



Tiago Cristian Daniel

**IMPLEMENTAÇÃO DE PROCEDIMENTO PADRÃO PARA ANÁLISE
GRAVIMÉTRICA EM UM LABORATÓRIO DE MATERIAIS**

Horizontalina - RS

2019

Tiago Cristian Daniel

**IMPLEMENTAÇÃO DE PROCEDIMENTO PADRÃO PARA ANÁLISE
GRAVIMÉTRICA EM UM LABORATÓRIO DE MATERIAIS**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em engenharia de Produção na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Prof. Sirnei César Kach, Me.

Horizontina - RS

2019

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de
curso

"Implementação de procedimento padrão para análise gravimétrica em
um Laboratório de Materiais"

Elaborada por: Tiago Cristian Daniel

Nome do Autor

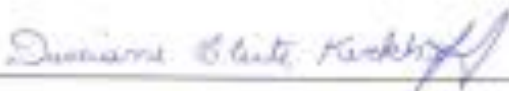
Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção

Aprovado em: 03/12/2019
Pela Comissão Examinadora

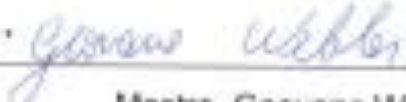


Mestre. Símei César Kach

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador



Mestre. Darciane Eliete Kerkhoff
FAHOR – Faculdade Horizontina



Mestre. Geovane Webler
FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina - RS

2019

Dedico este trabalho em especial para meu pai Valdir, minha mãe Irene, minha esposa Luciane e minha filha Emanuely que sempre me ajudaram de uma forma ou outra, sempre me apoiando e incentivando nas horas difíceis.

AGRADECIMENTO

Agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram neste período de aprendizagem, e me ajudaram a superar as dificuldades.

Você nasceu para vencer, mas para ser um vencedor você precisa planejar para vencer, se preparar para vencer, e esperar vencer.

(Zig Ziglar)

RESUMO

Com o mercado altamente competitivo, as empresas buscam oportunidades para melhorar seus níveis de qualidade por meio de procedimentos cada vez mais enxutos, custos reduzidos, alta produtividade e projetos bem definidos desde a geração, nas primeiras fases. Melhorar os níveis de qualidade dos produtos é uma tarefa diária da empresa em questão, relacionada à satisfação do cliente com produtos de alto desempenho e tecnologia diferenciada.

O trabalho tem como objetivo a implementação do processo de análises gravimétricas no laboratório de materiais, em uma empresa de grande porte do agronegócio do RS, desenhando o processo a ser seguido para a realização das análises. As máquinas e equipamentos foram compradas e instalados para a realização da análise.

A metodologia utilizada é definida como a pesquisa-ação, devido ao envolvimento ativo do pesquisador, com o desenvolvimento de fluxo de todo processo. O fluxo do processo de análises gravimétricas foi desenvolvido e criada as prioridades.

Palavras-chave: Análise gravimétrica, contaminações, sistema hidráulico.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Conexão com contaminantes	12
Figura 2 – Anel o-ring com contaminantes	12
Figura 3 – Válvula com contaminantes	13
Figura 4 – Gráfico de defeitos X defeitos por consequência de sujidades na empresa	14
Figura 5 – I Gráfico problemas de sujidades na empresa	14
Figura 6 – Gráfico defeitos X defeitos por consequência de sujidade no campo ..	15
Figura 7 – Gráfico problemas de sujidades no campo	16
Figura 8 – Fluxograma do processo atual	32
Figura 9 – Fases dos processos	34
Figura 10 – Fluxograma do processo	35
Figura 11 – Matriz GUT	35
Figura 12 – Fluxograma do prioridades.....	36
Figura 13 – Processo de filtragem.....	37
Figura 14 – Membrana para filtragem	39
Figura 15 – Capela de exaustão	40
Figura 16 – Microscópio	40
Figura 17 – Bomba de vácuo	41
Figura 18 – Balança analítica	42
Figura 19 – Forno de secagem	43
Figura 20 – Fluxograma de disposição após análise gravimétrica	45
Figura 21 – Formulário de solicitação de serviço	46
Figura 22 – Desenho com especificações de contaminações.....	47
Figura 23 – Planilha com os resultados	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	TEMA	10
1.2	DELIMITAÇÃO DO TEMA	10
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.4	HIPÓTESES	16
1.5	JUSTIFICATIVA	17
1.6	OBJETIVOS	18
1.6.1	Objetivo Geral.....	18
1.6.2	Objetivos Específicos	18
2	REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1	ANÁLISES GRAVIMÉTRICAS	20
2.2	CONTAMINAÇÃO EM SISTEMAS HIDRÁULICOS	20
2.3	QUALIDADE	21
2.4	SATISFAÇÃO DO CLIENTE	22
2.5	SISTEMA HIDRÁULICO.....	22
2.6	TUBULAÇÃO HIDRÁULICA.....	23
2.7	FILTRO.....	23
2.8	PÓS-VENDA	23
2.9	LUBRIFICAÇÃO	24
2.10	VISCOSIDADE	24
2.11	CONTAMINAÇÃO EM FLUIDOS	24
2.12	DESENVOLVIMENTO DE FORNECEDORES.....	25
2.13	GARANTIA DE QUALIDADE DO FORNECEDOR.....	25
2.14	DESEMPENHO DO FORNECEDOR	25
2.15	MAPEAMENTO DO PROCESSO	26
2.16	PROCEDIMENTOS PADRÃO.....	26
2.17	SEQUENCIAMENTO DE OPERAÇÕES.....	26
2.18	PLANOS DE AÇÃO	27
2.19	ANÁLISE CRÍTICA DO PROCESSO	27
2.20	VALIDAÇÃO DO PROCESSO	27
2.21	ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA.....	28
3	METODOLOGIA	29
3.1	MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	29
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	31
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	31
4.2	APRESENTAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL	32
4.3	DEFINIÇÃO DO PROCESSO NOVO.....	33
4.4	PROCEDIMENTO DE ANÁLISES	36
4.4.1	Pré-filtragem do Solvente	36
4.4.2	Preparação das membranas de filtro.....	37
4.4.3	Processo de lavagem dos itens.....	37
4.4.4	Entrega dos resultados.....	38
4.4.5	Materiais e equipamentos	39
4.5	DEFINIÇÕES A SEREM CONSIDERADAS.....	43
4.5.1	FASES DO PROCESSO DE ANÁLISES GRAVIMÉTRICAS	44
	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICE – RELATÓRIO FINAL	54

1 INTRODUÇÃO

Mediante a um mercado fortemente competitivo, as empresas buscam novas opções para melhorar seus níveis de qualidade por meio de processos cada vez mais enxutos, com custos reduzidos, produtos robustos, alta produtividade e com projetos bem definidos desde a criação. Segundo Campos (2004), a qualidade não engloba exclusivamente a ausência de defeitos, entretanto atende perfeitamente, de forma transparente, acessível, segura e no tempo certo às carências do cliente.

O tema do estudo é a criação do processo de análises gravimétricas, para garantir o menor número possível de contaminantes nos sistemas hidráulicos dos conjuntos montados.

O projeto de implementação de análises gravimétricas e tamanho de partículas, surgiu devido a necessidade de medir o nível de limpeza em mangueiras, tubos, conexões, fundidos que tenham contatos com óleos e graxas, blocos hidráulicos e anéis o-ring para controlar possíveis sujidades. Há necessidade de um controle devido a registros de problemas de contaminações já nos testes internamente, e também por causa dos retornos de garantias de campo. O processo de análises gravimétricas tem como visão geral eliminar problemas de contaminação dos fluidos que prejudicam os funcionamentos dos componentes dos equipamentos.

O objetivo é realizar inspeção de limpeza e determinar o nível de contaminação, medindo o tamanho, nível particulado e o volume de sólidos presente em cada componente analisado, aprovando ou reprovando a análise levando em conta as especificações pré-determinada pelos projetos. Serão analisadas peças de estoque, recebimento e produção.

O estudo tem como objetivo coletar dados correlacionados com as normas de verificação de sujidades, definir o processo e critérios para realização das análises gravimétricas.

A análise gravimétrica, consiste em avaliação física de componentes hidráulicos com o uso de solventes específicos para a aplicação, seguido de um processo de lavagem dos componentes, filtragem do solvente, separação, medição das partículas e avaliação dos resultados.

A finalidade do processo é identificar e conter problemas relacionados a contaminação dos sistemas hidráulicos dos produtos. Neste contexto o projeto para

medir o nível de contaminação dos componentes hidráulicos que são montados nos produtos da empresa, justifica-se pelo alto nível de problemas relacionados a contaminações nos sistemas hidráulicos, problemas que, caso não atacados nos testes internos afetam diretamente os clientes no campo.

1.1 TEMA

Estudo para estruturação do processo na análise gravimétrica com foco na garantia do baixo nível de sujidades em componentes hidráulicos.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

As sujidades podem afetar o desempenho dos equipamentos de forma a comprometer as atividades desenvolvidas, como obstruir uma passagem de um bloco hidráulico, por exemplo, diminuir a vazão de uma mangueira e trancar as válvulas.

Considerando o contexto envolvido e já apresentado parcialmente, devido os problemas relatados nos testes internos e reportados de campo, estará sendo proposto o desenvolvimento de um processo de análises gravimétricas. Essa atividade é realizada no laboratório de materiais da organização. Para uso deste suporte, qualquer área que tenha necessidade de análise, o qual tem por objetivo medir o nível particulado de sistemas hidráulicos, na área da qualidade.

Portanto, com base no apresentado anteriormente a pesquisa se delimita na geração de um processo padrão de operação dos ensaios gravimétricos. Esta necessidade se dá devido ao histórico de problemas de sujidades nos componentes hidráulicos que afetam diretamente o cliente no campo.

O processo irá impactar tanto peças que estão em estoque interno da fábrica para serem montados, quanto peças que estão no almoxarifado e peças de amostras iniciais de itens em desenvolvimento.

A implementação do processo de forma robusta mapeando todas as peças com necessidades de avaliação do nível de limpeza, desta forma melhorando a qualidade dos produtos e a experiência do cliente.

O trabalho delimita-se na implementação do processo de análises gravimétricas.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O problema encontrado na empresa em estudo é a falta de um processo de verificação do nível de contaminação por sujidades dos componentes hidráulicos, a consequência que o problema traz é o mau desempenho dos componentes contaminados, ou até mesmo parada de máquina no campo.

Quando um novo componente do sistema hidráulico é desenvolvido, são definidos os níveis de contaminações aceitáveis. A empresa não tem o processo de análises gravimétricas como recurso para verificação da análise e certificação que o fornecedor está controlando este processo, os produtos são montados sem nenhum tipo de inspeção para contaminações.

Após a fabricação dos componentes do sistema hidráulico no fornecedor, os itens passam por algumas etapas, como:

- Estoque no fornecedor;
- Transporte;
- Estoque na empresa;
- Transporte interno empresa em estudo.

