

**Universidades Lusíada**

Campelo, Aníbal Sousa

**Melhoria do planeamento de produção numa empresa de montagem de caixilharia**

<http://hdl.handle.net/11067/7945>

**Metadados**

**Data de Publicação**

2024

**Resumo**

A presente dissertação foi desenvolvida na empresa Outizal - Caixilharia de Alumínio e PVC, Lda, com o objetivo de implementar melhorias no planeamento de produção e orçamentação, a partir da criação de um sistema de classificação das categorias de produto e através da identificação e mapeamento dos processos. Este projeto iniciou-se, com a realização da revisão de fundamentos teóricos sobre o planeamento de produção, sobre o Lean Manufacturing e as suas ferramentas. O desenvolvimento desta diss...

This dissertation was developed at the company Outizal - Caixilharia de Alumínio e PVC, Lda, with the objective of implementing improvements in production planning and budgeting, based on the creation of a classification system for product categories and through the identification and mapping of Law Suit. This project was initiated with a review of theoretical concepts on production planning, Lean Manufacturing and its tools. The development of this dissertation was based on the application of t...

**Palavras Chave**

Controlo da Produção, Produção lean, Afectação de Recursos

**Tipo**

masterThesis

**Revisão de Pares**

no

**Coleções**

[ULF-FET] Dissertações

Esta página foi gerada automaticamente em 2025-04-09T11:13:55Z com informação proveniente do Repositório



**UNIVERSIDADE LUSÍADA**  
**VILA NOVA DE FAMALICÃO**

**MELHORIA DO PLANEAMENTO DE PRODUÇÃO**  
**NUMA EMPRESA DE MONTAGEM DE CAIXILHARIA**

**Aníbal Sousa Campelo**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão  
Industrial

Vila Nova de Famalicão – julho 2024



**UNIVERSIDADE LUSÍADA**  
**VILA NOVA DE FAMALICÃO**

**MELHORIA DO PLANEAMENTO DE PRODUÇÃO**  
**NUMA EMPRESA DE MONTAGEM DE CAIXILHARIA**

**Aníbal Sousa Campelo**

**Orientadora:** Professora Doutora Ana Cristina Magalhães Ferreira

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão  
Industrial

## **Agradecimentos**

Quero começar por agradecer, à Professora Doutora Ana Cristina Ferreira pelo apoio incansável durante a realização deste projeto de dissertação. Por todos os conselhos que proporcionaram o desenvolvimento desta dissertação.

Seguidamente, quero agradecer à equipa da empresa Outizal – Caixilharia de Alumínio e PVC, Lda. por toda a disponibilidade durante minha dissertação e por permitir a implementação das propostas de melhoria que foram desenvolvidas.

Aos meus pais, que, como em todos os momentos da minha vida, proporcionaram o apoio para continuar em frente, quero deixar um grande agradecimento.

À Ana, obrigado pela tua paciência e compreensão nos momentos mais difíceis, obrigada por me motivares e inspirares.

Muito obrigado a todos.

## Resumo

A presente dissertação foi desenvolvida na empresa Outizal - Caixilharia de Alumínio e PVC, Lda, com o objetivo de implementar melhorias no planeamento de produção e orçamentação, a partir da criação de um sistema de classificação das categorias de produto e através da identificação e mapeamento dos processos. Este projeto iniciou-se, com a realização da revisão de fundamentos teóricos sobre o planeamento de produção, sobre o *Lean Manufacturing* e as suas ferramentas. O desenvolvimento desta dissertação teve por base a aplicação da metodologia *Action Research*.

Como principais problemas operacionais da empresa foram identificados as dificuldades de planeamento da produção que resultam em diferenças entre o *lead time* estimado na fase de orçamentação e o *lead time* efetivos da realização dos projetos. Estas discrepâncias resultavam em atrasos e nas consequentes reclamações dos clientes. Após análise crítica destes problemas, concluiu-se que a sua causa-raiz estava relacionada com o desconhecimento dos tempos de produção quer eram usados quer para a orçamentação como para o planeamento e programação da produção.

Nesse sentido, foi identificada como proposta de melhoria a implementação de um estudo dos tempos para determinação dos tempos normalizados por processo e os tempos de produção *standard* para as categorias de produto mais relevantes. Os tempos automáticos de máquina foram recolhidos e os tempos manuais foram estimados com base na técnica de cronometragem. Foi criada uma base de dados recorrendo ao uso de tabelas dinâmicas em *Microsoft Excel*, para análise qualitativa dos resultados do estudo dos tempos. Destacam-se ainda outras propostas de melhoria como a criação de procedimento normalizado para o processo de orçamentação a nível financeiro e a nível do planeamento de prazo, a criação de cartão de *Kanban* de forma a evitar as ruturas de *stock* e a automatização da comunicação das ordens de produção ao centro de trabalho por comando numérico computadorizado. Foi adquirido um módulo para a interligação entre o *software* de orçamentação e o *software* das máquinas de corte e do centro de trabalho. Estas melhorias visam reduzir as paragens produtivas, tendo por base tempos de execução que melhoram o planeamento da produção e as estimativas de orçamentação.

**Palavras-chave:** Planeamento e controlo da produção; *Lean Production*; Estudo dos tempos; Afetação de recursos.

## **Abstract**

This dissertation was developed at the company Outizal - Caixilharia de Alumínio e PVC, Lda, with the objective of implementing improvements in production planning and budgeting, based on the creation of a classification system for product categories and through the identification and mapping of Law Suit. This project was initiated with a review of theoretical concepts on production planning, Lean Manufacturing and its tools. The development of this dissertation was based on the application of the Action Research methodology.

The main operational problems identified were the difficulties in production planning, which resulted in differences between the estimated projects' lead time in the budgeting phase when compared with the actual lead time. These discrepancies resulted in delays and subsequent customer complaints. After a critical analysis of these problems, it was concluded that their root cause was related to the lack of knowledge of production times, whether used for budgeting or production planning and scheduling.

Thus, the implementation of a time study to determine normalized times per process and standard production times for the most relevant products was identified as the main improvement proposal. Automatic machine times were collected and manual times were estimated based on time measurement technique. A database was created using pivot tables in Microsoft Excel, for qualitative analysis of the results of the time study. Other improvement proposals also include the creation of a purchasing planning procedure for the budgeting process at a financial level and deadline planning level, the creation of a *Kanban* card in order to avoid stock outages and the automation of communication of production orders to the work centre using computerized numerical control. A module was acquired for the interconnection between the budget software and the cutting machine, as well as the work centre software. These improvements allow to reduce production downtime, based on lead times that improve production planning and budgeting estimates.

**Keywords:** Planning and production control; Lean Production; Times study; Resource allocation.

# Índice geral

Agradecimentos .....	iii
Resumo .....	iv
Abstract.....	v
Índice de figuras .....	ix
Índice de tabelas .....	x
Lista de abreviaturas .....	xii
1. Introdução .....	1
1.1. Enquadramento e motivação .....	1
1.2. Objetivos propostos.....	3
1.3. Metodologia aplicada.....	4
1.4. Organização da dissertação .....	5
2. Fundamentação teórica.....	7
2.1. Planeamento, programação e controlo de produção .....	7
2.1.1. Tipologia de sistemas de produção .....	7
2.1.2. Planeamento no ciclo de produção .....	8
2.1.3. Programação da produção .....	9
2.1.4. Controlo de produção.....	10
2.2. <i>Lean Manufacturing</i> .....	12
2.2.1. Princípios para implementação da produção JIT .....	13
2.2.2. Nivelamento de produção .....	15
2.2.3. Identificação de gargalos produtivos .....	15
2.3 Estudo dos tempos .....	16
2.3.1 Cronometragem.....	17
2.3.2 Determinação do tempo normalizado e tempo <i>standard</i> .....	18
3. Apresentação da empresa .....	21
3.1. Caracterização da empresa.....	21
3.2. Estrutura organizacional.....	22

3.3. Caracterização dos produtos fabricados.....	22
3.4. Organização do <i>layout</i> industrial .....	24
4. Análise crítica da produção .....	26
4.1. Caracterização do planeamento produtivo .....	26
4.1.1. Processo de planificação e gestão de pedidos de cliente .....	26
4.1.2. Produção interna .....	27
4.1.3. Serviço externo .....	31
4.1.4. Equipamentos produtivos.....	32
4.2. Análise dos problemas identificados.....	36
4.2.1 Atrasos da produção e dificuldades de planeamento .....	36
4.2.2 Desconhecimento dos tempos de produção para orçamentação .....	38
4.2.3 Necessidade de constituição de <i>stocks</i> de matéria-prima.....	39
5. Propostas de melhoria e plano de ações implementado .....	41
5.1. Seleção de produtos para o estudo de tempos.....	42
5.2. Cronometragem de tempos e determinação do fator de atividade .....	43
5.3. Determinação dos tempos normalizados por operação.....	46
5.4. Tempos normalizados por processo e por produto .....	49
5.5. Tempo de produção <i>standard</i> .....	52
5.6. Ferramentas de apoio ao planeamento e controlo da produção .....	58
5.6.1. Ficha de controlo da produção .....	58
5.6.2. Implementação de <i>Kanban</i> de produção.....	58
5.6.3 Automatização da operação do centro de trabalho CNC .....	59
5.7. Criação de sistemática para auxílio da orçamentação.....	60
5.8 Definição de proposta de alteração de <i>layout</i> .....	63
6. Principais conclusões.....	65
6.1 Principais conclusões .....	65
6.2 Propostas de trabalho futuro.....	67
Referências bibliográficas .....	68



Apêndices.....	71
Apêndice 1 – Cronometragens .....	71
Apêndice 2 – Determinação do número de cronometragens .....	74
Apêndice 3 – Aplicação <i>Westinghouse</i> .....	80
Apêndice 4 – Ficha Controlo da Produção .....	86

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Representação esquemática da casa do TPS (Pinto et al., 2018).....	12
<b>Figura 2.</b> Componentes a considerar na determinação do TS de processo. ....	20
<b>Figura 3.</b> Logótipo da marca Outizal.....	21
<b>Figura 4.</b> Sede e produção da Outizal.....	22
<b>Figura 5.</b> Organograma simplificado da empresa Outizal.....	22
<b>Figura 6.</b> Categoria de produtos “batente”: a) Porta; b) Janela; c) Portada.....	23
<b>Figura 7.</b> Portas da categoria “correr”. ....	23
<b>Figura 8.</b> Fachada. ....	23
<b>Figura 9.</b> Claraboia. ....	23
<b>Figura 10.</b> Portão. ....	23
<b>Figura 11.</b> Layout departamento industrial Outizal rés-do-chão.....	24
<b>Figura 12.</b> Layout departamento industrial Outizal 1º piso.....	25
<b>Figura 13.</b> Fluxograma do processo de planificação e gestão de pedidos de clientes.....	27
<b>Figura 14.</b> Fluxograma da produção interna.....	28
<b>Figura 15.</b> Fluxograma do serviço externo.....	31
<b>Figura 16.</b> Gráfico de análise da diferença ente duração prevista e duração real. ....	37
<b>Figura 17.</b> Análise de produtos produzidos no ano 2023 com base no princípio de Pareto. .....	42
<b>Figura 18.</b> Gantt da produção da janela COR-70 1 Folha da categoria “batente”. ....	54
<b>Figura 19.</b> Gantt da produção da janela COR-70 2 Folhas da categoria “batente”.....	55
<b>Figura 20.</b> Gantt da produção da porta COR-70 1 Folha da categoria “batente”.....	56
<b>Figura 21.</b> Gantt da produção do produto janela 2 Folhas, da categoria correr. ....	57
<b>Figura 22.</b> Cartão Kanban de produção.....	58
<b>Figura 23.</b> Etiqueta de informação sobre perfil e suas mecanizações. ....	60
<b>Figura 24.</b> Processo de análise e gestão de orçamentos a nível financeiro. ....	61
<b>Figura 25.</b> Processo de análise e gestão de orçamentos a nível do planeamento de prazo. .....	62
<b>Figura 26.</b> Comparação entre: a) <i>layout</i> atual e b) proposta de alteração de <i>layout</i> .....	64
<b>Figura 27.</b> Formato da ficha de controlo de produção.....	86

## Índice de tabelas

<b>Tabela 1.</b> Avaliação subjetiva do desempenho com referência à escala de Westinghouse. ....	20
<b>Tabela 2.</b> Análise dos equipamentos usados nos diferentes processos produtivos.....	35
<b>Tabela 3.</b> Aplicação da ferramenta "5 Porquês" ao problema dos atrasos nas entregas... 38	
<b>Tabela 4.</b> Aplicação da ferramenta "5 Porquês" ao problema de orçamentos não ajustados com a duração dos trabalhos a executar. ....	39
<b>Tabela 5.</b> Aplicação da matriz 5W2H na identificação das propostas de melhoria. ....	41
<b>Tabela 6.</b> Cronometragens para o produto janela COR-70 uma Folha da categoria Batente. ....	44
<b>Tabela 7.</b> Exemplo de classificação Westinghouse/FA/TO/TN por processo na primeira cronometragem para o produto Janela COR-70 1 folha da categoria “batente”. ....	45
<b>Tabela 8.</b> TN médio por processo para a janela COR-70 1 Folha na categoria “batente”. ....	46
<b>Tabela 9.</b> TN médio por processo Janela COR-70 2 Folhas na categoria “batente”. ....	47
<b>Tabela 10.</b> TN médio por processo porta COR-70 1 Folha na categoria “batente”. ....	48
<b>Tabela 11.</b> TN médio por processo janela B.055 2 folhas na categoria “correr”. ....	49
<b>Tabela 12.</b> TN médio do processo/Quantidade/ TN total do processo e TN do produto para o produto Janela COR-70 1 folha da categoria “batente”. ....	50
<b>Tabela 13.</b> TN médio do processo/Quantidade/ TN total do processo e TN do produto para o produto Janela COR-70 2 folhas da categoria “batente”. ....	50
<b>Tabela 14.</b> TN médio do processo/Quantidade/ TN total do processo e TN do produto para o produto Porta COR-70 1 folha da categoria “batente”. ....	51
<b>Tabela 15.</b> TN médio do processo/Quantidade/ TN total do processo e TN do produto para o produto Janela B.055 2 folhas da categoria “correr”. ....	52
<b>Tabela 16.</b> TN e Tempo standard dos produtos. ....	53
<b>Tabela 17.</b> Relações de precedências para os produtos janela COR-70 da categoria “batente”. ....	53
<b>Tabela 18.</b> Tabela de precedências para o produto porta COR-70 da categoria “batente”. ....	55
<b>Tabela 19.</b> Tabela de precedências para o produto janela B.055 2F da categoria “correr”. ....	57
<b>Tabela 20.</b> Cronometragens Categoria Batente janela COR-70 2 folhas ....	71
<b>Tabela 21.</b> Cronometragens Categoria Batente porta COR-70 1 folha ....	72

<b>Tabela 22.</b> Cronometragens Categoria Correr janela B.055 2 Folhas .....	73
<b>Tabela 23.</b> Cálculos dos parâmetros das cronometragens .....	74
<b>Tabela 24.</b> Aplicação do FA para a escala <i>Westinghouse</i> Janela Batente 2 Folhas Cortizo COR70.....	80
<b>Tabela 23.</b> Aplicação do FA para a escala <i>Westinghouse</i> Porta Batente 1 Folha Cortizo COR70.....	81
<b>Tabela 26.</b> Aplicação do FA para a escala <i>Westinghouse</i> Janela Correr 2 Folhas Lousalu B.055 .....	83

## **Lista de abreviaturas**

AEP - Associação Empresarial de Portugal

CNC - Controlo Numérico Computadorizado

ERP - *Enterprise Resource Planning*

FA - Fator de Atividade

FT - Fator de Tolerância

JIT - *Just in Time*

KPI - *Key Performance Indicators*

MRP - *Material Requirement Planning*

OF - Ordem de Fabrico

PPCP - Programação e Controlo da Produção

PVC - Policloreto de Vinilo

TN - Tempo Normalizado

TO - Tempo Observado

TPS - *Toyota Production System*

TS - Tempo Standard

# 1. Introdução

Neste capítulo, são apresentados os motivos que justificam a escolha do tema e o seu enquadramento, quer do ponto de vista da área de conhecimento de Engenharia e Gestão Industrial, como no contexto industrial onde o projeto de dissertação foi desenvolvido. São ainda apresentados os principais objetivos, a metodologia de investigação e a estrutura do documento.

## 1.1. Enquadramento e motivação

O Planeamento, Programação e Controlo da Produção (PPCP) desempenha uma função fundamental nas empresas, sendo responsável por planear e controlar a produção, gerir problemas operacionais ou desvios de produção e reduzir os seus impactos, de modo a manter a produção ao nível desejado (Satyro et al., 2021).

O PPCP tem uma função crítica na indústria, representando uma ferramenta de apoio à gestão da empresa com vista a atingir os objetivos de produtividade definidos. Um dos principais objetivos do PPCP é desenvolver ações conducentes à minimização de tempos improdutivos, como paragens de produção resultantes de avarias de equipamentos, de problemas de qualidade ou anomalias nas operações produtivas.

Todo o planeamento de um produto deve ter em conta determinados requisitos. Por exemplo, a data de entrega de todos os materiais em falta para processamento de uma encomenda, tendo em conta o prazo de entrega do fornecedor, bem como a disponibilidade dos recursos de trabalho necessários. A fabricação dos artigos que dependem de fornecedores externos deve ser bem analisada e parametrizada de acordo com o tempo de entrega/disponibilidade dos mesmos e os respetivos custos (Matías et al., 2008). O PPCP inclui três principais atividades que visam (Karacapilidis & Pappis, 1996):

- Definir os tempos de fabrico de produtos, nas quantidades e qualidade pretendidas, ao menor custo (planeamento);
- Selecionar os recursos e organizar a sua coordenação no tempo, com vista ao cumprimento dos objetivos do planeamento;
- Introduzir as correções adequadas devido aos desvios entre o planeado e o produzido (controlo);

Embora a principal função do PPCP seja maximizar o desempenho económico do processo operacional, alguns estudos enfatizam o uso do PPCP para implementar estratégias de valorização da dimensão ambiental (Bueno et al., 2020). Outros estudos focam-se no papel do PPCP para uma fabricação eficiente, reduzindo o desperdício produtivo, afirmando que é necessário efetuar o planeamento em previsões confiáveis de forma a garantir a qualidade e quantidade dos retornos (Belekoukias et al., 2014). O planeamento da produção auxilia na alocação eficiente de recursos, como matérias-primas, mão-de-obra e maquinaria, de forma a garantir a redução dos desperdícios e a geração de poupanças (Ghaleb et al., 2020). Existem múltiplos aspetos relevantes associados à melhoria do PPCP:

- **Corresponder à procura do cliente:** Ao criar um plano de produção, as empresas conseguem garantir que fabricam produtos suficientes para atender à procura do cliente. Isto ajuda a evitar ruturas de *stock* ou, por oposição, produção excessiva (Jodlbauer & Strasser, 2019).
- **Redução de custos:** O planeamento eficaz da produção conduz à redução de custos, uma vez que, permite uma melhor gestão de *stock*, redução de horas extraordinárias e uso mais eficiente das instalações de produção. Também pode ajudar a identificar oportunidades de redução de custos (Courtois et al., 2016).
- **Controlo de qualidade:** O planeamento da produção pode incorporar medidas de controlo de qualidade para garantir que os produtos atendem aos padrões exigidos. Isto pode ajudar a reduzir defeitos e retrabalho (Mohsen et al., 2023).
- **Entrega nos prazos:** O planeamento da produção garante que os produtos são fabricados e entregues no prazo, ajudando a construir e manter a reputação de confiabilidade de uma empresa. Uma vez que, atrasos nas entregas podem levar à insatisfação do cliente e, conseqüentemente à perda de oportunidades de negócios (Klenk et al., 2015).
- **Sincronização e sequenciamento de recursos:** O planeamento da produção sincroniza vários recursos, departamentos e processos dentro de uma organização através do planeamento agregado. Isto garante que diferentes partes do processo de produção trabalhem de forma eficiente, reduzindo gargalos produtivos e atrasos. Para a obtenção desses resultados, é importante a utilização dos sistemas de informação que contribuem para a tomada de decisão informada, baseada no conhecimento da capacidade de produção, na taxa de ocupação, níveis de *stock*, gestão da força de trabalho e investimentos em novas tecnologias ou equipamentos (Su & Yang, 2010).

- **Flexibilidade e Adaptabilidade:** Os planos de produção podem ser ajustados para responder a mudanças na procura do mercado, eventos imprevistos ou perturbações na cadeia de abastecimento. Esta adaptabilidade é crucial no ambiente empresarial dinâmico de hoje em dia (Ivanov et al., 2018).
- **Vantagem competitiva:** Um plano de produção bem executado pode proporcionar uma vantagem competitiva, permitindo que uma empresa crie produtos de alta qualidade de forma eficiente e económica, o que pode levar a um aumento da participação no mercado e da lucratividade.

O PPCP é relevante porque permite às organizações operar de forma eficiente, satisfazer a procura dos clientes, reduzir custos, manter a qualidade e adaptar-se às novas circunstâncias. Desta forma, a relevância da proposta prende-se com o facto de as operações de planeamento e controlo de produção serem cruciais na gestão empresarial moderna, contribuindo para a competitividade e o sucesso a longo prazo. O foco desta dissertação é a aplicação de ferramentas que permitam melhorar o PPCP de uma empresa de fabrico e montagem de trabalhos de caixilharia, fabricação de portas, janelas e elementos similares em metal.

