
ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA GESTÃO DE PEÇAS SOBRESSALENTES DE UMA EMPRESA DE SANEAMENTO BÁSICO

Elizeu de Farias de Oliveira

Graduado em Engenharia de Produção/ISECENSA/RJ
elizeufarias@bol.com.br

Everaldo Cordeiro Romão

Graduado em Engenharia de Produção/ISECENSA/RJ
veraldo@bol.com.br

Anderson Prado Azevedo

Mestre em Engenharia Elétrica/UFES/ES
andersonprazevedo@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho fez uma análise da gestão de peças sobressalentes em uma empresa de saneamento básico e seus impactos no processo produtivo. Foi desenvolvido um estudo de caso, pelo qual foi feito um mapeamento para identificar os ativos de maior criticidade para os processos da empresa. Após identificação dos ativos críticos do processo; aqueles que impactam diretamente nos objetivos; foi realizado um levantamento do histórico de manutenção desses ativos, a fim de verificar a frequência de intervenções nesses ativos e peças com maior índice de substituição. Esse mapeamento foi elaborado consultando dados fornecidos pela empresa. Foi mensurado o tempo médio entre o surgimento da necessidade de peças sobressalentes e a disponibilidade das mesmas para o departamento de manutenção. Com base nessas informações foram calculados os custos associados à indisponibilidade de peças sobressalentes.

Palavras-chave: Gestão da manutenção, Eficiência da Manutenção, Peças Sobressalentes, Ativos Críticos.

ABSTRACT

This work makes an analysis of the management of spare pieces in a company of basic sanitation in the north area of the Rio de Janeiro State and its impacts in the productive process. A case study will be developed, on which a charting will be done in order to identify the most critical items for the process of the company. After identifying which are the critic items of the process, those which impact directly in the objectives of the process, we will make a survey on the history of these items, aiming to verify the frequency of interventions in these items and pieces with higher rate of replacing. This charting will be done by checking the data provided by the company. The medium time will be measured between the occurrence of the need of spare pieces and their availability for the maintenance department. Based on this information we will calculate the costs associated with the availability of spare pieces.

Keywords: Maintenance management, maintenance efficiency, spare pieces, critic items

1. Introdução

Segundo Vanolli (2003), a manutenção, considerada como um mal necessário em várias empresas até pouco tempo atrás, hoje é admitida como uma função estratégica, sendo atualmente considerada fator de qualidade e produtividade, configurando-se como uma questão central na gestão de todas as organizações. Gerenciar corretamente os modernos meios de produção exige conhecimento de métodos e sistemas de planejamento e execução que sejam ao mesmo tempo eficiente e economicamente viáveis. Equipamentos parados em momentos inoportunos comprometem a produção e podem significar perdas irreparáveis num ambiente altamente competitivo. A manutenção deixou de ser, nas últimas décadas, uma simples atividade de reparo para se tornar um meio essencial ao alcance dos objetivos e metas da organização.

O objetivo de reduzir custos é o denominador comum. A missão da manutenção é manter e melhorar a disponibilidade dos equipamentos ao menor custo. A redução de custos é, de fato, um objetivo central. Para a Manutenção, não interessa reduzir ao mínimo o número de paradas por avaria; interessa sim trabalhar de forma a conseguir que esse número de paradas origine custos totais mínimos (DIAS, 2003).

O dimensionamento de sobressalentes é uma questão que apresenta uma importante relevância quando se deseja elaborar o plano de manutenção, pois é a partir da quantidade de sobressalentes que a equipe de manutenção toma suas decisões no planejamento da manutenção. Um dos fatores que justifica maior atenção ao número de sobressalentes é a sua influência direta no tempo de parada do processo, é a quantidade de sobressalentes que vai definir um maior ou menor tempo de parada ou interrupção em um determinado processo (MELO; FERNANDES e ALMEIDA, 1998).

As peças sobressalentes são itens de demanda independente, ou seja, cuja demanda não guarda relação de dependência com a demanda de nenhum outro item ou atividade da organização, a demanda das quais, portanto tem de ser prevista por algum método. Embora não se trate de itens incorporados aos produtos em si, são itens de grande importância para algumas organizações, pois a falta deles pode representar perdas substanciais, já que pode acarretar parada e por vezes indisponibilidade por longos períodos de equipamentos importantes (DIAS; CORREIA, 1998).

1.1. Problemática

O dimensionamento de sobressalentes é uma questão que apresenta uma importante relevância quando se deseja elaborar o plano de manutenção, pois é a partir da quantidade de sobressalentes que a equipe de manutenção toma suas decisões no planejamento da manutenção.

Um dos fatores que justifica maior atenção ao número de sobressalentes é a sua influência direta no tempo de parada do processo, é a quantidade de sobressalentes que vai definir um maior ou menor tempo de parada ou interrupção em um determinado processo.

Outro fator que aumenta o impacto da falta de sobressalentes é o grande lead time de fornecimento.

1.2. Justificativa

Ainda considerada precária no Brasil, a oferta de serviços de saneamento básico atinge metade da população do País. A escassez de recursos e serviços nessa área causa mais de 1,5 milhões de mortes anualmente em todo o planeta. Mas há nichos de excelência e avanços importantes. Muitas cidades brasileiras, em função da regulamentação da legislação do saneamento básico brasileiro, têm investido pesadamente na construção de estações de tratamento de água e de esgotos e em redes de distribuição. E nestes serviços a manutenção desponta como a estrela principal. Tanto para evitar perdas, como para manter as redes quilométricas em perfeito funcionamento, os equipamentos dependem das boas técnicas e dos bons profissionais da função. No atual cenário, a manutenção torna-se também responsável pela melhora de desempenho do segmento. Além de uma boa gestão de recursos, a gestão de manutenção mostra-se imprescindível (ABRAMAN, 2009).

O processo de manutenção, cada vez mais tem importância no alcance dos objetivos globais da organização, principalmente aqueles relacionados com a estratégia de produção. O processo de manutenção deve servir de apoio para que a produção consiga atingir seus objetivos, ou seja, ele deve estar adequado às suas necessidades. Este alinhamento desejado entre o processo de manutenção e os objetivos de produção é alcançado com um bom planejamento de manutenção.

De acordo com a pesquisa “Como está a situação da manutenção no Brasil” realizada pela ABRAMAN em 2007; os principais indicadores de desempenho da manutenção em grau de importância são:

- a) Custos;
- b) Disponibilidade Operacional;
- c) MTBF;
- d) MTTR.

O fator econômico é determinante para a definição da estratégia de manutenção e deve ser analisado com muita frieza, uma vez que é determinante para o sucesso de qualquer empresa. Devem ser observados, neste caso, todos os custos relacionados com a parada do equipamento, como por exemplo: quanto vai custar para a empresa deixar de produzir por um determinado intervalo de tempo para fazer manutenção em certo equipamento, ou quanto vai custar à quebra de um determinado equipamento que não parou para receber manutenção.

A pesquisa “A Situação da Manutenção no Brasil” realizada em 2007 mostra que os custos com esta atividade no país representam 3,8% do PIB. Outro dado interessante é que cerca de 3% do faturamento bruto das empresas são gastos em ações de manutenção, uma indicação de que parte significativa do lucro pode estar sendo consumida nessa área (ABRAMAN, 2009).