Neste período de transição da fabricação até a montagem final, os itens podem adquirir contaminações.

Conforme Figura 1 a conexão está com sujidades na parte interna, esse fator pode ter ocorrido devido a conexão estar sem um tampão de proteção.

Figura 1 – Conexão com contaminantes



Fonte: O autor

Estas sujidades poderão ocasionar problemas no sistema hidráulico dos equipamentos. Pode ser observado o tamanho do contaminante que poderá trancar a passagem de óleo causando grandes problemas.

A Figura 2 relata problemas de contaminações em anel o-ring, devido as peças não estarem dentro de uma embalagem correta, com o processo de transporte e estoque adquiriu contaminações.

Figura 2 – Anel o-ring com contaminantes



Fonte: O autor

Os anéis o-ring deveriam estar dentro de uma embalagem lacrada para não adquirir sujidades e levar para dentro do sistema hidráulico quando montados.

Outro fator relevante que impacta em qualidade e gera retrabalhos, é o caso de válvula com limalhas de ferro que podem limitar as funções da mesma, conforme Figura 3. As válvulas têm a função de aumentar ou diminuir a vazão de óleo dentro de um bloco hidráulico, as válvulas têm pequenos furos para passagem do óleo, caso estes furos são trancados com sujidades, haverá problemas no desempenho do equipamento.

Figura 3 – Válvula com contaminantes



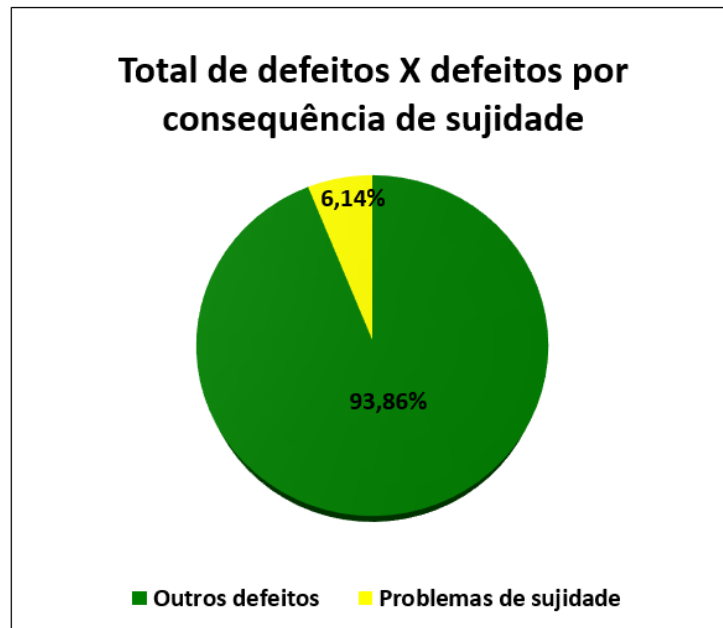
Fonte: O autor

Estes contaminantes de ferro podem ser gerados por algum processo do fabricante ou também do produto em funcionamento.

A sujidades geram problemas nos sistemas hidráulico, há muitos casos relatados devido a contaminações, foram levantados os números reportados de campo e também números cadastrados dentro da empresa. Com o histórico de problemas que vem ocorrendo com as contaminações nos sistemas hidráulicos é necessário tomar alguma medida de prevenção dos próximos lotes recebidos, para controle dos relatos de problema e satisfação do cliente.

Na Figura 4, segue histórico de problemas encontrados dentro da empresa, onde pode ser observado que do total de defeitos, 6,14% são defeitos que afetarão o produto final.

Figura 4 – Gráfico de defeitos X defeitos por consequência de sujidades na empresa



Fonte: O autor

Cadastros registrados no período de outubro de 2018 até outubro de 2019.

Os defeitos causados pelas sujidades são as contaminações 4%, funcionamento inadequado/intermitente 22,46%, vazamento 68,54% e ruído 5% conforme Figura 5.

Figura 5 – Gráfico problemas de sujidades na empresa

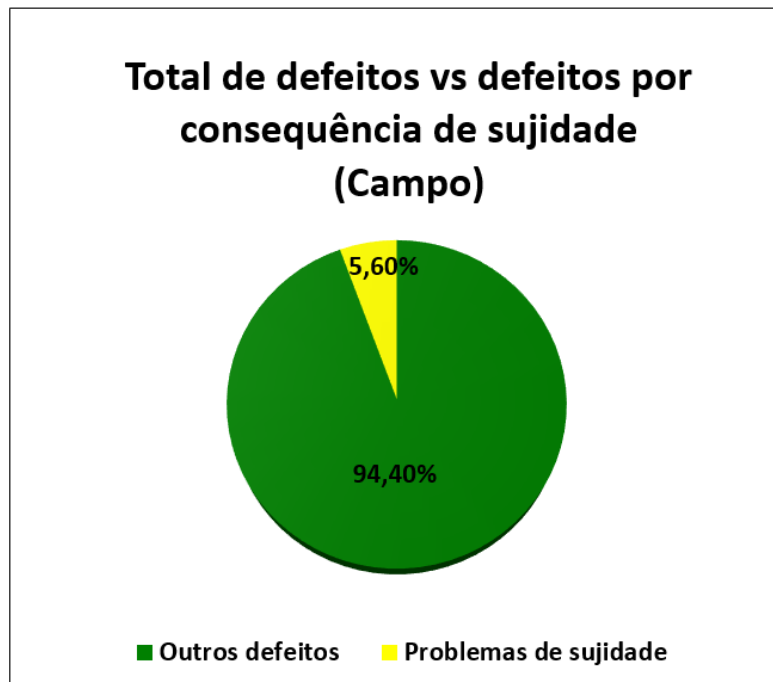


Fonte: O autor

Estes problemas são encontrados nos processos de montagem, revisão e testes finais, sendo que o maior dos problemas causados pelas sujidades são os vazamentos.

Também foram levantadas as porcentagens de defeitos reportados por garantias conforme Figura 6, que são problemas encontrados pelo cliente, deste total 5,60% são defeitos que afetam o produto no campo.

Figura 6 – Gráfico defeitos X defeitos por consequência de sujidade no campo

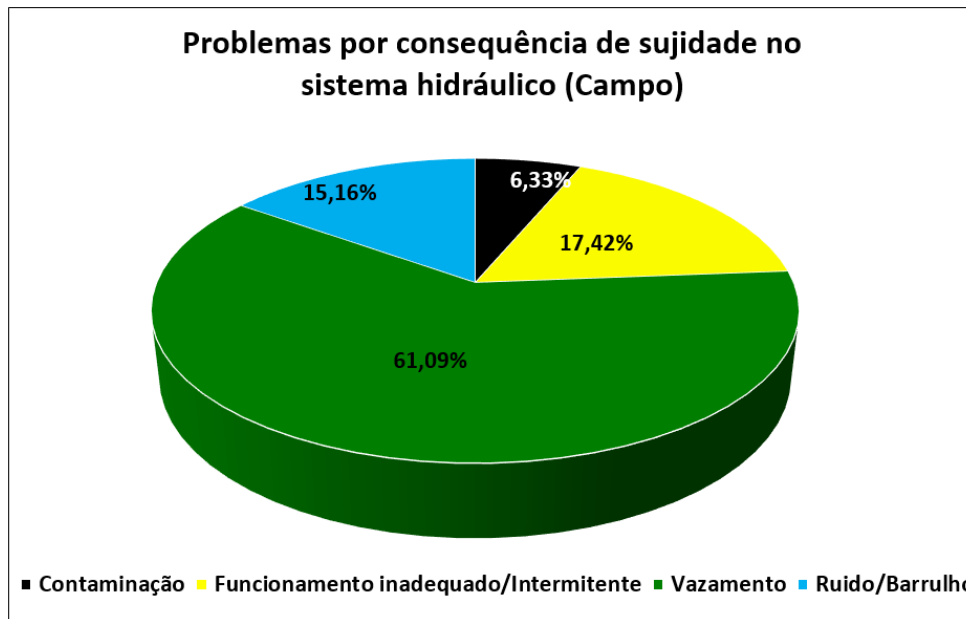


Fonte: O autor

Estes dados são do período de setembro de 2018 a fevereiro de 2019 (para campo o período de avaliação de garantias é dos últimos 6 meses a partir de um nível X de maturidade dos produtos de campo).

O vazamento engloba 61,09% dos retornos causados pelas sujidades é o maior problema encontrado no campo, funcionamento inadequado/intermitente envolve 17,42%, ruído/barulho 15,16% e as contaminações 6,33% conforme Figura 7.

Figura 7 – Gráfico problemas de sujidades no campo



Fonte: O autor

Os defeitos encontrados nos sistemas hidráulicos são causados devido as sujidades impedirem a passagem de óleo em alguma parte do sistema hidráulico, com a pressão de acionamento dos comandos, acaba gerando vazamentos em blocos hidráulicos, selos, vedações, conexões e até rompimento de mangueiras, também ocorrem ruídos e funcionamento inadequado no sistema.

A implementação de um processo padrão para análise gravimétrica nos componentes hidráulicos, realmente é a melhor alternativa e que irá solucionar os problemas de contaminação e reduzir a falhas recorrentes dos problemas de campo?

1.4 HIPÓTESES

A análise gravimétrica busca soluções para resolver os problemas de sujidades em componentes hidráulicos, as contaminações afetam o sistema hidráulico impossibilitando o desempenho e funções dos equipamentos montados pela empresa em estudo, este problema pode afetar diretamente o cliente causando paradas nas atividades, segue proposta de melhoria do processo:

- Implementação do processo de análises gravimétrica.

A proposta exposta irá ajudar no controle de contaminações para que peças com altos níveis de sujidades não sejam montados nos sistemas hidráulicos. Peças do sistema com suspeitas de sujidades e novos projetos serão enviados para o

laboratório para fazer a verificação de contaminações. A análise consiste em lavar a peça com solvente, filtrar, secar, pesar para verificar qual o nível de sujidades e medir o tamanho das partículas, caso os resultados ultrapassem o especificado o material não será montado.

- A implementação das análises gravimétricas irá ajudar a diminuir as falhas nos sistemas hidráulicos, problema que vem causando muitas paradas dos equipamentos no campo.
- Com a implementação do processo de análises gravimétricas, estima-se uma redução de 40% baseado no indicador da Figura 04 de defeitos internos, e Figura 06 defeitos externos. Esse percentual está estimado para 2020, relacionado com os problemas ligados com sujidades nos sistemas hidráulicos.

1.5 JUSTIFICATIVA

Este projeto de trabalho de final de curso, aplicado em uma empresa de máquinas agrícolas localizado na região Noroeste do Rio Grande do Sul RS, justifica-se devido a grandes problemas encontrados em mangueiras, tubos, conexões, fundidos que tenham contatos óleos e graxas, blocos hidráulicos e anéis o-ring. Devido ao aumento de problemas encontrados, e por não ter um controle dos produtos montados com a contenção de sujidades, a área da qualidade tomou a decisão de controlar estes problemas com a implementação de análises gravimétricas.

