



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP  
**Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas**  
**Campus João Monlevade**

---



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TAYLANE MARTINS FRAGA LEITE

**ANÁLISE DE SUCATAS NO SETOR DE LAMINAÇÃO À LUZ DAS  
FERRAMENTAS DA QUALIDADE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
JOÃO MONLEVADE  
Novembro, 2018

TAYLANE MARTINS FRAGA LEITE

**ANÁLISE DE SUCATAS NO SETOR DE LAMINAÇÃO À LUZ DAS  
FERRAMENTAS DA QUALIDADE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

*Orientação: Prof. M.e. Maressa Nunes Ribeiro  
Tavares*

JOÃO MONLEVADE  
Novembro, 2018

L533a Leite, Taylane Martins Fraga.  
Análise de sucatas no setor de laminação à luz das ferramentas da qualidade  
[manuscrito] / Taylane Martins Fraga Leite. - 2018.

49f.: il.: color.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. MSc<sup>a</sup>. Maressa Nunes Ribeiro Tavares.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de  
Ciências Exatas e Aplicadas. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Qualidade. 2. Laminação (Metalurgia). 3. Siderurgia. 4. Sucata de metais.  
I. Tavares, Maressa Nunes Ribeiro . II. Universidade Federal de Ouro Preto.  
III. Título.

CDU: 658.562

Catálogo: [ficha.sisbin@ufop.edu.br](mailto:ficha.sisbin@ufop.edu.br)



### ATA DE DEFESA

Aos 13 dias do mês de Dezembro de 2018, às 14:30 horas, na sala B302 deste instituto, foi realizada a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso pelo (a) aluno (a) Taylane Martins Fraga Leite, sendo a comissão examinadora constituída pelos professores: Maressa Nunes Ribeiro Tavares, Luciana Paula Reis e Arquimedes Rodrigues da Conceição. O (a) aluno (a) apresentou o trabalho intitulado: ANÁLISE DE SUCATAS NO SETOR DE LAMINAÇÃO À LUZ DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE. A comissão examinadora deliberou, pela:

( ) Aprovação

(X) Aprovação com Ressalva - Prazo concedido para as correções: 30 dias

( ) Reprovação com Ressalva - Prazo para marcação da nova banca: \_\_\_\_\_

( ) Reprovação

do(a) aluno (a), com a nota 9,5. Na forma regulamentar e seguindo as determinações da resolução COEP04/2017 foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da comissão examinadora e pelo (a) aluno(a).

João Monlevade, 13 de Dezembro de 2018.

Professor(a) Orientador(a)

Convidado(a)

Convidado(a)

Aluno (a)

## **AGRADECIMENTOS**

*Primeiramente a Deus, nossa maior alegria, que sempre nos sustentou e guiou nossos passos no seu amor. “Porque dele e por Ele, e para Ele, são todas as coisas; glória, pois, a Ele eternamente.” (Romanos 11:36)*

*À minha família, meu grande exemplo, especialmente aos meus pais que incondicionalmente me apoiaram, e com muito amor e zelo me ajudaram a completar essa jornada.*

*Às minhas irmãs, namorado e amigos, que carinhosamente sempre estiveram ao meu lado e não me deixaram desistir.*

*À minha orientadora, Professora Maressa Nunes Ribeiro Tavares, pela orientação, paciência e dedicação prestada para a realização deste trabalho.*

*A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização do presente trabalho.*

*Taylane Martins Fraga Leite*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxo Simplificado de Produção Siderúrgica .....	13
Figura 2 - Processo de Laminação.....	14
Figura 3 -Modelo de Ciclo PDCA.....	18
Figura 4 - Exemplo de Gráfico de Pareto .....	19
Figura 5 - Diagrama de Ishikawa: 6M.....	20
Figura 6 - Exemplo de 5W2H .....	22
Figura 7 - Usina de João Monlevade .....	26
Figura 8 - Usina Integrada .....	27
Figura 9 - Layout do Laminador 1.....	28
Figura 10 – Histórico índice de Má Qualidade.....	29
Figura 11 – Ocorrência de Sucata de Linha .....	31
Figura 12 - Produção de Fio Máquina no Laminador 1 .....	32
Figura 13 - Tempo de parada devido a sucatas .....	32
Figura 14 - Evolutivo de Sucatas no Laminador 1 .....	33
Figura 15 - Índice BL/BP no Laminador 1 .....	33
Figura 16 - Gráfico de Pareto de sucatas por bitola .....	34
Figura 18- Sucatas por Equipamento.....	35
Figura 17 - Sucatas por Turma .....	35
Figura 19 - Estratificação do Equipamento Tesoura 15 .....	36
Figura 20 - Estratificação do Equipamento Mini Bloco.....	37
Figura 21 - Estratificação do Equipamento Tesoura 7. ....	37
Figura 22 - Estratificação do Equipamento Gaiola 11. ....	38
Figura 23 - Diagrama de Causa e Efeito no Laminador 1 .....	38
Figura 24 - 5W2H Laminador 1 .....	39
Figura 25 - Câmera Instalada na Entrada da Tesoura 15.....	40
Figura26 - Treinamento em Local de Trabalho.....	41
Figura 27- Índice BL/BP atualizado após implementação do Plano de Ação.....	43
Figura 28 - Tempo de Parada para retirada de Sucata após Plano de Ação .....	43

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1. Formulação do Problema .....	9
1.2. Justificativa .....	9
1.3. Objetivos .....	10
1.3.1. Objetivo Geral .....	10
1.3.2. Objetivos Específicos .....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	12
2.1 Siderurgia.....	12
2.1.1 Laminação .....	13
2.2. Qualidade .....	15
2.2.1 Qualidade do Aço.....	15
2.2.2 Anomalias.....	16
2.3. Ferramentas da Qualidade .....	17
2.3.1. PDCA .....	17
2.3.2. Gráfico de Pareto.....	19
2.3.3. Diagrama de Causa e Efeito .....	19
2.3.4. 5W 2H.....	20
3. METODOLOGIA.....	23
3.1 Classificação da Pesquisa .....	23
3.2 Etapas de Desenvolvimento.....	24
4. ESTUDO DE CASO .....	26
4.1. Empresa .....	26
4.2. Laminador 1 .....	27
4.3. Índices afetados pela ocorrência de sucatas.....	28
4.3.1 Índice de Má Qualidade .....	29
4.3.2 Tempo de Utilização .....	30
4.3.3 Barra Laminada por Barra Perdida (BL/BP).....	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	44
REFERÊNCIAS .....	47

## RESUMO

Atualmente, é essencial que as organizações saibam otimizar seus recursos, reduzindo os custos com o processo produtivo, objetivo, este, que é comprometido pelas falhas de processo e geração de sucatas. Este trabalho buscou então, através das ferramentas da Qualidade, identificar os pontos críticos no processo de laminação de uma siderúrgica de grande porte que originam sucatas. Propondo possíveis soluções para redução deste índice. A pesquisa possui caráter combinado, utilizando-se da análise qualitativa para interpretar os dados obtidos e propor melhorias; análises quantitativas para tabular as principais ocorrências de sucata no período de Janeiro a Junho de 2018. Através da lógica do PDCA, priorização dos problemas evidenciada pelo Gráfico de Pareto e um Plano de Ação elaborado e implementado com base no 5W2H, obteve-se um resultado satisfatório. Conclui-se que através de treinamento, acompanhamento, capacitação, revisão de procedimentos e inspeção foi possível reduzir cerca de 20% o indicador de desempenho Barra Laminada/Barra Perdida e Taxa de Parada para retirada de sucatas. Destarte, estabelecer metodologias eficientes para aperfeiçoar seus processos assegura não só a estabilidade do processo, mas também benefícios que agregam valor ao produto, como custos, segurança e qualidade, garantindo assim sua sustentabilidade no mercado.

Palavras Chave: Qualidade, Siderurgia, Laminação, Sucatas.



## **ABSTRACT**

Nowadays, it is essential that organizations know how to optimize their resources, reducing costs with the objective production process, which is compromised by process failures and scrap generation. This work then sought, through the Quality tools, to identify the critical points in the lamination process of a large steel mill that originates scrap. Proposing possible solutions to reduce this index. The research has a combined character, using the qualitative analysis to interpret the data obtained and propose improvements; quantitative analyzes to tabulate the main scrap occurrences from January to June 2018. Through the logic of the PDCA, prioritization of the problems evidenced by the Pareto Chart and an Action Plan developed and implemented based on 5W2H, a result was obtained satisfactory. It was concluded that, through training, follow-up, training, review of procedures and inspection, it was possible to reduce the Rolled Bar / Bar Loss and Stop Rate for the removal of scrap metal by around 20%. Thus, to establish efficient methodologies to improve its processes ensure not only the stability of the process, but also benefits that add value to the product, such as costs, safety and quality, thus ensuring its sustainability in the market.

Keywords: Quality, Steel, Lamination, Scrap

## 1. INTRODUÇÃO

Com a Revolução Industrial originada na Inglaterra, no final do século XVIII, a produção de ferro se tornou de suma importância para a humanidade. Nesse período, as comunidades agrárias e rurais perderam forças para as sociedades urbanas e mecanizadas, dando espaço a uma nova era de modernizações.

Em 1856, quando se descobriu como produzir aço, uma grande evolução aconteceu. Isso porque o aço era mais resistente que o ferro fundido e poderia ser produzido em grande escala, servindo de matéria-prima para muitas indústrias (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2018).

No século XX, as siderúrgicas passaram a aumentar os investimentos em tecnologias de forma a produzir cada vez mais aço com menos insumos e matérias-primas, reduzindo os impactos da produção no meio ambiente e reforçando a segurança dos funcionários.

Segundo dados do Instituto Aço Brasil (2018), o Brasil exporta seu aço para mais de 100 países, possuindo um parque produtor de aço com 30 usinas e 105.476 colaboradores. A capacidade instalada de 50,4 milhões de toneladas/ano de aço bruto e uma produção anual de aço bruto de 31,3 milhões de toneladas, o que corresponde a um saldo comercial de 3,9 bilhões de dólares por ano. Em vista disso, pode-se inferir a importância deste setor no âmbito da economia nacional.

Assim, em concordância com Miranda (1994), as organizações precisam gerar produtos e serviços em condições de satisfazer as demandas dos usuários finais, seja atendendo requisitos de qualidade, custos ou segurança. E para que estes sejam alcançados, as empresas têm que se adequar a este cenário, eliminando atividades que não agregam valor e comprometem seus objetivos. No setor de laminados na siderurgia, estes propósitos podem ser comprometidos quando ocorrem falhas em seu processo.

Essas falhas ou anomalias são não conformidades que ocorrem no processo, ou seja, fogem do usual ou normal (CAMPOS, 1997). Como exemplos de anomalias citam-se: defeitos em produtos, refugos, retrabalhos, quebras de equipamentos, reclamações de clientes, erros de previsão, paradas de produção, sucatas, dentre outros.

Na empresa em estudo, as sucatas que ocorrem durante o processo de laminação do aço, podem comprometer de forma expressiva os resultados do setor. Sejam elas causadas por falhas operacionais, mecânicas ou materiais.

Deste modo, analisar a origem das sucatas é substancialmente importante para organização, pois visam identificar e bloquear as causas fundamentais destas anomalias, permitindo a fluidez do processo de produção e a não reincidência das mesmas. Garantindo qualidade e competitividade e evitando o desprendimento de novos esforços e recursos.

### **1.1. Formulação do Problema**

Atualmente, é essencial que as organizações saibam otimizar seus recursos, reduzindo custos com processo produtivo, porém, a ocorrência de sucatas pode comprometer tal objetivo.

Todo processo está sujeito à ocorrência de anomalias durante a execução de suas atividades. Segundo Campos (1997) todo processo em que ocorram anomalias há uma diminuição do valor agregado, uma vez que se faz necessário o desprendimento de novos esforços que, conseqüentemente, ocasiona custos. Assim, para aumentar a produtividade, as anomalias devem ser sanadas e conseqüentemente as sucatas devem ser minimizadas.

Portanto, sabendo-se onde estão os pontos críticos do processo os quais dão origem às sucatas, é possível agir preventiva, bloqueando as causas fundamentais e estabelecendo ações que evitem que estas voltem a ocorrer. Assegurando que não haja o sucateamento de materiais e equipamentos, o retrabalho de produtos defeituosos, a perda de produtividade e tempo disponível, aumento da má qualidade e até mesmo o comprometimento da segurança.

Dentro deste contexto, este estudo busca responder à seguinte pergunta: Quais os pontos críticos no processo de laminação que originam sucatas e como reduzir estas anomalias?

### **1.2. Justificativa**

O mercado nacional e internacional de aço é altamente competitivo, sendo preço, qualidade e serviço, os principais fatores de concorrência. Diante deste cenário, o que resta às organizações é se destacar através da excelência e qualidade oferecida. Portanto, otimizar seus processos de forma a reduzir desperdícios e obter vantagem competitiva frente aos seus concorrentes, se torna fator decisivo para a sobrevivência no mercado. Alinhado aos aspectos de competitividade das indústrias, está o consumidor, esperando que suas expectativas sejam superadas já na primeira experiência com o produto.

Na siderurgia não é diferente, e com o intuito de que isso ocorra se faz necessário um conhecimento operacional profundo e uma visão apurada dos negócios para se obter um produto de excelência. O Laminador 1 foi adotado como ambiente de estudo devido à importância e qualidade atribuída a seu produto final, destinado prioritariamente à exportação.

