



Mapa de Análise de Falha dos Ensaios do Laboratório Mecânico e Metalográfico de uma Empresa Metalúrgica

Gabriella Coelho de Oliveira¹, Jéssica Monielle da Silva²
(gabriella.coelho.oliveira@gmail.com) (jessicasilva.9284@aluno.unibh.br)

Professora orientadora: Renata Duarte Mellim

Coordenação de curso de Engenharia de Produção

Resumo

Neste trabalho, foi realizado um estudo propondo uma ideia de melhoria nos laboratórios mecânicos e metalográfico de uma empresa metalúrgica, no qual o intuito foi otimizar o processo de retestes em caso de resultados que não saíram dentro do esperado para aquele projeto. O objetivo foi desenvolver um mapa de análise de falha para esses laboratórios e, para isso, foram analisados os ensaios feitos nesses laboratórios e a correlação entre eles. De acordo com os resultados encontrados, foi possível concluir que, atualmente aquela empresa estava tendo um alto número de retestes e, até mesmo, a solicitação de outros testes, em outros laboratórios, sem necessidade, gerando assim um gasto desnecessário de tempo, dinheiro e material e também uma demora de atendimento ao cliente.

Palavras Chave: corpo de prova, tubo, laboratório, qualidade e ensaios.

1. INTRODUÇÃO

A indústria metalúrgica tem um importante papel no cenário mundial, seja no setor econômico ou no desenvolvimento de variados processos como, na medicina, equipamentos agrícolas, indústria automotiva, construção civil, entre outros. De acordo com o IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a indústria metalúrgica representa cerca de 3,1% do PIB, dados referentes a 2022.

Os tubos no geral, são produtos muito resistentes, duráveis, úteis, versáteis e estão presentes em diversos setores, com diferentes aplicações. São preferidos devido à sua durabilidade, eles combinam com a alta resistência e com o baixo peso, por isso são ideais para o uso. São capazes de suportar altas temperaturas e pressões, choques e vibrações, são fáceis de criar, personalizar e instalar, pode ser moldado em qualquer formato.

Existem dois grupos principais de tubos: com costura e sem costura. Os tubos sem costura são produzidos por meio de três processos industriais diferentes – laminação (para aqueles com grande diâmetro), extrusão (para aqueles com diâmetro menores) e fundição. Por outro lado, os tubos com costura são fabricados por meio de soldas.

As tubulações encontram aplicação em indústria de processamento, químicas, petroquímicas, refinaria de petróleo, alimentícias, automotivas e farmacêuticas. Elas constituem um conjunto de tubos e acessórios dedicado ao processo industrial, especialmente para distribuição de gases, óleos, vapores, lubrificantes e outros líquidos utilizados na indústria.

Para garantir um produto confiável e manter a competitividade no mercado, um setor muito importante nesse meio produtivo é a qualidade. Garantir um produto final diz respeito não só a segurança das pessoas, mas também a questões ambientais e

sociais. No laboratório de qualidade de uma usina são feitos vários testes que asseguram a qualidade do produto final, como testes mecânicos, metalográficos, corrosivos e químicos, por exemplo.

Este trabalho aborda um estudo de caso sobre uma empresa metalúrgica, situada em Belo Horizonte, voltado para uma melhoria relacionada aos ensaios de qualidade em tubos metálicos. O objetivo principal deste trabalho é diminuir o tempo de resposta perante um possível erro de outras áreas de produção da usina, e o objetivo específico é a criação de um mapa de análise de falha para auxiliar na investigação de um resultado que não condiz com o esperado para o material analisado. Justificando-se devido a demora no tempo de reação, correndo o risco do tubo que foi amostrado ser descartado e também nas diferentes interpretações entre os analistas perante aquele resultado incoerente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A fundamentação deste trabalho foi estruturada em tópicos, a saber: “Mercado Metalúrgico”, compreendida no primeiro tópico e que tem por objetivo explanar sobre a área de atuação em um ramo específico, demonstrando sua importância e relevância para o mercado industrial. Em seguida, o segundo tópico “Estrutura Organizacional” que tem por objetivo caracterizar e demonstrar o cenário atual da empresa de estudo. Por fim, o terceiro tópico denominado como “Ferramentas Organizacionais” que aponta alguns elementos que demandam atenção durante o processo e suas possíveis resoluções através das ferramentas disponíveis e metodologias de trabalho.

2.1 Mercado Metalúrgico

É sabido que uma das principais indústrias consumidoras do mercado metalúrgico é a indústria petrolífera, sendo sua atuação mais importante é na extração de petróleo que atualmente tem níveis extraordinários.

Hoje, a indústria do petróleo e gás no Brasil respondem por mais de 13% do PIB nacional e 50% da oferta interna de energia. São quase 100 grupos econômicos atuando nas atividades de exploração e produção e mais de 126 mil agentes nas atividades de distribuição e renda de combustíveis. Nos últimos anos, foram investidos bilhões de reais nas atividades da indústria e em desenvolvimento tecnológico, de acordo com o Ministério de Minas e Energia.

Mas não menos importante, também temos a construção civil e o mercado automobilístico como grandes consumidores dos produtos provenientes da metalurgia no país, já que o Brasil hoje é o quarto maior produtor de automóveis no mundo. (PAULA, 2014).

