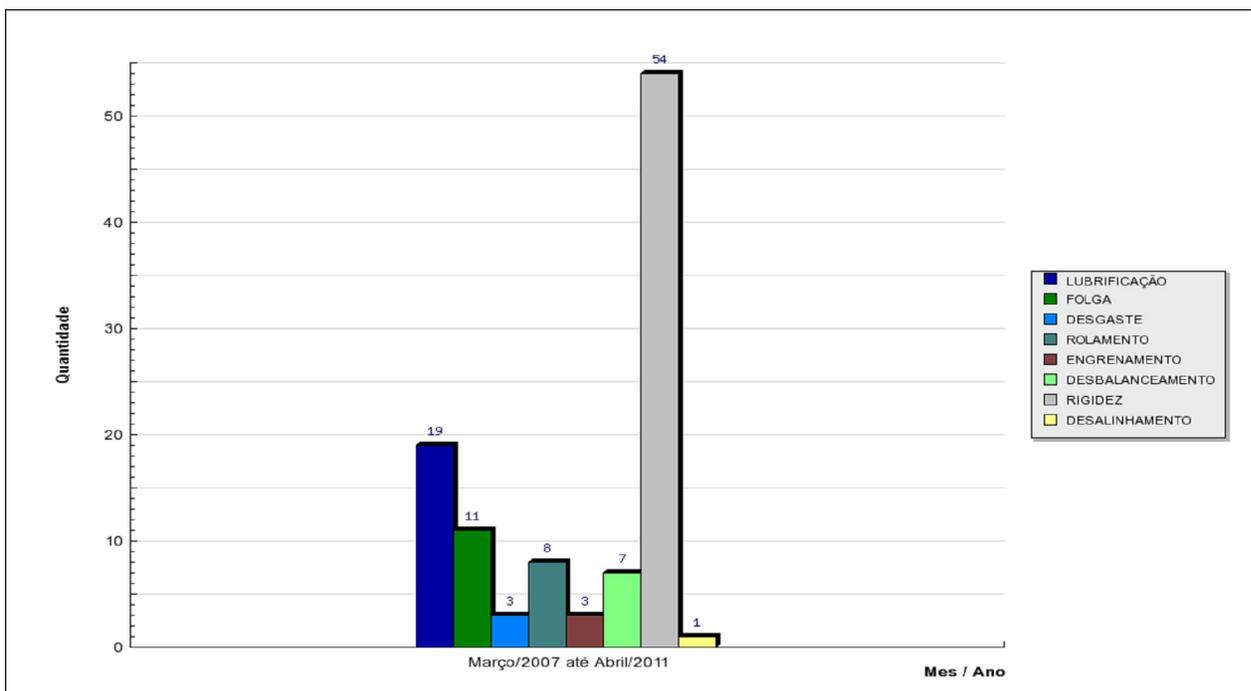
**Fonte:** (software GeMan, AmBev - filial Sergipe)

**Gráfico 5 Divisão de Diagnóstico após a Intervenção**

#### 4.1.6 Resultado dos Diagnósticos Preditivo Acumulado em Quatro Anos

O gráfico 6, indica alguns dos equipamentos que precisam ser revisados com urgência, ambos os equipamentos estão listados com área, conjunto, setor (Tag) local de instalação, número da RDP (Relatório de diagnóstico prognóstico), com esse número, consegue-se, gerar uma relatório que será disponibilizado, para o técnico no momento da intervenção. Seguido de uma ordem de serviço gerado no sistema SAP (sistema de gestão de manutenção).

O gráfico 6, demonstra no detalhe quais os pontos das principais falhas potenciais, durante os anos de 2007 a 2011, foi listado oito tipos de falhas que ocorreram nos quatro anos, lubrificação 19, folga 11, desgaste 3, rolamento 8, Engrenamento 3, desalinhamento 7, rigidez 54, desbalanceamento 1, verificando o gráfico percebe-se, que os maiores problemas estão com rigidez que apresenta um maior número de ocorrência.



Fonte: (software GeMan, AmBev - filial Sergipe)

**Gráfico 6 Resultado de Diagnóstico Preditivo em Acumulado em Quatro Anos.**

#### 4.1.7 Equipamentos listados para Intervenção

A Figura 4 indica alguns dos equipamentos que precisam ser revisados com urgência, ambos os equipamentos estão listados com área, conjunto, setor (Tag) local de instalação, número da RDP (Relatório de diagnóstico prognóstico), com esse número, consegue-se, gerar um relatório que será disponibilizado, para o técnico no momento da intervenção. Seguido de uma ordem de serviço gerado no sistema SAP (sistema de gestão de manutenção).

