

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Flávia Ferrari dos Santos

IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE DO SUCATEAMENTO DE MATÉRIA-
PRIMA EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR METAL-MECÂNICO

Santa Maria, RS
2023

Flávia Ferrari dos Santos

**IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE DO SUCATEAMENTO DE MATÉRIA-PRIMA
EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR METAL-MECÂNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Alvaro Luiz Neuenfeldt Júnior

Santa Maria, RS
2023

RESUMO

IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE DO SUCATEAMENTO DE MATÉRIA-PRIMA EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR METAL-MECÂNICO

AUTORA: Flávia Ferrari dos Santos
ORIENTADOR: Alvaro Luiz Neuenfeldt Júnior

Com o crescimento e as constantes mudanças de mercado, a busca por novas estratégias está cada vez mais presente no dia a dia das indústrias, determinar ações de melhorias para a fabricação de produtos com o menor número de falhas, alta qualidade, baixos custos e desperdícios, deve ser ponto de atenção no planejamento das diretrizes estratégicas de uma indústria para obter sucesso nos seus processos internos e no atendimento das necessidades dos clientes. Neste sentido, a presente pesquisa tem como objetivo padronizar e acompanhar o sucateamento de matéria-prima em uma indústria. Assim, a pesquisa foi dividida em quatro etapas que contemplam (i) identificação e contextualização do problema, onde foi realizada a revisão bibliográfica sobre a redução de desperdícios e falhas de qualidade no processo produtivo; (ii) estruturação do procedimento, composta pelas etapas de identificação dos motivos de sucateamento, avaliação e padronização dos motivos e definição das formas de retrabalho e ações; (iii) implementação do procedimento, que consiste na identificação do cenário produtivo e a análise dos resultados, e; (iv) considerações finais referentes a pesquisa. Como principais resultados da pesquisa obteve-se a padronização dos motivos de sucateamento em uma indústria metal-mecânica na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, bem como, a criação de um procedimento operacional padrão para acompanhamento diário do sucateamento.

Palavras-chave: Indústria metal-mecânica. Sucateamento. Refugos. Retrabalho.

ABSTRACT

IDENTIFICATION AND CONTROL OF RAW MATERIAL SCRAPPING IN A METAL-MECHANICAL SECTOR INDUSTRY

AUTHOR: Flávia Ferrari dos Santos
ADVISOR: Alvaro Luiz Neuenfeldt Júnior

With the growth and constant market changes, the search for new strategies is increasingly present in the daily industry operations. Creating improvement actions for product manufacture with fewer failures, higher quality, lower costs and lower waste should be a point of attention in planning the strategic guidelines to achieve success in their internal processes and in meeting customer needs. In this sense, this research aims to standardize and monitor the scrapping of raw materials in an industry. Thus, the research was divided into four stages that include (i) problem identification and contextualization, where the literature review on waste reduction and quality flaws in the production process was conducted; (ii) procedure structuring, composed of the stages of identification of the reasons for scrapping, evaluation and standardization of the reasons and definition of rework forms and actions; (iii) procedure implementation, which consists of the identification of the production scenario and the analysis of the results, and; (iv) final considerations regarding the research. The main results of the research were the standardization of the reasons for scrapping in a metal-mechanic industry in the northwest region of the state of Rio Grande do Sul, as well as the creation of a standard operating procedure for daily monitoring of scrapping.

Keywords: Metal-mechanic industry. Scrapping. Scrapping. Reworking.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
1.1	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	5
1.2	OBJETIVO.....	6
1.3	JUSTIFICATIVA.....	6
2	REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1	REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS	7
2.2	FALHAS DE QUALIDADE NO PROCESSO PRODUTIVO	8
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	9
3.1	MÉTODO DE PESQUISA	9
3.2	ETAPAS DA PESQUISA.....	10
4	RESULTADOS	12
4.1	CENÁRIO	12
4.2	IDENTIFICAÇÃO DOS MOTIVOS DE SUCATEAMENTO.....	14
4.3	AVALIAÇÃO E PADRONIZAÇÃO DOS MOTIVOS DE SUCATEAMENTO.....	16
4.4	DEFINIÇÃO DA FORMA DE RETRABALHO E AÇÕES	21
4.5	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	24
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

Por diversos anos o desenvolvimento da indústria esteve relacionado a fatores agrícolas e de exportações. Porém, foi em 1930 com as alternâncias políticas, que a industrialização do Brasil avançou e solidificou, surgindo indústrias como as metal-mecânicas (SUZIGAN, 2000).

Historicamente, em termos de valor monetário corrente, o PIB da indústria de transformação, na qual faz parte a indústria metal-mecânica, está em crescimento desde o ano de 2012, o PIB passou de R\$ 514 bilhões em 2012 para R\$ 909,7 bilhões em 2021. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2022). Contudo, sua participação no PIB brasileiro está decrescendo, com 12% em 2019, sendo que, comparado ao seu valor total, 15,7% do PIB da indústria de transformação se refere apenas a participação da indústria de máquinas e equipamentos, metalurgia e indústria de metais (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2022).

O aço e o alumínio compõem as principais matérias-primas utilizadas no setor metal-mecânico. Em especial, o aço é crucial no processo de produção de inúmeros bens de consumo, para veículos, construção, aparelhos elétricos e eletrônicos, máquinas, equipamentos e ferramentas, bens estes que são muito importantes para o crescimento da economia mundial (MAHATTANALAI, 2019). Somente no ano de 2020, o Brasil produziu cerca de 31.415 mil toneladas de aço bruto, enquanto seu consumo aparente foi de aproximadamente 21.449 mil toneladas (WORLD STEEL ASSOCIATION, 2021). Em se tratando do alumínio, a produção de alumínio primário no Brasil em 2020 foi de 685 mil toneladas, entretanto, o consumo doméstico de produtos transformados de alumínio foi de 1.424 mil toneladas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO, 2020).

Tendo em vista o decréscimo e um mercado cada vez mais competitivo e em constante evolução, com consumidores que exigem preços reduzidos e um alto padrão de qualidade, as indústrias necessitam estabelecer estratégias e ações para que os produtos sejam fabricados com alta qualidade, baixos custos, desperdício, refugos e retrabalho em itens defeituosos.

1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O problema central da pesquisa está caracterizado pela necessidade das indústrias do setor metal-mecânico entender a forma do sucateamento de matéria-prima. Dessa forma, a presente pesquisa está relacionada ao seguinte problema de pesquisa prático: Como

identificar, acompanhar e padronizar o sucateamento de matéria-prima em uma indústria metal-mecânica?

1.2 OBJETIVO

O objetivo geral desta pesquisa é controlar sistemicamente o sucateamento de matéria-prima em uma indústria metal-mecânica. Almejando atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- a) Identificar e mapear os processos e os principais motivos de sucateamento na indústria;
- b) Desenvolver um procedimento operacional padrão para acompanhar o sucateamento;
- c) Testar o procedimento em uma determinada unidade de produção de uma indústria metal-mecânica.

1.3 JUSTIFICATIVA

O setor metal-mecânico é responsável pela fabricação de componentes mecânicos, partes e peças, para as atividades de construção, agrícolas e transporte de pessoas, setor este, que está inserido dentro da indústria de transformação (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2022). As indústrias de transformação são responsáveis propriamente pela transformação da matéria-prima em um novo produto, seja este em seu estado final ou em produtos semiacabados que servirão de base para outras empresas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2022), assim como ocorre no setor metal-mecânico, onde acontece a produção de inúmeros componentes que servirão de base para outros produtos e empresas.