Em qualquer processo produtivo, falhas são capazes de comprometer os bons resultados e desempenho. Na laminação isso não é diferente, a ocorrência de sucatas no processo afeta diretamente a qualidade, segurança e os lucros da empresa, em virtude de perdas de produção, tempo, materiais, equipamentos e maquinários. Sendo assim, conhecer e tratar os pontos considerados críticos no processo se tornam indispensáveis para o planejamento, aperfeiçoamento e melhoria da qualidade, bem como na diminuição dos custos.

Destarte, o trabalho justifica-se pela busca da eficiência do processo, advinda da não ocorrência de sucatas, dado que esta compromete direta e indiretamente os demais indicadores de desempenho do setor, diminuindo assim a sua competitividade no mercado.

### **1.3. Objetivos**

#### 1.3.1. Objetivo Geral

O objetivo do presente trabalho é, através das ferramentas da Engenharia da Qualidade, identificar os pontos críticos do processo que originam sucatas no Laminador 1 da ArcelorMittal Monlevade e propor possíveis soluções para redução deste índice.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Analisar de maneira sistemática o funcionamento do processo de laminação;
- Identificar por meio das ferramentas da qualidade os equipamentos que são críticos no processo de laminação originando sucatas.
- Relacionar as sucatas ao comprometimento dos demais indicadores de desempenho do Laminador 1.
- Propor e implementar um plano de ações para melhorias com base nos equipamentos identificados como críticos.

#### **1.4. Estrutura do trabalho**

O presente estudo está dividido em seis seções. A seção 1 abrange a introdução do assunto, justificativa e objetivos para a realização do mesmo. Na seção 2 é realizada a revisão bibliográfica no que tange aos assuntos de suma importância à realização do estudo de caso, como siderurgia, laminação e ferramentas da qualidade. A seção 3 denota a metodologia de pesquisa utilizada para a obtenção, coleta e análise de dados utilizados.

Na seção 4 apresenta-se a empresa em que o estudo foi realizado, o seu processo produtivo e evidencia-se o problema encontrado. Na seção 5, identificam-se os pontos críticos do processo onde há maior ocorrência de sucatas, apresenta-se um plano de ação e os resultados obtidos pela sua implementação. E, por fim, na seção 6 são apresentadas as considerações finais ao estudo.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Siderurgia**

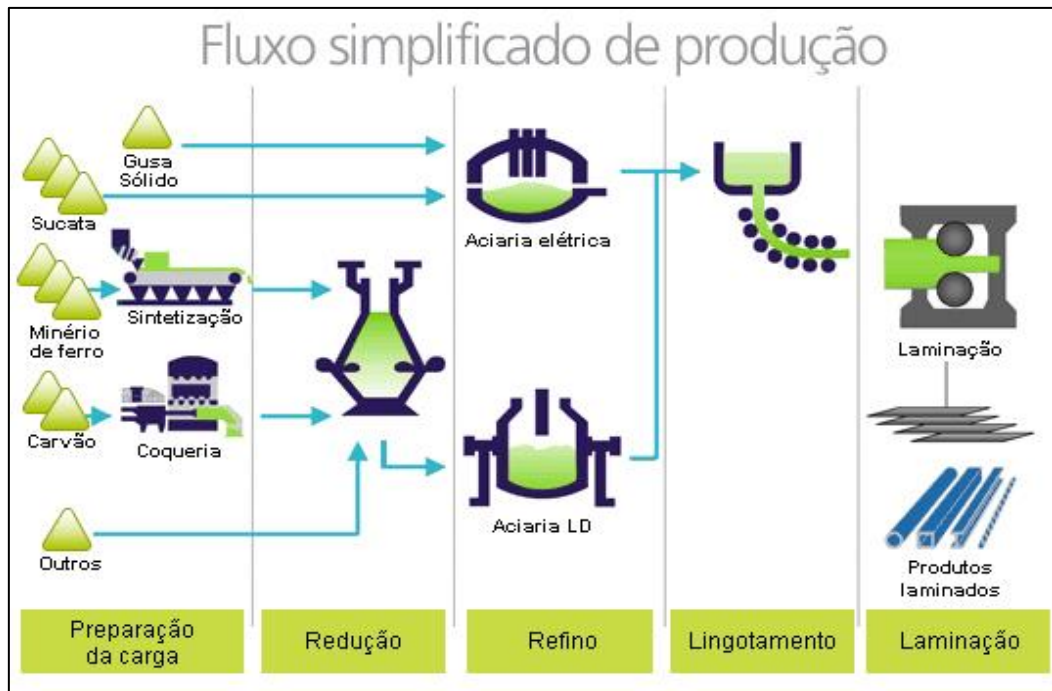
Segundo Mourão (2007), a siderurgia é um dos setores da metalurgia, responsável pelo processo de transformação do minério de ferro em ferro ou aço. O Instituto Aço Brasil (2018), sintetiza que o aço é, basicamente, uma liga de ferro e carbono, os quais são encontrados em toda crosta terrestre, podendo ser encontrados sob diversas formas. Outro componente importante desse processo de transformação é o carvão mineral e, em determinados casos, o carvão vegetal.

Na siderurgia, o carvão exerce papel duplo na fabricação do aço. Primeiramente, como combustível, permitindo alcançar altas temperaturas (aproximadamente 1.500° Celsius) necessárias à fusão do minério. E, posteriormente, como redutor, que associado ao oxigênio desprendido do minério com a alta temperatura deixa livre o ferro. O processo de remoção do oxigênio do ferro para ligar-se ao carbono chama-se redução e ocorre dentro de um equipamento chamado alto forno. No alto forno, o ferro se funde e é chamado de ferro gusa ou ferro de primeira fusão. Através das impurezas provenientes dessa etapa (calcário, sílica, dentre outros) forma-se a escória, matéria-prima para a fabricação de cimento.

A segunda etapa é o refino, na qual o ferro gusa é levado para a aciaria, ainda em estado líquido, para ser transformado em aço, mediante a queima de impurezas e adições de componentes químicos.

Finalmente, a terceira fase clássica do processo de fabricação do aço é a laminação. O aço, em processo de solidificação, é deformado mecanicamente e transformado em produtos siderúrgicos utilizados pela indústria de transformação, como chapas, bobinas, vergalhões, arames, perfilados, barras, etc. Na Figura 1 é possível observar o fluxo simples de produção em uma siderúrgica.

Figura 1- Fluxo Simplificado de Produção Siderúrgica



Fonte: Instituto Aço Brasil (2018).

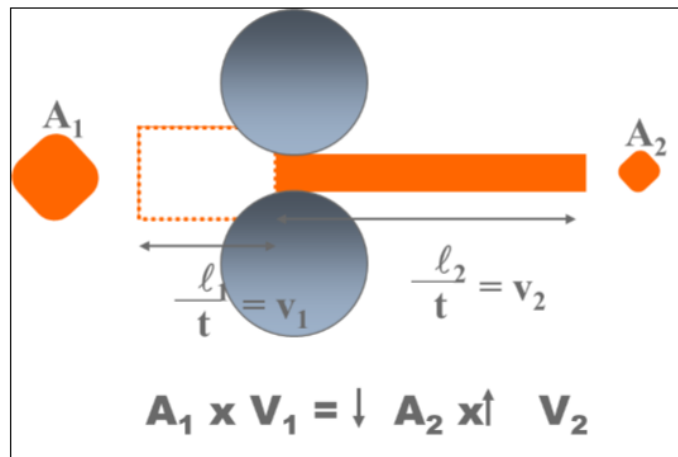
Em virtude da evolução tecnológica, busca-se a cada dia aperfeiçoar as etapas do processo de fabricação do aço nos aspectos, tempo e custos, assegurando em contrapartida, maior qualidade e agilidade na produção. A etapa de laminação torna-se então, um ambiente oportuno para desenvolvimento, inovação e busca da melhoria contínua.

### 2.1.1 Laminação

Segundo Dieter (1981), laminação é o processo de transformação mecânica de metais mais usados na prática, porque apresenta alta produtividade e um controle dimensional do produto acabado que pode ser bastante preciso. Durante o processo de laminação o material é submetido a altas tensões compressivas, decorrente da ação de prensamento dos rolos, e a tensões cisalhantes superficiais, resultantes da atrição entre os rolos e o material.

Em conformidade com Rodrigues (2013), laminação consiste em um processo de conformação mecânica na qual se modifica a seção transversal de um metal pela passagem entre dois cilindros dispostos paralelamente girando em sentidos opostos. Dessa forma, reduz-se a sua seção transversal e alonga o material. Na Figura 2, tem-se um esquema genérico do princípio do processo de laminação.

Figura 2 - Processo de Laminação



Fonte: Apostila de Laminação AMM (2013).

Conceitualmente, laminação é um processo de conformação mecânica executada por compressão direta, sem retirada de material, visando obter deformações plásticas no material conformado. Isto significa alterações permanentes na forma e propriedades de um corpo sólido, mantida a sua massa (volume constante) (CODA 2006).

O processo de laminação pode ser conduzido a quente ou a frio. Na laminação a frio, utiliza-se um produto semi-acabado (chapa, fio-máquina), previamente laminado a quente. Uma vez que sua temperatura está abaixo da temperatura de recristalização, possibilitando ao material maior resistência à deformação, impedindo reduções elevadas de secção. Já na laminação a quente, o tarugo passa por um processo de reaquecimento e desbaste, possibilitando grandes deformações após diversos passes pelos cilindros laminadores. O processo de Laminação a quente é caracterizado pela ocorrência de alterações estruturais que resultam na modificação estrutural, eliminando em grande parte a energia introduzida no material pelos processos de recuperação e recristalização (COLPAERT, 2008). De modo geral, na laminação a quente de aços, os tarugos são inicialmente reaquecidos entre 1000°C e 1300°C, onde sofrem o fenômeno de recristalização (formação de um novo conjunto de grãos livres de deformação) durante a conformação, possibilitando reconfigurar a disposição dos grãos na estrutura cristalina do material, atribuir a ela novas propriedades mecânicas.

Desta forma, quanto mais refinada a estrutura e tamanho dos grãos, maior a qualidade atribuída a um aço. Esta variabilidade no tamanho dos grãos pode ser conferida à ocorrência de temperaturas mais baixas, número de passes no laminador, redução de área maior e à composição química do aço (CALLISTER, 2002).



Em resumo, compreende-se que objetivo da conformação através da laminação é dar forma ao material, modificando sua microestrutura e concedendo propriedades adequadas ao material de acordo com as características exigidas pelos clientes. Tornando-se, portanto, uma etapa fundamental para agregar valor ao produto final.

## **2.2. Qualidade**

Segundo Gomes (2004), a qualidade é fácil de reconhecer, mas é difícil definir. A percepção de qualidade varia conforme a cultura, pessoa e até mesmo com o objetivo de quem analisa. Assim, não existe uma definição global do que é qualidade, existem diferentes definições de qualidade que surgem em diferentes circunstâncias, tornando-o um fenômeno complexo (REEVES E BEDNAR, 1994).

Catelli (2001) sugere que a qualidade é estabelecida pelo cliente. Corroborando com isso, Campos (1992) e Barreto (2008, p.12) acrescentam que um produto de qualidade é aquele que atende ao cliente com perfeição, de forma confiável, acessível, segura e também no tempo certo, ou seja, sem defeitos, de forma acessível, baixo custo e de forma segura.

Já para Crosby (1999, p.31) e Paladini (2006), a qualidade é a conformidade com os requisitos, o atendimento a um conjunto de atributos e/ou elementos que compõem o produto final. Assim, segundo os autores, os problemas da qualidade na verdade são oriundos dessa não conformidade.

Assim, dada às diversas denominações do que é qualidade, torna-se evidente que os benefícios oriundos da qualidade são: aumento da produtividade, melhoria da qualidade do produto ou serviço, da otimização do tempo na realização das etapas dos processos, redução de custos, redução do número de reclamação dos clientes, das perdas, prazos de entrega e gargalos de produção (CAMPOS, 1997).

Destarte, para que as empresas consigam se manter no mercado competitivo faz-se necessário que estas se atentem aos preceitos da qualidade. Garantindo um processo produtivo livre de imperfeições, garantindo sua produtividade, custos e assegurando uma cultura permanente de qualidade e co-responsabilidade em todos os colaboradores.

### **2.2.1 Qualidade do Aço**

De acordo com Montes (2016), “As propriedades do produto final estão diretamente ligadas à matéria-prima utilizada”, assim, o primeiro critério a ser satisfeito para que haja um aço de qualidade

ao final do processo, é que a matéria prima atenda às especificações de cada cliente. Em princípio, dois são os fatores que fundamentalmente possibilitam o atendimento das exigências de qualidade dos aços: composição química e tratamento térmico.

Os principais elementos utilizados na composição química dos aços são: carbono, silício, manganês, cromo, vanádio, tungstênio e cobalto. Cada componente é responsável por uma característica relacionada a uma qualidade específica do aço, por exemplo, o carbono que confere dureza e resistência ao desgaste; e o vanádio que age como desoxidante e controlador do tamanho de grão, melhorando a temperabilidade dos aços.

O tratamento térmico confere ao aço características relacionadas à microestrutura do aço. Dentre os tipos de tratamento, existem: Recozimento Pleno, Esferoidização, Alívio de tensões, Recozimento para redução do teor de hidrogênio, Normalização, Têmpera e Revenimento, Martêmpera, Austêmpera e Patenteamento, Tratamentos termoquímicos: cementação, nitretação e carbonitretação. Sendo a Normalização o mais utilizado na produção de fio-máquina, que consiste no aquecimento até o campo austenítico, seguido de resfriamento ao ar, resultando em ferrita e perlita.

Assim, em conformidade com Catelli (2001) que sugere que a qualidade é estabelecida pelo cliente, para que o aço seja considerado de qualidade é preciso atender às especificações de cada cliente em relação a: Composição química, requisitos dimensionais, condições de superfície, sanidade interna, propriedades mecânicas e embalagem.

