

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

Ismael Ceolin Lazzarotto

**ANÁLISE DE DESPERDÍCIOS EM UMA FÁBRICA DE ESQUADRIAS DE  
ALUMÍNIO**

Santa Maria, RS  
2023

**Ismael Ceolin Lazzarotto**

**ANÁLISE DE DESPERDÍCIOS EM UMA FÁBRICA DE ESQUADRIAS DE  
ALUMÍNIO**

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

Orientador: Prof. Dr. Mário Fernando de Mello

Santa Maria, RS  
2023

## RESUMO

### ANÁLISE DE DESPERDÍCIOS EM UMA FÁBRICA DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

AUTOR: Ismael Ceolin Lazzarotto  
ORIENTADOR: Prof. Dr. Mário Fernando de Mello

O estudo dos desperdícios na fabricação de esquadrias de alumínio ganha relevância devido à crise econômica mundial causada pela pandemia do coronavírus, que teve impactos na produtividade e no abastecimento global. A inflação e o consequente aumento nos preços dos insumos utilizados pela indústria manufatureira impactaram diretamente a rentabilidade da produção de esquadrias. Nesse sentido, nota-se que aproximadamente 15% dos insumos adquiridos para essa produção são desperdiçados, afetando diretamente a comercialização e o preço final dos produtos. Portanto, a identificação e redução de desperdícios são essenciais para assegurar a melhoria da produção de esquadrias de alumínio. Este trabalho tem como objetivo analisar o processo produtivo e os desperdícios em uma fábrica de esquadrias de alumínio, a qual opera no sistema de produção por encomenda. A pesquisa exploratória e aplicada busca identificar as principais desperdícios na fabricação, analisar suas causas e propor soluções para reduzi-las. O estudo de caso utilizou-se do método de pesquisa qualitativa, em que foi realizado questionário com os colaboradores e administrador da empresa, o qual possibilitou a identificação dos desperdícios e suas origens. A partir dessa determinação, foram propostas soluções para a contenção de desperdícios no processo produtivo da empresa.

**Palavras-chave:** Fabricação de Esquadrias de Alumínio. Desperdícios.

## **ABSTRACT**

### **WASTE ANALYSIS IN AN ALUMINUM FRAME FACTORY**

**AUTHOR:** Ismael Ceolin Lazzarotto  
**ADVISOR:** Prof. Dr. Mário Fernando de Mello

The study of waste resulting from the manufacture of aluminum frames gained relevance due to the global economic crisis caused by the coronavirus pandemic, which had an impact on productivity and global supply. Inflation and the consequent increase in the prices of inputs used by the manufacturing industry directly impacted the profitability of frame production. In this sense, it is noted that approximately 15% of the inputs purchased for this production are wasted, directly affecting the commercialization and the final price of the products. Therefore, the identification and reduction of waste are essential to ensure the improvement of the production of aluminum frames. This work aims to analyze the production process and waste in a small aluminum frame factory, which operates in the make to order system. Exploratory and applied research seeks to identify the main losses in manufacturing, analyze their causes and propose solutions to reduce them. The case study used the qualitative research method, in which a questionnaire was conducted with employees and the company's administrator, which enabled the identification of waste and its origins. Based on this determination, solutions were proposed to contain losses in the company's production process.

**Keywords:** Aluminum Frames Production. Waste.

## 1 INTRODUÇÃO

A crise econômica mundial em decorrência da queda produtiva durante a pandemia do coronavírus resultou em problemas de abastecimento em todo mundo. Com diversos governos ao redor do globo injetando dinheiro para aquecer a economia, a inflação chegou a praticamente todos os países, e no Brasil não foi diferente, totalizando 21,54% de junho de 2020 à junho de 2022, conforme índice IPCA (IBGE, 2023).

Nesta perspectiva, a indústria fabril tem sido uma das maiores prejudicadas uma vez que o valor de mercado de muitos dos insumos necessários para a produção tiveram seus preços inflacionados. A cotação internacional do alumínio estava em \$1426,50 por tonelada em abril de 2020 e chegou a atingir uma máxima de \$3966,00 por tonelada em março de 2022, uma diferença de 278,02% (INVESTING.COM, 2023).

Huth (2007) afirma que o alumínio é altamente vantajoso na fabricação de esquadrias para construção civil devido à sua leveza, função estrutural e baixa manutenção, permitindo a criação de esquadrias com diferentes tipologias, designs modernos e geometria livre. Huth (2007) também declara que o material é resistente à corrosão e, quando submetido a tratamentos como anodização ou pintura adequada, sua resistência é ainda maior, sem perder o brilho. Sua durabilidade tem impulsionado seu uso na confecção de esquadrias (HUTH, 2007).

Para a fabricação de esquadrias, os perfis de alumínio são fabricados através da técnica de extrusão, resultando em barras com comprimentos médios de cerca de 6 metros (ALMEIDA, 1991 apud SANTOS, 2004).

Além disso, Reis (2011) destaca que o alumínio possui características como leveza, durabilidade, comportamento estrutural, resistência à corrosão, possibilidade de transformação, estética agradável, variedade de acabamentos, disponibilidade, tecnologia moderna, reciclabilidade, competitividade industrial, isolamento termoacústico, vedação à água e ar, facilidade de manutenção, ventilação, controle de exaustão e possibilidade de automação. Essas características respaldam sua utilização tanto no âmbito nacional quanto internacionalmente.

De acordo com o SEBRAE (2014), as micro e pequenas indústrias representam 22,5% do produto interno bruto do país. Para que essas empresas sobrevivam e sejam rentáveis, são necessários investimentos e mudanças, com foco na melhoria contínua, entretanto essas empresas encontram dificuldades em acompanhar a evolução do mercado para aumentar a eficiência e manter a competitividade.

Nacionalmente, conforme AFEAL (2022), esquadrias de alumínio representam em torno de 20% do volume total de esquadrias produzidas no mercado brasileiro comparadas a outros materiais como aço, PVC e madeira.

Conforme, Silva *et al.* (2020), cerca de 15% de todos os insumos adquiridos para a produção de esquadrias de alumínio são desperdiçados e tem seu custo repassado ao cliente. Tal fator é de grande relevância pois afeta diretamente a comercialização das esquadrias uma vez que o preço final vai depender do quão eficiente foi o processo produtivo, e empresas que forem mais eficientes, conseguirão obter uma margem maior para comercializar seus produtos por preços menores.

Este trabalho consiste em uma análise dos desperdícios em uma pequena fábrica de esquadrias de alumínio, com o objetivo de compreender como esses desperdícios estão impactando a rentabilidade da empresa. O estudo tem como principal objetivo identificar os desperdícios na fabricação e propor planos de ação, além de objetivos específicos, que são: identificar os principais desperdícios na fabricação, analisar as causas desses desperdícios e propor soluções para a redução dos mesmos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO**

A ABNT/NBR 10821-1 (2017) estabelece as características de cada tipo de esquadria com base em sua finalidade, utilização, funcionalidade, movimento e composição de suas partes e componentes. De acordo com Salgado (2018), os tipos de janelas mais comumente encontrados no mercado são as de correr, guilhotina, abrir (folha simples ou folha dupla), pivotante (horizontal ou vertical), deslizante e basculante. A escolha da esquadria deve ser feita levando em consideração as necessidades específicas, com base nas informações fornecidas pelos fabricantes ou fornecedores.

As esquadrias são compostas por perfis, vidros, ferragens, guarnições e fitas vedadoras, além de outras peças de fixação e acabamento. Dessa forma, trata-se de um produto que combina diversos materiais, unidos por juntas fixas ou móveis em várias configurações. (REVISTA ALUMÍNIO & CIA, 2014 A).

As esquadrias de alumínio são compostas por elementos como contramarcos, marcos, folhas, acessórios e vidros, que se combinam para formar o produto final (NUNES; GUERRA; RAMOS, 2018).

De acordo com a definição da ABNT/NBR 10821-1 (2017, p.1), uma janela é uma esquadria vertical ou inclinada, geralmente envidraçada, projetada para preencher um vão em uma fachada ou em outro local. Sua principal finalidade é proporcionar iluminação e/ou ventilação entre diferentes ambientes.

A ABNT/NBR 10821-1 (2017, p.1) define porta como uma esquadria para ser utilizada como iluminação natural, geralmente inclinada, que atenda pelo menos aos requisitos previstos para as esquadrias verticais.