Este trabalho irá desenvolver todo o processo que será seguido para realização de análises gravimétricas, todos os processos de controle para as peças serem encaminhadas para o laboratório realizar as análises, serão analisadas uma amostragem do lote conforme solicitado. Com esse procedimento de análises gravimétricas acredita-se que diminuirá os problemas de contaminações dos sistemas hidráulicos. A implementação de análises gravimétricas é um projeto de baixo investimento, sendo que não será necessário a adição de mais uma pessoa para realização da atividade.

Devido a não haver nenhuma forma de controle atualmente para este problema, a empresa recebe muitos retornos de clientes informando problemas de falhas e até mesmo paradas de máquinas devido a problemas nos sistemas

hidráulicos, isso gera altos custos de garantias, quando o problema ocorre dentro da empresa o equipamento tem que ser retrabalhado não agregando valor.

Com a maturidade dos dados coletados de garantia e de fábrica no ano de 2019, em 2021 podemos comparar com o planejado e verificar a eficiência do processo com o estimado.

A implementação da análise gravimétrica tornar-se viável com a diminuição de problemas ocorridos em campo, também contribuirá para a diminuição dos problemas reportados para as concessionárias que irá contemplar na redução de garantias pagas e melhor satisfação dos clientes.

As sujidades nos sistemas hidráulicos geram problemas de baixos rendimentos dos sistemas dos equipamentos, alguns dos mesmos já são detectados em testes internos. Também são detectados com os produtos realizando suas atividades em campo, estes problemas podem baixar a capacidade de rendimento dos equipamentos gerando baixo rendimento no desempenho das atividades e até mesmo paradas nas atividades desenvolvidas no campo.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

As análises gravimétricas têm como objetivo examinar os componentes hidráulicos, identificar sujidades e medir o tamanho das partículas que afetam o desempenho dos componentes dos produtos.

O trabalho tem como objetivo geral desenhar o processo para realização das análises gravimétricas no laboratório de materias.

1.6.2 Objetivos Específicos

A proposta é criar um modelo de processo para realização da análise gravimétrica. Com ele ativo, garantir o nível mínimo de contaminação especificado em projeto para componentes hidráulicos, ter maior controle e confiabilidade sobre os componentes que estão sendo montados nos produtos.

Se caso identificado problema que exceda os níveis de contaminações especificados, deverá ser endereçado aos fóruns internos de resolução de problemas e ações corretivas. Feito isso serão priorizadas ações por grau de importância e corrigidos com maior agilidade possível.

Para alinhamento geral desta pesquisa, seguem os objetivos específicos:

- Coleta de dados do processo correlacionando com a norma específica;
- Definir os critérios de verificação, quando e quais itens devem ser analisados;
- Determinar o processo para análises gravimétricas dos componentes hidráulicos;
- Desenvolver uma planilha de cálculo que servirá de parâmetro para aprovação ou reprovação do item inspecionado.

Os objetivos foram definidos com base em oportunidades de melhorias identificadas devido a problemas nos sistemas hidráulicos, e visam entregar ao cliente um produto diferenciado no padrão de qualidade embarcado e eliminar possibilidade de falhas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ANÁLISES GRAVIMÉTRICAS

Segundo ISO 16232 (2018), para conseguir um comportamento confiável de partes e sistemas, comando sobre o volume de partículas introduzidas durante a fase de levantamento são necessárias, a determinação de contaminantes particulados é a sustentação do controle. Com base em um aumento mundial e desenvolvimento constante de problemas científicos de limpeza, documento destina-se a:

- Aprimorar ainda mais a afinidade dos resultados da inspeção de limpeza;
- Englobar novos procedimentos (extração e análise);
- Fornecer dados sobre como estabelecer os critérios de limpeza e explicar como enfrentar quando os valores-limite de limpeza são excedidos.

Conforme ISO 16232 (2018), a finalidade de uma verificação de limpeza é descobrir a contaminação particulada que está presente nas superfícies graves de um componente hidráulico. Em oposição com outras inspeções, que podem normalmente ser feitas diretamente num componente de teste, a verificação de limpeza técnica é uma avaliação indireta que requer uma etapa de remoção. As superfícies relevantes dos elementos funcionalmente críticos usados na indústria automotiva estão constantemente localizadas dentro de tubulações, canais, carcaças, tanques, bombas, válvulas ou componentes similares. Os fluidos fluem constantemente através desses itens e são capazes de carregar partículas para áreas sensíveis de um sistema. As superfícies internas normalmente não podem ser acessadas para conceder uma direta inspeção visual. Além disso, adequado à sua composição material, rugosidade ou ausência de contraste com a contaminação por partículas, a maioria das superfícies não são adequadas para verificação visuais.

2.2 CONTAMINAÇÃO EM SISTEMAS HIDRÁULICOS

Tessmann & Hong (2000) relacionam cinco áreas de controle de contaminação: reconhecimento e descrição de muitos contaminantes; análise, que define e quantifica os poluentes; que impede a contaminação de entrar no fluido do

conjunto; filtração, incluindo a retenção de captura e detalhes em tolerância a fluidos e compostos, incluindo avaliação e aperfeiçoamento da capacidade de controle de contaminação de partículas.

Ainda segundo Tessmann & Hong (2000), não é possível respeitar a fase de exclusão no controle de poluição, uma forma deve ser usada para controlar as partículas que entrara no sistema. Para isso, é necessário filtrar o fluido hidráulico para reter os poluentes. Se o controle não atingir um certo nível aceitável, o componente deve ter uma vida suficientemente longa com o padrão resultante de poluição. A poluição de um óleo pode ser medida usando a ISO 4406: 1999, que acredita a contagem de partículas e a medida de diversas proporções de partículas presentes, estabelecendo um código numérico que retrata esses padrões. Filtração é a extração de partículas poluentes de um fluido em um conjunto.

Fitch (2013) cita: "Uma atividade primitiva é remover e preservar contaminantes à medida que o óleo flui pelo componente poroso conhecido como meio filtrante". Os métodos de eliminação são usados para manter o conjunto em um nível de contaminação menor ou igual ao nível.

2.3 QUALIDADE

Segundo Sohlenius (1992), a concorrência de um produto se define por três serviços: qualidade, tempo e complexidade. Para ser concorrente, um produto deve ser de muita qualidade, ter um lead time baixo e ser de complexidade mínima.

Para Candeloro e Almeida (2002), o mercado exige um comportamento diferenciado, completamente comprometido com o cliente, para que os conceitos de satisfação do cliente estejam presentes nas empresas, pois a satisfação é hoje a base de qualquer sucesso constante, no médio ou longo prazo.

Segundo Casals (1997), muitas razões e situações despertam uma organização a gerar a gestão pela qualidade: atender/exceder as exigências dos consumidores; melhorar a imagem da empresa; conquistar mercado; melhorar o moral de seu grupo de funcionários; solucionar problemas de responsabilidade; aperfeiçoar os registros de processos de processos, produtos e serviços; melhorar o ambiente de trabalho da empresa. Desta maneira, a gestão pela qualidade propõe um novo questionamento gerencial, tomando por base a criação de uma nova instrução organizacional, mudança

de comportamentos e uma contínua busca de aprimoramento, e que produz uma organização racional na empresa.

2.4 SATISFAÇÃO DO CLIENTE

Kotler (1998) declara que “para entender o marketing de relacionamento com o cliente, deve-se primeiramente, consultar o processo envolvido em sua afinidade e manutenção.” O marketing de relacionamento equivale em criar relacionamentos mutuamente convincente de longo prazo com clientes, fornecedores, distribuidores, a fim de conquistar e reter a preferência nos negócios.

Para Mahfood (1994) “a maioria das pessoas que atendem o público de qualquer maneira, sejam vendedores, instaladores de serviços, profissionais, ou até mesmo servidores públicos, em certa medida, deveriam tentar satisfazer os clientes que encontram, para que possam retornar futuramente”.

2.5 SISTEMA HIDRÁULICO

O princípio básico da operação de um sistema hidráulico é a aplicação de uma energia mecânica à introdução de um sistema, a fim de promover uma alteração de aceleração ou pressão em um fluido e modificar essa energia do fluido em uma energia mecânica de saída útil (LINSINGEN, 2013).

Durfee e Sun (2009) elaboram que as bombas mudam o torque e a aceleração de um eixo de acesso em pressão e fluxo de um fluido de saída. As bombas são as unidades de modificação primárias, responsáveis pelo desempenho dos sistemas hidráulicos, pois transpassam energia para o fluido, cuja finalidade é a energia mecânica útil nos atuadores. A bomba do conjunto de diálise em linha só serve para forçar o óleo através de um filtro.

Segundo Stewart (1994), em um conjunto hidráulico, o fluido flui mediante de uma tubagem até uma bomba que é acionada por um motor. A bomba, elemento de conversão inicial, amplia a pressão do fluxo de fluido que parte uma válvula reguladora de pressão, utilizada para proteger o conjunto de danos, se caso a pressão alcança um número máximo de segurança. Outra válvula é a de comando direcional utilizada para alterar o curso de fluido. Depois de passar no controle direcional, o fluido entra cilindro, elemento de transformação secundária, e age no

pistão. Esta atividade de força em relação a área do pistão pode ser usada para mover aparelhos ou carga.

Segundo Linsigen (2003), um sistema hidráulico é definido como um conjunto de elementos físicos apropriadamente associados que, ao usar um fluido como meio de transferência de energia, permitem a transmissão e o comando de forças e movimentos. O autor afirma que um sistema hidráulico é o meio pelo qual uma forma de energia de entrada é convertida e condicionada para produzir energia mecânica útil.

2.6 TUBULAÇÃO HIDRÁULICA

Os tubos devem apresentar resistência a altas pressões e temperaturas de ação, resistência química ao fluido usado, abrasão, forças destrutivas, luz solar, graxa, substâncias corrosivas e maus tempos. Isso é indispensável para uma operação segura e satisfatória. (STEWART, 1994).

2.7 FILTRO

Palmieri (1997), indica que um filtro é responsável pela filtragem de qualquer fluido que retorne ao tanque de uma máquina ou equipamento carregado com impurezas absorvidas durante o ciclo de trabalho.

Sutherland (2008) ele diz que os filtros são considerados e selecionados com base em sua capacidade de remover partículas de um tamanho específico de uma suspensão de fluido, bem como na troca entre a quantidade de sólidos permitida e suas situações de passagem.

A função do filtro é capturar partículas estranhas do sistema hidráulico que flui através do fluido, o que pode causar danos devido à abrasão. Essas partículas podem ser de uma fonte externa, desgaste interno do sistema ou podem estar presentes em algumas peças devido à fabricação (TESSMANN & HONG, 2000).