2.2 Estrutura Organizacional

A estrutura organizacional adequada é crucial para a realização eficiente das tarefas requeridas pela organização, permitindo a coordenação das atividades subdivididas em uma estrutura geralmente conhecida como estrutura organizacional.

Uma abordagem comum para entender a organização é como um conjunto de processos funcionais interdependentes. A alta gerência é a responsável por estabelecer as políticas e direcionamentos, mas a autoridade para avaliar, questionar e alterar as metodologias de trabalho é delegada às equipes interfuncionais. A

preocupação com a estrutura organizacional volta-se para a facilitação da integração dos fluxos de atividades entre as diferentes áreas, o que demanda e implementa mudanças nas políticas de recursos humanos, fazendo com que os funcionários passem a ter maior participação no resultado final. (DeTORO; MCCABE, 1997; GONÇALVES, 2000b).

Uma estrutura surge com o propósito de resolver ou estabelecer um padrão de coordenação das atividades escutadas por determinada organização. (ALMEIDA; MACHADO NETO; GIRALDI, 2026). A estrutura não surge nas organizações de forma inesperada, elas são desenvolvidas com propósitos específicos e surgem frente ao interesse dos gestores, seja para organizar os funcionários em níveis, seja para determinar metas ou guiar as ações dos membros da organização.

É possível concluir que a estrutura organizacional é de suma importância, não apenas para o entendimento da empresa, mas também como um apoio para os colaboradores e a facilitação do fluxo, seja de informação ou do próprio produto.

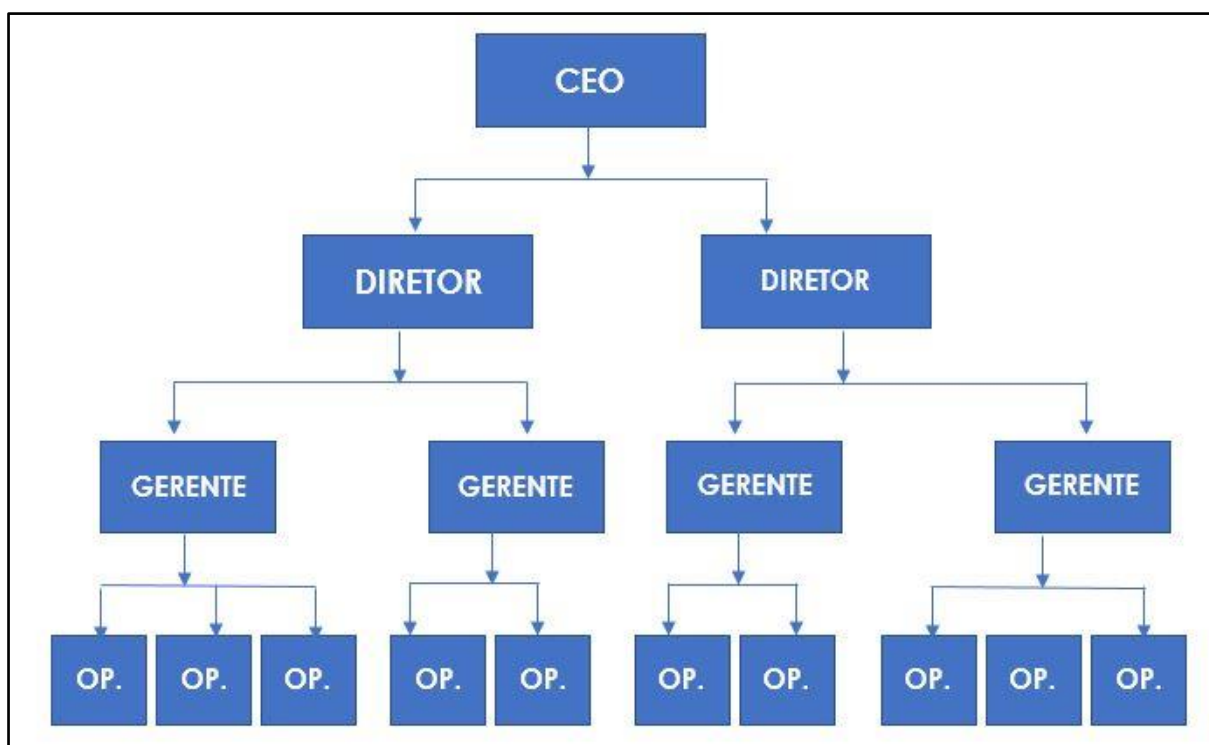
2.3 Ferramentas Organizacionais

2.3.1 Organograma

De maneira geral, a definição encontrada na literatura especializada em administração descreve o organograma como uma representação gráfica dos cargos e das relações hierárquicas presentes em uma organização. Conforme Chiavenato (2001, p. 251) afirma, o organograma é um diagrama que ilustra a estrutura formal da empresa. Embora não revele os relacionamentos informais, o organograma de forma clara expressa a divisão do trabalho, as posições existentes na organização, sua agrupação em unidades e a autoridade formal que as permeia (MINTZBERG, 1995).

Segue abaixo, figura 1, um exemplo de organograma, conforme citado:

Figura 1 - Organograma Tradicional



Fonte: GOOGLE Imagem, 2023.