## 1.2. Objetivos propostos

A presente dissertação tem por objetivo a caracterização dos processos de produção e a identificação de oportunidades de melhoria do seu planeamento. Nomeadamente, pretende-se aplicar um estudo dos tempos que permita a determinação de tempos de produção normalizados para apoio às atividades de PPCP. Deste modo, com base neste objetivo geral, pretende-se pôr em prática o seguinte plano de ações:

1. Identificar e criar um sistema de classificação das categorias de produto.
2. Identificar os processos considerando:
  - a. Macroprocesso de análise, planificação e gestão de pedidos de clientes.
  - b. Macroprocesso de produção interna.
  - c. Serviço externo.
3. Avaliar e comparar os valores de *lead time* reais e dos valores de *lead time* estimados.
4. Realizar um estudo dos tempos dos processos de produção, em função da tipologia de produto. Para a concretização deste objetivo, pretende-se desenvolver folhas de registo com a indicação dos elementos de: data, identificação do colaborador, identificação do processo, campo de registo de tempos e tipologia de produto.



5. Com o levantamento dos tempos de produção, criar uma base de dados em *Microsoft Excel*®, recorrendo ao uso de tabelas dinâmicas para análise qualitativa dos resultados do estudo dos tempos.
6. Elaborar um diagrama de *Gantt* com a identificação dos tempos de produção standard para cada tipo de produto.
7. Propor um procedimento normalizado e a criação de sistemáticas para o processo de análise e gestão de orçamentos a nível financeiro e a nível planeamento de prazo.

### **1.3. Metodologia aplicada**

No contexto da presente dissertação, a metodologia de investigação aplicável é a *Action Research* (investigação-ação). Esta metodologia pode ser aplicada no contexto da gestão da produção, uma vez que, envolve uma abordagem sistemática e colaborativa para identificar e enfrentar desafios, melhorar processos e tomar decisões baseadas em dados num ambiente de produção. A metodologia *Action Research* pode ser aplicada nas seguintes etapas:

- Definir o problema através da identificação do objetivo específico em relação ao processo de planeamento de produção que se pretende resolver. Este está relacionado com a eficiência da produção, a alocação de recursos e a melhoria da qualidade dos produtos de caixilharia produzidos e montados pela empresa.
- Planear a análise de acordo com os objetivos de investigação definidos. Nesta fase deve-se definir o processo de recolha de dados relevantes à determinação do planeamento de produção. Esses dados podem incluir registros de produção, ferramentas e técnicas analíticas apropriadas para melhorar o planeamento e controlo de produção.
- Desenvolver um plano de ação com base na análise dos dados, implementando ferramentas que, com base nos dados recolhidos, permitem um melhor ajuste de determinação das necessidades líquidas à produção, definição do plano de compras e determinação do momento de início e duração das diferentes Ordens de Fabrico (OF) em função da disponibilidade de recursos.
- Realizar mudanças através do plano de ação e da implementação das novas abordagens do processo de planeamento de produção. É necessário atribuir responsabilidades, monitorizar o progresso e efetuar ajustes necessários à medida que avança a implementação do plano de ações.

- Monitorização e avaliação contínua do impacto das alterações efetuadas ao planeamento de produção. Devem ser recolhidos dados sobre como essas mudanças afetam os principais indicadores de desempenho, vulgarmente designados de *Key Performance Indicators* (KPI), no caso deste projeto, o *lead time*.
- Especificação dos resultados através da revisão dos resultados das ações tomadas. Deve ser analisado o que funcionou e o que não funcionou. Se as ações iniciais não produzirem os resultados desejados, repete-se o processo. Isso pode envolver a repetição de algumas ou de todas as etapas com novos *insights* e dados.

Todo este processo deve ser devidamente documentado, incluindo a definição do problema, recolha de dados, ações tomadas e resultados obtidos. Esta documentação pode servir como um recurso valioso para o planeamento futuro. Ao aplicar os princípios da investigação-ação no planeamento da produção, pode ser fomentada a criação de uma cultura de melhoria contínua, levando, em última análise, a processos de produção mais eficientes e eficazes.

#### **1.4. Organização da dissertação**

Esta dissertação está organizada em seis capítulos. O primeiro capítulo versa sobre a introdução do tema e encontra-se subdividido em quatro secções. Na primeira parte, é realizado um enquadramento teórico e respetiva motivação do estudo; na segunda parte expõem-se os objetivos propostos a atingir neste trabalho; a terceira parte refere-se à metodologia de investigação; por fim, na quarta e última parte, encontra-se descrita de forma mais pormenorizada a estrutura da presente dissertação.

Relativamente ao segundo capítulo referente à fundamentação teórica de apoio ao desenvolvimento desta dissertação, é efetuada uma divisão em duas partes distintas. Na primeira parte, são explicados, de acordo com a teoria consultada, os conceitos sobre o PPCP, a tipologia de sistemas de produção, o planeamento no ciclo de produção, a programação da produção e, por fim, o controlo de produção. Já a segunda parte, refere-se à produção *Just In Time* (JIT), ao nivelamento de produção e à identificação de gargalos produtivos.

O terceiro capítulo deste trabalho consiste na apresentação da empresa, ou seja, é feita a caracterização da mesma, é descrita a estrutura organizacional, é realizada a caracterização dos produtos e ainda, a organização da implantação industrial.

O quarto capítulo remete à análise crítica do planeamento da produção e dos respetivos processos. Divide-se em três subtítulos, nomeadamente, a descrição do planeamento da produção, a caracterização dos processos produtivos e a análise dos problemas identificados.

No quinto capítulo, discutem-se as propostas de melhoria e plano de ações implementado, que inclui, a determinação dos tempos de produção normalizados, a criação de ferramentas de apoio ao planeamento e gestão das OF e termina com a análise dos resultados.

Por fim, no sexto e último capítulo desta dissertação, sistematizam-se as principais conclusões deste estudo e sugerem-se algumas propostas para trabalhos futuros.

## **2. Fundamentação teórica**

Neste capítulo é apresentada a base teórica de apoio ao desenvolvimento desta dissertação. Com estes elementos são obtidos conhecimento e ferramentas para aplicar nos pontos críticos detetados, de forma a atingir os objetivos propostos.

### **2.1. Planeamento, programação e controlo de produção**

A produção representa o coração de cada empresa industrial. O seu planeamento e controlo com eficácia são o fator chave para todo o sucesso e prosperidade da empresa. Os principais recursos que se gerem na produção são materiais, humanos e financeiros. Esses recursos estão fortemente ligados e, com o tempo, sofrem transformações, o que faz com que o tempo de consumo durante a produção seja um dos parâmetros mais analisados (Bures & Pivodova, 2015).

Em todas as organizações tem de existir PPCP de forma a proporcionar um bom desenvolvimento das mesmas. Segundo Lopes et al. (2020), a gestão de operações consiste na adequada conjugação de recursos produtivos, com o propósito de se alcançarem determinados objetivos operacionais. Para tal, é necessária uma boa análise dos recursos disponíveis, de forma a tirar o máximo rendimento dos mesmos e atingir os objetivos com maior facilidade.

#### **2.1.1. Tipologia de sistemas de produção**

Segundo Courtois et al. (2016), a produção pode ser classificada consoante vários fatores, tais como, as quantidades fabricadas e a sua repetibilidade, a organização dos fluxos de produção e o relacionamento com os clientes. Em relação à classificação consoante as quantidades e à repetibilidade, as quantidades podem ser unitárias ou divididas em séries. No caso da repetibilidade, as quantidades dependem da organização do sistema produtivo, ou seja, se este tem como objetivo a produção de um artigo único ou se podem ser produzidas várias unidades, constituindo assim lotes de fabrico (Courtois et al. 2016).

A classificação em função da organização e do fluxo de produção é dividida em três grandes tipos: produção contínua, produção discreta, e produção por projeto.

Produção contínua é quando são produzidas grandes quantidades de um produto ou família de produtos. Neste caso, são montadas linhas de produção com especificações para os produtos, sendo linhas com um nível de automatização elevado. A desvantagem é a reduzida flexibilidade da produção, como no exemplo de uma linha de fabrico de carros.

Produção discreta é uma produção em quantidades pequenas, sendo realizada em oficinas funcionais (*shop floor*) e com equipamentos universais. O seu fluxo depende dos processos produtivos associados à produção de cada artigo em específico, sendo sistemas produtivos muito flexíveis, mas com pouca eficiência, pois existe facilidade em acumular *stock* entre operações.

Produção por projeto é uma produção de um produto único, que não é repetido. Neste tipo de produção objetiva-se o encadeamento de todas as operações produtivas de forma a minimizar os intervalos de tempo, não sendo possível estabilizar a produção com exatidão.

A classificação dos tipos de produção consoante o relacionamento com o cliente é distinguida em dois principais tipos: para *stock* e para encomenda.

Na produção para *stock*, produz-se e armazena-se o produto acabado, constituindo assim *stocks*. Nestes casos, o cliente compra apenas produtos existentes em *stock*, sendo uma situação típica dos sistemas produtivos em que o tempo de produção é superior ao prazo de entrega requerido pelos clientes.

Por sua vez, na produção por encomenda, as OF só têm início quando o cliente adjudica a encomenda, ou seja, não existem *stocks*. Esta produção pratica-se quando o cliente concorda com o prazo de produção ou quando os produtos têm especificações próprias.

Importa ainda referir a montagem por encomenda, onde se produzem subconjuntos personalizáveis. Este sistema de produção está posicionado entre os dois tipos de produção anteriormente mencionados, e tem como objetivo diminuir o tempo de produção e manter uma personalização na fase final da produção, consoante os requisitos presentes nos produtos do cliente (Courtois et al., 2016).

### **2.1.2. Planeamento no ciclo de produção**

O planeamento no ciclo de produção tem muitas variáveis associadas, muitas delas presentes no chão-de-fábrica. De forma a ter uma produção mais organizada e, conseqüentemente informações mais precisas para o planeamento, os processos improvisados devem ser substituídos por processos e operações normalizados. Além disso, deve-se formar colaboradores, alterando a prática do passado, em que o próprio colaborador escolhe o trabalho a desenvolver autonomamente sem qualquer planeamento. Assim, deve-se cooperar com o colaborador, de modo a que o trabalho seja realizado de acordo com os objetivos da organização. Deve-se dividir equitativamente o trabalho e as responsabilidades entre os trabalhadores e os gestores, assumindo uns e outros as tarefas para as quais estão melhor preparados (Lopes et al., 2020).

De forma a manter a competitividade, as empresas necessitam de utilizar ferramentas de tomada de decisão para apoiar a gestão dos processos durante a produção. Essas ferramentas são baseadas nas características/função dos produtos e nos mercados a satisfazer (Carvalho et al., 2012). Por norma, as ferramentas estão atribuídas às diferentes fases do processo de decisão, e no decorrer do processo produtivo, a sua frequência tem influência no nível hierárquico de planeamento em que estão agrupadas. Existem três níveis hierárquicos de planeamento (Carvalho et al., 2012):

- **Planeamento estratégico** – Análise integral da aquisição de recursos, investimento ou desinvestimento e decisões de reconfiguração.
- **Planeamento tático** – Análise integral da atribuição de recursos, produção, distribuição e decisões de inventário (gestão de *stocks*).
- **Planeamento operacional** – Análise detalhada na atribuição de recursos, decisões de inventário e decisões de escalonamento (Carvalho et al., 2012).

A gestão de capacidade está relacionada com a forma como o sistema existente é usado. A análise dos sistemas amplia o objetivo da investigação para incluir questões sobre as configurações existentes e se as configurações alternativas não podem fornecer soluções mais eficientes. A discussão de opções de planeamento produtivo não pode prosseguir sem consultas entre os diferentes departamentos da empresa, incluindo, o marketing, as finanças, a pesquisa e o desenvolvimento e produção/gestão de operações (Gupta & Starr, 2014).

A capacidade de um sistema produtivo é sempre limitada pelos gargalos das operações, tanto no fabrico como em toda a cadeia de abastecimento. O planeamento da produção deve abranger todo o sistema produtivo, permitindo a análise da capacidade instalada e a verificação da existência de excesso de carga, a fim de detetar os recursos sobrecarregados e que não estão a acompanhar o resto do sistema produtivo (Gupta & Starr, 2014).

### **2.1.3. Programação da produção**

Os sistemas de planeamento de produção, atualmente usados na generalidade das empresas, são estruturados hierarquicamente e, de certa forma, orientados centralmente. Este tipo de sistemas ainda não explora as capacidades da inteligência computacional, fornecidas pelas tecnologias associadas à Indústria 4.0, tais como, *Internet of Things*, *Cyber Physical Systems* e *Smart Connected Things*. A maioria dos sistemas ainda é baseada no planeamento de materiais e requisitos, designado por *Material Requirement Planning* (MRP) (Jodlbauer & Strasser, 2019).

A maioria das empresas de produção emprega o MRP como o principal método para planeamento de materiais, devido ao seu algoritmo de fácil compreensão para programar a produção e à sua adaptabilidade às alterações da procura (Jodlbauer & Strasser, 2019). No entanto, o MRP tem pontos fracos, tais como, a suposição de disponibilização infinita de recursos de produção e prazos de entrega planeados que ignoram a carga de trabalho do sistema de produção. Todavia, nesta abordagem de planeamento, apenas os itens com procura são considerados no planeamento da produção (Jodlbauer & Strasser, 2019).

Isto leva a planos de produção que são normalmente inviáveis e que exigem um esforço adicional de planeamento ao nível do controlo da produção. Nesta situação, é normalmente requerida uma abordagem de reagendamento da produção, baseada no problema de dimensionamento de lotes para determinar uma solução viável e atendendo aos limites de capacidade (Jodlbauer & Strasser, 2019).

Na produção orientada pela capacidade, o planeamento integra a gestão da capacidade, ou seja, os pedidos devem ser revistos manualmente após a execução do MRP para garantir planos de produção viáveis em função da capacidade disponível (Jodlbauer & Strasser, 2019). O planeamento da produção orientado pela capacidade tem em consideração itens de consumo, produzidos internamente para obter uma distribuição realista da carga de trabalho.

#### **2.1.4. Controlo de produção**

De forma a facilitar as partilhas de informação é utilizado *software* para reunir todas as informações de uma empresa num só local, *software* esse designado de *Enterprise Resource Planning* (ERP). Segundo Gupta & Starr (2014), o ERP é geralmente visto como uma ferramenta que tem o potencial de melhorar o desempenho de muitas empresas nos mais variados setores. Tal deve-se não só à visibilidade que a integração da informação proporciona, mas também à sistematização e exigências dos ERP. Os sistemas ERP permitem melhorar a gestão de todos os processos dentro de uma organização, permitindo que melhores práticas sejam implementadas, de forma uniforme e em toda a empresa. Ou seja, são evitados comportamentos individuais ao nível das operações e que possam causar a interrupção de todos os outros processos. Por outro lado, a desvantagem do ERP é a rigidez desta disciplina que é, ao mesmo tempo, difícil alcançar. No entanto, são geralmente considerados os seguintes benefícios do ERP:

- Como o *software* comunica através de todas as funções, há visibilidade absoluta do que está a acontecer em todas as partes do negócio.

- A disciplina de forçar mudanças baseadas em processos é um mecanismo eficaz para tornar todas as partes do negócio mais eficientes.
- Permite um melhor controlo das operações, proporcionando a base para melhoria.
- Permite uma comunicação muito mais eficaz com os clientes, fornecedores e outros parceiros de negócios, muitas vezes proporcionando informações mais precisas e oportunas (Gupta & Starr, 2014).

Na verdade, embora a integração de diversas bases de dados esteja no centro do poder do ERP, esta é difícil de alcançar na prática, acabando por tornar a instalação do ERP dispendiosa. A tentativa de fazer com que novos sistemas e bases de dados comuniquem com os sistemas antigos pode criar vários entraves. Por esse motivo, não é de surpreender que muitas empresas optem por substituir a maior parte, se não todos, os seus sistemas existentes simultaneamente. Os novos sistemas comuns e bases de dados relacionais ajudam a garantir a transferência tranquila de dados entre diferentes partes da organização (Gupta & Starr, 2014). Além da integração de sistemas, o ERP inclui outras funcionalidades que o tornam uma poderosa ferramenta de controlo da produção (Gupta & Starr, 2014):

- Baseia-se numa arquitetura cliente-servidor, ou seja, o acesso aos sistemas de informação é aberto a qualquer colaborador que esteja interligado com o servidor;
- Pode incluir recursos de apoio à decisão que permitem aos tomadores de decisão conhecer as informações e dados mais recentes da empresa;
- Pode estar ligado a sistemas externos, conectados com os parceiros da cadeia de abastecimento da empresa;
- Pode ter uma *interface* com aplicações padronizadas que são de uso comum para a maioria dos gestores de produção, como por exemplo, folhas de cálculo;
- Muitas vezes, os sistemas ERP são capazes de ser executados nos sistemas operativos mais comuns, como *Windows* ou *Linux*.

Em suma, o controlo da produção tem por objetivo identificar: o progresso das OF lançadas, as OF não iniciadas, as OF terminadas, a quantidade executada ou taxa de rejeição, os tempos realizados, entre outros. O controlo pode ser mais ou menos específico: pode analisar as várias operações ou, pelo contrário, controlar apenas alguns pontos específicos do fluxo produtivo. A evolução para a produção JIT, com redução dos prazos, simplifica o controlo (Courtois et al., 2016).



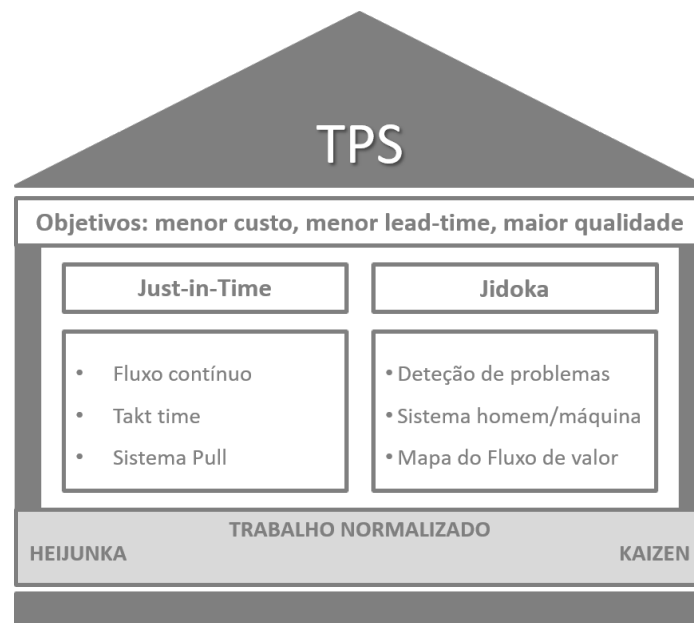
## 2.2. Lean Manufacturing

Segundo Wilson (2010), o *Lean* corresponde a um conjunto abrangente de técnicas que, quando combinadas e amadurecidas, permitem reduzir e depois eliminar os desperdícios. A aplicação dos princípios *Lean* não só tornará as empresas mais eficientes, mas também mais flexíveis e mais produtivas, reduzindo todos os tipos de *muda*.

Apenas as atividades que não podem ser medidas não podem ser geridas adequadamente (Womack & Jones, 1996). O *Lean Manufacturing*, muitas vezes associado ao *Toyota Production System* (TPS), consiste na implementação de ferramentas que criam mais valor para a empresa gerindo os seguintes fatores produtivos (Wilson, 2010):

- Investimento;
- *Stock*;
- Gestão de espaço;
- Pessoas.

Ainda mais importante, um processo *Lean* é caracterizado por um fluxo puxado e balanceado, o que reduz severamente as incertezas e o caos dos processos típicos em empresas. Isto traduz-se numa maior confiança das pessoas envolvidas nos processos (Wilson, 2010). Os pontos principais do TPS podem ser analisados na Figura 1, onde são apresentados os pilares, abordagens e objetivos desta filosofia produtiva. É feita esta analogia a uma casa, pois existem ferramentas que são a base, os pilares e, no topo, os objetivos e resultados a alcançar.



**Figura 1.** Representação esquemática da casa do TPS (Pinto et al., 2018).

Devido a uma economia altamente competitiva, as empresas têm de encontrar novas formas de reduzir custos, tornar a sua produção mais eficiente e de qualidade superior. A limitação de recursos abranda o progresso de algumas empresas, pelo que, com a aplicação de ferramentas *Lean*, é possível reduzir o esforço aplicado na gestão dos recursos, diminuir os produtos com defeito e reduzir desperdícios. Para tal podem ser definidos alguns objetivos, tais como (Pinto et al., 2018):

- Dar resposta ao cliente, garantindo todos os requisitos do produto por ele exigidos;
- Entregar exatamente o que o cliente solicita: o que é necessário, onde e quando;
- Agregar permanentemente soluções para reduzir problemas/inconvenientes.

Para atingir os objetivos acima mencionados é necessário introduzir ferramentas na produção de forma melhorar o desempenho das empresas. O sistema JIT é um dos elementos principais do TPS e um dos fatores que contribui para implementação de um sistema de gestão baseado na filosofia *Lean Thinking*, pois não é possível falar de *Lean* sem incluir o sistema de operações JIT (Pinto, 2014).

JIT significa "oportuno", ou seja, exatamente na hora marcada. No entanto, o termo envolve muito mais do que tempo, porque concentrar-se apenas no prazo de entrega pode levar a um excesso de produção antecipado, e assim, resultar em *stocks* desnecessários. Mas o TPS é um sistema sem *stock*, isso significa que cada processo deve ser abastecido com os itens, quantidade e no tempo necessários, ou seja, na hora certa, sem acumulação (Shingo, 1981). De acordo com Pinto (2014), uma produção JIT, também designado por muitos como produção *pull*, tem como base o sistema *kanban*. O termo *kanban* é um vocábulo de origem japonesa que significa "cartão". Ou seja, o *kanban* funciona como uma autorização para gerar ou mover produto, respondendo aos pedidos dos clientes e, de acordo com as suas necessidades, pode desencadear novas OF.

