



CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Breno Miranda Portela
Humberto Correia Ribeiro
Ivan Sollero Pinheiro
Marcos Vinícius Sampaio Silva

ELABORAÇÃO DE SISTEMA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO -
HIDROCON

Salvador
2019

Breno Miranda Portela
Humberto Correia Ribeiro
Ivan Sollero Pinheiro
Marcos Vinícius Sampaio Silva

ELABORAÇÃO DE SISTEMA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO - HIDROCON

Relatório a ser entregue como documentação final para conclusão do Projeto Theoprax. Requisito para aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Me. Emerson Sanches
Coordenador: Prof. Dr. Guilherme Oliveira
de Souza

Salvador
2019

RESUMO

Esse trabalho tem objetivo a elaboração de um sistema para gerenciamento de manutenção para Hidrocon, uma empresa de perfuração de poços tubulares profundos de alta vazão, que opera sondas, compressores, bombas de lama e equipamentos de apoio e que não dispunha, de forma organizada, de um controle das atividades associadas a manutenção dos equipamentos. No desenvolvimento do sistema de gestão da manutenção, foram inclusos: a identificação dos equipamentos (Sondas, Compressores, Bombas de lama e Veículos), rotinas de intervenções preventivas, banco de dados para armazenamento das manutenções preventivas e corretivas, criação do ordens de serviços para realização da manutenção e a criação de histórico (repositório) para os equipamentos selecionados. O sistema foi desenvolvido em ambiente Excel, de forma a ser manuseado de forma simples e rápida, com planilhas indexadas para análise e para impressão, contendo os elementos citados anteriormente, além de ter fácil manuseio para futuras edições. Como fonte de informações para elaborações das ordens de manutenção, foram utilizados os manuais dos equipamentos, a experiência dos técnicos da empresa e históricos existente. Foram também utilizados alguns conceitos da ferramenta da confiabilidade Análise dos Modos de falhas e seus Efeitos, o FMEA para os equipamentos mais críticos. Por fim o sistema foi testado a partir de alguns equipamentos cadastrados e foi preparado para implantação imediata no cliente Hidrocon.

Palavras-chave: Manutenção, Sistema de gestão da Manutenção, Sondas de perfuração de poços de água.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

TMEF	Tempo Médio entre Falhas
TMPR	Tempo Médio para Reparo
DISP	Disponibilidade
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
FTA	<i>Fault Tree Analysis</i>
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i>
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyze, Improve e Control</i>
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
NBR	Normas Brasileiras
PF	Padrões de Falha
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
TQMain	<i>Total Quality Maintenance</i>
PDCA	<i>Plan Do Check Act</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
RBM	<i>Risk Based Maintenance</i>
ECM	<i>Effectiveness-Centred Maintenance</i>
SMM	<i>Strategic Maintenance Management</i>
TAG	Etiqueta
RPM	Rotação Por Minuto
OPR	Operacional
LOG	Logística
VL	Veículos Leves
VP	Veículos Pesados
S	Sondas
C	Compressores
BL	Bombas de Lama

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	7
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
2.1 GESTÃO DA MANUTENÇÃO	8
2.1.1 Manutenção Corretiva	10
2.1.2 Manutenção Preventiva	12
2.1.3 Manutenção Preditiva	14
2.2 SISTEMAS DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO	14
2.2.1 Manutenção centrada no custo ou no lucro ao longo do ciclo de vida	15
2.2.2 Manutenção da Qualidade Total (ou TQMain do inglês <i>Total Quality Maintenance</i>)	15
2.2.3 Manutenção Produtiva Total (ou TPM do inglês <i>Total Productive Maintenance</i>)	16
2.2.4 Manutenção Centrada em Confiabilidade (ou RCM do inglês <i>Reliability Centered Maintenance</i>)	18
2.2.5 Manutenção Baseada em Risco (ou RBM do inglês <i>Risk Based Maintenance</i>)	20
2.2.6 Manutenção Centrada na Eficácia (ou ECM do inglês <i>Effectiveness-Centred Maintenance</i>)	20
2.2.7 Gerenciamento Estratégico da Manutenção (ou SMM do inglês <i>Strategic Maintenance Management</i>)	20
2.3 ETIQUETAGEM (TAG)	21
2.4 CONFIABILIDADE	21
2.4.1 Indicadores da Manutenção	23
2.4.2 FMEA	25
3 PROPOSTA DE PROJETO	26

3.1. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	27
3.1.1 Tagueamento	33
3.1.2 Regime De Trabalho E Tempo De Reparo	34
3.1.3 Folha de controle	36
3.2 PLANO DE MANUTENÇÃO/ INSPEÇÃO	39
3.2.1 Levantamento de dados manutentores por equipamento	41
3.3 EMISSÃO DA ORDEM DE SERVIÇO	42
3.4 SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO	43
3.4.1 ESCOLHA DO SOFTWARE	45
3.5 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO	45
3.5.1 Estrutura do sistema	45
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS	53
APÊNDICE A - TABELA DO ESTUDO DE REGIME DE TRABALHO, EQUIPAMENTOS RESERVAS E TEMPO DE REPARO	57
APÊNDICE B - TABELA DE TAGS	59
APÊNDICE C - ORDEM DE SERVIÇO COMPLETA	61

1 INTRODUÇÃO

O presente projeto diz respeito ao Trabalho de Conclusão de Curso, também conhecido como projeto Theoprax, dos alunos do curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário SENAI CIMATEC.

O mencionado projeto foi realizado junto à Hidrocon, uma empresa especializada em pesquisa, captação, exploração, manejo e proteção de recursos hídricos subterrâneos.

Por ter os seus serviços ligados à engenharia, na sua atuação, a Hidrocon utiliza equipamentos de alta tecnologia e de grande capacidade operacional como sondas, compressores e bombas de lama, além de ter procedimentos rígidos de prevenção de acidentes e respeito à natureza.

Para garantir a integridade dos seus ativos, a Hidrocon apresenta uma forte política de manutenção, porém encontra dificuldades para realizar uma boa gestão das intervenções. Tendo ciência dessa limitação, a empresa, em conjunto com a equipe do projeto, decidiu solucionar essa falta de gerenciamento e planejamento da manutenção.

Com o avanço da tecnologia e da engenharia, o desenvolvimento da gestão da manutenção ganhou muita força e, através de muitos estudos, foram desenvolvidas técnicas com o objetivo de minimizar os impactos e os gastos com as intervenções, para evitar quebras e interrupções na produção, garantindo, assim, a qualidade dos produtos fabricados.

Segundo Márton Martins (2019), os cuidados com as manutenções tiveram início antes da segunda guerra mundial, por volta de 1930. Entretanto, após a década de 70, com a implementação da automação industrial e com o conceito de *just in time* (tempo certo), a preocupação em se ter uma maior confiabilidade em seus equipamentos ensejou a intensificação da aplicação de ferramentas e metodologias de qualidade da manutenção como, FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), FTA (*Fault Tree Analysis*), RCM (*Reliability Centered Maintenance*) e DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve e Control*), dando início a uma gestão mais controlada e qualificada. Tal preocupação visava garantir uma operação rápida e com o menor prazo de MTTR (*Mean Time to Repair*).

O início do trabalho tem como justificativa a falta de registro e planejamento de manutenção na empresa, conforme relatado por seu representante, Márcio Paes Ribeiro, que após a oferta dos serviços, requisitou um sistema que lhe trouxesse uma maior organização da parte da sua gestão, visando a redução de custo com as intervenções e o aumento da confiabilidade dos seus equipamentos, gerando uma operação mais segura, rápida e barata.

1.1 OBJETIVO GERAL

O projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema de gestão da manutenção, atendendo aos requisitos de identificação dos equipamentos, armazenamento de informações das intervenções preventivas e corretivas e planejamento das manutenções, a partir da criação um banco de dados feito em Excel. Além disso, a criação de um histórico para os principais ativos da Hidrocon auxilia a gerar estudos de indicadores de desempenho, como o MTTR e o MTBF (*Mean Time Between Failures*), a fim de avaliar o período de vida útil dos equipamentos.

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Elaboração dos regimes de trabalho;
- Estabelecimento das rotinas de manutenção;
- Criação dos planos de manutenção/inspeção;
- Criação das ordens de manutenção;
- Elaboração do sistema de armazenamento;
- Desenvolvimento do sistema de gestão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordados os conceitos e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do projeto. Tendo em vista a necessidade da criação de um sistema para gerenciamento da manutenção na Hidrocon, as pesquisas foram destinadas à confiabilidade, aos tipos de manutenção e aos sistemas de gestão da manutenção.

2.1 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

De acordo com Silveira (2012), manutenção é o conjunto de procedimentos e ações que são tomadas periodicamente em máquinas, sistemas e equipamentos, tendo como principal objetivo mantê-los em pleno funcionamento, garantindo que todas as suas funções e mecanismos estejam em perfeito estado para desempenhar o seu trabalho de forma eficaz.

A atividade de manutenção tem transformado bastante desde que foi percebido que as falhas dos equipamentos afetam na segurança, qualidade e produtividade, então a gestão da manutenção passou a ser mais visível afirma Freitas (2016). E a gerência moderna adotou uma nova postura:

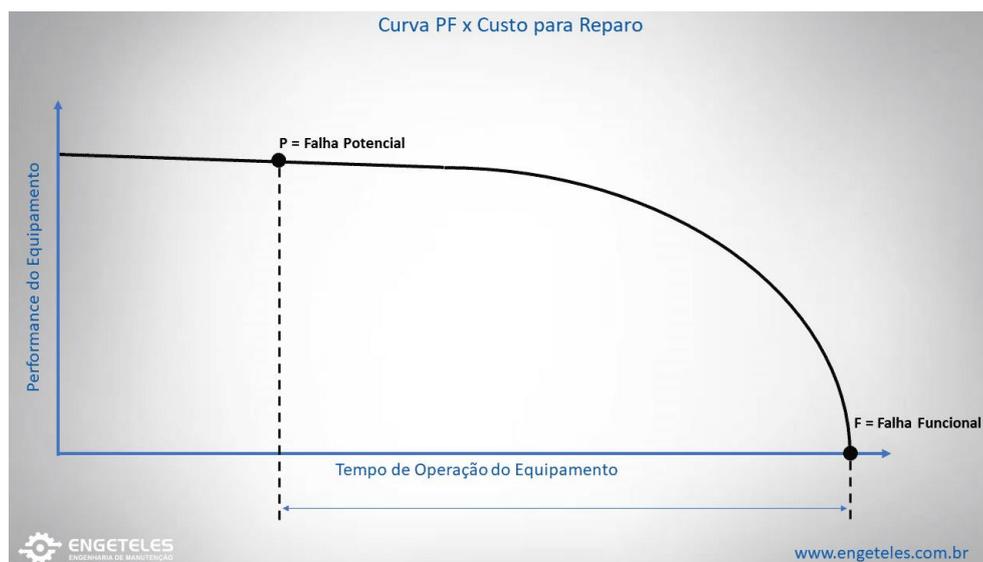
A condução moderna dos negócios requer uma mudança profunda de mentalidade e de posturas. A gerência moderna deve estar sustentada por uma visão de futuro e regida por processos de gestão onde a satisfação plena de seus clientes seja resultante da qualidade intrínseca dos seus produtos e serviços e a qualidade total dos seus processos produtivos seja o balizador fundamental. FREITAS, 2016, p35.

Outra característica da gestão de manutenção passou a ser, “mais importante do que restringir a política de manutenção a uma abordagem ou outra, é necessário utilizar uma metodologia adequada de gestão do sistema de manutenção. Assim, a função manutenção deixará de ser um gasto adicional para a empresa e poderá ser encarada como fator estratégico para redução dos custos totais de produção” (COSTA, 2013, *apud*, FREITAS, 2016, p36)

Silveira (2012) também afirma que as manutenções são classificadas de acordo com a forma que se atua e de acordo com o momento que é feita a intervenção na máquina, sistema ou instalação, destacando-se as manutenções corretivas, preventivas e preditivas. Os tópicos a seguir apresentam suas respectivas classificações.

Segundo Jhonata Teles (2019), existem ferramentas que auxiliam na decisão de qual tipo de manutenção é mais vantajosa para uma empresa, como, por exemplo, a Curva PF. Essa é uma ferramenta analítica fundamental para a criação de um plano de manutenção. Trata-se de um gráfico cartesiano que confronta a performance dos equipamentos com o tempo de funcionamento, tendo como objetivo identificar o intervalo PF (intervalo entre falha potencial e funcional). Um exemplo do gráfico da curva PF pode ser visto na figura 1.