## 2.2 FABRICAÇÃO DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

Segundo Cobêro, Oliveira e Patudo (2014), no processo de fabricação de esquadrias de alumínio, os perfis são identificados e separados de acordo com as obras em que serão utilizados, sendo organizados em ordem de corte e armazenados separadamente por obra, tipo, cor e identificação, através de etiquetas.

Os perfis que não são mais úteis são descartados, garantindo o uso adequado do espaço (COBÊRO; OLIVEIRA; PATUDO, 2014).

Na fabricação das esquadrias, são utilizadas diversas máquinas e equipamentos, como serras circulares, entestadeiras, pantógrafos, curvadeiras e estampos (ASA Alumínio, 2006).

Almeida (1991 apud SANTOS, 2004) definiu as três etapas principais do processo de fabricação das esquadrias, as quais consistem em: preparação, usinagem e montagem. Na etapa de preparação, avalia-se a função da esquadria com base no projeto, levando em consideração a região de uso, as dimensões e os acabamentos desejados. Na etapa de usinagem, são realizados cortes e estampagem nos caixilhos de alumínio para criar furos, rasgos e encaixes precisos. Na etapa de montagem, os perfis são unidos para formar os quadros, utilizando acessórios e ferragens necessários.

Nunes, Guerra e Ramos (2018) afirmam que o processo de fabricação envolve etapas como corte, usinagem, inserção de acessórios e montagem. A montagem pode ser feita utilizando parafusos ou encaixe com travamento dos perfis. Borrachas e guarnições vedadoras são aplicadas para a instalação dos vidros, e são utilizados baguetes, silicone, embalagem e acondicionamento.

Além disso, Nunes, Guerra e Ramos (2018) afirmam que os contramarcos podem ser fabricados por dois sistemas de montagem: o primeiro utiliza o travamento dos perfis em ângulo de 45 graus fixados por cantoneira e cunha para formar o ângulo de 90 graus; o

segundo sistema utiliza perfis cortados diretamente em ângulo de 90 graus, com união realizada por cantoneiras de nylon rebitadas.

Durante o processo de fabricação, são gerados resíduos, como embalagens e sobras de perfis resultantes dos cortes feitos para a montagem. Os perfis de alumínio podem ser reciclados, e sua geração de resíduos pode ser reduzida. (NUNES; GUERRA; RAMOS, 2018).

### 2.3 PRODUÇÃO POR ENCOMENDAS

Na produção sob encomenda, a fabricação só é iniciada após o recebimento de um pedido formal do cliente, eliminando a necessidade de estoque de produtos acabados. Nesse tipo de produção, há uma interação com o cliente, pois ele define especificações ao longo do projeto que são necessárias para a composição do produto final (ESCARABELIN, 2016).

É possível manter estoque de certas matérias-primas que não sofrem interferência do cliente, o que ajuda a reduzir o tempo de atendimento do pedido (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2005).

Kingsman et al. (1996) afirmam que as empresas que trabalham com produção sob encomenda estão no ramo de fornecer produtos em resposta a pedidos dos clientes, competindo com outras empresas com base em preço, conhecimento técnico, prazo de entrega e confiabilidade no cumprimento dos prazos.

Um dos principais desafios enfrentados por essas empresas é lidar adequadamente com os pedidos. A falta de coordenação entre as áreas de vendas e produção durante a fase de consulta do cliente muitas vezes resulta em entregas atrasadas dos pedidos confirmados e/ou produção com prejuízo (KINGSMAN et al, 1996).

O planejamento e controle da produção em empresas que fabricam produtos em série diferem significativamente daquelas que produzem sob encomenda (BARROS; TUBINO, 1999).

A produção sob encomenda, conforme definido por autores como Kingsman et al. (1996) e Stevenson, Hendry e Kingsman (2005), referem-se a empresas que fabricam produtos apenas em resposta aos pedidos dos clientes.

Essas empresas geralmente desenvolvem produtos personalizados, projetados de acordo com as especificações dos clientes (YEH, 2000).

Os produtos são fabricados para clientes específicos e não são mantidos em estoque. Os gestores da empresa aguardam o interesse manifestado pelos clientes para a fabricação de



um determinado produto antes de iniciarem efetivamente o processo produtivo (LOIOLA, 2003).

Nesse ambiente, as empresas competem por cada pedido recebido, que frequentemente é diferente do anterior, negociando preço, prazo de entrega ou ambos (KINGSMAN; HENDRY, 2002).

## 2.4 DESPERDÍCIOS

Em busca de alcançar melhorias nos processos produtivos, Nogueira e Saurin (2008) afirmam que a produção enxuta dispõe de ferramentas capazes de eliminar desperdícios para que o objetivo seja atingido, como o mapeamento do fluxo de valor, a melhoria contínua, o just in time entre outra que resultam no aumento de competitividade, diminuição de desperdícios para a empresa.

Desperdícios são elementos da produção que não agregam valor e inflam os custos, sendo a eliminação dos desperdícios um dos principais pontos de melhoria em um processo produtivo para a redução dos custos que fará a empresa manter no mercado (OHNO, 1997).

Albertin e Pontes (2016), definem o desperdício como uma situação indesejada e fora do planejado como desperdícios de materiais e estoques desnecessários que geram custos desnecessários por ações ou atividades em que não agregam valor ao produto ou serviço destinado a seu cliente, e devendo ser interrompido o mais rápido possível.

Segundo Corrêa H. e Corrêa C. (2008), para a eliminação de desperdícios é fundamental analisar as atividades realizadas e encontrar aquelas que não agregam valor ao processo para eliminá-las. Otimizando a produtividade, as operações se tornam mais enxutas, o que serve para eliminar desperdícios e melhorar a qualidade da gestão do sistema.

Desse modo, para compreender quais atividades são desperdícios na fabricação, utiliza-se a classificação proposta por Shigeo Shingo (2008), que identifica sete categorias de desperdícios:

- a) Superprodução: esse desperdício envolve a produção de demanda antecipada tendo em vista a probabilidade de que o produto venha a ser demandado no futuro. Geralmente é causado por problemas e restrições no processo de produção, como longos tempos de preparação da máquina para produção de alto volume, falta de garantia de qualidade e confiabilidade das máquinas resultando em muitos produtos sendo produzidos, falta de sincronização entre a demanda real e a produção entre requisitos;

- b) Espera: esse tipo de desperdício refere-se a qualquer período em que o produto não está sendo processado ou movendo-se ao longo do fluxo de produção. Isso inclui tempos de espera entre etapas do processo, aguardando materiais ou informações, ou esperando a chegada de máquinas ou equipamentos.
- c) Transporte: trata-se de desperdícios de transporte de materiais que não agregam valor ao produto produzido, mas que são necessários para o processamento devido a restrições de instalação e processo. Isso pode envolver o transporte físico de materiais de um local para outro ou a movimentação virtual de informações em um fluxo de trabalho.
- d) Processamento: esses desperdícios representam uma atividade que está em desenvolvimento, mas pode não ser necessária. É preciso perguntar “por que um item é produzido”, “seu papel no produto é importante”, “essa etapa de processamento é necessária”. Inclui-se o retrabalho, inspeções excessivas, etapas redundantes ou uso de ferramentas e equipamentos inadequados. Gerentes e supervisores muitas vezes se preocupam em produzir o produto o mais rápido possível sem considerar se as atividades aplicadas ao processo são realmente necessárias;
- e) Movimento: o desperdício refere-se a qualquer movimento desnecessário de pessoas durante o processo de produção. Isso pode incluir deslocamentos físicos repetitivos, movimentos ineficientes para acessar ferramentas ou materiais, ou movimentos excessivos para completar uma tarefa. Através da economia de movimento conseguimos aumentar a produtividade e reduzir o tempo associado ao processo de produção;
- f) Defeitos: este tipo de desperdício corresponde à falta de qualidade do produto que não atende aos padrões de qualidade e exigências do cliente. A produção de produtos defeituosos equivale ao desperdício de materiais, mão de obra, equipamentos, movimentação de produtos defeituosos, armazenamento, inspeção, etc. O processo deve ser projetado para que não ocorram defeitos, não sendo mais necessárias inspeções, pois a qualidade deve ser inerente ao produto e defeitos não podem ser admitidos;
- g) Estoques: os desperdícios de estoques ocorrem quando há mais materiais ou produtos em estoque do que o necessário para atender à demanda imediata. Isso pode resultar em custos de armazenamento elevados, obsolescência de produtos, problemas de qualidade e risco de desperdícios devido a danos ou deterioração. Esses desperdícios indicam desperdício de investimento e espaço. Sua redução deve ser alcançada

eliminando suas possíveis causas, como redução do tempo de preparação das máquinas, redução do tempo de entrega do produto, sincronização dos processos produtivos, balanceamento das oscilações de demanda, garantia da qualidade do produto e contencioso.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 CENÁRIO**

Esta pesquisa analisou os desperdícios em uma fábrica de esquadrias de alumínio localizada no interior do Rio Grande do Sul. A microempresa fábrica de esquadrias de alumínio (mFEA) fundada em 2014, tendo como atividade econômica principal a comercialização de esquadrias de alumínio, bem como fabricação e instalação de toda linha. A mFEA possui cinco colaboradores, divididos em diferentes setores, como setor de corte, montagem, instalação e escritório. A matéria prima utilizada na empresa consiste predominantemente em perfis de alumínio, que são entregues por fornecedores, além dos demais acessórios e vidros.