No Rio Grande do Sul, a indústria de transformação é diversificada, em específico para indústrias voltadas para o ramo de implementos e peças agrícolas, contribuindo com 6,8% no Valor Adicionado Bruto (VAB), 5º maior VAB industrial brasileiro, onde a indústria de transformação respondeu por 15,7% dos 22,5% totais do VAB da indústria (RIO GRANDE DO SUL/SCP, 2020). Diante de um cenário de acentuados níveis de competitividade entre as organizações, dentro das indústrias, existe a constante busca pela melhoria dos processos, de maneira que a melhoria possa satisfazer ainda mais as

necessidades dos clientes e ir ao encontro da redução dos custos de produção (LOEBLEIN *et al.*, 2012). Ainda, com um olhar para a indústria de transformação, e em específico para um sistema de manufatura, existe um problema com relação ao retrabalho de itens defeituosos e o gerenciamento de refugos, ou sucata de matéria-prima, questões estas que exigem uma considerável atenção para atender aos objetivos e requisitos de um sistema de produção enxuto (BISWAS e SARKER, 2008).

Além da competitividade e da melhoria contínua, é clara a existência da constante necessidade de resolução de problemas para a melhoria destes processos, problemas estes que as pessoas, em grande maioria, não possuem tempo para solucionar e acabam resolvendo de maneira superficial, conduzindo soluções rápidas, podendo por consequência, tratar apenas os problemas superficiais e não as causas-raiz, e, proporcionar repetição destes problemas no futuro (BOHN, 2000).

Diante deste contexto, a presente pesquisa possui relevância e é justificável em função de dois aspectos principais: pela relevância econômica do setor metal mecânico no cenário gaúcho e brasileiro e pelo fato de que é visível que a indústria possui uma carência com relação ao controle do sucateamento de matéria-prima em seus processos, ao retrabalho de itens defeituosos que surgem durante o processo e o gerenciamento de refugos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão abordados conceitos e técnicas que embasam teoricamente a presente pesquisa, divididos em duas subseções: redução de desperdícios e falhas de qualidade no processo produtivo.

2.1 REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS

Nos dias atuais, é essencial que as empresas estejam constantemente em busca de alternativas para a redução de custos, compra de materiais, procedimentos desnecessários, mão de obra, enfim, a redução e até a eliminação de tudo aquilo que não agrega valor ao produto. Sistemas de produção podem ser definidos como um conglomerado de máquinas, pessoas e procedimentos que visam a combinação de materiais e processos para a produção de um produto ou serviço (GROOVER, 2017). Os mais recentes sistemas de produção são

compostos por diferentes modelos de gestão, métodos e conceitos, os quais devem ser flexíveis e integrados com todo o ambiente onde está inserido (ANTUNES, 2008).

Segundo Shingo (1996), dentro do Sistema Toyota de Produção as perdas são consideradas quaisquer atividades que não agregam valor ao produto, são atividades que não contribuem para as operações realizadas, como por exemplo, a espera, o transporte de materiais, inspeção, entre outros fatores. Dentro do Sistema Toyota de Produção existem sete tipos de perdas: (i) perdas por superprodução, quando há a produção de itens maior que o demandado ou produzido antecipadamente; (ii) perdas por espera, tanto de materiais como de trabalhadores; (iii) perdas por transporte, as quais são associadas às atividades de movimentação de materiais; (iv) perdas no processamento; (v) perdas por estoque de materiais; (vi) perdas no movimento, quando ocorre movimentação desnecessária dos materiais, de forma a não seguir um fluxo; e (vii) perdas devido à elaboração de produtos defeituosos.

Por outro lado, Antony e Banuelas (2002), abordam a metodologia Seis Sigma, que, por mais que o objetivo principal seja relacionado a manufatura de fato, também possui estratégias relacionadas a redução de defeitos na organização, bem como, a redução da variação dos processos e a eliminação de defeitos ou falhas.

2.2 FALHAS DE QUALIDADE NO PROCESSO PRODUTIVO

A gestão da qualidade é um conceito difundido, tanto em assuntos no âmbito social como no âmbito empresarial. Porém, juntamente com o fato de ser tão difundida e utilizada, existe pouco entendimento sobre sua definição (TOLETO; BORRÁS; MERGULHÃO, 2012). Segundo Montgomery (2016), entende-se qualidade como um conjunto de características que são desejáveis para um determinado produto ou serviço, ou ainda, como características que definirão que um determinado produto está adequado ou não para uso. Em se tratando de processos de manufatura, a qualidade geralmente é avaliada em especificações, em outras palavras, avaliada por determinadas medidas que atendam as características de qualidade desejadas para um produto final (MONTGOMERY, 2016).

Dentro do contexto qualidade, juntamente com o contexto da má execução dos processos produtivos, surgem as não conformidades, falhas que podem estar associadas a erros do processo de fabricação, matéria-prima, projetos, entre diversos outros erros humanos oriundos da produção, as falhas podem ser classificadas de duas formas, como falhas internas,

quando detectadas ainda em processo, ou como falhas externas, quando detectadas no cliente final (LIM; SHERALI; GLICKMAN, 2015). As falhas provenientes dos processos representam custos dentro da qualidade, falhas que posteriormente são relacionadas com o retrabalho de itens, refugos e sucateamento, horas extras, inspeções desnecessárias, entre outros fatores oriundos das falhas identificadas (JUNIOR, 2008).

Os custos, tanto de falhas internas como externas, estratificam os custos da má qualidade, custos que não seriam elencados caso os itens fossem fabricados com alta qualidade, demonstrando assim, que, se existem custos da má qualidade, é necessário realizar mudanças dentro do processo produtivo, de maneira que a redução desses custos da má qualidade irá impactar diretamente no sucesso financeiro da organização (JURAN, 2015).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

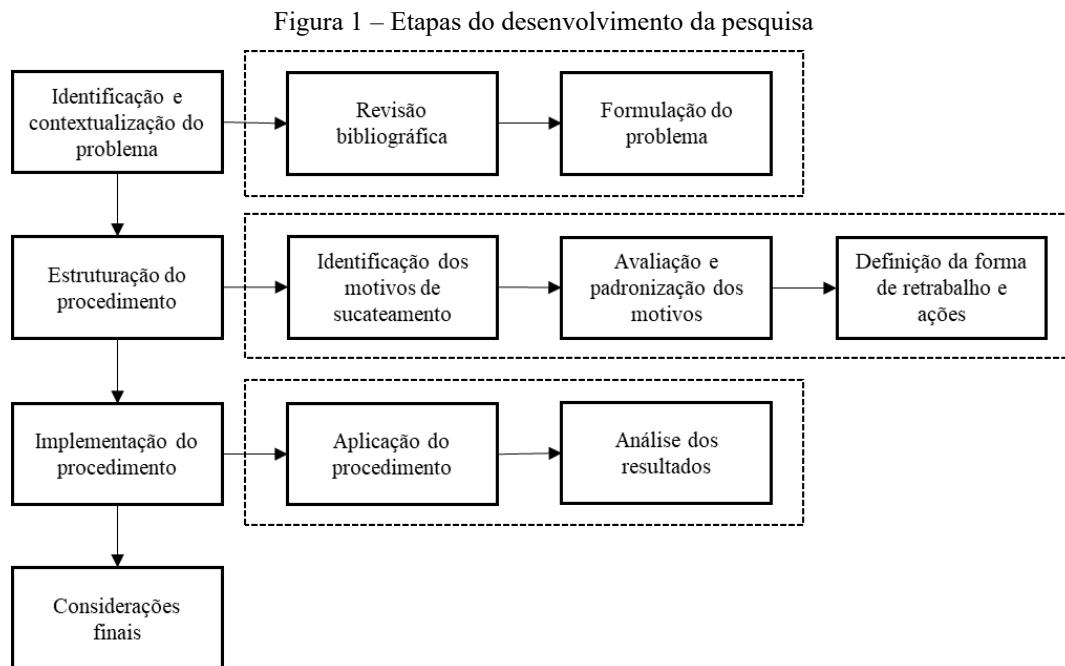
3.1 MÉTODO DE PESQUISA

Para um melhor planejamento da pesquisa, foram realizadas classificações metodológicas para indicar a forma com que a pesquisa é tratada. Com base no tema em estudo e com relação aos objetivos elencados, foram propostas quatro classificações: natureza; forma de abordagem; objetivos; e procedimentos técnicos. Quanto a natureza, a pesquisa é classificada de natureza aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para uma determinada aplicação prática, a qual é focada à solução de problemas específicos existentes dentro da indústria metal-mecânica (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

A abordagem da pesquisa será quantitativa, devido ao fato de a pesquisa ter como propósito a identificação, padronização e acompanhamento do sucateamento de matéria-prima em uma indústria do setor metal-mecânico. Quanto aos objetivos, a pesquisa é definida como exploratória, a qual tem como propósito uma maior familiarização com relação ao sucateamento de matéria-prima de maneira a tornar essa questão mais explícita em seu contexto, por meio de entrevista com pessoas que estão inseridas no meio e análises de dados relacionados ao tema abordado (GIL, 2022). Em relação aos procedimentos, a pesquisa é classificada como um estudo de caso, pois busca explorar uma situação em que os limites não estão bem definidos, de maneira a tornar o problema claro e detalhado, de forma a agrupar conhecimento visando o desenvolvimento de ferramentas de padronização e análise (GIL, 2022).