Figura 1 - Curva PF.

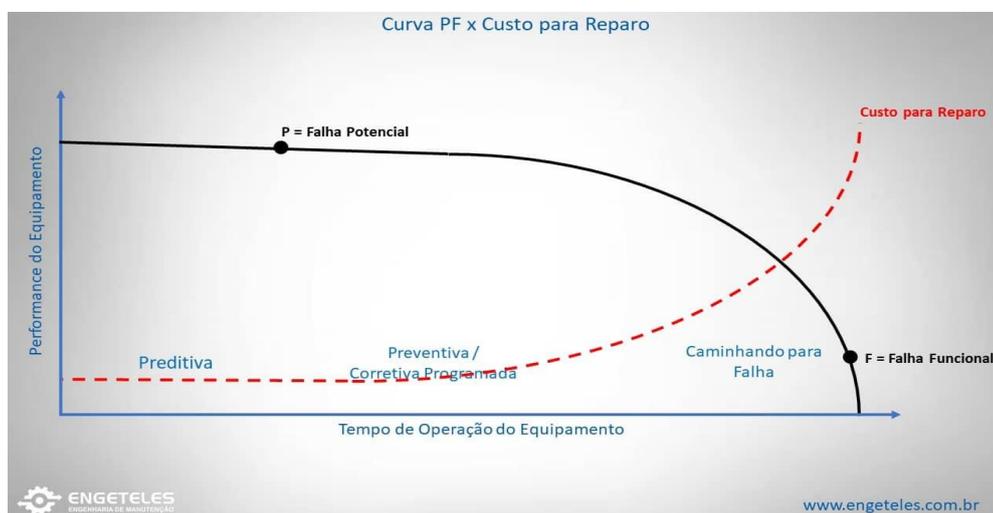


Fonte: Engeteles (2018).

De acordo com Teles (2019), um outro fator determinante na escolha da melhor estratégia de manutenção é o custo do reparo. A identificação do momento certo em que se faz uma manutenção antes da quebra, sem afetar a vida útil do equipamento, pode poupar a empresa de maiores custos, como demonstra o gráfico da Curva PF x Custo para reparo na figura 2. Vale lembrar que a manutenção muito antecipada pode gerar custo desnecessário e também pode afetar o equipamento. A substituição de uma peça em um equipamento e/ou um equipamento em um

sistema, pode ocasionar uma mortalidade infantil, pois estará colocando um dispositivo novo em funcionamento.

Figura 2 - Curva PF x Custo para Reparo.



Fonte: Engeteles (2018).

2.1.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 5462), é a “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a colocar um item em condições de executar uma função requerida”. Dessa forma, a corretiva tem como objetivo restaurar as condições iniciais de operação das máquinas e equipamentos, retirando as falhas. Dependendo do contexto, a corretiva pode se classificar como não planejada e planejada. A não planejada é o pior cenário para uma fábrica, por impactar diretamente na produção, gerando uma interrupção parcial ou total da sua linha.

Segundo Martins (2019), esse tipo de manutenção, na sua maioria, apresenta elevado custo e tempo de reparo, por pegar a equipe desprevenida, ou seja, o equipamento que determina a hora de parada e a necessidade de reparo. Nessas situações, a falta de material, ferramenta e mão de obra impacta diretamente no MTTR, dificultando a execução do serviço e impactando na produção, o que pode causar lucro cessante. A figura 3 representa um exemplo de falha que necessita de manutenção imediata.

Figura 3 - Falha funcional de um equipamento.



Fonte: Engeteles (2018).

- Manutenção corretiva não planejada:

De acordo com Pereira (2009), a manutenção corretiva não planejada é realizada em situação emergencial, após a falha de um ativo, ensejando a necessidade de um reparo imediato, pois o equipamento pode impactar diretamente na produção. Outras situações que podem vir a gerar a necessidade de uma correção imediata são: acidente ou a iminência para acontecimento de um acidente, problemas que causam transtornos ao meio ambiente ou a ameaça desse acontecimento, perda de produto e problemas que afetam ou possam afetar a qualidade do produto, comprometendo a sua venda. A figura 4 retrata uma situação que será necessário realizar manutenção corretiva não planejada, para controlar o vazamento de produto entre os flanges.

- Manutenção corretiva planejada:

Segundo Cyrino (2017), a manutenção corretiva planejada é uma ação interventiva realizada em um momento previamente planejado, através de inspeções, para evitar que um equipamento venha a ter uma falha. Durante o reparo, o ativo deve ser inspecionado por completo para identificar o motivo da falha

e para permitir que uma ação seja tomada para eliminar a falha ou reduzir a frequência de defeitos semelhantes.

Figura 4 - Vazamento de produto entre flanges.



Fonte: Togawa (2018).

2.1.2 Manutenção Preventiva

Pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 5462), as manutenções preventivas são classificadas devido às intervenções feitas seguindo uma certa periodicidade ou de acordo com um critério prescrito a fim de reduzir a probabilidade de falha ou de qualquer forma de degradação.

Todas as ações tomadas para evitar as falhas, como limpeza periódica, lubrificação, reaperto, substituição de itens desgastados, inspeção e ajustes, são vistas como manutenção preventiva. Segundo Teles (2017), as preventivas têm como principal objetivo elevar e garantir os índices de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, sendo elas realizadas de forma sistemática, respeitando um plano de manutenção. Essas intervenções são feitas com uma frequência determinada através de horas de uso, quilometragem percorrida ou atrelada à produtividade.

As manutenções periódicas realizadas em veículos é um exemplo de manutenção preventiva, conforme exemplo da figura 5.

Figura 5 - Troca de fluido lubrificante automotivo, exemplo de manutenção preventiva.



Fonte: Hugo Almeida (2018)

Teles (2019) caracteriza os tipos de frequência de preventivas da seguinte forma:

- Horas de uso: As manutenções são realizadas após o equipamento realizar um determinado ciclo de horas;
- Quilometragem: As intervenções são realizadas após um equipamento alcançar uma determinada faixa de quilometragem;
- Produtividade: As ações preventivas são tomadas após o equipamento realizar a produção de um determinado número de produtos ou ciclos.
- Periodicidade: Atividades de manutenção executadas a cada determinado prazo de tempo.

2.1.3 Manutenção Preditiva

Também conhecida como Manutenção Controlada, segundo Teles (2018) é uma prática bem utilizada como uma boa forma de controle de qualidade a partir do uso de técnicas e ferramentas de análise para a obtenção de amostra ou para fiscalizar, podendo reduzir a frequência de manutenções preventivas e corretivas.

De acordo com Teles (2018) a coleta dos dados por meio de medição de temperatura, vibração, análise físico-química, termografia e ultrassom, é possível gerar uma análise precisa do atual estado do equipamento, da vida útil dos seus componentes, sendo capaz de prever o momento certo de realizar uma manutenção.

Conforme com Teles (2018) a manutenção preditiva, apresenta um maior investimento inicial, devido a compra de equipamento capaz de analisar os parâmetros listados acima, porém, é muito mais rápida, eficiente, precisa e o custo em si com a manutenção se torna mais baixo, pois substitui o que realmente é necessário. Reduz a quantidade de intervenções, aumentando o MTBF e reduzindo o MTTR. A análise termográfica é um exemplo de manutenção preditiva, segue exemplo na figura 6.

Figura 6 - Análise termográfica.



Fonte: Zirmatech (2012).

2.2 SISTEMAS DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Levando em consideração o que seria desenvolvido ao longo do projeto, foi de grande necessidade ter conhecimento de qual formato de sistema de gestão de manutenção o projeto deveria se basear. Sendo assim a equipe pesquisou sobre

os sistemas já conhecidos para se chegar a uma conclusão sobre qual método seria o mais indicado para ser tomado como base no desenvolvimento do projeto.

Para Lima (2010), além dos tipos de manutenções que foram surgindo com o tempo e de acordo com a necessidade de preservação dos ativos e estabilidade no mercado, os sistemas de gestão da manutenção também foram desenvolvidos se tornando um conjunto da prática e da gestão que aplicados se tornaria ainda mais efetiva. Levando em conta essas considerações, será apresentado a seguir os modelos de gestão que mais se destacaram durante esse percurso de desenvolvimento.

2.2.1 Manutenção centrada no custo ou no lucro ao longo do ciclo de vida

Trata de um sistema que busca ter o proveito máximo do ativo, agindo com mais intensidade em revisões de projetos, visando reduzir a necessidade de manutenção do item alvo. O sistema funciona a partir de coleta de dados durante certos estágios dos ciclos de vidas existentes no sistema, desde a parte de projeto até a operação e sua desativação, e busca a minimização dos custos. Esse modelo de gestão criou um novo ponto de vista para a manutenção, deixando de ser considerado como um fator de despesa para se tornar uma forma de aumentar o lucro. (Lima, 2010)

2.2.2 Manutenção da Qualidade Total (ou TQMain do inglês *Total Quality Maintenance*)

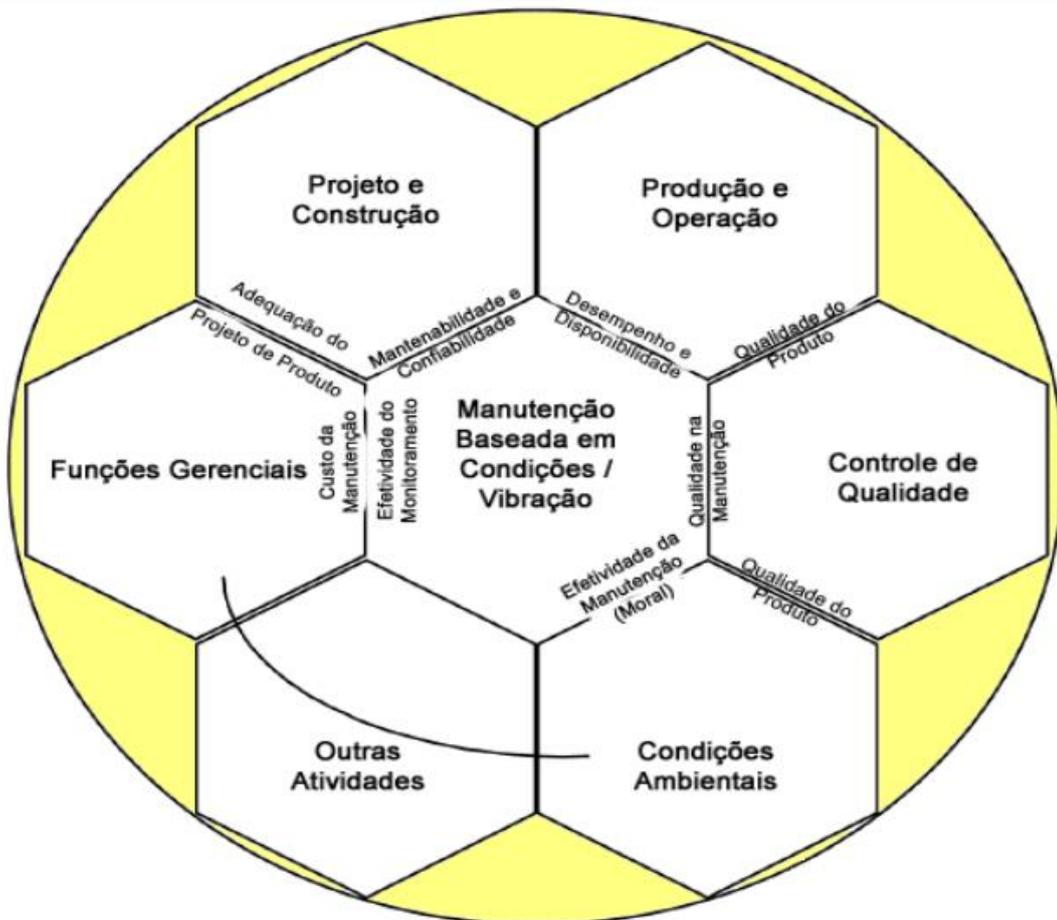
Conforme Lima (2010), o TQMain é um modelo que tem como base o ciclo PDCA (do inglês *Plan-Do-Check-Act* ou Planejar-Executar-Verificar-Atuar), buscando o proveito máximo da vida útil do sistema produtivo, minimizando perdas e queda de qualidade.

De acordo com Lima (2010) o método desse modelo busca o mínimo de interferência ao sistema produtivo, focando mais no uso de técnicas e ferramentas de monitoramento, além de propor o planejamento das interferências das

manutenções junto com o planejamento da produção, evitando assim ao máximo qualquer atraso e prejuízo na produção.