Segundo informações internas da empresa em estudo, perfis de alumínio, material base para fabricação de esquadrias de alumínio, tiveram um aumento de aproximadamente 50% desde o início da pandemia em 2020, aumentando o preço final para os clientes e, conseqüentemente, diminuindo a atratividade para comercialização. Em micro e pequenas empresas de esquadrias de alumínio, de acordo com informações internas da organização objeto deste estudo, o custo da matéria prima representa cerca de 70% do custo do produto acabado.

Desta forma, a análise de desperdícios ocorreu no local de fabricação, possibilitando uma observação da operação em busca de oportunidades de melhoria para manter a empresa competitiva no mercado.

#### **3.2 MÉTODOS DE PESQUISA**

Para que a pesquisa consiga obter resultados satisfatórios, é fundamental a aplicação de métodos apropriados. Dito isso, neste tópico constam os métodos que serão utilizados na execução do estudo.

Quanto aos seus objetivos, a pesquisa pode ser classificada como exploratória, visto que não há muito embasamento sobre a temática. Lozada e Nunes (2019) explicam que o objetivo de uma pesquisa exploratória é estudar um assunto ainda pouco explorado para proporcionar uma visão geral dos fatos.

Dessa forma, a presente pesquisa é classificada como aplicada em sua natureza, visto que, segundo Gil (2018), pesquisas aplicadas visam a aquisição de conhecimentos.

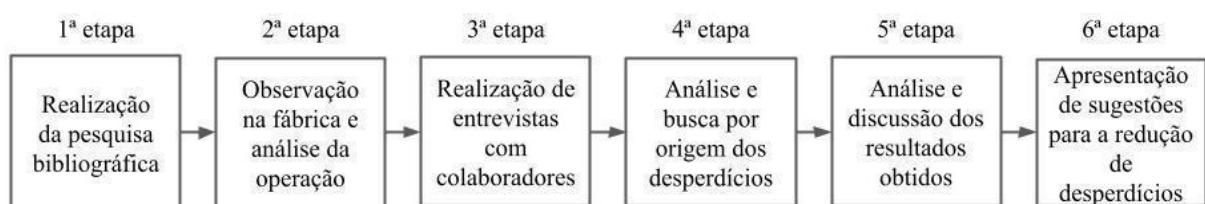
Em relação ao modo pelo qual o problema será abordado, a pesquisa pode ser classificada como qualitativa, uma vez que não requer o uso de método e de técnicas estatísticas, apenas do ambiente natural para coleta de dados (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

Quanto aos procedimentos técnicos, essa pode ser classificada como um estudo de caso, uma vez que, segundo Kauark, Manhães e Medeiros (2010), envolve um estudo que demanda profundidade de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

### 3.3 ETAPAS DE PESQUISA

A pesquisa foi dividida em seis etapas e estão apresentadas na figura 1.

Figura 1 – Fluxograma com etapas da pesquisa.



Fonte: autor (2023).

Na primeira etapa foi realizada uma pesquisa bibliográfica, visando aprofundar aspectos gerais relacionados a esquadrias de alumínio, sua fabricação e desperdícios.

Na etapa 2, foi feita a observação na fábrica, para análise da operação e dos processos, possibilitando maior compreensão da rotina de trabalho, dos produtos fabricados e das etapas de fabricação.

Já na terceira etapa, foram realizadas entrevistas individuais com os colaboradores, cujo roteiro pode ser visualizado no Apêndice A, para identificar desperdícios nos processos e classificar seu grau de relevância na fabricação.

Na quarta etapa, foram analisados os pontos de desperdícios identificados, relacionando o tipo de desperdício conforme Shingo, o seu respectivo grau de relevância e a concentração de desperdícios em cada uma das etapas do processo de fabricação, buscando encontrar causas raiz.

Durante a etapa 5, ocorreu a análise e discussão dos resultados obtidos utilizando os Cinco Porquês, conforme Apêndice B, para encontrar suas causas raiz e compreender a relação entre os desperdícios e suas causas, com o intuito de responder aos objetivos propostos, bem como responder à pergunta norteadora deste trabalho.

Por fim, na etapa 6, foram elaborados planos de ação, apresentados no Apêndice C, como sugestões de melhoria para a redução de desperdícios na fabricação.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 CONTEXTO DO CASO**

O estudo realizou-se em uma microempresa fábrica de esquadrias de alumínio (mFEA) localizada no interior do Rio Grande do Sul. Essa investigação considera o processo de fabricação estabelecido pela própria empresa. A seleção do local do estudo foi escolhida pela disponibilidade de informações do autor com a empresa e pelo potencial de oportunidades de melhorias que a manufatura apresenta.

Notou-se uma grande dificuldade em encontrar informações de processos estruturados utilizados na fabricação de esquadrias de alumínio durante a revisão bibliográfica, as quais permitissem afirmar inconsistências no modelo de fabricação utilizado pelo caso presente.

Para extrair informações e possibilitar uma análise real, foi necessária a realização de uma pesquisa que dialogasse com a realidade dos colaboradores da empresa, os quais nem todos possuem formação básica. Foi preciso explicar muitos dos conceitos apresentados aos mesmos durante as entrevistas e interpretar suas respostas a fim de encaixá-las ao método científico.

Durante a realização da pesquisa, a fábrica esteve com cinco pessoas envolvidas na operação e gestão, sendo dois alocados na fabricação de esquadrias, outros dois na instalação das esquadrias para o cliente e um na gestão realizando o atendimento ao cliente, compra de

materiais e ordens de produção. A mFEA tem suas operações funcionando de segunda-feira à sexta-feira, sempre iniciando às sete e trinta e encerrando às dezoito horas. Muitas vezes, a equipe de instalações passa dias em viagem realizando a instalação das esquadrias aos clientes.

Esta análise se concentrou nas operações de fabricação da mFEA, compreendendo as filosofias arraigadas na cultura organizacional de fabricação que constituem a identidade da empresa, os produtos fabricados e o processo produtivo.

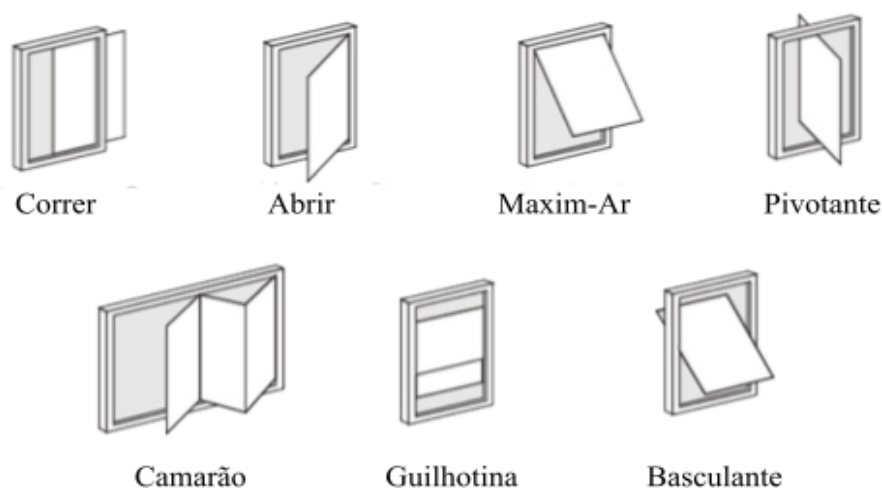
## 4.2 ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO FABRICADAS

A mFEA fabrica esquadrias personalizadas para cumprir com os desejos do cliente e atender aos requisitos dos diferentes ambientes que a construção civil necessita. Os principais produtos fabricados são portas, janelas, portões e guarda-corpos, os quais podem ser classificados pela sua forma de abertura e pelo seu revestimento.