A capacidade em se pré-determinar as peças defeituosas para reparo, ferramentas, e as habilidades de mão-de-obra requeridas, podem garantir a redução tanto em tempo de reparo quanto em custos. É de suma importância que se tenha um excelente banco de dados para uso tanto pela manutenção como pela operação, inspeção e projeto. Estes dados fornecem informações para: identificar as necessidades de habilidades dos manutentores, decidir qual a melhor política de estoques de peças sobressalentes e manter os desenhos e manuais atualizados (SOUZA; CAMELLO, 2003).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

Analisar a gestão de peças sobressalentes dos equipamentos críticos da principal estação de tratamento de água de uma empresa de saneamento básico. Serão analisados os possíveis benefícios que a empresa terá em possuir as peças sobressalentes em estoque em eventual quebra de um dos equipamentos críticos, e os possíveis prejuízos advindos da falta de peças sobressalentes em estoque.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar os equipamentos críticos para o sistema, identificando onde eles estão inseridos no processo.
- Verificar o histórico de manutenção dos ativos críticos, observando identificar a frequência das intervenções e peças com maior índice de substituição nas manutenções corretivas.
- Fazer levantamento do *Lead time* das peças sobressalentes tempo entre o surgimento da necessidade e a disponibilização da peça para o departamento de Manutenção a fim de identificar quanto tempo acrescerá à manutenção devido à indisponibilidade de peças em estoque;
- Quantificar os custos associados à indisponibilidade de peças sobressalentes em estoque na ocorrência da quebra de um dos equipamentos críticos, verificando o tempo médio para reparo com peças sobressalentes em estoque e sem peças em estoque.

2. Metodologia

Do ponto de vista da sua natureza, a pesquisa será Aplicada cujo objetivo é gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos (SILVA e MENEZES, 2001). Esta pesquisa será aplicada, pois têm como objetivo gerar conhecimentos sobre os equipamentos críticos e suas respectivas peças sobressalentes que irão ajudar na solução de problemas na área de manutenção da empresa em que será feito o estudo.

Do ponto de vista de seus objetivos (GIL, 1991) será uma Pesquisa Descritiva visando descrever as características de determinado fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis, envolvendo uso

de técnicas de coletas de dados. Esta pesquisa será descritiva, pois irá descrever as características do gerenciamento da manutenção da empresa, estabelecendo a relação entre a eficiência da manutenção com o estoque de peças sobressalentes através de uma coleta de informações em documentos e relatórios gerenciais.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos (GIL, 1991), a pesquisa é bibliográfica e documental. Bibliográfica, pois será elaborada a partir de materiais já publicados, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos como os publicados nos ENEGEPS e atualmente com material disponibilizado na Internet no site da ABRAMAN. Visando confrontar idéias e interpretações de outros pesquisadores relacionados com Gerenciamento de Manutenção e Gestão de Peças Sobressalentes. A Pesquisa será Documental porque será elaborada a partir de pesquisa em relatórios gerenciais e documentos internos da empresa.

Será realizado um estudo dos objetivos determinados para que se permita um amplo e detalhado conhecimento do tema proposto. O estudo de caso conta com muitas das técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que usualmente não são incluídas no repertório de um historiador: observação direta dos acontecimentos que estão sendo estudados e entrevistas das pessoas neles envolvidas. Novamente, embora os estudos de casos e as pesquisas históricas possam se sobrepor, o poder diferenciador do estudo de caso é a sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências: documentos, artefatos, entrevistas e observações. (Yin; 2005)

A pesquisa será desenvolvida em todo o universo de uma estação de tratamento de água. Será realizado um mapeamento dos ativos de críticos para os processos da empresa; os procedimentos que serão utilizados para a realização deste trabalho consistem em uma pesquisa e análise nos documentos e procedimentos que definem o atual modelo de gestão da manutenção da empresa; coleta de informações nos bancos de dados da empresa que registram as ocorrências de falhas dos ativos e as ordens de serviços realizadas nos ativos estudados; análise dos dados e geração de resultados através de planilhas eletrônicas. Após saber quais são os ativos críticos do processo; aqueles que impactam diretamente no cumprimento dos objetivos principais e metas da empresa; será feito um levantamento no histórico desses ativos, a fim de identificar a frequência de intervenções no ativo e peças com maior índice de substituição. Esse mapeamento será feito consultando os dados fornecidos pela empresa em um período determinado.

Será quantificado o *Lead Time* (tempo entre o surgimento da necessidade das peças sobressalentes e a disponibilidade das mesmas para o departamento de manutenção). Com base nessas informações serão calculados os custos associados à: Indisponibilidade Operacional, MTTR, indisponibilidade de peças sobressalentes.

O foco principal deste estudo de caso é a gestão de peças sobressalentes para atender a demanda de manutenção corretiva da principal estação de tratamento de água de uma empresa de saneamento básico do norte fluminense. A decisão de focar apenas neste grupo de ativos, se dá pelo fato de haver uma vasta quantidade de tipos de equipamentos, e por representar 86% dos negócios da empresa.

3. Referencial teórico

3.1. Conceitos de Manutenção

De acordo com Kardekc, Nascif e Baroni (2002)

Na visão atual, a manutenção existe para que não haja manutenção; estamos falando da manutenção corretiva não planejada. Isto parece paradoxal à primeira vista, mas, numa visão mais aprofundada, vemos que o trabalho da manutenção está sendo enobrecido onde cada vez mais, o pessoal da área precisa estar qualificado e equipado para evitar falhas e não para corrigi-las.

Slack (2000) definiu manutenção como o termo usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas ao cuidar de suas instalações físicas. É uma parte importante da maioria

das atividades de produção, especialmente aquelas cujas instalações físicas têm papel fundamental na produção de seus bens e serviços. Em operações como centrais elétricas, hotéis, companhias aéreas e refinarias petroquímicas, as atividades de manutenção serão responsáveis por parte significativa do tempo e da atenção da gerência de manutenção.

A manutenção está diretamente relacionada com os resultados das empresas; sendo eficiente ou não ela influencia na capacidade de produção, na qualidade dos produtos e no custo operacional dos equipamentos. Os trabalhos de manutenção elevam o desempenho e disponibilidade dos equipamentos para a produção, mas ao mesmo tempo contribuem para acrescer os custos de operação. O objetivo do gestor de manutenção deve ser, portanto, atingir um equilíbrio entre estes defeitos, reduzir custo maximizando a contribuição do setor na rentabilidade da empresa (SOUZA, 2008).

Todas as empresas que possuem equipe de manutenção em seu quadro funcional desejam que estas desempenhem suas tarefas com o maior nível de excelência tanto em qualidade quanto de custos. Em uma parte delas são feitos altos investimentos em manutenção, porém, isto não garante que o desempenho da manutenção esteja em níveis satisfatórios. Há necessidade de que seja feita uma investigação mais detalhada dos porquês da manutenção não estar atingindo tais objetivos. Tanto a gestão quanto a engenharia de manutenção buscam reduzir os custos e aumentar a vantagem competitiva das empresas, ou seja, a gestão da manutenção deve ser estratégica e estar em consonância com os objetivos do negócio onde ela está inserida (MACEDO et al; 2009).

3.1.1. Tipos de Manutenção

Para VIANA (2002) os tipos de manutenção, nada mais são do que as formas como são encaminhadas as intervenções nos instrumentos de produção, ou seja, nos equipamentos que compõem uma determinada planta. Neste sentido observamos que existe um consenso, salvo algumas variações irrelevantes, quanto aos tipos de manutenção.

Segundo PINTO e XAVIER (1999), a classificação dos principais tipos de manutenção:

- Manutenção Corretiva
- Manutenção Preventiva
- Manutenção Preditiva
- Engenharia de Manutenção

Desta classificação foi excluída a manutenção detectiva, por entender que se trata apenas de uma técnica utilizada para realizar a manutenção preditiva.

3.1.2. Manutenção Corretiva

Em princípio, a mais simples delas é a Manutenção Corretiva. Alguém simplesmente aguarda até uma falha ocorrer e então remedia a situação tão logo possível (restaurando o equipamento para sua capacidade produtiva). “Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a colocar um item em condições de executar uma função requerida” NBR 5462 (1994 apud DRUMOND, 2004, p. 103).