### 2.2.2 Anomalias

Segundo Campos (1997), anomalia é uma não conformidade. É tudo que difere do usual ou normal. Podendo variar desde um problema com o produto, um ponto fora dos limites no gráfico, um barulho estranho no equipamento, uma parada inesperada na produção, um defeito em um componente, um acidente ou mesmo uma reclamação de cliente.

De acordo com Campos (2004) a anomalia é qualquer atividade humana que consome recursos e não agrega valor. Desta forma, precisam ser eliminadas para que se ganhe produtividade e, conseqüentemente, competitividade. No caso da laminação a retirada da sucata dentre outras perdas de oportunidade pode ser considerada uma anomalia do processo. Entende-se como sucata no laminador, toda matéria-prima que entra no processo de rea aquecimento e não completa seu processo, resultando em uma bobina, no caso do fio-máquina. A sucata pode ocorrer por vários motivos, dentre eles o material ser disposto por na

atender às especificações de qualidade (peso, dimensionamento, ocorrência de defeitos superficiais), falhas mecânicas e elétricas, embolamentos na formação de espiras dentre outros. Resultando assim no desprendimento de recursos e a não obtenção do produto final (fio-máquina) em condições esperadas. Para tanto, as ferramentas da qualidade, mundialmente difundidas, podem auxiliar no alcance desses objetivos.

### **2.3. Ferramentas da Qualidade**

Diante do cenário deixado pela segunda guerra mundial, os japoneses passaram a se questionar e avaliar a tolerância no que diz respeito ao erro, desenvolvendo meios e métodos capazes de reduzir drasticamente as, até então aceitáveis, margens de falhas. A partir daí começa a busca pela melhoria contínua, onde os objetivos das organizações devem ser definidos a partir de uma avaliação realista dos recursos disponíveis (ARAUJO, 2010).

Segundo McQuater (1995), as ferramentas da qualidade são métodos práticos, competências, meios ou mecanismos que podem ser aplicados a tarefas particulares, que facilitam a positiva mudança e conseqüente melhoria. Essas têm como objetivos facilitar a explanação e entendimento dos problemas, sintetizando conhecimento e conclusões, compartilhando o conhecimento e auxiliando no monitoramento dos processos (OLIVEIRA, 1996).

Para Thiaet al. (2005), as ferramentas da qualidade têm sido desenvolvidas e aprimoradas para sustentar a aplicação e utilização da gestão da qualidade nas empresas. Assim, para que se alcance a Gestão da Qualidade Total e se obtenha sucesso largamente formalizado na literatura científica, tais ferramentas são imprescindíveis.

#### **2.3.1. PDCA**

Werkema (1995, p. 17), define o ciclo PDCA como “um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance de metas necessárias à sobrevivência de uma organização”. Assim, a metodologia pode ser vista como uma ferramenta para auxiliar na tomada de decisões para a resolução de problemas organizacionais. O PDCA aponta a trajetória a ser seguida para que as metas possam ser alcançadas.

O ciclo PDCA é um método que visa controlar e conseguir resultados efetivos e confiáveis em uma organização. Através da padronização das informações do controle de

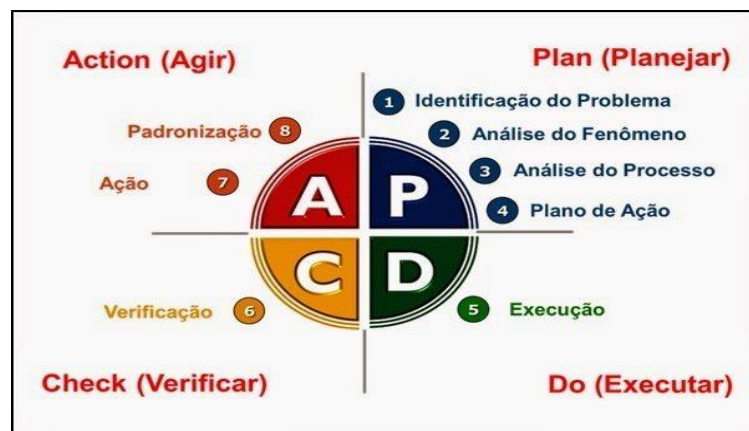
qualidade, torna a análise das informações inteligível, evitando-se erros lógicos nas análises e possibilitando a transição para uma cultura de melhoria contínua (AGOSTINETTO, 2006).

Segundo Deming (1990), o PDCA é composto por quatro etapas e é uma poderosa ferramenta utilizada na gestão da qualidade, consistindo em:

- ✓ Plan (Planejamento): estabelecimento da meta ou objetivo a ser alcançado, e do plano de como fazer para se atingir este objetivo.
- ✓ Do (Execução): é a execução do que foi proposto no item anterior, de forma que todos os envolvidos entendam e façam parte para o atendimento do objetivo.
- ✓ Check (Verificação): durante e após a execução, deve-se comparar os dados obtidos com a meta planejada, verificando se a meta foi atingida.
- ✓ Action (Ação): transformar as ações que deram certo em um padrão a ser seguido e investigar o motivo das demais não terem sido eficazes como esperado.

Campos (1992) destaca que o controle de processos deve ser executado de acordo com o método PDCA, garantindo assim a melhoria contínua nas empresas (Figura 3).

Figura 3 -Modelo de Ciclo PDCA



Fonte: Ávilla (2015).

A ideia por trás de um “ciclo” para a solução de problemas, atualmente conhecido como PDCA, foi desenvolvida por Dewey, que entendia que para a resolução de problemas seriam necessários cinco passos lógicos: perceber a dificuldade; localizar o problema; definir o problema; sugerir possíveis soluções e desenvolver através do raciocínio as influências sugeridas; e por fim, observar posteriormente as soluções aplicadas, que levam a sua aceitação ou rejeição. A formalização destes princípios por meio do PDCA, integrado a outras ferramentas da qualidade, permite então, aperfeiçoar a solução de problemas e alcançar as metas.

### 2.3.2. Gráfico de Pareto

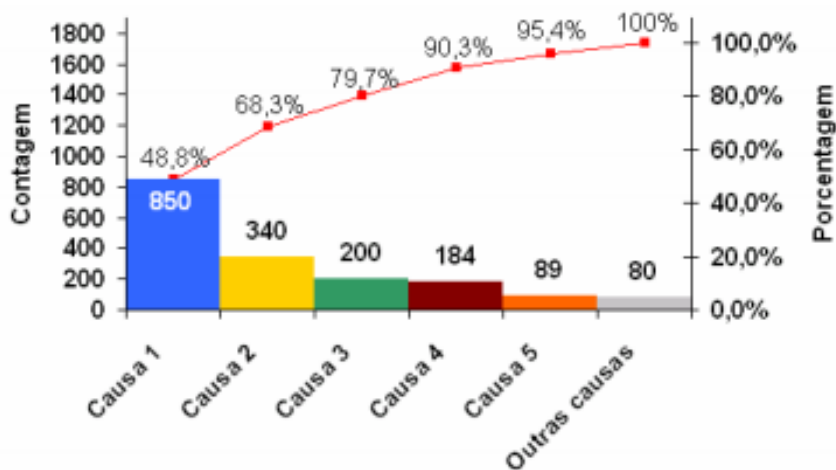
Conforme LINS (1993), “o gráfico de Pareto tem o aspecto de um gráfico de barras, onde cada causa é quantificada em termos da sua contribuição para o problema e colocada em ordem decrescente de influência ou ocorrência”.

Werkema (1995), acrescenta que "o Gráfico de Pareto é um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a priorização de temas. A informação assim disposta também permite o estabelecimento de metas numéricas viáveis de serem alcançadas".

Segundo Borges (2014), o princípio de Pareto, atribui aos 80% das consequências, 20% de causas. Assim, esta ferramenta é bastante útil se deseja produzir mais com muito menos esforço.

Portanto, sua principal funcionalidade é permitir uma rápida e fácil visualização e identificação dos problemas, definindo assim qual tem maior influência sobre o processo, possibilitando a concentração de esforços para a resolução dos mesmos. Através da Figura 4, é possível observar um exemplo de Gráfico de Pareto.

Figura 4 - Exemplo de Gráfico de Pareto



Fonte: Aguiar (2002)

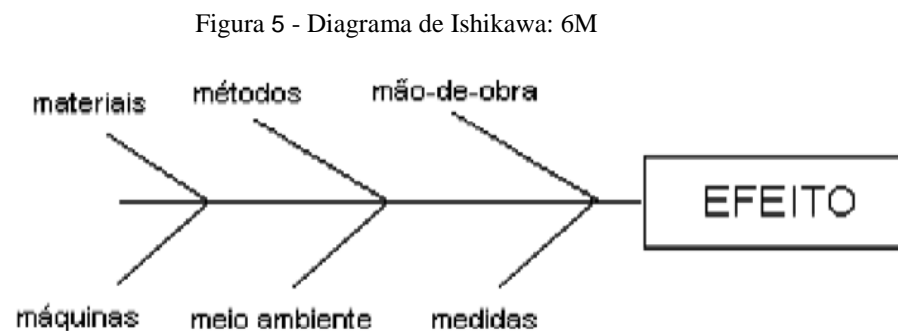
### 2.3.3. Diagrama de Causa e Efeito

O Diagrama de Causa e Efeito é também conhecido como Espinha de Peixe ou Diagrama de Ishikawa. Esta ferramenta da qualidade foi criada em 1943 na Universidade de , pelo professor Kaoru Ishikawa (PEINADO, 2007).

Segundo Werkema (1995), o diagrama de Ishikawa é uma ferramenta utilizada para expor a relação existente entre o resultado do processo, e as causas que tecnicamente afetam o resultado. Conforme Moura (2003), esta é uma ferramenta útil para analisar processos e identificar as possíveis causas de um problema.

O Diagrama de Causa e Efeito representa de forma gráfica a relação entre as possíveis causas e o problema, assim como os efeitos que eles podem causar em todo o processo de produção, o que afeta o controle de qualidade.

O diagrama de Ishikawa simplifica processos considerados complexos dividindo-os em processos mais simples e, conseqüentemente, mais controláveis (TUBINO, 2000). De acordo com Campos (1999), uma das formas de elaborar o diagrama é através do método 6M: máquinas, meio ambiente, medidas, materiais, métodos e mão-de-obra, conforme ilustrado na Figura 5.



Fonte: Campos, 1999

Outras grandes vantagens estão associadas à sua utilização, dentre elas: fácil leitura por funcionários, tornando-o plural e direto; identificação rápida e simples das causas relacionadas aos problemas, identificando assim uma solução. O Diagrama de Causa e Efeito permite então que seja feita uma análise holística do problema, de forma segura e com o enfoque em várias áreas, encontrando soluções mais simples e planos de ação mais específicos.

#### 2.3.4. 5W 2H

De acordo com Meira (2003), “plano de ação é um método que permite definir da maneira mais clara possível o problema, a causa ou uma solução. Utilizado quando se necessita descrever de maneira completa um problema ou ações para sua correção”.

O plano de Ação permite saber quem é responsável pelo quê, quem está realizando alguma ação e por qual motivo esta será executada. Com esta ferramenta se obtém uma visão completa da equipe e de suas responsabilidades (FRANKLIN; NUSS, 2006).

“Os planos de ação viabilizam a ação concreta no gerenciamento de meios e atividades, logo uma meta só será atingida se houver um bom plano de ação” (ZAGO, 2002).

Conforme Franklin (2006), a ferramenta 5W2H é entendida como um plano de ação, ou seja, resultante de um planejamento como forma de orientação para as ações que deverão ser executadas e implementadas, sendo também uma forma de acompanhamento do desenvolvimento do estabelecido na etapa de planejamento.

A 5W2H é uma ferramenta de gestão aplicada comumente no planejamento estratégico das empresas. A partir de uma meta organizam-se ações e determina-se o que será feito, por qual motivo, quem será o responsável, como, quando e onde será feito, além de estimar quanto isso custará.

Campos (2004 apud COLETTI; BONDUELLE; IWAKIRI, 2010) explica a aplicação dos questionamentos conforme segue:

- ✓ What? (O quê?): Tarefa a ser realizada;
- ✓ When? (Quando?): Cronograma para a realização das atividades;
- ✓ Who? (Quem?): Responsáveis pela execução;
- ✓ Where? (Onde?): Definição do local de realização da tarefa;
- ✓ Why? (Por quê?): Justificativa para a execução das tarefas;
- ✓ How? (Como?): Forma de desenvolvimento das atividades;
- ✓ HowMuch? (Quanto custará?): Custos envolvidos com a concretização do plano.

Rodrigues (2009) orienta que essas perguntas sejam colocadas em uma tabela criando um formulário para tomada de ações, um exemplo deste formulário é apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Exemplo de 5W2H

PLANO DE AÇÃO						
Setor: Serviço de apoio e logística. Objetivo: Reduzir os custos internos de geração de fotocópias em 30%.				Responsável: João Prazo: 30/07/2014		
O QUE (WHAT)	QUEM (WHO)	QUANDO (WHEN)	ONDE (WHERE)	POR QUE (WHY)	COMO (HOW)	CUSTOS (HOW MUCH)
Reavaliação de contratos e negociação com fornecedores	Joana	Até 10/07	Em nossa empresa e nos fornecedores	Há suspeitas de as cláusulas de desconto por volume não estarem compatíveis com o mercado	Comparação com outros contratos e pesquisa junto aos fornecedores alternativos	R\$ 2.000,00

Fonte: Marchall Junior et al. (2006).