Resumidamente, o JIT é uma técnica de produção puxada onde todos os *outputs* são realizados no momento certo, na quantidade pedida e no local combinado, recorrendo ao modelo *pull* e ao *kanban* para controlar e disciplinar o fluxo de materiais, pessoas e informação.

### **2.2.1. Princípios para implementação da produção JIT**

Segundo Pinto et al. (2018), a metodologia JIT engloba uma série de ferramentas das quais se podem obter dados contínuos de produção, tais como *kaizen*, *5S*, *takt-time* entre outros. O JIT é baseado em cinco principais ideias (Pinto, 2014):

- Dar ênfase à criação de valor acrescentado e fluxos de informação. Para tal deve ser realizada uma análise completa do tempo de fabrico do produto, desde o pedido do cliente até à entrega. Isso é definido como o *lead time* e a sua análise visa alcançar a otimização global dos recursos disponíveis. A ideia é fazer mais com cada vez menos, reduzindo desperdícios e aproximando-se sempre do que os clientes desejam, de tal forma que isso crie valor para eles;
- Liderança sistemática com visão empreendedora, ou seja, deve haver liderança que permita uma compreensão profunda dos requisitos do cliente, criando a sua satisfação. Esta liderança deve ser aplicada globalmente na cadeia produtiva. Deverá também contribuir para gerar lucros, ser capaz de gerir situações de crise e oferecer suporte técnico sempre que necessário. Além disso, a liderança deve ser versátil, permitindo agir adequadamente às exigências.
- Fluxo contínuo e cadenciado, onde durante o desenvolvimento de produtos e/ou processos, as informações e conhecimento estão disponíveis a todos os colaboradores (na hora e local exatos e na quantidade necessária).
- As informações devem incluir todos os envolvidos no projeto. Os especialistas são responsáveis por superar barreiras tecnológicas e encontrar meios de produção e informação relevantes. Ao colocar um novo produto e/ou processo em produção contínua, todas as informações devem ser fornecidas aos envolvidos.
- O TPS propõe que os vários departamentos sejam envolvidos sempre que um novo projeto e/ou processo é iniciado. O principal objetivo é fornecer um ambiente adequado para a análise de todas as alternativas, a fim de evitar que um produto/processo não seja produtivamente viável. Neste sentido, todos os envolvidos no processo devem conhecer as suas funções, permitindo-lhes assim resolver estrangulamentos e tomar ações prioritárias. Por isso, podem iniciar contactos com fornecedores para informá-los sobre os requisitos que devem ser respeitados. Além disso, podem trabalhar com os clientes para informá-los sobre o projeto e estado de desenvolvimento.

Na aplicação do JIT surgem desafios, tais como, a dependência das cadeias de abastecimento, que requer uma rede de confiança com os fornecedores para a entrega de materiais de alta qualidade no prazo pretendido. Qualquer risco de interrupção na cadeia de abastecimento pode parar a produção, a disciplina e a coordenação dentro da empresa.

Na implementação do JIT são desenvolvidas várias etapas entre elas (Pinto, 2014):

- **Gerar compromisso:** Garantir o envolvimento de todos os recursos humanos disponíveis desde a gestão de topo ao chão-de-fábrica.
- **Análise e planeamento:** Entender os processos e identificar áreas de melhoria, reduzindo assim os processos não produtivos.
- **Promover a formação:** Transmitir a todos os colaboradores os princípios do JIT e suas responsabilidades.
- **Estabelecer sistemas *kanban*:** Usar cartões *kanban* para controlar o fluxo de materiais e produtos.
- **Criar parcerias com fornecedores:** Desenvolver relações estreitas e confiáveis com fornecedores.
- **Monitorizar e ajustar a produção:** Avaliar continuamente o sistema produtivo e fazer os ajustes necessários.

### 2.2.2. Nivelamento de produção

O nivelamento da produção (*Heijunka*), termo de origem japonesa, significa nivelar o fluxo entre os processos durante o tempo disponível à produção (Slack et al., 2010). Isto consegue-se através da programação das operações e do sequenciamento de pedidos, num padrão repetitivo de curta duração. O nivelamento da produção está relacionado com a procura a médio/longo prazo, podendo recorrer a medidas adicionais, como uso de horas extraordinárias, subcontratação ou *stocks*. Se a procura aumentar temporariamente as encomendas são entregues depois do prazo. De forma a absorver essa oscilação, uma das alternativas mais frequentes é recorrer a *stocks* anteriormente armazenados (Pinto, 2014).

### 2.2.3. Identificação de gargalos produtivos

Gargalos são os aspetos limitantes do processo produtivo. Todos os processos que têm um objetivo, por exemplo, atingir um determinado *takt-time*. No entanto, existe uma operação ou atividade que representa o gargalo produtivo por deter o maior tempo de ciclo (Wilson, 2010). Segundo Courtois et al. (2016), quando a produção não consegue responder à procura, pode existir uma diferença entre a capacidade real e a capacidade teórica estimada do sistema produtivo. A capacidade teórica não inclui os diversos imprevistos como avarias que possam ocorrer. A capacidade real é desconhecida pelos utilizadores dos recursos com alguma frequência, criando problemas para responder à procura (Courtois et al. 2016).

Quando os recursos não seguem o fluxo produtivo na cadência previamente definida, é possível que exista um gargalo e que a OF fique em fila de espera ou presa na produção. A inclusão de sistemas de detecção ou a simples análise do fluxo produtivo permitem identificar e detetar os gargalos, podendo estes serem resolvidos (Conlon, 2016).

As OF planeadas em períodos de elevada taxa de ocupação dos recursos produtivos devem ser realocadas em recursos alternativos. Se a capacidade dos recursos alternativos for pequena, sugere-se a divisão em lotes com processamento simultâneo, utilizando esses mesmos recursos alternativos (Jodlbauer & Strasser, 2019). Segundo Courtois et al. (2016), na grande generalidade das empresas, numa análise inicial dos gargalos de produção, é mais importante equilibrar o fluxo de produção do que alterar a capacidade instalada.

### 2.3 Estudo dos tempos

O estudo dos tempos consiste numa técnica de medição de trabalho para registo da duração de tarefas durante o processo produtivo. Os estudos são realizados em condições especificadas, para análise posterior dos dados, de modo a obter o tempo necessário para a execução da atividade (Kanawaty & International Labour Office, 1992). O seu resultado deve corresponder ao tempo em que uma pessoa adaptada e treinada no método ao trabalho demora na realização da tarefa a um ritmo normal. Este tempo é denominado de tempo padrão (Barnes, 1968). Segundo a Associação Empresarial de Portugal (AEP) estudo dos tempos pode dividir-se em 4 etapas (AEP, 2003):

- **Seleção do trabalho a estudar com a medição dos tempos** – a escolha deve ser feita com base em critérios, como por exemplo: um novo trabalho que nunca foi executado anteriormente; mudança de método de trabalho que exige a fixação de novo tempo de referência; cálculo da necessidade de mão-de-obra; cálculo de custos de produção; reclamações dos colaboradores sobre o reduzido tempo previsto para uma operação; ou mudança na política salarial para aplicação de um sistema de prémios de produtividade.
- **Registar todos os dados relevantes** - Registar em documento apropriado as operações e os pormenores (sequências, tempos e distâncias). Um exemplo de folha de registo do processo de trabalho pode ser um gráfico de sequência. O gráfico de sequência é criado de uma forma similar à utilizada para executar os gráficos da análise de processo, mas usando os símbolos de “transporte”, “espera” e “armazenagem”, além da “operação” e “inspeção”.

Desta forma, é possível efetuar uma análise pormenorizada do processo a estudar. Um gráfico de sequência é um gráfico de análise que indica, pela sua ordem, as fases do circuito efetuado por um artigo ou um processo, sendo todas as atividades em questão registadas com a ajuda de símbolos apropriados.

- **Efetuar a medição dos tempos** - Medir a quantidade de trabalho exigida pelo método escolhido e calcular o tempo de referência para a sua execução. O tempo padronizado (*Standard time*), corresponde à quantidade de tempo requerido para a realização de uma tarefa específica, por um trabalhador qualificado, utilizando um determinado método e trabalhando num determinado ambiente. Inclui o tempo e as margens para atrasos, acontecimentos e atrasos imprevisíveis, repouso e necessidades pessoais.
- **Definir o tempo de processo** - Definir com precisão as séries de atividades e os métodos de trabalho para o tempo que foi determinado, tomando este tempo como norma aplicável a estas atividades e a estes métodos.

Dada a relevância da técnica de cronometragem na implementação do projeto de dissertação, esta será explicada de forma mais pormenorizada.

### 2.3.1 Cronometragem

A cronometragem consiste na realização de observações diretas, feitas junto do posto de trabalho em estudo, medidas através de um aparelho de medida (o cronómetro), determinando o tempo exigido para a execução de uma dada tarefa. É uma técnica aplicada em tarefas manuais ou semiautomáticas de ciclos curtos e repetitivos. A cronometragem é utilizada para determinar o tempo requerido para realizar uma tarefa a um ritmo de referência. Essencialmente, por questões de custo e de esforço envolvidos, a cronometragem aplica-se a tarefas repetitivas que estão a decorrer integradas no trabalho da empresa.

A sua metodologia consiste em selecionar e registar informação acerca do operador e da operação e verificar a regulamentação dos métodos e condições de trabalho. Isto é, deve-se identificar e registar claramente as condições iniciais: nome do operador; localização do estudo; data; descrição da operação; equipamentos e acessórios; e material (Kanawaty & International Labour Office, 1992). Esta informação pode ser essencial mais tarde para determinar se houve alguma alteração do processo que imponha uma revisão do tempo *standard*.

Na execução de metodologia seguem-se os seguintes passos (Kanawaty & International Labour Office, 1992):

- Dividir a operação em elementos;
- Registrar os tempos observados requeridos para cada tarefa;
- Determinar o número de medições para o nível de precisão e confiança exigidas;
- Atribuir um ritmo de trabalho do operador utilizado no estudo a cada elemento;
- Determinar o tempo normalizado;
- Determinar as margens de tempo a atribuir;
- Determinar o tempo padrão (tempo *standard*).

Nesse sentido, o número de medições que têm de ser efetuadas pode ser determinado pela equação (1):

$$n = \left( \frac{z \times S}{h \times \bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

Onde:

$n$  – Número de observações necessárias

$z$  – Valor atribuído em função no nível de confiança exigido para o estudo

$S$  – Desvio-padrão das medições de tempo

$h$  – Margem de erro

$\bar{x}$  – Média das medições de tempo cronometrado

### **2.3.2 Determinação do tempo normalizado e tempo standard**

Considerando o ritmo do operador, a obtenção de um tempo padrão, ou também designado de tempo standard, implica não só a cronometragem de tempos reais observados, mas também a consideração de complementos e desvios que devem ser contabilizados.

É necessário seguir alguns passos metodológicos, incluindo a determinação do Tempo Normalizado (TN), o qual é calculado através da multiplicação do Tempo Observado (TO) pelo Fator de Atividade (FA). Segundo Kanawaty e International Labour Office (1992), a cada elemento de trabalho deve ser atribuído um fator de atividade que pretende relacionar o ritmo de trabalho do operador medido com o ritmo de um trabalhador normal, ou seja, “*trabalhador representativo e qualificado, mas sem o estímulo de uma remuneração ao rendimento*”.

Assim sendo, o tempo normalizado de cada elemento,  $TN_i$ , pode ser determinado pela equação (2):

$$TN_i = \frac{TO \times FA}{AR} \quad (2)$$

Onde:

- **Tempo Observado (TO)** – tempo cronometrado.
- **Fator de Atividade (FA)** – resultado da avaliação da atividade do executante (julgamento do observador).
- **Atividade de Referência (AR)** – ritmo, cadência ou atividade normal que serve de base de comparação à velocidade efetiva de trabalho do executante (equivalente a 100%).

A classificação do FA depende do julgamento do analista, ou seja, trata-se da avaliação da atividade ou avaliação do desempenho do executante através da comparação com a AR.

Uma das escalas usadas na determinação do FA é a escala de *Westinghouse*. Trata-se de uma avaliação subjetiva do desempenho com base em três categorias de critérios: destreza, eficiência e aplicação física. Com base nesta escala, se o desempenho for superior ao esperado ( $>0$ ), podem ser atribuídos dois níveis de desempenho sob o sistema de pontos (+3 e +6 pontos). Se o desempenho for inferior ao esperado ( $<0$ ), podem ser atribuídos três níveis de desempenho (-2, -4 e -8 pontos) sempre que aplicável. A Tabela 1 apresenta o sistema de atribuição de pontos segundo a classificação da escala de *Westinghouse*.

Seguidamente, os pontos são contabilizados e o somatório resultante é adicionado ao valor de um desempenho de referência ( $AR = 100$ ). Assim, o FA é corrigido, conforme a equação (3).

$$FA = 100 + \sum_i^n pontos \quad (3)$$

No cálculo do tempo de execução da tarefa, deve também ser contemplado um complemento de tempo para permitir ao executante repousar. A consideração destes complementos temporais adicionados ao tempo normalizado permitem estimar o tempo *standard* (AEP, 2003).

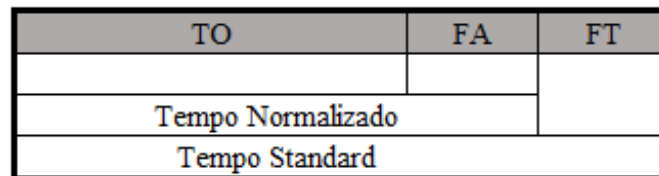


**Tabela 1.** Avaliação subjetiva do desempenho com referência à escala de *Westinghouse*.

Categorias	Atributos e códigos respectivos	Valores nível de desempenho				
		Superior ++ +		Esperado 0	Inferior - --	
Destreza	D1 Habilidade demonstrada na utilização do equipamento, ferramentas e montagem de peça	6	3	0	2	4
	D2 Certeza do movimento	6	3	0	2	4
	D3 Coordenação e ritmo	6	3	0	2	4
Eficiência	E1 Habilidade demonstrada para substituir e alcançar ferramentas e peças com precisão e automatismos	6	3	0	2	4
	E2 Capacidade demonstrada para simplificar, eliminar, combinar ou encurtar os movimentos	6	3	0	4	8
	E3 Capacidade em utilizar ambas as mãos com igual facilidade	6	3	0	4	8
	E4 Capacidade demonstrada para reduzir os esforços ao trabalho realmente necessário	n.a.	n.a.	0	4	8
Aplicação física	A1 Cadência de trabalho	6	3	0	4	8
	A2 Atenção, grau de concentração	n.a.	n.a.	0	2	4

“n.a. – não aplicável”

O Tempo standard (TS) define-se como o tempo normalizado ao qual se adicionam os complementos de tempo para tolerância à fadiga ou necessidades pessoais, que correspondem a um fator de tolerância (FT) como demonstrado na Figura 2.



**Figura 2.** Componentes a considerar na determinação do TS de processo.

O tempo standard em função do valor de FT pode ser calculado através da equação (4). O fator FT pode ser calculado, mas também pode ser assumido com uma percentagem, usualmente não superior a 15% (AEP, 2003).

$$\text{Tempo standard} = \frac{\sum_i^n TN_i}{1 - FT} \quad (4)$$

### 3. Apresentação da empresa

Este capítulo consiste na apresentação da empresa onde foi desenvolvida a presente dissertação, a Outizal - Caixilharia de Alumínio e PVC, Lda (doravante designada apenas como Outizal). O capítulo inicia-se com a caracterização da empresa e a descrição da sua estrutura organizacional. São caracterizados os produtos em função das diferentes categorias e, por fim, o *layout* industrial.

#### 3.1. Caracterização da empresa

A empresa Outizal foi fundada em abril de 2013, sendo o resultado do espírito empreendedor dos seus sócios fundadores, que juntaram os conhecimentos anteriormente adquiridos na área e as necessidades do mercado nacional e europeu.

O modelo de negócio da Outizal assenta na constituição de um portefólio de produtos na área de caixilharia de alumínio e PVC<sup>1</sup> e dos seus complementos, que permite oferecer ao mercado soluções para os edifícios habitacionais, industriais e comerciais, de acordo com as necessidades dos seus clientes.

Como resultado do espírito dinâmico e da dedicação dos sócios, a Outizal apresenta crescimentos contínuos, tendo aumentado o volume de negócios desde a sua fundação. Para responder a este crescimento, a Outizal tem ampliado a sua capacidade de produção proporcionalmente. Desde 2022 tem registada a marca Outizal com o logótipo da Figura 3.



**Figura 3.** Logótipo da marca Outizal.

A sede e produção da empresa encontra-se na Rua de Santo Adrião, em Vila Nova de Famalicão. As suas atuais instalações, como apresentado na Figura 4, foram adquiridas no ano de 2021. A empresa também dispõe de um armazém em Outiz – Vila nova de Famalicão.

---

<sup>1</sup> PVC é um acrónimo de Policloreto de Vinilo e corresponde a um termoplástico de elevada resistência térmica a baixa temperatura.



**Figura 4.** Sede e produção da Outizal.

Em termos de posicionamento no mercado, a Outizal atua em dois vetores distintos: posiciona-se como fornecedora e prestadora de serviços de empresas de construção, e como fornecedora e prestadora de serviços do cliente final.

### 3.2. Estrutura organizacional

A administração da Outizal é composta pelos dois sócios-gerentes e fundadores da empresa, responsáveis pelo departamento comercial e departamento de compras. A administração conta ainda com um engenheiro e gestor industrial que é responsável pelo departamento administrativo-financeiro e pelo departamento industrial. Os restantes cinco colaboradores da empresa encontram-se distribuídos pelos departamentos de produção e instalação. O organograma da empresa pode ser visualizado na Figura 5.



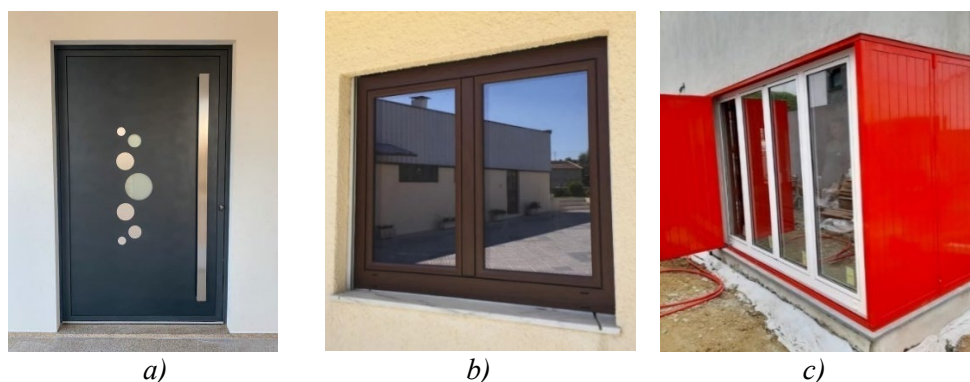
**Figura 5.** Organograma simplificado da empresa Outizal.

### 3.3. Caracterização dos produtos fabricados

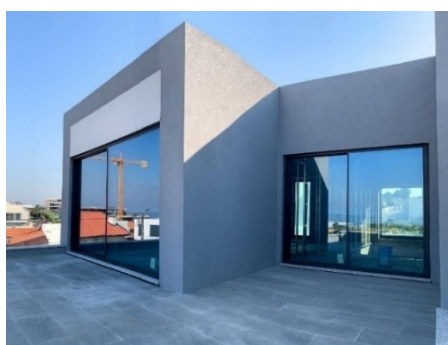
Os produtos produzidos e comercializados pela Outizal podem ser divididos em 3 tipos: caixilharia de alumínio, caixilharia de PVC e complementos.

No que diz respeito à caixilharia de alumínio, estão incluídos todos os caixilhos em que o elemento principal da sua composição é o alumínio. Estes podem ter diversas tipologias e finalidades, desde isolamento térmico à segurança. De forma a preencher estes caixilhos são adicionados vidros, painéis ou perfis de régua na parte central. Os caixilhos de alumínio são divididos nos seguintes sistemas:

- **Categoria 1:** “batente” – Portas (Figura 6.a)), janelas (Figura 6.b)), vitrais fixos e portadas (Figura 6.c));
- **Categoria 2:** “correr” – Portas (Figura 7), janelas;
- **Categoria 3:** “fachada” (Figura 8);
- **Categoria 4:** “claraboias” (Figura 9);
- **Categoria 5:** “portões” (Figura 10).



**Figura 6.** Categoria de produtos “batente”: a) Porta; b) Janela; c) Portada.



**Figura 7.** Portas da categoria “correr”.



**Figura 8.** Fachada.



**Figura 9.** Claraboia.



**Figura 10.** Portão.

A caixilharia de PVC engloba todos os caixilhos em que o principal elemento na sua composição é o PVC e pode conter como elemento estrutural o aço. Pode ser usada conjuntamente em quase todas as possibilidades do alumínio exceto em portões, pois o grau de resistência exigido é superior. Os caixilhos em PVC são adquiridos pela Outizal com ou sem preenchimento, sendo apenas efetuadas a sua instalação em obra.

Os complementos são todos aqueles artigos comercializados pela Outizal que podem ser por ela instalados ou por parceiros externos. Enquadram-se nesta categoria produtos como os estores, portões seccionados, automatismos, guardas em alumínio e vidro ou inox.