A manutenção corretiva tem o objetivo de localizar e reparar defeitos em equipamentos que operam em regime de trabalho contínuo. “É a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado” (PINTO e XAVIER, 1999, p. 32). Manutenção corretiva é aquela de atendimento imediato à produção.

O dimensionamento dos recursos da manutenção, em especial para atendimento às ocorrências de manutenção corretiva, é de fundamental importância para se evitar perdas de produção consideráveis ou super-dimensionamento de equipes. Ao se adotar a metodologia da manutenção corretiva, o gerente da manutenção deve prever:

- a) pessoal previamente treinado;
- b) disponibilidade de todos os materiais necessários para a ação corretiva (ferramentas, aparelhos de medição, peças de reposição, meios de transporte, etc.);
- c) existência de desenhos, documentos e manuais técnicos detalhados de fácil acessibilidade;
- d) almoxarifado organizado;
- e) contratos bem estudados estabelecidos no caso da dependência de atuação de terceiros;
- f) reciclagem a atualizações periódicas do pessoal;
- g) registros dos defeitos, tempos de reparo e perdas de produção;

3.1.3. Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva consiste no conjunto de procedimentos e ações antecipadas que visam manter a máquina em funcionamento.

Segundo Pinto e Xavier (1999), a manutenção preventiva, ao contrário da corretiva, visa evitar a falha do equipamento. Este tipo de manutenção é realizado em equipamentos que não estejam em falha, ou seja, estejam operando em perfeitas condições. Desta forma podemos ter duas situações bastante diferentes quando realizamos este tipo de manutenção: a primeira situação é quando paramos o equipamento bem antes do necessário para fazer a manutenção do mesmo; a segunda situação é a falha do equipamento, por termos estimado o período de reparo do mesmo de maneira incorreta.

Baseando-se nestas duas situações é importante que a definição do período de parada dos equipamentos seja efetuada por pessoas experientes, ou seja, que conheçam bem o equipamento a ser submetido à manutenção, baseando-se em informações do fabricante do equipamento e principalmente nas condições climáticas que estes se encontram, pois um mesmo equipamento pode se comportar de maneira bem distinta quando submetido a condições climáticas diferentes.

3.1.4. Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é um tipo de ação preventiva baseada no conhecimento das condições de cada um dos componentes das máquinas e equipamentos.

Esses dados são obtidos por meio de um acompanhamento do desgaste de peças vitais de conjuntos de máquinas e de equipamentos. Testes periódicos são efetuados para determinar a época adequada para substituições ou reparos de peças. Exemplos: análise de vibrações, monitoramento de mancais.

É a atuação realizada com base em modificações de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática (PINTO; XAVIER, 1999, P.35).

Na verdade este tipo de manutenção, nada mais é do que uma manutenção preventiva baseada na condição do equipamento.

Este tipo de manutenção é interessante, pois permite o acompanhamento do equipamento através de medições realizadas com o equipamento em pleno funcionamento, o que lhe possibilita uma maior disponibilidade, já que este vai sofrer intervenção, somente quando estiver próximo de um limite estabelecido previamente pela equipe de manutenção.

Podemos dizer que a manutenção preditiva prediz a falha do equipamento e quando se resolve fazer a intervenção para o reparo do mesmo, o que acontece, é na verdade uma manutenção corretiva programada.

3.1.5. Engenharia da Manutenção

A Engenharia de Manutenção é na verdade uma evolução da manutenção industrial. Segundo Pinto e Xavier (1999, p. 42), “Engenharia de Manutenção significa perseguir *benchmarks*, aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção de Primeiro Mundo”.

Segundo Fabro (2003), quando a área de manutenção de uma empresa passa a praticar a engenharia de manutenção, ela começa a mudar sua cultura; passa a investigar as causas das quebras e interrupções, modificar situações crônicas, melhorar sistemáticas, enfim, almeja garantir maior disponibilidade à planta, utilizando técnicas consagradas a custos aceitáveis.

Neste mesmo sentido, a engenharia de manutenção encarrega-se da gestão do processo de manutenção, procurando melhorar continuamente a eficiência do mesmo. Dentre as atividades, que geralmente são atribuídas à Engenharia de Manutenção, podemos citar segundo Fabro (2003).

- a) arquivo técnico: documentação técnica em geral, elaboração de procedimentos;
- b) desenvolvimento de fornecedores;
- c) estudos, automações e melhorias de manutenção;
- d) apoio técnico a manutenção;
- e) normalizações: componentes, sobressalentes, treinamentos.

3.2. Críticidade de um Item para o Sistema

A definição da criticidade de cada equipamento é na verdade, a maneira utilizada para determinar o grau de importância de cada equipamento dentro do processo produtivo, levando-se em conta aspectos importantes como: segurança, meio ambiente, custo, etc. A criticidade é um parâmetro que mede o impacto da falta de um item para um determinado equipamento ou sistema, ou seja, a sua importância para o sistema. A criticidade pode ser analisada sob a ótica de dois fatores: redundância e funcionalidade. Um sistema redundante possui folgas que o permitem continuar funcionando quando da falha de um de seus componentes. Assim, quanto maior a redundância, menor a criticidade do item, uma vez que a sua falha não causa a parada do sistema. Ao passo que, se realiza uma função primária, sua criticidade aumenta. São consideradas funções primárias as de grande importância e/ou essenciais para o funcionamento do sistema. (FERREIRA et al; 2009).

3.3. Gerenciamento de sobressalentes

O estoque, definido como a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação. Slack, Chambers e Johnston (2002 apud PEREIRA 2006). O estoque ao mesmo tempo em que é custoso e empata uma grande quantidade de capital, além de representar risco de deterioração, obsolescência e perda, proporcionam certo nível de segurança em ambientes complexos e incertos. A gestão do estoque de sobressalentes para a manutenção visa definir uma quantidade suficiente de componentes sobressalentes que devem ser mantidos em estoque para garantir um rápido reparo das falhas prematuras, mantendo-se a disponibilidade necessária dos equipamentos (PEREIRA, 2006).

Os equipamentos mais importantes ligados diretamente à produção possuem sua vida útil controlada e, por isso, têm um número de horas limite que podem trabalhar que é definido de acordo com as instruções dos fabricantes. Antes que a vida útil de um equipamento expire, um equipamento reserva deve ser reformado e estar disponível em estoque para substituí-lo nas proximidades do vencimento de sua vida útil. Porém, alguns componentes não conseguem atingir cem por cento da sua vida útil prevista e falham prematuramente. Quando isso ocorre, perdas de produção são geradas por parada do equipamento, ocorrem gastos inesperados e longos prazos para atendimento. (PEREIRA, 2006)

Os fabricantes de equipamentos propõem frequentemente fornecer sobressalentes de preço elevado para *backup* dos seus homólogos. A dúvida surge sobre qual das alternativas elegerem: 1) adquirir e manter um sobressalente caro, o qual só se tornará necessário se uma falha casual ocorrer (erro de operador, erro de um técnico de manutenção, desastre natural, etc.) ou 2) não o adquirir e sofrer as conseqüências da espera pelo seu fornecimento urgente na eventualidade de uma falha, a qual poderá ocorrer em qualquer momento até ao fim da vida útil do equipamento (ASSIS 2005).