A figura 7 apresenta alguns fatores de grande importância na elaboração de um sistema de gestão, destacando-se os conceitos associados a manutenibilidade, confiabilidade, disponibilidade, produtividade, qualidade, eficácia e custos da manutenção.

Figura 7 - A “bola de futebol” do TQMMain



Fonte: Lima (2010)

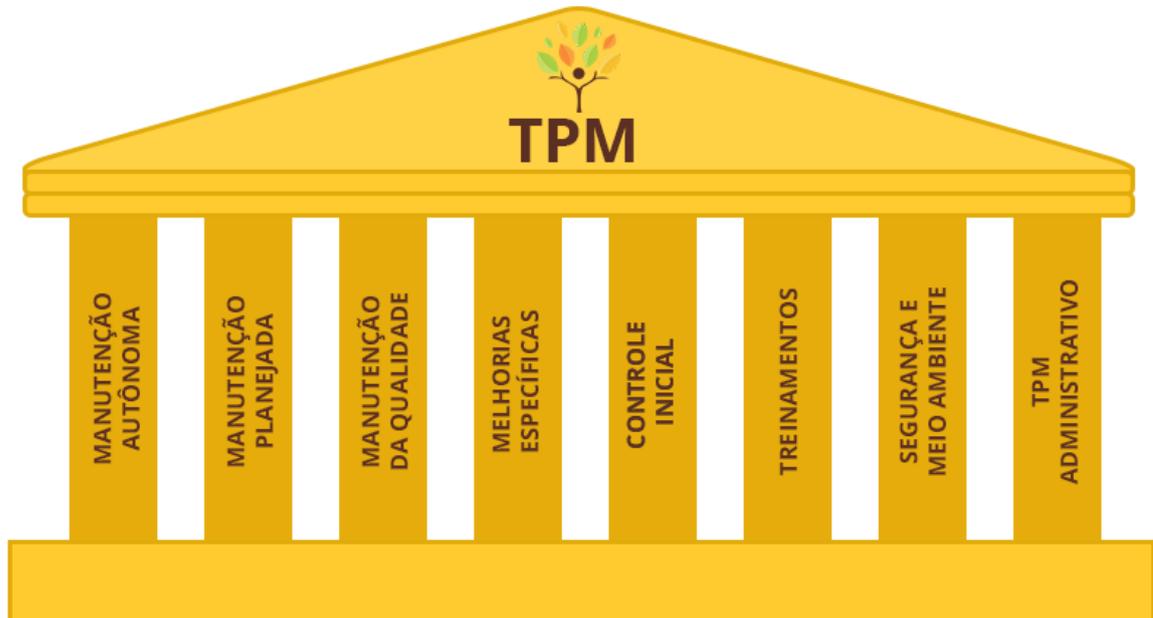
2.2.3 Manutenção Produtiva Total (ou TPM do inglês *Total Productive Maintenance*)

A TPM é um sistema que, de acordo com Lima (2010), aponta a operação inadequada como um fator catalisador para o surgimento de falhas, e como a falta de cuidados com o ativo em geral pode acarretar no encurtamento do período entre

as manutenções preventivas. Esse sistema tem como base oito pontos fundamentais, também conhecidos como os pilares da TPM (figura 8) que são nomeados como:

- Pilar da Melhoria Específica - Referente à manutenção de melhoria que atua nas perdas crônicas dos equipamentos;
- Pilar da Manutenção de Qualidade - Referente à relação da confiabilidade dos ativos com a qualidade do produto, além da capacidade de atender a demanda;
- Pilar da Manutenção Autônoma - Referente principalmente ao relacionamento do operador com o equipamento, trata de melhorar a autonomia do trabalhador quanto a sua capacidade de cuidar do equipamento, além de garantir um bom relacionamento das equipes de trabalho e da melhoria das rotinas de produção e manutenção;
- Pilar da Manutenção Planejada - Referente às rotinas das manutenções preventivas quanto a periodicidade e condição do equipamento;
- Pilar do Treinamento - Aplicação dos treinamentos técnicos e práticos para o aprimoramento das equipes, seja nos quesitos de liderança, flexibilidade e autonomia;
- Pilar do Controle Inicial - O foco durante o período de projeto de equipamentos para melhor garantia da confiabilidade e mantenedibilidade, a partir do uso de informações e conhecimentos referente a manutenção;
- Pilar da Segurança, Saúde e Meio Ambiente - Melhoria das condições de trabalho quanto a saúde e segurança além da preservação do meio ambiente;
- Pilar da Melhoria dos Processos Administrativos - Referente a organização da parte administrativa, assim como a questão de eliminação de desperdício e outros fatores que podem atrasar os procedimentos essenciais da administração, que de certa forma afeta a produção.

Figura 8 - Pilares da TPM.



Fonte: Produzzi (2018).

2.2.4 Manutenção Centrada em Confiabilidade (ou RCM do inglês *Reliability Centered Maintenance*)

Lima (2010) apresenta esse sistema como uma gestão que busca as ações necessárias da manutenção tendo como alvo os pontos essenciais para que o ativo continue exercendo sua função. Para essas ações, algumas atividades são feitas a fim de que se possa identificar os focos ideais.

Dentre essas atividades há a análise da criticidade dos ativos, o uso de técnicas e ferramentas de gerenciamento de risco, tais como FMEA e Árvores de Decisões, reconhecendo quais procedimentos de manutenção serão eficazes. Esse é o sistema que mais se adequou ao projeto, sendo ele o escolhido para a prática da gestão do sistema elaborado.

De acordo com Souza (2004), o RCM pode ser definido por quatro características: preservar a função do sistema; definir as falhas funcionais e especificar os modos de falha; priorizar por importância cada modo de falha; e escolher o tipo de manutenção que mais se adequa para os modos de falha prioritários, e também aponta os seguintes resultados esperados: maior segurança

humana e proteção ambiental; melhoria do desempenho operacional em termos de quantidade, qualidade do produto e serviço ao cliente; maior efetividade do custo de manutenção; aumento da vida útil dos itens físicos mais dispendiosos; criação de um banco de dados completo sobre a manutenção; maior motivação do pessoal envolvido com a manutenção; e melhoria do trabalho em equipe.

Souza (2004) apresenta também que há diferentes metodologias de aplicação da gestão RCM, apresentando alguns exemplos no Quadro 1. Dentre as apresentadas, a metodologia de Rausand et al (1998) é o que mais se adequou ao projeto.

Quadro 1 - Comparação das sistemáticas para aplicação do RCM.

Etapas	Smith (1993)	Moubray (2000)	NASA (2000)	Rausand et al. (1998)
1	Seleção do sistema e coleta de informações	Definição das funções e padrões de desempenho	Identificação do sistema e suas fronteiras	Preparação do estudo.
2	Definição das fronteiras do sistema.	Definição da forma como o item falha ao cumprir suas funções.	Identificação dos sub-sistemas e componentes.	Seleção do sistema.
3	Descrição do sistema	Descrição da causa de cada falha funcional	Exame das funções	Análise das Funções e Falhas Funcionais - AFF
4	Funções e falhas funcionais	Descrição das consequências de cada falha.	Definição das falhas e dos modos de falha.	Seleção dos itens críticos
5	Análise dos modos, efeitos e criticidade das falhas	Definição da importância de cada falha.	Identificação das consequências da falha.	Coleta e análise de informações
6	Análise da árvore lógica.	Seleção de tarefas preditivas e preventivas para cada falha.	Análise do diagrama lógico de decisão.	Análise dos modos, efeitos e criticidade das falhas
7	Seleção das tarefas preventivas.	Seleção de tarefas alternativas.	Seleção das tarefas preventivas	Seleção das tarefas de manutenção.
8				Determinação da frequência das tarefas de Manutenção.

Fonte: Souza (2004).

2.2.5 Manutenção Baseada em Risco (ou RBM do inglês *Risk Based Maintenance*)

Segundo Lima (2010), a manutenção baseada em risco busca minimizar o perigo apresentado por determinadas falhas não previsíveis de um ativo de forma economicamente viável, levando em consideração a probabilidade de ocorrer a falha como uma análise quantitativa e as suas consequências como uma análise qualitativa, seja com perda material, desastre ecológico ou acidente envolvendo trabalhadores.

2.2.6 Manutenção Centrada na Eficácia (ou ECM do inglês *Effectiveness-Centred Maintenance*)

A ECM busca focar no funcionamento do sistema de produção ou serviço prestado ao cliente, que, como Lima (2010) afirma, é um sistema de gestão que tem como característica o uso de várias boas práticas, inclusive de outros sistemas de gestão, procurando abranger várias áreas da manutenção e produzir uma eficácia maior, como, por exemplo, utilizar o gerenciamento de recursos humanos da TPM, a análise de confiabilidade da RCM e controle de qualidade da TQM citados anteriormente.

2.2.7 Gerenciamento Estratégico da Manutenção (ou SMM do inglês *Strategic Maintenance Management*)

A SMM, diferente dos sistemas já citados, não segue com a filosofia de focar em tratar os problemas voltados para a área operacional, ela também lida com o contexto estratégico de longo prazo, levando em consideração a relação produção e negócio, manutenção e operação, criando uma interação entre as diferentes áreas da empresa, conforme sustenta Lima (2010).

2.3 ETIQUETAGEM (TAG)

A palavra “TAG” têm origem do inglês e significa “etiqueta”. Segundo Cyrino (2016), é utilizado para fazer a identificação dos equipamentos na empresa, logo, o TAG é uma etiqueta que permite a identificação e rastreamento das máquinas.

Conforme Cyrino (2016) com a TAG é possível controlar a quantidade de ativos, a localização e uma diferenciação dos equipamentos iguais, como se fosse uma “identidade”. Com esses fatos torna-se uma ferramenta muito boa para a manutenção, porque é possível localizar e identificar rapidamente qual equipamento precisa da intervenção.

O código da TAG, segundo Cyrino (2016), é composto por um código “XXX-YYY-ZZZ”, no qual cada grupo há uma função da identidade, sendo o “XXX” a localização, o “YYY” o tipo do equipamento e o “ZZZ” o sequencial numérico. Um exemplo seria uma TAG “002-BMB-001”, que representaria: bloco 2, equipamento bomba, sequencial 001.

2.4 CONFIABILIDADE

De acordo com a NBR 5462 (Normas Brasileiras) a confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo. Portanto, quando se trata de confiabilidade, é necessário afirmar que o componente, equipamento, máquina ou sistema vai operar da maneira como foi especificada, por um determinado período de tempo. Após esse tempo a confiabilidade do equipamento vai diminuindo a ponto de ser necessário uma intervenção ou, caso contrário, a máquina pode apresentar uma falha súbita. Na figura 9 temos o gráfico de curva da banheira, uma ferramenta que aborda vida útil de um equipamento e o seus principais períodos de falha.

Figura 9 - Curva da banheira.



Fonte: Manutenção em foco (2017).

A falta de confiabilidade do sistema, segundo Silveira (2012), não acarreta só a perda de produção, mas também pode acarretar acidentes fatais ou ambientais, como por exemplo: explosão de uma caldeira, falha da turbina de avião, falha nos poços de petróleo vazando toneladas nos oceanos, entre outros. Então, a confiabilidade não só garante um processo produtivo mais eficiente, mas também evita que desastres ocorram, impactando na população local e em sanções severas para essas empresas.

Silveira (2012) afirma que o aumento da capacidade de produção, a receita decorrente da venda de produtos e a necessidade de manter o sistema funcionando têm favorecido o desenvolvimento de novas técnicas e passou a ser tratada como forma estratégica.

Segundo Silva (2015), a confiabilidade possui algumas definições, que em certos casos se tornam até indicadores da manutenção, e os termos são os seguintes:

- Qualidade é o cumprimento das especificações com a menor variabilidade;
- Manutenibilidade é a capacidade do equipamento ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas de acordo como planejado, após uma manutenção;

- Segurança é ausência de condição que pode provocar danos a pessoas ou material;
- Tempo médio até a falha é utilizado para produtos que não são reparáveis;
- Tempo médio entre as falhas é utilizado para produtos que são reparáveis;
- Tempo médio até a falha;
- Disponibilidade é o grau que o equipamento estará em condições para entrar em trabalho assim que solicitado, por um determinado período de tempo.

Além desses indicadores, a confiabilidade possui duas principais ferramentas, que são o FMEA e o FTA. O FMEA é a análise de modo de falha e seus efeitos e detecta como as falhas acontecem e como podem ocorrer; já o FTA, segundo Schmitt (2013), é a análise da árvore de falhas que é uma “técnica gráfica dedutiva estruturada em termos de eventos ao invés de componentes”, ou seja, permite que pela falha encontre a causa básica por ela ocorrer.