A vantagem desta ferramenta está em sua implementação simples, sendo necessária apenas uma tabela para discutir as principais questões que fazem parte da análise. Em geral esta metodologia costuma ser utilizada em projetos para avaliação, acompanhamento e garantia que as atividades sejam executadas com clareza e excelência por todos os envolvidos.



### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Classificação da Pesquisa**

De acordo com Fonseca (2002), a pesquisa possibilita uma aproximação e um entendimento da realidade que está sendo investigada, como um processo contínuo e ininterrupto. Ela acontece por meio de aproximações consecutivas da realidade, fornecendo elementos para uma intervenção no real.

A pesquisa em desenvolvimento possui caráter combinado, uma vez que utiliza o método qualitativo para analisar as ocorrências de sucata e quantitativo para tabular e identificar sua recorrência. Acerca da abordagem qualitativa, Godoy (1995, p.58) afirma:

“[...] é a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, para compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo”.

E, conforme Wainer (2006), a pesquisa quantitativa tem como base a medida (geralmente numérica) de um número limitado de variáveis objetivas.

Neste sentido, a pesquisa quantitativa se fez necessária para a coleta, tratamento e análise das principais ocorrências de sucatas e respectivas reincidências, estreitando o foco de estudo. Posteriormente, foi utilizada a pesquisa qualitativa para investigar e inferir as possíveis causas dessas ocorrências, além de propor ações que pudessem eliminar essas causas.

O caráter exploratório, que segundo Gil (2008), “... tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses.”, se fez presente, por se assemelhar a um estudo de caso no qual se descreve um problema real de uma indústria. De acordo com Gil (2002, apud Yin, 2005), o estudo de caso “... é encarado como o delineamento mais adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real”.

A abordagem quantitativa do trabalho foi essencial, para determinar o tempo gasto com paradas devido à ocorrência de sucatas, determinar em quais equipamentos ocorriam sucatas com maior frequência, o quanto essas perdas representavam no índice de produção final. Assim, ferramentas da qualidade foram utilizadas para que tais informações fossem estratificadas e comparações fossem feitas. A mensuração do problema se faz necessária para justificá-lo e comprovar que é possível tratar pontos específicos do processo para melhorar

sua efetividade. Porém, os fatores que levam às causas destes problemas são os mais variados e apenas podem ser apontados através de métodos qualitativos, que exigem observações, análises e criticidade. Portanto, uma combinação entre as duas abordagens tornou-se a opção mais viável.

### **3.2 Etapas de Desenvolvimento**

A primeira etapa para o desenvolvimento deste trabalho ocorreu através do mapeamento dos processos internos da Laminação, uma vez que para compreender suas falhas é preciso primeiramente entender o seu funcionamento no dia a dia. Para esse mapeamento, ocorreram visitas diárias ao chão de fábrica e aprofundamento teórico no acervo bibliográfico do setor. Além disso, houve o convívio com os colaboradores que executam diariamente aquelas atividades, partindo do pressuposto que o seu conhecimento tácito adquirido ao longo dos anos e a experiência poderiam ser a chave para reduzir o número de sucatas e, conseqüentemente, melhorar os demais índices.

Os dados foram coletados no período de Janeiro a Junho de 2018, com o intuito de identificar quais os pontos críticos do laminador. O período de coleta de dados foi limitado há seis meses, uma vez que a versatilidade e complexidade do processo, o número de equipamentos e colaboradores no processo tornaria inviável a extensão desse período, aumentando consideravelmente o número de variáveis a serem analisadas.

Os dados foram extraídos do Software *Manufacturing Execution System* (MES), que é um sistema integrado que reúne informações de qualidade, produção, tempos de paradas, detalhamento dos turnos de trabalho, dentre outras. As informações referentes à sucata e produção são lançadas no software diariamente e ficam disponíveis a todos os níveis operacionais.

Com base nestes dados, foi possível mensurar as perdas relacionadas ao índice de má qualidade, o *Key Performance Indicator* (KPI) que mensura a perda por sucata, a fração de Barra Laminada por Barra Perdida (BL/BP), e a conseqüente influência na produtividade do laminador.

Os dados obtidos através do Software MES foram exportados para uma planilha no Excel e a partir daí deu-se início à parte de estratificação dessas informações que, posteriormente, foram organizadas em gráficos, evidenciando os pontos críticos do processo a serem observados.

Em um segundo momento, buscou-se na literatura ferramentas da qualidade para elencar quais fatores contribuíam de maneira mais expressiva para o aumento no índice de sucatas. A análise das ocorrências de sucata deu-se de forma quantitativa, para identificar suas possíveis origens e relações (turmas, turnos, dias da semana). A partir daí, foram elaborados diagramas de Pareto com as origens mais significativas e, assim, encontradas as mais relevante dentre elas. Definidas as causas críticas foi utilizada a metodologia PDCA como forma de tratativa e dentro dele ferramentas como Diagrama de Causa e Efeito e 5W2H, resultando no plano de ação aqui apresentado.

## 4. ESTUDO DE CASO

### 4.1. Empresa

A ArcelorMittal S.A. é um grupo multinacional de empresas de aço, tem sede fiscal em Luxemburgo e está presente em 18 países, tendo atividades em mais de 60 deles. Este grupo por sua vez é considerado o maior grupo siderúrgico do mundo, com uma produção de aproximadamente 100 milhões de toneladas de aço em 2016.

A ArcelorMittal Aços Longos é uma das maiores produtoras de aços longos e trefilados no Brasil, especializada na produção de fio-máquina para aplicações na indústria e uso geral, laminados para a construção civil e trefilados. A capacidade de produção atual é da ordem de 3,9 milhões de toneladas de aço bruto no Brasil por ano. As operações da ArcelorMittal Aços Longos estão distribuídas em: quatro usinas no estado de Minas Gerais (Juiz de Fora, João Monlevade, Sabará e Itaúna); duas em São Paulo (uma na capital e outra em Piracicaba); e uma no Espírito Santo (Cariacica). Também fazem parte do segmento de aços longos a Acindar na Argentina, a ArcelorMittal Costa Rica e a ArcelorMittal Point Lisas, em Trinidad & Tobago.

Em parceria com o grupo Bekaert, a empresa é líder na América do Sul na produção de arames para a indústria e a agropecuária, com capacidade instalada superior a 800 mil toneladas por ano, estando entre as três principais fabricantes mundiais de fio-máquina para *steelcord* (cordonéis de aço) para reforço de pneus.

A principal siderúrgica do setor de Longos, a ArcelorMittal Monlevade está localizada na cidade de João Monlevade, no Vale do Aço mineiro. Com equipamentos siderúrgicos modernos, a unidade é a única usina da América Latina capaz de produzir aço para reforço de pneus radiais (*steelcord*), entre outros aços para aplicações especiais. Sua produção é destinada ao mercado nacional, clientes internacionais e trefilarias do grupo ArcelorMittal.

Figura 7 - Usina de João Monlevade



Fonte: Apostila de Laminação AMM (2013)

A Usina de João Monlevade está localizada a 11 km da Mina do Andrade, fornecedora de minério de ferro pertencente ao grupo ArcelorMittal, possibilitando que esta seja uma usina integrada, isto é, seja responsável por todas as etapas de produção (Figura 8).

Figura 8 - Usina Integrada



Fonte: Apostila de Laminação AMM (2013)

O processo de produção inclui desde a extração do minério até as outras etapas, como a sinterização, redução em alto forno, refino do aço, lingotamento e a laminação, que é a última etapa na produção do fio máquina.

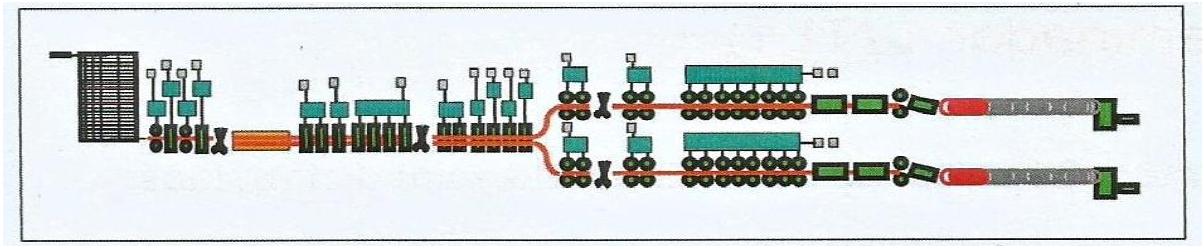
#### 4.2. Laminador 1

Instalado no ano de 1968, o Laminador 1 possui capacidade anual de produção de 700.000t, capacidade nominal do fabricante de 625.000t e duas linhas de laminação produzindo fio máquina com bitolas que variam de 5,5mm a 9,0mm, podendo produzir bitolas de até 15,9mm. A velocidade final da bitola de 5,5mm, que é o carro chefe do Laminador 1, é 90 m/s, resultando em uma produção média mensal de aproximadamente 50.000t.

Ao longo da linha de laminação estão dispostos os seguintes equipamentos: Forno soleira caminhante; *Break Down Mill* (BDM) Horizontal/Vertical- Cadeiras HousingLess; Trem contínuo com torção- Cadeiras Convencionais; Dois blocos pré-acabadores – cadeiras cantilever; Um bloco acabador NT – Cadeiras cantilever; Um Mini-Bloco; Formador de espiras; StelmorStanderCooling; Estação formadora de bobinas; Compactador automático.

A Figura 9 apresenta o layout do Laminador 1, que retrata a disposição dos equipamentos citados anteriormente de forma simplificada.

Figura 9 - Layout do Laminador 1



Fonte: Apostila de Laminação AMM (2013)

De forma sucinta, o processo de laminação tem início com o reaquecimento dos tarugos no forno Davy, até que este esteja plástico o suficiente para ser comprimido ou laminado, na forma, seção e tamanho desejados. Para que isso ocorra é necessário que o tarugo aqueça a uma temperatura média de 1100°C.

Por conseguinte, os tarugos reaquecidos sofrem conformação mecânica através dos cilindros de laminação presentes nas cadeiras, reduzindo assim sua área e alongando o comprimento do material. Em seguida o material já conformado segue para resfriamento via caixa d'água, com o intuito de controlar a temperatura, obtendo-se a condição necessária para a formação das espiras. Através do Stelmor as espiras são transportadas ao formador de bobinas. Estas são transferidas para os pendurais e em seguida elas são compactadas e amarradas.

O laminador 1 possui em sua configuração um total de 31 cadeiras de laminação, assim, o processo de laminação é realizado em até 31 passes. As cadeiras estão distribuídas da seguinte maneira: são quatro cadeiras no BDM Horizontais/Verticais para desbaste; seguida de treze cadeiras horizontais, presentes no Trem Contínuo; quatro cadeiras no Bloco Pré-Acabador; oito no Bloco Acabador; duas no mini-bloco.

#### 4.3. Índices afetados pela ocorrência de sucatas

A ArcelorMittal Monlevade com o intuito de assegurar a seus clientes qualidade e confiabilidade, monitora todos os seus processos produtivos, desde a extração do minério até a produção do fio máquina, sempre visando um produto final de alto padrão. Com o intuito de assegurar sua melhor performance, o Laminador acompanha os seguintes itens com o intuito de reduzir suas perdas: índice de má qualidade, tempo disponível, e o mais importante em se tratando de sucatas, o KPI Barra Laminada/Barra Perdida.

### 4.3.1 Índice de Má Qualidade

O índice de má qualidade é a taxa de fio máquina fora das especificações (não conformes) gerada durante todo o processo. Esse índice é capaz de determinar a porcentagem de material não conforme produzido em relação à produção total deste período. A Equação 1 é utilizada para o seu cálculo:

$$MQ = \frac{Rec+D+S+Rea}{Produção} \times 100 \quad \text{Eq.(1)}$$

Onde:

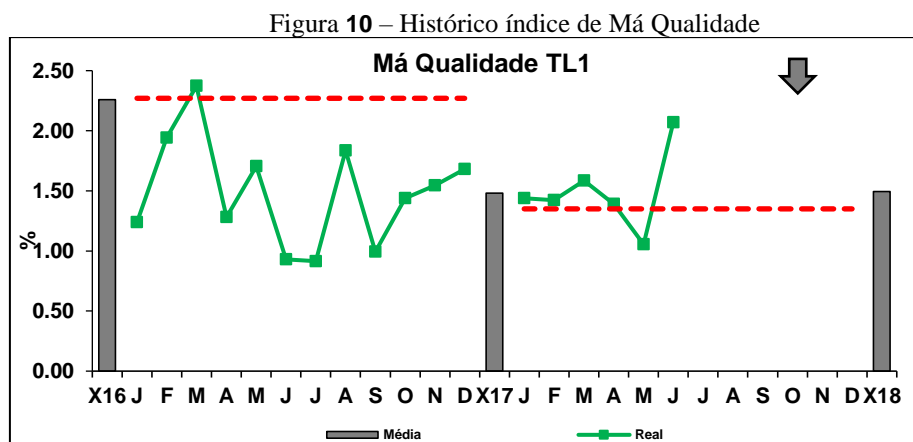
Rec = quantidade de fio máquina Reclassificado;

D = quantidade de fio máquina Desviado;

S = quantidade de material Sucatado;

Rea = Material reamostrado

Devido à complexidade do processo produtivo, várias falhas podem ocorrer, como por exemplo, desgastes de cilindros, quebras de guias, falhas operacionais, entre outros fatores, todos resultando em materiais não conformes, os quais são tratados como anomalias. Deste modo, produtos fora das especificações de qualidade podem trilhar três caminhos: serem recuperados durante o próprio processo através do descarte da parte defeituosa; ser reclassificado como um material de qualidade inferior à original, mas ainda assim ser comercializado para outros segmentos; ser descartado como sucata retornando ao início do processo de fabricação do aço na Aciaria. Todos esses ocasionando desprendimento de mais recursos e ou perda de valor agregado. Na figura 10, é possível verificar o histórico do índice de Má Qualidade ao longo dos últimos anos.