### 3.4. Organização do *layout* industrial

O *layout* referente ao departamento industrial da Outizal está dividido em dois pisos: o rés-do-chão dedicado principalmente às cargas/descargas e produção (Figura 11) e o 1º piso dedicado ao armazenamento de matérias primas (Figura 12).

Como se pode observar na Figura 11, o *layout* da empresa apenas dispõe de um ponto de entrada e saída de matérias-primas e produto acabado, respetivamente. Nesse sentido, a organização dos equipamentos usados na realização dos diferentes processos foi pensada para gerar um *workflow* produtivo eficiente, como evidenciado pelas linhas vermelhas de identificação do sentido de circulação. As áreas de maior ocupação correspondem à montagem, maquinação 1 e armazém de perfis 2.

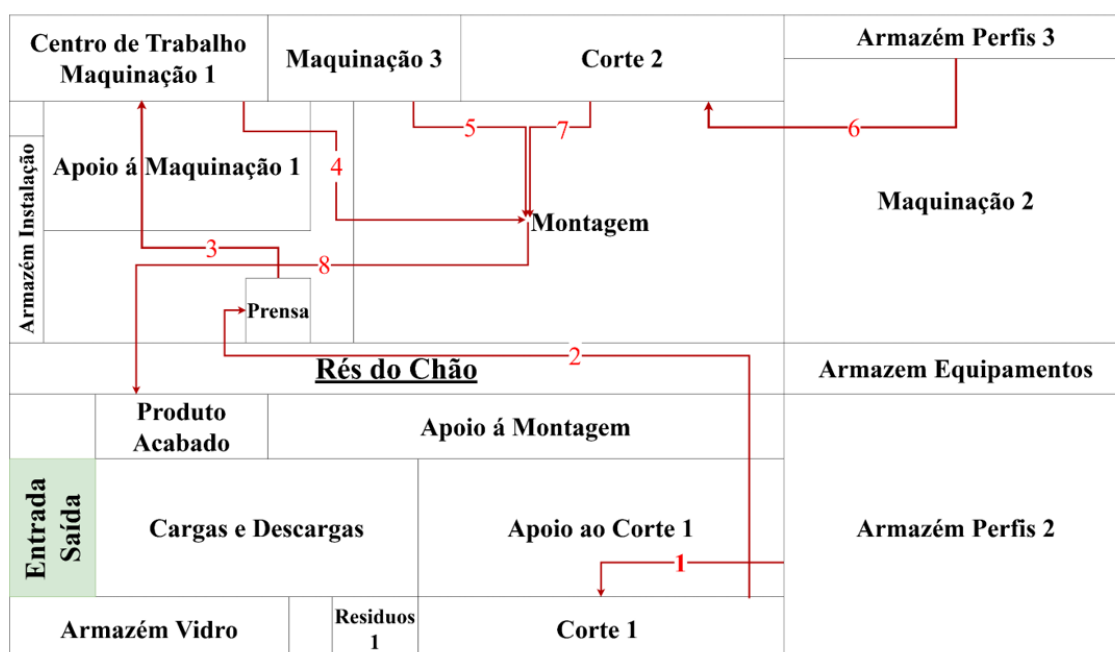
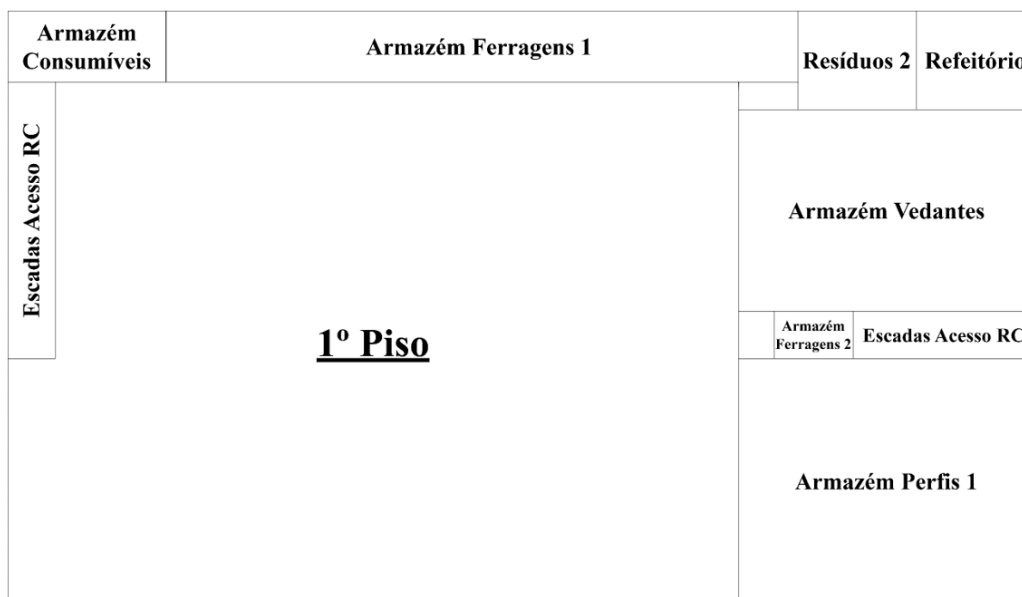


Figura 11. *Layout* departamento industrial Outizal rés-do-chão.

O 1º piso das instalações é usado sobretudo para o armazenamento de consumíveis, vedantes, ferragens, perfis, entre outros. Neste piso encontra-se uma das 3 áreas de armazenamento de perfis, dada a falta de espaço no piso correspondente ao rés-do-chão.



**Figura 12.** *Layout* departamento industrial Outizal 1º piso.

## **4. Análise crítica da produção**

No presente capítulo é efetuada uma análise crítica ao planeamento da produção, descrevendo os diferentes processos produtivos e onde são identificados os principais problemas que representam oportunidades de melhoria para a Outizal.

### **4.1. Caracterização do planeamento produtivo**

Do ponto de vista do planeamento produtivo da empresa, este divide-se em duas principais partes: o processo de planificação e gestão de pedidos dos clientes e a produção. Por sua vez, a produção de Outizal divide-se entre a produção interna e o serviço externo de instalação em obra, sendo que cada um destes macroprocessos está dividido, em diferentes etapas produtivas. Nesta secção são descritos os diferentes processos.

#### **4.1.1. Processo de planificação e gestão de pedidos de cliente**

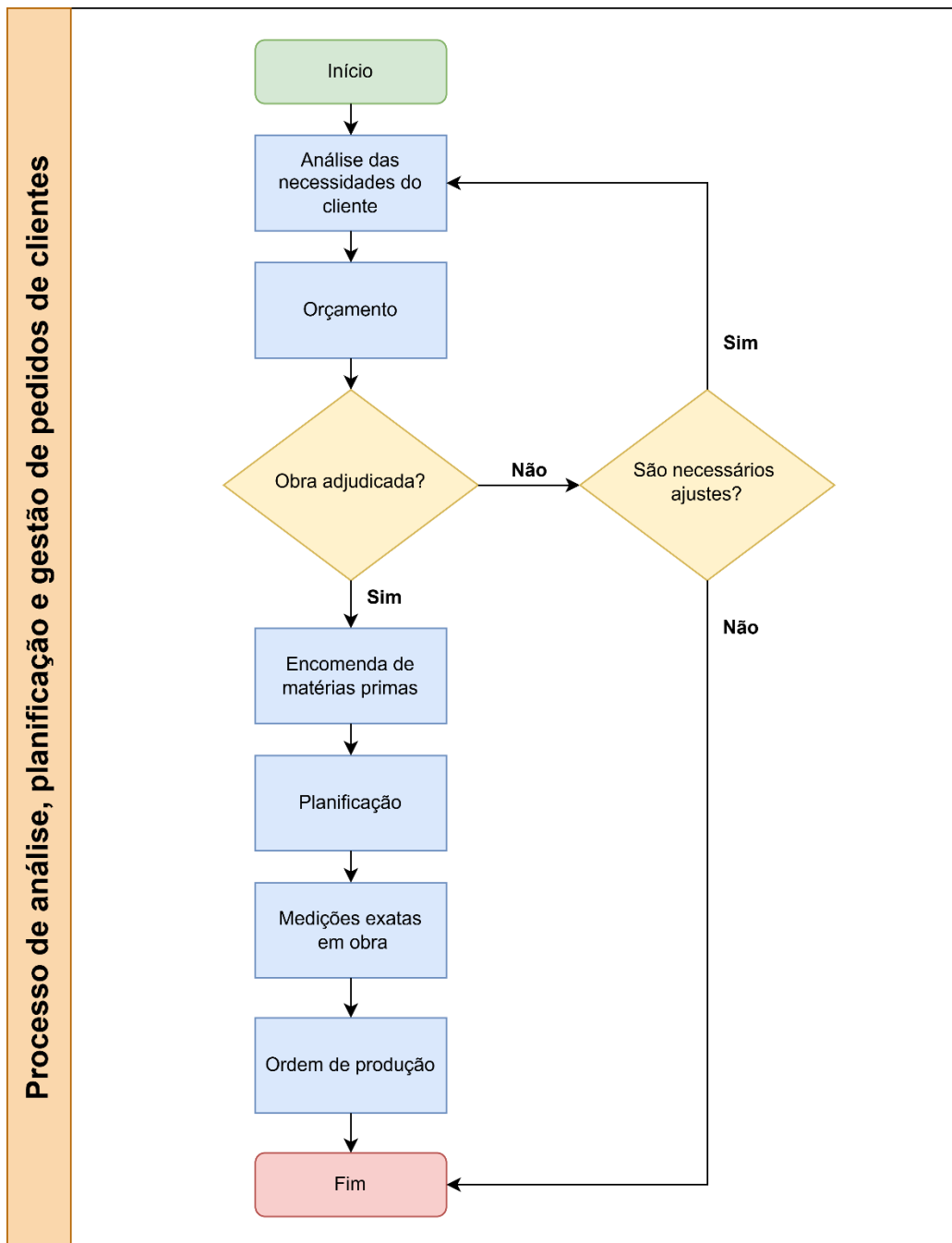
Quando é recebido um pedido de orçamento, ou uma consulta de um cliente, são analisadas quais as suas necessidades desde a tipologia do caixilho, medidas, especificação do sistema, acabamento e composição do vidro.

Dependendo da extensão e complexidade do orçamento, este pode ser apresentado ao cliente na hora ou alguns dias depois. É aguardada uma decisão do cliente onde podem ocorrer três opções: o orçamento é aprovado, necessita de alterações ou é recusado.

Caso o orçamento seja aprovado, o prazo de entrega é ajustado com o cliente para se proceder com a encomenda das matérias-primas. Após a encomenda das matérias-primas são requisitados os prazos de entrega para posterior planificação.

São efetuadas medições exatas das dimensões presentes na obra, para definição da ordem de produção e emissão da respetiva OF. Com as medições efetuadas são definidas as quantidades de componentes a fabricar na produção interna.

Definidas estas quantidades, a OF gerada é encaminhada para o departamento de produção, sendo efetuada a distribuição da informação pelos diferentes postos de trabalho e respetivos colaboradores. Os processos podem ser visualizados na Figura 13.



**Figura 13.** Fluxograma do processo de planificação e gestão de pedidos de clientes.

#### 4.1.2. Produção interna

Do ponto de vista da produção interna, o processo é iniciado com a receção da matéria-prima e a preparação para a produção. De acordo com o tipo de produto que é requisitado fabricar, podem ser necessários processos como o corte, a maquinação, a montagem, a afinação e verificação final. Após estes processos, os produtos são encaminhados para o armazém de produto acabado. A Figura 14 apresenta o fluxograma com as iterações da produção interna da Outizal, sendo depois descritos os processos produtivos em detalhe.



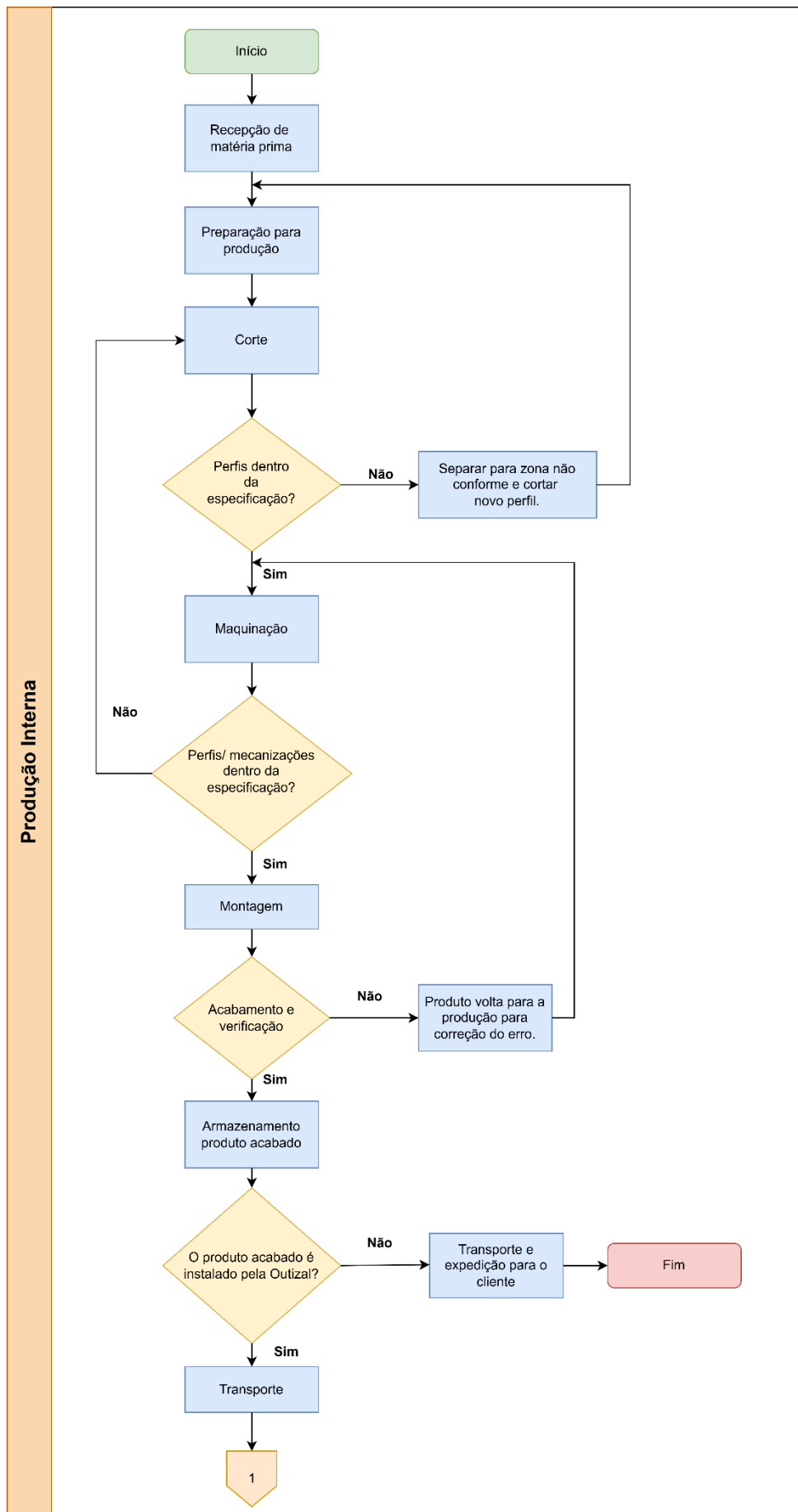


Figura 14. Fluxograma da produção interna.

### ▪ **Receção da matéria-prima**

Os artigos são rececionados nas instalações, onde é verificado o estado do embalamento e se as quantidades e referencias correspondem à encomenda efetuada. Caso esteja tudo conforme, procede-se à descarga e ao armazenamento desses artigos. O armazenamento é realizado nos diferentes armazéns conforme a categoria da matéria-prima rececionada. O armazenamento pode ser efetuado por lote de obra ou por características do material (no caso dos sistemas e acabamentos). As categorias de matéria-prima incluem os perfis, vidros, ferragens, consumíveis internos e consumíveis externos. Estas categorias dispõem de armazéns específicos de forma a reduzir o tempo da sua localização.

### ▪ **Preparação para produção**

Após a emissão da OF são verificadas as quantidades de cada referência dos perfis a utilizar para a sua execução. Estes perfis são transportados para zona de apoio ao corte 1. Concluído o transporte, procede-se à remoção da embalagem e à análise do seu estado.

### ▪ **Corte**

O corte é efetuado segundo as medidas existentes na OF. Esta contém um mapa de vãos<sup>2</sup> com as diferentes tipologias dos caixilhos a produzir, direções das aberturas, sistemas a utilizar, acabamentos e numeração. Além do mapa de vãos, é emitida uma lista dos diferentes perfis, agrupados por referências, onde são indicados os cortes a realizar em cada perfil e de forma a obter um maior aproveitamento. Existem duas formas de executar o corte, automático ou em semiautomático. Em automático é elaborada uma lista de corte no *software* de produção, lista esta que é transferida para o equipamento de corte por via de uma *pendrive*. Desta forma, o equipamento faz a gestão do corte de forma autónoma, em que o utilizador apenas executa a colocação dos perfis no equipamento e a sua fixação. Após execução do corte, é emitida uma etiqueta para colocar no perfil, etiqueta essa que contempla as medidas, o número do vão, se é para colocação em altura ou largura, referência do perfil e o cliente. De seguida o perfil é colocado num carrinho de transporte. Com esta opção é obtido um corte mais rápido e com baixas possibilidades de erro.

---

<sup>2</sup> *Vão é o termo usado na Arquitetura e Engenharia para designar a distância entre dois apoios consecutivos de uma estrutura. Designa a abertura ou intervalo numa parede para a colocação de janela ou porta.*

Em semiautomático, o operador escolhe a referência a cortar e segue a lista de corte anexada na OF, colocando todas as medidas manualmente na máquina. Além disso, o operador coloca e fixa os perfis no equipamento. O equipamento apenas faz o ajuste das cabeças de corte conforme a medida e a espessura do perfil. Após executado o corte, é efetuada a marcação do número do vão e se o mesmo corresponde a altura ou largura. De seguida, o perfil é colocado num carrinho de transporte. Com esta opção é possível ter mais flexibilidade nas médias de corte e podem ser feitos ajustes perfil a perfil.

#### ▪ **Maquinação**

A maquinação dos perfis consiste na realização de diferentes furações ou rasgos nos diferentes perfis, dependendo das especificações requeridas e das ferragens necessárias a aplicar. Na Outizal podem ser executados quatro tipos de maquinação: fresagem, furação, malhete e corte por cunhagem. Estas mecanizações podem ser realizadas com recurso a um centro de trabalho que tem como base de funcionamento Controlo Numérico por Computador (CNC) ou com equipamentos específicos para cada uma das mecanizações.

#### ▪ **Montagem**

Na fase da montagem começa-se por aplicar os diferentes vedantes em borracha nos perfis de alumínio para um melhor isolamento térmico e acústico e conforme as exigências do sistema. De seguida, procede-se à união dos diferentes elementos constituintes do caixilho. Para a sua montagem são utilizados esquadros de ajuste que permitem a união de dois perfis com um corte a 45° de ângulo. Importa salientar que esta tarefa é muito importante para o ajuste da união, de forma manter a esquadria o mais discreta possível. Também são utilizados esquadros de alinhamento que possibilitam o alinhamento de secções salientes dos perfis. Após a união dos diferentes perfis do caixilho, são aplicadas ferragens de forma a proceder à junção dos elementos móveis e fixos. Para tal são utilizadas dobradiças, oscilo-batentes, fechos simples e fechaduras. Seguidamente são instalados os preenchimentos do caixilho, entre eles, vidros, bi-painéis, chapas ou perfis de alumínio, de acordo com as preferências do cliente. Para tal são utilizados calços de forma a dividir as folgas e possibilitar um bom isolamento.

#### ▪ **Afinação e verificação**

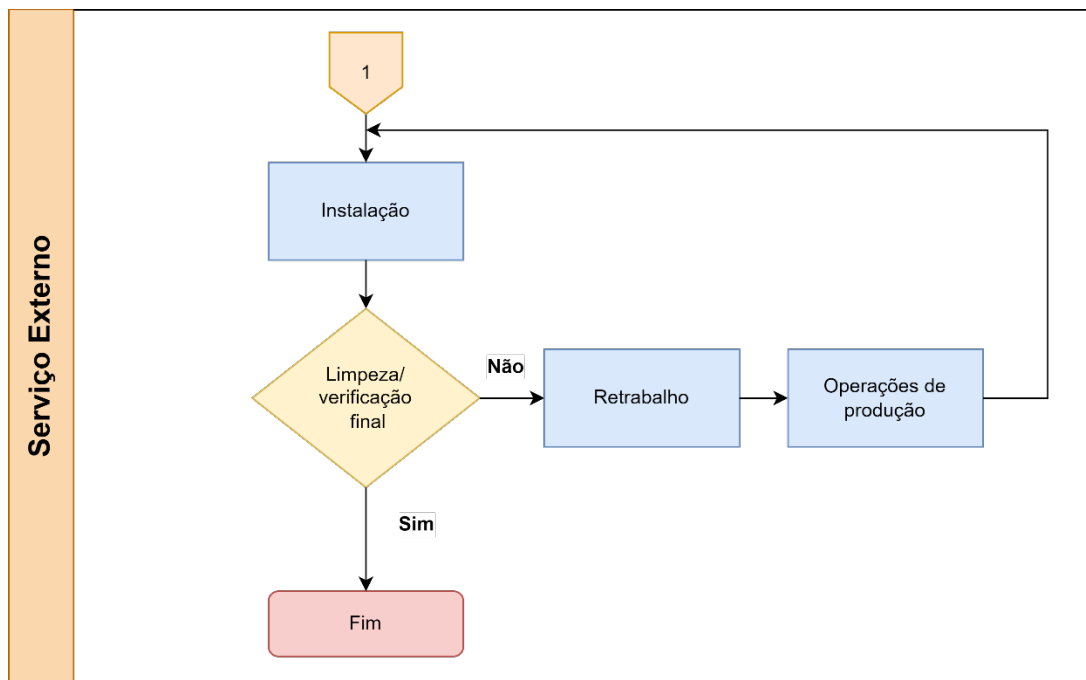
Após a montagem do caixilho procede-se a um ajuste das ferragens de forma a possibilitar um correto funcionamento do caixilho. Procede-se à sua limpeza e inspeção final de forma a verificar qualquer anomalia não detetada anteriormente.