2.8 PÓS-VENDA

Para Mlyashita (2015) o serviço pós-venda é uma oportunidade, por exemplo, para uma concessionária de carros se apropriar efetivamente do cliente. Com efeito, ao comprar um carro, o cliente é muito mais um cliente do carro. É por isso que ele veio. É, portanto, no instante da revisão que a companhia se apresenta, abrindo

suas portas, expondo ao cliente sua organização e seus colaboradores. Ao oferecer bons trabalhos naquele momento, o cliente realmente se sente confortável do local de venda.

2.9 LUBRIFICAÇÃO

A lubrificação, com seus problemas e soluções, é uma das maiores despesas para empresas que possuem máquinas e equipamentos lubrificados. As soluções utilizadas e os projetos desenvolvidos sobre esse tema contribuem não apenas ativamente para a redução de eventos indesejáveis, mas também para a preservação de recursos e a redução de custos (STOETERAU, 2014).

2.10 VISCOSIDADE

Segundo White (2011) a viscosidade é uma quantidade da resistência de um fluido ao fluxo. Mais especificamente, define a taxa de deformação do fluido gerado pela aplicação de uma determinada tensão de cisalhamento.

Segundo Brunetti (2008) pode-se dizer simplesmente que a viscosidade dos fluidos provém da coesão entre as moléculas e dos choques entre elas. A viscosidade não é, portanto, um domínio observável em um fluido em repouso. No entanto, com o fluido em movimento, ele faz com que seu efeito seja sentido, criando as condições para equilibrar forças externas.

2.11 CONTAMINAÇÃO EM FLUIDOS

Segundo Sutherland (2008), contaminantes são substâncias indesejáveis que normalmente estão presentes em todos os fluidos, seja em seu estado natural ou após o uso. Quando o nível de contaminação no fluido é alto, torna-se necessário (ou em alguns casos legalmente obrigatório) remover essas impurezas do fluido transportador para reduzir a contaminação a níveis aceitáveis. O fluxo de qualquer material, sólido ou líquido, prejudicaria o consumidor ou outro usuário deste fluido se este permanecesse nesse estado contaminado deste modo, esses contaminantes, que podem ser sólidos rígidos ou deformáveis, são os alvos de um ou mais procedimentos de divisão.

2.12 DESENVOLVIMENTO DE FORNECEDORES

De acordo com Krause e Ellram (1997), com a incerteza de encontrar uma melhor fonte de suprimento e ao alto custo de pesquisa e avaliação de novos fornecedores, as empresas devem trabalhar com os fornecedores existentes para melhorar seu desempenho. Como resultado, afirmam que é essencial desenvolver relações entre as partes.

Neumann (2002) descreve uma maneira de ajudar empresas e fornecedores a melhorar seus relacionamentos, definindo as etapas de um programa de desenvolvimento de fornecedores. Ele ressaltou que os resultados obtidos após a intervenção foram positivos e reforçam a necessidade de tais programas.

2.13 GARANTIA DE QUALIDADE DO FORNECEDOR

Bertaglia (2003) salienta que "os critérios de análise dos fornecedores devem ser cuidadosamente analisados" e que, portanto, a participação da gerência é essencial nesse processo.

De acordo com Juran (1992), os serviços mais importantes a serem desenvolvidas entre o cliente e o fornecedor são: planejamento pré-contrato, avaliação da adequação do fornecedor, seleção do fornecedor, custo total de uma compra, planejamento conjunto e cooperação do fornecedor durante a execução do contrato.

2.14 DESEMPENHO DO FORNECEDOR

Corrêa (2014) sugere que a separação de fornecedores se baseia no custo da transação, ou seja, quanto maiores as periodicidades e os custos envolvidos no relacionamento, maior o critério de análise.

Para Marinho (2001) as organizações devem coletar dados para criar uma estrutura de avaliação que possa ser usada para medir o desempenho do fornecedor.

Ballou (2006) fortalece que uma manutenção da estrutura da cadeia de suprimentos, também precisa da qualificação estratégica dos fornecedores.

2.15 MAPEAMENTO DO PROCESSO

Para Orofino (2009) o modelo de gerenciamento de processos é caracterizado por três eixos principais: orientação ao cliente, abordagem de processos e foco em consultoria de melhoria contínua. Foco no cliente, porque as organizações existem apenas para atender às suas necessidades e expectativas, e é essencial que priorizem a qualidade de seus produtos.

Assim como existem organogramas correspondentes à estrutura das empresas, também é possível construir uma representação gráfica dos processos, mapeá-los, o que permite uma visão mais ampla do processo, a identificação de suas etapas e facilita a compreensão dos processos, os fluxos de práticas realizadas favorecendo a utilização das melhorias necessárias (CURY, 2010).

Barbará (2012) define que a estrutura de modelagem de processos (mapeamento de processos) é uma maneira de coordenar e direcionar os esforços analíticos da organização em relação aos seus procedimentos.

2.16 PROCEDIMENTOS PADRÃO

As empresas enfrentam uma tarefa crítica na implementação da padronização, enquanto lutam para encontrar o equilíbrio entre os procedimentos rígidos a serem seguidos e permitir que inovem e sejam criativos. Nesse sentido, o sucesso dessa atividade está na maneira como as pessoas estabelecem padrões e contribuem para sua criação (NEVES, 2011).

É importante observar que a principal diferença entre procedimentos simples e trabalho padronizado é que os procedimentos informam o que fazer em uma determinada situação, enquanto o trabalho padrão indica o que todos precisam saber para fazer bem o trabalho (BALLÉ, 2015).

2.17 SEQUENCIAMENTO DE OPERAÇÕES

Tubino (2009) indica que, uma vez que o planejamento e o controle da produção tenham preparado um conjunto de ordens de produção a serem produzidas durante o período, deve-se decidir sequenciá-las de acordo com os dois principais problemas listados abaixo:

- A escolha da ordem a ser verificada a partir de uma lista de ordens de produção planejadas e;

- A escolha do recurso a ser usado em uma lista de recursos existentes na estação de trabalho.

Fernandes e Filho (2010) eles argumentam que uma maneira de produção envolve um conjunto de recursos de entrada, chamados de input, que podem ser transformados em recursos, como materiais, informações ou consumidores, usando recursos transformacionais, como máquinas e dispositivos, indivíduos para gerar produtos ou serviços de saída, chamados output.

2.18 PLANOS DE AÇÃO

Um indicador de desempenho deve ser usado com sabedoria, levando em consideração seu valor no processo e garantindo a rápida disponibilidade de informações com base em dados confiáveis (TAKASHINA e FLORES, 2005).

Para Werkema (2014) ciclo PDCA (planejar, fazer, verificar e atingir ferramenta de gestão que tem como objetivo promover a melhoria contínua dos processos por meio de um circuito de quatro ações) indica a direção a seguir para alcançar os objetivos estabelecidos. É essencial o uso de ferramentas analíticas para a coleta, processamento e descarte dos dados necessários para executar as etapas do PDCA, possibilitando a consecução dos objetivos necessários para atingi-los à sobrevivência da organização.

2.19 ANÁLISE CRÍTICA DO PROCESSO

Segundo Vernadat (1996) um padrão de referência é definido por sua padronização. Para o autor, esse tipo de amostra deve ser reconhecido e aprovado pelas partes interessadas e pode servir de base para outros modelos específicos.

Segundo Rozenfeld et al. (2006) muitas empresas praticam modelos para definir o nível de trabalho que desejam adotar para a evolução de produtos.

2.20 VALIDAÇÃO DO PROCESSO

De acordo com Scheaffer (1996) o objetivo da amostragem é tirar conclusões sobre uma população de interesse com base nas informações obtidas pela observação de uma parcela dessa população. Geralmente, as inferências amostrais

são obtidas estimando-se certas características numéricas da população, como média, variância, fração defeituosa etc, denominadas parâmetros.

Ingram (2000) recorda que os estudos de validação de processos são, por definição, conservadores e que as chances de aprovar uma validação não excederão 10% se o funcionamento do processo não atender aos padrões mínimos de aceitação. Em geral, o processo deve operar em níveis bem acima do mínimo necessário para ter uma chance razoável de atender aos requisitos de validação. Os métodos estatísticas e de qualidade ajudam a atingir esses níveis.

2.21 ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA

De acordo com Lima (2004) o objetivo da pesquisa-ação é explicar certos aspectos da realidade para poder agir/intervir nela, identificar problemas, formular, experimentar, avaliar e aperfeiçoar soluções alternativas no mundo real, a fim de contribuir para o processo de melhoria contínua da realidade que é objeto da investigação.

Em geral, o desenvolvimento de um novo objeto começa com a geração de novas ideias a partir da percepção das oportunidades entregues ao mercado (OLIVEIRA e FARIA, 2009).

3 METODOLOGIA

De acordo com Rodrigues (2007), as técnicas de pesquisa usualmente usadas para coleta de dados incluem métodos de construção e avaliação de entrevistas, observação, questionamento contendo perguntas abertas, perguntas fechadas e de abundantes escolhas e formulários, e estes são usados pelo pesquisador baseado no tipo de pesquisa a ser executada.

Na metodologia foram associadas às principais etapas durante a realização do exposto trabalho, com alguns conhecimentos pertinentes, apresentando as principais características da metodologia utilizada.

O desenvolvimento do processo de análises gravimétricas será implementado para garantir a qualidade dos produtos montados, alguns procedimentos e técnicas foram definidos para que os objetivos do trabalho fossem alcançados.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

A metodologia utilizada foi de pesquisa sobre análises gravimétrica, o pesquisador sugere um modelo de processo para as análises, formas de como o processo irá ocorrer e qual será o fluxo que as amostras iram seguir. O trabalho explica o processo em detalhes de como serão realizadas as análises no laboratório de materiais.

O trabalho foi desenvolvido com as seguintes etapas:

- Escolha do tema;
- Relatos e dados do problema conforme item 1.3;
- Revisão bibliográfica;
- Apresentação do processo atual conforme item 4.2;
- Apresentação do novo processo conforme item 4.3;
- Conclusão.

A implementação do processo de análises gravimétricas justifica-se devido inúmeros relatos de problemas de contaminações, em testes internos e campo, conforme gráficos com a quantidade de problemas relacionados com as sujidades destacados no item 1.3.

Para estas análises terem sequência necessita-se de um processo para ser seguido. Através de pesquisas bibliográficas utilizou-se artigos e livros para desenvolvimento do referencial teórico, para auxílio e clareza nos temas abordados.

Foram criados fluxos do processo de análises conforme Figura 10, procedimentos de análises conforme item 4.4, planilha no excel para cálculo de “aprovado” ou “reprovado” conforme Figura 23, e relatório padrão conforme Apêndice com os resultados. Os resultados serão apresentados com fluxogramas mostrando o processo desenvolvido que será seguido para as análises gravimétricas.