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

Para o desenvolvimento da presente pesquisa quatro etapas principais foram estipuladas (Figura 1): Identificação e contextualização do problema; estruturação do procedimento; implementação do procedimento; e considerações finais.



Fonte: Autora (2022).

A primeira etapa compreendeu a formulação do problema de pesquisa e a posterior contextualização, consistindo na revisão bibliográfica com estudos sobre a redução de desperdícios e falhas de qualidade no processo produtivo, baseada em livros e artigos científicos.

A segunda etapa de estruturação do procedimento foi iniciada com a identificação dos motivos de sucateamento de matéria-prima, de forma a relacionar os dados identificados, aos processos da produção e possíveis falhas existentes nos processos. A principal justificativa da existência de sucateamento de matéria-prima dentro da indústria é o não atendimento de especificações, quando o resultado de um item (produto ou subcomponente) apresenta desacordo com o que era esperado. Um item pode possuir diversos modos de falha, que podem ser identificadas no decorrer do processo, na apresentação de não conformidades, ou na construção da análise de modos de falhas e efeitos - FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). O FMEA é um método qualitativo de análise de confiabilidade que envolve a

análise dos modos de falha que podem existir para cada item, bem como, a determinação dos efeitos de cada falha sobre outros subitens e sobre a própria função do item (ABNT, 1994). Desta forma, a identificação dos motivos consiste na união dos modos de falhas previamente identificados no FMEA dos itens com os novos motivos que podem ser identificados no decorrer dos processos produtivos, os novos motivos de sucateamento podem ser identificados quando um processo é operado de forma deficiente, através da análise de todas as entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) do processo, propiciando o surgimento de não conformidades.

A seguir, a avaliação e padronização dos motivos de sucateamento identificados visa entender como cada motivo se enquadra dentro do processo produtivo e se os motivos identificados, realmente, são motivos de justificativa de sucateamento de matéria-prima. A avaliação dos motivos deve ser realizada por uma equipe multidisciplinar, de forma a analisar como os motivos identificados ocorrem e, se de fato, os motivos identificados proporcionam o sucateamento de um item. Com os motivos identificados, avaliados e padronizados, surge a necessidade de registro das informações de sucateamento, assim, é necessário definir como registrar o sucateamento, seja por meio de um sistema que a indústria utilize ou via planilhas eletrônicas. No registro é necessário preencher as informações relevantes para futuras análises, como código do item, quantidade, data, responsável, valor, entre outros tópicos.

Posteriormente, as formas de retrabalho e ações para as justificativas de sucateamento identificadas são definidas, de forma que estas ações possam propiciar uma tratativa padronizada para que o determinado motivo seja reduzido ou eliminado. Para a definição das ações e formas de retrabalho é necessária a realização de um momento de *brainstorming* com a presença de toda a cadeia produtiva, líderes de produção, técnicos, analistas e especialistas das áreas em questão, para que através deste momento seja possível levantar as informações necessárias de como se deve proceder quando ocorrer um determinado modo de falha com um item.

A terceira etapa consiste na implementação do procedimento estruturado, onde deve ser realizada a identificação do cenário produtivo e a análise dos resultados obtidos com a implementação do procedimento. A identificação do cenário produtivo é composta, primeiramente, de especificações sobre os setores produtivos da indústria na qual o procedimento é implementado, seguido da definição dos critérios de verificação, juntamente com os gestores da indústria, dos principais motivos de sucateamento acumulados ao longo de um período previamente definido. A seguir, a análise da implementação do procedimento

deve ser realizada, de forma a entender quais foram as mudanças que a aplicação do procedimento propiciou a indústria e qual impacto foi gerado, comparando o contexto do antes e do depois da aplicação do procedimento, além da análise dos registros de sucateamento, dos valores registrados e da representatividade de cada motivo no montante financeiro de sucateamento acumulado.

Por fim, a pesquisa se encerra na quarta etapa, com as considerações finais referentes a pesquisa, tendo como resultados a aplicação do procedimento desenvolvido, as conclusões realizadas a partir desta aplicação e as possibilidades futuras.

4 RESULTADOS

4.1 CENÁRIO

Para a realização da presente pesquisa, foi considerado o contexto industrial do setor metal-mecânico, bem como, os processos de fabricação. Segundo Oliveira *et al.* (2012), as indústrias metal-mecânicas têm como objetivo primário a transformação da matéria-prima metal em um novo produto. Uma indústria metal mecânica é responsável por conformar os vastos tipos de metais em diferentes variações e formas, transformando esses metais em novos produtos e peças (SANTOS *et al.*, 2014).

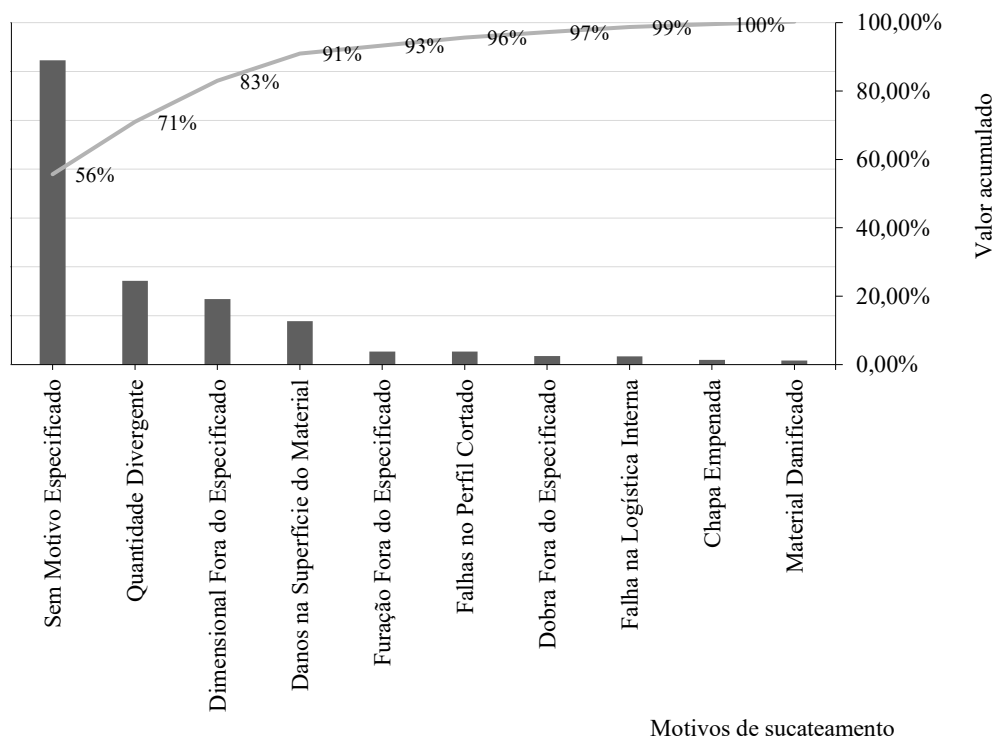
De acordo com a Confederação Nacional Da Indústria (2022), somente em 2019 o setor da indústria metalúrgica e da indústria de máquinas e equipamentos, movimentaram R\$ 80.842,00 milhões. Em específico, com relação a indústria de máquinas e equipamentos, no ano de 2020 o Brasil possuía 13.270 estabelecimentos, sendo 15% localizados no estado do Rio Grande do Sul, e ainda, 18% dos estabelecimentos na cidade de Caxias do Sul, porém, vale ressaltar o grande avanço da região noroeste do estado com relação ao crescimento e ao número de empregados no segmento (RIO GRANDE DO SUL/SCP, 2020).