A forma de abertura refere-se ao movimento feito pela esquadria para permitir a passagem do ar, sendo que a mFEA trabalha com os formatos mais populares: de abrir, de correr, maxim-ar, basculante, guilhotina, camarão e pivotante.

Os diferentes tipos de esquadrias de alumínio apresentam-se na Figura 2.

Figura 2 - Tipos de esquadrias de alumínio



Fonte: Uso interno da mFEA.

Já o revestimento indica o material que preenche a área do quadro da esquadria, isto é, totalmente de vidro ou de lambris de alumínio, ou misto entre vidro e lambris de alumínio.

As esquadrias que possuem o formato de abrir, de correr ou camarão possibilitam uma variação na quantidade de folhas, que é o número de quadros utilizados para cobrir o perímetro da esquadria, podendo algumas folhas serem fixas e outras móveis. Ademais, existe a possibilidade da esquadria ser integrada – dispor de um vão de persiana ou veneziana e outro vão de vidro – sendo aplicável em esquadrias de correr, guilhotina e camarão.

Os perfis de alumínio, além das suas tipologias, também possuem variações de fabricação quanto a espessura e a pintura. Os mais espessos são mais resistentes, mais pesados e conseqüentemente mais caros. Desta forma, existem diferentes linhas de materiais para a fabricação de esquadrias que são definidos por sua espessura visando atender diferentes faixas de renda e o nível de segurança necessário. Enquanto as diferentes opções de pinturas dos perfis são exclusivamente voltadas ao design, permitindo ao cliente a escolha daquele que melhor caber ao seu gosto.

#### 4.3 PROCESSO PRODUTIVO DA FÁBRICA

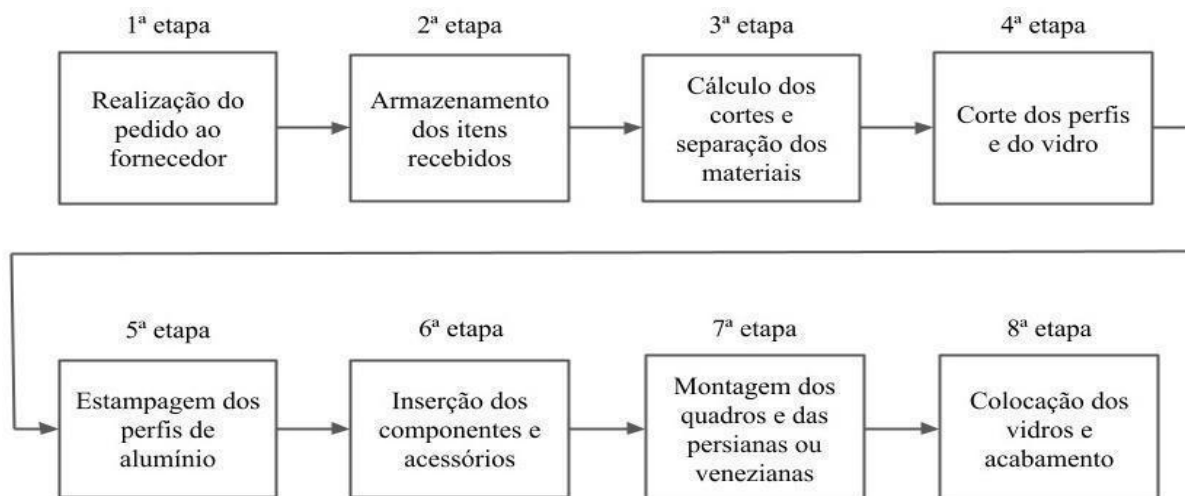
A produção de esquadrias opera sob encomenda do cliente, assim como a compra de materiais, a qual só é feita após o fechamento do negócio com o cliente. Dessa forma, a mFEA opera com estoques de materiais baixos, produzindo esquadrias personalizadas para o projeto do cliente, ou seja, não há produtos a pronta entrega.

Na etapa de vendas é elaborado um orçamento para o projeto do cliente, informando o prazo de entrega e o preço, o qual é calculado pela média histórica do peso de cada esquadria e o preço fixado por quilograma da esquadria. As etapas do processo de fabricação estão descritas na Figura 3.

Na Etapa 1, o gestor realiza a compra dos materiais necessários para a fabricação do projeto somente após o fechamento do negócio. Ele elenca os itens do pedido a ser feito em um de planilha eletrônica, estipulando os acessórios e os tipos e a quantidade demandada de perfis de alumínio, vidros, em metros, com base nas dimensões das esquadrias do projeto.

O pedido é realizado levando em conta o que há no estoque e em cerca de sete a dez dias, os itens são recebidos pelos colaboradores na fábrica. O armazenamento dos perfis (Etapa 2) ocorre em estantes cantilever com identificação do tipo do perfil, enquanto os acessórios são guardados em armários. Já os vidros são estocados em cavaletes, onde são apoiados verticalmente com encostos emborrachados.

Figura 3 - Etapas do processo de fabricação de esquadrias de alumínio.



Fonte: autor (2023).

Para iniciar a fabricação, são separados os perfis e chapas de vidro a serem utilizados e calculadas as medidas de corte em folhas de caderno, com auxílio de uma calculadora, pelo colaborador (Etapa 3). Todos os perfis comercializados por todos os fornecedores da mFEA possuem seis metros de comprimento.

O corte dos perfis de alumínio (Etapa 4) é feito em serras circulares de bancada (Figura 4), já os vidros são cortados com o cortador de vidros sob uma mesa.

Figura 4 - Serra circular pneumática.



Fonte: uso interno da mFEA.



Se os cortes necessários para atender as dimensões da esquadria do projeto não permitem um total aproveitamento do perfil, a sobra será reutilizada em uma esquadria a ser fabricada futuramente ou descartada como resíduo, os quais são vendidos para empresas de sucata. Todas as diferentes sobras a serem utilizadas futuramente são alocadas em local próximo ao corte.

O processo de fabricação continua com a estampagem das extremidades dos perfis de alumínio que serão encaixados para formar o quadro (Etapa 5). Esse processo, também é denominado pelo termo usinagem por autores de diferentes trabalhos, como Almeida (1991) e Nunes, Guerra e Ramos (2018), sendo realizado na prensa de estampo que realiza furos e encaixes precisos (Figura 5).

Figura 5 - Estampo pneumático.



Fonte: uso interno da mFEA.

Na sequência, são inseridos nos perfis componentes e acessórios, dentre eles, podemos destacar: dobradiças, vedações, contratestas, tampas, roldanas, tranquetas entre outros, variando de acordo com o tipo da esquadria (Etapa 6).

Com a inserção dos componentes e acessórios, passa-se para a montagem (Etapa 7), que é feita sobre as mesas de trabalho, com auxílio de parafusadeiras e rebidadeiras, assumem forma de quadros, unindo os perfis por parafusos e rebites. Nessa fase também ocorre o revestimento entre os quadros por lambris e vidro, além da adição da persiana e veneziana, variando do modelo da esquadria.

Por fim, a oitava etapa baseia-se na colocação dos vidros nos vãos do quadro e no acabamento, inserindo as borrachas para estabilizar as vidraças nas esquadrias.

#### 4.4 IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS

Com o início da observação notou-se que a realização da entrevista necessitaria ser realizada informalmente, aproveitando-se de intervalos do trabalho para realizar questionamentos aos colaboradores sobre o processo produtivo da mFEA e suas percepções, a fim de identificar desperdícios.

Isso decorre da ausência de uma rotina de trabalho da fábrica que permitisse a coleta de dados quantitativos da operação e da falta de registro das operações.