O processo de análises gravimétricas é a ferramenta utilizada para verificar a presença de contaminações em componentes dos sistemas hidráulicos. Os testes realizados no laboratório de materiais incluem a pesagem dos contaminantes encontrados nos conjuntos hidráulicos e a medição das partículas. A companhia irá realizar as análises conforme o recebimento de novos lotes, controlados pela inspeção de recebimento, também será realizado teste em produtos que já estão mais tempos estocados na unidade, peças de produção e campo. Os testes irão identificar e controlar a presença de contaminantes presentes nas peças de conjuntos do sistema hidráulico.

O monitoramento tem como objetivo acompanhar as condições que os itens estão apresentando, impedindo que os problemas de contaminações continuem, eliminando futuros problemas.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O estudo mostra a proposta de implementação de análise gravimétrica para identificar possíveis contaminantes em sistemas hidráulicos dos produtos da empresa em estudo. Estes contaminantes por sua vez, estão afetando o desempenho dos componentes do sistema hidráulico como mangueiras, tubos, conexões. Além destes citados, ainda incluem-se itens fundidos que tenham contatos com óleos e graxas, blocos hidráulicos e anéis o-ring.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa onde está sendo realizado o trabalho de pesquisa, está estabelecida no município de Horizontina desde 1945. Em 14 de junho daquele ano, dois imigrantes alemães, abrem uma oficina para abastecimento e conserto de ferramentas e implementos, para atender às necessidades dos colonos da região. Em seguida, o empreendimento se ampliou, agregando uma serraria, um moinho e um gerador de energia que fornecia luz ao povoado.

Dois anos mais tarde em 1947, introduziram uma linha de produção, iniciando assim uma relação estreita com o mercado de máquinas agrícolas, no país.

No ano de 1965 produziu-se a primeira colheitadeira automotriz fabricada no Brasil. Em 1984, a empresa começou a produzir também plantadeiras, e, em 1989 toda a operação Industrial foi transferida para as novas instalações, com área coberta de 50.000m², no Distrito Industrial de Horizontina. Em 1996, iniciou-se a produção de tratores nesta mesma planta, ampliando o portfólio de produtos.

Em 2004, a empresa comemorou dois marcos históricos: a produção de 50 mil colheitadeiras e de 30 mil tratores em Horizontina. Mais tarde, em 2008, a produção de tratores foi transferida para a nova fábrica em Montenegro, segmentando a carteira de produtos, mantendo na planta apenas colheitadeiras e plantadeiras.

Em 2015, a unidade de Horizontina, comemorou 50 anos produzindo colheitadeiras no Brasil, outro marco histórico iniciado nesta unidade.

Hoje são produzidas, colheitadeiras de grãos, plataformas e plantadeiras. A fábrica tem atualmente uma área coberta de 122.700 metros quadrados, sendo esta a maior unidade no Brasil e é uma das plataformas mundiais de exportação e de desenvolvimento tecnológico.

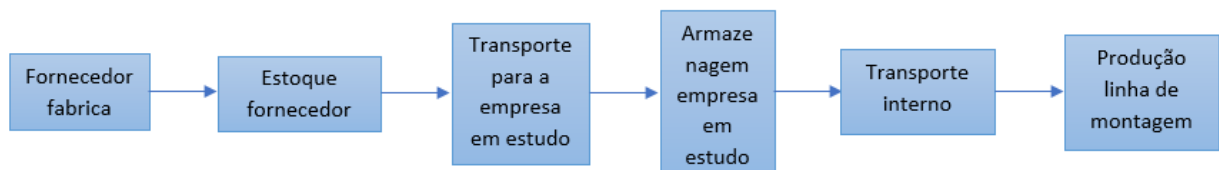
4.2 APRESENTAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

Atualmente a empresa em estudo não tem nenhum controle de verificação interna dos níveis de contaminações para componentes dos sistemas hidráulicos. As peças são recebidas, estocadas e montadas sem ter uma verificação quanto a índices de contaminantes.

A solicitação para o fornecedor fazer a inspeção em todos os lotes fornecidos, não iria garantir que as peças estejam totalmente livres de contaminações. Há vários fatores que podem contribuir para que as peças já estejam contaminadas antes mesmo de serem montadas. Até o produto chegar em seu destino final existem vários processos para percorrer e o tempo de montagem após a fabricação de um produto pode ser longo.

A Figura 8 demonstra as etapas que a peça percorre até chegar na empresa para montagem final.

Figura 8 – Fluxograma do processo atual



Fonte: O autor

Todos estes processos podem contribuir para as contaminações, outro fator é que podem se desprender tampões de proteção das mangueiras e conexões, possibilitando a ocorrência de contaminações, também ocorrer danificações nas proteções plásticas das embalagens de itens fundidos.

Produtos que não seguem o “*FIFO*” (do inglês first in first out – primeiro que entra, primeiro que sai), ficam por longos períodos aguardando para serem usados, podendo adquirir contaminações.

A contaminação do sistema hidráulico causa problemas no desempenho dos equipamentos montados, diminuindo eficiência e podendo causar danos irreparáveis. Há registros de contaminantes nos sistemas hidráulicos que prejudicaram o mesmo de forma muito agressiva. Estes podem não ser percebidos nos primeiros testes feitos internamente, afetando o cliente ao realizar suas atividades em campo.

O fornecedor faz a inspeção de análises gravimétricas de algumas peças por amostragem, principalmente itens em desenvolvimento. Processo que busca reduzir e certificar-se que o lote está livre de contaminações, mas não há um rigor sobre a inspeção. Estes relatórios são enviados para o engenheiro responsável antes dos produtos serem fornecidos, evidenciando certo nível de controle no desenvolvimento.

O fornecedor não pode ser responsabilizado devido a problemas de contaminações identificados internamente por não ser feita uma análise quando recebido do mesmo. Essa dificuldade ocorre em função dos custos embutidos, elevado número de variáveis internas e externas até a montagem do item.

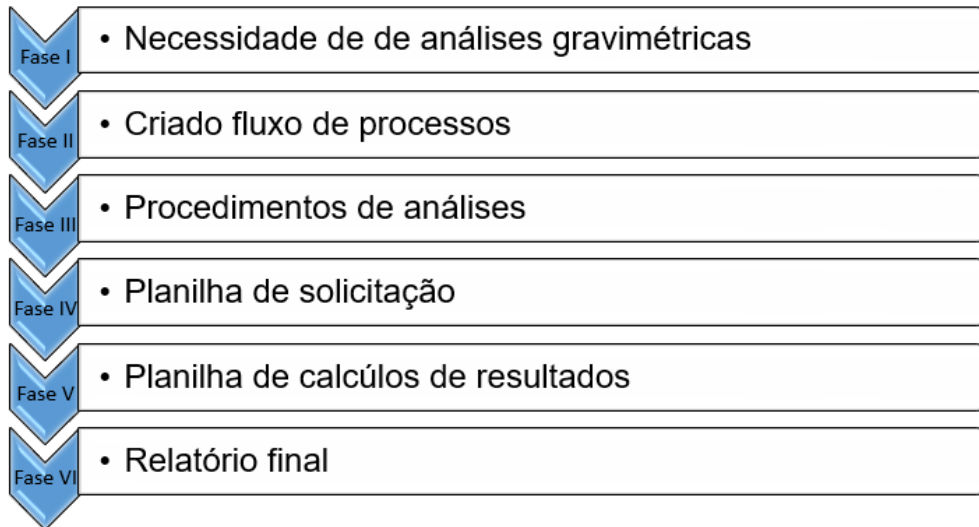
Alguns fornecedores não tem o processo de análise, então entregam as peças sem nenhuma verificação quanto a contaminações.

4.3 DEFINIÇÃO DO PROCESSO NOVO

O processo de análises gravimétrica é uma verificação de possíveis contaminantes em sistemas hidráulicos, serão analisadas mangueiras, tubos, conexões, fundidos que tenham contatos com óleos e graxas, blocos hidráulicos e anéis o-ring, que são montados nos produtos fabricados pela empresa em estudo.

O desenvolvimento do novo processo de análises gravimétricas seguiu as seguintes fases para construção do projeto conforme Figura 9.

Figura 9 – Fases dos processos



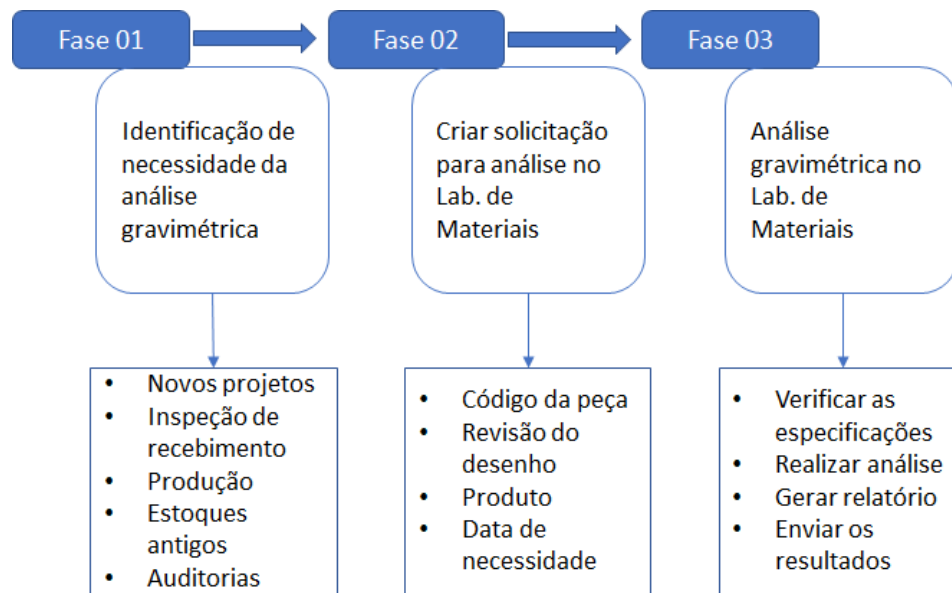
Fonte: O autor

A fases do projeto, Figura 9, foram definidas com base na norma JDS-G169 que especifica o processo correto da aplicação de análises gravimétricas, devido a necessidade de controle do processo. A análise consiste em lavar um componente do sistema hidráulico, filtrar e pesar os possíveis contaminantes. Os resultados devem ser comparados com as especificações conforme Figura 22, para verificar se atendem ou não. Todos componentes de um sistema hidráulica quando desenvolvido, deve constar em seu desenho a especificação as sujidades que são aceitáveis para montagem dos itens após verificações.

Quando um item ultrapassar os níveis de contaminação especificados em desenhos conforme Figura 22, deverá ser reprovado pelo colaborador que irá analisar. Um relatório será emitido e enviado para o solicitante da análise com os resultados encontrados conforme Apêndice, para que o mesmo possa dar o destino correto para as peças.

O processo de análises gravimétricas seguirá as etapas conforme Figura 10, fluxograma desenvolvido para peça do sistema hidráulico que tenham necessidade de análises.