2.4.1 Indicadores da Manutenção

De acordo com Megiolaro (2015) em um sistema de controle da manutenção de determinados equipamentos industriais, deve-se coletar informações de desempenho em forma de índices (indicadores), capaz de torná-lo um sistema de manutenção eficiente e eficaz. Esses indicadores desempenham a função de melhorar a manutenção do sistema, traduzindo o comportamento dos equipamentos frente às ações de manutenção.

Segundo Megiolaro (2015), para obter um controle melhor da manutenção são necessárias algumas informações quanto ao desempenho, seja ela definida a partir de relatórios ou através de dados obtidos matematicamente. Dentre essas informações, pode-se apontar os indicadores de desempenho, utilizados para apontar pontos fracos e possíveis problemas que podem estar causando resultados indesejáveis. Dentre esses indicadores podemos apontar: Tempo Médio Entre Falhas (TMEF), Tempo Médio Para Reparo (TMPR) e Disponibilidade, citados a seguir.

Para Megiolaro (2015) o TMEF é considerado como a frequência de intervenções em um determinado tempo com um certo equipamento. Para tal cálculo de TMEF, é observado o tempo total trabalhado, englobando o tempo total em que houve a produção mais o tempo de parada do equipamento. A seguir, observa-se a equação (01) que representa o cálculo do tempo médio entre falhas:

$$TMEF = \frac{T_{total}}{n} \quad (01)$$

T_{total} = Tempo total trabalhado

n = Número de intervenções

Já o TMPR, de acordo com Megiolaro (2015), é o tempo médio decorrente de uma intervenção em um equipamento, a ponto de deixá-lo inoperável momentaneamente. A seguir temos a equação (02) que representa o cálculo do tempo médio para reparo:

$$TMPR = \frac{T_{total\ de\ paradas}}{n} \quad (02)$$

$T_{total\ de\ paradas}$ = Tempo total de paradas não planejadas devido a manutenção

n = Número de intervenções

A disponibilidade, segundo a NBR 5462 (1994), é a “capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um intervalo de tempo determinado”, o que leva em consideração a confiabilidade, manutenibilidade e manutenção. Em outras palavras, a disponibilidade é o tempo que o equipamento está disponível a trabalhar em condições normais.

Sendo assim, para calcular o indicador Disponibilidade (DISP), deve-se observar os outros dois indicadores (TMEF e TMPR) para incluir na equação (03) abaixo. O resultado revela o tempo total que o equipamento esteve disponível para executar sua função.

$$DISP = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \quad (03)$$

$TMEF$ = Tempo Médio entre Falhas

$TMPR$ = Tempo Médio para Reparo

2.4.2 FMEA

É uma sigla em inglês que representa “*Failure Mode and Effect Analysis*”. Traduzindo para o português significa “Análise de Modos de Falhas e Efeitos” e é uma ferramenta de confiabilidade muito utilizada para a manutenção. Segundo Martins (2013), o modo de falha está relacionado com como um processo pode operar de maneira ineficiente, e é composto de três elementos: efeito, causa e detecção. O efeito é a consequência da falha, em outras palavras é como a falha é percebida, o que pode ser por aumento de calor, vibração, ruídos, entre outros; a causa, por sua vez, é o fator que provoca a falha, que pode ser desgaste, falta de lubrificação, oxidação, dentre outros; detecção, por fim, é a forma de como se detecta a variação do processo para evitar potenciais falhas, o que pode ser por meio de análise termográfica, de vibração, visual, dentre outros.

O FMEA tem como objetivo “identificar, delimitar e descrever as não conformidades (modo da falha) geradas pelo processo e seus efeitos e causas, para através de ações de prevenção poder diminuí-los ou eliminá-los.” (Martins, 2013). Então é uma ferramenta que permite identificar os componentes dentro de um equipamento, como é a falha e seus efeitos e permite elaborar uma solução prévia para caso a falha ocorra.

Na figura 10 está representado um exemplo de FMEA de processo, que se refere ao ato de tomar banho e a falha é a demora. Como pode ser visto na figura, esse exemplo retrata quais são as possíveis causas e como detectá-la. Apesar de ser um exemplo simples, poderiam ser os componentes de um equipamento, as máquinas envolvidas na manufatura, entre outros casos.

Figura 10 - Exemplo do FMEA.

Processo ou ação	Efeito da falha	Causa básica da falha	Meio de detecção
Tomar banho	Demora no banho	Pequeno fluxo de água no banheiro	Verificar sistema de bombeamento de água
			Inspeção do sistema de água
			Planejar a utilização de água através de escala
		Chuveiro sem pressão	Inspeção dos tipos de componentes utilizados no sistema

Fonte: Martins (2013).

3 PROPOSTA DE PROJETO

Na Hidrocon, a partir da necessidade de adquirir um sistema que permitisse melhorar a gestão da manutenção dentro da empresa, como criar ordens de serviços com atividades de manutenção, ter um histórico das atividades realizadas, criar identidades dos equipamentos e um banco de dados para armazenagem das atividades e especificações do produtos, foi feita uma proposta de projeto a fim de sanar a tal necessidade descrita acima.

Após ter em vista o conhecimento da fundamentação teórica abordada no relatório e após o desenvolvimento de um estudo acerca da melhor forma de criar um sistema para gerir a manutenção da empresa, foi proposto um programa, utilizando o software Excel, tendo como suas funcionalidades principais as identificações dos equipamentos, armazenamento de informações das intervenções e especificações dos produtos para troca em um banco de dados, histórico dos ativos e geração de ordens de serviços para todos os equipamentos.

O programa criado, a partir do software Excel, possui um corpo de trabalho que abrange todos os equipamentos que farão parte do sistema de gerenciamento de manutenção, desde a página inicial do programa, onde contém as quatro famílias de equipamentos (Sonda, Compressor, Bomba de Lama e Veículos), até as ordens de serviços de cada equipamento para serem impressas.

Para desenvolver o projeto foi elaborado um plano de ação embasado na necessidade do cliente e na fundamentação teórica para atender a todas questões levantadas, sendo assim, foi distribuído desta forma:

1. Identificação e caracterização dos equipamentos;
2. Registro de histórico do equipamento;
3. Plano de manutenção/ inspeção;
4. Ordens de serviço (preventivo e corretivo);
5. Repositório.

3.1. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

A Hidrocon possui um vasto número de veículos em sua frota, portanto foram divididas em duas categorias de acordo com suas funções desempenhadas na empresa.

A primeira categoria é veículos leves, contendo seis unidades, correspondem aos carros populares e utilitários como o Gol, Montana, Doblô e entre outros. Esses automóveis têm como função realizar o transporte dos operários e de equipamentos pequenos, possuindo uma importância relevante, mas que pouco impactaria na produção caso ocorra uma falha, porque é muito fácil de ser substituído.

A segunda categoria é veículos pesados, contendo dezoito unidades, correspondem aos caminhões convencionais e aos trucks. Esses transportes têm como função realizar o transporte e auxiliar a instalação dos equipamentos grandes como compressor, sonda, bomba de lama. Esses veículos são mais relevantes na produção porque são responsáveis por auxiliar o funcionamento das máquinas.

As sondas são os equipamentos responsáveis por perfurar os poços, sendo um equipamento com um grande número de componentes e de grande complexidade. Cada poço possui apenas uma sonda o que torna um equipamento extremamente crítico, porque se falhar todo o processo para. Em função desses fatos a manutenção do equipamento tem que estar em ordem para evitar paradas inesperadas e as intervenções precisam ocorrer de acordo com o ciclo de trabalho. Um exemplo de sonda pode ser visto na imagem 1.

Imagem 1 - Sonda.



Fonte: Autoria própria.

Os compressores são responsáveis por fazer a manutenção do poço logo após ser furado. Só entram em funcionamento nos últimos dias de obra para expurgar os resíduos da perfuração e operam de forma contínua. Portanto, ao não ser utilizado constantemente, a manutenção teria que ocorrer de forma periódica e sempre verificado se está pronto para o uso, porque a falha dele interrompe o processo. Um exemplo de compressor pode ser visto na imagem 2.

Imagem 2 - Compressor.



Fonte: Autoria própria.

A bomba de lama é o equipamento responsável pelo bombeamento da lama para o poço e possui a finalidade de refrigerar a broca e retirar o material proveniente da perfuração. Este é o equipamento que mais apresenta falha na gaxeta, ocorrendo cerca de três a quatro vezes ao dia e possui uma bomba de backup. As atividades de manutenção desenvolvidas foram voltadas ao motor de combustão. Um exemplo de bomba de lama pode ser visto na imagem 3.

Imagem 3 - Bomba de lama.



Fonte: Autoria própria.

Após selecionar os equipamentos que serão trabalhados dentro do sistema de gerenciamento da manutenção da Hidrocon, foram levantados os dados técnicos de todos os ativos escolhidos.

Inicialmente, foram levantados os principais dados dos equipamentos, como ano de fabricação, capacidade de perfuração, RPM (rotação por minuto) máxima, torque máximo, capacidade de tração, capacidade de pressão, avanço de perfuração e retrocesso, para a criação de fichas técnicas para cada equipamento, conforme a figura 11.

Figura 11 - Ficha técnica Sonda Wirth.

FICHA TÉCNICA - SONDA		
HIDROCON Hidrogeólogos consultores Ltda		
Nome/modelo da sonda	TAG	
	Ano	1998
	Capacidade de perfuração	320 m
	RPM máxima	958 rpm
	Torque máximo	430 kgf.m
	Avanço de perfuração	25 cm/s
	Retrocesso	13 cm/s
	Capacidade de tração	7000 kgf
	Capacidade de Pressão	3600 kgf

Fonte: Autoria própria.

A pedido do cliente, as fichas foram reformuladas, resumindo as informações e entregando os dados mais importantes para a empresa, sendo assim, foram criadas folhas de rosto para cada equipamento contendo as seguintes informações: marca/modelo, TAG e ano, conforme figura 12.

Figura 12 - Folha de rosto da sonda Prominas.

EM PERFURAÇÃO	MARCA/MODELO	Prominas R1HBX	
02º POÇO	TAG	S007	
04º POÇO	ANO	DESCONHECIDO	
06º POÇO			
08º POÇO			
<p>Obs.: Ao final do 08º poço, reiniciar o ciclo (02º poço)</p>			
Histórico da sonda			
Voltar a página inicial			

Fonte: Autoria própria.

A folha de rosto ficou da seguinte forma, como pode ser visto na figura 13:

- No primeiro quadrante ficam os botões de comando que levam às informações referentes aos planos de manutenção para cada evento, que serão apresentados abordados no subcapítulo 3.1.4.
- No segundo quadrante está disposto o botão de comando que levam às informações referentes ao histórico de manutenções que são abordadas no subcapítulo 3.1.5 e o botão de comando para retornar à página anterior do sistema de manutenção.
- No terceiro quadrante, as informações levantadas referentes ao equipamento (marca/modelo, TAG e ano).

Figura 13 - Detalhamento da folha de rosto.

1

EM PERFURAÇÃO	MARCA/MODELO	Prominas R1HBX	
02º POÇO	TAG	S007	
04º POÇO	ANO	DESCONHECIDO	
06º POÇO			
08º POÇO			

Obs.: Ao final do 08º poço, reiniciar o ciclo (02º poço)

2

Histórico da sonda
Voltar a página inicial

3



Fonte: Autoria própria.

Para o procedimento de nome “Em Perfuração” trata-se de planos de manutenção para procedimentos que ocorrem no período da obra, no momento em que o equipamento se encontra parado. Para os procedimentos referente ao número de poço, ocorre o determinado intervalo devido ao intervalo dos componentes que passam pela manutenção, e quando todos chegam a um período em comum retorna para o primeiro período, girando o ciclo.

3.1.1 Tagueamento

Na TAG geralmente coloca-se a localização do maquinário. Porém, por se tratar de uma empresa de perfuração de poços os equipamentos não possuem um local determinado, foi descartado o localizador, entretanto possui uma parte que indica quanto a função se é operacional, ou de logística.

Padrão da TAG
 ZZZ – XX – YYY

O padrão decidido para a empresa Hidrocon foi a apresentada a seguir. O código “ZZZ” indica a natureza do equipamento, se é operação ou logística. O código “XX” significa o tipo do equipamento: “VP” veículos pesados (caminhões), “VL” veículos leves (carros de suporte), “S” sondas, “C” compressores e “BL” bombas de lama. O código YYY, por fim, significa o sequencial numérico dos equipamentos.