Considerando o avanço do segmento no noroeste do estado, foi definida uma indústria nesta região do estado para implementação e validação do procedimento elaborado. Foi definido como ambiente de estudo uma indústria do setor metal-mecânico, a qual atua no desenvolvimento e produção de peças para os segmentos agrícola, rodoviário, automotivo, construção e tanques. Fundada em 1º de abril de 1947, está a 75 anos atuando no mercado, realizando o beneficiamento da matéria-prima para conjuntos, subconjuntos, peças finais e peças de reposição ao cliente.

O processo produtivo da fábrica é dividido em diferentes setores, chamados de linhas, sendo: Linhas de estamparia, solda, pintura e montagem. Ainda, a fábrica conta com as áreas de apoio existentes para suporte da produção, como as áreas técnicas de qualidade, logística, manutenção, engenharia, entre outras do ramo administrativo. Atualmente, a indústria não possui uma forma robusta para a identificação, controle e tratativas com relação ao sucateamento, não existe um padrão para a justificativa e nem rotinas para este controle.

Desta forma, considerando os diversos segmentos da indústria, o contexto produtivo e a forma de funcionamento, fez-se necessária a definição de alguns critérios para a aplicação do procedimento. Com relação aos critérios de aplicação, foram definidos que: (i) a aplicação do procedimento deve ocorrer como um projeto piloto em apenas um dos cinco segmentos da indústria; (ii) o registo do sucateamento deve ser realizado pelos operadores no *cockpit* de produção e; (iii) para todo item não conforme, a área técnica da qualidade deve ser acionada para definição das tratativas com relação ao refugo ou retrabalho. Com base nos critérios de aplicação definidos, a Figura 2 mostra os 10 principais motivos de sucateamento acumulados entre janeiro e abril de 2022. Um total de 56% do sucateamento não possui um motivo especificado, pois no período não era obrigatória a inclusão de um motivo na justificativa do sucateamento, surgindo assim o motivo chamado sem motivo especificado.

Figura 2 – Top 10 motivos de sucateamento



Fonte: Autora.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DOS MOTIVOS DE SUCATEAMENTO

Primeiramente, para identificação dos motivos de sucateamento de matéria-prima foi realizado um levantamento com relação ao processo produtivo, análise do FMEA das famílias de produtos e a análise do campo de texto descritivo dos sucateamentos sem motivo especificado. O campo de texto descritivo é um campo de texto onde o responsável pelo sucateamento pode escrever o motivo, entretanto, não é um campo padronizado e sua análise deve ser realizada de forma individual.

Do levantamento feito com relação ao processo produtivo e FMEA das famílias de produtos, foram levantados 73 motivos de sucateamento. Já do campo de texto descritivo foram listados 150 motivos não padronizados e parcialmente repetidos, porém com outras formas escritas. Os motivos de sucateamento associam-se aos processos presentes na indústria metal-mecânica, os processos de estamparia, solda, montagem e pintura. Assim, também foi possível identificar a quais processos os motivos de sucateamento estavam relacionados, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Relação dos processos produtivos com os motivos de sucateamento

PROCESSO PRODUTIVO	MOTIVO DE SUCATEAMENTO
Geral	Sem motivo especificado
	Danos na superfície do material
	Falta de operação
	Presença de oxidação
	Excesso de óleo ou graxa
	Embalamento incorreto
	Presença de vazamentos
	Material danificado
	Macrografia
	Componente incorreto
	Dimensional maior
	Dimensional menor
	Teste manutenção
	Peça de teste
Quebra de componente	
Estamparia	Dimensional fora do especificado
	Furação fora do especificado
	Dobra fora do especificado
	Falhas no perfil cortado
	Marcação incorreta
	Presença de rebarbas
Sentido de laminação incorreto	

	Furação obstruída
	Dobra enviesada
	Dobra lado incorreto
	Trinca no material
	Furação fora de posição
	Erro de leitura
	Colisão de bico
	Chapa empenada
	Chapa fora de esquadro
	Peça empenada
	Bico descentrado
	Corte serrilhado
	Falta de material
	Falta de furação
Montagem	Falta de componentes na montagem
	Montagem incorreta
	Material desbalanceado
	Batimento fora do especificado
Pintura	Cor divergente
	Validade da tinta expirada
	Rugosidade fora do especificado
	Aspecto visual da pintura comprometido
	Desplacamento
	Escorrimento de tinta
	Falta de cobertura
	Tinta em região isenta de pintura
	Camada fora do especificado
	Brilho fora do especificado
	Danificado no tratamento térmico
Pintura fora do especificado	
Solda	Presença de contaminantes
	Parâmetro do processo inadequado
	Deformação no ponto de solda
	Penetração excessiva de Solda
	Porosidade na solda
	Vitrificação de solda
	Presença de respingo de solda
	Solda fora do especificado
	Escorrimento de solda
	Mordedura na solda
	Extravasamento de solda
	Cratera de solda
	Falta de preenchimento na solda
	Falta de fusão na solda
	Gap excessivo
	Componente soldado trocado
Solda fora do dimensional	

	Componente soldado virado
Logístico	Falha na logística interna
	Identificação incorreta
	Falhas no FIFO
	Material misturado
	Quantidade divergente
	Embalagem danificada
	Atraso logístico
	Desvio
	Peças não encontradas
	Ajuste de OP (peça perdida)
	Erro de programação
Peça sem demanda	

Fonte: Autora.

Em grande parte, os motivos de sucateamento associam-se a um processo da indústria, entretanto, existem motivos que são gerais, relacionados com os processos não originados diretamente, como é o caso de itens com danos na superfície do material, onde os danos podem ser originários tanto do processo, como de transporte logístico e qualidade da matéria-prima, ou da presença de oxidação, que é um modo de falha que ocorre de forma isolada do processo.

4.3 AVALIAÇÃO E PADRONIZAÇÃO DOS MOTIVOS DE SUCATEAMENTO

Por meio da análise da listagem gerada com relação aos motivos de sucateamento e da análise dos processos produtivos, identificou-se a possibilidade de atualização e padronização dos motivos. Assim, do levantamento realizado pela equipe de engenharia, qualidade e produção com relação ao processo produtivo, FMEA e histórico de problemas de qualidade dos itens, foram listados 223 motivos de sucateamento.

Para a padronização, os 223 motivos foram analisados de forma individual pela equipe envolvida, primeiro houve a padronização com relação a escrita dos motivos e, posteriormente, a classificação com relação a semelhança, conforme exemplos para os motivos de dimensional fora do especificado, furação fora do especificado, dobra fora do especificado e danos na superfície do material da Tabela 2.

Tabela 2 – Exemplo de padronização dos motivos de sucateamento

MOTIVO PADRÃO	MOTIVO DESPADRONIZADO
Dimensional fora do especificado	Problema na montagem
	Dimensão fora do especificado
	Não deu montagem no cliente
	Posição da bucha incorreta
	Peça não passou no aferidor
Furação fora do especificado	Dimensional fora do especificado
	Furação não conforme
	Furação desconforme
Dobra fora do especificado	Furação fora do especificado
	Dobra fora do especificado
	Dobra não conforme
Danos na superfície do material	Dobra incorreta
	Marcas na chapa
	Marcas no material
	Danos na superfície do material

Fonte: Autora.

Após a padronização, a lista final contém 82 motivos de sucateamento, foi realizada uma classificação para dividir os motivos com base nos setores gerais aos quais estavam relacionados: qualidade, programação ou logística e sem motivo especificado. Os motivos classificados como qualidade representam as falhas ocorridas no processo produtivo, por exemplo, quando um item foi produzido e houve problema com relação ao dimensional, nas furações ou na soldagem. Problemas de erro de programação, peças perdidas ou embalagens danificadas representam a classificação de programação ou logística. E por fim, a classificação sem motivo especificado representa os sucateamentos que não possuíam um motivo especificado.