Figura 10 – Fluxograma do processo



Fonte: O autor

Serão realizadas as verificações em componentes com inspeção de recebimento, estoque, produção e novos projetos. Atuando efetivamente neste contexto apresentado pela Figura 10, espera-se que a observação das etapas, o processo tenha maior eficiência no controle.

No início da execução do processo e em função de uma alta demanda de itens a serem analisados, foi levantada a necessidade de trabalhar com níveis de priorização nos anos iniciais do processo conforme Figura 11.

Figura 11 – Matriz GUT

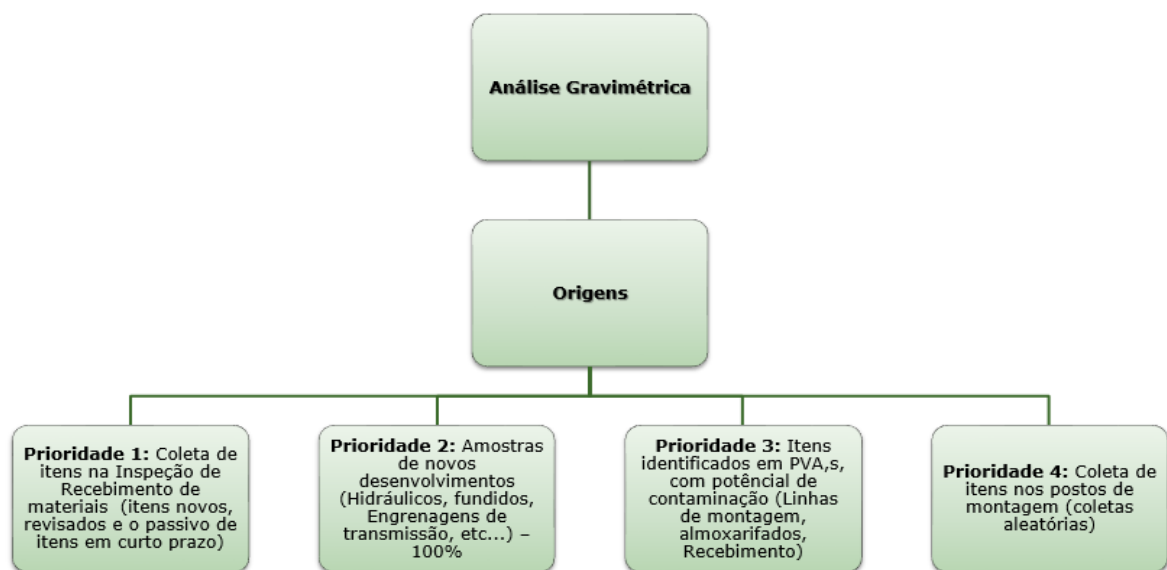
MATRIZ GxUxT				
Problema	G	U	T	GxUxT
Itens identificados em PVA's com potencial de contaminação (linhas de montagens, almoxarifados e recebimento)	4	3	2	24
Coleta de itens nos postos de montagem (coletas aleatórias)	5	2	2	20
Coleta de itens na inspeção de recebimento de materiais (itens novos e revisados)	5	5	5	125
Amostras de novos desenvolvimentos (hidráulicos, fundidos etc.)	5	3	2	30

Fonte: O autor

Estas prioridades foram listas para definir qual será a ordem de fluxo de análises a serem realizadas, as priorizações citadas na Figura 11 serão seguidas até que haja uma estabilidade e entendimento geral sobre os fluxos e execuções.

Com as priorizações de gravidades, tendência e urgência definidas o processo de análise deverá seguir o fluxo conforme Figura 12, estas prioridades de análises serão seguidas para a realização das análises gravimétricas.

Figura 12 – Fluxograma do prioridades



Fonte: O autor

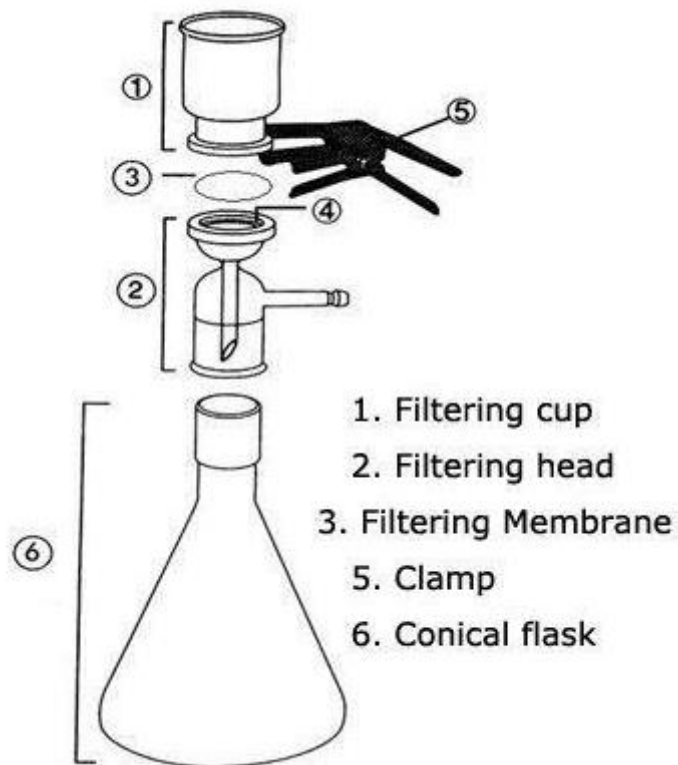
A execução do processo de análises gravimétricas deverá iniciar conforme as prioridades citadas de forma gradativa, com adição das origens, uma de cada vez, começando pelo passivo (1) e pelos itens de amostras (2), conforme sequência numérica.

4.4 PROCEDIMENTO DE ANÁLISES

4.4.1 Pré-filtragem do Solvente

Coloque a membrana de filtro 5µm no gabarito de fixação e acople a mangueira de vácuo no equipamento de filtragem conforme Figura 13. Ligue o vácuo para iniciar a pré-filtragem do solvente. É realizada a filtragem do solvente para eliminar possíveis sujidades que podem ter no solvente.

Figura 13 – Processo de filtração



Fonte: Ofertaviva, 2019

4.4.2 Preparação das membranas de filtro

Ligar o forno e programar para aquecer a uma temperatura de $80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, colocar as membranas de filtro $5\mu\text{m}$ dentro da placa de petri. Caso seja feita a análise simultânea de mais de um item, antes de colocar os filtros no forno deve-se identificar um a um com o número sequencial relacionado ao item a ser analisado. Coloque o vidro relógio dentro do forno, as membranas devem permanecer no forno por 15 a 20 minutos, à uma temperatura de $80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. As membranas de filtro devem ser colocadas no dessecador para resfriar a temperatura ambiente. Antes de iniciar o processo de lavagem dos componentes as membranas de filtro devem ser pesadas com a balança analítica, deve-se registrar a massa correspondente a cada membrana (X =massa da membrana limpa).

4.4.3 Processo de lavagem dos itens

Instale a membrana de filtro $5\mu\text{m}$ previamente seca no aparelho de filtração gravimétrica conforme Figura 13, o item a ser analisado deve ser lavado

internamente e externamente dependendo da sua forma ou necessidade. Ex. de lavagem interna em mangueiras ou tubos hidráulicos, deve-se adicionar solvente dentro dos mesmos e agitar para limpeza ser realizada, ou lavagem externa em uma carcaça, a carcaça deve ser lavada externamente em um recipiente de coleta com o mesmo solvente, todas as superfícies do item a ser verificado quanto a classe de limpeza deve ser lavado.

Lave completamente todos os equipamentos que serão usados na verificação da classe de limpeza antes de cada uso (recipiente de coleta e vidrarias do sistema de filtragem). Ligue a sucção da bomba de vácuo, filtre todo o solvente coletado no recipiente em uma membrana de 5µm. Em seguida enxágue o recipiente coletor com solvente de forma que este também seja filtrado pela membrana.

Obs: Todas as partículas removidas durante a lavagem devem ser adicionadas ao solvente coletado. Desligue a sucção da bomba de vácuo, retire cuidadosamente a membrana do equipamento de filtragem com o auxílio de uma pinça.

Coloque a membrana na placa de Petri e leve ao forno para secagem por 15 a 20 minutos, à 80°C ±2°C, coloque a membrana no dessecador para resfriar à temperatura ambiente. A membrana deve ser pesada no início e no final da atividade para verificar a massa de contaminantes.

4.4.4 Entrega dos resultados

Com os resultados de contaminação coletados deve ser realizado o cálculo de peso do contaminante da peça:

$$1) C = Y - X / A$$

C= Contaminação da peça, em mg/m²;

X = Massa da membrana limpa, em mg;

Y = Massa da membrana após filtragem, em mg;

A = Superfície lavada da área da peça, em m² conforme desenho técnico.

Com o cálculo feito o próximo passo é a elaboração do relatório com os resultados alcançados, o relatório deve conter as seguintes informações:

- Informações da peça analisada, código, fornecedor, data da solicitação da análise, foto da peça;

- Contaminação em mg/m²;
- Classificação de Limpeza conforme JDS-G169.

Se o desenho da peça especificar um tamanho de partícula, relata também as seguintes informações:

- Tamanho da maior partícula observada;
- Tipo de partícula identificada (ex. metal, madeira, plástico, pano...etc).

O relatório final conforme Apêndice é enviado ao solicitante da análise e as peças retornam para suas origens para seguir no fluxo normal.

4.4.5 Materiais e equipamentos

4.4.5.1 Equipamentos/materiais de consumo

- Solvente Arclean VM 35;
- Membranas do filtro com tamanho nominal dos poros de 0,5 µm conforme Figura 14.

Figura 14 – Membrana para filtragem



Fonte: O autor

A membrana é usada para a filtragem do solvente após a lavagem dos componentes hidráulicos para coletar, pesar e medir os contaminantes.

- Capela de exaustão de gases tem a função de sugar os fumos, vapores e gases, conforme Figura 15.

Figura 15 – Capela de exaustão



Fonte: O autor

A capela é indicada para locais fechados com a manipulação de produtos com odores e voláteis. Sua função é eliminar gases densos que são gerados pela manipulação de produtos químicos especialmente os solventes.

- Microscópio óptico com aumento de 50, 100, 200, 500 e 1000 vezes conforme Figura 16, equipamento de alta qualidade que com um software e uma câmara ligados a ele.

Figura 16 – Microscópio



Fonte: O autor

Equipamento designado para medição de tamanho de partículas encontradas no processo de verificação de contaminantes. Após a secagem e pesagem da membrana a mesma é colocada no microscópio para medição das partículas.

4.4.5.2 EQUIPAMENTO DE FILTRAGEM

Para a realização da análise gravimétrica necessita de alguns equipamentos para coleta, descarte e uma bomba de vácuo.