Assim, após a compreensão da operação da fábrica e seu funcionamento, partiu-se para o aprofundamento da análise em busca de desperdícios na fabricação de esquadrias de alumínio.

A identificação baseou-se nas informações extraídas das observações e das entrevistas realizadas com os colaboradores da empresa, visto a inexistência de um histórico de informações registradas que fornecesse indícios numéricos ou viabilizasse uma análise dos registros.

Dessa forma, foi apresentado aos colaboradores da fábrica o fluxograma contendo o processo de fabricação em etapas, definido durante a observação, e citados exemplos de desperdícios, para identificá-los.

Ademais, nas entrevistas individuais com os colaboradores, questionou-se quanto à relevância de cada um dos desperdícios nos processos e os classificassem em: relevante, neutro e irrelevante.

Após, reuniu-se os colaboradores para que, em consenso, confirmassem a classificação realizada. Observou-se que, durante a classificação, os colaboradores tinham como critérios a frequência de ocorrência e a importância do desperdício para julgar a sua relevância.

Os desperdícios indicados estão elencados e classificados por sua relevância no Quadro 1, agrupados pela etapa do processo de fabricação a que pertencem, e categorizados pelo autor quanto ao respectivo tipo de desperdício, de acordo com os sete desperdícios de Shingo.

Quadro 1 - Etapas de fabricação e desperdícios por grau de relevância.

| <b>ETAPA DA FABRICAÇÃO</b>                      | <b>DESPERDÍCIOS IDENTIFICADOS</b>          | <b>TIPO DE DESPERDÍCIO</b> | <b>GRAU DE RELEVÂNCIA</b> |
|---|--|----------------------------|---------------------------|
| Realização do pedido dos itens ao fornecedor    | Contagem do estoque manual                 | Movimentação               | Relevante                 |
|   | Ineficiência para definir pedido           | Processamento              | Relevante                 |
|   | Compra de itens insuficientes              | Espera                     | Relevante                 |
|   | Compra de materiais em excesso             | Superprodução              | Relevante                 |
|   | Compra de itens errados                    | Espera                     | Relevante                 |
| Armazenamento dos itens recebidos               | Danos em perfis no armazenamento           | Estoque                    | Relevante                 |
|   | Extravio de materiais                      | Estoque                    | Relevante                 |
|   | Armazenamento no local errado              | Estoque                    | Neutro                    |
|   | Recebimento de perfis inadequados          | Estoque                    | Irrelevante               |
| Cálculo dos cortes e separação dos perfis       | Falta de materiais                         | Espera                     | Relevante                 |
|   | Erro no cálculo dos cortes                 | Defeitos                   | Neutro                    |
|   | Cálculo ineficiente dos cortes             | Processamento              | Relevante                 |
|   | Demora para localizar materiais            | Espera                     | Relevante                 |
| Corte dos perfis e do vidro                     | Refazer cálculo                            | Processamento              | Neutro                    |
|   | Conferir medida de corte no caderno        | Processamento              | Irrelevante               |
|   | Conferir a posição do perfil               | Processamento              | Irrelevante               |
|   | Descarte de retalho                        | Transporte                 | Neutro                    |
|   | Sobras grandes de perfis                   | Superprodução              | Relevante                 |
|   | Armazenamento das sobras                   | Transporte                 | Relevante                 |
|   | Corte do perfil em dimensão errada         | Defeitos                   | Irrelevante               |
| Estampagem dos perfis de alumínio               | Estampagem do perfil incorreta             | Defeitos                   | Irrelevante               |
|   | Conferir se o perfil está posicionado      | Processamento              | Irrelevante               |
|   | Estampagem no perfil errado                | Defeito                    | Irrelevante               |
| Inserção dos componentes e acessórios           | Dano em componentes na inserção            | Defeitos                   | Neutro                    |
|   | Novo furo para aumentar encaixe            | Processamento              | Neutro                    |
|   | Desbaste da rebarba                        | Processamento              | Neutro                    |
| Montagem dos quadros e da persiana ou veneziana | Dano na pintura da esquadria               | Defeitos                   | Neutro                    |
|   | Novo corte no perfil para ajuste de ângulo | Processamento              | Neutro                    |
|   | Demora para localizar ferramentas          | Movimentação               | Neutro                    |
|   | Movimentação para localizar parafusos      | Movimentação               | Neutro                    |
| Colocação dos vidros e acabamento               | Armazenar vidro cortado pequeno            | Transporte                 | Irrelevante               |
|   | Novo corte em vidro cortado grande         | Processamento              | Irrelevante               |
|   | Descarte do resíduo do vidro               | Transporte                 | Irrelevante               |
|   | Quebra do vidro                            | Defeitos                   | Irrelevante               |
|   | Buscar outro vidro                         | Movimentação               | Irrelevante               |
|   | Cortar vidro novamente                     | Processamento              | Irrelevante               |
|   | Spray em danos na pintura                  | Processamento              | Irrelevante               |

Fonte: autor (2023).

Ao total foram identificados trinta e sete desperdícios ao longo das oito etapas do processo de fabricação definido, sendo identificado todos os sete tipos de desperdícios com alguns em maior concentração que outros (Tabela 1). Quanto à classificação, foram identificados quatorze desperdícios irrelevantes, onze neutros e doze relevantes.

Tabela 1 - Quantidade de desperdícios pela relevância nas etapas de fabricação.

| <b>Etapas do processo de fabricação</b>         | <b>Irrelevante</b> | <b>Neutro</b> | <b>Relevante</b> | <b>Total</b> |
|---|--------------------|---------------|------------------|--------------|
| Realização do pedido dos itens ao fornecedor    | 0                  | 0             | 5                | 5            |
| Armazenamento dos itens recebidos               | 1                  | 1             | 2                | 4            |
| Cálculo dos cortes e separação dos perfis       | 0                  | 1             | 3                | 4            |
| Corte dos perfis e do vidro                     | 3                  | 2             | 2                | 7            |
| Estampagem dos perfis de alumínio               | 3                  | 0             | 0                | 3            |
| Inserção dos componentes e acessórios           | 0                  | 3             | 0                | 3            |
| Montagem dos quadros e da persiana ou veneziana | 0                  | 4             | 0                | 4            |
| Colocação dos vidros e acabamento               | 7                  | 0             | 0                | 7            |
| <b>Total</b>                                    | <b>14</b>          | <b>11</b>     | <b>12</b>        | <b>37</b>    |

Fonte: autor (2023).

Dentre as oito etapas do processo de fabricação, os processos de corte dos perfis e do vidro e colocação do vidro e acabamento obtiveram maior concentração de desperdícios. Analisando a relevância desses desperdícios, nota-se que todos os desperdícios da colocação de vidros e acabamento foram considerados irrelevantes, enquanto no processo de corte dos perfis e do vidro apenas dois foram considerados relevantes. Deste modo, destaca-se o processo de realização dos pedidos aos fornecedores que obteve cinco desperdícios e todos considerados relevantes na classificação.

Verificou-se também a concentração do tipo de desperdício, conforme a classificação de Shingo, por relevância do desperdício (Tabela 2).

Tabela 2 - Tipo de desperdício por relevância do desperdício.

| <b>Tipo de desperdício</b> | <b>Irrelevante</b> | <b>Neutro</b> | <b>Relevante</b> | <b>Total</b> |
|----------------------------|--------------------|---------------|------------------|--------------|
| Superprodução              | 0                  | 0             | 2                | 2            |
| Espera                     | 0                  | 0             | 4                | 4            |
| Transporte                 | 2                  | 1             | 1                | 4            |
| Processamento              | 6                  | 4             | 2                | 12           |
| Movimentação               | 1                  | 2             | 1                | 5            |
| Defeitos                   | 4                  | 3             | 0                | 7            |
| Estoque                    | 1                  | 1             | 2                | 4            |
| <b>Total</b>               | <b>14</b>          | <b>11</b>     | <b>12</b>        | <b>37</b>    |

Fonte: autor (2023).

Dentre os sete desperdícios caracterizadas por Shingo, o principal encontrado ao longo do processo produtivo foi o de processamento, com doze desperdícios, enquanto o de menor volume foi o de superprodução. Apesar do grande volume de desperdícios por processamento, esse desperdício obteve somente duas classificadas como relevantes.