2.3.2 Fluxograma

O fluxograma é uma importante ferramenta, que é capaz de descrever um processo de forma ilustrativa, auxiliando de maneira eficaz um melhor entendimento do mesmo.

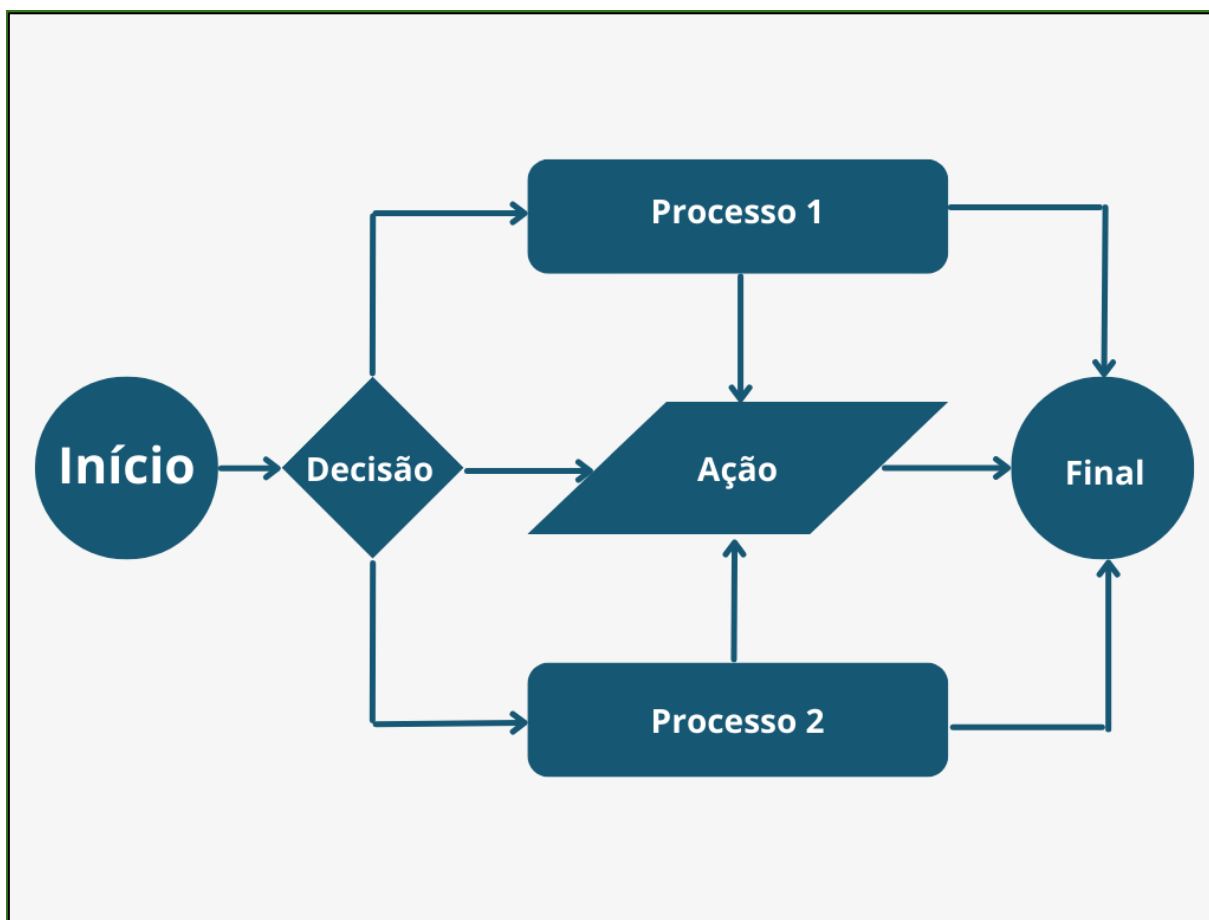
Logo, a ferramenta de qualidade escolhida para auxiliar no presente estudo foi o fluxograma de processo. Segundo Werkema (1995), o fluxograma configura-se em uma das principais ferramentas quando se tem a intenção de estudar um processo. É um mapa capaz de representar de maneira fácil, simples e ordenada diversas etapas de um processo.

A vantagem da utilização do fluxograma, segundo Cury (2017), é que os fluxogramas permitem o entendimento simples e objetivo em relação ao entendimento proporcionado por outros métodos descritivos. Outra das principais vantagens do uso do fluxograma é que sua elaboração é capaz de apontar variações no processo, quando da sua execução por diferentes pessoas ou equipes. (DAVIES et al., 2006).

A utilização do fluxograma permite a identificação de causas e origens de possíveis problemas encontrados nos processos, além de apontar passos desnecessários no processo estudado, viabilizando a sua simplificação e consequente melhoria. Dessa forma, é possível desenhar um processo novo no qual as melhorias já estejam incorporadas, facilitar a comunicação entre as pessoas envolvidas e disseminar informações sobre o processo. (WERKEMA, 1995).

De forma genérica, segue um exemplo, figura 2, de fluxograma de processos:

Figura 2 - Fluxograma de Processos



Fonte: GOOGLE Imagem, 2023.

3. METODOLOGIA

A metodologia é um conjunto de métodos, técnicas e procedimentos utilizados para realizar uma pesquisa, estudo ou projeto em uma determinada área de conhecimento. Ela busca estabelecer uma abordagem sistemática e rigorosa para alcançar um objetivo específico.