Um exemplo de equipamento da Hidrocon é o “OPR - S - 006”, que representa a sonda T50, que é um dos equipamentos de operação, os outros itens com as TAG podem ser encontrados na tabela 5 do apêndice B.

Após listar os equipamentos a serem estudados, foram confeccionadas as TAGs em placas de alumínio para que a empresa futuramente implemente as mesmas nas devidas máquinas.

A pedido do cliente, para facilitar a leitura e comunicação entre a equipe de operação e a equipe de gestão, foi criado um TAG resumido, abrangendo somente o código “XX” contemplando a informação do tipo do equipamento e o código YYY, referente ao sequencial numérico, ficando da seguinte forma:

Padrão TAG resumido

XXYYY

Um exemplo desse TAG resumido é o do VL001, referente a um veículo leve, utilizado pela logística. Os demais, estão representados na tabela 5 do apêndice B.

Com a criação do TAG e do TAG resumido, a equipe em conjunto com o representante da empresa, determinou que o TAG completo seria utilizado a fins administrativos, para arquivar em documentos em pastas para cada equipamento contendo os manuais (se tiverem), os custos com as manutenções e anexar as ordens de serviço. Já o TAG resumido, seria utilizado na parte operacional e no sistema de gestão da manutenção.

3.1.2 Regime De Trabalho E Tempo De Reparo

A equipe do projeto, em conjunto com a empresa cliente, levantou todos os equipamentos. Após esse levantamento, foi realizado uma análise detalhada de

cada família de ativos, para entender a necessidade de gerenciar e como esse gerenciamento seria feito.

Esse levantamento foi realizado da seguinte forma, conforme se observa nas informações contidas nas tabelas contidas no apêndice A:

- Estudo do regime de trabalho de cada família de equipamento;
- Estudo do tempo médio de uso por evento (perfuração);
- Levantamento da quantidade de equipamentos reserva para cada família;
- Levantamento de peças reservas para reparos em operação (perfuração);
- Estudo do tempo de troca (reparo) da peça;
- Estudo do ciclo de vida das peças de cada família dos equipamentos;
- Levantamento do local onde são feitas as manutenções.

Para ter conhecimento sobre como é o processo produtivo, para poder elaborar as intervenções mais adequadas foi necessário fazer um levantamento do regime de trabalho, dos equipamentos reservas e do tempo de reparo. Então foi elaborada um modelo de tabela para compor os dados, como pode ser visto na tabela 1 e 2. As colunas contidas na tabela representam o seguinte: a coluna regime de trabalho representa o quanto o equipamento trabalha ao longo do dia, por exemplo a sonda trabalha vinte e quatro horas por dia, com dez horas de produção e uma parada de uma hora; período de obra é o tempo médio que a obra demora; quantidade reserva significa quantos equipamentos possuem na obra, por exemplo a sonda não tem uma outra reserva na obra; peça reserva são os principais componentes do equipamento, que podem vir a falhar; tempo de reparo é o tempo necessário para reparar ou trocar; ciclo de vida é o tempo médio que a peça suporta; local da manutenção é onde ocorre a atividade. Estas tabelas estão restritas somente as sondas, mas as tabelas do apêndice A contemplam todos os equipamentos.

Tabela 1 - Regime de trabalho

REGIME DE TRABALHO				
EQUIPAMENTOS	TAG	Tipo	Regime de trabalho	Período de obra
Sonda JED-A	S001	Sondas	Operação 24h/dia (operação contínua de 10h com 1h de espera)	40 dias
Sonda Cardwell	S002			
Sonda Percurssora P350	S003			
Sonda Wirth	S004			
Sonda Cobrasper S35	S005			
Sonda T50	S006			

Fonte: Autoria própria.

Tabela 2 - Equipamentos reservas e tempo de reparo

EQUIPAMENTOS RESERVAS E TEMPO DE REPARO						
EQUIPAMENTOS	Quantidade reserva	Peça reserva	Tempo de troca (reparo)	Ciclo de vida	Local da manutenção	
Sonda JED-A	0 uni	Swivell (1 uni). Para substituir todos	60h	2,5 anos (15 poços)	OBRA e se quebrar	
Sonda Cardwell		Motor (Óleo, Filtro e Correia)	4h	60 dias (1-2 poços)	BASE	
Sonda Percurssora P350		Catarina	2h	2 anos	BASE	
Sonda Wirth		Cabo de Aço	8h	Verifica a cada 6 meses	BASE	
Sonda Cobrasper S35		Mastro		5 dias	2 anos	BASE
Sonda T50						

Fonte: Autoria própria.

O alcance dessas informações foi feito por meio de uma visita ao escritório da Hidrocon no qual dialogando com o gerente foi possível completar essas informações. Tais informações são importantes para saber aonde se faz a manutenção e quais peças a empresa deve ter em estoque na base, ou na obra, além do que permite identificar qual equipamento é o gargalo no processo, que no caso é a bomba de lama. É possível reparar também que a tabela fornece o ciclo de vida dos principais componentes e o tempo de troca, que serve como informações básicas para começar a elaboração do plano de manutenção.

3.1.3 Folha de controle

Para controlar as informações referentes ao uso dos equipamentos e conciliar com os planos de manutenção, foi criado uma folha de controle para cada família de equipamento.

A alimentação das informações de cada ativo será feita por um funcionário da Hidrocon, capacitado para a utilização do sistema computacional em Excel desenvolvido para o gerenciamento da manutenção da empresa. O supervisor da

manutenção terá uma rotina (semanalmente) de levantar os dados de uso de todos os equipamentos e irá imputar essas informações na folha de controle.

Para os veículos leves e pesados, o responsável irá levantar a quilometragem atual de cada veículo e lançar na coluna quilometragem atual, com a data que foi feito esse levantamento, de acordo com o nome e o TAG do veículo, conforme a figura 14.

Figura 14 - Folha de controle Veículos Leves e Pesados.

VEÍCULOS LEVES E PESADOS									
TAG	MARCA	MODELO	ANO	PLACA	BOTÃO DE COMANDO	QUILOMETRAGEM ATUAL	DATA	QUILOMETRAGEM DA ÚLTIMA MANUTENÇÃO	DATA
VL001	Fiat	Doblô Essence 7L E	2016/2017	PKJ-6599	VL001				
VL002	Chevrolet	Montana LS	2014/2014	OZK-5606	VL002				
VL003	Chevrolet	Montana LS	2014/2014	OZK-8164	VL003				
VL004	Chevrolet	Montana LS	2015/2015	PJC-2028	VL004				
VL005	Volkswagen	Gol City 1.6	2013/2014	Ouz-5460	VL005				
VL006	Fiat	Strada Working	2013/2013	Ouz-7421	VL006				

Fonte: Autoria própria.

A figura 15 contempla as informações e como são lançadas para cada coluna da folha de controle.

Figura 15- Folha de comando detalhada.

COMPRESSORES							
TAG	MARCA	MODELO	BOTÃO DE COMANDO	1	2	3	4
				HORÍMETRO ATUAL	DATA	HORÍMETRO DA ÚLTIMA MANUTENÇÃO	DATA
C001	Chicago	950 DUH	C001				
C002	Chicago	950 DUH	C002				
C004	PEG	-	C004				

Fonte: Autoria própria.

1. Local que será imputado as informações atuais dos equipamentos como horas, quilometragem e evento.
2. Data referente ao momento em que foram imputadas as informações da coluna 1.
3. Nessa coluna, será informado a hora, quilometragem ou evento em que foi realizado a última manutenção preventiva.

4. Data referente a última manutenção preventiva.

Para os compressores, o funcionário da Hydrocon irá imputar na folha de controle a quantidade de horas trabalhadas pelo compressor, através do horímetro, e a data em que foi realizado o preenchimento dessas informações, conforme a figura 16.

Figura 16- Folha de controle dos Compressores.

COMPRESSORES							
TAG	MARCA	MODELO	BOTÃO DE COMANDO	HORÍMETRO ATUAL	DATA	HORÍMETRO DA ULTIMA MANUTENÇÃO	DATA
C001	Chicago	950 DUH	C001				
C002	Chicago	950 DUH	C002				
C004	PEG	-	C004				

Fonte: Autoria própria.

Os compressores e bombas de lama, o supervisor de manutenção irá levantar os dados relacionado ao evento em que o equipamento se encontra, levantado essa informação, o mesmo irá imputar na coluna de poço atual e a data em que está lançando a data. Diferente dos veículos e compressores, esses equipamentos terão a sua divisão dos planos de manutenção a um determinado ciclo de poços. Na figura 17 é representado a folha de controle das bombas de lama e na figura 18 folha de controle das sondas.

Figura 17- Folha de controle das bombas de lama.

BOMBA DE LAMA						
TAG	MODELO	BOTÃO DE COMANDO	POÇO ATUAL	DATA	POÇO DA ULTIMA MANUTENÇÃO	DATA
BL001	Mission	BL001				
BL002	Mission	BL002				
BL003	Mission	BL003				
BL004	Magnum	BL004				

Fonte: Autoria própria.

Figura 18- Folha de controle das sondas.

SONDAS							
TAG	MARCA	ANO	BOTÃO DE COMANDO	POÇO ATUAL	DATA	POÇO DA ULTIMA MANUTENÇÃO	DATA
S001	JED-A	DESCONHECIDO	S001				
S002	Cardwell	DESCONHECIDO	S002				
S003	Percurssora P350	DESCONHECIDO	S003				
S004	Wirth	DESCONHECIDO	S004				
S005	Cobrasper S35	DESCONHECIDO	S005				

Fonte: Autoria Própria.

3.2 PLANO DE MANUTENÇÃO/ INSPEÇÃO

A partir da determinação, identificação e organização dos equipamentos envolvidos, foi necessário ir em busca dos procedimentos de manutenção padrões dos equipamentos, recorrendo assim a pesquisas na internet, contato via e-mail com fabricantes dos mesmos, manuais dos equipamentos e consultas com os profissionais encarregados pela manutenção das máquinas na empresa.

Os primeiros passos para a construção das recomendações de manutenção, que futuramente criará os templates das ordens de serviços, foram elaboradas através das recomendações de fabricantes contidas nos manuais de cada equipamento, que foram obtidos pela internet e disponibilizados pela empresa. Na internet foram encontradas a maioria dos manuais dos veículos leves e pesados, sendo que para àqueles que não foram encontrados, foram feitas as elaborações das recomendações se baseando por manuais de modelos semelhantes ou de modelos com ano de fabricação próxima ao modelo desejado, estando atento às possíveis mudanças de fabricação entre os modelos. Para o restante dos equipamentos (Sondas, Compressores e Bomba de Lama), não foram encontrados nenhum manual pela internet ou por contato via e-mail com o fabricante. Desta forma, para esses equipamentos, o cliente Hidrocon, disponibilizou os manuais dos mesmos para a elaboração das recomendações de manutenção.

Dos manuais foram retirados o período entre manutenções, sobressalentes e suas marcas e os procedimentos a serem feitos. Todavia, essas indicações não se aplicam a todas máquinas, uma vez que algumas eram muito antigas ou simplesmente não continham os informes que eram precisos para o preenchimento

completo dos procedimentos de manutenção, sendo assim inevitável o uso de informações de modelos mais recentes ou simplesmente o uso de declarações do profissional responsável pela manutenção para o preenchimento desses vazios, tendo sempre o consentimento da empresa.

Foi também definido com eles como seria administrado o período entre as manutenções, chegando a uma conclusão de que para alguns equipamentos seria usado horímetro, para veículos usaria a quilometragem rodada e para equipamentos como sondas seria estabelecido como período o número de poços perfurados.

Na construção do plano de manutenção foram implementadas informações explicadas a seguir (enumeradas) de acordo com as seleções feitas na figura 19:

1. Área onde contém os itens a serem trocados na manutenção, com suas respectivas especificações de referências (código do produto), a quantidade de produto a ser substituído e seus valores, podendo ter ciência de uma determinada faixa de preço de cada produto na hora de realizar a compra.
2. Região onde mostra todos os itens daquele equipamento para serem verificados.
3. Área para alguma observação a respeito da manutenção do equipamento. Neste caso, a observação aborda a prioridade adotada para realizar a manutenção do veículo (realizar a manutenção quando o veículo estiver com 10.000 Km ou a cada 12 meses, o que ocorrer primeiro).

É possível verificar as informações implementadas enumeradas acima na figura a seguir.