Comparando as informações, percebeu-se que não existem desperdícios considerados relevantes relacionados ao desperdício por Defeitos. Isso pode acontecer devido a facilidade e rapidez em consertar e fazer ajustes na fabricação de esquadrias de alumínio, tornando a ocorrência de defeitos pouco impactantes para os colaboradores em sua operação devido a agilidade em solucionar a problemática.

Os desperdícios do tipo Espera apresentaram-se em maior quantidade entre os classificados como relevantes com quatro. Notou-se que os quatro estão relacionados a problemas com materiais que ocasionam a espera e atraso na fabricação.

Movimentação foi outro tipo de desperdício que se relacionou com problemas de materiais, mais precisamente na movimentação para contabilizar os volumes. Também foi encontrado o desperdício do tipo por Estoque relacionando-se com problemas de materiais, porém voltado ao dano e extravio de materiais.

Já os desperdícios do tipo Processamento classificados como relevantes foram apenas dois, tendo em vista a totalidade identificada. Assim, ambos apresentam-se associados a atividades de planejamento que são realizadas ineficientemente em cada encomenda. O cálculo ineficiente dos cortes decorre do tempo despendido para que o colaborador os calcule em folhas de caderno, com auxílio de uma calculadora, o que atrasa o processo, e possui maior margem de erro. Já a ineficiência para definir pedido ocorre devido a demora para que se realize a contagem manual do estoque, defina-se os itens necessários para fabricar o projeto e calcule-se em planilhas a quantidade de cada item necessário para a fabricação do projeto.

A Superprodução, outro tipo de desperdício encontrado ao longo do processo de fabricação, foi identificada na sobra de materiais comprados excessivamente ou de baixo aproveitamento na etapa de corte. Ademais, essa sobra que necessita ser armazenada resulta em outro desperdício, do tipo de Transporte.

Analisando essas informações, evidenciou-se que 100% dos desperdícios relevantes encontrados estão concentrados nas quatro etapas iniciais do processo de fabricação de esquadrias da mFEA.

O quadro 2 apresenta os desperdícios classificados como relevantes em cada etapa do processo e seu tipo de desperdício.

Quadro 2 - Desperdícios relevantes em cada processo de fabricação e seu respectivo tipo de desperdício.

| ETAPA DA FABRICAÇÃO                       | DESPERDÍCIO                      | TIPO DE DESPERDÍCIO |
|---|----------------------------------|---------------------|
| Realização do pedido ao fornecedor        | Compra de itens insuficientes    | Espera              |
|   | Compra de itens errados          | Espera              |
|   | Contagem do estoque manual       | Movimentação        |
|   | Ineficiência para definir pedido | Processamento       |
|   | Compra de materiais em excesso   | Superprodução       |
| Armazenamento dos itens recebidos         | Danos em perfis no armazenamento | Estoque             |
|   | Extravio de materiais            | Estoque             |
| Cálculo dos cortes e separação dos perfis | Falta de materiais               | Espera              |
|   | Demora para localizar materiais  | Espera              |
|   | Cálculo dos cortes ineficiente   | Processamento       |
| Corte dos perfis e do vidro               | Sobras grandes de perfis         | Superprodução       |
|   | Armazenamento das sobras         | Transporte          |

Fonte: autor (2023).

#### 4.5 PLANOS DE AÇÃO

A identificação dos desperdícios permitiu uma análise sob diferentes agrupamentos, sendo por etapa do processo produtivo ou pelo tipo de desperdício. Relacionando o volume de desperdícios por agrupamentos com o grau de relevância, notou-se uma forte concentração de desperdícios relevantes nas etapas iniciais do processo de fabricação de esquadrias. Desta forma, para propor planos de ação eficazes, realizou-se o Cinco Porquês com o intuito de encontrar as causas raiz que possam estar originando os desperdícios encontrados e classificados como relevantes. O quadro referente com o método encontra-se no apêndice B.

Com a execução do método dos cinco porquês, percebeu-se que os doze desperdícios relevantes identificados anteriormente são consequência de cinco causas raiz diferentes. Percebeu-se que os desperdícios: compra de itens insuficientes; compra de itens errados; compra de materiais em excesso; ineficiência para definir os itens do pedido; falta de materiais; estão relacionados quanto a sua origem: a falta de registro dos itens utilizados e a quantidade de cada item em cada esquadria.

Sem essa informação, o processo de compra de materiais é prejudicado pois não há informação sobre quais itens comprar e em que quantidade. Assim, o gestor realiza uma análise de cada esquadria em cada projeto para elencar os materiais necessários e estipular as quantidades de cada item, tornando o processo lento e suscetível a erros. Esses erros podem

ocasionar a espera para fabricar um projeto devido a falta de materiais quando comprados insuficientes e um problema no fluxo de caixa quando comprados em excesso ou errados.

Os desperdícios: cálculo ineficiente dos cortes; sobras grandes dos perfis; armazenamento das sobras; também são consequências da mesma causa raiz, a ausência de um planejamento prévio do corte. A falta desse processo resulta na necessidade de o operador realizar o cálculo em folhas de caderno, com auxílio de calculadora, quando está iniciando a etapa de corte durante a fabricação, estando mais suscetível a erros. Com pressa, o operador esquece-se de planejar o corte de perfis visando maior aproveitamento, resultando em sobras grandes dos perfis as quais precisarão ser armazenadas em seguida.

Já os desperdícios listados como extravios de materiais e demora para localizar materiais possuem como causa raiz, a ausência de local adequado para todos os materiais. Assim, sem um local adequado para todos os materiais, muitos acabam sendo extraviados ou alocados juntamente no local de outros materiais, fazendo com que os operadores demandem maior tempo para encontrar os materiais que desejam.

Considerado como um desperdício relevante de movimentação, a contagem do estoque feita manualmente ocorre pois não há registro da entrada ou saída de materiais do armazenamento. Sendo assim, toda vez em que se precisa saber alguma informação do estoque, o operador necessita realizar a contagem de cada item no estoque.

Por fim, os danos em perfis no armazenamento são uma consequência da estrutura física inadequada da fábrica. Sem um espaço adequado, os perfis são armazenados uns sobre os outros, em estantes cantilever, onde o atrito entre perfis acaba gerando danos à pintura deles.

Para eliminar os desperdícios relevantes encontrados, foram elaborados planos de ação que solucionassem as causas raiz identificadas na aplicação da metodologia dos cinco porquês. Esses planos de ação estão localizados no Apêndice C, no formato 5W2H.

Na elaboração dos planos de ação, buscou-se construir soluções que fossem aplicáveis à realidade da mFEA. Portanto, optou-se por sugerir softwares de planilhas ao invés de softwares específicos de gestão de estoques e de planejamento de produção. Também preferiu-se indicar o uso de folhas de papel para o registro de informações devido à maior familiaridade dos colaboradores da mFEA. Já as demais sugestões resumem-se a alterações físicas na estrutura e no leiaute da empresa a fim de proporcionar um melhor armazenamento dos materiais.

Ademais, o Quadro 3 apresenta resumidamente as ações elencadas para combater as causas raiz dos respectivos desperdícios.

Quadro 3 - Ações para solucionar as causas raiz e eliminar os respectivos desperdícios que elas originam.

| <b>AÇÃO</b>   | <b>CAUSA RAIZ</b>  | <b>DESPERDÍCIOS</b>                       |
|---|--|---|
| Mapear itens e quantidades utilizados na fabricação de cada esquadria             | Falta de registro dos itens utilizados e a quantidade de cada item em cada esquadria | Compra de itens insuficientes             |
|   |  | Compra de itens errados                   |
|   |  | Compra de materiais em excesso            |
|   |  | Ineficiência para definir itens do pedido |
|   |  | Falta de materiais                        |
| Implementar planilha eletrônica para o dimensionamento de corte de cada esquadria | Ausência de planejamento prévio de corte   | Cálculo dos cortes ineficiente            |
|   |  | Sobras grandes de perfis                  |
|   |  | Armazenamento das sobras                  |
| Reorganizar o leiaute da fábrica  | Ausência de local adequado para todos os materiais                                   | Extravio de materiais                     |
|   |  | Demora para localizar materiais           |
| Implementar um processo de controle de estoque                                    | Não há registro da entrada e saída de materiais do armazenamento                     | Contagem do estoque feita manualmente     |
| Expandir a estrutura física da fábrica  | Estrutura física inadequada da fábrica   | Danos em perfis no armazenamento          |

Fonte: autor (2023).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como objetivo identificar desperdícios na fabricação e propor planos de ação em uma fábrica de esquadrias de alumínio. A pesquisa procurou elencar informações sobre esquadrias de alumínio e a sua fabricação de modo a permitir uma maior familiaridade com o ramo da fábrica. Com base na observação na fábrica, foi possível compreender as etapas do processo de fabricação de esquadrias e a realidade da operação.