Neste capítulo, descrevemos os procedimentos metodológicos adotados para caracterizar, selecionar e analisar a qualidade dos tubos fabricados. Ao escolhermos uma metodologia, estamos, na verdade, traçando um caminho a ser percorrido durante a pesquisa, caminho que nos auxilia, orienta e, principalmente, contribui para um olhar particularizado. Desse modo, a metodologia nos auxiliará na construção do objeto a ser analisado e sua respectiva pesquisa.

Este artigo foi baseado em uma multinacional, produtora de tubos de aço, propondo uma melhoria na área de qualidade da referida empresa. Procura-se, neste trabalho, propor uma ideia de melhoria no processo dos testes de qualidade nos tubos onde o resultado não condiz com a faixa esperada, de acordo com o tipo de aço analisado nos laboratórios Mecânicos e Metalográficos.

Para garantir a qualidade da fabricação dos tubos de acordo com a necessidade de cada projeto, são feitos testes que podem ser mecânicos, químicos, corrosivos ou metalográficos.

3.1 Laboratório Mecânico

É composto por testes de impactos, dureza e tração.

3.1.1 Teste de Impacto

O teste de impactos mede a capacidade do material de absorver a energia do impacto (tenacidade). Ele consiste em um corpo de prova que é colocado em uma base (altura 0). O equipamento possui um martelo posicionado a uma altura x , neste ponto, ele possui 750J de energia potencial e 0J de energia cinética. O martelo é solto e atinge o corpo de prova no ponto de altura 0. Após acertar o corpo de prova, o martelo continua o seu movimento de pêndulo, e subirá até uma altura Y . A altura perdida entre os pontos X e Y equivale a energia perdida pelo sistema e absorvida pelo corpo de prova.

3.1.2 Teste de Dureza

O teste de dureza indica a resistência do material à penetração. Ele consiste em uma carga que é realizada por um determinado período de tempo sobre um penetrador. A dureza é avaliada através da deformação deixada na superfície da peça após a aplicação dessa carga.

3.1.3 O Teste de Tração

O teste de tração consiste na aplicação de uma carga axial no corpo de prova até a sua ruptura, gerando um gráfico Tensão x Deformação. Através desse gráfico conseguimos obter algumas propriedades mecânicas principais como Limite de Escoamento, Limite de Resistência a Tração e Alongamento. Também pode-se obter outras propriedades como: Estricção, Módulo de Elasticidade e Alongamento Uniforme que, basicamente, informa a qualidade de suportar a maleabilidade a ponto de se deformar sem se romper.

3.2 Laboratório Metalográfico

É composto por diversos testes, sendo que para o presente estudo iremos apresentar somente o teste de tamanho de grão. Esse teste consiste em avaliar o tamanho dos grãos presentes na estrutura do aço, que podem ser realizados através de dois métodos: o comparativo e o automático (Intercepto).

O método comparativo é feito em um microscópio com o aumento de cem vezes, onde analisam-se quatro campos de um corpo de prova previamente preparado. Os campos analisados no microscópio são comparados com o quadro, onde tamanho de 00 a 10 são expostos, e se determinam qual o tamanho aproximado do grão. Quanto maior o número, mais fino o grão.

O método automático (Intercepto) é feito no analisador de imagens, onde o computador gera uma malha. O analista então marca os locais onde a malha intercepta o contorno no grão. O software então calcula o tamanho do grão de acordo

com o tamanho da malha e quantidade de pontos interceptados. A análise é feita em cinco campos.

O tamanho de grão esperado varia com a aplicação do tubo e influência nas propriedades mecânicas e corrosivas do tubo.

As etapas a serem seguidas neste trabalho serão:

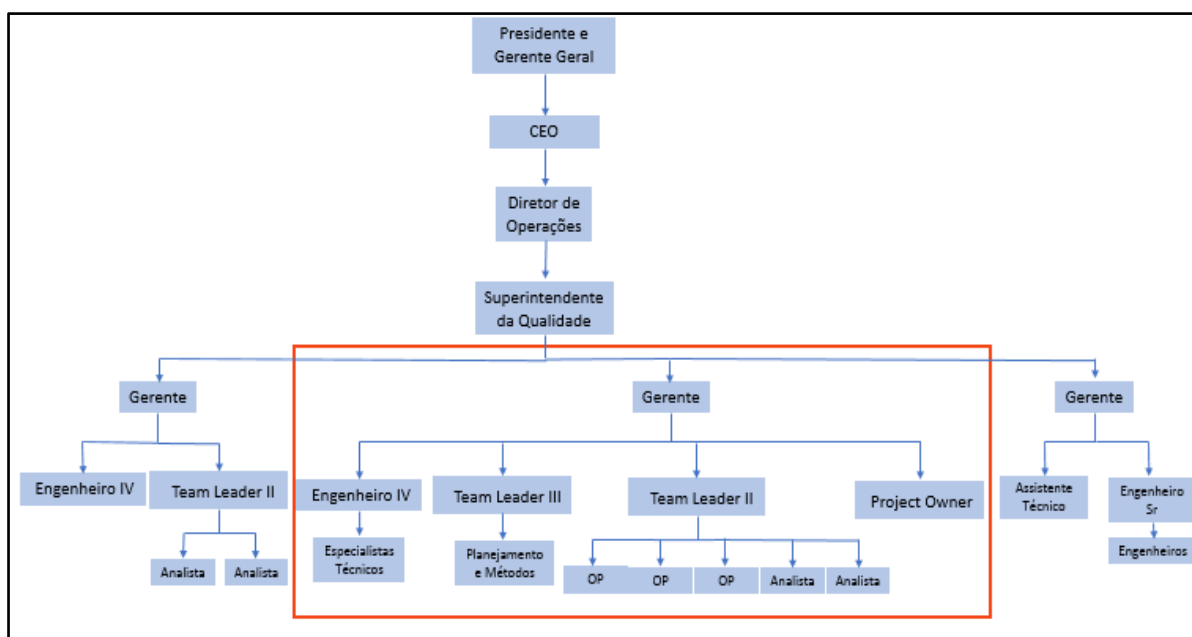
1. Organograma da Empresa: Verificar onde o setor estudado está inserido.
2. Fluxograma: Verificar o processo atual e propor melhorias.
3. Coleta de Dados: Verificar os ensaios que mais são retrabalhados.
4. Análise de Dados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Organograma da Empresa