Área	Setor	Conjunto	Tag	Equipamento	Nº RDP	Data Referência
501	ENCHEDORA	BOMBA DE CERVEJA (ADEGA DE PRESSÃO)		MOTOR - Tag: F106M12	<a href="#">00318</a>	12/2010
502	ENCHEDORA	BOMBA DE CERVEJA (ADEGA DE PRESSÃO)		MOTOR - Tag: MR502295	<a href="#">00326</a>	12/2010
502	ENCHEDORA	BOMBA DE HDE		MOTOR - Tag: MB502038	<a href="#">00316</a>	11/2010
502	LAVADORA DE GARRAFAS	ACION.PRINC.SUPERIOR		MOTOR - Tag: MR502134	<a href="#">00338</a>	02/2011
502	PASTERIZADOR	BOMBA RETORNO P/ PISCINA		MOTOR - Tag: MB502031	<a href="#">00334</a>	02/2011
511 B - LATAS	EMPACOTADORA OCME	TRANSPORTE DE ENTRADA	K 116 MR-01	MOTOR - Tag: K 116 MR-01	<a href="#">00329</a>	01/2011
511 B - LATAS	ENCHEDORA	ACIONAMENTO PRINCIPAL	K 103 ECH-01	MOTOR - Tag: MR51188	<a href="#">00332</a>	01/2011
511 B - LATAS	ENCHEDORA	ACIONAMENTO PRINCIPAL	K 103 ECH-01	REDUTOR ESTRELA - Tag:	<a href="#">00339</a>	02/2011
511 B - LATAS	ENCHEDORA	BOMBA DE PRODUTO		MOTOR - Tag: MB511022	<a href="#">00324</a>	12/2010
511 B - LATAS	PASTEURIZADOR	BOMBA	MB511010	MOTOR - Tag: K 106 MB-02	<a href="#">00261</a>	05/2009

**Fonte:** (software GeMan, AmBev - filial Sergipe)

**Figura 4 Equipamentos listados para Intervenção**

#### 4.1.8 Relatório Gerado após o Término da Análise

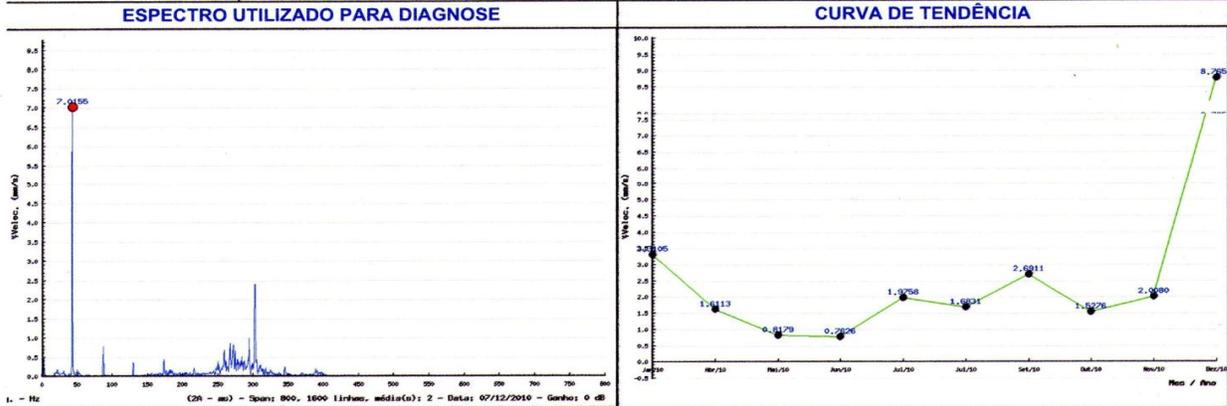
Na Figura 5, relatório fornecido logo após a o término da análise, esse relatório tem que obrigatoriamente está anexo a uma ordem de manutenção, para execução da atividade, nesse relatório vem descrito qual o tipo de intervenção deve ser feito, também ponto de localização, gráfico de avaria no funcionamento e tendência de funcionalidade, por fim um questionário no qual avalia a qualidade da análise inicial.

Relatório de Análise de Vibração - Diagnóstico, Prognóstico (RDP)			
Data de Emissão: <b>10/12/2010</b>		Medição: <b>Dezembro /2010</b>	
Planta: <b>AMBEV - SERGIPE/SE</b>			<b>RDP Nº 00318</b>

Área	Setor	Conjunto Rotativo	TAG	Equipamento	TAG
501	ENCHEDORA	BOMBA DE CERVEJA (ADEGA DE PRESSÃO)		MOTOR	F106M12

*Diagnóstico*

Elemento	Defeito Encontrado	Especificação	Posição
FIXAÇÃO	BAIXA RIGIDEZ		*



*Prognóstico*

Ação Recomendada	Prazo recomendado para intervenção
APRESENTA VIBRAÇÃO EM MÚLTIPLOS HARMÔNICOS DA ROTAÇÃO, PROVENIENTE DE FOLGA MECÂNICA. CHECAR O APERTO DOS PARAFUSOS DA BASE, TRINCAS E MELHORAR A RIGIDEZ MECÂNICA DO CONJUNTO ROTATIVO.	3 - Semanas

Analista: TIAGO GENARO

Aprovado por:

*[Handwritten Signature]*  
CLAUDEMIR DOS SANTOS

Para uso do cliente:	PSM / O.S.	Data da intervenção	Tempo gasto na intervenção	Tempo de parada do equip.	Nome do responsável pela interv.