- Recipiente de aço inoxidável para coleta de solvente para lavagem das peças de componentes hidráulicos e verificação de contaminantes;
- Recipiente de aço inoxidável para descarte de solvente após a realização da atividade de lavagem e filtragem de componentes do sistema hidráulico;
- Bomba de vácuo com capacidade de produzir um vácuo de 86 KPa conforme Figura 17.

Figura 17 – Bomba de vácuo



Fonte: O autor

A bomba tem a função de retirar o gás de um determinado volume, para realizar a filtração do solvente.

- A balança analítica com resolução de $\pm 0,1$ mg conforme Figura 18, para realização do processo de análises gravimétricas;

Figura 18 – Balança analítica



Fonte: O autor

Sua função é pesar as membranas antes de iniciar os testes, após filtração e secagem para verificar qual a massa dos contaminantes.

- Forno de secagem com capacidade de manter temperatura de $80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ conforme Figura 19;

Figura 19 – Forno de secagem



Fonte: O autor

Equipamento da Figura 19 tem o objetivo de secar as membranas após a realização da filtragem do solvente, processo feito para eliminar as umidades absorvidas pela mesma.

4.5 DEFINIÇÕES A SEREM CONSIDERADAS

Para a aplicação do processo de análises gravimétricas de forma a controlar todos os processos, será necessário que sejam considerados as seguintes definições:

- A avaliação é recomendada para todos os componentes hidráulicos;
- Todos desenhos deverão constar as especificações quanto a tamanho e porcentagem de contaminações;
- Itens que não apresentam problemas após três lotes inspecionados, saíram da rotina de análises;
- Itens com problema de contaminação serão inspecionados duas peças, 100% dos lotes;
- Qualquer componente hidráulico com suspeita de contaminação deverá ser enviado para o laboratório de materiais para ser inspecionado;
- Para todas as peças analisadas será gerado um relatório com os resultados enviados para o solicitante da análise.

As definições citadas para as análises gravimétricas devem ser seguidas para definições e bom andamento do processo.

4.5.1 FASES DO PROCESSO DE ANÁLISES GRAVIMÉTRICAS

4.5.1.1 Fase I: Identificação de necessidade de análises gravimétricas

O processo de análises gravimétricas será necessário para produtos hidráulicos de novos projetos e conjuntos já montados, para novos projetos o fornecedor do produto se possível irá realizar uma análise e informar os resultados, a empresa em estudo irá fazer uma análise de verificação por amostragem antes de liberar os produtos para o estoque e produção. Caso o fornecedor não tenha condições de realizar as análises, somente a empresa em estudo realizará a verificação.

Os novos produtos e peças de recebimento terão controle de entrada com o processo de inspeção de recebimento. A inspeção de recebimento é ligada a área de recebimento de materiais, quando necessário a verificação de um item, a área de inspeção faz o bloqueio quando o item é recebido, cria uma solicitação conforme Figura 21 e envia para o laboratório realizar a análise.

Concluídas as análises no laboratório o solicitante irá receber um relatório com as informações da análise realizada.

Atualmente a empresa têm um passivo de vários componentes hidráulicos já sendo montados, quando houver alguma suspeita de contaminação o lote será segregado e seguirá o processo conforme Figura 10, enviando peças para análises no laboratório de materiais, dependendo do status da análise o item seguirá o destino conforme Figura 20.

Figura 20 – Fluxograma de disposição após análise gravimétrica



Fonte: O autor, 2019.

Quando o item for aprovado será devolvido para o local de origem e o lote liberado para seguir o seu processo, reprovado o mesmo será enviado para a área de não conformes que irá dar o destino correto para as peças.

4.5.1.2 Fase II: Criar solicitação para análise no Lab. de Materiais

O processo de análise gravimétrica para o laboratório de materiais, tem início com a criação da solicitação de serviço no *sharepoint* (sistema interno de gerenciamento de dados da empresa) encontrado no site interno da qualidade. Para criar a solicitação de serviço algumas informações serão necessárias e obrigatórias, como nome do solicitante, código da peça, área do solicitante, tipo de serviço, produto e comentários em geral conforme Figura 21. Após o preenchimento dos campos clicar em “emitir” e imprimir a solicitação de serviço. A peça deve ser enviada até o laboratório de materiais junto com a solicitação de serviço impressa.

Figura 21 – Formulário de solicitação de serviço

SOLICITAÇÕES DE SERVIÇO		LABORATÓRIO DE MATERIAIS	
Solicitante	Daniel Tiago C.	Data da Necessidade	27 de setembro de X
Departamento	DEQT	Tipo de Serviço	
Código da Peça	xxxxxx	Revisão	x
Quantidade de Peças	2	<input type="checkbox"/> Metalografia (Material e Comp. Química) <input type="checkbox"/> Tratamento Superficial <input type="checkbox"/> Tratamento Térmico <input type="checkbox"/> Ensaios Mecânicos <input type="checkbox"/> Dureza <input type="checkbox"/> Suporte Técnico <input type="checkbox"/> WAAP - Seccionamento e Análise de Solda <input checked="" type="checkbox"/> Outro	
Processo	OFP	Lote de Controle	
Origem	Produção		
Produto	Colheitadeira		
Comentários	Realizar ensaios de análises gravimétrica e verificar se está conforme especificado em desenho.		
		Enviar	

Fonte: O autor

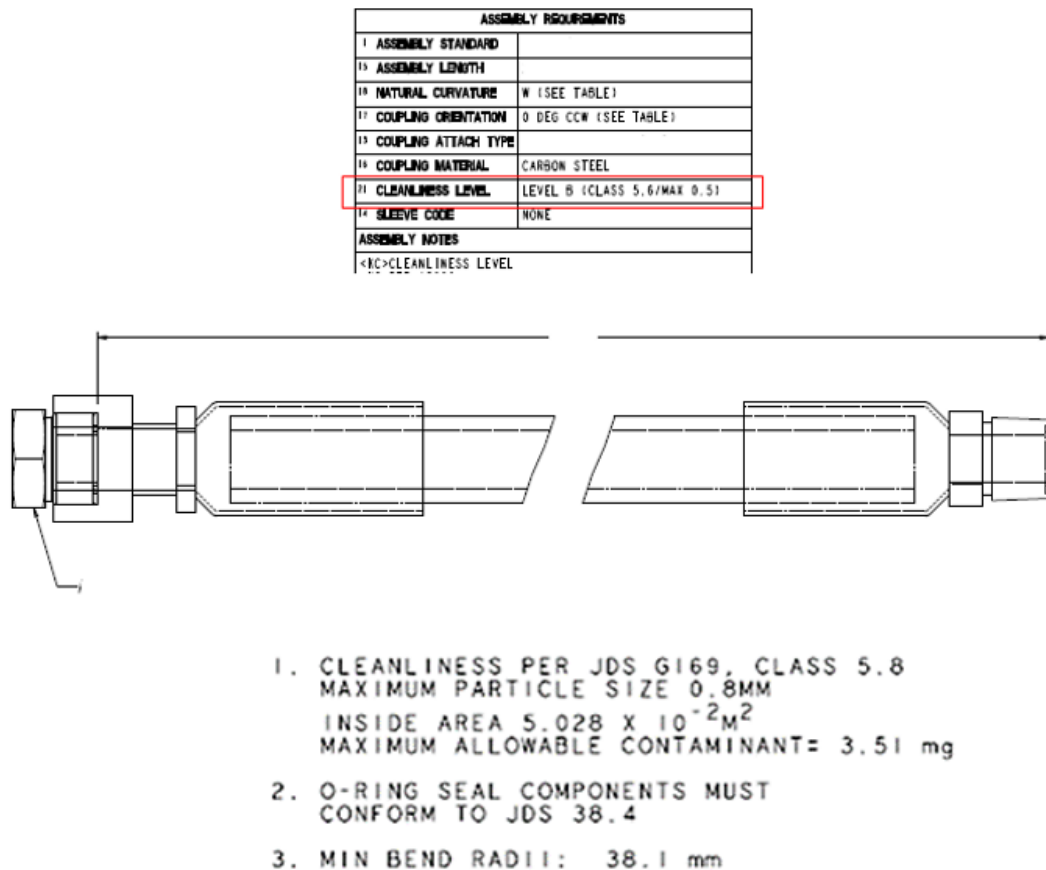
A peça deve ser colocada numa embalagem junto com a solicitação de serviço e o desenho impresso, a embalagem deve ser enviada até a área de recebimento do laboratório de materiais, para que possa dar continuidade do processo de análises.

O laboratório de materiais aplica o sistema “FIFO” para controle de quais as atividades serão realizadas primeiro, caso alguma análise tenha urgência, a análise é realizada imediatamente.

4.5.1.3 Fase III: Análise gravimétrica no Lab. de Materiais

Para iniciar as análises gravimétricas é verificado se o desenho especifica o quanto é aceitável para contaminações, conforme Figura 22, caso não tem nenhuma especificação é solicitado para o engenheiro responsável pelo item para informar as especificações que foram acordadas no desenvolvimento.

Figura 22 – Desenho com especificações de contaminações



Fonte: O autor

O desenho do item deve trazer a informação de sujidades, classe, área da peça e qual a massa máxima para os contaminantes.

A análise é realizada iniciando pela lavagem da peça com solvente, para posteriormente filtrar na membrana. A membrana é colocada no forno para secar e eliminar o solvente, o próximo passo é pesar a membrana na balança para verificar se está dentro do especificado.

As especificações e os resultados da análise coletados são lançados em uma planilha conforme Figura 23, a planilha automaticamente irá informar o resultado da análise sendo “aprovado ou reprovado”.

Figura 23 – Planilha com os resultados

Laboratório de Materiais - Horizontina											
Resultados análises gravimétricas											
Item	Data	Código	Fornecedor	Peso Inicial (mg)	Peso Final (mg)	Diferença	Área (m²)	Nível de Contaminante (mg/m²)	Classe Especificada	Classe Encontrada	Resultado (Peso)
1	10/4/19	zzzzz	Inspeção Recebimento	60,1	60,2	0,1	0,0014	71,4	5.8	6.0	REPROVED
2	11/4/19	zzzzz	Produção	60,2	60,5	0,3	0,0028	107,1	6.4	6.0	APPROVED
3	12/4/19	zzzzz	Inspeção Recebimento	59,9	70,5	10,6	0,57	18,6	6.4	5.4	APPROVED
4	13/4/19	zzzzz	Inspeção Recebimento	60,2	76,6	16,4	0,4597	35,7	6.4	5.6	APPROVED
5	14/4/19	zzzzz	Novos Produtos	58,4	62,4	4	0,287	13,9	6.6	5.2	APPROVED
6	15/4/19	zzzzz	Novos Produtos	60,1	62,8	2,7	0,143	18,9	6.6	5.4	APPROVED
7	16/4/19	zzzzz	Produção	61	61,5	0,5	0,005	100,0	5.8	6.0	REPROVED

Fonte: O autor

Tendo em mão os resultados da análise estas informações são importadas para dentro de um relatório padrão conforme Apêndice, com as informações da peça, código, quantidade, fornecedor etc, também são informadas as especificações.