- **Armazenamento de produto acabado**

Por fim, os caixilhos finalizados são transportados para o armazém de produto acabado. Nesta fase existem duas opções: o caixilho é vendido ao cliente sem instalação ou a instalação do caixilho é efetuada pela Outizal.

#### 4.1.3. Serviço externo

A Outizal, na grande generalidade dos produtos que fabrica, é também responsável pela montagem e instalação em obra. Nesse sentido, para concluir uma encomenda, a empresa realiza os serviços de transporte, instalação, limpeza e verificação final nos seus clientes. Na sequência do fluxograma da produção interna (já apresentado na Figura 14), foi também elaborado o fluxograma relativo aos processos de serviço externo como apresentado na Figura 15.



**Figura 15.** Fluxograma do serviço externo.

- **Transporte**

Quando o caixilho é instalado pela Outizal é preciso transportá-lo para o local da instalação. Para tal, os caixilhos são transportados através de um veículo de transporte de mercadorias que dispõe de um cavalete onde os caixilhos são devidamente acondicionados para um transporte sem incidentes. Uma vez no local da instalação, verifica-se a localização exata dos vãos onde os caixilhos serão instalados e procede-se à sua descarga manual para as imediações do vão.

#### ▪ **Instalação**

Para instalar o caixilho, o local tem que estar limpo, sem poeiras, detritos ou pequenos sulcos de cimento. Para tal começa-se por remover os sulcos existentes com um martelo e um formão, de forma a limpar as diferentes faces do vão para proporcionar as condições ideais do serviço realizado. Para uma correta instalação do caixilho mede-se, com uma fita métrica, as dimensões da soleira para retirar as cotas do local exato onde colocar a base e utiliza-se um nível de bolha ou *laser* para alinhar verticalmente o caixilho. Fazem-se as marcações da posição tanto na soleira como nas ombreiras, sendo marcadas as furações a executar. Seguidamente, retira-se o caixilho, são executadas as furações, procede-se com nova limpeza das ombreiras e soleira, são colocadas buchas plásticas nas furações e silicone na soleira de forma a obter um melhor isolamento. Por fim, coloca-se o caixilho no vão utilizando as marcações anteriores. No seguimento desta operação, e para fazer a fixação do caixilho, são introduzidas as buchas com uma parafusadora.

São verificadas as folgas do caixilho em relação às ombreiras e são introduzidos calços para apoiar o caixilho. É ainda efetuado um aperto final de todos os parafusos de fixação. Assim que todos os procedimentos de fixação do caixilho estão concluídos, finaliza-se a sua instalação com a aplicação de silicone nas juntas das faces interior e exterior, entre o caixilho e o elemento estrutural do edifício.

#### ▪ **Limpeza/verificação final**

Para finalizar o serviço de instalação são efetuadas afinações sempre que necessário. Removem-se as sujidades existentes no caixilho e verifica-se se todos os procedimentos foram executados corretamente.

#### **4.1.4. Equipamentos produtivos**

Na realização dos diferentes processos produtivos são utilizados diversos equipamentos. Alguns equipamentos são utilizados exclusivamente em alguns processos, mas, noutros casos, estes são partilhados. Ou seja, alguns equipamentos são usados em diferentes postos de trabalho/serviços. Assim, os equipamentos usados no processo produtivo são:

#### ▪ **Ponte rolante**

Utilizada para cargas e descargas de produtos em lote e que tenham um peso elevado. Esta também é utilizada para movimentação de cargas e produtos de elevado peso ou dimensão no interior das instalações.

- **Máquina de corte duas cabeças**

Tem como principal função executar cortes nos perfis principais da obra pois consegue executar dois cortes em simultâneo, reduzindo assim o tempo do processo.

- **Prensa e cunhos**

Trata-se de uma prensa hidráulica que exerce pressão sobre um cunho que, por sua vez, executa mecanizações nos perfis de alumínio. Existem vários cunhos, cada um com mecanizações específicas para os diferentes sistemas. Na Outizal este equipamento utiliza-se essencialmente para fazer mecanizações que possibilitam a utilização de esquadros reguláveis para fazer a montagem dos caixilhos.

- **Centro de trabalho CNC**

É o equipamento mais complexo e com maior impacto no sistema produtivo, pois opera através de comando numérico computadorizado, o que possibilita executar as mecanizações com rigor e rapidez superior à de um colaborador num equipamento com controlo manual. Executa todas as mecanizações necessárias nos perfis de alumínio dos vários sistemas.

- **Perfuradora com coluna**

Tem como principal função executar os furos necessários nos perfis. Desde a aquisição do centro de trabalho CNC, a perfuradora é utilizada apenas quando há necessidade de fazer uma mecanização personalizada, ou no caso de o centro de trabalho CNC não se encontrar disponível.

- **Fresadora 1**

Utilizada para executar mecanizações que podem ser rasgos, retângulos ou círculos necessários nos perfis. Também é utilizada para fazer as mecanizações necessárias à instalação de fechadura nos perfis. Desde a aquisição do centro de trabalho CNC, esta fresadora é utilizada apenas quando há necessidade de fazer uma mecanização personalizada ou no caso de o centro de trabalho CNC não se encontrar disponível.

- **Fresadora 2**

É utilizada apenas para fazer pequenas mecanizações que podem ser rasgos, retângulos ou círculos necessários nos perfis e quando não justifica utilizar a fresadora 1, pois a sua configuração é mais simplista. Desde a aquisição do centro de trabalho CNC é utilizada apenas quando há necessidade de fazer uma mecanização personalizada ou no caso de indisponibilidade do centro de trabalho CNC ou da fresadora 1.

- **Malhadeira**

A sua função é executar mecanizações nos extremos dos perfis de forma a ser possível unir os mesmos na perpendicular, estas mecanizações consistem em cortes com local e profundidade específicos. Desde a aquisição do centro de trabalho CNC apenas é utilizada quando é necessário fazer um trabalho personalizado ou no caso de o centro de trabalho não estar disponível.

- **Máquina de corte de varetas**

Permite cortar e perfurar vareta em poliamida utilizada nas ferragens para fazer a ligação mecânica entre os vários elementos.

- **Máquina de corte 1 cabeça**

A sua função é fazer o corte de perfis secundários durante a montagem, é utilizada para não causar congestionamento na máquina de corte de duas cabeças.

- **Máquina de corte de mesa**

Trata-se de um equipamento utilizado para realizar cortes ao longo dos perfis de forma a poder personalizar os perfis de acordo com as necessidades.

- **Ferramentas elétricas**

São pequenos equipamentos com motor elétrico tais como parafusadora, berbequim, serra circular portátil e serra tico-tico, utilizados para executar tarefas de correção ou tarefas que não requerem a utilização dos equipamentos mencionados anteriormente.

- **Ferramentas manuais**

São pequenos equipamentos de ação manual utilizados para realizar trabalhos que requerem a precisão de força manual, podendo ser usados para fazer pequenas correções e apertos de esquadros e ferragens. São essencialmente chave de *Philips*, chave de fenda, chave *prozidriv*, chave *torx*, chave *umbrako*, lima, formão, martelo e maço. Estes equipamentos possibilitam a realização dos processos rápidos e de facilidade de execução.

A correspondência entre os processos e os equipamentos pode ser consultada na Tabela 2. Como se pode verificar, a ponte rolante é usada para movimentar materiais, sobretudo, nos processos de preparação para corte, montagem e acabamento. A empresa dispõe de 5 equipamentos para realizar as mecanizações, sendo o centro de trabalho CNC o preferencialmente usado dada a sua precisão de maquinação dos perfis.

**Tabela 2.** Análise dos equipamentos usados nos diferentes processos produtivos.

		Processos					
		Preparação para corte	Corte	Maquinação		Montagem	Acabamento
				Cunhagem	Mecanização		
Equipamentos	Ponte Rolante	X				X	X
	Máquina Corte 2 Cabeças		X				
	Prensa e Cunhos			X			
	Centro de Trabalho CNC				X		
	Perfuradora com coluna				X		
	Fresadora 1				X		
	Fresadora 2				X		
	Malhetadeira				X		
	Máquina de Corte de Varetas					X	
	Máquina Corte 1 Cabeça					X	
	Máquina de Corte de Mesa					X	
	Ferramentas Elétricas					X	
	Ferramentas Manuais	X				X	X



A forma como os equipamentos estão distribuídos no *layout* produtivo da Outizal, visa fomentar a flexibilidade para trabalhar os diferentes sistemas de alumínio e evitar constrangimentos na produção quer por ocorrência de avaria ou falta de disponibilidade de algum equipamento.

No chão-de-fabrica existem máquinas diferentes que executam as mesmas funções, como o caso dos equipamentos que realizam mecanizações, que não foram dispensados pois tem pouco valor no mercado não e podem ser utilizados em caso de necessidade. No entanto, apesar das vantagens da aquisição do centro de trabalho CNC, existem dificuldades na sua utilização, uma vez que, apenas um operador tem as competências necessárias para usufruir das funcionalidades na totalidade. Apenas outros dois operadores conseguem utilizar, mas de uma forma limitada.

## **4.2. Análise dos problemas identificados**

Com base na observação, caracterização e análise do planeamento do sistema produtivo, foram identificados os principais problemas e que são resumidos nesta secção.

### **4.2.1 Atrasos da produção e dificuldades de planeamento**

Após análise da situação produtiva da Outizal foram verificados vários atrasos na produção devidos à não sincronização das entregas de matérias-primas com o início previsto de início das OF, ou seja, por vezes a produção de uma determinada encomenda sofre paragens devido à falta de um determinado artigo.

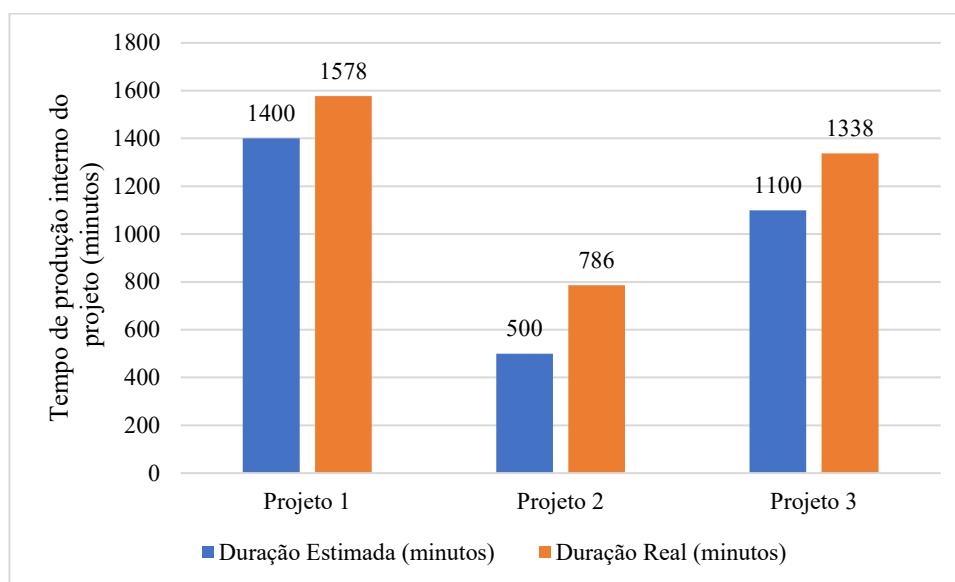
Uma outra dificuldade associada ao planeamento é conseguir sequenciar as diferentes OF no tempo, devido à falta de dados sobre a real duração da produção das encomendas, existindo uma sobreposição das mesmas, e conseqüentemente, levando ao seu atraso. Ou seja, quando já deveria estar a ser produzida uma nova OF, a anterior ainda não foi terminada. Como consequência é necessária a realização de horas extraordinárias para compensar os atrasos, resultando num maior desgaste laboral para os operadores e custos de produção acrescidos para a empresa. Também foi verificado que existem diferenças significativas entre a duração prevista de uma OF e a duração real de uma OF. Nesse sentido, foram recolhidos dados de três OF executadas com o nome de projeto 1, projeto 2 e projeto 3, nas quais se produziram caixilhos das categorias batente e correr. No projeto 1 foram produzidas dez janelas de batente de duas folhas e uma porta de batente de uma folha.

O tempo real de produção foi de 1578 minutos e o seu tempo de produção estimado era de 1400 minutos, ou seja, ocorreu um atraso de 178 minutos, ou seja, 12,71% do *lead time* esperado. Estes atrasos impactam quer a nível orçamental como no planeamento da produção.

No projeto 2 foram produzidas cinco janelas de correr, duas janelas de batente de uma folha e uma porta de batente de uma folha, no qual o tempo real de produção correspondeu a 786 minutos, apesar de terem sido estimados 500 minutos. Ou seja, ocorreu um atraso de 286 minutos, o equivalente a uma diferença de 57,20% de tempo de atraso (mais de 1,5 vezes do tempo estimado).

No projeto 3 foram produzidas 2 portas de batente de uma folha, seis janelas de correr de duas folhas e três janelas de batente de duas folhas no qual o tempo real de produção foi de 1338 minutos, para um tempo estimado de 1100 minutos. Neste caso, ocorreu um atraso de 238 minutos (21,64% de tempo de atraso).

Foram escolhidos os três projetos descritos, pois eram os que estavam a decorrer no período de recolha dos tempos. Este ocorreu durante o mês de março do ano 2024 e os seus produtos são produtos com bastante saída, não se tratando de um produto muito específico ou personalizado. Para a realização da análise (Figura 16) foram considerados os dados sobre a duração estimada e, à data de conclusão, foi recolhida a duração real da produção das três OF. Como se pode verificar, a duração real é superior à estimada em todos os casos, o que leva a atrasos na entrega das encomendas criando, dificuldades ao planeamento da produção. Estes problemas ao nível do planeamento geram atrasos e, conseqüentemente, levam ao descontentamento dos clientes e danos na imagem da empresa.



**Figura 16.** Gráfico de análise da diferença entre duração prevista e duração real.

A ferramenta dos "5 Porquês" foi aplicada com o objetivo de identificar a causa-raiz de problemas. Para aplicar essa ferramenta, foi realizada uma observação direta dos diversos processos de produção. Isso facilita a identificação dos problemas, permitindo a aplicação do método de interrogação e o registo das causas desses mesmos problemas. Trata-se de um processo iterativo e repetitivo, que continua até que as verdadeiras causas sejam descobertas, permitindo a proposta de soluções de melhoria. Da observação direta do trabalho, foi identificado como um dos principais problemas as reclamações dos clientes relativamente aos atrasos nas entregas.

A Tabela 3 apresenta a aplicação da ferramenta dos "5 Porquês" na identificação da causa-raiz dos atrasos de produção. Após a aplicação da ferramenta verificou-se que não existem tempos de produção normalizados por processo. Assim sendo, é necessário realizar o estudo dos tempos para obter o tempo de produção padronizados dos caixilhos.

**Tabela 3.** Aplicação da ferramenta "5 Porquês" ao problema dos atrasos nas entregas.

<b>Passo</b>	<b>Razão ou Motivo</b>	<b>Porquê?</b>
<b>1</b>	Problema: Clientes reclamam atrasos nas entregas.	<b>Porque</b> existem atrasos nas entregas?
<b>2</b>	Porque existe uma data prevista que não foi cumprida.	<b>Porque</b> não foi dada uma data prevista correta?
<b>3</b>	Porque não existem tempos por processo para determinar o tempo de produção.	<b>Porque</b> não se conhecem os tempos por processo?
<b>Causa-raiz</b>	<b>Falta de tempos concretos de produção.</b>	
<b>Solução:</b> Realizar um estudo dos tempos por processo para determinar os tempos de produção para orçamentar com maior precisão datas de entrega.		

#### **4.2.2 Desconhecimento dos tempos de produção para orçamentação**

Um segundo problema diz respeito à dificuldade de orçamentação dos pedidos dos clientes, uma vez que são desconhecidos os tempos de produção, o que dificulta a definição de prazos de conclusão da obra e, conseqüentemente, a definição de custos efetivos dos trabalhos a executar.

A Tabela 4 apresenta a aplicação da ferramenta dos "5 Porquês" na identificação da causa-raiz do desajuste dos orçamentos em relação à duração dos trabalhos a executar nos projetos específicos. Após a aplicação da ferramenta verificou-se que a causa-raiz está também relacionada com a falta de tempos de produção por processo. Assim sendo, é necessário realizar o estudo dos tempos de forma a fornecer ao departamento comercial dados com maior precisão sobre os custos de produção associados aos vários produtos.

**Tabela 4.** Aplicação da ferramenta "5 Porquês" ao problema de orçamentos não ajustados com a duração dos trabalhos a executar.

<b>Passo</b>	<b>Razão ou Motivo</b>	<b>Porquê?</b>
<b>1</b>	<b>Problema:</b> Prazo dos orçamentos desajustados com a duração dos trabalhos a executar.	<b>Porque</b> existem orçamentos em que os valores não estão proporcionais aos trabalhos a executar?
<b>2</b>	Porque são estipulados tempos informais para a execução dos processos.	<b>Porque</b> são estipulados tempos informais para a execução dos processos?
<b>3</b>	Porque não existem tempos por processo para determinar o tempo de produção.	<b>Porque</b> não existem tempos por processo para determinar o tempo de produção?
<b>Causa-raiz</b>	<b>Falta de tempos padronizados de produção.</b>	
<b>Solução:</b> Realizar um estudo dos tempos por processo para determinar com maior precisão os tempos de produção e os custos associados.		

#### 4.2.3 Necessidade de constituição de *stocks* de matéria-prima

Os *stocks* das matérias-primas são constituídos consoante a necessidade de disponibilidade imediata de cada produto. No entanto, a empresa tem necessidade de constituição de *stock* de alguns dos artigos de matéria-prima. No caso do alumínio faz-se *stock* constante do sistema de batente sem rutura térmica com a designação de “BTF” do fornecedor Lousalu com os acabamentos lacados branco e *noir 200 sablé*. O motivo pelo qual são feitos *stocks* deste tipo de produtos consiste na necessidade de preencher pequenas vagas existentes no processo de produção através de pequenas encomendas de um ou dois caixilhos.

Outro sistema de batente para o qual é constituído *stock* é um sistema de rutura térmica com a designação de “Alas 60”. Este sistema, com os mesmos acabamentos do sistema sem rutura térmica, também é fornecido pela Lousalu. O motivo pelo qual existe *stock* deste artigo deve-se à sua elevada procura e, neste caso, a disponibilidade do produto confere uma maior rapidez na entrega, tornando-se um fator fundamental no mercado atual.

Também é feito o *stock* de perfis *standard* utilizados em remates ou personalizações os quais podem ser cantoneiras ou tubos. Também é feito *stock* de perfis completos ou em pontas provenientes de sobras de encomendas anteriores, que são usados com frequência devido ao seu sistema e acabamento.

Relativamente ao vidro e ao PVC não é efetuado *stock*, ou seja, todas as compras são feitas consoante a necessidade da encomenda.

O *stock* de acessórios é dividido em três categorias: parafusos, ferragens dos sistemas e elementos de vedação na instalação. Os parafusos utilizados dispõem de várias medidas e formatos, cada um com a sua utilização. O seu *stock* é definido conforme a quantidade da embalagem – quando é realizada uma encomenda para repor o *stock* a quantidade da encomenda é sempre uma embalagem. São armazenadas medidas com utilização constante seja para a produção interna ou para instalação dos caixilhos.

O *stock* das ferragens *standard* com utilização constante aplicadas nos sistemas de alumínio é dividido em duas categorias, ferragens de cor e sem cor com aplicação em vários sistemas.

O armazenamento dos elementos de vedação na instalação é composto por silicone de várias cores, cola e veda nas cores branco e preto e espuma de poliuretano flexível e própria para a instalação de janelas.

Todas as restantes matérias-primas utilizadas são encomendadas consoante as necessidades das OF.

Por vezes, existem falhas de perfis ou ferragens durante o decorrer dos processos produtivos. Estas falhas devem-se a falta de comunicação entre o colaborador que faz a recolha das últimas unidades de matéria-prima e o colaborador que faz a encomenda das matérias-primas. Quando são elaboradas as OF devem ser analisadas as quantidades de matérias-primas necessárias e quais as quantidades disponíveis em *stock*.

## 5. Propostas de melhoria e plano de ações implementado

Neste capítulo apresentam-se as propostas de melhoria e o plano de ação implementado de acordo com a Tabela 5, a qual corresponde à aplicação da matriz 5W2H ao contexto de desenvolvimento da presente dissertação.