A gestão efetiva de estoques tem sido objeto de estudo em organizações que buscam reduzir seus custos operacionais e investimentos com ativos circulantes. Nesse contexto, o gerenciamento de estoques de sobressalentes é uma necessidade importante para organizações que utilizam grande quantidade de ativos físicos em seus processos produtivos. Ele é significativamente diferente do gerenciamento de estoques regulares. Os sobressalentes são itens de suprimento destinados à eventual substituição de seus similares, instalados em equipamento ou unidade produtiva, por motivo de extravio, desgaste, avaria ou prevenção de avaria. Não fazem parte do negócio principal da organização, mas são a garantia de que os ativos físicos, empregados nos seus processos, funcionem de forma a manter a capacidade produtiva necessária (FERREIRA et al; 2009).

As decisões para Definição do Nível de Estoques de Sobressalentes devem levar em consideração, além das relações de custo benefício entre realizar a manutenção (preventiva ou corretiva) ou substituir, as redundâncias existentes e os custos de indisponibilidade do sistema. Outros fatores importantes a que fazem menção são: custos de falta de peças; possibilidade de obsolescência e o fato das peças poderem ser provenientes de “canibalismo” (uso, como sobressalentes, de peças em bom estado, retiradas de equipamentos parados por falta de outras peças de reposição). Manter esses estoques pode ser considerado por demais oneroso, ou até desnecessário, já que os sobressalentes podem nunca ser utilizados, ficando obsoletos. Entretanto, eles provêm uma garantia de que uma falha em um equipamento poderá ser rapidamente contornada e, assim, a capacidade produtiva da organização ser mantida. (FERREIRA et al; 2009)

Uma característica importante relacionada com peças sobressalentes é a disponibilidade operacional dos equipamentos aos quais estão associadas. A disponibilidade geralmente possui uma relação diretamente proporcional com a satisfação do cliente para o serviço que está sendo prestado pelo equipamento. Assim, quanto menor o tempo de inoperância maior a disponibilidade do equipamento e melhor o nível de serviço prestado. Mas, para que o valor da disponibilidade seja alto, é preciso que em caso de falha haja sobressalente para pronta substituição do item defeituoso (NEVES et al; 2008).

4. Estudo de caso

Este estudo de caso foi realizado em uma concessionária que, desde 1999 é responsável pelos serviços de água e esgoto de uma cidade do norte fluminense. Com o compromisso de universalização do saneamento, o objetivo é transformar o município em modelo de saneamento no Brasil. Para isso já foram investidos mais de R\$ 120 milhões de reais. E outros R\$ 100 milhões de reais começam a ser aplicados a partir de 2010.

A missão desta empresa é prestar serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto sanitário, atendendo às expectativas dos clientes, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população e para o desenvolvimento sócio-econômico do Município, preservando o meio ambiente.

Este trabalho se restringe a ETA I (estação de tratamento de água), a decisão em focar nos ativos críticos desta unidade se dá pelo fato desta estação de tratamento atender 86% dos clientes desta concessionária.

Delimitando o foco do trabalho para a ETA I, será possível generalizar os resultados para os outros processos da empresa.

4.1. Do processo

A seguir será feita uma descrição dos processos para o tratamento de água da ETA desde a captação, tratamento e distribuição para os consumidores. Para um melhor entendimento será demonstrado um fluxograma contendo todas as etapas do processo como mostra a figura 1.

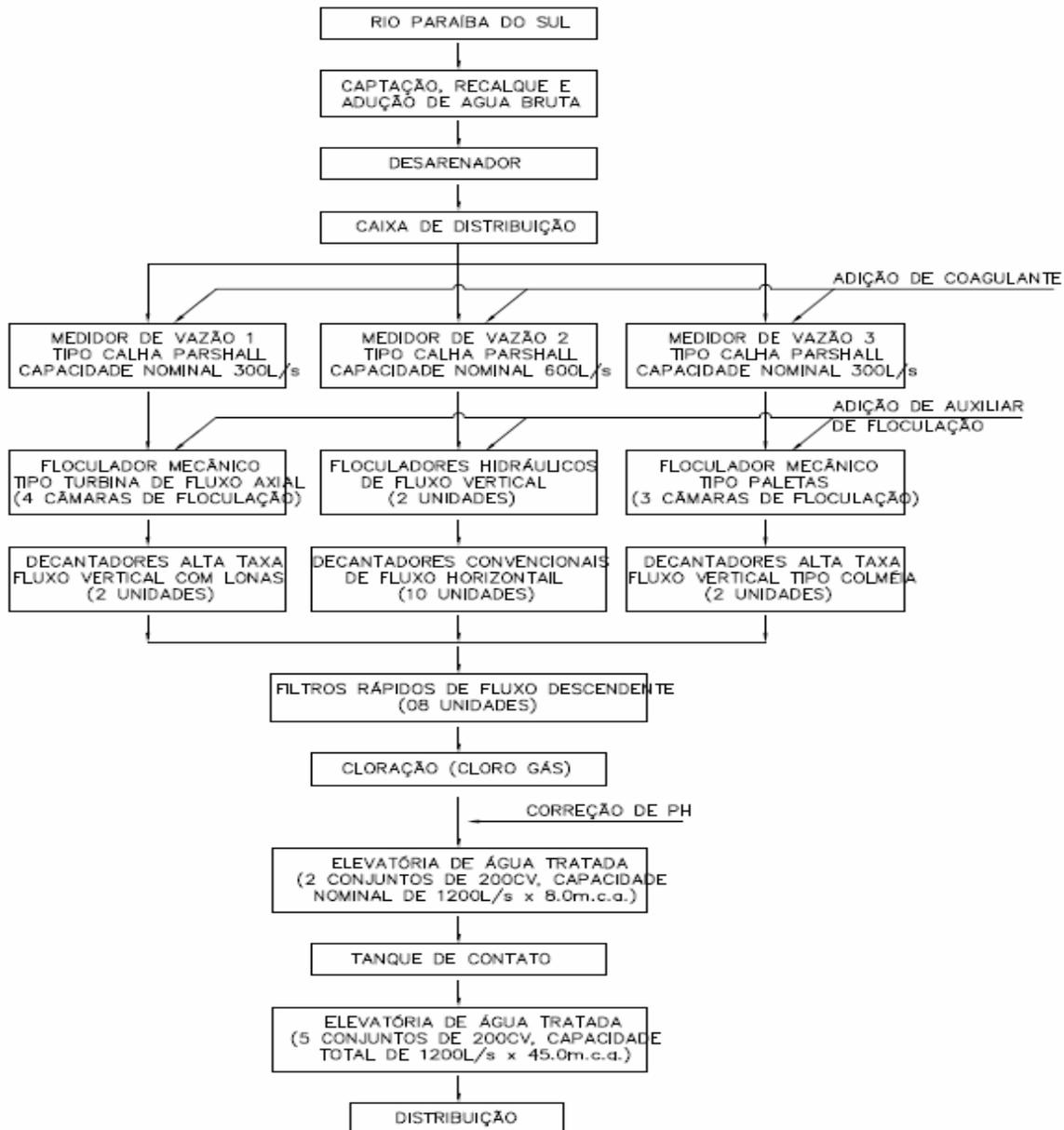


Figura 1: Fluxograma do processo de tratamento de água da ETA I. Fonte: Empresa de saneamento básico

4.1.2. Processo de captação

O início do processo de tratamento de água é feito através da captação de água bruta do rio Paraíba do Sul. A água é captada através de 04 (quatro) conjuntos de moto-bomba com capacidade de aduzir 1500 m³/h de vazão com 16 mca de pressão cada conjunto.

Da captação, a água é aduzida para estação de tratamento através de três adutoras. A água captada entra na estação de tratamento e desemboca no desaerador: uma imensa caixa de passagem que funciona como um pré-decantador, retendo a areia aduzida juntamente com a água.

Este procedimento tem o objetivo de evitar que o acumulo de areia misturada à água bruta aduzida, prejudique o funcionamento dos floculadores hidráulicos bem como os motores dos floculadores mecânicos necessários ao processo de floculação, podendo também ocasionar a redução do volume de água fornecida ao processo.