Figura 19- Plano de Manutenção e Inspeção do VL001.

TROCAR	ESPECIFICAÇÃO/CODIGO DO PRODUTO	QUANTIDADE	VALOR
Óleo Motor	5w30 Sintético Selenia	5 (4,3) litros	R\$ 25,00 (125,00)
Filtro de óleo	Ref.: 7087808	1 unidade	R\$16,00
Filtro de ar	Ref.: 51857956	1 unidade	R\$69,00
Filtro de cabine	Ref.: AKX35293	1 unidade	R\$14,00
Filtro de combustível	Ref.: FCI-1660	1 unidade	R\$12,00
Velas de ignição	Ref.: VARKR8B10D 1	1 kit com 4 unidades	R\$63,00
Correia dentada	Ref.: 93353848	1 unidade	R\$160,00
Correia alternador	Ref.: 6PK1387	1 unidade	R\$68,00

VERIFICAR	
Fluido de arrefecimento	
Fluido de freio	
Fluido de embreagem	
Fluido de direção hidráulica	
Combustível de partida a frio	
Bateria	
Pastilha de freio	
Folga das válvulas	* Atenção, a manutenção deve ser feita a cada 10000 KM ou a cada 12 meses. Caso alcance os 12 meses antes de atingir os 10000 KM, a revisão deverá ser feita. *
Cabos das velas	
Corrente de distribuição e guias da corrente	* Atenção, a manutenção deve ser feita a cada 10000 KM ou a cada 12 meses. Caso alcance os 10000 KM antes de atingir os 12 meses, a revisão deverá ser feita. *
Lonas e tambores de freio das rodas traseiras	

Fonte: Autoria própria.

3.2.1 Levantamento de dados manutentores por equipamento

Para começar o levantamento das informações sobre as intervenções foi necessário definir o tipo de manutenção que será aplicada. Nesse caso, o foco é a preventiva e, a fim de elaborar essa manutenção, foi preciso conhecer o ciclo de reparo ou troca de cada equipamento.

O próximo passo foi extrair as informações contidas nos manuais dos fabricantes dos equipamentos, respeitando a recomendação da Hidrocon. Assim foi possível elaborar as intervenções de alguns equipamentos a exemplo do compressor, veículos pesados e leves.

O uso dos manuais não foi suficiente, pois não continham todas as informações desejadas, razão pela qual foi utilizada outra estratégia utilizando alguns princípios do FMEA, que são: a listagem dos componentes, os modos de falhas, os períodos de ocorrência e a criticidade.

Para adquirir as informações dessa nova estratégia, foi necessário fazer uma visita de campo na base da empresa em Feira de Santana, onde a equipe do projeto, o gerente Márcio Ribeiro, o orientador Emerson Sanchez, o supervisor de operação e manutenção e o mecânico estiveram presentes para a reunião. Nessa conferência

foi discutido os componentes da sonda, seus modos de falhas e o período de intervenção, permitindo então a elaboração das intervenções das sondas.

No caso da bomba de lama, que é um conjunto motor-bomba, as intervenções nas bombas estão fora de escopo, porém os motores permanecem. Para o motor foram adotadas as mesmas intervenções elaboradas para os motores das sondas, pelo fato de os motores serem iguais e possuírem um regime de trabalho semelhante.

Com todo esse procedimento para se obter as informações necessárias a respeito de todos procedimentos de intervenção das máquinas, foi possível desenvolver um plano de manutenção e inspeção para cada equipamento, e criar assim uma rotina baseada na periodicidade de troca ou verificação de cada componente.

3.3 EMISSÃO DA ORDEM DE SERVIÇO

Com todos procedimentos e dados de intervenção definidos, foi necessário a montagem de um template para a aplicação dos procedimentos nas máquinas para que houvesse uma sincronia do registro com a prática. Portanto foram criados os templates das ordens de serviço, que visa enviar todas informações da intervenção momentânea à obra para serem feitos os devidos serviços e em seguida retornar com todas as notas das atividades que foram realizadas para serem lançadas no repositório do sistema.

Para a elaboração da folha, tinha que se levar em conta que não poderia ser um documento que exigisse muita informação no momento do preenchimento e que o processo não fosse muito burocrático, sendo prática e rápida a sua escrita, pois assim teria uma garantia maior quanto ao comprometimento dos envolvidos.

Com todos os requisitos definidos, a elaboração da ordem de serviço pode ser vista na figura 20, a partir do seguinte formato:

1. Cabeçalho contendo o nome do equipamento, TAG, executante e data;
2. Área ou componente que será realizada a intervenção, o tipo de intervenção a ser feita (Troca, Verificação, etc.), os itens que passaram pela atividade e uma área de respostas binárias (Sim ou Não) para informar o precedente;

3. Região para serem feitas observações de atividades extras ou relatar informações não contidas na folha;
4. Assinatura dos envolvidos e local de realização do serviço.

Figura 20- Ordem de serviço preventiva detalhada

Página 1/2		ORDEM DE SERVIÇO			
Ordem de serviço de manutenção preventiva para Sondas					
Nome do equipamento:		Sonda Prominas R1HBX			
TAG:		S007			
Executante:					
Data:					
MOTOR					
Trocar:					
Itens				Trocou?	
Óleo lubrificante				SIM	NÃO
Filtro de óleo lubrificante				SIM	NÃO
Filtro de combustível				SIM	NÃO
Filtro de ar				SIM	NÃO
Verificar:					
Itens			Verificou?		Completo ou substituiu?
Nível de óleo diesel			SIM	NÃO	SIM
Correia			SIM	NÃO	SIM
Observações					
LOCAL: _____					
_____ Assinatura do Responsável Técnico			_____ Assinatura do Executante		

Fonte: Autoria própria.

Para procedimentos de manutenções corretivas pode ser gerada uma ordem de serviço semelhante, porém sem conter as recomendações de manutenção da área 2 da folha, já que os procedimentos corretivos não são previsíveis quanto ao componente que passará pelo reparo. Levando em consideração que a figura acima é um exemplo, uma ordem de serviço completa pode ser vista na figura 29 do apêndice C.

3.4 SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Para a identificação e caracterização dos equipamentos buscou-se criar um registro das suas identidades para facilitar a percepção de qual máquina se trata o

devido documento e apontar suas individualidades que caracterizam os equipamentos a ponto de se diferenciar de outros.

O registro de histórico do equipamento apresentado na folha de controle da ferramenta (figura 18), expõe uma parte da identificação como tag, marca do equipamento e o ano do modelo e mostra última vez que foi feita a manutenção na máquina, tanto a respeito da data quanto a respeito da condição determinada (Poço, horímetro, quilometragem), e se repete para o procedimento atual. Com esse registro é possível acompanhar o uso do equipamento e planejar quanto a próxima manutenção.

Plano de manutenção/inspeção contém todas informações de procedimentos de intervenção de manutenção preventiva e verificação de componentes do equipamento, seguindo os dados obtidos de manuais de algumas máquinas ou de indicações do técnico responsável pela manutenção dos ativos da empresa. Essa seção exhibe esquemas de intervenção de acordo com o período selecionado anteriormente, aponta o que se deve ser substituído, inspecionado ou fluidos a serem completados, contém também as especificações dos sobressalentes, a quantidade de sobressalentes que devem ser aplicados na intervenção, no caso de fluidos a quantidade em litros, e o custo do sobressalente a ser aplicado.

As ordens de serviço para manutenção preventiva apresentam todas informações de intervenção referente ao momento selecionado contendo os mesmos dados demonstrados no plano de manutenção/inspeção, porém se trata de um documento que será impresso para ser encaminhado ao campo para que seja preenchido de acordo com os procedimentos que forem ou não feitos, obtendo assim o registro de toda a intervenção que em seguida retornará para o processo de armazenamento dos dados. O mesmo acontece para a ordem de serviço para manutenção corretiva, mas sem conter os procedimentos pré-estabelecidos.

O repositório se trata do armazenamento de todos dados obtidos através da ordem de serviço, que ao retornar do campo é escaneado e salvo em um diretório virtual.

3.4.1 ESCOLHA DO SOFTWARE

Como a empresa Hidrocon possui muitos equipamentos e cada um deles diversas informações (a periodicidade de intervenção, o registro da falha e as ações de intervenção), se não houver um auxílio computacional, as informações ficaram perdidas.

Segundo Donas (2004), a função do software é auxiliar o sistema de gerenciamento da produção, com o objetivo de proporcionar informações que permitam obter aumento de rentabilidade da empresa, utilização mais eficiente dos recursos de mão-de-obra e de material disponíveis e melhoria no desempenho e confiabilidade dos equipamentos.

Esse software, de acordo com Donas (2004), tem que possuir a capacidade de identificar: o que será feito; quando o serviço será feito; quais recursos serão necessários; quanto tempo será gasto; o custo do serviço. Além dessas características o programa tem que ser de fácil uso e para isso o EXCEL foi a melhor escolha.

3.5 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO

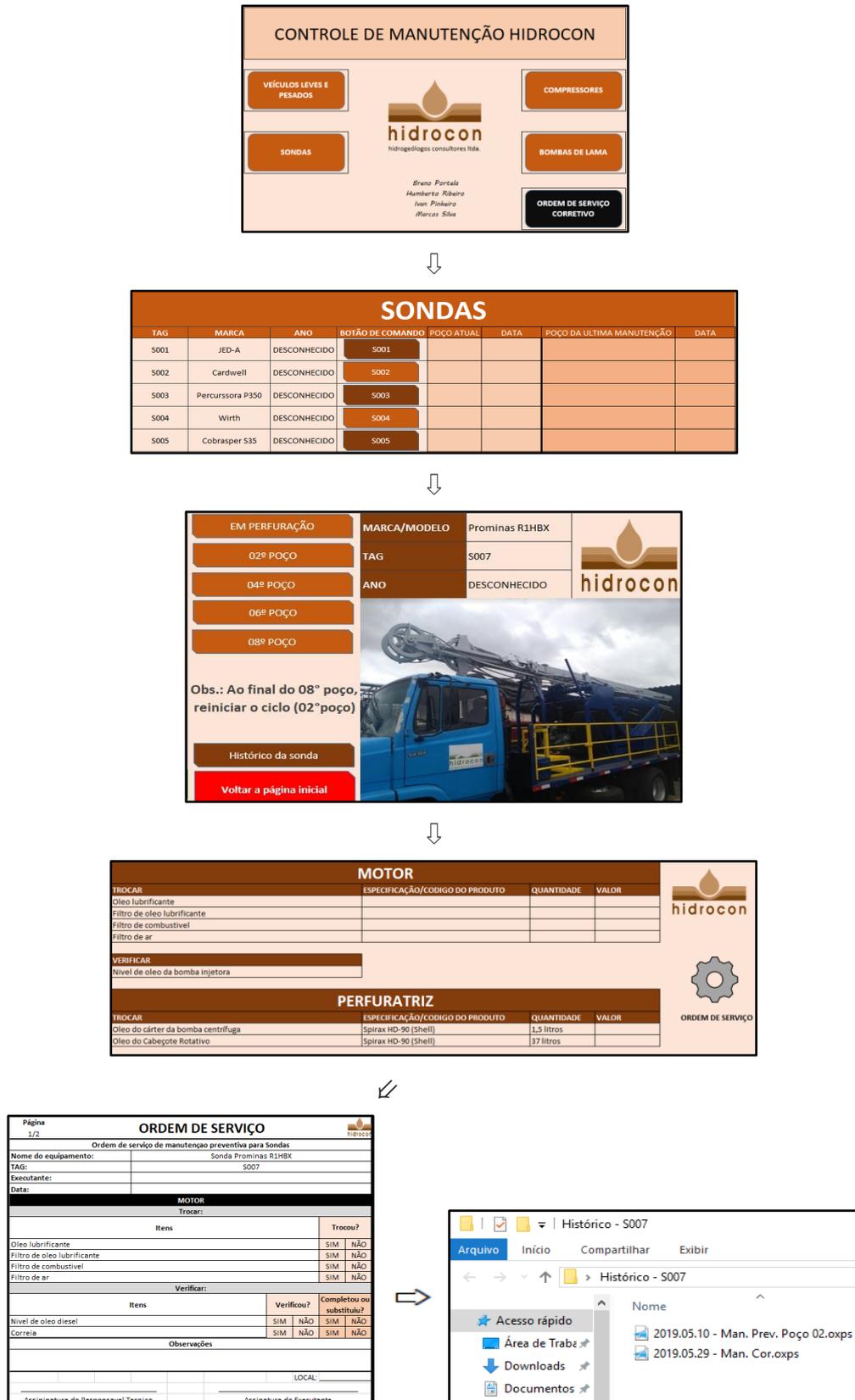
Com os procedimentos de manutenção definidos, a próxima etapa foi a montagem do sistema de gerenciamento de manutenção e os templates das recomendações das ordens de serviço. Os requisitos levantados quanto ao sistema é que ele deveria ter uma simplicidade de manuseio e que as informações fluíssem com uma certa facilidade, e por isso o EXCEL foi escolhido como software a ser usado no projeto.