**Relatório de Conclusão de Intervenção (RCI)**

01. O defeito encontrado na prática, foi a mesma daquela diagnosticada ?  
 Sim    Não havia defeito algum    Não correspondia ao diagnóstico. Qual é encontrada ?
02. A especificação do componente defeituoso esta completamente correta ? (No caso de rolamento, se é 2R, Z, ZZ, K, ...)  
 Sim    Não. Qual é a correta ?
03. A posição indicada do componente defeituoso estava correta ?  
 Sim    Não. Qual é a correta ?
04. Além da ação recomendada foi executada mais alguma intervenção ?  
 Não    Sim. Qual(is) ?

Obs: Após conclusão do preenchimento do formulário remeter cópia para a SEMEQ

Classificação do tipo de defeito acordado entre SEMEQ / AMBEV - SERGIPE/SE

( ) Sucesso   ( ) Imprecisão   ( ) Defeito virtual

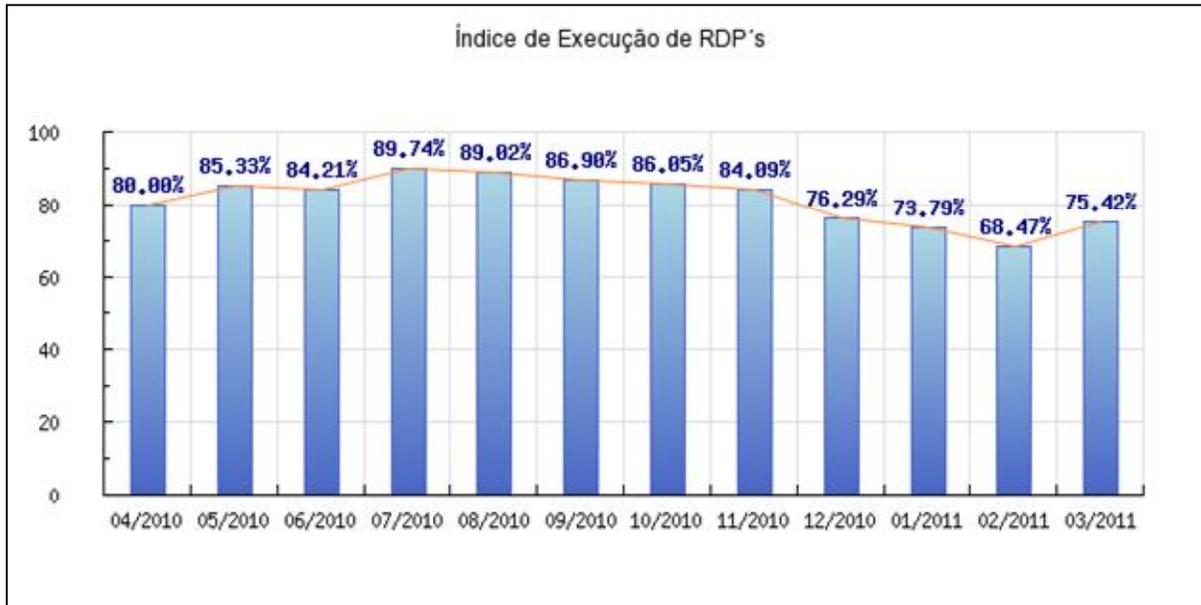
Análise da classificação acordada por:	AMBEV - SERGIPE/SE	SEMEQ
--	--------------------	-------

**Fonte:** (software GeMan, AmBev - filial Sergipe)

**Figura 5 Relatório Gerado após o Término da Análise**

#### 4.1.9 Índice de Execução das RDP's

Após demonstrados os dados de coletas de manutenção preditiva, seguindo o cronograma visto na tabela 2, veremos no gráfico 7, índice de execução; são as intervenções a seguir, os dados a seguir vão de abril de 2010 a março de 2011,



Fonte: (software GeMan, AmBev - filial Sergipe)

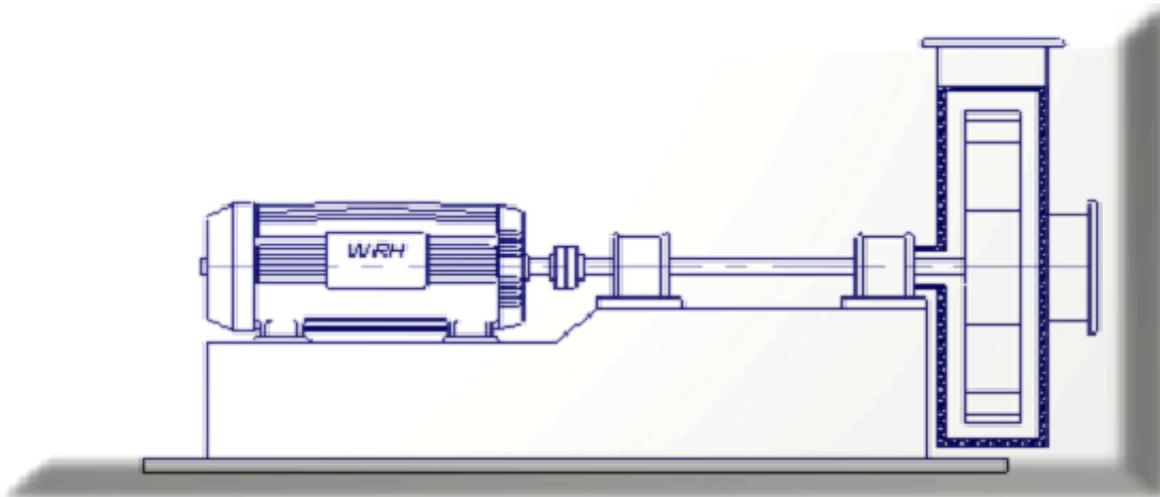
**Gráfico 7 Índice de Execução das RDP's**