**Tabela 5.** Aplicação da matriz 5W2H na identificação das propostas de melhoria.

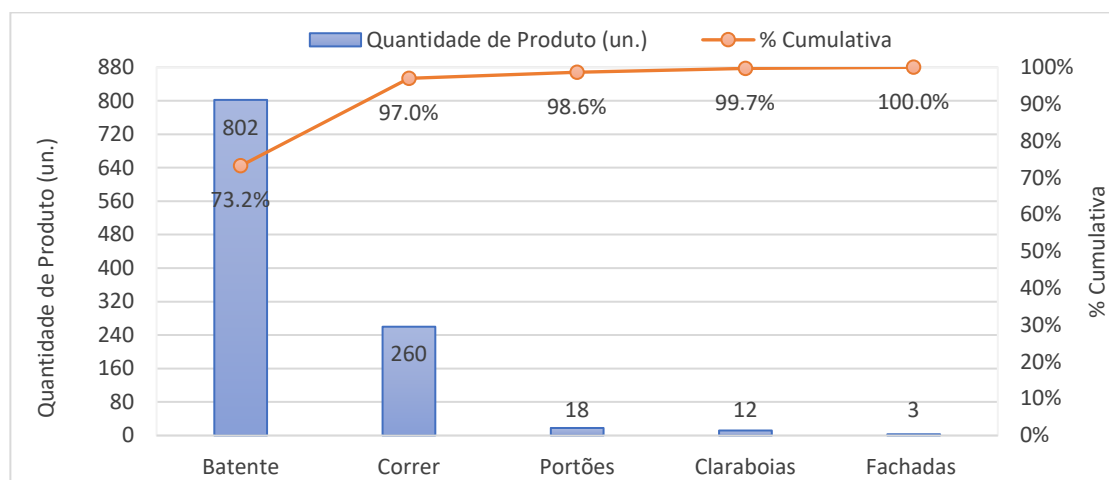
Matriz 5W2H						
5W					2H	
<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>Who</i>	<i>When</i>	<i>How</i>	<i>How much</i>
Fazer levantamento dos processos produtivos envolvidos na fabricação das diferentes categorias de produtos.	Para perceber os tempos de fabrico de um produto, é necessário identificar as sequências de operações.	DP	AC	Set. – nov. 2023	Através da observação dos processos produtivos, sistematizar todas as operações e a sua sequência e tipologia (operação manual/ automática).	0 €
Implementação de estudo dos tempos para determinar os tempos de produção para auxiliar o planeamento da produção.	Necessário registar a duração dos processos e operações, de forma a determinar tempos normalizados para planificação da produção e orçamentação	DP	AC	Nov. 2023 – mar. 2024	Implementar a técnica de cronometragem para a determinação dos tempos de operação manual considerando a aplicação da escala de <i>Westinghouse</i> e determinar os tempos automáticos de máquina.	0 €
Automatização da operação do centro de trabalho CNC.	Necessidade de identificação das variáveis das mecanizações e perfis. Facilitar a utilização do equipamento. Existência de um gargalo na operação.	DP	AC	Mai. – jun. 2024	Criar uma ligação entre o <i>software</i> de orçamentação e o <i>software</i> do centro de trabalho, permitindo a emissão de etiqueta com a informação associada às mecanizações a efetuar.	0 €
Definição do procedimento sistematizado de orçamentação.	É necessário identificar as variáveis da orçamentação para que estes permitam <i>lead times</i> próximos à realidade.	DP	AC	Abr. – mai. 2024	Criar e definir sistemática de planificação da produção. Criar cartões <i>Kanban</i> de apoio à produção Implementar ficha de controlo de produção.	0 €
Definição de proposta de alteração de <i>layout</i> do rés-do-chão	Necessidade de aumentar a área disponível ao processo de montagem.	DP	AC	Jun. – jul. 2024	Redistribuir os equipamentos de CNC, prensa e Maquinação 2 pelo <i>layout</i> .	0 €

DP – Departamento de Produção; AC – Aníbal Campelo

## 5.1. Seleção de produtos para o estudo de tempos

Como foi determinado anteriormente na matriz 5W2H e na ferramenta dos “5 porquês” é necessária a determinação dos tempos de produção padronizados, de forma a melhorar o planejamento e determinar prazos (e consequentemente custos) mais próximos aos reais.

Não sendo possível realizar o estudo dos tempos da produção para todas as tipologias de artigos produzidas na Outizal, foi necessário perceber quais as quantidades de caixilhos produzidos em cada categoria, de forma a selecionar quais os artigos com maior impacto na produção. Foi efetuada uma análise das 5 categorias de artigos produzidos em 2023. Após essa análise, foi determinado que os produtos da categoria “batente” foram os mais produzidos em 2023, representando um valor de 73,2% da produção anual. A segunda categoria com maior percentagem é a categoria de “correr” com 23,8%, como se pode verificar na Figura 17. Desta forma, o estudo dos tempos foi direcionado para as categorias “batente” com 3 produtos distintos e para a categoria “correr” com 1 produto.



**Figura 17.** Análise de produtos produzidos no ano 2023 com base no princípio de Pareto.

Na categoria “batente”, os três produtos escolhidos foram no Sistema COR-70 e nas tipologias janela de uma folha, janela de duas folhas e porta de uma folha com fechadura de três pontos. Já na categoria “correr” foi escolhido o produto no Sistema B.055 e na tipologia janela de correr de duas folhas. Foram escolhidos três produtos da categoria “batente” e apenas um da categoria “correr”, devido aos resultados obtidos na análise de artigos produzidos no ano 2023 e o seu impacto em proporção na produção da Outizal.

## 5.2. Cronometragem de tempos e determinação do fator de atividade

Em primeiro lugar foram efetuadas cronometragens preliminares ( $n'$ ), para os produtos selecionados no capítulo 5.1, em que na categoria “batente” foi selecionado a janela COR-70 de 1 folha, a janela COR-70 de duas folhas e a porta COR-70 de uma folha. Já na categoria “correr” foi selecionado a janela B.055 de duas folhas.

De forma a explicar o procedimento de cálculo efetuado, a título exemplificativo, são apresentados os registos de tempo da Tabela 6 que correspondem aos dados recolhidos para o produto janela COR-70 de uma folha da categoria batente. Este procedimento foi efetuado para todos os produtos selecionados. Para os restantes três produtos as tabelas podem ser consultadas no Apêndice 1.

Foi realizado um estudo de forma a determinar o número de cronometragens a efetuar apenas para os processos que envolvem equipamento e operador. As considerações de cálculo para a determinação no número de cronometragens a efetuar são apresentadas no Apêndice 2.

Alguns dos processos, por serem automáticos, não foram cronometrados, pois deve ser considerado apenas o tempo de máquina, o qual corresponde a um valor fixo e constante. Para esses processos, não é efetuado o cálculo do desvio-padrão do tempo operacional.

Nesse sentido, foram tomadas como cronometragens necessárias as identificadas para os processos manuais, o que corresponde a cinco cronometragens. Como este valor não foi superior ao número de cronometragens preliminares, não foi necessário efetuar mais cronometragens. O valor foi obtido através da equação (1) presente no capítulo 2.3.1. Então, foi possível apurar que as cinco cronometragens realizadas eram as necessárias para determinar o tempo *standard* em todos os processos dos diferentes produtos.

A Tabela 6 foi elaborada de forma a conter toda a informação recolhida das cronometragens esta é utilizada nos passos seguintes para determinar os tempos normalizados por processo e o tempo de produção *standard* dos produtos selecionados. Assim, são mencionados na tabela dados como, o fabricante do sistema, o sistema a tipologia do caixilho, número de folhas, secção das operações a realizar, a sua descrição, o equipamento que realiza a operação, a quantidade em que é realizada no caixilho, a duração unitária, duração total, a identificação do operador que realizou a operação e o tempo total das operações.



**Tabela 6.** Cronometragens para o produto janela COR-70 uma Folha da categoria “batente”.

Descrição Caixilho																		
Fabricante		Sistema			Tipologia											Folhas		
Cortizo		COR-70			Janela de Batente											1		
				Cronometragem 1			Cronometragem 2			Cronometragem 3			Cronometragem 4			Cronometragem 5		
Secção	Descrição	Equipamento	Quantidade	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário
Corte	Corte Aro	Máq. Corte 2 Cabeças	4	0,75	3,00	Aníbal	0,75	3,00	Aníbal	0,75	3,00	Aníbal	0,75	3,00	Aníbal	0,75	3,00	Aníbal
Corte	Corte Folhas	Máq. Corte 2 Cabeças	4	0,75	3,00	Aníbal	0,75	3,00	Aníbal	0,75	3,00	Aníbal	0,75	3,00	Aníbal	0,75	3,00	Aníbal
Corte	Corte Soleira Condensação	Máq. Corte 2 Cabeças	1	0,70	0,70	Aníbal	0,70	0,70	Aníbal	0,70	0,70	Aníbal	0,70	0,70	Aníbal	0,70	0,70	Aníbal
Maquinação	Cunhagem Esquadros Aro	Prensa+ Cunho	8	0,47	3,76	António	0,47	3,76	António	0,47	3,76	Luís	0,47	3,76	Bruno	0,47	3,76	Bruno
Maquinação	Cunhagem Esquadros Folha	Prensa+ Cunho	8	0,50	4,00	António	0,50	4,00	António	0,50	4,00	Luís	0,50	4,00	Bruno	0,50	4,00	Bruno
Maquinação	Mecanização Ferragem	Centro de Trabalho	1	0,47	0,47	Aníbal	0,47	0,47	Aníbal	0,47	0,47	Aníbal	0,47	0,47	Aníbal	0,47	0,47	Aníbal
Maquinação	Descargas de Água Aro	Centro de Trabalho	1	3,03	3,03	Aníbal	3,03	3,03	Aníbal	3,03	3,03	Aníbal	3,03	3,03	Aníbal	3,03	3,03	Aníbal
Maquinação	Descargas de Água Folha	Centro de Trabalho	2	0,50	1,00	Aníbal	0,50	1,00	Aníbal	0,50	1,00	Aníbal	0,50	1,00	Aníbal	0,50	1,00	Aníbal
Maquinação	Descargas de Água Soleira	Centro de Trabalho	1	0,62	0,62	Aníbal	0,62	0,62	Aníbal	0,62	0,62	Aníbal	0,62	0,62	Aníbal	0,62	0,62	Aníbal
Maquinação	Furos para Fixação	Centro de Trabalho	2	0,67	1,34	Aníbal	0,67	1,34	Aníbal	0,67	1,34	Aníbal	0,67	1,34	Aníbal	0,67	1,34	Aníbal
Montagem	Aplicação de Vedantes Aro	Manual	8	0,92	7,36	António	1,00	8,00	Luís	1,00	8,00	Luís	1,00	8,00	Bruno	1,08	8,64	Bruno
Montagem	Aplicação de Vedantes Folha	Manual	8	0,83	6,64	António	0,92	7,36	Luís	0,83	6,64	Luís	0,83	6,64	Bruno	0,92	7,36	Bruno
Montagem	Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	Manual	8	2,50	20,00	António	2,50	20,00	Luís	2,50	20,00	Luís	2,50	20,00	Bruno	2,25	18,00	Bruno
Montagem	Aplicação de Ferragens	Manual/Máq. Varetas	1	18,00	18,00	António	17,00	17,00	Luís	17,00	17,00	Luís	17,50	17,50	Bruno	17,50	17,50	Bruno
Montagem	Corte e Aplicação de Bites	Máq. Corte 1 Cabeça	4	2,25	9,00	António	2,08	8,32	Luís	2,08	8,32	Luís	2,17	8,68	Bruno	2,08	8,32	Bruno
Montagem	Aplicação de Vidros	Manual	1	5,00	5,00	António	5,00	5,00	Luís	4,50	4,50	Luís	5,00	5,00	Bruno	4,70	4,70	Bruno
Acabamento	Limpeza e Afinação	Manual	2	1,17	2,34	António	1,25	2,50	Luís	1,17	2,34	Luís	1,25	2,50	Bruno	1,25	2,50	Bruno
Total				89,26 (min)			89,10 (min)			87,72 (min)			89,24 (min)			87,94 (min)		

Após a análise do número de cronometragens a realizar, procedeu-se à determinação do FA nos processos onde existe variações dos tempos devido ao fator de mão-de-obra aplicada pelos operadores envolvidos. Para tal, foi implementada uma classificação de *Westinghouse* onde foram avaliadas as capacidades dos operadores como se pode consultar para o exemplo da cronometragem na Tabela 7. Com esses dados foi possível apurar o FA para cada processo utilizando a equação (3) presente no capítulo 2.3.2.

Por sua vez, ao ter disponíveis dados como o FA e o tempo medido consegue-se obter o TN dos processos recorrendo à equação (2) presente no capítulo 2.3.2. Como exemplo podem-se consultar os valores para a primeira cronometragem, do produto janela COR-70 uma folha da categoria batente na Tabela 7. As restantes análises de atribuição dos FA atribuídos com base na observação direta do trabalho podem ser consultadas no Apêndice 3. Genericamente, considerando a experiência profissional de todos os colaboradores da Outizal, em termos de destreza e eficiência, pode-se afirmar que estes desempenham as operações de trabalho ao nível de referência. Todavia, o critério de aplicação física, sobretudo ao nível de concentração e foco no trabalho, foi considerado um desempenho com classificação inferior, tendo sido aplicada uma classificação de (-2) neste critério.

**Tabela 7.** Exemplo de classificação *Westinghouse*/FA/TO/TN por processo na primeira cronometragem para o produto Janela COR-70 1 folha da categoria “batente”.

Batente Janela COR-70 1F						
Cronometragem 1						
Processo	Classificação			FA	Tempos medidos (min)	TN
	Destreza	Eficiência	Aplicação física			
Aplicação de Vedantes Aro	0	0	-2	98	0,92	0,90
Aplicação de Vedantes Folha	0	0	-2	98	0,83	0,81
Aplicação de Selante Esquadros/Montagem	0	0	-2	98	2,50	2,45
Aplicação de Ferragens	0	0	-2	98	15,00	14,70
Corte e Aplicação de Bites	0	0	-2	98	2,25	2,21
Aplicação de Vidros	0	0	-2	98	5,00	4,90
Limpeza e Afinação	0	0	-2	98	1,17	1,15

### 5.3. Determinação dos tempos normalizados por operação

No capítulo anterior foi possível determinar o FA de cada processo em cada cronometragem. Com esses dados foi então determinado o TN médio de cada processo nos vários produtos. Para os processos automáticos como o equipamento é o fator condicionante para a duração do processo o TN é a média dos cinco tempos de máquina recolhidos. Nos processos manuais em que o desempenho do operador é o fator determinante para a duração do projeto, foram recolhidos os TN das tabelas apresentadas no Apêndice 2 onde foi aplicado o FA e calculado o TN.

O cálculo do TN de cada processo foi efetuado de acordo com a equação (2) no capítulo 2.3.2, tendo por base a média dos tempos de cada processo associado a cada produto.

Na Tabela 8 é possível consultar o TN de cada um dos processos do produto janela COR-70 1F da categoria batente. Como é possível verificar os tempos dos processos automáticos tem uma duração reduzida, inferior a um minuto, com exceção do processo “Descargas de Água Aro”, onde a sua duração é superior a três minutos devido às várias mecanizações efetuadas no decorrer do processo.

**Tabela 8.** TN médio por processo para a janela COR-70 1 Folha na categoria “batente”.

<b>Batente - Janela COR-70 1F</b>		
	Designação dos processos	TN (minutos)
Processos Automáticos	Corte Aro	0,75
	Corte Folhas	0,75
	Corte Soleira Condensação	0,7
	Cunhagem Esquadros Aro	0,47
	Cunhagem Esquadros Folha	0,50
	Mecanização Ferragem	0,47
	Descargas de Água Aro	3,03
	Descargas de Água Folha	0,5
	Descargas de Água Soleira	0,62
	Furos para Fixação	0,67
Processos Manuais	Aplicação de Vedantes Aro	1
	Aplicação de Vedantes Folha	0,87
	Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	2,41
	Aplicação de Ferragens	14,88
	Corte e Aplicação de Bites	2,21
	Aplicação de Vidros	4,91
	Limpeza e Afinação	1,17

Nos processos manuais existe uma variabilidade superior, pois o processo tem tarefas com complexidades diferentes, com especial destaque para a aplicação de ferragens em que a sua complexidade é superior e o resultado está refletido no TN.

Na Tabela 9 é possível consultar o TN de cada um dos processos do produto Janela COR-70 2F da categoria “batente”, estes valores são iguais aos da Tabela 8, pois os processos desempenhados são iguais aos do produto Janela COR-70 1F.

**Tabela 9.** TN médio por processo Janela COR-70 2 Folhas na categoria “batente”.

		<b>Batente - Janela COR-70 2F</b>	
		Designação dos processos	TN (minutos)
Processos Automáticos		Corte Aro	0,75
		Corte Folhas	0,75
		Corte Soleira Condensação e Inversor	0,70
		Cunhagem Esquadros Aro	0,47
		Cunhagem Esquadros Folha	0,50
		Mecanização Ferragem	0,47
		Descargas de Água Aro	3,03
		Descargas de Água Folha	0,50
		Descargas de Água Soleira	0,62
		Furos para Fixação	0,67
Processos Manuais		Aplicação de Vedantes Aro	0,99
		Aplicação de Vedantes Folha	0,88
		Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	2,29
		Aplicação de Ferragens	14,74
		Corte e Aplicação de Bites	2,22
		Aplicação de Vidros	4,86
		Limpeza e Afinação	1,16

Na Tabela 10 é possível consultar o TN de cada um dos processos do produto porta COR-70 1F da categoria “batente”. Como é possível verificar, o tempo do processo mecanização do processo de ferragem, destaca-se dos restantes tempos automáticos devido à complexidade e quantidade de mecanizações realizadas.

**Tabela 10.** TN médio por processo porta COR-70 1 Folha na categoria “batente”.

		<b>Batente - Porta COR-70 1F</b>		
		Designação dos processos	TN (minutos)	
Processos Automáticos		Corte Aro	0,75	
		Corte Folhas	0,75	
		Corte Soleira e Pingadeira	0,70	
		Cunhagem Esquadros Aro	0,47	
		Cunhagem Esquadros Folha	0,50	
		Mecanização Ferragem	12,50	
		Furação Pingadeira	1,20	
		Descargas de Água Folha	0,50	
		Descargas Água Soleira	0,62	
		Furos para Fixação	0,67	
	Processos Manuais		Aplicação de Vedantes Aro	0,95
			Aplicação de Vedantes Folha	0,87
		Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	2,62	
		Aplicação de Ferragens	14,42	
		Corte e Aplicação de Bites	2,05	
		Aplicação de Vidros	5,81	
		Limpeza e Afinação	1,20	

Na Tabela 11 é possível consultar o TN de cada um dos processos do produto janela B.055 2F da categoria “correr”. Como é possível analisar, o processo Descarga de Água aro tem uma duração superior quando comparado com os tempos dos restantes produtos. Tal deve-se à largura superior do perfil e no qual é necessário realizar mecanizações para conduzir as águas, desde a face interna até à face externa. Também foi possível verificar o elevado tempo do processo aplicação de vidros. Este deve-se ao facto de que os processos manuais associados a este produto serem mais simplificados.

**Tabela 11.** TN médio por processo janela B.055 2 folhas na categoria “correr”.

		<b>Correr - Janela B.055 2F</b>	
		Designação dos processos	TN (minutos)
Processos	Automáticos	Corte Aro	0,75
		Corte Folhas	0,75
		Corte Inversores	0,70
		Cunhagem Esquadros Aro	0,47
		Cunhagem Esquadros Folha	0,50
		Cunhagem Inversor	0,47
		Descargas de Água Folha	0,47
		Descargas de Água Aro	3,03
		Fecho Multiponto	0,50
		Furos para Fixação	0,67
Processos	Manuais	Aplicação de Vedantes Aro	0,58
		Aplicação de Pelúcia Folha e Inversor	0,51
		Aplicação de Calhas de Rodízio	1,54
		Aplicação de Ferragens nas Folhas	2,85
		Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	2,09
		Aplicação de Vidros	5,17
		Limpeza e Afinação	0,84

#### **5.4. Tempos normalizados por processo e por produto**

Com a determinação do TN médio por processo, foram então consideradas as quantidades necessárias de cada operação para determinar o TN para produção do caixilho.

Na Tabela 12 é possível analisar a quantidade de operações em que cada processo é executado para produzir o produto janela COR-70 1F pode-se verificar que existe variabilidade das quantidades entre processos, devendo-se às diferentes quantidades dos vários perfis utilizados.

Na Tabela 13 é possível analisar diferentes quantidades em vários processos executados para produzir o produto janela COR-70 2F, a justificação para essas alterações está relacionada com a tipologia do caixilho, o qual dispõe de duas folhas. Aumentado a quantidade de perfis utilizados.

**Tabela 12.** TN médio do processo/Quantidade/ TN total do processo e TN do produto para o produto Janela COR-70 1 folha da categoria “batente”.

<b>Batente - Janela COR-70 1F</b>				
		Designação dos processos	Quantidade (unidade)	Total TN (minutos)
Processos Automáticos		Corte Aro	4	3,00
		Corte Folhas	4	3,00
		Corte Soleira Condensação	1	0,70
		Cunhagem Esquadros Aro	8	3,76
		Cunhagem Esquadros Folha	8	4,00
		Mecanização Ferragem	1	0,47
		Descargas de Água Aro	1	3,03
		Descargas de Água Folha	2	1,00
		Descargas de Água Soleira	1	0,62
		Furos para Fixação	2	1,34
Processos Manuais		Aplicação de Vedantes Aro	8	8,02
		Aplicação de Vedantes Folha	8	6,94
		Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	8	19,25
		Aplicação de Ferragens	1	14,88
		Corte e Aplicação de Bites	4	8,82
		Aplicação de Vidros	1	4,91
		Limpeza e Afinação	2	2,34

**Tabela 13.** TN médio do processo/Quantidade/ TN total do processo e TN do produto para o produto Janela COR-70 2 folhas da categoria “batente”.