A ideia de melhoria proposta foi estudada em uma multinacional, produtora de tubos de aço. Com o intuito de auxiliar no entendimento deste trabalho, abaixo segue a estrutura organizacional da empresa, figura 3, contendo os cargos e destacando a área estudada.

Figura 3 - Organograma da Empresa Estudada



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

4.2 Fluxograma de Processo atual

Para o entendimento do processo, se fez necessário expandir e detalhar todas as etapas, desde o momento em que o material chega para o laboratório de qualidade, até o processo em que os testes são feitos pelos analistas.

O processo no laboratório de qualidade se inicia pela amostragem. A área responsável mostra o material produzido, previamente identificado, onde contém informações do material e os testes necessários que devem ser feitos. Em cada tubo

se encontra um QR code com todas as informações. Os testes solicitados podem variar de acordo com cada tubo, ou de cada projeto pelo qual o produto foi solicitado.

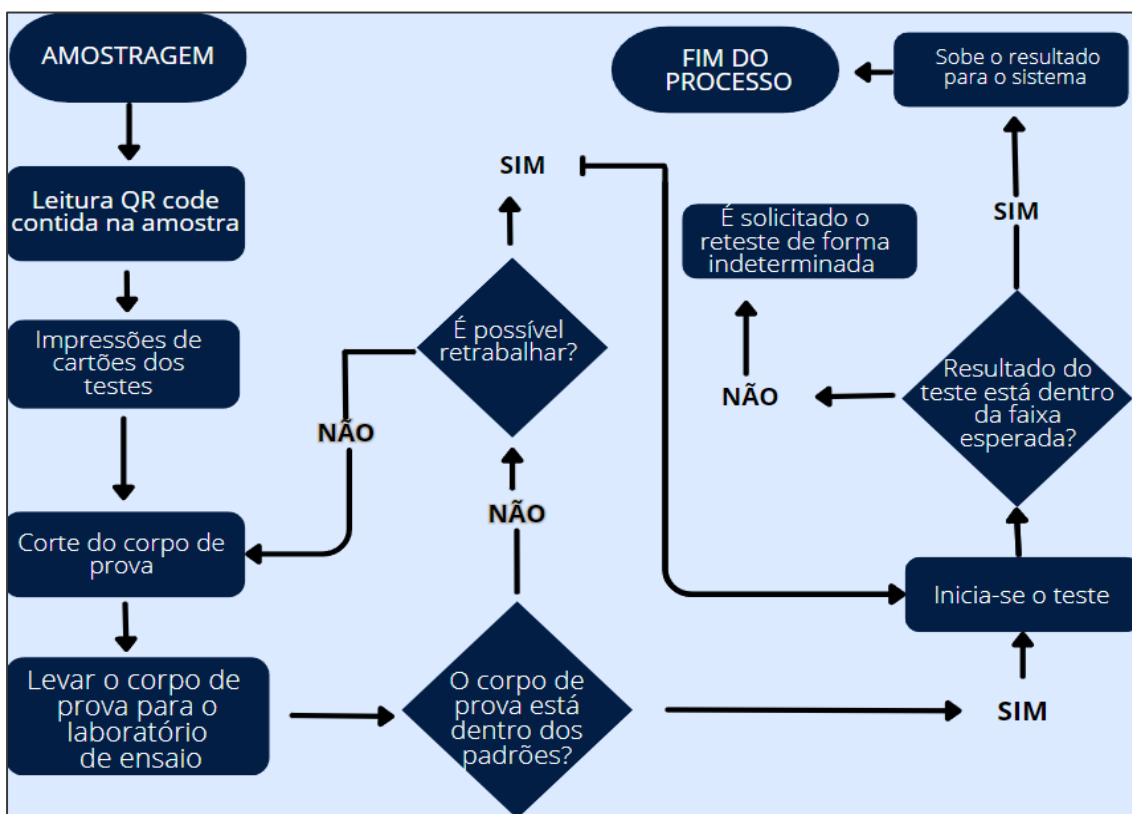
Depois de recolher as informações sobre o tubo, inicia-se o processo de corte dos corpos de prova para os testes solicitados. Em seguida cada corpo de prova recebe uma identificação única, contendo as especificações de cada teste e segue para seu respectivo laboratório.