#### 4.2 Manutenção em um Conjunto Centrífuga de Ventilação:

Na figura 6, exemplo vislumbra um fato real que aconteceu na Cia, no ano de 2011, um conjunto de bomba centrífuga, apresenta falha detectada pela análise preditiva de vibração, e não foi priorizado para intervenção, gerando grande parada na linha acarretando em manutenção corretiva.

O primeiro caso de intervenção no equipamento - Fato ocorrido em uma das máquinas do parque industrial, no qual será descrito detalhadamente a descoberta dos defeitos causadores, ou seja, identificar o que causou o dano nesse elemento de máquina importantíssimo e presente em todos os tipos de máquinas Rotativas, o Rolamento. Já que ficamos com parte da planta parada.

Na maioria das vezes conseguimos por intermédio da Análise de Vibrações detectarem o defeito em um rolamento defeituoso, e até dizer em qual componente ou que o defeito se encontra (pista interna, externa, elementos rolantes e ou gaiola).



**Fonte:** (Manual especificação de peças SEW N° 134, AmBev - filial Sergipe)

**Figura 6 : Dados Conjunto Centrífuga de Exaustão**

#### **4.3 Referência da Bomba Centrífuga de Exaustão**

As Informações da tabela 5, são dados referente a bomba centrífuga de exaustão, no qual pode-se ver todas as partes da bomba, marca modelo potência do motor, são dados muito importantes para caracterização do equipamento.

<b>Referência do Equipamento</b>	
<b>Equipamento:</b> ME-20013	<b>- Motor Elétrico 250 CV</b>
<b>Tag:</b> 350VE03	<b>- Ventilador Primário Cald. 02</b>
<b>Modelo...:</b> 315SM0994	
<b>Nº de Série...:</b> 00450	
<b>Ano de Fabricação...:</b> 1999	
<b>Potência (CV)...:</b> 250	
<b>Rolamento LA...:</b> NU-319	
<b>Rolamento LOA...:</b> 6316 c3	
<b>Corrente Nominal (A)...:</b> F 129/74, 6/68	
<b>Corrente de Funcionamento (A)...:</b> N	
<b>Tensão Serviço...:</b> 220/380/440	
<b>Classe de Isolação...:</b> F	
<b>Categoria...:</b> N	
<b>IP... :</b> 44	
<b>Nº de pólos...:</b> 4	
<b>Equipamento:</b> VE-20008	<b>- Ventilador de Ar Primário Cald. 02</b>
<b>Tag:</b> 350VE03	<b>- Ventilador Primário Cald. 02</b>
<b>Fabricante...:</b> JACARÉ	
<b>Modelo...:</b> J 18 - 1676 - S - 3	
<b>Vazão de Ar (m³/h)...:</b> 170000	
<b>Pressão Estática (mm.c.a)...:</b> 200	
<b>RPM... ..:</b> 770	
<b>Potência em CV...:</b> 250	
<b>Ø do Rotor (mm)...:</b> 1676	
<b>Tipo Mancal LA.....:</b> SNH 526-TS (LP e BP)	
<b>Tipo Mancal LOA...:</b> SNH 526-TS (LP e BP)	
<b>Rolamento LA.....:</b> 22226 BK.D1.C3	
<b>Rolamento LOA...:</b> 22226 BK. D1. C3	
<b>Tipo da Bucha...:</b> H 320	
<b>Acoplamento.....:</b> Falk 12F	

**Fonte:** (Manual Especificação de peças SEW N° 134, AmBev Filial Sergipe)

**Tabela 5 Referência da Bomba Centrífuga de Exaustão**

#### 4.2.2 Detalhe da falha (Defeito no Funcionamento)

Ocorreu quando a pista interna do rolamento NU 319 apresentou anormalidade em seu funcionamento, e foi lançada sobre a tampa dianteira do motor causando um "Efeito de usinagem" (usinagem, desbaste de matérias ou retirada de material), chegando a atravessar a tampa e quase levando o equipamento uma parada acidental.

O defeito foi verificado no domingo dia 15/03/2011 pela equipe de manutenção, momento em que ainda o rolamento não havia usinado a tampa do motor, mas provavelmente já estava projetado para frente, pois segundo a equipe de manutenção estava apresentando uma vibração anormal nunca verificada antes.