Fonte: Elaborado pela Autora.

#### 4.3.2 Tempo de Utilização

O tempo de utilização é calculado com base no Tempo Calendário (TC), que é o total de horas disponíveis para produção, calculado através da Eq.2,

$$TC = N^{\circ}diasdomês \times 24hs \times 60min \times N^{\circ}delinhasdolaminador \quad \text{Eq. (2)}$$

e o Tempo Efetivo (TE), considerado como o efetivamente trabalhado, calculado através da Eq.3:

$$TE = \text{TempoCalendário} - \text{TotaldeParadas}(\text{Programadas} + \text{Acidentais} + \text{Logística}) \quad \text{Eq. (3)}$$

Assim o tempo de Utilização é calculado através da Eq.4:

$$TU = \frac{TE}{TC} \times 100 \quad \text{Eq. (4)}$$

Sendo as Paradas Programadas, o somatório do tempo de parada devido às intervenções eletromecânicas no laminador, o tempo previsto para inspeção do laminador e para programas de experiência no laminador. As paradas Acidentais como a soma de tempos de parada em decorrência de quebras de equipamentos, falhas operacionais, entre outros acontecimentos inesperados, como uma sucata. E as Paradas Logísticas, estão relacionadas ao tempo de *setup*, envolvendo o tempo em que o laminador permanece parado devido a câmbio entre bitolas, mudança no ciclo de resfriamento, revisão, troca de canal e bitolamento.

O alto índice de sucatas no laminador gera paradas inesperadas no processo, o que afeta diretamente o tempo de utilização e, conseqüentemente, diminui a produção. Assim, quanto maior o tempo em que a linha de produção fica indisponível, maiores são os custos e prejuízos para a empresa.

#### 4.3.3 Barra Laminada por Barra Perdida (BL/BP)

Considera-se como sucatas de linha no laminador, sucatas que ocorrem em função de anormalidades no laminador, sejam elas causadas pela operação, oficina, mecânica, elétrica ou externa. Uma vez que, ocorre-se a sucata, independente da sua origem compromete-se o KPI BL/BP.

Uma vez gerada sucata na laminação, esse material é retirado da linha de laminação, sendo retornado ao processo inicial de fabricação na Aciaria, gerando assim custos de



retrabalho. A Figura 11 demonstra o momento exato quando ocorre a sucata, projetando o tarugo para fora da linha de laminação.

Figura 111 – Ocorrência de Sucata de Linha



Fonte: Acervo da Empresa

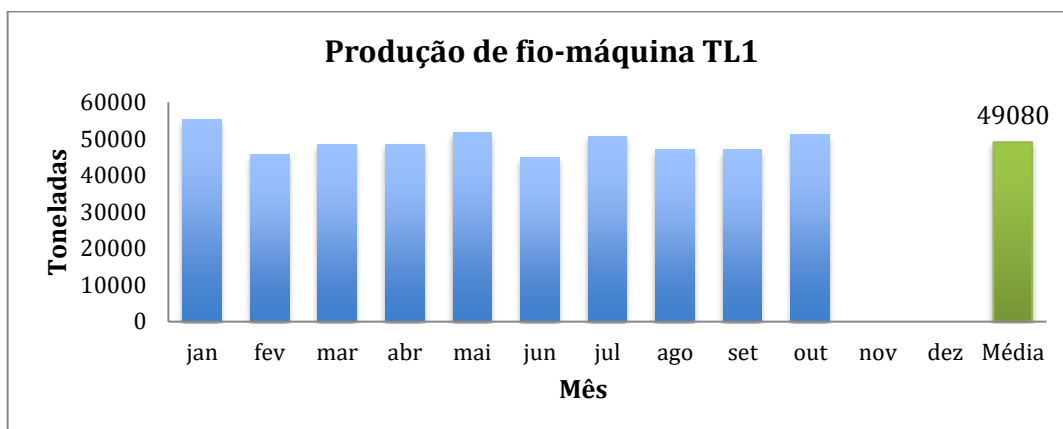
O índice BL/BP é calculado de forma simples, considerando apenas duas variáveis, onde a Barra Laminada é o número de tarugos enfiados no forno Davy, no início do processo de aquecimento no Laminador, dividido pelo número de tarugos perdidos em forma de sucata. Como apresentado na Eq.5:

$$\frac{BL}{BP} = \frac{\text{BarraLaminada}}{\text{BarraPerdida}} \quad \text{Eq.(5)}$$

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através da extração de dados do software MES, foi possível observar que a produção mensal do laminador é aproximadamente 50.000 ton./mês (Figura 12).

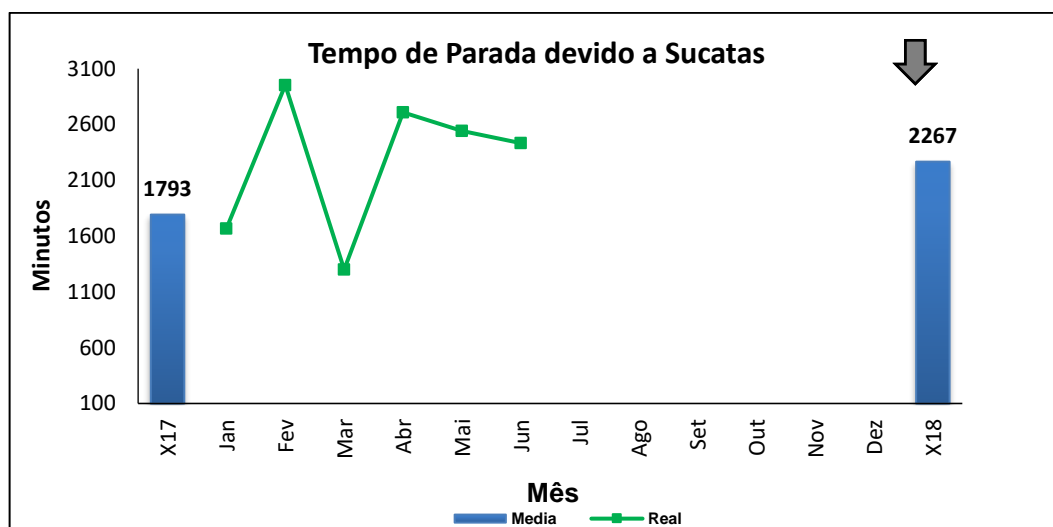
Figura 12 - Produção de Fio Máquina no Laminador 1



Fonte: Elaborado pela Autora.

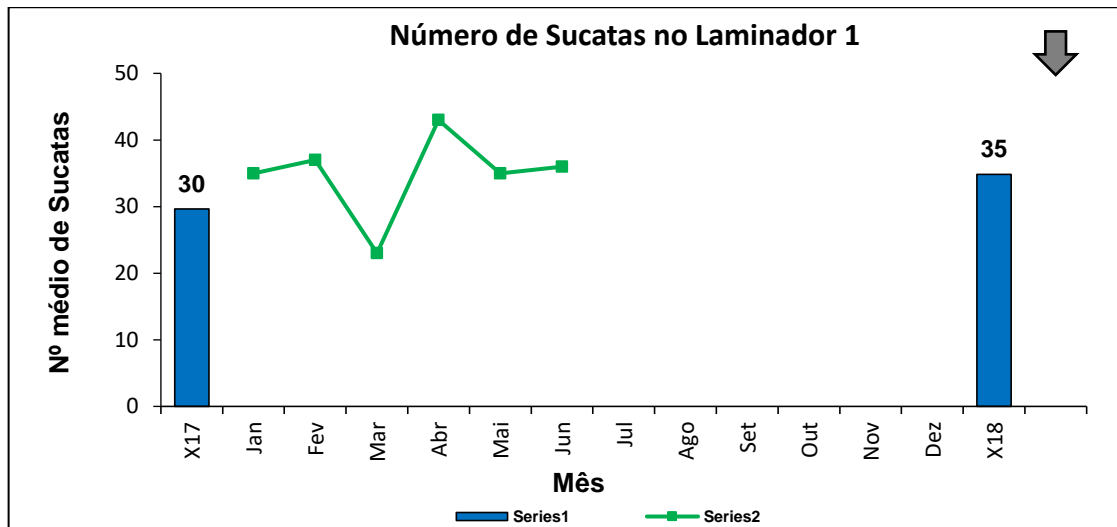
Dessa maneira, conforme elucidado anteriormente sobre o tempo de utilização no laminador é possível perceber que no decorrer do ano de 2018, o tempo de utilização vem sendo comprometido em função do aumento do tempo de parada devido à ocorrência de sucatas. Estes resultados são apresentados nas figuras 13 e 14, que correspondem ao tempo de paradas devido a sucatas e o evolutivo de sucatas:

Figura 13 - Tempo de parada devido a sucatas



Fonte: Elaborado pela Autora.

Figura 14 - Evolutivo de Sucatas no Laminador 1

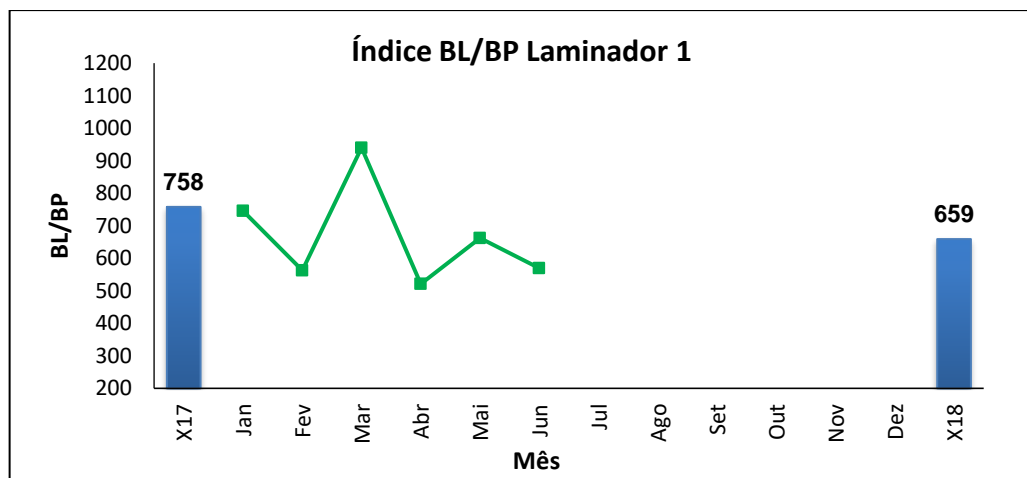


Fonte: Elaborado pela Autora

Ainda segundo a Figura 14, é possível perceber que a quantidade de sucatas até o mês de Junho/2018, ultrapassa a média mensal de 2017, passando de 30 para quase 35 ocorrências de sucatas por mês, demonstrando uma tendência ascendente podendo facilmente ultrapassar a média de 2016.

Cientes do número expressivo de sucatas que ocorreram em 2016 e buscando a melhoria contínua dentro da organização, implementou-se em 2017 o BL/BP, com o intuito de mensurar esse tipo de perda, relacionando o número de barras laminadas a cada sucata. Através da Figura 15 é possível perceber que no ano de 2018, os resultados sofreram uma baixa em relação ao ano anterior, atingindo a meta em apenas um mês.

Figura 15 - Índice BL/BP no Laminador 1

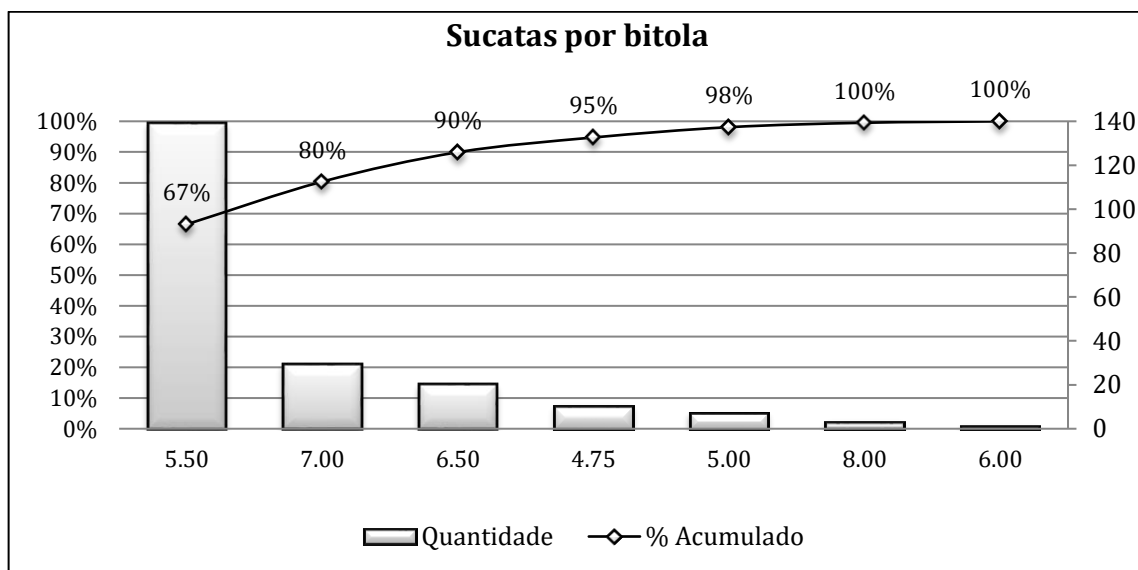


Fonte: Elaborado pela Autora.

Com o intuito de chegar à causa raiz do índice de sucatas foram analisadas diferentes perspectivas dentro do mesmo cenário, possibilitando importantes considerações.