Para se iniciar os testes, os analistas realizam uma conferência nos corpos de prova, sendo elas os dimensionais e o acabamento, que devem seguir de acordo com o padrão previamente definido. Em caso de não cumprimento de padrão, o analista deve devolver o corpo de prova para ser retrabalhado ou até mesmo descartado, necessitando assim de um novo corte.

Após analisar o dimensional e o acabamento do corpo de prova, é dado início ao teste. Em seguida, cada máquina, de cada teste, reporta o resultado que, quando dentro da faixa esperada, é inserido no sistema onde todos os colaboradores da usina têm acesso. Quando o resultado do teste não condiz com o esperado para aquele material é dado início a um processo de reteste, onde é solicitado um novo corpo de prova para um novo teste. Se confirmado o resultado, o analista responsável pelo teste entra em contato com o especialista técnico do laboratório, onde é dado início a um estudo sobre a tratativa. Porém, as áreas de produção, habitualmente, solicitam retestes diferentes, em outros laboratórios, de forma indeterminada, levando há uma lentidão de resposta para dado problema.

Abaixo, figura 4, segue o atual fluxograma de processos do Laboratório de Qualidade.

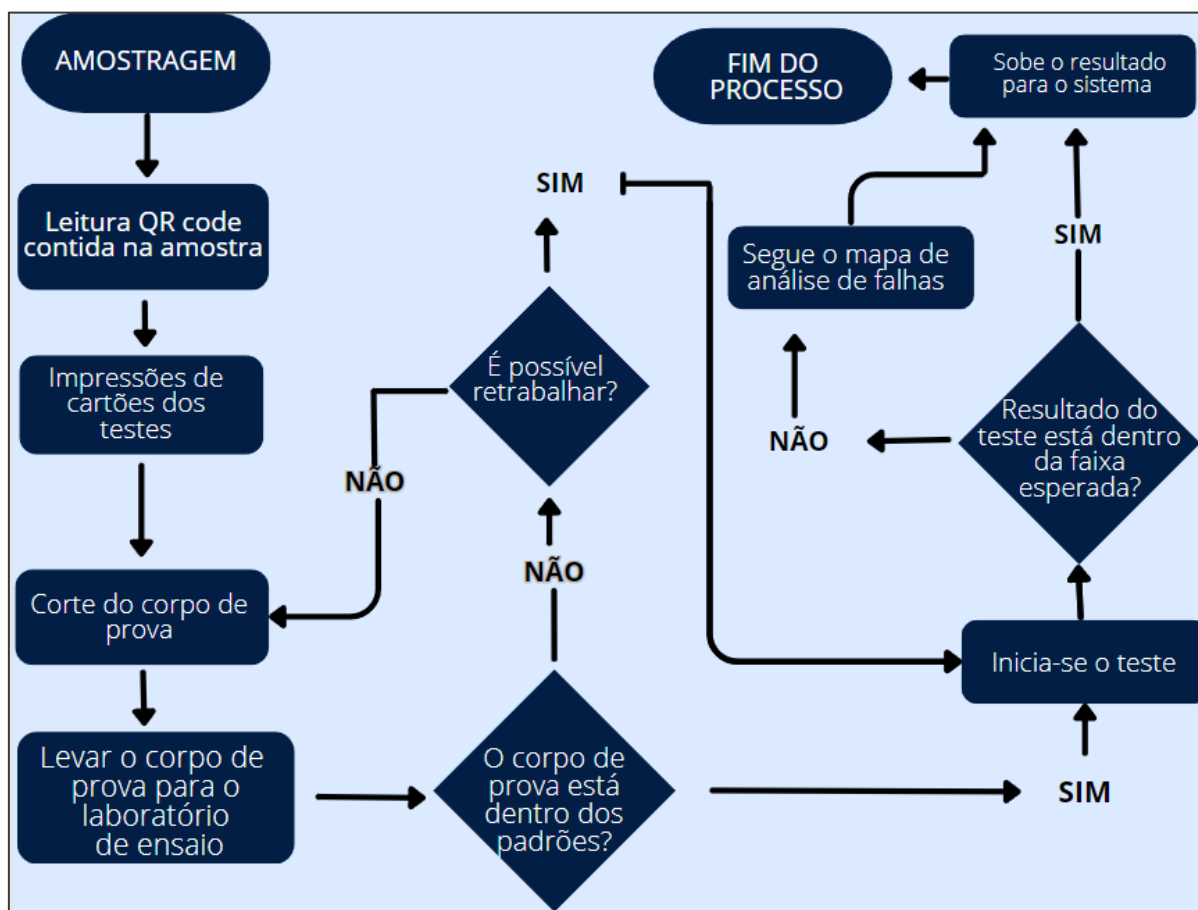
Figura 4 - FLUXOGRAMA DE PROCESSO ATUAL



4.3 Fluxograma de processo proposto

De acordo com a finalidade deste estudo, segue o fluxograma com a proposta de melhoria inserida, de forma resumida, apresentando uma pequena mudança na estrutura atual.