<b>Batente - Janela COR-70 2F</b>				
		Designação dos processos	Quantidade (unidade)	Total TN (minutos)
Processos Automáticos		Corte Aro	4	3,00
		Corte Folhas	8	6,00
		Corte Soleira Condensação e Inversor	2	1,40
		Cunhagem Esquadros Aro	8	3,76
		Cunhagem Esquadros Folha	16	8,00
		Mecanização Ferragem	1	0,47
		Descargas de Água Aro	1	3,03
		Descargas de Água Folha	4	2,00
		Descargas de Água Soleira	1	0,62
		Furos para Fixação	2	1,34
Processos Manuais		Aplicação de Vedantes Aro	8	7,94
		Aplicação de Vedantes Folha	16	14,02
		Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	13	29,78
		Aplicação de Ferragens	2	29,48
		Corte e Aplicação de Bites	8	17,74
		Aplicação de Vidros	2	9,72
		Limpeza e Afinação	2	2,32

Na Tabela 14 pode-se analisar a quantidade em que cada processo é executado para produzir o produto porta COR-70 1F. Pode verificar-se uma similaridade de quantidades com a janela COR-70 1F pois apesar de ser produtos de tipologias diferentes estes contêm uma composição semelhante.

**Tabela 14.** TN médio do processo/Quantidade/ TN total do processo e TN do produto para o produto Porta COR-70 1 folha da categoria “batente”.

<b>Batente - Porta COR-70 1F</b>				
		Designação dos processos	Quantidade (unidade)	Total TN (minutos)
<b>Processos Automáticos</b>		Corte Aro	3	2,25
		Corte Folhas	4	3,00
		Corte Soleira Condensação	2	1,40
		Cunhagem Esquadros Aro	4	1,88
		Cunhagem Esquadros Folha	8	4,00
		Mecanização Ferragem	1	12,50
		Descargas de Água Aro	1	3,03
		Descargas de Água Folha	2	1,00
		Descargas de Água Soleira	1	0,62
		Furos para Fixação	2	1,34
<b>Processos Manuais</b>		Aplicação de Vedantes Aro	3	2,86
		Aplicação de Vedantes Folha	8	6,94
		Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	8	20,97
		Aplicação de Ferragens	1	14,42
		Corte e Aplicação de Bites	4	8,22
		Aplicação de Vidros	1	5,81
		Limpeza e Afinação	2	2,41

Na Tabela 15 pode-se verificar o TN para as quantidades de operações que são necessárias para produzir o artigo janela B.055 2F da categoria correr. Neste caso existem quantidades que se destacam comparativamente com outros produtos, como por exemplo, a Cunhagem Esquadros Folha, sendo necessários cerca de 20 operações. Na produção deste artigo existem processos com mais do que uma execução no mesmo perfil. Acresce ainda o facto de que esta janela é composta por duas folhas.



**Tabela 15.** TN médio do processo/Quantidade/ TN total do processo e TN do produto para o produto Janela B.055 2 folhas da categoria “correr”.

<b>Correr - Janela B.055 2F</b>				
		<b>Designação dos processos</b>	<b>Quantidade (unidade)</b>	<b>Total TN (minutos)</b>
<b>Processos Automáticos</b>		Corte Aro	4	3,00
		Corte Folhas	8	6,00
		Corte Inversores	2	1,34
		Cunhagem Esquadros Aro	8	6,72
		Cunhagem Esquadros Folha	20	6,72
		Cunhagem Inversor	2	1,88
		Descargas de Água Aro	1	3,03
		Descargas de Água Folha	2	2,00
		Fecho Multiponto	2	1,24
		Furos para Fixação	6	1,34
<b>Processos Manuais</b>		Aplicação de Vedantes Aro	6	3,48
		Aplicação de Pelúcia Folha e Inversor	12	5,09
		Aplicação de Calhas de Rodízio	2	3,09
		Aplicação de Ferragens nas Folhas	2	5,70
		Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	12	29,21
		Aplicação de Vidros	2	10,33
		Limpeza e Afinação	3	2,51

## 5.5. Tempo de produção standard

Os resultados referentes ao TN do produto obtidos forneceram dados que possibilitam determinar os tempos standard de cada produto nas duas categorias estudadas. Aplicando a equação (4) presente no capítulo 2.3.2 e um FT de 5% para pequenos imprevistos que possam surgir e a fadiga básica (Pinto, 2019), foi obtido o tempo standard de cada produto que pode ser consultado na Tabela 16.

Estes valores determinados dos tempos de produção standard podem ser transmitidos para o departamento comercial para uma determinação precisa do custo e prazo de produção de cada produto e apresentar orçamentos com rigor. A base de dados dos tempos standard podem também ser transmitidos ao departamento industrial, contribuindo para a melhoria do PPCP, fornecendo informações sobre a duração da produção de cada encomenda.

**Tabela 16.** TN e Tempo standard dos produtos.

<b>Produto</b>	<b>Tempo Normalizado (minutos)</b>	<b>Tempo Standard (minutos)</b>
Batente Janela COR-70 1F	86,94	91,52
Batente Janela COR-70 2F	139,93	147,29
Batente Porta COR-70 1F	89,82	94,55
Correr Janela B.055 2F	92,69	97,57

É de salientar que, para além dos dados recolhidos, ficou preparada uma base de dados para determinação dos tempos standard de novos produtos, melhorando o desempenho operacional da empresa, face à necessidade de desenvolvimento de novos produtos.

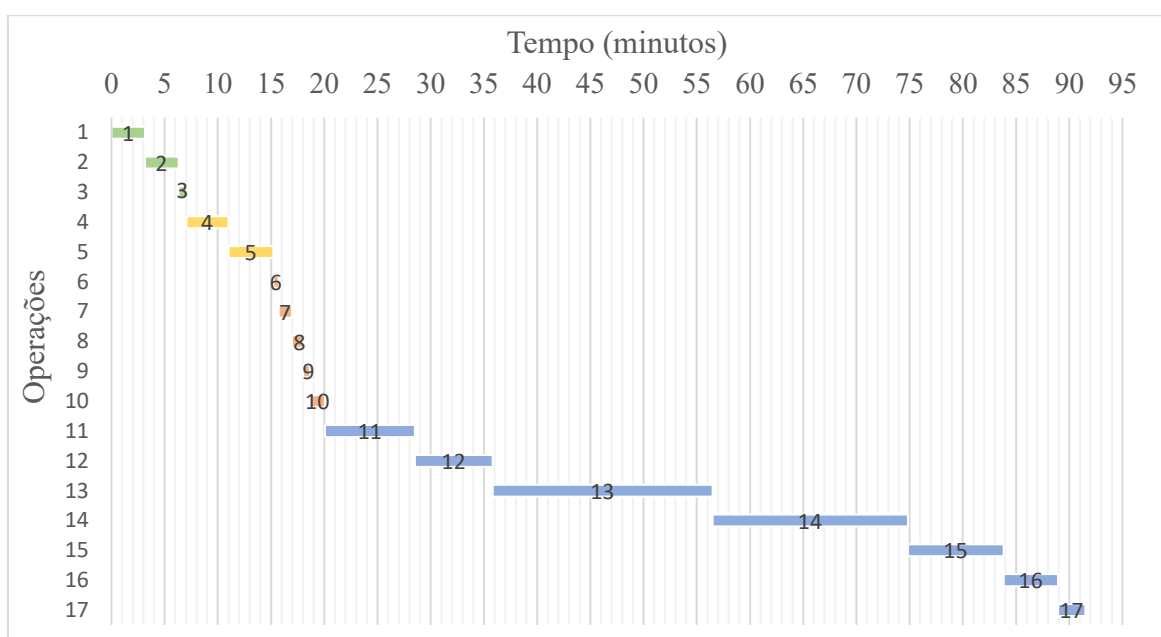
De forma a estimar o tempo de produção, procedeu-se à elaboração de três tabelas de precedências, de modo a perceber quais os processos que dependem da conclusão de outros e quais podem ser executados simultaneamente. Também foram adicionadas cores aos equipamentos de forma a identificar as restrições existentes pelo facto de apenas existir um equipamento com o qual são realizados diversos processos, limitando a redução do tempo total de fabrico dos produtos. Na Tabela 17 são apresentadas as relações de precedência para a produção dos artigos janela COR-70 1F e 2F.

**Tabela 17.** Relações de precedências para os produtos janela COR-70 da categoria “batente”.

<b>Nº</b>	<b>Equipamento usado</b>	<b>Processo</b>	<b>Precedências</b>
1	Máquina de corte de duas cabeças	Corte Aro	-
2		Corte Folhas	-
3		Corte Soleira Condensação	-
4	Prensa	Cunhagem Esquadros Aro	1
5		Cunhagem Esquadros Folha	2
6	Centro de trabalho	Mecanização Ferragem	2
7		Descargas de Água Aro	1
8		Descargas de Água Folha	2
9		Descargas de Água Soleira	3
10		Furos para Fixação	1
11	Manual	Aplicação de Vedantes Aro	7 e 10
12		Aplicação de Vedantes Folha	8
13		Aplicação de Selante Esquadros/Montagem	11 e 12
14	Manual + Máq. Corte Varetas	Aplicação de Ferragens	13
15	Man.+ Máq. Corte uma Cab.	Corte e Aplicação de Bites	12
16	Manual	Aplicação de Vidros	15
17		Limpeza e Afinação	16

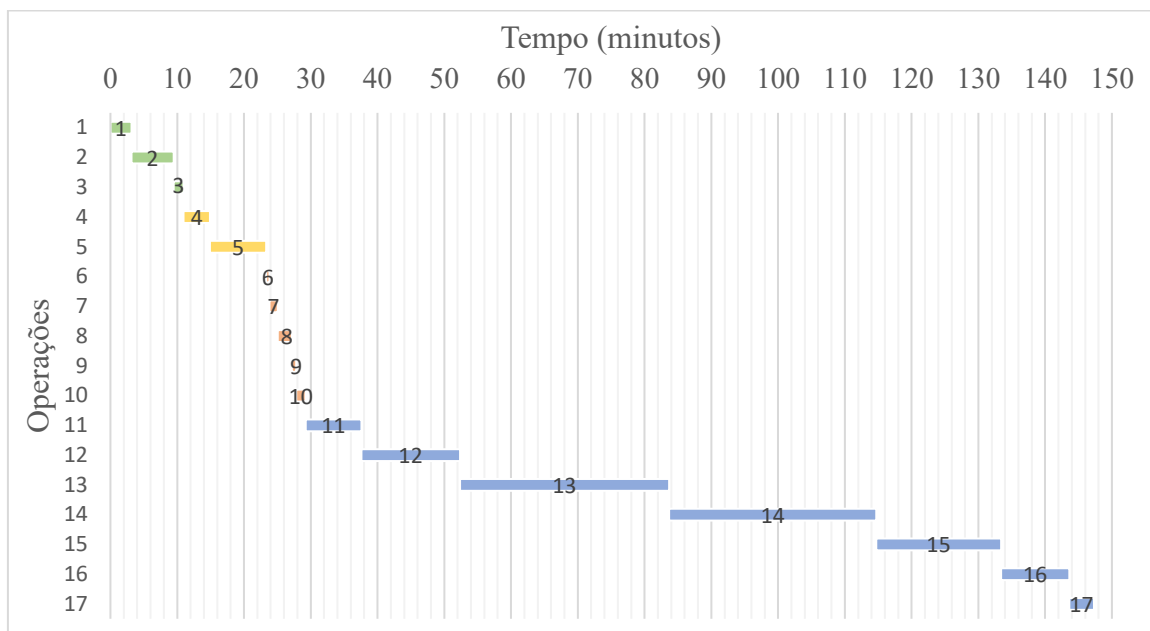
Neste caso da janela COR-70 1F e 2F, foi possível verificar que todos os equipamentos realizam mais do que um processo. Nos processos manuais, a sua execução está a cargo de apenas um operador levando a que seja impossível a execução de mais do que um processo em simultâneo.

Com a criação da Tabela 17, foi possível elaborar um *Gantt* a Figura 18 de forma a ter uma visão gráfica do sequenciamento dos diferentes processos produtivos associados à produção do artigo janela COR-70 1F. Com a tipo de produção atual, em que vários processos automáticos são realizados por um equipamento e um operador é responsável por executar os processos manuais associados aos diferentes produtos, foi verificado que não existem processos a decorrer ao mesmo tempo em nenhum dos produtos. Também foi determinado que o seu tempo de produção é de 91,52 minutos.



**Figura 18.** *Gantt* da produção da janela COR-70 1 Folha da categoria “batente”.

Na análise do *Gantt* da Figura 19 foi verificado que as durações das operações 1 a 11 e a 17 são curtas, mas as operações 12 a 16 são longas derivado à tipologia do artigo conter duas folhas. Contribuindo para um aumento substancial do tempo de produção do artigo. Foi verificado um tempo de produção total do artigo janela COR-70 2F de 147,29 minutos.



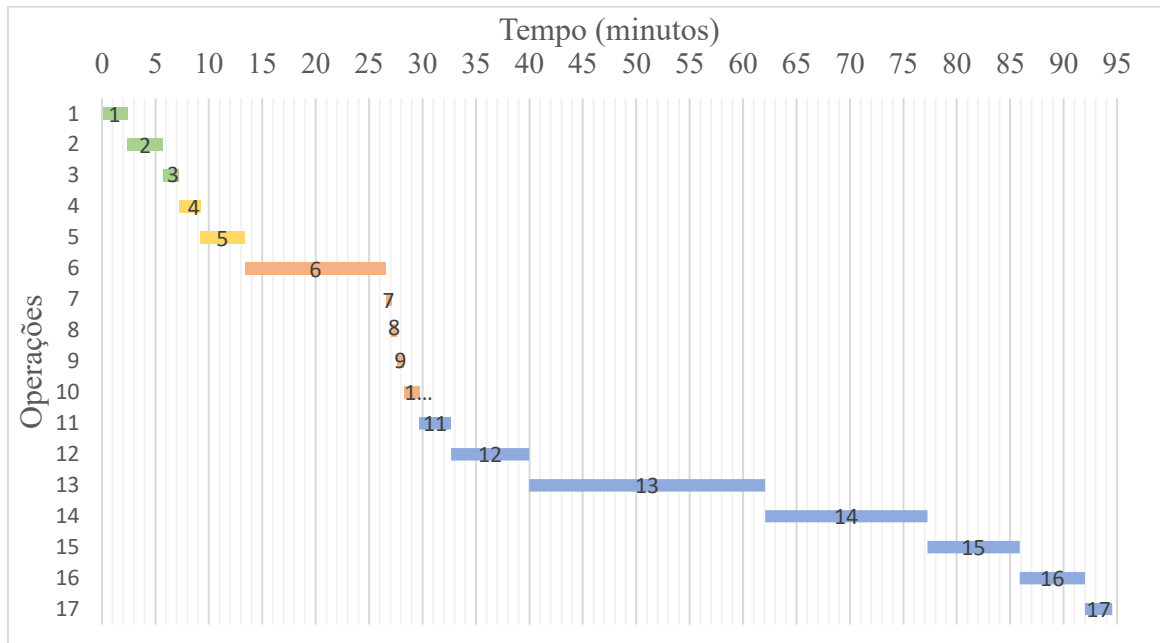
**Figura 19.** Gantt da produção da janela COR-70 2 Folhas da categoria “batente”.

Na Tabela 18 são apresentadas as precedências para a produção do artigo porta COR-70 1F da categoria “batente”. Comparativamente com a Tabela 17 foi possível verificar que o equipamento máquina de corte de varetas não foi utilizado, apesar de os produtos pertencerem à mesma categoria existem processos diferentes.

**Tabela 18.** Tabela de precedências para o produto porta COR-70 da categoria “batente”.

Nº	Equipamento Usado	Processo	Precedências
1	Máquina de corte de duas cabeças	Corte Aro	-
2		Corte Folhas	-
3		Corte Soleira/ Pingadeira	-
4	Prensa	Cunhagem Esquadros Aro	1
5		Cunhagem Esquadros Folha	2
6	Centro de trabalho	Mecanização Ferragem	2
7		Furação Pingadeira	3
8		Descargas de Água Folha	2
9		Descargas de Água Soleira	3
10		Furos para Fixação	1
11	Manual	Aplicação de Vedantes Aro	4 e 10
12		Aplicação de Vedantes Folha	8
13		Aplicação de Selante Esquadros/Montagem	11 e 12
14		Aplicação de Ferragens	13
15	Manual/ Máq. De corte uma cab.	Corte e Aplicação de Bites	12
16	Manual	Aplicação de Vidros	15
17		Limpeza e Afinação	16

Na análise do *Gantt* da Figura 20 foi verificada uma distribuição não uniforme do tempo dos processos do produto porta COR-70 1F. Destacam-se as operações 6, 13, 14 e 15 com uma duração superior as restantes. Foi verificado um tempo de produção total do artigo porta COR-70 1F de 94,55 minutos.



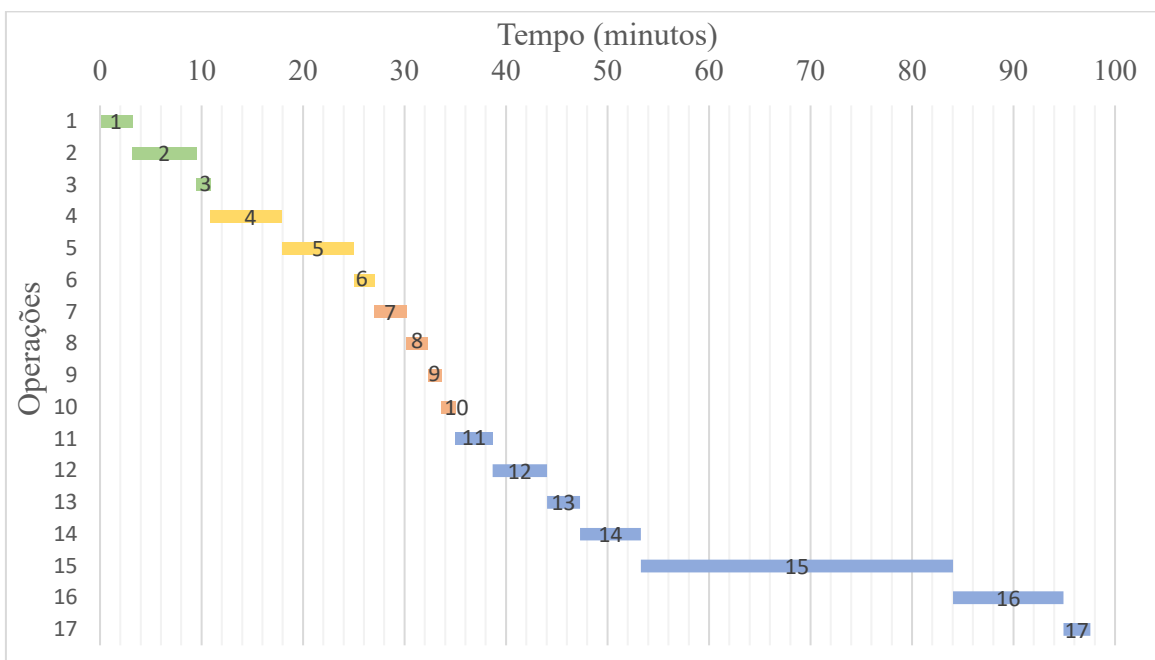
**Figura 20.** *Gantt* da produção da porta COR-70 1 Folha da categoria “batente”.

Na Tabela 19 apresentam-se as precedências para a produção do artigo janela B.055 2F da categoria “correr”, nesta comparativamente com os artigos anteriores foi possível verificar uma distribuição de equipamentos diferente, onde acrescentou-se um processo à prensa e retirado um ao manual.

Na análise do *Gantt* da Figura 21 foi verificada uma distribuição mais uniforme do tempo dos processos com a exceção da operação 15 com uma duração superior as restantes. Foi verificado um tempo de produção total do artigo janela B.055 2F de 97,57 minutos.

**Tabela 19.** Tabela de precedências para o produto janela B.055 2F da categoria “correr”.

Nº	Equipamento Usado	Processo	Precedências
1	Máquina de corte de duas cabeças	Corte Aro	-
2		Corte Folhas	-
3		Corte Inversores	-
4	Prensa	Cunhagem Esquadros Aro	1
5		Cunhagem Esquadros Folha	2
6		Cunhagem Inversor	3
7	Centro de trabalho	Descargas de Água Aro	1
8		Descargas de Água Folha	2
9		Fecho Multiponto	2
10		Furos para Fixação	1
11		Aplicação de Vedantes Aro	10
12	Manual	Aplicação de Pelúcia Folha e Inversor	8
13	Manual + máquina. Corte 1 cabeça	Aplicação de Calhas de Rodízio	7
14	Manual	Aplicação de Ferragens nas Folhas	12
15		Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	14
16		Aplicação de Vidros	15
17		Limpeza e Afinação	16



**Figura 21.** Gantt da produção do produto janela 2 Folhas, da categoria correr.

## 5.6. Ferramentas de apoio ao planeamento e controlo da produção

### 5.6.1. Ficha de controlo da produção

Para um controlo mais eficiente das OF, a partir do momento em que o orçamento é adjudicado, foi criada uma ficha de controlo da produção. Assim que um orçamento é adjudicado é efetuada a encomenda das matérias-primas em falta no *stock* dos armazéns. Para facilitar a gestão de toda essa informação foi criada uma ficha de controlo da produção onde é identificada a obra. Esta ficha contém campos que podem ser preenchidos com as características das matérias primas, o fornecedor, as datas de encomenda e entrega prevista e se existe um valor monetário acordado para essas matérias-primas. Como complemento, foram adicionados campos para preenchimento das durações de produção interna e de instalação. Esta ficha é possível de ser consultada no Apêndice 4.