Dos 10 principais motivos de sucateamento, 17% dos motivos são relacionados à programação e logística, 27% à qualidade e 56% representam os sem motivo especificado. Os motivos relacionados à qualidade relacionam-se com os processos de estamparia (composto pelas operações desbobinar, corte laser, corte plasma, guilhotinas, prensas e usinagem), da soldagem, da montagem e da pintura,

No processo de estamparia, a operação de desbobinar é o primeiro processo envolvido na produção, consistindo no corte das bobinas de aço em chapas com o comprimento exato exigido para o próximo processo de corte laser. Associado ao processo de desbobinar, os principais motivos de sucateamento desse processo são: Danos na superfície do material, quando há a presença de marcas, riscos ou deformações no material, provenientes do processo

ou propriamente do material; Chapa empenada, quando o material está deformado e irregular com relação a sua planicidade.

Após a operação de desbobinar, ocorrem as operações de corte laser, plasma e guilhotinas, as quais correspondem ao corte das chapas em diferentes formatos e dimensões. Dentro desses processos, os principais modos de falhas são: Furação fora do especificado, quando as dimensões não estão conforme especificado em desenho; falhas no perfil cortado, quando o corte está serrilhado; colisão de bico, quando o bico do corte colide com as peças cortadas ou com alguma região de empenamento da chapa; bico descentrado e erro de leitura, quando o bico não está alinhado a linha de centro do eixo e a leitura está ocorrendo de forma incorreta; parâmetros do processo inadequados, quando a corrente, gás, pressão ou velocidade de corte estiver fora do especificado.

Em seguida, ocorrem as operações de conformação dos materiais em prensa hidráulica e excêntrica e em viradeiras, nas prensas ocorrem as operações de corte, dobra e modelagem de materiais e nas viradeiras, a operação de dobra. Nestas operações, temos como principais modos de falha: Dobra fora do especificado, quando a linha ou dimensão de dobra do item não está conforme e trinca no material, quando os parâmetros do processo e propriedades dos materiais não estão alinhados. Ainda, paralelo as operações de corte laser e plasma, ocorre a operação de usinagem, o qual confere a uma determinada peça: Forma, dimensão e acabamento superficial, através do degaste de matéria-prima, ou ainda, através de remoção de material. Os principais modos de falha para originar sucateamento nesta operação estão relacionados aos processos já descritos anteriormente, como falhas no perfil cortado, furação fora do especificado, parâmetros do processo inadequados.

Com os itens cortados nas dimensões, nos formatos e dimensões especificadas, é possível avançar para as próximas etapas de produção, relacionadas aos processos de soldagem, montagem e pintura. No processo de soldagem, que visa à união dos itens de metal por meio de eletricidade e calor, temos como principais modos de falha: Solda fora do especificado, quando ocorre alguma falha no processo de solda, originando uma não conformidade; presença de contaminantes, quando os consumíveis ou a superfície está contaminado com umidade, suor, óleos ou sujeira e parâmetros do processo inadequados.

No processo de montagem, que consiste na união dos itens soldados e não soldados, com outras peças, os principais modos de falha são: Montagem incorreta, quando um item é montado com algum componente incorreto e; falta de componentes, quando falta um determinado componente na montagem da peça, de forma a afetar na funcionalidade da peça.

Por fim, o processo de pintura *e-coat*, líquida ou pó, que consiste em agregar proteção superficial e acabamento para o item, os modos de falha estão relacionados aos parâmetros do processo inadequado e presença de contaminantes. Entretanto, ainda existem outros motivos de sucateamento gerais, os quais se relacionam com os processos como um todo, como: Dimensional fora do especificado, quando um item está com suas dimensões fora do especificado em desenho; material danificado, quando um item sofreu algum dano no decorrer do processo ou durante movimentação; presença de oxidação, quando existe formação de ferrugem no material; peça empenada, quando existe deformação do material com relação a sua planeza.

Desta forma, alguns modos de falhas são oriundos especificamente dos processos produtivos e outros do sistema da indústria metal-mecânica como um todo. Estes modos de falhas geram o sucateamento dos itens, o qual posteriormente deve ser registrado conforme sua definição, descritos na Tabela 3, a qual apresenta a definição dos principais motivos de sucateamento da indústria.

Tabela 3 – Descrição dos Motivos de Sucateamento

CLASSIFICAÇÃO	MOTIVO	DESCRIÇÃO
1	Dimensional fora do especificado	Peça não conforme, medidas dimensionais incorretas.
2	Danos na superfície do material	Presença de marcas, riscos ou deformações no material.
3	Material danificado	Peça não conforme, a qual sofreu algum dano no decorrer do processo.
4	Furação fora do especificado	Furação não conforme, medidas dimensionais incorretas.
5	Dobra fora do especificado	Dobra não conforme, medidas dimensionais incorretas.
6	Falhas no perfil cortado	Corte serrilhado.
7	Solda fora do especificado	Peça não conforme, cordões/pontos de solda incorretos.
8	Presença de oxidação	Formação da ferrugem na superfície do material.
9	Montagem incorreta	Posicionamento incorreto de itens durante a montagem.
10	Falta de componentes	Falta de componentes na montagem de um item.

Fonte: Autora.

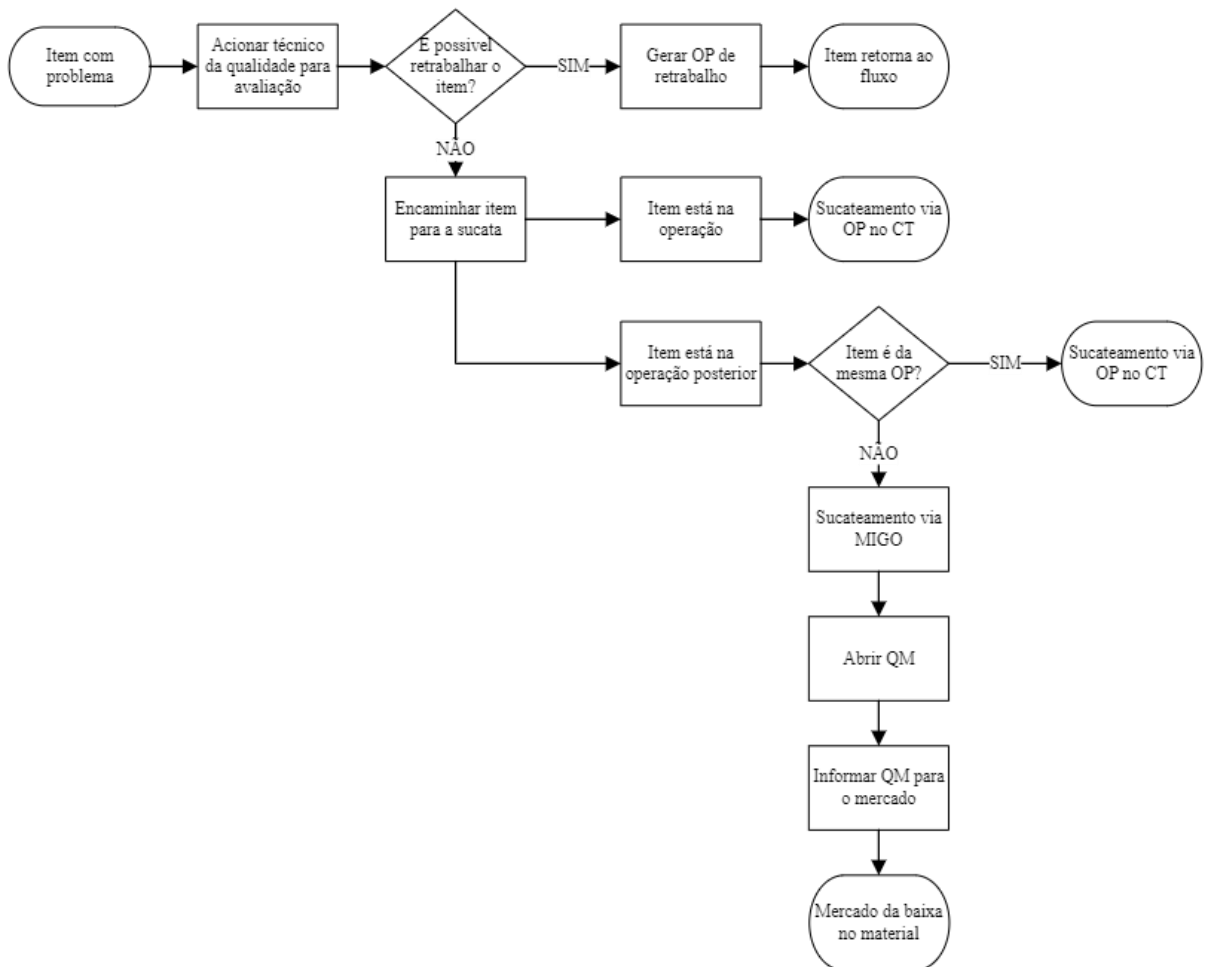
Para padronização e acompanhamento do sucateamento, o registro das informações ao longo do tempo deve ser realizado. Desta forma, o software SAP (*Systemanalysis Programmentwicklung*), amplamente utilizado para as principais áreas de negócios, como *procurement*, produção, administração de materiais, vendas, marketing, finanças e recursos