3.5.1 Estrutura do sistema

Foram feitas as folhas de rosto, a página inicial do sistema, as planilhas com o equivalente a cada equipamento contendo as recomendações de manutenção, os templates de ordem de serviço e um diretório virtual para o repositório das ordens de serviço que retornaram. O procedimento de armazenamento das informações foi determinado como manual, a partir do escaneamento dos documentos usados para

preencher no campo. Como resultado obteve-se um sistema que segue um fluxo como apresentado na figura 21.

Figura 21- Fluxograma do aplicativo



Fonte: Autoria própria.

Para ter o controle do plano de manutenção de forma intuitiva foi feito uma página principal, no qual se escolhe o grupo de equipamento a ser utilizado a partir dos quadrantes 1 e 2 que segue para a folha de controle da família do equipamento selecionado, e também se tem acesso a folha da ordem de serviço para manutenções corretivas pelo quadrante 3, como mostra a figura 22.

Figura 22- Menu do sistema de controle.



Fonte: Autoria própria.

A próxima tela contém informações sobre o grupo, como as TAGs, marcas e ano, o número atual correspondente ao indicador que representa o trabalho (Poço, hora, quilômetro), ou seja, o momento atual que se encontra o equipamento e ao lado sua data. Na coluna ao lado há a informação referente ao indicador da última vez que foi realizada a manutenção acompanhado da sua data ao lado, sendo que todas informações de indicador e data são adicionadas manualmente. Para tanto, basta selecionar o equipamento para ser analisado, como mostra a Figura 23.

Figura 23 - Folha de controle do equipamento.

SONDAS							
TAG	MARCA	ANO	BOTÃO DE COMANDO	POÇO ATUAL	DATA	POÇO DA ULTIMA MANUTENÇÃO	DATA
S001	JED-A	DESCONHECIDO	S001				
S002	Cardwell	DESCONHECIDO	S002				
S003	Percurssora P350	DESCONHECIDO	S003				
S004	Wirth	DESCONHECIDO	S004				
S005	Cobrasper S35	DESCONHECIDO	S005				

Fonte: Autoria própria.

Selecionado o equipamento a ferramenta segue para a folha de rosto do mesmo, representado pela figura 24, apresentando todas as informações gerais de identificação do equipamento, as rotinas de manutenção e o seu ciclo de intervenção.

Figura 24- Banco de dados.

EM PERFURAÇÃO	MARCA/MODELO	Prominas R1HBX	
02º POÇO	TAG	S007	
04º POÇO	ANO	DESCONHECIDO	
06º POÇO			
08º POÇO			
<p>Obs.: Ao final do 08º poço, reiniciar o ciclo (02º poço)</p>			
Histórico da sonda			
Voltar a página inicial			

Fonte: Autoria própria.

Na figura abaixo constam as recomendações de intervenção, que foram retiradas dos manuais dos equipamentos e obtidas através do diálogo com os gerentes da Hidrocon. A figura mostra também o ícone que gera a ordem de serviço que vai ser impressa e entregue ao campo para que após ser preenchida retornará

para ser feito o escaneamento. Na figura 25, 26 e 27 se encontram exemplos das recomendações e da ordem de serviço.

Figura 25 - Recomendação de manutenção.

MOTOR			
TROCAR	ESPECIFICAÇÃO/CODIGO DO PRODUTO	QUANTIDADE	VALOR
Oleo lubrificante			
Filtro de oleo lubrificante			
Filtro de combustivel			
Filtro de ar			

VERIFICAR	
Nivel de oleo da bomba injetora	

PERFURATRIZ			
TROCAR	ESPECIFICAÇÃO/CODIGO DO PRODUTO	QUANTIDADE	VALOR
Oleo do cárter da bomba centrifuga	Spirax HD-90 (Shell)	1,5 litros	
Oleo do Cabeçote Rotativo	Spirax HD-90 (Shell)	37 litros	

LIMPAR	
Filtro de oleo do sistema hidraulico da perfuratriz	
Filtro de oleo do sistema de lubrificação do martelo	
Filtro de oleo do carter da bomba centrifuga	
Filtro de oleo do cabeçote rotativo	





ORDEM DE SERVIÇO

Fonte: Autoria própria.

Figura 26 - Primeira página da OS para intervenção preventiva.

Página 1/2		ORDEM DE SERVIÇO				
Ordem de serviço de manutenção preventiva para Sondas						
Nome do equipamento:	Sonda Prominas R1HBX					
TAG:	S007					
Executante:						
Data:						
MOTOR						
Trocar:						
Itens				Trocou?		
Oleo lubrificante				SIM	NÃO	
Filtro de oleo lubrificante				SIM	NÃO	
Filtro de combustivel				SIM	NÃO	
Filtro de ar				SIM	NÃO	
Verificar:						
Itens			Verificou?		Completo ou substituiu?	
Nivel de oleo diesel			SIM	NÃO	SIM	NÃO
Correia			SIM	NÃO	SIM	NÃO
Observações						
LOCAL: _____						
_____ Assinatura do Responsavel Tecnico			_____ Assinatura do Executante			

Fonte: Autoria própria.

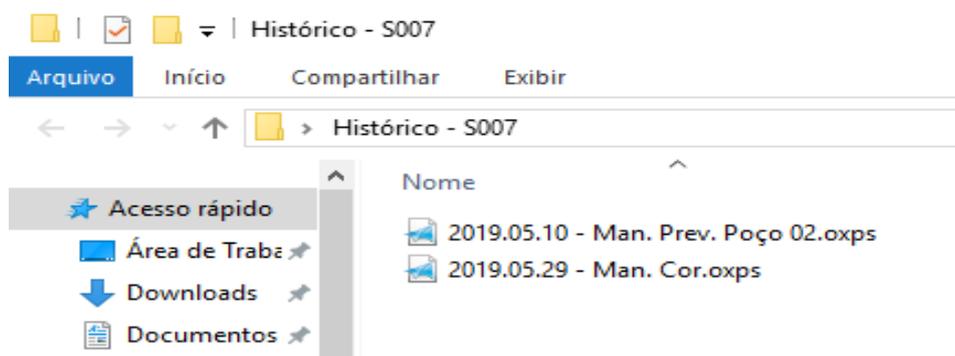
Figura 27 - Primeira página da OS para intervenção corretiva.

Página 1/2	ORDEM DE SERVIÇO		
Ordem de serviço de manutenção corretiva			
Nome do equipamento:			
TAG:			
Executante:			
Data:			
ITENS			
OBSERVAÇÕES			
LOCAL: _____			
_____		_____	
Assinatura do Responsavel Tecnico		Assinatura do Executante	
Página 2/2			

Fonte: Autoria própria.

Na figura 24 há também o campo de histórico do equipamento, o qual, ao ser selecionado, abre uma nova página com a lista de todas as intervenções passadas, como mostra a figura 28. Assim, torna-se possível armazenar e acessar as informações passadas. O padrão adotado para o procedimento de armazenagem é de separar os equipamentos por pastas, para cada arquivo contido na pasta haverá como padrão de nomeação a data da intervenção (seguindo ordem de ano, mês e dia), o tipo de intervenção e o número referente ao trabalho da máquina caso a intervenção seja preventiva. Dessa forma facilita de se pesquisar por qualquer arquivo em específico, devido a organização alfanumérica de arquivos do sistema operacional.

Figura 28 - Repositório das manutenções.



Fonte: Autoria própria.

Ao final do projeto, com o aplicativo (sistema computacional baseado em Excel para a elaboração do plano de manutenção de todos os equipamentos) completo, foi quantificado todas as etapas do trabalho realizado para elaboração do mesmo.

No início do projeto, na categoria de veículos, foram selecionados todos os veículos da empresa totalizando 24 veículos, sendo 6 veículos leves (carros) e 18 veículos pesados (caminhões). Porém, no decorrer do projeto, a empresa cliente se desfez de 3 veículos, sendo 1 veículo leve (vendido) e 2 veículos pesados (vendidos), totalizando ao final do projeto com 21 veículos.

Abaixo é apresentado todo o sistema de forma quantitativa:

- 4 famílias de equipamentos
 - 7 sondas
 - 3 compressores
 - 10 bombas de lama
 - 21 veículos
- 41 folhas de rosto dos equipamentos
- 863 páginas de banco de dados
- 865 ordens de serviços
- 1780 links criados para deixar o sistema mais dinâmico e facilitar o manuseio

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acompanhada pela empresa Hidrocon, a equipe do projeto pode desenvolver o sistema de gestão da manutenção, ofertando uma ferramenta adequada para o registro e acompanhamento das manutenções feitas e as planejadas, além de atender os requisitos apontados no início do projeto. Sendo assim, o sistema apresenta uma identificação para cada equipamento, um diretório destinado ao armazenamento das intervenções e os procedimentos de manutenção a serem planejados ao longo do tempo, junto com as folhas de ordem de serviço.

Na elaboração deste trabalho, buscou-se atender a necessidade do cliente, de ter um sistema simples, de fácil manuseio, desenvolvido em planilhas, e capaz de armazenar as informações geradas nas manutenções dos equipamentos além de ter um fácil acesso às informações.

O sistema se encontra em fase de implementação, e deverá permitir que a gestão da Hidrocon possa controlar e acompanhar as atividades de manutenção dos equipamentos, otimizando as intervenções, reduzindo os tempos de indisponibilidade, reduzindo os custos dos reparos e promovendo futuras melhorias com base nas informações dos históricos armazenados.

Foi sugerido a Hidrocon, que na fase de implementação, a mesma possa contar com o suporte de um dos membros da equipe de trabalho, que além de implementar nos computadores da empresa, faria o treinamento do funcionário que será responsável pelo manuseio das informações das atividades de manutenção.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Hugo. **Devo Trocar o Óleo Se o Nível Ainda Está Alto**. 2018. Disponível em: <<http://hugoalmeida.com.br/devo-trocar-o-oleo-se-o-nivel-ainda-esta-alto/>>. Acesso em: 13 jul. 2019.

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

BENEVENUTI, Lucas. **Sistema de gerenciamento de manutenção de peças e equipamentos**. In: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, 2014, Passo Fundo. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul- Riograndense [...]. [S. l.: s. n.], 2014. Disponível em: <<https://painel.passofundo.ifsul.edu.br/uploads/arq/20160330215051663534777.pdf>>. Acesso em: 21 mai. 2019.

Curva da Banheira e a Taxa de Falhas. Manutenção em foco. 2017. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/curva-da-banheira/>. Acesso em: 19 jul. 2019.

Cyrino, Luis. **Definição de TAG de Máquinas e Equipamentos**. 2016. Disponível em: <<https://www.manutencaoemfoco.com.br/definicao-de-tag/>>. Acesso em: 17 jul. 2019

Cyrino, Luis. **Corretiva Planejada, oportuna e necessária**. 2017. Disponível em: <<https://www.manutencaoemfoco.com.br/corretiva-planejada-oportuna/>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

DONAS, Manoel Luiz Martins. **A Gestão da Manutenção de Equipamentos em uma Instituição Pública de C&T em Saúde**. 2004. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão de C&t em Saúde, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://jetaconsul.dominiotemp>

orario.com/doc/Gestao_da_Manutencao_em_Uma_Instituicao_Publica_de_Saude.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2019.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark. 2001.

LIMA, José Ricardo Tavares de; SANTOS, Alisson Bandeira; SAMPAIO, Ribeiro. **Sistemas De Gestão Da Manutenção**. Encontro nacional de engenharia de produção. 2010, São Carlos. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ene_gep2010_TN_STO_113_743_16105.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2019.

MARTINS, Marlon. **Gestão da manutenção: o que isso significa?**. 2019. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/gestao-da-manutencao>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

MARTINS, Rosemary. **Análise do Modo de Falha e Seus Efeitos (FMEA)**. 2013. Disponível em: <<https://blogdaqualidade.com.br/analise-de-modos-de-falhas-e-efeitos-fmea/>>. Acesso em 15 jul. 2019.