Figura 5 - Fluxograma de Processo Proposto



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

4.4 Coleta de Dados

A obtenção de dados pode ser considerada como um dos aspectos mais importantes da condução de uma pesquisa, pois é durante esse processo que o pesquisador adquire as informações fundamentais para alcançar seus objetivos. É crucial que sejam tomadas precauções adequadas na escolha dos instrumentos utilizados na coleta de dados, bem como na correta coleta das informações necessárias para a pesquisa. Selecionar os instrumentos de coleta que atendam às necessidades do estudo e estejam em consonância com a técnica empregada pode ser um grande desafio para o pesquisador.

Vale ressaltar que a área de ciências de dados visa uma gestão eficiente desses dados com o objetivo de produzir informações e conhecimento que possam

dar suporte para a tomada de decisões. (PROVOST; FAWCETT, 2013; VEAUX et al., 2017).

Abaixo, tabela 1, segue dados referentes à empresa estudada, onde constam informações de solicitações de retestes, devido a resultados de ensaios que ficaram fora da faixa esperada para os mesmos, no período de janeiro de 2023 à abril de 2023.

Tabela 1 - Acompanhamento de solicitações de retestes

DATA	LABORATÓRIO	ENSAIO	QUANTIDADE	DESVIO	OBSERVAÇÕES	NC
04/01/2023	MECÂNICO	TRAÇÃO	2	PROBLEMAS C/ ENSAIO	Foram realizados dois retestes do material 168,3x8,94 L8013CR pois os resultados estavam fora da faixa esperada	INTERNA
25/01/2023	MECÂNICO	TRAÇÃO	3	PROBLEMAS C/ ENSAIO	Reteste de 3 trações devido "ponto fora da plataforma de escoamento",	INTERNA
25/01/2023	MECÂNICO	TRAÇÃO	2	PROBLEMAS C/ ENSAIO	Algumas trações apresentaram resultados fora da faixa e não haviam parâmetros suficientes para realizarmos a análise, foi solicitado reteste conforme procedimento. (Materiais VM9513CR, L80 e P110MS)	INTERNA
16/03/2023	QUÍMICO	ANÁLISE QUÍMICA	1	PROBLEMAS C/ ENSAIO	1 check análise solicitado reteste	INTERNA
16/03/2023	QUÍMICO	ANÁLISE QUÍMICA	1	PROBLEMAS C/ ENSAIO	1 análise química solicitado reteste	INTERNA
30/03/2023	MECÂNICO	DUREZA	2	PROBLEMAS C/ ENSAIO	2 durezas que foi solicitado reteste para confirmação de resultados	INTERNA
11/04/2023	MECÂNICO	TRAÇÃO	1	MISTURA	1 tração - reteste para confirmação de resultado no Barreiro	INTERNA
18/04/2023	MECÂNICO	TRAÇÃO	1	PROBLEMAS C/ ENSAIO	1 tração necessário reteste	INTERNA

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

Para as solicitações de reteste levantadas, todos confirmaram o resultado anterior, que não era esperado para aquele certo tipo de material. Logo, em conjunto também foram feitos outros tipos de testes, como o de análise química, tamanho de grão e dureza, no intuito de encontrar um erro no método utilizado pelo laboratório, descartando assim a possibilidade do material não atender aos requisitos de qualidade. Nos casos acima, todos os testes se mantiveram coerentes, concluindo que os materiais apresentaram resultados que invalidam a liberação dos tubos.

De acordo com informações fornecidas pela área de pesquisa da mesma empresa, alguns testes conversam os resultados entre si, como por exemplo, os testes de tração e dureza. Quando um tipo de material apresenta uma baixa elasticidade (teste de tração) é esperado que a dureza desse material seja alta. Além da dureza, é esperado que o resultado do teste de tamanho de grão apresente um resultado de grãos finos, onde, devido ao alto número de interações químicas entre os grãos, o material apresenta uma resistência a elasticidade maior. Outro exemplo que também traz informações importantes, é a correlação entre o teste de impacto e dureza, pois, quanto maior a energia absorvida pelo sistema (teste de impacto), maior a dureza do material e, conseqüentemente, menor será o alongamento apresentado no teste de tração.

Para teste de tamanho de grão, geralmente é feito pelo método comparativo, pois a análise é bem mais rápida do que pelo método intercepto. Porém, um resultado apresentado é considerado fora do esperado para aquele projeto, já é padronizado que deve ser feita a análise pelo intercepto, para confrontar os resultados. Quando confirmado o resultado pelos dois testes, é esperado também que a dureza do material apresente um resultado que converse com a granulometria do mesmo.

4.5 Análise de Dados

A análise de dados é o momento em que se estuda e forma um conceito a respeito dos dados levantados, usando geralmente ferramentas matemáticas, identificando os padrões, tendências e correlações dos resultados de forma coerente.

De acordo com os dados levantados no tópico anterior, é possível notar que, muitos testes de qualidades são feitos sem necessidade, gerando assim, um gasto de tempo, analista, material e dinheiro de forma equivocada, enfatizando a necessidade de um padrão mais claro de atuação na análise dos resultados que apresentarem fora do esperado.

5. CONCLUSÕES

Visto no presente estudo a necessidade de uma padronização de reação para os ditos casos de resultados que não condizem com o esperado para aquele tipo de material, foi desenvolvido um mapa de análise de falhas, para auxiliar os analistas dos laboratórios mecânico e metalográfico no caminho a ser seguido na hora de solicitar outros testes para aquele tubo, ou até mesmo, quando já existirem, verificar o resultado dos testes que já foram feitos.