Assim, identificou-se os desperdícios nas operações de trabalho, agrupando os desperdícios por seus tipos e pela etapa do processo de fabricação, os classificando de acordo com seu grau de relevância. Então, a análise dedicou-se a entender o que estava ocasionando os desperdícios, utilizando o método dos cinco porquês para encontrar a causa raiz, que ao encontrá-las, percebeu-se uma relação de causalidade entre os desperdícios. Para solucionar as causas raiz encontradas, elaborou-se planos de ação com ações adaptadas à realidade da empresa.

Durante a execução das etapas da pesquisa, esbarrou-se em diversos momentos na ausência de processos e de informações sobre a fabricação, fazendo com que a participação de colaboradores fosse fundamental para conseguir obter uma compreensão do funcionamento da



fábrica. Destaca-se que a mFEA tem sua produção por encomenda e muitos dos desperdícios considerados relevantes na fabricação estão relacionados a compra de materiais, controle de estoque e planejamento da produção, áreas essenciais para o funcionamento desse modelo de fabricação.

Diante disso, o estudo atingiu seus objetivos identificando os principais desperdícios, analisando suas causas e propondo planos de ação para eliminá-los. Por fim, sugere-se que sejam realizadas outras pesquisas no ramo de fabricação de esquadrias de alumínio pois existe um vasto campo no setor que necessita de processos e ferramentas de gestão para otimizar a fabricação.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO DOS FABRICANTES DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO (AFEAL). [Portal da] AFEAL, 2022. Disponível em: <<https://afeal.com.br/rev/institucional/esquadrias-de-aluminio>>. Acesso em: 27 de julho de 2022.
- ALBERTIN, M. R.; PONTES H. L. J. **Gestão de processos e técnicas de produção enxuta**. Curitiba: Intersaberes, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10821**: Esquadrias para edificações. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- BARROS FILHO, J. R.; TUBINO, D. F. **Implantação do planejamento e controle da produção em pequenas e médias empresas**. In. ANAIS DO XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro. 1999. Disponível em: <[https://abepro.org.br/biblioteca/enegep1999\\_a0228.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/enegep1999_a0228.pdf)>. Acesso em: 27 de jul. de 2022.
- COBÊRO, CLAUDIA; OLIVEIRA, MARCIA C. F. D.; PATUDO, PAULO H. **Implantação da ferramenta de qualidade 5's em uma fábrica de esquadrias de alumínio**. Revista Científica E-Locução, 6 ed., 2014.
- CORREA, H. L. & CORREA. C. A. **Administração de Produção e Operações**: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. Sao Paulo: Atlas, 2008.
- CORRÊA, H. L.; I.G.N. GIANESI; M. CAON. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas. 2005.
- ESCARABELIN, C. M. F. **Melhorias no processo de abastecimento de linhas de produção sob encomenda**. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Curso de Especialização Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística. São Paulo, 2016.
- FERNANDES, F. F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e controle da produção**: dos fundamentos ao essencial. São Paula: Atlas, 2010.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2018.
- HUTH, P. **Análise da relação custo-benefício de esquadrias externas para edificações residenciais com diferentes materiais**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, RS, 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Inflação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>. Acesso em: 11 de junho de 2023.
- INVESTING.COM. **Alumínio**: MAL3. Disponível em: <https://br.investing.com/commodities/aluminum>. São Paulo, 2023. Acesso em: 07 de julho de 2023.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa: um guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

KINGSMAN, B. G.; HENDRY, L. - **The relative contributions of input and output controls on the performance of a workload control system in make to order companies**. Production Planning and Control. Vol. 13: nº 7 (2002), p. 579–590

KINGSMAN, B. G.; HENDRY, L.; MERCER, A.; SOUZA, A. - **Responding to customer enquiries in make-to-order companies: Problems and solutions**. International Journal of Production Economics. Vol. 46-47 (1996), p. 219-231.

LOIOLA, T. F. **Desenvolvimento de um modelo de integração entre projeto e fabricação de produtos especiais sob encomenda: caso dos laboratórios de próteses dentárias**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, 2003

LOZADA, G.; NUNES, K. D. S. **Metodologia Científica**. Porto Alegre: SAGAH, 2019.

NOGUEIRA, M. G. S.; SAURIN, T.A. **Proposta de avaliação do nível de implementação de típicas práticas da produção enxuta em uma empresa do setor metal-mecânico**. Revista Produção Online, Florianópolis v. 08, n. 2, 2008. Disponível em: <<https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/115>>. Acesso em 26 de junho de 2022.

NUNES, M. V. F.; GUERRA, M. B. B. F.; RAMOS, G. M. P. D. **Estudo sobre a redução de resíduos e otimização do processo de produção de esquadrias de alumínio**. Revista Petra, Belo Horizonte v.4, n. 2, p.215-231, ago./dez. 2018. Disponível em: <<https://www.metodista.br/revistas-izabela/index.php/ptr/article/view/1899>>. Acesso em 26 de julho de 2022.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

REIS, Magna Netto dos. **Esquadrias de alumínio: análise dos critérios de escolha destes componentes em edifícios de apartamentos, de padrão médio-alto, na cidade de São Paulo**. Tese (Pós- Graduação) - FAUUSP, São Paulo, 2011.

REVISTA ALUMÍNIO & CIA. **Planejamento aumenta credibilidade em obras**. São Paulo, ed. 33, mar./abr. 2014 A.

SALGADO, Júlio César Pereira. **Técnicas e práticas construtivas para edificação**. 4ª ed. São Paulo: Érica, 2018. 320p.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SILVA, A. C. C. D. et al. **Avaliação de desperdícios e desperdícios de matéria-prima no processo produtivo de uma fábrica de esquadrias de alumínio**. Inova+: Cadernos De Graduação da Faculdade da Indústria, São José dos Pinhais, V. 1, n. 1, p. 494-515, ago./2020. Disponível em: <http://app.fiepr.org.br/revistacientifica/index.php/inovamais/article/view/472/453>. Acesso em: 3 de jun. 2022.

SISTEMA BRASILEIRO DE APOIO A PEQUENA EMPRESA (SEBRAE). **Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira**, 2014. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Estudos%20e%20Pesquisas/Participacao%20das%20micro%20e%20pequenas%20empresas.pdf>>. Acesso em: 27 de jul. de 2022.

STEVENSON, M.; HENDRY, L.; KINGMAN, B. G. - **A Review of Production Planning and Control (PPC): The Applicability of Key Concepts to the Make to Order (MTO) Industry**. International Journal of Production Research. Vol. 43: nº 5 (2005a), p. 869-898

YEH, C. H. **A customer-focused planning approach to make-to-order production**. Industrial Management & Data Systems, v. 100, n. 4, p. 180-187, 2000.  
doi:10.1108/02635570010328693

## APÊNDICE A - ROTEIRO DA ENTREVISTA

1. Durante o processo de fabricação, ocorrem retrabalhos? Se sim, em quais atividades específicas eles ocorrem?
2. Você identificou alguma operação que poderia ser realizada de forma mais ágil? Quais são essas operações?
3. Durante as etapas de fabricação, você precisa realizar caminhadas excessivas ou deslocamentos desnecessários? Em quais momentos isso ocorre?
4. Você enfrenta dificuldades ao localizar ferramentas ou materiais necessários para fabricar as esquadrias? Se sim, em quais situações isso acontece?
5. Há danos ou deteriorações nos materiais enquanto eles estão armazenados? Se sim, você sabe quais são os principais fatores que contribuem para isso?
6. Existem operações que frequentemente resultam em falhas no produto final? Quais são essas operações e quais as principais causas das falhas?
7. Durante o processo de fabricação, quais atividades comumente geram resíduos ou sucatas de materiais? Quais são os materiais mais afetados?
8. Você já presenciou situações em que houve excesso de estoque de materiais? Em quais momentos isso ocorreu?
9. Você já se deparou com a falta de materiais em estoque? Em quais situações isso ocorreu?
10. Já houve situações em que você precisou aguardar a conclusão de outra etapa do processo de fabricação antes de iniciar sua operação? Quais são essas etapas?
11. Durante a fabricação das esquadrias, existem atividades que requerem o transporte e movimentação de materiais? Quais são essas atividades?