4.1.3. Processo de Tratamento da Água

Após a passagem pelo desaerador, a água entra na estação por uma adutora única de 900 mm saindo em uma caixa de passagem. Esta caixa é dividida em três saídas iguais por três calhas *Parshall* (medição de vazão). A água aduzida segue para os floculadores mecânicos (possuem motores que através do processo de rotação homogênea os produtos químicos adicionados ao tratamento) e para os floculadores hidráulicos (que possuem a mesma função dos floculadores mecânicos, porém o processo de homogeneização é realizado através do movimento de “zig-zag” da água, que entra por baixo do floculador e sai por cima).

Após a saída dos floculadores a água alimenta os decantadores verticais (entrada de água por baixo) fazendo com que os flocos (resíduos) formados anteriormente, deslizem pelas lonas (inclinadas em 60°) e sejam depositados no fundo. Da mesma forma nos decantadores Horizontais (a entrada de água por cima) que mantêm os flocos por um período de repouso, depositando-os lentamente no fundo.

Após o processo de decantação a água segue para o canal de água decantada e alimenta uma bateria de 08 oito filtros que receberá a água do canal de água decantada iniciando o processo de filtração descendente (a água entra por cima, passa por todo leito filtrante composto na seqüência descendente de: carvão mineral, areia e seixos de várias granulometrias indo da menor até seixos maiores que fazem a sustentação de todo o leito). Após a filtragem, a água segue em direção ao canal de água filtrada localizado abaixo da sala de filtros.

Ao chegar a este canal (na altura do filtro nº. 3) é adicionado cloro gás à água filtrada com a finalidade de desinfetar a água de micro-organismos que eventualmente passem pelo leito filtrante. Após a adição de cloro gás é adicionado flúor à água (na altura do primeiro filtro) na concentração exigida pela portaria 518 do Ministério da Saúde.

Após a adição do cloro gás, flúor e cal (se necessário), a água filtrada é encaminhada para o poço de sucção através do canal de água tratada, no qual é bombeada para o tanque de contato através de um conjunto moto-bomba modelo 36 KLD cuja sua capacidade nominal é de 4320 m³/h capacidade máxima de tratamento da ETA 1.

Após o bombeamento, a água chega ao reservatório metálico representado na figura 6 com capacidade de reserva de 2000m³ que funciona como tanque de contato que efetua a homogeneização do cloro, flúor e cal adicionados à água no processo de tratamento da água.

4.1.4. Processo de distribuição da água

Após a passagem pelo tanque de contato, a água segue por uma adutora de 1000 mm que alimentam as cinco bombas através de uma torre de nível. A água é então bombeada pelos 05 (cinco) conjuntos de bombas representados na Figura 4.

A água tratada é encaminhada até as residências dos clientes através das 05 (cinco) adutoras principais que fazem a distribuição da água para toda cidade; a vazão e a pressão da água aduzida para a cidade são monitoradas pelo setor do controle de perdas juntamente com o setor de produção ETA1 através de medidores eletrônicos dentro da ETA 1 e pelo sistema supervisorio.

5. Desenvolvimento

Para o desenvolvimento deste trabalho; foi feita uma pesquisa de campo e documental na empresa com o objetivo de fazer um levantamento do processo de captação, tratamento e distribuição de água; assim como identificar os equipamentos que são responsáveis por este processo.

Nesta pesquisa foi feito um mapeamento dos equipamentos com o objetivo de identificar os que são críticos para o processo. Foram considerados críticos aqueles equipamentos que em caso de parada comprometam a continuidade do processo e conseqüentemente impactam diretamente no fornecimento de água para a população, gerando insatisfação dos clientes e diminuição de receitas da empresa.

Logo que foram identificados os equipamentos críticos, foi feito um levantamento documental do histórico de O.S. destes equipamentos; tomando como parâmetro os dois últimos anos para mensurar a periodicidade de interferência corretiva emergencial nos equipamentos e identificar as peças que foram substituídas com maior frequência.

As peças que foram substituídas com maior frequência passaram por uma triagem, para levantamento de informações referentes à: preço e prazo de entrega junto com o fornecedor. De posse destas informações foram definidos os itens sobressalentes que terão ou não a necessidade de compor um estoque permanente para reposição em caso de parada emergencial.

Os equipamentos definidos pela empresa como críticos no processo de tratamento da ETA 1:

- MOTO BOMBA WORTHINGTON 16 MCV-1
- MOTO BOMBA WORTHINGTON 36 KLD
- MOTO BOMBA WORTHINGTON 15 HH

A seguir estão relacionados os equipamentos definidos como críticos com suas respectivas funções no processo de tratamento de água e os impactos causados com a parada deles no processo. Estão relacionados os históricos de O.S. de cada equipamento e peças com maior índice de substituição nos últimos dois anos. Estas informações foram fornecidas pela empresa através de relatórios do sistema responsável pelo gerenciamento da manutenção da empresa, o *software* "ENGEMAN". A partir destas informações foram solicitados ao fabricante dos referidos equipamentos, uma cotação de preço e o prazo de entrega das peças com maior índice de substituição no período levantado.

5.1 . Moto Bomba Worthington 16 MCV-1

A figura 2 representa as moto-bombas da captação. Esse equipamento tem a função de captar água no rio Paraíba do sul e através de três adutoras de recalque esta água é bombeada para estação de tratamento. A captação de água bruta é equipada com quatro conjuntos motos-bomba com capacidade de 1500 m³/h de vazão em 16mca de pressão cada conjunto.

A parada de um destes equipamentos comprometerá em 25% a captação para o processo de tratamento de água. O impacto financeiro gerado pela indisponibilidade de um conjunto é de R\$ 2.256,94 por hora; informação adquirida através de relatórios gerenciais da empresa. É importante ressaltar que todo o sistema trabalha 24 horas por dia.



Figura 2: Moto bomba Worthington 16 MCV-1

Fonte: Arquivos de fotos do sistema de gerenciamento da manutenção

A figura 3 contém informações referentes ao histórico de ordens de serviço das moto-bombas da captação no período de janeiro de 2008 a março de 2010. No referido período foram abertas 73 ordens de serviço. As manutenções corretivas correspondem a 5,5% destas ordens de serviço. O MTB1 e o MTB4 sofreram intervenções corretivas emergenciais duas vezes. Para o MTB2 e MTB3 não foram abertas OS de manutenção corretiva neste período.

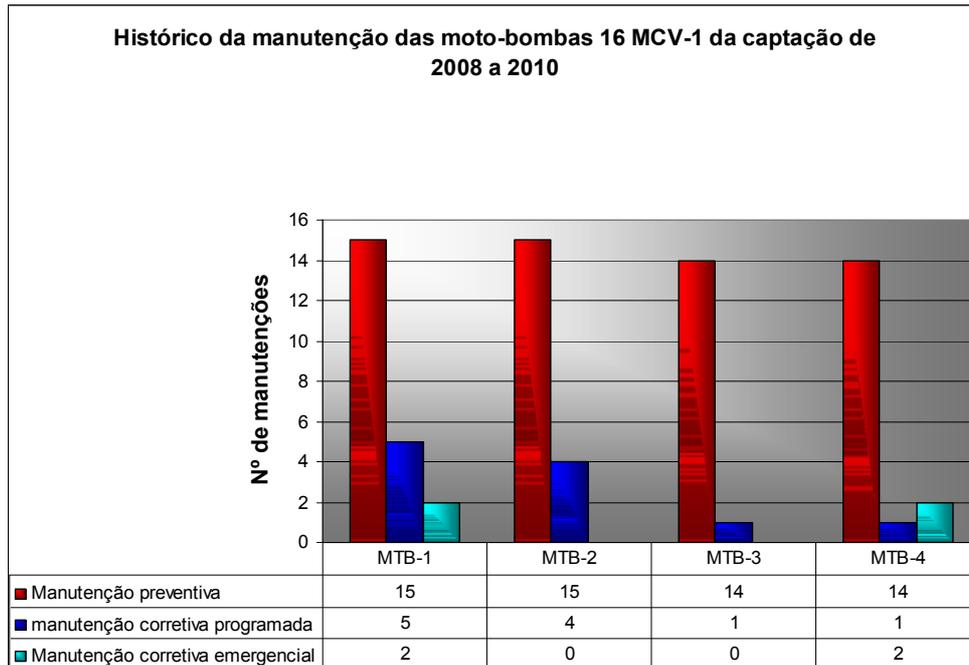


Figura 3: Histórico de manutenção dos motos-bomba da captação coroa.
Fonte: Relatórios Gerenciais da empresa.