humanos, viabiliza o registro de todo sucateamento efetuado, desde o início até o fim do sistema produtivo.

Para auxiliar a sistematização e efetivo controle, um fluxo de tratativas de sucateamento foi desenvolvido com o passo a passo que deve ser seguido para a identificação do motivo do sucateamento e as formas de registro, conforme mostra a Figura 3. Primeiramente, quando identificada a não conformidade, o item não conforme deve ser identificado no sistema produtivo, a área técnica da qualidade deve ser acionada, e então, deve ser realizada a análise técnica para identificar se existem meios de resolver o problema, e assim, definir se existe formas de retrabalho para o item, que sejam viáveis e com menor custo para a empresa. Caso haja retrabalho, o item não é sucateado, gerando uma ordem de produção (OP) de retrabalho e o item retorna ao fluxo. Entretanto, definido que não existe retrabalho, o item deve ser sucateado fisicamente e, posteriormente, realizado o apontamento do sucateamento.

O apontamento do sucateamento pode ser realizado de duas formas, pelo apontamento na própria OP ou pelo SAP via transação MIGO. Quando o sucateamento é de um item que ainda está em processo, este deve ser realizado mediante apontamento de refugo na ordem de produção, no próprio centro de trabalho, com o devido motivo especificado. Quando o item já está na operação posterior ou no mercado e é identificada uma não conformidade, existem dois casos: (i) quando o item está na operação posterior, mas na mesma ordem de produção, então o sucateamento deve ser realizado mediante apontamento de refugo na ordem de produção, e; (ii) quando o item está no mercado ou na próxima operação dentro de outra ordem de produção, desse modo, deve ser realizado o sucateamento via transação MIGO, neste caso é preciso verificar a origem do sucateamento, ou seja, qual a linha onde o item foi produzido, ou área de apoio do processo de produção responsável pelo sucateamento, por exemplo, área de qualidade, engenharia, logística, expedição, gestão de qualidade de fornecedores, pesquisa e desenvolvimento ou gestão de projetos.

Figura 3– Fluxo de tratativa de sucateamento



Fonte: Autora.

4.4 DEFINIÇÃO DA FORMA DE RETRABALHO E AÇÕES

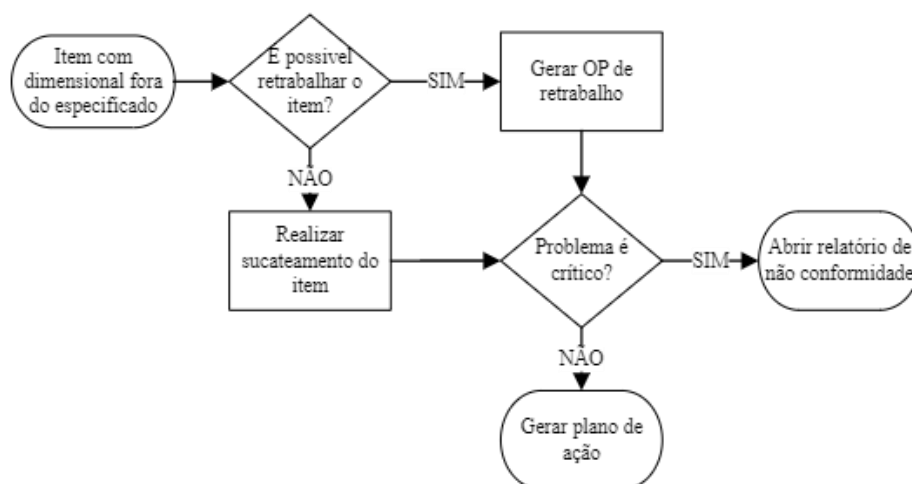
Com os motivos de sucateamento padronizados e o com a área técnica acionada quando ocorre alguma não conformidade, é possível a criação de fluxos de tratativas para os motivos, de forma que estes fluxos auxiliem a área técnica na melhor definição com relação as ações que deverão ser tomadas diante dos problemas identificados.

Em específico, a criação dos fluxos foi detalhada para os 3 principais motivos de sucateamento relacionados à qualidade, classificados por maior valor (em Reais), conforme mostrado na Figura 2. Optou-se pela análise dos motivos de dimensional fora do especificado, danos na superfície do material e furação fora do especificado, pois estes 3 motivos representam 76% do valor total dos principais motivos de sucateamento por qualidade.

Para a criação dos fluxos dos motivos, foram realizados momentos de construção e *brainstorming* com a equipe envolvida na pesquisa, para levantar as informações de como proceder diante de cada modo de falha, sempre perguntando o porquê de a falha acontecer e como corrigir.

Com relação aos problemas dos itens relacionados a dimensional fora do especificado (Figura 4), em primeiro deve-se entender se existe retrabalho ou não para o item analisado, se houver retrabalho, deve ser gerada uma ordem de produção (OP) de retrabalho para o item, caso não haja, o item é sucateado. Após a definição se o item será sucateado ou não, deve ser realizada a avaliação do item pela equipe da qualidade para definir se o problema é crítico ou não, para a definição de um problema crítico, devem ser considerados os seguintes pontos: (i) se é um problema recorrente; (ii) se é uma alta quantidade de peças; (iii) se o item gerou parada de linha, e (iv) se foi gerado um alto valor de sucateamento (maior que R\$ 100,00). Então, caso se encaixe como um problema crítico, deve ser aberto um relatório de não conformidade (RNC) para o problema ser tratado com mais análises, caso não seja, então deve ser montado um plano de ação pontual para corrigir a falha.

Figura 4 – Fluxo de tratativa para danos na superfície do material

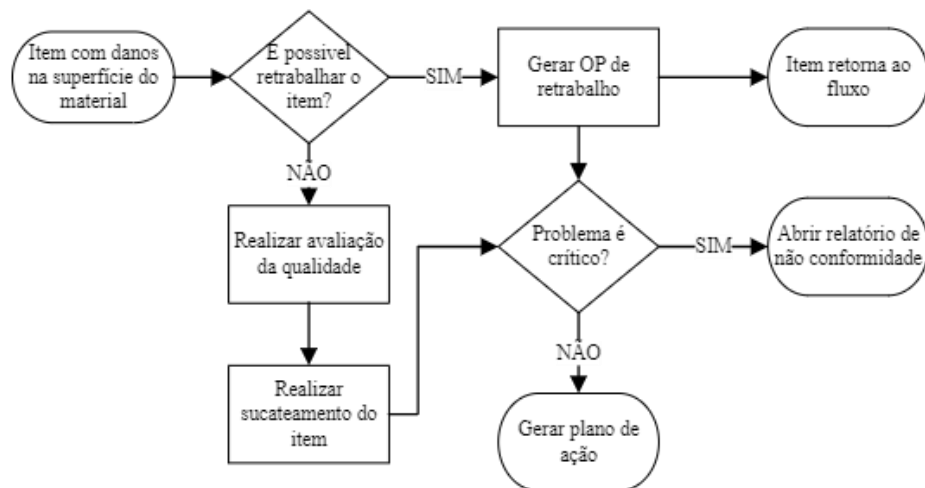


Fonte: Autora.