## APÊNDICE B - CINCO PORQUÊS

| DESPERDÍCIO                               | 1º PORQUE   | 2º PORQUE   | 3º PORQUE   |
|---|---|---|---|
| Compra de itens insuficientes             | A quantidade necessária não é estimada corretamente   | A definição dos itens necessários e da quantidade para a fabricação é calculado manualmente para cada esquadria                     | Falta de registro dos itens utilizados e da quantidade de cada item em cada esquadria |
| Compra de itens errados                   | A lista dos itens necessários para a fabricação é elencada manualmente para cada esquadria do projeto                             | Falta de registro dos itens utilizados e da quantidade de cada item em cada esquadria   | -   |
| Compra de materiais em excesso            | A quantidade necessária não é estimada corretamente   | A definição dos itens necessários e da quantidade para a fabricação é calculado manualmente para cada esquadria                     | Falta de registro dos itens utilizados e da quantidade de cada item em cada esquadria |
| Contagem do estoque é feita manualmente   | Não há registro da entrada e saída de materiais   | -   | -   |
| Ineficiência para definir itens do pedido | Necessita de diversos que diversos processos sejam feitos manualmente para reunir as informações essenciais para definir o pedido | Falta de registro dos itens utilizados e da quantidade de cada item em cada esquadria do projeto, e da entrada e saída de materiais | -   |
| Danos em perfis no armazenamento          | Perfis arrastados uns sob os outros   | Perfis armazenados uns sobre os outros  | Estrutura física inadequada para armazenamento  |
| Extravio de materiais                     | Materiais armazenados em locais incorretos  | Ausência de local adequado para todos os materiais  | -   |
| Falta de materiais                        | Compra de materiais errados ou insuficientes  | A definição dos itens necessários e da quantidade para a fabricação é calculado manualmente para cada esquadria                     | Falta de registro dos itens utilizados e da quantidade de cada item em cada esquadria |
| Demora para localizar materiais           | Dificuldade em identificar localização do material  | Diferentes materiais armazenados no mesmo local   | Ausência de local adequado para todos os materiais                                    |
| Cálculo dos cortes ineficiente            | Ausência de um planejamento prévio de corte   | -   | -   |
| Sobras grandes de perfis                  | Dimensionamento dos cortes feitos no momento do corte   | Ausência de um planejamento prévio de corte   | -   |
| Armazenamento das sobras                  | Sobra dos cortes de dimensão grande   | Dimensionamento dos cortes feitos no momento do corte   | Ausência de um planejamento prévio de corte   |

### APÊNDICE C - PLANOS DE AÇÃO

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>O quê?</b>   | Mapear itens e quantidades utilizados na fabricação de cada esquadria.   |
| <b>Por quê?</b> | Para garantir um controle mais preciso dos materiais necessários.  |
| <b>Quem?</b>    | Gestor e equipe de operação.   |
| <b>Quando?</b>  | A partir do momento em que as operações pararem para expandir a estrutura física da fábrica.   |
| <b>Onde?</b>    | Na fábrica de esquadrias de alumínio.  |
| <b>Como?</b>    | A) Criar fichas técnicas padronizadas para cada modelo de esquadria, descrevendo os materiais necessários e as proporções corretas para cada componente.<br>B) Incluir informações como tipo de alumínio, dimensões, quantidade de parafusos, vedantes, vidros, entre outros, de acordo com as especificações de cada esquadria. |
| <b>Quanto?</b>  | Salário da equipe de operação.   |

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>O quê?</b>   | Implementar planilha eletrônica para o dimensionamento de corte de cada esquadria.  |
| <b>Por quê?</b> | Para agilizar o processo de corte e otimizar o aproveitamento do material.  |
| <b>Quem?</b>    | Gestor e equipe de operação.  |
| <b>Quando?</b>  | Após o mapeamento dos itens e quantidades utilizadas na fabricação de cada esquadria.   |
| <b>Onde?</b>    | Na fábrica de esquadrias de alumínio.   |
| <b>Como?</b>    | A) Identificar as informações necessárias para o dimensionamento de corte de cada esquadria, como tipo de esquadria, dimensões, quantidade de perfis necessários, entre outros.<br>B) Desenvolver uma planilha eletrônica que permita inserir essas informações e realizar automaticamente os cálculos de dimensionamento de corte.<br>C) Utilizar fórmulas e funções na planilha para otimizar o aproveitamento do material, considerando as medidas e restrições pré-definidas.<br>D) Enviar as ordens de fabricação detalhadas para a equipe responsável pelo corte. |
| <b>Quanto?</b>  | Salário da equipe de operação.  |

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>O quê?</b>   | Reorganizar o leiaute da fábrica.  |
| <b>Por quê?</b> | Para facilitar a localização e acesso aos itens necessários na produção.   |
| <b>Quem?</b>    | Gestor e equipe de operação.   |
| <b>Quando?</b>  | Após expandir a estrutura física da fábrica.   |
| <b>Onde?</b>    | Na fábrica de esquadrias de alumínio.  |
| <b>Como?</b>    | A) Identificar materiais sem local próprio para armazenamento.<br>B) Implementar novas estruturas de armazenamento para esses materiais.<br>C) Organizar os materiais, atribuindo locais específicos e de fácil acesso para cada item, evitando desperdícios de tempo. |
| <b>Quanto?</b>  | Salário da equipe de operação.   |

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>O quê?</b>   | Implementar um processo de controle de estoque.  |
| <b>Por quê?</b> | Aumentar a eficiência operacional e a capacidade de atendimento aos clientes.  |
| <b>Quem?</b>    | Gestor e equipe de operação.   |
| <b>Quando?</b>  | Após implementação da planilha eletrônica para o dimensionamento de corte de cada esquadria.   |
| <b>Onde?</b>    | Na fábrica de esquadrias de alumínio.  |
| <b>Como?</b>    | A) Criar um procedimento para registrar todas as entradas de itens no estoque por meio da nota fiscal.<br>B) Criar um procedimento para registrar a retirada de materiais quando uma ordem de fabricação for iniciada.<br>C) Instruir os operadores a registrarem qualquer uso de material além do previsto na ordem de produção por meio de anotações na ficha técnica. |
| <b>Quanto?</b>  | Salário da equipe de operação.   |

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>O quê?</b>   | Expandir a estrutura física da fábrica.  |
| <b>Por quê?</b> | Para otimizar a organização dos materiais e evitar danos nos perfis durante o armazenamento.   |
| <b>Quem?</b>    | Gestor e equipe de operação.   |
| <b>Quando?</b>  | Após a conclusão da fabricação dos projetos em andamento.  |
| <b>Onde?</b>    | Na fábrica de esquadrias de alumínio.  |
| <b>Como?</b>    | A) Desenvolver um projeto de reforma no pavimento que aumente a altura do teto para possibilitar o armazenamento vertical.<br>B) Construir estruturas de armazenamento vertical, como prateleiras, estantes ou porta-paletes, que sejam dimensionadas para suportar o peso e o volume dos materiais utilizados na fabricação das esquadrias.<br>C) Reorganizar o estoque atual e transferir os materiais para as novas estruturas, priorizando uma organização lógica e de fácil acesso. |
| <b>Quanto?</b>  | R\$15.000,00 em materiais de construção e custos com mão de obra.  |



NUP: 23081.077518/2023-89

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          |
|-------|---|--------------------------|
| 6     | Ata de defesa de trabalho de conclusão de curso (TCC) (125.322) | TCC_Ismael_Lazarotto.pdf |

**Assinaturas**

**13/07/2023 18:21:28**

ISMAEL CEOLIN LAZZAROTTO (Aluno de Graduação - Aluno Regular)  
07.09.08.01.0.0 - Curso de Engenharia de Produção - 121626

**14/07/2023 18:15:21**

MARIO FERNANDO DE MELLO (PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR (Ativo))  
07.36.00.00.0.0 - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS - DEPS

1960



Código Verificador: 2960279

Código CRC: 74a9a23e

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