MEGIOLARO, Marcello Rodrigo de Oliveira. **Indicadores de manutenção industrial relacionados à eficiência global de equipamentos**. In: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, 2015, Pato Branco. [...]. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8109/1/PB_COELT_2015_1_09.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2019.

PEREIRA, Pedro Miguel de Sá. **Planos de Manutenção Preventiva Manutenção de Equipamentos Variáveis na BA Vidro, SA**. In: PROJECTO DE DISSERTAÇÃO EM EMPRESA, 2009, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Projecto de Dissertação em Empresa [...]. [S. l.: s. n.], 2009. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60372/1/000134625.pdf>>. Acesso em: 30 mai. 2019.

PRODUZZI. **Tpm – Conheça Essa Ferramenta De Melhoria Contínua**. 2018. Disponível em: <<https://produzzi.com/tpm-conheca-essa-ferramenta-de-melhoria-continua/>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

SCHMITT, José Claudemir. **Método da Análise de Falha Utilizando as Ferramentas DMAIC, RCA, FTA E FMEA**. *in*: Programa de pós-graduação em engenharia de produção, 2013, Santa Barbara d'Oeste. [...]. [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: <https://www.unimep.br/phpg/bibdig/pdfs/docs/17092013_144838_joseschmitt.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2019.

SILVA, Joisiane Roberta dos Santos; SOUZA, Luciana Aparecida Dutra; CASTRO, Luiza Zambalde de; FERREIRA, Thaís Alves; CAMPOS, Magno Silveiro. **Análise de Confiabilidade: um Estudo de Caso**. Encontro nacional de engenharia de produção. 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_211_252_28289.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2019.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **A confiabilidade e a manutenção dos ativos industriais**. 2012. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/a-confiabilidade-e-a-manutencao-dos-ativos-industriais/>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

SOUZA, Fabio Januario. **Melhoria do pilar “manutenção planejada” da TPM através da utilização do RCM para nortear as estratégias de manutenção**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. *in*: Tese de Mestrado. 2004. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/fabio_januario_souza.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2019.

TELES, Jhonata. **Curva PF: O que é e como usar**. 2018. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/curva-pf/>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

TELES, Jhonata. **Tipos de Manutenção de acordo com a NBR 5462**. 2019. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/tipos-de-manutencao/>>. Acesso em: 13 jul. 2019.

Termografia/ Imageamento Térmico. Zirmatech. 2012. Disponível em: <<http://www.zirmatech.com.br/zirmatech2012/termografia>> Acesso em 17 jul. 2019.

TOGAWA, Victor. **Eficiência Energética em Sistemas de Vapor 2: Vazamentos**. 2018. Disponível em: <<https://togawaengenharia.com.br/blog/eficiencia-energetica-em-sistemas-de-vapor-2-vazamentos/>>. Acesso em 17 jul. 2019.

TROJAN, Flavio; MARÇAL, Rui Francisco Martins; BARAN, Leandro Roberto. **Classificação dos tipos de manutenção pelo método de análise multicritério electre TRI**. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Natal, p. 1-15, 16 jul. 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8109/1/PB_COELT_2015_1_09.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2019.

APÊNDICE A - TABELA DO ESTUDO DE REGIME DE TRABALHO, EQUIPAMENTOS RESERVAS E TEMPO DE REPARO

Tabela 3 – Regime de trabalho, equipamentos reservas e tempo de reparo de equipamentos operacionais.

REGIME DE TRABALHO			EQUIPAMENTOS RESERVAS E TEMPO DE REPARO								
EQUIPAMENTOS	TAG	Tipo	Regime de trabalho	Período de obra	Quantidade reserva	Peça reserva	Tempo de troca (reparo)	Ciclo de vida	Local da manutenção		
Sonda JED-A	S001	Sondas	Operação 24h/dia (operação contínua de 10h com 1h de espera)	40 dias	0 uni	Swivel (1 uni). Para substituir todos modelos	60h	2,5 anos (15 poços)	OBRA e se quebrar		
Sonda Cardwell	S002					Motor (Óleo, Filtro e Correia)	4h	60 dias (1-2 poços)	BASE		
Sonda Percussora P350	S003					Catarina	2h	2 anos	BASE		
Sonda Wirth	S004					Cabo de Aço	8h	Verifica a cada 6 meses	BASE		
Sonda Cobrasper 535	S005					Mastro	5 dias	2 anos	BASE		
Sonda T50	S006										
Compressor Chicago	C001	Compressores	Operação contínua de 12h/2h nos últimos 03 dias da obra	40 dias	0 uni				BASE		
Compressor Chicago	C002										
Compressor Ingersoll Rand Spirto Flow	C003										
Compressor PEG	C004										
Compressor Atlas	C005										
Bomba de Lama Mission	BL001	Motobomba	Operação 24h/dia (operação contínua de 10h com 1h de espera)	40 dias	1 uni	01 Bomba (Luva, Carcaça, Rotor, Espelho); Para substituir os dois modelos	2h	20 dias	BASE		
Bomba de Lama Mission	BL002										
Bomba de Lama Mission	BL003										
Bomba Magnum	BL004										
Bomba Magnum	BL005										
Bomba Magnum	BL006										
Bomba Magnum	BL008										
Bomba Magnum	BL009										
Bomba Magnum	BL010										
Bomba Magnum	BL011										

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4 – Regime de trabalho, equipamentos reservas e tempo de reparo de equipamentos de logística.

EQUIPAMENTOS	REGIME DE TRABALHO				EQUIPAMENTOS RESERVAS E TEMPO DE REPARO				
	TAG	Tipo	Regime de trabalho	Período de obra	Quantidade reserva	Pega reserva	Tempo de troca (reparo)	Ciclo de vida	Local da manutenção
Doblo	VL001	Veículos Leves (usados para transporte de pessoas a obras)	Tempo de trabalho depende da distância entre a Empresa e a obra	40 dias	0 uni (na obra)	0 uni	Tempo de reparo depende da distância entre a Empresa e a obra	-	-
Strada	VL006								
Montana (QZK-5606)	VL002								
Montana (QZK-8164)	VL003								
Montana (PIC-2028)	VL004								
Gol	VL005								
F350 R-81A	VP001								
F350 G	VP002								
Cargo 1722	VP003								
Cargo 1317E	VP004								
Cargo 2428F	VP005	Veículos Pesados	Tempo de trabalho depende da distância entre a Empresa e a obra	40 dias	0 uni (na obra)	0 uni	Tempo de reparo depende da distância entre a Empresa e a obra	-	-
Scania 1115 Vabis	VP007								
VW 17.180 Euro 3 Worker (KKV-4008)	VP012								
VW 13.180	VP018								
VW 17.210	VP017								
VW 15.190	VP010								
VW 23.220 (JPU-4059)	VP011								
VW 17.180 Euro 3 Worker (KKR-7168)	VP013								
VW 23.220 (HZZ-8376)	VP014								
VW 17.180	VP016								
MB Axor 33405 6x4	VP008								
MB 1113	VP006								
MB 1418	VP015								
MB 11620	VP009								

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE B - TABELA DE TAGS

Tabela 5 - Lista dos equipamentos tagueados.

EQUIPAMENTOS	TAG Geral	TAG resumido “Sistema”
Sonda JED-A	OPR-S-001	S001
Sonda Cardwell	OPR-S-002	S002
Sonda Percurssora P350	OPR-S-003	S003
Sonda Wirth	OPR-S-004	S004
Sonda Cobrasper S35	OPR-S-005	S005
Sonda T50	OPR-S-006	S006
Sonda Prominas R1HBX	OPR-S-007	S007
Compressor Chicago	OPR-C-001	C001
Compressor Chicago	OPR-C-002	C002
Compressor PEG	OPR-C-004	C004
Bomba de Lama Mission	OPR-BL-001	BL001
Bomba de Lama Mission	OPR-BL-002	BL002
Bomba de Lama Mission	OPR-BL-003	BL003
Bomba Magnum	OPR-BL-004	BL004
Bomba Magnum	OPR-BL-005	BL005
Bomba Magnum	OPR-BL-006	BL006
Bomba Magnum	OPR-BL-008	BL008
Bomba Magnum	OPR-BL-009	BL009
Bomba Magnum	OPR-BL-010	BL010
Doblô	LOG-VL-001	VL001
Montana (OZK-5606)	LOG-VL-002	VL002
Montana (OZK-8164)	LOG-VL-003	VL003
Montana (PJC-2028)	LOG-VL-004	VL004
Gol	LOG-VL-005	VL005
Strada	LOG-VL-006	VL006
F350 R-B1A	LOG-VP-001	VP001
Cargo 1722	LOG-VP-003	VP003
Cargo 1317E	LOG-VP-004	VP004

Cargo 2428F	LOG-VP-005	VP005
MB Axor 33405 6x4	LOG-VP-008	VP008
MB L1620	LOG-VP-009	VP009
VW 15.190	LOG-VP-010	VP010
VW 23.220 (JPU-4053)	LOG-VP-011	VP011
VW 17.180 Euro 3 Worker (KKV-4008)	LOG-VP-012	VP012
VW 17.180 Euro 3 Worker (KKR-7168)	LOG-VP-013	VP013
VW 23.220 (HZZ-8376)	LOG-VP-014	VP014
MB 1418	LOG-VP-015	VP015
VW 17.180	LOG-VP-016	VP016
VW 17.210	LOG-VP-017	VP017
VW 13.180	LOG-VP-018	VP018

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE C - ORDEM DE SERVIÇO COMPLETA

Figura 29 – Ordem de Serviço da Sonda Prominas.

Página 1/2		ORDEM DE SERVIÇO							
Ordem de serviço de manutenção preventiva para Sondas									
Nome do equipamento:		Sonda Prominas R1HBX							
TAG:		S007							
Executante:									
Data:									
MOTOR									
Trocar:									
Itens						Trocou?			
Oleo lubrificante						SIM	NÃO		
Filtro de oleo lubrificante						SIM	NÃO		
Filtro de combustivel						SIM	NÃO		
Filtro de ar						SIM	NÃO		
Verificar:									
Itens						Verificou?		Completo ou substituiu?	
Nivel de oleo diesel						SIM	NÃO	SIM	NÃO
Correia						SIM	NÃO	SIM	NÃO
PERFURATRIZ									
Trocar:									
Itens						Trocou?			
Oleo do cárter da bomba centrífuga						SIM	NÃO		
Oleo do Cabeçote Rotativo						SIM	NÃO		
Verificar:									
Itens						Verificou?		Completo ou substituiu?	
Nivel de oleo do sistema hidraulico da perfuratriz						SIM	NÃO	SIM	NÃO
Nivel de oleo do sistema de lubrificação do martelo						SIM	NÃO	SIM	NÃO
Nivel de oleo do carter da bomba centrífuga						SIM	NÃO	SIM	NÃO
Nivel de oleo do cabeçote rotativo						SIM	NÃO	SIM	NÃO
Estado das gaxetas da bomba centrífuga						SIM	NÃO	SIM	NÃO
Estado das gaxetas da bombas alternativas						SIM	NÃO	SIM	NÃO
Estado das gaxetas do sistema de lama do cabeçote rotativo						SIM	NÃO	SIM	NÃO
Existencia de vazamento de lama de perfuração no swivel do cabeçote						SIM	NÃO	SIM	NÃO
Lubrificar:									
Itens						Lubrificou?		Completo ou substituiu?	
Rosca de haste						SIM	NÃO	SIM	NÃO
Todos os pontos de lubrificação da máquina						SIM	NÃO	SIM	NÃO

Limpar:				
Itens	Limpou?		Completo ou substituiu?	
	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Filtro de óleo do sistema hidráulico da perfuratriz	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Filtro de óleo do sistema de lubrificação do martelo	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Filtro de óleo do carter da bomba centrífuga	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Filtro de óleo do cabeçote rotativo	SIM	NÃO	SIM	NÃO
GUINCHOS				
Trocar:				
Itens	Trocou?			
	SIM	NÃO		
Oleo do freio multidisco	SIM	NÃO		
Verificar:				
Itens	Verificou?		Completo ou substituiu?	
	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Nível de óleo do redutor	SIM	NÃO	SIM	NÃO
JATO D'ÁGUA				
Trocar:				
Itens	Trocou?			
	SIM	NÃO		
Oleo do carter da bomba	SIM	NÃO		
Lubrificar:				
Itens	Lubrificou?		Completo ou substituiu?	
	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Pistões e gaxetas	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Observações				
LOCAL: _____				
_____			_____	
Assinatura do Responsável Técnico			Assinatura do Executante	
Página 2/2				

Fonte: Autoria própria.