O rolamento foi lubrificado nesse dia com uma quantidade grande de graxa (no intuito de não ocorrer uma quebra acidental) para que no próximo dia fosse substituído o motor, já que tínhamos um equipamento com os mesmos dados construtivo em reserva. Na segunda-feira o motor apresentava maior ruído e maior vibração, fizemos então a substituição do equipamento, trazendo normalidade ao funcionamento do conjunto centrifugo. Na figura 7 podemos ver a tampa (esquerda) do motor danificado e uma tampa nova (direita) e visualizar o desgaste causado pela pista interna do rolamento NU 319.



**Fonte:** (AmBev Filial Sergipe (AmBev Filial Sergipe))

**Figura 7 : Desgaste no Alojamento da Tampa Traseira do Motor**

#### 4.2.2.1 Análise da Falha

Na figura 8, os rolamentos retirados do motor apresentaram marcas em suas pistas internas, caracterizando o sintoma de folgas, que confirmamos em ambos os assentos no eixo do motor. Também verificamos no rolamento NU, que havia marcas de desgaste em seus elementos rolantes (rolos cilíndricos) e em sua pista interna, demonstrando sinais de desgaste acentuado em suas extremidades (nº1 e 4).



Fonte: (AmBev Filial Sergipe)

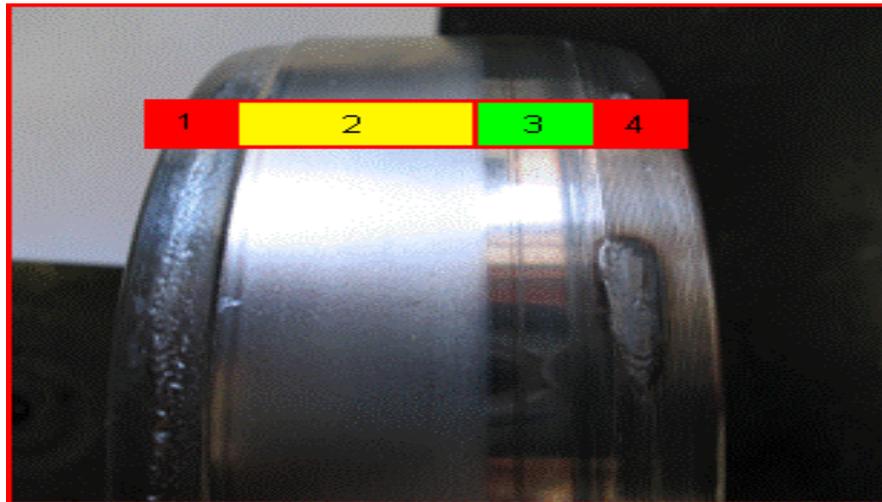
**Figura 8 : Rolamento com Desgaste nos Rolos**

#### 4.2.2.2 Detalhe da Falha na Pista Externa do Rolamento

Lembrando do histórico de vibrações, pude-se ver que esse equipamento sofreu influência de vibrações altas por um determinado intervalo de tempo, como podemos ver na curva de tendências a seguir. Portanto, isso veio a causar um pequeno desgaste nos acentos dos rolamentos a ponto de não serem prejudiciais ao seu bom funcionamento. No entanto, o rolamento NU recebendo essa vibração, tomou um posicionamento diferenciado em sua pista interna (2), como poderemos ver ao lado (influenciado também pela grande força transmitida pelas correias, que pulsavam, causando pequenos empenamentos momentâneos no eixo do motor).

Na figura 9 podemos ver as regiões afetadas e confirmar a história da evolução do defeito do rolamento, onde:

- No ponto nº 3 refere-se ao momento de funcionamento normal do rolamento;
- No ponto nº2, no momento de posicionamento parcial da pista interna no rolete do rolamento, que demonstra o defeito de sobrecarga, pois o rolete estava parcialmente apoiado na pista do rolamento;
- No ponto nº 1 e 4, provavelmente ocorreram ao mesmo tempo e se referem ao momento em que a pista interna estava apoiada somente em uma pequena extensão (que podemos ver a esquerda da foto) (1), e ao mesmo tempo a pista forçava passagem pela tampa do motor elétrico.