Para os problemas de danos na superfície do material (Figura 5), o primeiro passo é entender se existe retrabalho ou não para o item analisado, se houver retrabalho, deve ser gerada uma ordem de produção (OP) de retrabalho para o item e este retorna ao fluxo. Caso não tenha retrabalho, então deve ser realizada a avaliação do item físico pela equipe da qualidade, para entender qual a origem das marcas na superfície do material, se são riscos ou

batidas, se são marcas originárias de ferramenta ou processo ou se são marcas da própria matéria-prima, e posteriormente ser realizado o sucateamento. Após a avaliação da qualidade, ainda deve ser feita uma segunda análise para definir se o problema é crítico ou não, para definir se será aberto um RNC ou se será feito um plano de ação para corrigir a falha. Para o problema ser crítico devem ser considerados os seguintes pontos: (i) se é um item aparente, conforme classe descrita em desenho; (ii) se é uma alta quantidade de peças; (iii) se os danos da matéria-prima estão acima das especificações das normas e, (iv) se a matéria-prima estiver fora do padrão de qualidade acordado com fornecedor.

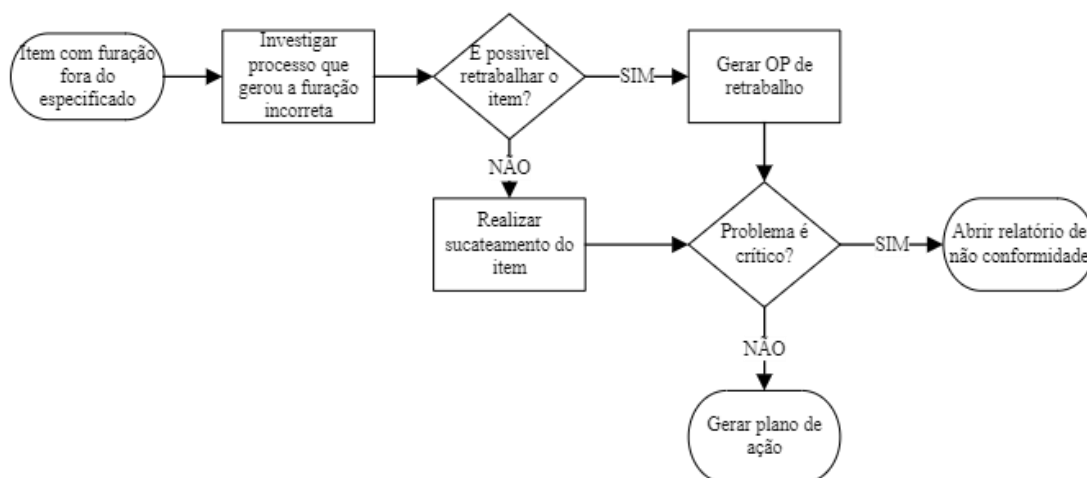
Figura 5 – Fluxo de tratativa para danos na superfície do material



Fonte: Autora.

Por fim, para os problemas de furação fora do especificado (Figura 6) deve-se entender qual a origem da furação, se a furação foi realizada em processo de corte laser, plasma, prensa ou usinagem, para posteriormente definir se existe retrabalho para o item ou não. Se houver retrabalho, deve ser gerada uma ordem de produção (OP) de retrabalho para o item, caso não haja, o item é sucateado. Após a definição do sucateamento do item, a equipe da qualidade irá definir se o problema é crítico ou não, devem ser considerados os seguintes pontos para definir se o problema é crítico: (i) se é um problema recorrente; (ii) se é uma alta quantidade de peças; (iii) se o item gerou parada de linha, e (iv) se foi gerado um alto valor de sucateamento (maior que R\$ 100,00). Assim, caso o problema do item seja crítico, dever ser aberto um RNC para entender a causa raiz do problema, caso não seja, então deve ser montado um plano de ação para corrigir pontualmente a falha.

Figura 6 – Fluxo de tratativa para danos na superfície do material



Fonte: Autora.

4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da implementação do procedimento na operação da indústria apontam para a padronização da sistemática do sucateamento, de modo que uma comparação do cenário antes e depois da aplicação do procedimento é viabilizada a fim de identificar argumentos significativos como resultado da aplicação.

Para a aplicação do procedimento no dia a dia da indústria deve ser seguido um roteiro, de forma que, quando encontrada uma não conformidade no sistema produtivo de produção, o operador deve acionar a área técnica da equipe de qualidade para que seja realizada a análise do problema e definida quais tratativas deverão ser tomadas com relação a não conformidade identificada, caso haja retrabalho, será definida qual a ação a ser realizada, caso não haja, o item será sucateado.

Antes da criação do fluxo de tratativa de sucateamento, não era necessário acionar o técnico de qualidade para avaliação sempre que um problema fosse identificado. Em diversos momentos, o próprio operador ou líder da linha avaliava o problema e definia se havia retrabalho ou se o item seria sucateado. Porém, após a aplicação do procedimento, tornou-se necessário acionar o técnico de qualidade para avaliar todos os problemas, de modo que, o técnico é a pessoa mais adequada para a avaliação do problema e definição da forma de retrabalho. Além disso, as ordens de produção de retrabalho não eram geradas em todos os casos, comumente o retrabalho era avaliado entre simples e complexo e solicitava-se ordem

de produção de retrabalho apenas quando era considerado complexo. Porém, a não solicitação das ordens de produção impossibilitava o registro do retrabalho dentro do sistema SAP utilizado pela indústria, questão que, após a aplicação do procedimento, tornou-se obrigatória em todos os casos.

Com relação a padronização dos motivos de sucateamento, mesmo com a recente implementação do procedimento, já foi possível identificar uma notória melhoria. Antes da aplicação do procedimento não existiam os motivos padronizados para a justificativa do sucateamento. Assim, 56% do sucateamento estava sem motivo especificado entre os meses de janeiro a abril de 2022, sendo reduzidos para 11,73% entre setembro a dezembro de 2022, conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Comparativo da representatividade dos motivos de sucateamento

Classificação	Janeiro a Abril	Setembro a Dezembro
Sem motivo especificado	55,67%	11,33%
Quantidade divergente	15,33%	25,16%
Dimensional fora do especificado	11,98%	21,29%
Danos na superfície do material	7,94%	15,29%
Furação fora do especificado	2,36%	6,26%
Falhas no perfil cortado	2,36%	1,36%
Dobra fora do especificado	1,57%	5,57%
Falha na logística interna	1,49%	8,85%
Chapa empenada	0,86%	0,55%
Material danificado	0,73%	4,33%

Fonte: Autora.

Entretanto, mesmo com a redução dos motivos não especificados, outros motivos aumentaram de representatividade, justamente pela falta de identificação de motivos no passado. Ainda, como forma de melhoria e estratégia para redução dos três principais motivos por qualidade dos meses de janeiro a abril, foram criados os fluxos de tratativas por motivo, outro ponto que não existia antes da aplicação do procedimento e que após, serve de base para direcionamento das análises e tratativas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como principal objetivo a identificação, padronização e acompanhamento do sucateamento de matéria-prima em uma indústria do setor metal-mecânico, bem como, a aplicação prática do procedimento em uma unidade de produção. A

proposta de construção do procedimento permitiu uma análise da indústria metal-mecânica como um todo, desde os processos do chão de fábrica até o funcionamento das áreas de apoio.

Ao longo dos meses de desenvolvimento do procedimento foi possível coletar os dados necessários para a identificação dos motivos de sucateamento, bem como, para sua padronização com relação aos processos produtivos da indústria.