O intuito desse mapa é mitigar o tempo de resposta do laboratório, uma possível redução de custos e tempo de entrega do material para o cliente.

Segue abaixo, figura 6, o mapa desenvolvido no presente estudo, de acordo com os dados levantados:

Figura 6 - Mapa de Análise de Falha



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

6. AGRADECIMENTOS

As seguintes autoras agradecem à professora orientadora pela ajuda e esclarecimentos que contribuíram muito para a realização deste trabalho. Segue também o agradecimento às famílias que incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam as ausências enquanto trabalhavam na realização do mesmo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP. **Especial ANP 20 anos**. Acesso a informação disponível em: <<https://www.goov.br/anp/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/especial-anp-20-anos#.~.text=Hoje%2C%20ind%C3%BAstria%20do%20petr%C3%B3leo,distribui%C3%A7%C3%A3o%20e%20revenda%20de%20combust%C3%ADveis>> Acesso em 14 abr. 2023.

ASSIS, Alex de. **O uso de metodologias ativas no ensino de matemática: uma análise comparativa entre sala de aula convencional e laboratório de informática**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/bitstream/handle/11600/66572/DISSERTACAOFINALALEX_ASSINADA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 mai. 2023.

ALMEIDA, F. C.; MACHADO NETO, A. J.; GIRALDI, J. M. E. **Estrutura e estratégia: evolução de paradigmas**. Revista de Gestão, v. 13, n. 2, p. 15-26, 2006.

BERWANGER, Paulo Roberto. **Theological perspective of the formation of a political subjectivity of human rights**. 2012. Disponível em: http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/5516/PAULO+ROBERTO+BERWANGER_.pdf?sequence=1. Acesso em: 02 abr 2023.

CENSO AGROPECUÁRIO 2017: **Execução, resultados preliminares e o futuro do IBGE**. IBGE Notícias, Rio de Janeiro, n. 18, maio 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/noticias/pagina-inaugural/23330-censo-agropecuario-2017-execucao-resultados-preliminares-e-o-futuro-do-ibge.html>>. Acesso em: 20 abr. 2023.

CHIAVENATO, Idalberto. **Teoria Geral da Administração**. Rio de Janeiro: Campus, 2001

CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO - CONEDU. **Desenvolvimento de habilidades socioemocionais por meio de atividades lúdicas no ensino fundamental. Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: Editora Realize, 2016. p. 02. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2016/TRABALHOEV056MD1SA13ID8319_03082016000937.pdf> . Acesso em: 30 mai. 2023.

CURY, A. **Organização e métodos: Uma visão holística**. 9 ed, p 340. São Paulo: Atlas, 2017.

DAVIES, I.; GREEN, P.; ROSEMAN, M.; INDULSKA, M.; GALLO, S. **How do practitioners use conceptual modeling in practice?** *Data & Knowledge Engineering*, v.58, n.3, p. 358-380, 2006.

FERREIRA, Paula Troian de Carvalho. **Análise do efeito de ventos extremos na geração de energia eólica offshore no Brasil**. 2020. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2284/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_2021018.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2023.

GONÇALVES, J. E. L. **As empresas são grandes coleções de processos**. *Revista de Administração de Empresas*, v. 40, n. 1, p. 6-19, 2000a.

HEFLO. **Exemplo de estrutura organizacional de uma empresa**. Disponível em: <https://www.heflo.com/pt-br/rh/exemplo-de-estrutura-organizacional-de-uma-empresa/> . Acesso em: 25 mar. 2023

IBGE. Produto Interno Bruto da Indústria Metalúrgica em Minas Gerais. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=PIB+da+ind%BAstria+metal%C3%BARGica+em+Minas+Gerais>>. Acesso em: 31 mar. 2023

PAULA, E. B. d. **Estudo sobre a aplicação de aços dual phase na indústria automotiva com o objetivo de redução de massa em amortecedores estruturais**. 2014. 23 f. Monografia (Especial em Engenharia Automotiva) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

PROVOST, F.; FAWCETT, T. **Data science and its relationship to big data and data-driven decision making**. *Big data*, Mary Ann Liebert, Inc. 140 Huguenot Street, 3rd Floor New Rochelle, NY 10801 USA, v. 1, n. 1, p. 51–59, 2013.

MINTZBERG, H.; LAMPEL, J.; Quinn, J. B.; & Ghoshal, S. (2011). **O processo da estratégia: conceitos, contextos e casos selecionados**. Porto Alegre: Artmed

MINTZBERG, H. **Criando organizações eficazes: estruturas em cinco configurações**. São Paulo: Atlas, 1995.

MONTANA, P. J.; & CHARNOV, B. H. (2010). **Administração** (3. ed). São Paulo: Saraiva.

MOVIdesk. **Mapeamento de processos**. Disponível em: <https://conteudo.movidesk.com/mapeamento-de-processos/>. Acesso em: 25 abr. 2023.

UFPB. **Repositório Digital**. Página Inicial. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/19597>>. Acesso em: 14 mar. 2023. Página 21.

WERKEMA, M. C. C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: UFMG, 1995.