**Fonte:** (Ambev Filial sergipe)

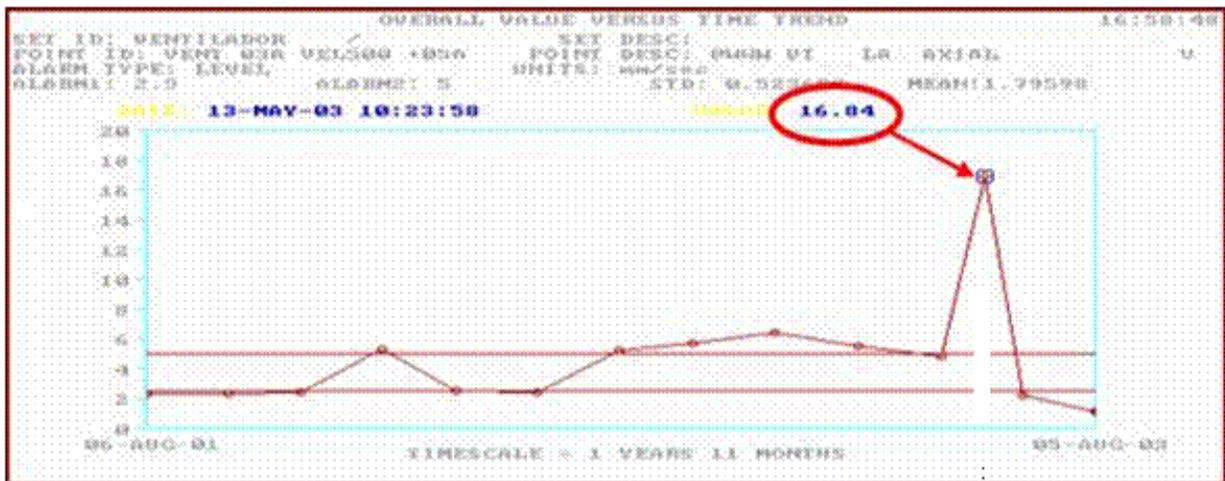
**Figura 9 : Detalhe da Falha na Pista Externa do Rolamento**

#### 4.2.2.3 Análise da Falha Graficamente

Curva de tendência no gráfico 8, com os altos valores de vibração ao qual o equipamento foi exposto. Com esse novo posicionamento (a figura 7) a carga dinâmica ficou mal distribuída (ponto de esforço de transmissão) e com isso os atritos aumentaram e conseqüentemente o calor, (essa fase durou vários meses, ver curva de tendências) não causando evidência de vibração, até que com o aumento linear da temperatura, a pista interna que já apresentava pequena anormalidade em seu assentamento,

movimentou-se a ponto de talvez já se encostar à tampa do motor, e iniciar o processo de usinagem.

A equipe de manutenção foi alarmada, e confirmou a condição anormal do equipamento, mais especificamente no rolamento dianteiro lado polia. Foi então bombeada a graxa para o interior da câmara do rolamento, o que causou o aquecimento ainda maior no rolamento, e com o calor e pressão da graxa houve uma maior dilatação na pista interna do rolamento, empurrando a pista do rolamento em direção da tampa que foi danificada.

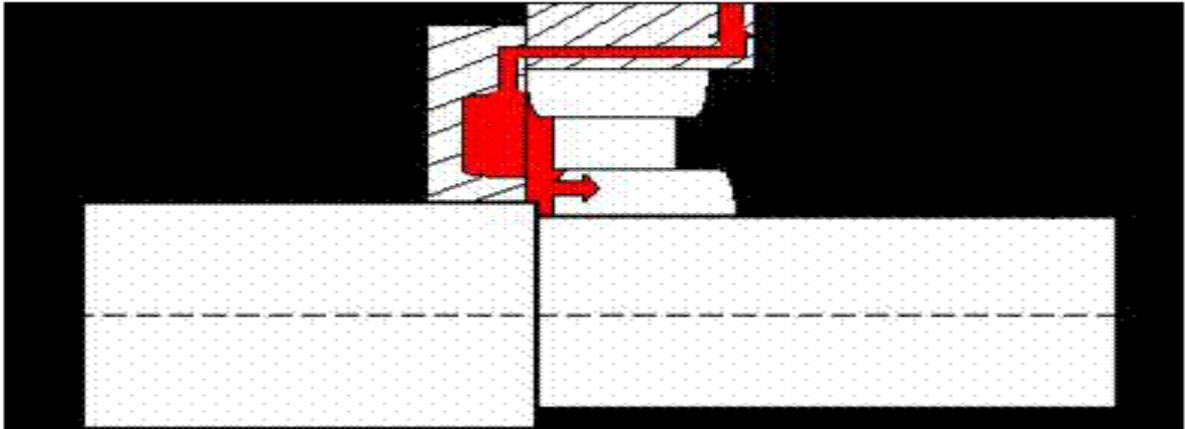


Fonte: (software GeMan, AmBev - filial Sergipe)

**Gráfico 8 Análise da Falha Graficamente**

#### 4.2.2.4 Desalinhamento da Tampa do Mancal

Figura 10 demonstra como a graxa forçou a pista do rolamento, para frente em direção a tampa. Esse raro defeito se caracterizou por uma evolução final muito rápida (dois dias), o que o impediu de ser notado por qualquer tipo de técnica de inspeção, portanto ele só seria verificado se existisse um sistema on-line de monitoramento de temperatura ou vibração em seus mancais, ligado ao supervisório na sala de controle.