Na tabela 1 estão relacionadas às peças com maior índice de reposição nas manutenções executadas nos moto-bomba 16 MCV-1. Encontra-se também relacionados os preços e *lead time* de cada item sobressalente do ativo. O termo *lead time* se refere ao tempo entre o surgimento da necessidade de um item e disponibilidade do mesmo para a equipe de manutenção. As peças relacionadas são de fornecimento exclusivo do fabricante do equipamento, para ter garantia de que as peças foram confeccionadas conforme especificação do projeto. A empresa consegue estas com menor *lead time*, porém não se tem garantia de que as características dos materiais são compatíveis com as especificadas pelo fabricante.

Tabela 1 - Relação de sobressalentes do MTB 16MCV-1

Item	Descrição	QTD	Preço	Lead Time
01	Rolamento 7314 BG gaiola de aço	02	1 207,42	03 dias
02	Rolamento 22215 c/it	01	322,74	01 dia
03	Eixo temperado 16 MC/MCC-it 1	01	3832,48	60 dias
04	Luva do eixo 16 MC/C/V/F/Z-1 it	01	2847,18	60 dias
05	Anel vedador 73x95,25x12,7	01	212,82	60 dias
06	Anel de desgaste do rotor	01	4473,08	60 dias
07	Rolamento 6319-C3	01	450,76	01 dia
08	Rolamento 6316-C3	01	310,20	03 dias

5.2. Moto Bomba Worthington 15 HH

A Figura 4 representa os motos-bomba do quarto salão da ETA 1. A função destes equipamentos é fazer o bombeamento através das cinco adutoras principais que fazem a distribuição da água para toda a cidade de campos. A parada de um dos conjuntos comprometerá diretamente em 20% o fornecimento de água para a população e causará um impacto financeiro de R\$ 1.805,56 por hora para a empresa.



Figura 4: Moto-bomba Worthington 15HH. Fonte: Arquivos de fotos da empresa

Na figura 5 está representado o histórico de ordens de serviço que foram abertas para as moto-bombas do 4º salão que são compostos por cinco conjuntos de moto-bomba no período entre 01/01/2006 a 08/04/2010 onde foram abertas 107 ordens de serviço. As manutenções corretivas emergenciais correspondem a 4,7% destas ordens de serviço. Para o MTO4 e MTO5 não foram abertas ordens de serviço.

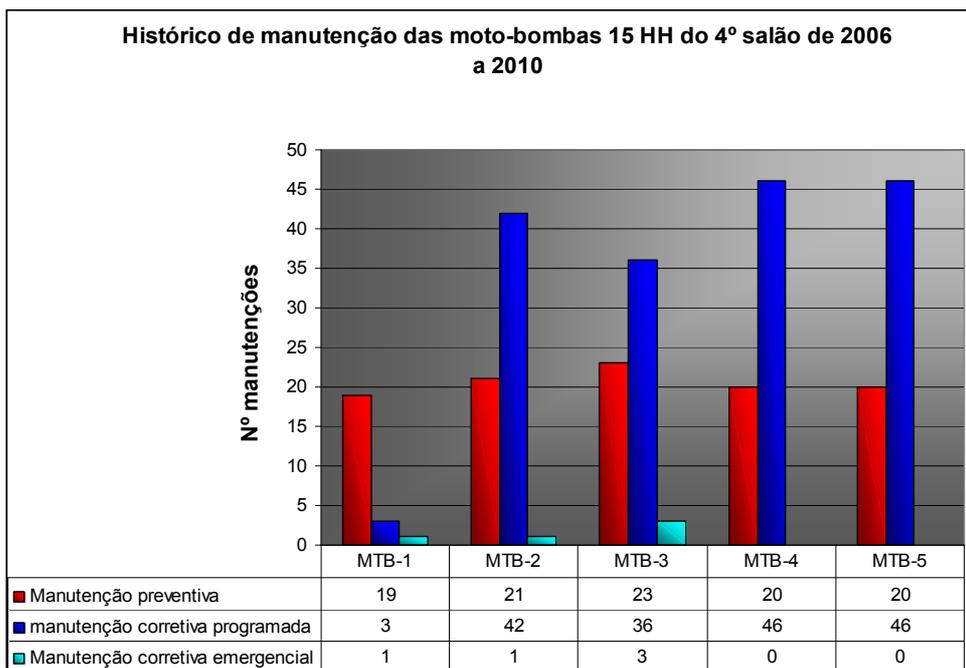


Figura 5: Histórico de manutenção dos motos-bomba do quarto salão da ETA 1

Fonte: Relatórios gerenciais da empresa

Na tabela 2 estão discriminadas às peças com maior índice de reposição nas manutenções executadas nos moto-bomba 15HH. Encontra-se também relacionados os preços e lead time de cada item sobressalente do ativo.

Tabela 2 - Relação de peças do moto-bomba 15HH

ITEM	DESCRIÇÃO	QTD	PREÇO	LEAD TIME
01	Caixa de gaxetas	01	3352,43	90 dias
02	Eixo propulsor de 1 3/4" x 102"	01	6238,54	60 dias
03	Luva de união dos eixos	03	2825,31	60 dias
04	Eixo interno 1 3/4" x 60"	01	3081,48	60 dias
05	Eixo 2 1/4" x 1 3/4" - 3E 15HH/it	01	7579,21	60 dias
06	Bucha do corpo do rotor 15HH/ it	01	1546,43	60 dias
07	Bucha lisa 2,25" x 2,94" x 4,5" / it	01	467,49	60 dias
08	Bucha rotor eixo 2 1/4" / it 8	01	463,14	60 dias
09	Bucha rotor eixo 2 1/4" / it 9	01	463,14	60 dias
10	Bucha do corpo de sucção.B.V 15/ it	01	1464,93	60 dias
11	Mancal de união red 1 3/4"	01	2616,49	75 dias
12	Bucha de tensão do eixo 1 3/4"	01	2795,93	60 dias
13	Bucha interna 3 1/2" x 2 1/4" / it	01	1795,91	60 dias
14	Rolamento 6226	01	397,76	38 dias
15	Rolamento 7228 BCBM	01	2137,51	38 dias

5.3. Bomba 36 KLD

A Figura 7 representa o moto-bomba 36 KLD de abastecimento do tanque de contato da ETA 1. A função deste equipamento é captar água tratada do canal de água tratada e bombear para o tanque de contato, a finalidade do tanque de contato figura 6 é deixar que a água fique em contato com o cloro pelo menos trinta minutos antes de ser distribuída para os consumidores. A bomba 36 KLD tem a capacidade de aduzir 4320 m³/h em uma altura manométrica de 8,0 mca.