Inicialmente, sabendo que o laminador possui uma gama de produtos diferenciados para atender os mais variados clientes, primeiramente foi identificado em qual produto ocorreu o maior número de sucatas, com o intuito de verificar se o diâmetro da bitola influencia ou não na ocorrência de sucata, como apresentado na Figura 16.

Figura 16 - Gráfico de Pareto de sucatas por bitola

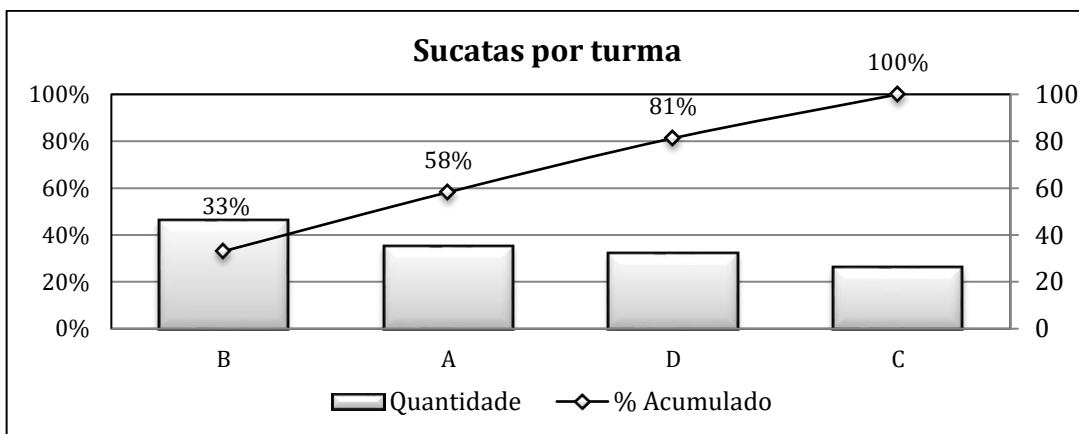


Fonte: Elaborado pela Autora.

Observou-se que a bitola influencia diretamente no número de ocorrências de sucata no laminador. Considerando que apenas a bitola de 5.5mm foi responsável por 67% das sucatas, fez-se necessário um plano de ação voltado para os problemas decorrentes desta bitola. Partindo dessa análise, verificam-se quais fatores podem ter causado esse efeito. Assim, foram analisados os dias da semana com maior número de ocorrências, o turno, as turmas, os processos e equipamentos.

Os colaboradores na laminação estão divididos em quatro turmas (A, B, C e D) de dezoito pessoas e cada turma trabalha em um turno de oito horas por dia. Fez-se a estratificação das sucatas na bitola de 5.5mm por turma (Figura 17), para identificar quais delas possuem os maiores índices de sucata, dado que os procedimentos são comuns a todas as turmas.

Figura 17 - Sucatas por Turma



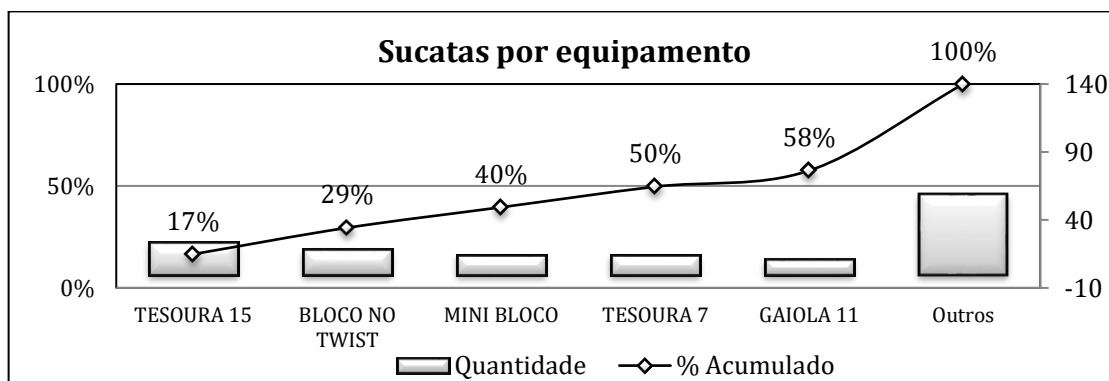
Fonte: Elaborado pela Autora

Nota-se, então, que apesar dos procedimentos e equipamentos serem comuns a todas as turmas, há uma diferença considerável entre o número de sucatas geradas, onde a turma B é responsável por 33% e a turma C por 19%.

Através da análise por dias da semana e turnos, foi possível observar que não havia grande variação entre a distribuição dos dados. Assim, de forma geral, as intervenções que são realizadas em dias específicos (como uma parada programada, por exemplo) não propiciam o aumento do número de sucatas. Assim como os turnos (23h00min às 07h00min, 07h00min às 15h00min e 15h00min às 23h00min) não tem influência direta, de forma que em todos os turnos foram observadas aproximadamente 30% em cada turno, sendo 35% das sucatas no turno 2, 33% no turno 1 e 32% no turno 3.

Ainda para a estratificação do problema, foram considerados os equipamentos com maior reincidência de sucatas, de modo que 58% dos problemas estão concentrados em apenas 5 equipamentos com ocorrências de sucatas, conforme apresentado na Figura 18.

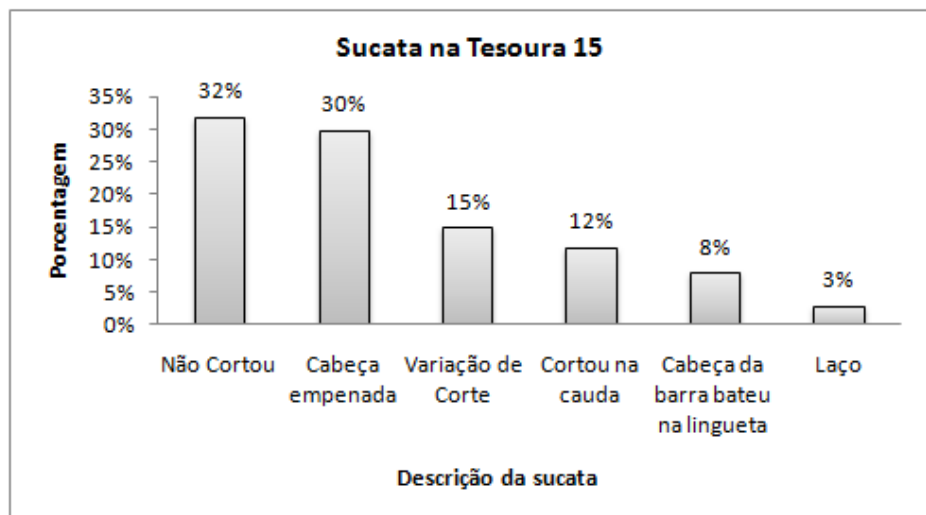
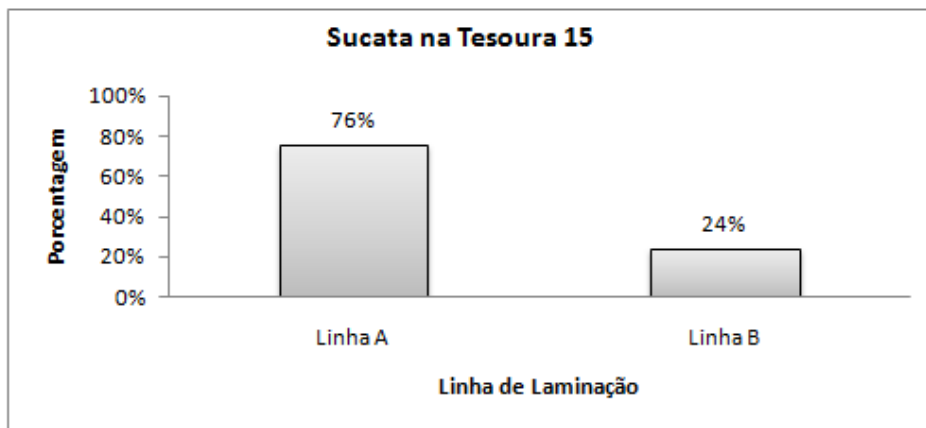
Figura 18- Sucatas por Equipamento



Fonte: Elaborado pela Autora.

Considerando o fato de que 58% das sucatas estão concentradas em apenas 5 dos 40 equipamentos, apresenta-se uma estratificação por equipamento, viabilizando o conhecimento mais aprofundado das causas raízes de sucatas em cada um destes (Figura 19).

Figura 19 - Estratificação do Equipamento Tesoura 15

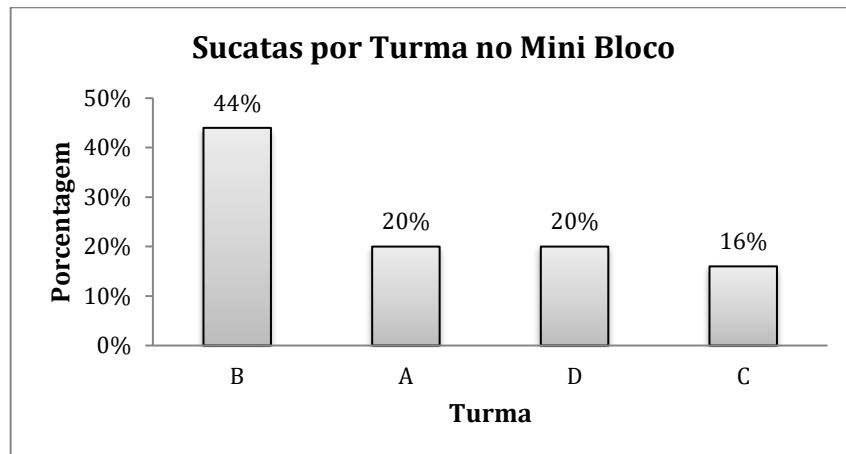


Fonte: Elaborado pela Autora.

Assim, através da Figura 19, é possível identificar que o problema da Tesoura 15 está concentrado na linha de laminação A, onde 32% das sucatas ocorreram devido a tesoura não efetuar o corte, 15% a tesoura variar o tamanho de corte e 12% cortar na cauda e não realizar o intervalo de corte pra barra seguinte. Assim, 59% das sucatas, deve-se à falhas na navalha e a programação de corte da tesoura.

Quanto à estratificação das sucatas geradas no Mini Bloco, é possível concluir através da Figura 20, que 44% ocorreram em uma única turma, indicando assim, possível falha no cumprimento dos procedimentos operacionais padrão e falta de treinamento/capacitação.

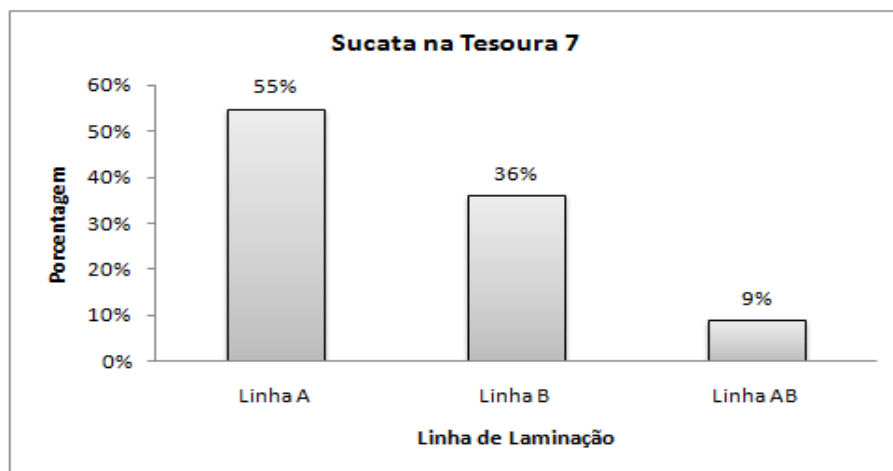
Figura 20 - Estratificação do Equipamento Mini Bloco



Fonte: Elaborado pela Autora

A partir da Figura 21, é possível observar 55% destas sucatas ocorrem na linha A. Esse valor expressivo na linha A diz respeito a características inerentes ao equipamento, dado que este equipamento trabalha com uma placa incorporada ao drive com recursos limitados e que impossibilita o acesso para a equipe intervir, seria como uma “caixa preta”, diferentemente, na Linha B utiliza-se um equipamento mais moderno e com maiores informações disponível sobre sua operação e consequente manutenção.

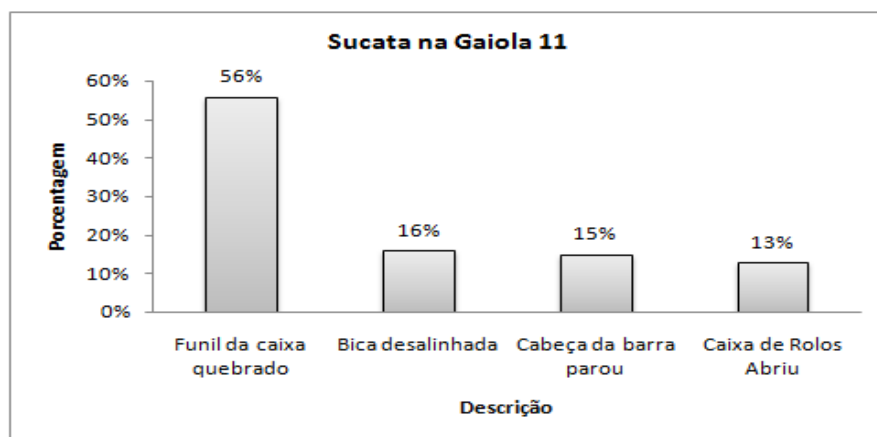
Figura 211 - Estratificação do Equipamento Tesoura 7.