**Fonte:** (software GeMan, AmBev - filial Sergipe)

**Figura 10 Desalinhamento da Tampa do Mancal**

#### 4.2.2.5 Conclusão da Intervenção

A medida corretiva neste caso foi a substituição do motor por outro de igual potência e dimensionamento, resolvendo com isso toda incidência de falha no conjunto, voltando a ser operacionalização em condições de níveis de vibração normais (3,5mm/s), considerando pela norma ISO 2372, que determina limites de vibração atribuída a falha evidenciada, foi conduzido para bancada de manutenção, compreendendo os seguintes reparos:

- A substituição dos rolamentos LA (Dianteiro) e LOA (Traseiro)
- Feito a substituição da tampa LA (Dianteira), eliminando assim qualquer evidência de folga na parte alojada do rolamento.
- Feito Balanceamento estático do induzido.
- Testado em R.S.T.
- Pintado e acondicionado

### 4.3 Indicadores de Manutenção da AmBev filial Sergipe

A tabela 3 vem demonstrando dados dos IDMs, (indicadores de manutenção), esses dados estão atrelados a cada tipo de manutenção, todos esses números vistos em percentual é oriundo de um número de ordem de serviços disponível para cada tipo de manutenção; exemplo tendo 10 ordens de manutenção preventiva disponível para ser executada no mês de março das 10 ordens, só foram executados oito, então equivale a 80% do cumprimento do plano de manutenção preventiva,

Em destaque verifiquemos os resultados da manutenção preditiva, tendo como meta prevista 100%, vem garantindo mês a mês 100%, Tavares (2011), em todas as áreas. Um fato que chama a atenção é que toda atividade de manutenção nasce do SAP (Sistema de gerenciamento de manutenção), é setor a manutenção preditiva, os dados coletados nas áreas são armazenados em um sistema auxilia GeMan ( sistema de gerenciamento de manutenção preditiva) só após esse armazenamento e análise dos dados, são repassados para o SAP pelo técnico de planejamento, só aí vão ser contados como IDMs, sendo assim mesmo o técnico de manutenção ter coletado 10 tipos de falhas na área, e só registra 1 no SAP, e essa 1 foi executada, garante 100% de aproveitamento da manutenção preditiva.

IDMs		Total	Linha 501	Linha 502	Linha 511	Barril	Meio Ambiente	Utilidades	Brassagem	Xaroparia	Adegas	Filtração	Laboratório	Oficinas	Geral
Manutenção Autônoma	Meta 50%	63%	75%	89%	52%	0%	94%	50%	27%	60%	50%	77%	100%		
Manutenção Autônoma	Meta 50%	56%	56%												
Corretiva Programada	Meta 50%	65%	60%	89%	70%	83%	80%	52%	25%	100%	57%	75%	92%	39%	33%
Manutenção Emergencial	Meta 100%	100%	73%	60%	69%	100%	80%	70%	100%		91%	85%	100%	0%	67%
Manutenção Preventiva	Meta 90%	94%	96%	94%	94%	83%	100%	100%		100%	0%			100%	0%
Inspeção Preventiva	Meta 100%	96%	96%	83%	87%	88%	100%	94%	100%	75%	50%	60%		100%	
Inspeção Preditiva	Previsto	33	2	2	2	1	2	15	4	1	3	1	0	0	0
	Realizado	33	2	2	2	1	2	15	4	1	3	1	0	0	0
	Meta 100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%			
Lubrificação	Meta 100%	94%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%			
Limpeza	Meta 100%														
Reaperto	Meta 100%	97%	100%	100%	100%	86%	100%	97%	63%	100%	100%	100%			
Instrumentos Padrões	Meta 100%														
Instrumentos Portáteis/Bancada	Meta 100%	100%	100%	100%	100%		100%	100%		100%	100%	100%	100%		
Instrumentos On-Line	Meta 100%	100%					100%								
Instrumento Crítico	Meta 100%	100%					100%								
Vidraria	Meta 100%														
Grandes Paradas	Meta 100%	70%			72%			0%							
Inspeção de rota mecânica	Meta 100%	88%	82%	85%	81%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%			
Inspeção de rota elétrica	Meta 100%	72%	71%	71%	25%	87%	0%	83%	88%	64%	100%	100%			
Inspeção de segurança	Meta 100%	23%	0%	0%	27%	38%	71%	100%	0%		0%	0%		0%	17%
Inspeção de Qualidade	Meta 100%	91%	100%	100%	100%	87%	100%		93%	100%	67%	46%			
Inspeção Civil	Meta 100%	100%	100%		100%		100%	100%	100%		100%	100%		100%	
Inspeção de Rota Automação	Meta 100%	96%	75%	100%		100%	100%	100%	100%		100%	100%			
Inspeção de Rota	Meta 100%														
Total	P-Mec Fabril	290	0	0	0	0	46	68	59	25	32	27	8	9	16
	R-Mec Fabril	212	0	0	0	0	43	54	37	22	21	25	8	1	1
	Meta 87%	73%	80%	84%	78%	66%	93%	79%	63%	88%	66%	93%	100%	11%	6%

Tabela 03- Indicadores de Manutenção da AmBev filial Sergipe

## 5 CONCLUSÃO

No universo em que haja máquinas que geram movimentos tende a provocar desgaste nos seus componentes, sendo assim a necessidade de serem observadas, e o plano de manutenção dá uma base para conservação desses equipamentos gerenciando falhas, dando velocidade na resolução de problemas.