A quebra deste equipamento resultará na parada de todo o processo, pois sem esse equipamento não existe a possibilidade de abastecimento do tanque de contato. O impacto financeiro causado para empresa numa eventual quebra desse equipamento é de R\$ 9.027,78 por hora esse dado foi fornecida pela empresa em estudo.



Figura 6 - Tanque de contato de 2000m³. Fonte: Arquivos de fotos da empresa



Figura 7 - Moto-bomba Worthington 36 KLD. Fonte: Arquivos de fotos da empresa

O histórico de O.S. para os conjuntos moto-bombas do 5º salão estão relacionados na figura 8. As ordens de serviço abaixo relacionadas são referentes ao período de 01/01/2008 a 22/03/2010. Neste período foram abertas 27 ordens de serviço. Neste período foram abertas 27 ordens de serviço, sendo que 15% foram para manutenção corretiva emergencial.

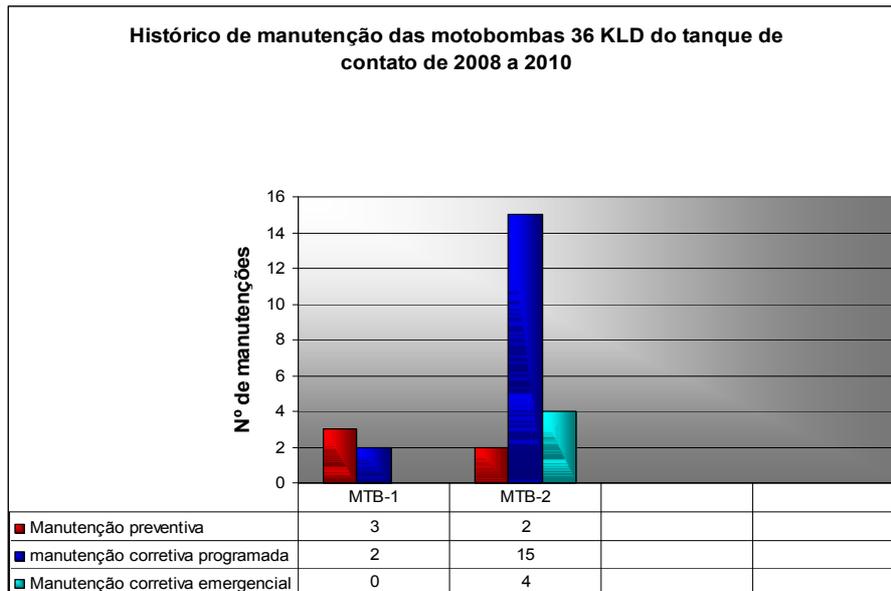


Figura 8: Histórico de manutenção dos motos-bomba 36 KLD de abastecimento do tanque de contato da ETA. Fonte: Relatórios gerenciais da empresa

A Tabela 3 descreve às peças que tiveram maior índice de reposição nas manutenções emergenciais executadas no moto-bomba 36 KLD. Para obtenção desses dados foi feito um levantamento no histórico de ordens de serviço fornecidas pelo “Engeman” (*Software* responsável pelo gerenciamento da manutenção na empresa em estudo), de posse destas informações foi feita uma pesquisa de preços e lead time de cada item.

Tabela 3 - Peças sobressalentes do moto-bomba 36 KLD

ITEM	DESCRIÇÃO	QTD	PREÇO	LEAD TIME
01	Rolamento 7322 gaiola de aço	01	1 843,93	01 dia
02	Rolamento 6026	01	397,67	38 dias
03	Eixo do acoplamento 2 ¼’’x 43.50’’-MC-3E244	01	5845,42	60 dias
04	Eixo interno 2/14’’x 48,00’’	01	7577,40	60 dias
05	Luvas de união dos eixos	03	5464,11	60 dias
06	Bucha do sino de sucção ref: 120 A	01	1182,67	60 dias
07	Bucha do sino de sucção ref: 120 B	01	1182,67	60 dias
08	Eixo 36 KLD 1 estágio	01	6278,41	60 dias
09	Bucha 2RAN 3’’x3,61’’x3,1’’	01	445,93	60 dias
10	Rolamento 6322-C3	01	1048,92	01 dia
11	Rolamento 6319-C3	01	450,76	01 dia

O quadro 1 demonstra os valores do custo de indisponibilidade por hora de cada equipamento considerado como crítico para o processo e o custo de manter em estoque um kit de peças sobressalentes para cada conjunto. Observa-se que os custos referentes ao estoque não são expressivos, tendo como parâmetro o custo de indisponibilidade de cada equipamento.

Os custos de produção; como energia elétrica, produtos químicos e mão de obra estão associados ao custo de indisponibilidade.

O custo de Estoque é o valor resultante do somatório dos custos unitários das peças sobressalentes de cada equipamento. Chegou-se a esse valor através de pesquisas de preços feitas em fornecedores das peças sobressalentes dos equipamentos críticos.

Quadro 1 - Demonstrativo do custo de indisponibilidade e valor do estoque de peças sobressalentes

Equipamento	Custo de indisponibilidade por hora (R\$)	Custo de Estoque (R\$)
WORTINGTON 16 MCV-1 (CAPTAÇÃO)	2 256,94	13 656,68
WORTINGTON 15 HH (4º SALÃO)	1 805,56	37 225,70
WORTINGTON 36 KLD (5º SALÃO)	9 027,78	31 717,89

O quadro 2 demonstra o tempo previsto para reparo dos equipamentos críticos e os custos referentes ao tempo de indisponibilidade do equipamento, sendo que a equipe de manutenção não dispõe de um estoque de peças sobressalentes. Sendo necessário após identificar as necessidades dar início a um processo de compra em caráter emergencial para a aquisição das peças.

O tempo previsto para reparo compreende a desmontagem do equipamento, aquisição das peças sobressalentes e montagem do equipamento. O processo de aquisição das peças sobressalentes se divide em: solicitação de compra, liberação pela gerência, compra e entrega pelo fornecedor.

Para o cálculo do impacto financeiro causado pela quebra do ativo, tomou como referencia o custo/h de indisponibilidade do equipamento e o tempo que o equipamento ficou indisponível para o processo. É importante ressaltar que o processo funciona 24 horas por dia.

Quadro 2 - Demonstrativo de impactos financeiros sem peças sobressalentes em estoque

Equipamento	Tempo de reparo sem peças sobressalentes em estoque	Impacto financeiro em caso de quebra do ativo sem peças sobressalentes em estoque
WORTINGTON 16 MCV-1 (CAPTAÇÃO)	72 dias	3 899 992,32
WORTINGTON 15 HH (4º SALÃO)	93 dias	4 030 009,92
WORTINGTON 36 KLD (5º SALÃO)	89 dias	19 283 338,08

O quadro 3 representa os valores referentes ao impacto financeiro em caso de quebra dos equipamentos e o tempo previsto para reparo, neste caso a equipe de manutenção dispõe de um estoque de peças sobressalentes. Limitando o tempo de reparo a: tempo de desmontagem, limpeza, troca das peças e montagem do equipamento.

Os valores apresentados são menos expressivos, fato este que reflete um tempo menor para reparo, já que existe um estoque de peças sobressalentes para atender as necessidades da equipe de manutenção.

Quadro 3 - Demonstrativo de impactos financeiros com peças sobressalentes em estoque

Equipamento	Tempo de reparo com peças sobressalentes em estoque	Impacto financeiro de quebra do ativo com peças sobressalentes em estoque
WORTINGTON 16 MCV-1 (CAPTAÇÃO)	<i>9 dias</i>	<i>487 499,04</i>
WORTINGTON 15HH (4° SALÃO)	<i>11 dias</i>	<i>476 667,84</i>
WORTINGTON 36 KLD (5° SALÃO)	<i>11 dias</i>	<i>2 383 333,92</i>

No quadro 4 estão discriminados os valores referentes à disponibilidade dos ativos críticos e os respectivos valores de lucro cessante referente a cada um dos equipamentos considerado como crítico para o processo em estudo. Os valores de lucro cessante foram calculados tomando como referencia os custos de indisponibilidade de cada ativo e o número de horas em o ativo ficou indisponível.