O relatório é enviado por e-mail diretamente para o solicitante para que possa ser dado os próximos passos e dado o destino das peças. O laboratório de materiais tem registro de todas as atividades realizadas, todos os relatórios ficam no sistema da empresa, caso haja necessidade de buscar os históricos antigos.

CONCLUSÃO

Diante das mudanças no mundo dos negócios e da globalização, as empresas foram levadas a aprimorar seus processos para permanecerem competitivas e ativas em um mercado cada vez mais exigente e em busca de produtos de melhor qualidade com custo menor.

O processo de análises gravimétricas é uma iniciativa para contribuir a alcançar as expectativas dos clientes quanto à qualidade diferenciada, sendo que prevê diminuir as contaminações nos sistemas hidráulicos.

Com base no descrito, aplicando a implementação proposta do processo de análise gravimétrica, conforme evidenciado no capítulo 4, confirma-se o atendimento ao objetivo geral desta pesquisa para criar um processo de análises gravimétricas, e garantir o controle quanto a contaminações nos sistemas hidráulicos. O novo processo irá garantir que componentes hidráulicos sejam mantidos livres de contaminações.

Primeiramente foi descrito os problemas encontrados devido a contaminações, geradas em conjuntos montados com sujidades, que afetam o sistema hidráulico.

O próximo passo foi apresentar a situação atual da empresa, informando como o processo funciona, conforme item 4.1.

O terceiro objetivo foi definir o processo novo apresentando as suas características e prioridades a serem seguidas, conforme item 4.3.

O quarto passo trata de detalhar o processo de análises gravimétricas, como será realizada e o passo a passo, também foram apresentados os equipamentos e máquinas utilizadas para realização da análise, conforme item 4.4.5.

Com todos os objetivos alcançados, apresentou-se para a empresa o processo sugerido para poder dar início no processo de análises, todos estes processos desenvolvidos serão necessários para conseguir controlar as atividades desenvolvidas. O seguinte proposto é de suma importância para a empresa conseguir eliminar o problema.

Com o trabalho realizado, conseguiu-se aplicar os conhecimentos e práticas adquiridos em minha formação, o trabalho foi realizado com muita dedicação e comprometimento.

Portanto sugere-se a continuidade desta pesquisa a partir da aplicação dos ensaios e verificação do desempenho validando o que aqui foi proposto.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 16232:2018**. Road vehicles — Cleanliness of components and systems, dezembro 2018.
- BALLÉ, M. **What is the difference between standard work and procedures?** Lean Interprise Institute, 28 dez. 2015.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5.Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BARBARÁ, Saulo de Oliveira (org.). **Gestão por processos: fundamentos, técnicas e modelos de implementação: foco no sistema de gestão de qualidade com base na norma ISO 9000:2000**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.
- BRUNETTI, Franco. **Mecânica dos Fluidos**. (S.I.): Porto Alegre. Pearson Prentice Hall, 2008.
- CAMPOS, V. F. **Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Nova Lima - MG. INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.
- CANDELORO, R.; ALMEIDA, S. **Correndo pro abraço: como vender mais, fazendo com que o cliente compre sempre**. Salvador: Casa da Qualidade, 2002.
- CASALS, P. **Gestão pela qualidade: estabelecendo uma estrutura organizacional eficaz**, XXI Encontro da ANPAD, 21 a 24 de setembro, 1997, Angra dos Reis/Brasil, 2008.
- CORRÊA, H. L. **Administração de Cadeias de Suprimento e Logística: O Essencial**. São Paulo: Atlas, 2014.
- CURY, Antonio. **Organização e Métodos: Uma Visão Holística**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- DURFEE, W.; SUN, Z. **Fluid Power System Dynamics**. Department of Mechanical Engineering. University of Minnesota, 2009.
- FERNANDES, F. C. F., FILHO. M. G. **Planejamento e controle da produção: Dos Fundamentos ao Essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.
- INGRAM, David J., **Six Sigma and Process Validation Strategies – Part II**, Journal of Validation Technology, August 2000, Vol. 6, Number 4.
- JURAN, J. M. **Planejando a Qualidade**. São Paulo, Pioneira, 1992.
- KOTLER, P. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1998.
- KRAUSE, D. & ELLRAM, L. M. **Critical elements of Supplier Development**. European Journal of Purchasing and Supply Management, 1997.

LIMA, M. C. **Monografia: a engenharia da produção acadêmica.** São Paulo: Saraiva, 2004.

LINSINGEN, I. **Fundamentos de Sistemas Hidráulicos.** 4. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2013.

LISIGEN, I. V. **Fundamentos de Sistemas Hidráulicos.** (S.I.): Editora da UFSC, 2003.

MAHFOOD, P. E. **Transformando um cliente insatisfeito em um cliente para sempre.** São Paulo: Makron Books, 1994.

MARINHO, B. de L. **Gestão da Cadeia de Fornecedores e Acordos de Parcerias.** São Paulo: Atlas, 2001.

NEUMANN, C. S. R. **Desenvolvimento de Fornecedores um estudo de caso aplicado ao Setor de Máquinas Agrícolas.** Porto Alegre. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

NEVES, A. A. **Logística Enxuta aplicada a um centro de distribuição.** Universidade de São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos. 2011.

OFERTAVIVA. **Processo de filtragem.** 2019. Disponível em: <https://www.ofertaviva.com.br/produto/filterting-cabeca-para-500-ml-de-vidro-aparelho-de-filtracao-a-vacuo-filtro-de-membrana-areia-nucleo-de-equipamentos-de-filtro-p.html>. Acesso em 01 nov. 2019.

OROFINO, Antonio Carlos. **Processos com resultados: a busca da melhoria continuada.** Rio de Janeiro: LTC, 2009.

PALMIERI, A. C. **Manual de Hidráulica Básica.** (S.I.): Albarus Sistemas Hidráulicos Ltda, 1997.

RODRIGUES, William Costa. **Metodologia Científica,** Paracambi: FAETEC/IST. 2007. Disponível m: < <https://www.passeidireto.com/arquivo/1000780/willian-costa-rodrigues-metodologia-cientifica/1>>. Acesso em: 2 out. 2019.

ROZENFELD, H.; AMARAL, D.C; FORCELLINI, F.A.; TOLEDO; J.C.; SILVA, S.L.; ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K., **Gestão do Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo.** Saraiva, São Paulo, 2006.

SCHEAFFER, Richard L.; Mendenhall III, William; Ott, R. **Lyman, Elementary Survey Sampling.** 5th. Edition. Duxberry Press, 1996.

SOHLENIUS, G. **Concurrent Engineering.** *Annals of the CIRP*, v.41/2, p.645-655, 1992.

STEWART, H. L. **Pneumática & Hidráulica.** 3. ed. Curitiba: Hemus, 1994.

STOETERAU, R. L. **Apostila de Tribologia.** (S.I.): UFSC, 2014.

SUTHERLAND, K. **Filters and Filtration Handbook**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

TAKASHINA, Newton Tadachi; FLORES, Mário Cesar Xavier. **Indicadores da qualidade e do desempenho**: como estabelecer metas e atingir resultados. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

TESSMANN, R. K.; HONG, I, T. Fluid Cleanliness and Filtration. In: TOTTEN, G. E. **Handbook of Hydraulic Fluid Technology**. Nova Iorque: Marcel Dekker, Inc, 2000.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VERNADAT, F.B., **Enterprise Modeling and Integration, Principles and Applications**, Londres, Chapman & Hall, 1996.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas estatísticas básicas do lean seis sigma integradas ao PDCA e DMAIC**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

WHITE, Frank M. **Mecânica dos Fluidos**. (S.I.): McGraw-hill, 2011.

APÊNDICE – RELATÓRIO FINAL

Nº. SOLICITAÇÃO:	XXX	FORNECEDOR:	XXXXX	VERSÃO DO DESENHO:	XXX
CÓDIGO:	XXXXXXXX XXXXXXXXXX	PROCEDÊNCIA	RECEBIMENTO	REV. DO DESENHO:	XXX
TAMANHO DE AMOSTRAGEM:	02	DATA DA SOLICITAÇÃO:	09/10/2019	DATA ÚLTIMA	XXX
				DATA DO ENSAIO:	XXX

1 TIPO DE ENSAIO SOLICITADO

Verificar se o tubo hidráulico atende as especificações de desenho quanto ao nível de limpeza.



Figura 01: Microestrutura da amostra analisada.

2 ESPECIFICAÇÕES X RESULTADOS ENCONTRADOS

2.1 NÍVEL DE CONTAMINAÇÕES

2.1.1 Especificado

- Classe de limpeza: 5.8
- Área em m²: 1,65

2.1.2 Encontrado

CÓDIGO	PESO INICIAL (mg)	PESO FINAL (mg)	DIFERENÇA	ÁREA (ÁREA (m ²))	CONTAMINAÇÃO (mg/m ²)	CLASSE ESPECIFICADA	CLASSE ENCONTRADA
ZZZZ	59,9	68,7	8,8	1,65	5,3	6.6	5.0

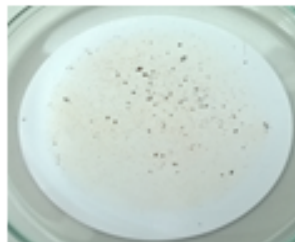


Figura 01: Fotografia mostrando o filtro após realização do ensaio.

ASS. RESPONSÁVEL PELA ANÁLISE  Tiago Cristian Daniel	SOLICITANTE XXXX ÁREA XXXX	16/07/2019
---	-------------------------------------	------------

Nº. SOLICITAÇÃO:	XXX	FORNECEDOR:	XXXXX	VERSÃO DO DESENHO:	XXX
CÓDIGO:	XXXXXXXX XXXXXXXXXX	PROCEDÊNCIA	RECEBIMENTO	REV. DO DESENHO:	XXX
TAMANHO DE AMOSTRAGEM:	02	DATA DA SOLICITAÇÃO:	09/10/2019	DATA ÚLTIMA	XXX
				DATA DO ENSAIO:	XXX

3 DADOS DO ENSAIO

3.1 AMBIENTE DE ENSAIO

- Temperatura: 20 °C ± 4 °C
- Umidade relativa do ar: 60 ± 20%

3.2 PADRÃO DE REFERÊNCIA

Descrição	Fabricante	Código de Calibração	Validade Calibração
Microscópio Óptico	OLYMPUS	PSJ 50.034	Outubro 2019

4 INSTRUÇÕES DE TRABALHO / NORMAS APLICADAS/REFERENCIAS

- Instrução de Trabalho do Laboratório de Materiais;
- ASTM E3:2001- Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens;

5 DISPOSIÇÃO DOS RESULTADOS

O material atende ao especificado em desenho.

ASS. RESPONSÁVEL PELA ANÁLISE  Tiago Cristian Daniel	SOLICITANTE XXXX ÁREA XXXX	16/07/2019
---	-------------------------------------	------------