Fonte: Elaborado pela Autora

Com base nos dados apresentados na Figura 22, observa-se que o problema mais expressivo foi o funil da caixa de entrada quebrado da Gaiola 11, uma vez que o funil tem como função, direcionar a barra para dentro da cadeira, de forma que esta entre alinhada, evitando desgaste nos canais e quebra dos componentes do equipamento.

Figura 222 - Estratificação do Equipamento Gaiola 11.

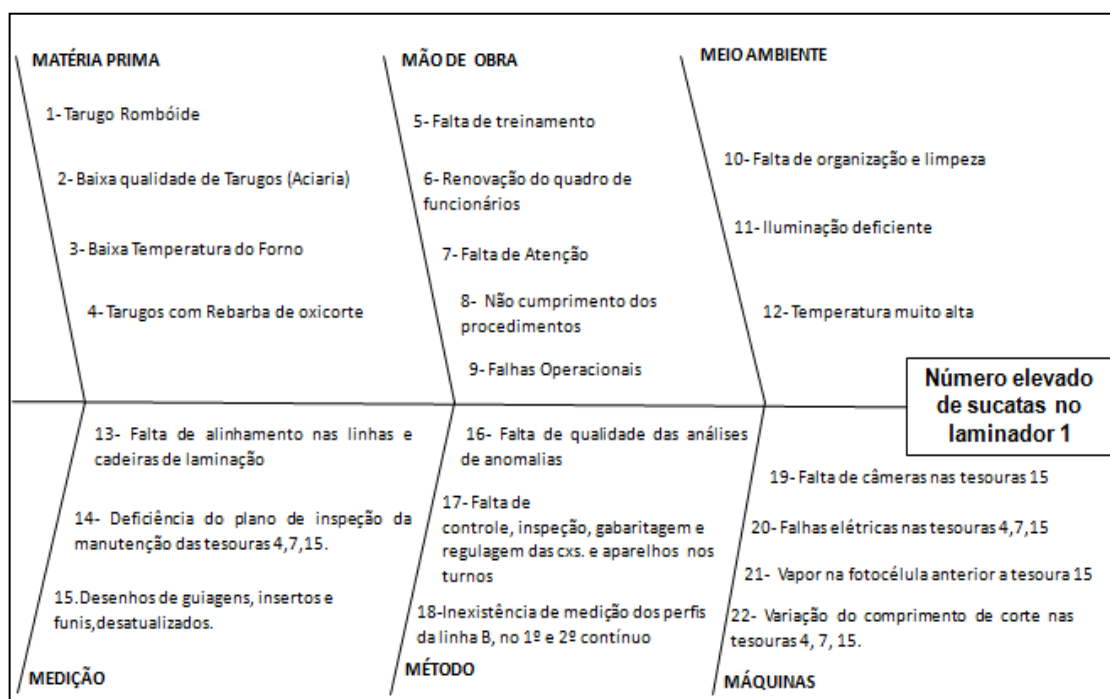


Fonte: Elaborado pela Autora

Em seguida, a partir dos dados obtidos na estratificação da origem da sucata por equipamento, elaborou-se um Diagrama de Ishikawa com as possíveis causas para o elevado número de sucatas no Laminador 1. A Figura 23 apresenta os 6M's, descritos anteriormente, sendo eles: matéria prima, meio ambiente, mão de obra, medição, máquina e método.

A elaboração do diagrama se deu através de reuniões informais com todos os níveis operacionais, agregando conhecimento tácito e explícito, de modo a levantar as possíveis causas do problema em questão.

Figura 233 - Diagrama de Causa e Efeito no Laminador 1



Fonte: Elaborado pela Autora



Com base na estratificação e no levantamento de dados do Diagrama de Causa e Efeito, foram destacados em um *brainstorming* os fatores que contribuíram de forma mais significativa para o elevado número de sucatas no laminador 1. A partir destas informações elaborou-se então um plano de ação por meio da ferramenta 5W2H. Os dados correspondentes aos custos associados às ações não foram disponibilizados. O plano de ação foi implementado logo após a estratificação, Junho de 2018, com ações previstas até Dezembro de 2018. O Plano de ação é apresentado pela Figura 24.

Figura 244 - 5W2H Laminador 1

O quê?	Quem?	Quando?	Onde?	Por quê?	Como?	Quanto?
Treinamento e capacitação	Coordenador do Processo/Supervisores	jun/18	Sala dos supervisores	Reduzir Falhas Operacionais e o número de sucatas no Laminador 1	Intensificar a ferramenta "Treinamento em Local de Trabalho" para evitar reincidências de sucata	Sem custos associados
Renovar o quadro de funcionários	Facilitador de Gerenciamento da Rotina	jun/18	Acompanhamento na área		Programa de Acompanhamento de padrinhos	
Cumprimento dos procedimentos	Gerente de Área	jun/18	Laminador 1		Aplicar medidas administrativas	
Melhorar a organização e limpeza	Estagário de Qualidade	jun/18			Implementação da ferramenta Gemba Walk	
Eficiência do plano de inspeção da manutenção das tesouras 4,7,15.	Manutenção	ago/18			Criar plano de inspeção rigoroso dos equipamentos	
Atualizar desenhos de guiaens, insertos e funis	Supervisor Oficina	dez/18	Fornecedores		Atualizar desenhos junto aos fornecedores	Não disponibilizado
Melhorar a qualidade das análises de anomalias	Engenheiro de Qualidade	jun/18	Escritório TL1		Realizar treinamento para elaboração das análises de anomalia	Sem custos associados
Controlar a inspeção, gabaritagem e regulagem das cxs. e aparelhos nos turnos	Coordenador do Processo	jun/18	Laminador 1		Implantar relatório de inspeção, gabaritagem e regulagem das cxs. De rolos e aparelhos de torção	
Medição dos perfis da linha B, no 1º e 2º contínuo	Supervisor	jun/18			Implementar medição dos perfis no 1º e 2º contínuos	
Implementar câmeras nas tesouras 15	Coordenador do Processo	ago/18	Tesouras 4, 7, 15		Facilitar a identificação de causa da sucata	Instalar câmeras na entrada das tesouras
Resolver falhas elétricas nas tesouras 4,7,15	Manutenção	jun/18		Evitar sucatas pela falha no corte	Criar plano de inspeção rigoroso dos equipamentos	Sem custos associados
Eliminar variação do comprimento de corte nas tesouras 4, 7, 15.		jun/18			Inserir no programa de laminação a limitação do comprimento de corte mínimo de cabeça e cauda nas tesouras 4,7,15	

Fonte: Elaborado pela Autora

Conforme identificado na estratificação dentre os 58% de sucatas em equipamentos críticos, 37% das sucatas estão concentradas nas Tesouras 7 e 15. Dessa maneira, um dos principais pontos elencados no plano de ação diz respeito às melhorias nestas etapas do processo. Algumas ações já foram implementadas e contribuíram de forma significativa para a redução do índice de sucatas, dentre elas: Criar plano de inspeção rigoroso dos equipamentos,

possibilitando um acompanhamento constante e intervenções preventivas; Inserir no programa de laminação limitação do comprimento de corte mínimo de cabeça e cauda nas tesouras 4, 7 e 15, impossibilitando a variação do corte e consequente falha no entendimento do final de uma barra e início de outra; Instalar câmeras nas tesouras 15 (Linhas A/B), possibilitando a análise visual de uma ocorrência e identificação de outras possíveis causas; não deixando de lado o treinamento e capacitação dos funcionários quanto às inspeções e cumprimento dos procedimentos referente ao corte da tesoura. Verifica-se na Figura 25 algumas evidências das ações propostas e realizadas:

Figura 255 - Câmera Instalada na Entrada da Tesoura 15



Fonte: Autora

Ao analisar a discrepância entre o número de sucatas por turma no Mini Bloco, houve uma preocupação em compreender o porquê, dado que todas as turmas possuem os mesmos procedimentos disponíveis, o mesmo suporte das áreas gerenciais e o mesmo número de funcionários. Percebeu-se então que a turma que se encontrava com mais ocorrências, possuía também o maior número de funcionários novatos, havendo assim perda considerável de “*know-how*” da equipe. Assim, foram tomadas algumas medidas de forma a contribuir para a gestão do conhecimento entre as turmas, dentre elas: intensificou-se a utilização da ferramenta “Treinamento no Local de Trabalho”, que visa disseminar entre as turmas as ocorrências de sucatas, assim como os aspectos a serem analisados para evitar a reincidência de sucatas pelo mesmo motivo; o Programa de acompanhamento de padrinhos, no qual um funcionário com maior tempo de empresa ensina ao funcionário novato a atividade através de uma supervisão direta; quanto ao descumprimento de procedimentos operacionais, houve a aplicação das

medidas administrativas cabíveis conforme regulamento do setor. A Figura 26 apresenta um modelo de Treinamento em Local de Trabalho.

Figura266 - Treinamento em Local de Trabalho

<b>Treinamento no Local de Trabalho</b>					
<b>Nome da Norma:</b> GLGAL1PO 0208 – Troca de Canais dos Cilindros dos Contínuos					
<b>Resultado Não Esperado:</b> Deslocamento das bicas entre cadeiras 3 e 4 e antes da cadeira 8.					
<b>Supervisor de Turno:</b> Todos					
<b>Data da Ocorrência:</b> 05/07/2018		<b>Turno:</b> Todos		<b>Turma:</b> Todas	
<b>Local:</b> Bicas entre gaiolas 3 e 4 e antes da gaiola 8.					
<b>Perdas com a ocorrência:</b> Ocorrências de Sucatas afetando o BLBP					
<b>Descrição da Parada:</b> Durante as revisões de rotina, temos encontrado as bicas entre G3 e G4 e antes da G8 "bambas" e desalinhadas com risco de gerar sucata durante a passagem da barra. Para evitarmos esta ocorrência pedimos a todos os laminadores que após troca de canal, façam o alinhamento e <u>utilizem a chave alongada conforme foto abaixo, para apertarem os batentes da bica entre G3 e G4 e o parafuso da bica antes da G8, garantindo que as mesmas não movimentem durante a laminação.</u>					
					
<b>Plano de Ação Proposto (Ações de Melhoria):</b>					
a) Orientar os laminadores sobre a utilização da chave prolongada. Resp. Supervisores – 15/07/2018					
b) Agilizar suporte para as chaves alongadas do BDM e Contínuo – Resp. Robson – Prazo: 30/08/18					
c) Projetar novo sistema de travamento para as bicas entre G3/G4 e bica da G8 – Robson – 30/08/18.					
Instrutor: _____			Turma: A		
Data	Funcionário	RE	Duração	Função	Assinatura
<b>ASSINATURA DO INSTRUTOR (COORDENADOR):</b> _____					
<b>ASSINATURA DO INSTRUTOR (SUPERVISOR):</b> _____					

Fonte: Autora

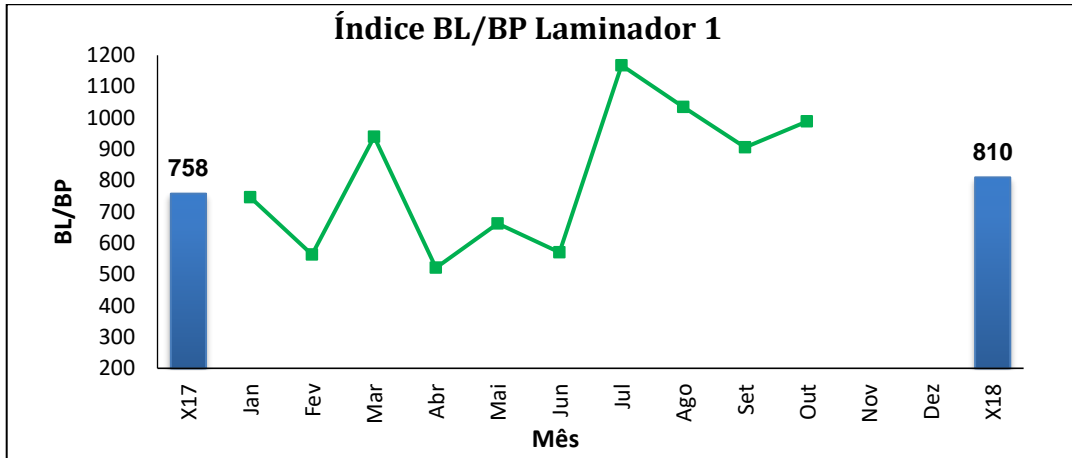
Quanto às causas identificadas na Gaiola 11, verifica-se que 85% (devido ao Funil da caixa quebrado, Bica desalinhada e Caixa de Rolos abriu) poderiam ter sido evitadas com inspeções e treinamentos, assim, a medida tomada visando evitar a reincidência destas sucatas foram: Implantar relatório de inspeção, gabaritagem e regulagem das caixas de rolos e aparelhos de torção; Implementar medição dos perfis da Linha B no 1º e 2º Contínuos. Ambas as ações tinham como finalidade controlar e inspecionar a gabaritagem e regulagem das caixas, bicas e aparelhos de torção (componentes das gaiolas), possibilitando um controle mais efetivo. Essas ações, associadas à intensificação da ferramenta de Treinamento em Local de Trabalho e Acompanhamento de Padrinhos, possibilitou a disseminação de informações e conhecimento de forma a nivelar as turmas, reduzindo falhas operacionais e, conseqüentemente o número de sucatas no Laminador 1.

Como medidas de apoio ao plano de ação foram realizadas alterações nos desenhos de guiagens, insertos, funis, guardas; atualizações nos procedimentos e um treinamento para a realização das análises de anomalia, visando maior detalhamento de informações e identificação das causas raízes dos problemas para que não reincidissem.