O plano de manutenção é uma forma organizada de se gerenciar atividades de manutenção, fornecendo assim ao gestor direção para o planejamento, dessas atividades facilitando na tomada de decisão.

Com base no estudo, foi identificado a falha de funcionamento na bomba centrífuga de exaustão pela manutenção preditiva e foi registrado no GeMan, não foi programada a intervenção no SAP, com isso gerou uma manutenção emergencial.

Durante o estudo foi observado que não é dada tanta importância a análise preditiva, existe dados de falhas registrados no sistema; não há cobrança em relação ao relato dessas falhas coletadas pela equipe de manutenção preditiva no SAP. Por não dá a devida importância a tais dados ou falhas, vem acontecendo várias quebras, no qual foi mostrado na figura 6, (conjunto de bomba centrífuga de exaustão) provocando manutenção corretiva e parada na produção.

Pretendeu-se com este estudo chamar a atenção dos enfoques abordados, para que os mesmos sejam alvo de análise e que possam dar subsídio para discussão acerca de manutenção preditiva.

Sugestão de melhoria, seria os dados coletados nas áreas fossem relatados nos sistemas GeMan e SAP pela própria equipe de manutenção Preditiva, sendo assim garantiríamos que todos os dados fossem avaliados no IDMs (indicadores de Manutenção). Que seriam forçados a execução de todas as RDPs geradas no mês.

Neste contexto um dos meios mais eficientes para aumentar a produtividade e a eficiência dos maquinários, reduzindo custos e agregando valor à qualidade dos produtos está na boa e plena execução das atividades de manutenção.

Conclui-se com o presente trabalho, que o método de análise da manutenção preditiva, para os equipamentos da AMBEV filial Sergipe, funciona como uma ferramenta eficaz auxiliando os gestores de manutenção na tomada de decisões e, conseqüentemente, na eficiência dos maquinários.

## GLOSSÁRIO

**RDP**- Diagnóstico prognóstico

**Tag**- Endereço ou centro de localização dos equipamentos

**GeMan** - Sistema de gerenciamento de manutenção preditiva

**SAP**- Sistema de gerenciamento de plano de manutenção

**IDMs** - Indicadores de manutenção

**FMEA** – Análise de defeito e falha.

**Follow up** – Monitoração, retorno

**Feedback** – Retorno de algo passado

**Mantenabilidade** – Mantido em condições operacionais

**OS** – Ordem de serviço de manutenção

**Hh** – Homem hora

**Ppcm** – Planejamento programação e controle da manutenção

**Packaging** – Setor de produção envase de cerveja e refrigerante

## REFERÊNCIAS

AMBEV, EMPRESA. **Documento Interno de Programação e Controle das Atividades de Manutenção**. ARACAJU, 2011.

AMBEV, Empresa. **Documento Interno de Módulo de Manutenção, Padrão de Sistema**. Aracaju, 2011.

AMBEV, Empresa. **Manual de Especificação de Peças SEW**. Aracaju, 2011.

FILHO, G. B. **Dicionário de Termos de Manutenção e Confiabilidade**,. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2000.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**, São Paulo: Atlas, 1991.

OLIVEIRA, R. P. **Glossário Técnico Manutenção e Engenharia Industrial**, 2003.

HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P. **Análise de Falhas, Aplicação dos Métodos** . Belo horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

LAFRAIA, J. R. B. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

NORMA ISO 2372, **Norma de Análise de vibração**.

Disponível e : < [www.spminstrument.com.br](http://www.spminstrument.com.br) > Acessado Em: 15 Abril 2011

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnica de Manutenção Preditiva**. Ed. Edgard Blucher LTDA. 2002

O SVAN 957, **Equipamentos de Coleta de Análise Preditiva.**

Disponível em: <[www.svantek.com](http://www.svantek.com)> Acessado em: 25 abril 2011

PINTO, ALAN KARDEC E JÚLIO AQUINO, XAVIER, **Manutenção Função Estratégica. rio de janeiro:** Qualitymark, 2005.

SOFTWARE, SAP. **Software de gestão de Manutenção utilizado pela AmBev filial Serjipe.** Disponível em <[www.sap.com/Brasil](http://www.sap.com/Brasil)> Acessado em: 12 maio 2011

SANTOS, Ivan Luiz E. **Custo de Manutenção Preventiva.**

Disponível em: <[www.troca.com.br](http://www.troca.com.br)> Acessado em: 05 Maio 2011

TAVARES, Prof. Dr. Lourival A. **Gestão de Manutenção, Focando em software de manutenção.** Disponível em: <[www.manutenção.net](http://www.manutenção.net)> Acessado em: 05 abril 2011

VIZZONI, Edson, **Planejamento e Controle da Manutenção,** Maceió, 2007.

VIANA, Herbert Ricardo. **Planejamento e Controle da Manutenção.** Editora abril, 2004 .

VIANA, Herbert Ricardo Garcia, **PCM Planejamento e Controle da Manutenção,** Rio de Janeiro: Qualitymark 2002