Com os resultados obtidos a partir da aplicação do procedimento, foi possível propor para a empresa um método de controle do sucateamento, com registros eficazes e padronizados, para serem utilizados em futuras análises e decisões sobre processos e investimentos. Embora as conversas com relação à pesquisa tenham sido realizadas em grande parte com os trabalhadores do setor, com certeza, os resultados da aplicação do procedimento alcançarão a alta gerência da empresa.

Ainda, vale ressaltar a importância da pesquisa para a cadeia produtiva do setor metal-mecânico como um todo, de forma que a pesquisa serve de base e possibilita que outras indústrias também possam padronizar os fluxos de tratativas de sucateamento de matéria-prima.

Por fim, sugere-se que outras pesquisas sejam realizadas no ambiente deste assunto, pois existe um vasto campo de análise e melhorias dentro da indústria metal-mecânica, a qual necessita de novas ferramentas, análises e processos.

REFERÊNCIAS

ANTONY, J.; BANUELAS, R. Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. **Measuring Business Excellence**, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 20-27, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/13683040210451679>>. Acesso em: 9 maio 2022.

ANTUNES, J. **Sistemas de Produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 9788577802494. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577802494/>>. Acesso em: 9 maio 2022.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. **Estatísticas Nacionais. Perfil da Indústria Brasileira do Alumínio**. São Paulo, 2020. Disponível em: <<http://abal.org.br/estatisticas/nacionais/perfil-da-industria/>>. Acesso em: 1 jun. 2022.

BISWAS, P.; SARKER, B. R. Optimal batch quantity models for a lean production system with in-cycle rework and scrap. **International Journal of Production Research**, Reino Unido, v. 46, n. 23, p. 6585-6610, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00207540802230330>>. Acesso em: 27 maio 2022.

BOHN, R. Stop fighting fires. **Harvard Business Review**, Brighton, v. 78, p. 82-92, 2000. Disponível em: <<https://hbr.org/2000/07/stop-fighting-fires>>. Acesso em: 27 maio 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Perfil Setorial da Indústria**. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://perfilsetorialdaindustria.portaldaindustria.com.br/categorias/28-maquinas-e-equipamentos/>>. Acesso em: 30 maio 2022.

_____. **Ranking dos Setores**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://perfilsetorialdaindustria.portaldaindustria.com.br/ranking?setor=2&categoria=11&variavel=10&data_inicio=2019&botao_submit=buscar>. Acesso em: 19 jun. 2022.

_____. **Rio Grande do Sul**. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/rs#:~:text=Possui%20PIB%20industrial%20de%20R,R%24%20420%2C1%20bilh%C3%B5es.>>. Acesso em: 19 jun. 2022.

_____. **Indústria de Transformação**. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://industriabrasileira.portaldaindustria.com.br/grafico/total/producao/#!/industria-transformacao>>. Acesso em: 12 jul. 2022.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2022. 9786559771653. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559771653/>>. Acesso em: 08 jun. 2022.

GROOVER, M. P. **Fundamentos da Moderna Manufatura Versão SI - Vol. 1, 5ª edição**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2017. 9788521634126. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521634126/>>. Acesso em: 9 maio 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Comissão Nacional de Classificação: C Indústrias de Transformação**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://cnae.ibge.gov.br/?view=secao&tipo=cnae&secao=C&versao_classe=7.0.0&versao_subclasse=9.1.0>. Acesso em 01 jun. 2022.

JUNIOR., A. R. **Custos da Qualidade, 2ª edição**. São Paulo: Grupo GEN, 2008. 9788522474165. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522474165/>>. Acesso em: 21 jul. 2022.

JURAN, J. M.; DEFEO, J. A. **Fundamentos da Qualidade para Líderes**. Porto Alegre: Grupo A, 2015. 9788582603468. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582603468/>>. Acesso em: 25 jul. 2022.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa: um guia prático**. Bahia: Via Litteratum, 2010. Disponível em: <http://www.pgcl.uenf.br/arquivos/livrode Metodologia da pesquisa 2010_011120181549.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2022.

LIM, C., SHERALI, H. D., GLICKMAN, T. S. Cost-of-Quality Optimization via Zero-One Polynomial Programming. **IIE Transactions**, [S. l.], 47(3), p. 258–273, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/0740817X.2014.928964>>. Acesso em: 12 jul. 2022.

LOEBLEIN, L. C. *et al.* Aplicação da Programação Linear para Minimização de Perdas de Aparas em Indústria Metal Mecânica. **Revista Gestão Industrial**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 14-29, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/1381>>. Acesso em: 30 maio 2022.

MAHATTANALAI, T. Steel Industry. **Krungsri Research**, Tailândia, 2019. Disponível em: <https://www.krungsri.com/bank/getmedia/59ea1063-b869-46ff-9bf-ce3da6848834/IO_Steel_190827_EN_EX.aspx>. Acesso em: 28 maio 2022.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade, 7ª edição**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2016. 9788521631873. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521631873/>>. Acesso em: 09 maio 2022.

OLIVEIRA, J. DE; SEMENSATO, B. I.; MORAES, G. D. de A.; FILHO, E. E. Caracterização das pequenas empresas do setor metal-mecânico a partir das dimensões estrutura organizacional e dirigentes. **REBRAE**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 47-58, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.7213/rebrae.6069>>. Acesso em: 04 maio 2022.

RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DA COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO (SCP). **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul: Estabelecimentos e Empregados na Indústria**. Porto Alegre, 2020. Disponível em: <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/estabelecimentos-e-empregados-na-industria>>. Acesso em: 1 jun. 2022.

_____. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul: VAB da Indústria**. Porto Alegre, 2022. Disponível em: <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/vab-industria>>. Acesso em: 1 jun. 2022.

_____. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul: Metalurgia e Máquinas e Equipamentos**. Porto Alegre, 2022. Disponível em: <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/metalurgia-e-maquinas-e-equipamentos>>. Acesso em: 19 jun. 2022.

SANTOS, L. A. dos. *et al.* Reaproveitamento de sucata em uma indústria metalúrgica. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2014, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: ConBRpro, 2014. Disponível em: <<http://anteriores.aprepro.org.br/conbrepro/2014/anais/artigos/eng%20op%20pp/31.pdf>>. Acesso em: 9 maio 2022.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996. 9788577800995. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577800995/>>. Acesso em: 11 maio 2022.

SUZIGAN, W. Industrialização brasileira em perspectiva histórica. **História Econômica & História de Empresas**, Brasil, v. 3, n. 2, 19 jul. 2000. Disponível em: <<https://www.hehe.org.br/index.php/rabphe/issue/view/29>>. Acesso em: 10 maio 2022

TOLETO, J. C. De.; BORRÁS, M. Á. A.; MERGULHÃO, R. C.; **Qualidade - Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2012. 978-85-216-2195-9. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2195-9/>>. Acesso em: 11 maio 2022.

WORLD STEEL ASSOCIATION. **Total production of crude steel**. Belgium, 2021. Disponível em: <<https://worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/annual-production-steel-data/>>. Acesso em: 30 maio 2022.

NUP: 23081.009197/2023-90

Prioridade: Normal

Homologação de ata de defesa de TCC e estágio de graduação

125.322 - Bancas examinadoras de TCC: indicação e atuação

COMPONENTE

Ordem	Descrição	Nome do arquivo
5	Ata de defesa de trabalho de conclusão de curso (TCC) (125.322)	TCC_Flavia Ferrari.pdf

Assinaturas

31/01/2023 19:38:33

FLÁVIA FERRARI DOS SANTOS (Aluno de Graduação)
07.09.08.01.0.0 - Curso de Engenharia de Produção - 121626

31/01/2023 21:34:38

ALVARO LUIZ NEUENFELDT JÚNIOR (PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR)
07.36.00.00.0.0 - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS - DEPS

1960



Código Verificador: 2321342

Código CRC: f16d9f2d

Consulte em: <https://portal.ufsm.br/documentos/publico/autenticacao/assinaturas.html>