Quadro 4 - Relação entre disponibilidade e lucro cessante dos ativos críticos; tendo como base o período de 01/01/2009 à 01/04/2010

Ativo	INDISPONIBILIDADE(h)	DISPONIBILIDADE (%)	LUCRO CESSANTE R\$(/h)	Σ LUCRO CESSANTE R\$
MTBI 16 MCV-1	<i>39:27</i>	<i>99,64</i>	<i>2 256,94</i>	<i>88.630,03</i>
MTB4 15 HH	<i>509:00</i>	<i>95,34</i>	<i>1 805,56</i>	<i>919.030,04</i>
MTBI 36 KLD	<i>1:30</i>	<i>99,99</i>	<i>9 027,78</i>	<i>11.736,11</i>

Fonte: Sistema de gerenciamento da manutenção

6. Discussão

Analisando os resultados demonstrados no desenvolvimento deste trabalho, constata-se que a empresa dispõe de práticas de manutenções eficazes e eficientes para garantir a disponibilidade dos seus ativos, pode-se verificar que a empresa possui uma disponibilidade satisfatória de seus equipamentos críticos. Fato que é demonstrado nos históricos de O.S. quando as manutenções preditivas e preventivas se destacam das demais em relação aos equipamentos pesquisados. Mesmo sendo o percentual de disponibilidade do equipamento satisfatório, observa-se que os valores de lucro cessante são bastante expressivos. Sendo necessária a busca da melhoria contínua devido os custos de indisponibilidades serem muito alto.

Chegou-se a esta conclusão após dimensionar o custo de ter em estoque as peças sobressalentes destes ativos que foram eleitos como críticos para o processo. Assim como os prejuízos por não ter em estoque peças sobressalentes destes equipamentos em caso de quebra e conseqüente manutenção corretiva emergencial. Para o dimensionamento das peças sobressalentes dos equipamentos críticos, verificou-se que o lead time é um fator crucial no alcance das metas da manutenção. Após verificar que custos associados à indisponibilidade em não ter peças sobressalentes em estoque ficou evidente a necessidade de possuir peças

sobressalentes em estoque para os equipamentos críticos para o caso de uma eventual manutenção emergencial.

Os custos decorrentes da estocagem de peças sobressalentes para os ativos críticos são satisfatórios se comparado ao ônus em caso de indisponibilidade do equipamento. É importante ressaltar que conforme foi observado neste trabalho alguns itens destes equipamentos tem que o lead time elevado. O fato é que em caso de compra com caráter emergencial implicará em uma valorização ainda maior das peças. Além dos prejuízos financeiros é necessário levar em consideração que o atendimento aos clientes ficaria comprometido; prejudicando a imagem da empresa. Faz-se necessário um planejamento de manutenção cada vez mais eficiente por parte da empresa porque foi constatado que o lead time de algumas peças são expressivo inviabilizando a entrega num tempo ideal que atenda as necessidades da empresa. Por isso reforça-se que a empresa em estudo continue mantendo os itens relacionados nas tabelas em estoque.

Fazendo uma análise dos números demonstrados pode-se afirmar que a empresa está no caminho certo. Desenvolvendo um trabalho de melhoria continua no qual é cada vez mais evidente a eficácia dos resultados adquiridos em busca de uma maior disponibilidade de seus equipamentos. A disponibilidade de seus equipamentos críticos no período de um ano e quatro meses expressa em percentual que os números estão em níveis bastante confortáveis; a empresa possui um índice de disponibilidade acima dos 95% definido como meta em seu planejamento estratégico, significando assim uma eficiência na gestão de sobressalentes.

No entanto verifica-se no quadro 4 que os lucros cessantes relacionado à indisponibilidade destes mesmos equipamentos são consideravelmente altos. É recomendável que se mantenha em estoque um conjunto de peças sobressalentes para cada um dos modelos dos ativos críticos aqui relacionados. O impacto financeiro em caso de quebra do equipamento sem peças sobressalentes em estoque justifica este investimento. O custo por não ter em estoque peças sobressalente é bastante elevado para a empresa. Lembrando que o principal critério para definir criticidade foi o impacto financeiro do mesmo para o processo em caso de parada emergencial não programada.

7. Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo demonstrar o quanto é importante um estudo aprofundado na tomada de decisão para obtenção ou não de um estoque de peças sobressalentes para ativos considerados críticos ao processo. É fato que a visão das empresas nos dias atuais é *Just in time*, estoque zero.

Porém no caso de ativos críticos como no estudo em questão; não se deve levar em consideração apenas fatores operacionais, mais também os fatores institucionais como custos relacionados às multas e até a perda da concessão pelo descumprimento do contrato. A falta de sobressalentes para o pronto restabelecimento operacional de um equipamento além de comprometer os resultados financeiros também pode comprometer imagem da empresa perante seus clientes. É importante ressaltar que esta empresa é umas das poucas na área de saneamento básico que possuem a certificação ISO 9001/ 2008. Um dos principais requisitos para manutenção deste importante certificado é que a empresa alcance a satisfação de seus clientes, e com certeza se a empresa não tem uma resposta eficiente e eficaz para com seus ativos críticos ela não atingira esta meta.

Alcançado os objetivos deste trabalho, conclui-se que é viável a empresa manter um estoque de segurança das peças sobressalentes dos equipamentos críticos.

Chegou-se a esta conclusão não só pela constatação de que não mantendo as peças em estoque os custos associados à indisponibilidade seriam maiores. Mais também por ser uma empresa privada que possui um contrato de concessão com a prefeitura local e que um dos itens a serem cumprido é a de atender a população com água de qualidade a quantidade.

Fazendo uma análise dos resultados apresentados no trabalho, pode ser observado que faz necessário um investimento em um estoque mínimo de peças sobressalentes para os ativos considerados como críticos para o processo.

Estudos futuros devem considerar o uso de técnicas preditivas como ferramenta para auxiliar no dimensionamento de estoques de peças sobressalentes para ativos críticos.

8. Referências

- BRANCO FILHO, Gil. *Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade*. ABRAMAN. Ed: Ciência Moderna, 1996.
- GIL, ANTONIO CARLOS, *Métodos e Técnicas de Pesquisa*. – 5. Ed. – São Paulo: Atlas, 1999.
- MONCHY, F. *A função manutenção*. São Paulo: Ebras/Durban, 1989.
- PINTO, A. K. ; XAVIER, J. N. *Manutenção: função estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymark. Ed.1999.
- PINTO, Alan Kardec; NASCIF, Júlio; BARONI, Tarcisio. *Manutenção: Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas*. Rio de Janeiro. Qualitymark. 2002
- PINTO, Alan Kardec; LAFRAIA, João Ricardo Barusso. *Gestão estratégica e confiabilidade* - Rio de Janeiro: Qualitymark: ABRAMAN. 2002.
- PINTO, Alan Kardec; NASCIF, Júlio. *Manutenção: Função Estratégica* – 3. ed, ver.e ampl. - Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2009.
- SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. *Administração da produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000. 747 p.
- VIANA, Herbert Ricardo Garcia. *PCM, Planejamento e controle da manutenção*. Rio de Janeiro: Qualitymark. Ed., 2002.
- YIN, Robert K. *Estudo de caso: Planejamento e Métodos*; Trad. Daniel Grassi.- 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.