Por fim, implementou-se a ferramenta “GembaWalk”, que tem por finalidade uma observação criteriosa do fluxo produtivo. Sendo uma avaliação crítica do processo produtivo, passo a passo, como um retrato fiel do que se passa em campo, analisando corretiva ou preventivamente os problemas e suas possíveis fontes. Auxiliando, então, na verificação quanto ao cumprimento dos procedimentos, questões relacionadas à falta de organização e limpeza, desvios de qualidade e segurança.

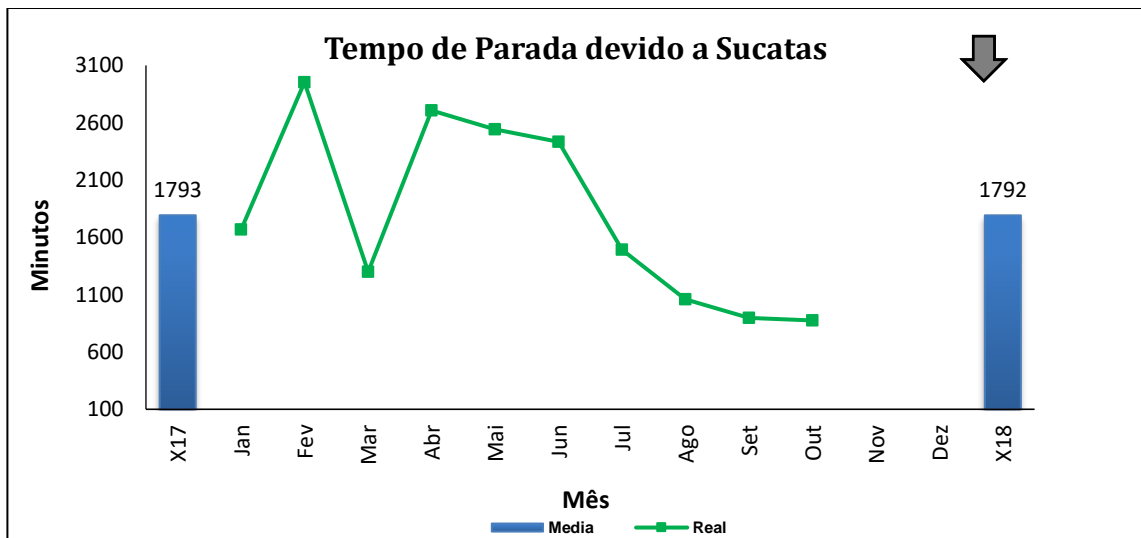
Após a execução de grande parte do plano de ação, suas conseqüências já são refletidas nos resultados do Laminador, conforme apresentados nas figuras 27 e 28. Evidenciando que a partir de Junho, ocorreu a melhoria dos Índices BL/BP e Tempo de Parada para retirada de sucata, o que aumentou consideravelmente o Tempo de Utilização.

Figura 277- Índice BL/BP atualizado após implementação do Plano de Ação



Fonte: Elaborado pela Autora.

Figura 288 - Tempo de Parada para retirada de Sucata após Plano de Ação



Fonte: Elaborado pela Autora.

Através de um comparativo entre os índices antes e depois da implementação do plano de ações é possível perceber que o KPI BL/BP aumentou cerca de 22%, passando de uma média no ano de 2018 de 659 para 810 e o tempo de parada devido a sucatas diminuiu aproximadamente 21%, passando de 2.267 minutos para 1.792 minutos.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No atual cenário competitivo que as empresas se encontram, é de suma importância que as organizações saibam otimizar seus recursos, reduzindo seus custos com processo produtivo. Na siderurgia, especificamente no laminador, as sucatas podem comprometer este objetivo, uma vez que diminui o valor agregado e gera retrabalho e, conseqüentemente, ocasiona aumento nos custos.

Portanto, sabendo-se onde estão os pontos críticos do processo que dão origem às sucatas, é possível agir preventivamente, bloqueando as causas fundamentais e estabelecendo ações que evitem que elas voltem a ocorrer. Assegurando, assim, que não haja o sucateamento de materiais e equipamentos, o retrabalho de produtos defeituosos, a perda de produtividade e redução do tempo disponível, aumento da má qualidade e até mesmo o comprometimento da segurança.

O presente trabalho possuiu como objetivo principal identificar através das ferramentas da Engenharia da Qualidade, os pontos críticos do processo que originam sucatas e propor possíveis soluções para redução deste índice no Laminador 1. Assim, foram identificados como equipamentos críticos as Tesouras 7 e 15, Mini-Bloco, Bloco no Twist e Gaiola 11, que representam 58% das sucatas ocorridas no período de Janeiro a Junho. Tendo como base a importância de se obter qualidade e reduzir custos, destarte como garantir a eficiência do processo, cada equipamento foi analisado individualmente culminando nas ações propostas e executadas.

Para a definição desses pontos críticos foi preciso conhecer de forma sistemática o funcionamento do processo de laminação. Em seguida, realizou-se a estratificação dos dados utilizando o Gráfico de Pareto classificando os pontos cruciais a serem trabalhados para melhoria dos índices de tempo de utilização, má qualidade, o KPI BL/BP e a perda de produção do laminador. A partir daí foi proposto um plano de ação objetivando sanar as causas identificadas e, conseqüentemente, os resultados dessa implementação.

Através dos resultados obtidos no desenvolvimento dessa pesquisa, foi possível concluir que dado o grande volume de equipamentos existentes no laminador e a pulverização dos problemas, faz-se necessária a concentração de esforços para sanar os problemas que ocorrem com maior frequência. No estudo de caso em questão, cinco dos mais de quarenta

equipamentos representam 58% do problema de sucatas, deixando evidente que devem ser tomadas medidas pontuais.

A partir da análise realizada, elencaram-se doze ações com o intuito de melhorar os índices apresentados de forma simples e eficaz. Dentre as doze ações, apenas duas incluíram custos, demonstrando que através de treinamento, acompanhamento, capacitação, revisão de procedimentos e inspeção foi possível reduzir cerca de 20% os índices de qualidade e produtividade do laminador.

Com o intuito de se alcançar o máximo potencial da laminação, sugere-se que a pesquisa seja ampliada para os equipamentos similares que possuem potencial de melhorias com custos reduzidos, dentre eles o Bloco no Twist, que sozinho é responsável por 18% das sucatas, e não foi aprofundado nesta pesquisa. Recomenda-se ainda uma capacitação dos funcionários no que tange às ferramentas da qualidade, o que possibilitará um maior embasamento para a utilização das análises de anomalia. Pois a organização conta com um setor muito bem qualificado em se tratando de Gestão da Qualidade e poderia explorar um pouco mais.

À luz das ferramentas da qualidade sugere-se ainda, que seja incorporado o Diagrama de Árvore de Falhas, pois é um procedimento dedutivo que visa analisar o porquê daquele evento acontecer, de forma “top-down”. Assim, busca identificar, a partir de uma ocorrência indesejável (falha), denominada Evento Topo, as possíveis causas para esta falha, identificando a probabilidade de ocorrência e os conjuntos mínimos de fatores que podem levar a esta falha.

No atual estágio de desenvolvimento em que nossa sociedade se encontra, é impossível imaginar o mundo sem a utilização do aço. Sua utilização é um forte indicador do estágio de desenvolvimento econômico do país. Porém, fabricá-los exige técnicas que devem ser renovadas constantemente.

A ocorrência de sucatas no processo afeta diretamente a qualidade, segurança e os lucros da empresa, em virtude de perdas de produção, tempo, materiais, equipamentos e maquinários. O reconhecimento e, por conseguinte, tratamento dos pontos considerados críticos no processo se torna indispensável para o planejamento, aperfeiçoamento e melhoria da qualidade, bem como na diminuição dos custos.

Conclui-se que a organização que não faz da qualidade um valor perde competitividade e, com o mercado cada vez mais competitivo, estar preparado para enfrentar

os desafios do dia-a-dia é mais do que um diferencial, passou a ser indispensável para a sobrevivência no mundo corporativo.



## REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, J. S. - **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças.** Tese de Mestrado, USP. São Carlos, 2006.

ARAUJO, L. C. G. de. **Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional.** 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ArcelorMittal. **Aços Longos: Fio-Máquina.** Disponível em <[https://www.belgo.com.br/produtos/industria/fio\\_maquina/pdf/fio\\_maquina.pdf](https://www.belgo.com.br/produtos/industria/fio_maquina/pdf/fio_maquina.pdf)> . Acesso em 08/10/18.

BARRETO, M. G. P. **Controladoria na Gestão: a relevância dos custos da qualidade.** São Paulo: Saraiva, 2008.

BORGES, L. **Ferramentas da Qualidade: Diagrama de Pareto– Passo a Passo.** Disponível em:<http://agente.epse.com.br/banasqualidade/qualidade48481315484848.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2018.

CALLISTER, W. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução.** 5ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

CAMPOS, V. F.. - **Qualidade Total – Padronização de empresas.** 1992.

CAMPOS, V. F. **Qualidade Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia.** 3. ed. Belo Horizonte: Qfco, 1997.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia.** Minas Gerais; INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 1999.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia.** 9.ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

CODA, R. C. **Laminação: Produtos Longos de Aços Laminados a Quente.** Laboratório de Transformação Mecânica, UFRGS, 2006

COLETTI, J.; BONDUELLE, G.M.; IWAKIRI, S. **Avaliação de defeitos no processo de fabricação de lamelas para pisos de madeira engenheirados com uso de ferramentas de controle de qualidade.** Acta Amazônica, Manaus, v.40, n.1, p.135-140, 2010

COLPAERT, H. **Metalografia dos Produtos Siderúrgicos Comuns.** 4ª Edição. ed. São Paulo: Blucher, 2008.

CROSBY, P. B. **Qualidade é Investimento.** Rio de Janeiro, 1999.

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva 1990.

DIETER, G. E. **Metalurgia Mecânica**. 2ª Edição. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1981.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FRANKLIN, Y.; NUSS, L.F.. **Ferramenta de Gerenciamento**. Resende, Rio de Janeiro. Faculdade de Engenharia de Resende (2006). Disponível em <[https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos08/465\\_PA\\_FerramentadeGerenciamento02.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos08/465_PA_FerramentadeGerenciamento02.pdf)> Acesso em : 10 abr 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, P. P. J. **A evolução do conceito de qualidade: dos bens manufaturados aos serviços de informação**. Cadernos BAD. Lisboa, n. 02, p. 06-18, 2004. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/385/38500202.pdf>> Acesso em: 07 mai. 2018.

GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. In: Revista de Administração de Empresas - RAE, v.35, n.2, mar./abr., 1995, p.57-63.

LINS, B. F.E. **Ferramentas básicas de qualidade**, Brasília, 1993.

MCQUATER, R. E. et al. **Using quality tools and techniques successfully**, The TQM Magazine, v. 7, n. 6, p. 37-42, 1995.

MIRANDA, R. L. **Qualidade total: rompendo as barreiras entre a teoria e a prática**. 2 ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

MOURA, L. R. **Qualidade Simplesmente Total**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

OLIVEIRA, S. T. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade**. 2ª ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2006.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

REEVES, C. A.; BEDNAR, D. A. **Defining quality: alternatives and implications**. Academy of Management Review, v. 19, n. 3, p. 419-445, 1994.

RODRIGUES, W. C. **Metodologia Científica**. Fundação de apoio à escola técnica-FAETEC/IST, Paracambi, 2007. Notas de aula. Disponível em: <[http://pesquisaeducacaoufrgs.pbworks.com/w/file/64878127/Willian%2520Costa%2520Rodrigues\\_metodologia\\_cientifica.pdf](http://pesquisaeducacaoufrgs.pbworks.com/w/file/64878127/Willian%2520Costa%2520Rodrigues_metodologia_cientifica.pdf)>. Acesso em: 18ago 2018.

THIA, C. W. et al. **An exploratory study of the use of quality tools and techniques in product development.**The TQM Magazine, v. 17, n. 5, p. 406-424, 2005.Disponível em: . Acesso em: 06 jul. 2018.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção.** São Paulo: Atlas, 2000.

WERKEMA, M.C.C. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

ZAGO, M. B. M.**Implantação de Planejamento Estratégico e consequente sistema de medição em empresa têxtil: Estudo de caso.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Mestrado Profissionalizante em Engenharia. (2002) Disponível em:><https://lume.ufrgs.br/handle/10183/3736>< . Acessoem: 10 jul. 2018.



## TERMO DE RESPONSABILIDADE

O texto do trabalho de conclusão de curso intitulado “ANÁLISE DE SUCATAS NO SETOR DE LAMINAÇÃO À LUZ DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE” é de minha inteira responsabilidade. Declaro que não há utilização indevida de texto, material fotográfico ou qualquer outro material pertencente a terceiros sem o devido referenciamento ou consentimento dos referidos autores.

João Monlevade, 13 de Dezembro de 2018.

Taylane Martins Fraga Leite

Taylane Martins Fraga Leite



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP  
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas - ICEA  
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção - COEP  
Campus João Monlevade



## DECLARAÇÃO

Certifico que o aluno (a) Taylane Martins Fraga Leite, matrícula 12.2.8190, autor do trabalho de conclusão de curso intitulado “ANÁLISE DE SUCATAS NO SETOR DE LAMINAÇÃO À LUZ DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE”, efetuou as correções sugeridas pela banca examinadora e que estou de acordo com a versão final do trabalho.

João Monlevade, 19 de dezembro de 2018.

---

Prof<sup>ª</sup>. Maressa Nunes Ribeiro Tavares  
Orientador (a)