### 5.6.2. Implementação de *Kanban* de produção

Foi criado um *Kanban* de produção para evitar atrasos na produção por ineficiência do processo de comunicação entre os operadores e o gestor de compras. Como referido anteriormente, era frequente a falta de matérias-primas por não ser comunicada a retirada das últimas unidades em *stock* por parte dos operadores.

Neste *Kanban* constam várias informações sobre o produto como se pode verificar na Figura 22. Com todas estas informações podem ser identificadas as quantidades de *stock* e assim planear a encomenda dos artigos de forma a que não chegue a ocorrer uma rutura do *stock*. Este *Kanban* é utilizado para a gestão dos perfis, ferragens e consumíveis que devem constar em armazém e que já foram referidos no capítulo 4.2.3.


	Descrição do Produto				ID do produto	
Quantidade a Encomendar			Quantidade Mínima em stock			
Fornecedor			Data Pedido			
Localização			Tempo de entrega		Data de entrega	
Secção	Coluna	Nível				

Figura 22. Cartão *Kanban* de produção.

### 5.6.3 Automatização da operação do centro de trabalho CNC

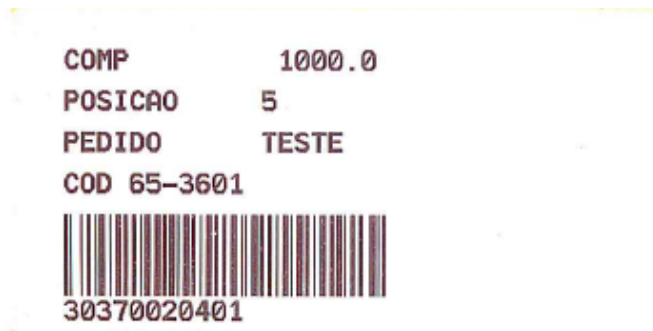
Como já explicado, o centro de trabalho CNC é o equipamento prioritário para a realização das mecanizações mais relevantes no processo produtivo. Dada a complexidade do equipamento, o seu manuseamento requer conhecimentos de utilização de *software* específico. Como a equipa produtiva da Outizal é constituída maioritariamente por elementos com o ensino básico e com uma idade superior a 45 anos, os seus conhecimentos de utilização de equipamentos informáticos são muito reduzidos ou inexistentes, estando assim a utilização deste equipamento centrada apenas num único colaborador. Desta forma, os processos realizados com este equipamento podem ser responsáveis pelos atrasos produtivos mais significativos e, em alguns projetos, representam o gargalo da produção (processo com maior tempo de ciclo).

Para a utilização deste equipamento é necessário seleccionar o programa da mecanização a utilizar e introduzir a medida do perfil. De momento o equipamento conta com uma lista de trezentos e cinquenta e cinco programas de mecanizações para os vários sistemas, devidamente organizados em pastas por sistema. De forma a resolver este problema, foi proposto e está a ser implementado um módulo no *software* que permite a ligação entre o *software* de orçamentação e o *software* do centro de trabalho CNC, transmitindo as mecanizações e a dimensão do perfil a mecanizar.

Este módulo está a ser desenvolvido de forma semelhante a um já existente, e que viabiliza a comunicação com a máquina de corte. Este permite que sejam transmitidas informações tais como medida e ângulos de corte, emitindo uma etiqueta no final do corte com a medida, o número do caixilho na encomenda, nome do cliente e referência do perfil. Complementarmente, com esta implementação, deve ser gerada uma etiqueta com um código de barras com toda a informação sobre a mecanização a realizar. A Figura 23 apresenta uma fotografia de uma das etiquetas geradas pelo sistema. Assim, qualquer operador consegue mecanizar um perfil através da passagem da etiqueta no leitor de código de barras do centro de trabalho CNC. Com esta leitura, o programa da mecanização a realizar é seleccionado e carregado automaticamente no equipamento, identificando a medida do perfil a colocar no equipamento. Desta forma, o colaborador apenas necessita de colocar e fixar o perfil no equipamento, de acordo com a posição presente no monitor.

Esta implementação, além de minimizar a ocorrência de erros de programação do equipamento e mecanizações erradas, reduz tempos sem valor acrescentado e alarga a utilização do equipamento a todos os operadores da empresa, dispensando a criação de um manual de usabilidade.





**Figura 23.** Etiqueta de informação sobre perfil e suas mecanizações.

### **5.7. Criação de sistemática para auxílio da orçamentação**

De forma a sistematizar o processo de orçamentação, foi proposto um procedimento normalizado através da criação de uma sistemática, conforme diagrama apresentado na Figura 24. A orçamentação deve ser iniciada no momento em que o responsável do departamento comercial, recebe um pedido de orçamento por parte de um cliente. O primeiro passo é entrar em contacto com o cliente e recolher as informações necessárias sobre o projeto. Nesta fase, são inseridos os dados no *software* de orçamentação de forma a obter uma lista das matérias-primas necessárias. Considerando a base de dados dos tempos normalizados desenvolvida nesta dissertação e os valores do custo homem-hora, são efetuadas as estimativas quer da duração do fabrico dos produtos como dos custos de mão-de-obra.

No caso da Outizal, o problema da orçamentação estava na contabilização das horas de mão-de-obra necessárias que, até ao momento de realização desta dissertação eram estimadas empiricamente. A determinação do tempo *standard* de produção dos caixilhos pode ser utilizada para obter valores exatos de duração e assim atribuir o custo certo de produção. Isto é possível, analisando quais as tipologias de caixilhos presentes no orçamento. Com estes dados sabe-se o tempo em minutos da produção de cada artigo, multiplica-se pelas quantidades de cada tipologia.

O custo de produção por hora traduz o custo que o trabalhador representa para a empresa e engloba, para além do salário base, todos os encargos impostos pela legislação em vigor e pelas convenções do trabalho. Os custos de utilização dos equipamentos também são incluídos no custo de produção. Com esta implementação passa-se de um custo de mão-de-obra estimado para um custo de mão-de-obra melhor ajustado à realidade. Sobre estes valores é ainda incidente a margem de lucro definida pela gestão da empresa.

Processo de análise e gestão de orçamentos para clientes ao nível financeiro

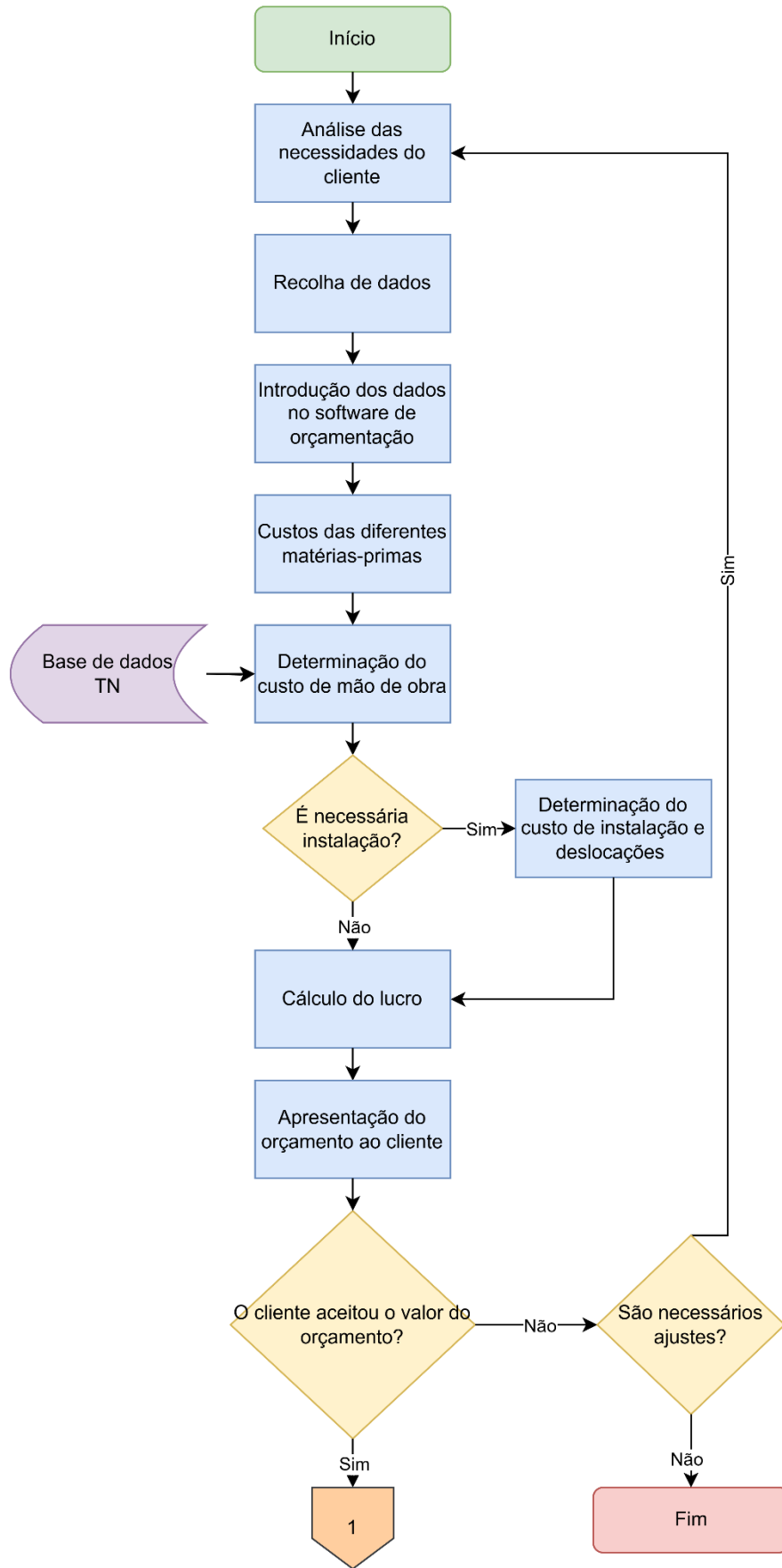


Figura 24. Processo de análise e gestão de orçamentos a nível financeiro.

Caso seja necessária instalação existe um valor definido para cada tipo de caixilho, pois os custos de instalação são iguais para caixilhos da mesma categoria. A este valor ainda é acrescentado o valor da deslocação. Também pode incluir outras despesas consoante as características da obra, nomeadamente, despesas de alimentação, seguros extra ou aluguer de equipamentos de apoio como grua ou plataforma elevatória.

Além da criação de procedimento normalizado para análise e gestão de orçamentos a nível financeiro, também se deve sistematizar a análise e gestão de orçamentos a nível do planeamento de prazo (Figura 25). Nesse sentido, no processo de consulta de fornecimento das matérias-primas devem ser identificados os prazos de entrega de forma a reunir na data conveniente todos os itens necessários à produção.

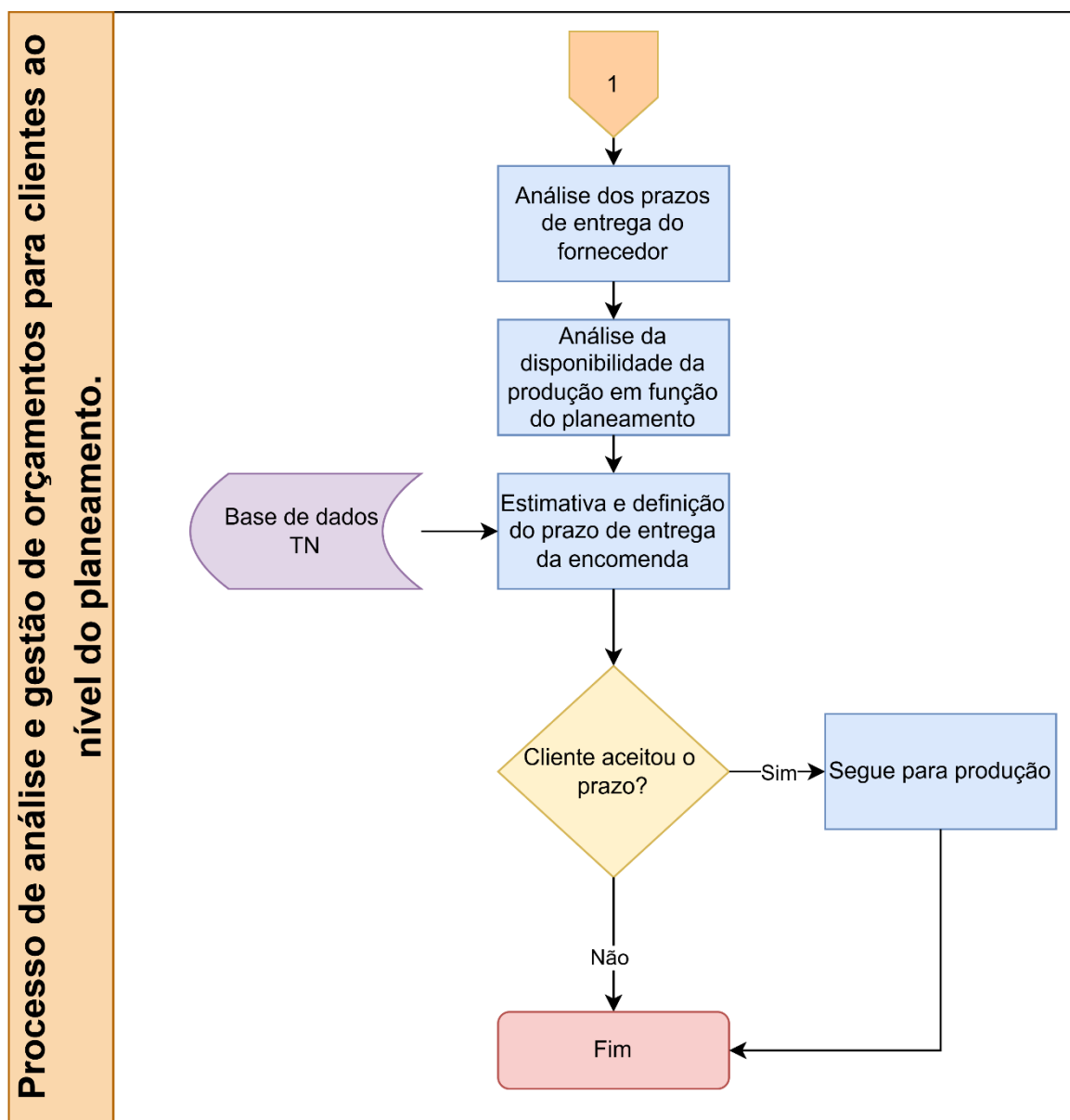


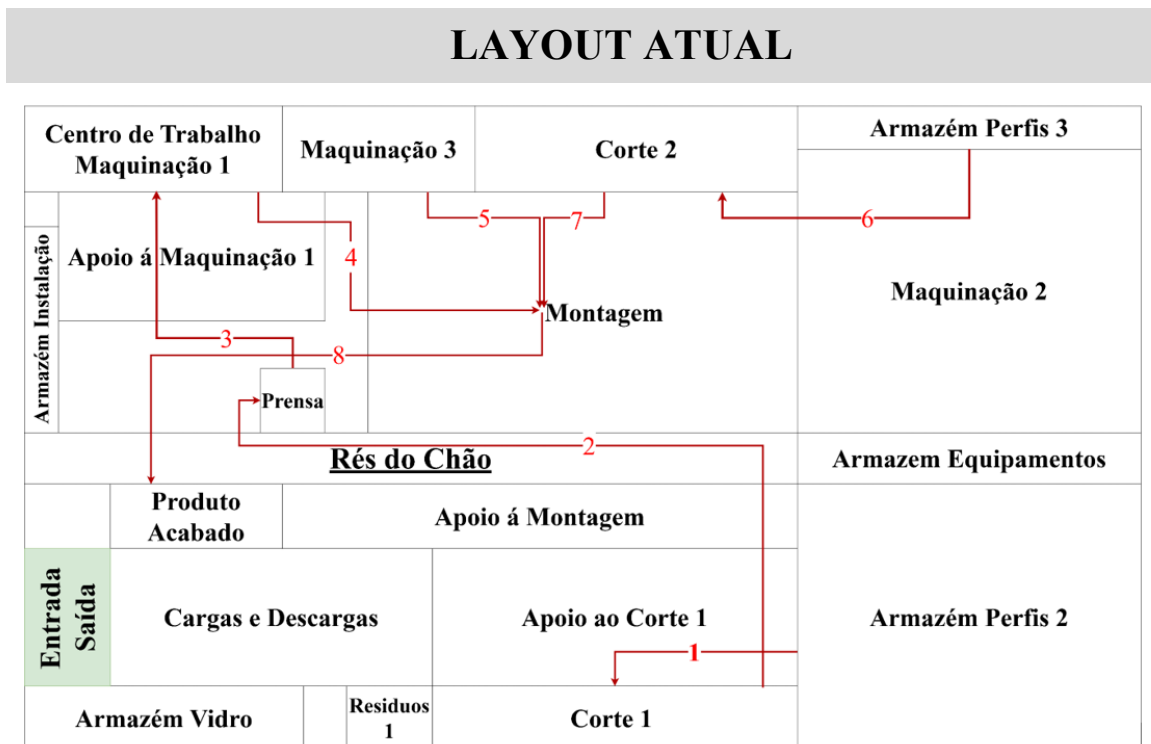
Figura 25. Processo de análise e gestão de orçamentos a nível do planeamento de prazo.

As compras devem ser assim programadas tendo em consideração a data perspectivada para iniciar a respetiva OF. Essa data depende da disponibilidade da produção em função das OF já inseridas no planeamento. Com todos estes dados pode-se assim definir um prazo de entrega que é apresentado à consideração do cliente.

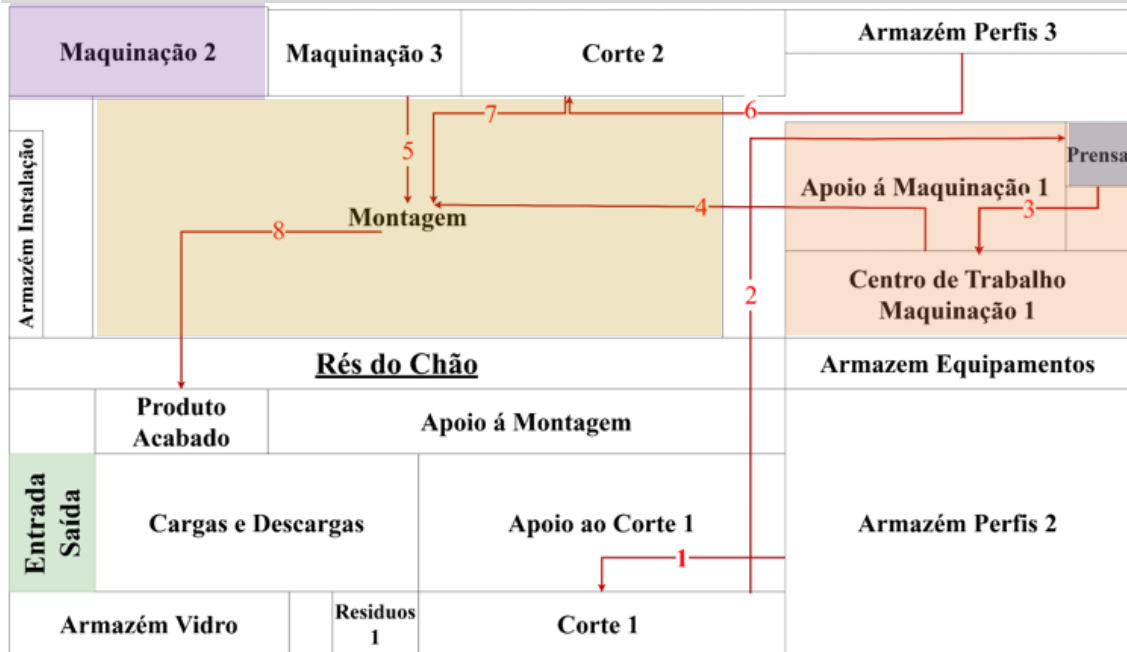
## 5.8. Definição de proposta de alteração de *layout*

No decorrer do projeto de dissertação foi verificado que existe necessidade de aumentar a área de montagem. Também foi verificado que a deslocação entre o corte e a prensa implica que seja percorrida uma longa distância, gerando perdas de tempo e movimentações de materiais excessivas dentro da área produtiva (ver Figura 26.a).

Desta forma, foi proposta uma reestruturação do *layout* do piso do rés-do-chão com a mudança de posição dos setores do centro de trabalho Maquinação 1 e a sua área de apoio (identificados na Figura 26.b a cor laranja). A localização da prensa foi também alterada (identificada na Figura 26.b a cor cinza), assim como a localização da Maquinação 2 (identificada na Figura 26.b a cor violeta). Com esta proposta, e apesar de não ter sido aplicado nenhum método de organização de layouts, é possível aumentar a área de montagem (identificada na Figura 26.b a cor amarela), sendo também alteradas as deslocações 2, 3 e 4 de forma a ficar mais curtas e menos confusas.



## PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DE LAYOUT



b)

**Figura 26.** Comparação entre: a) *layout* atual e b) proposta de alteração de *layout*.

Através da comparação do *layout* atual e da proposta de alteração é possível verificar que, com a reestruturação, passa a ser aproveitado o espaço até agora desaproveitado junto da prensa, aumentando assim a área de chão-de-fábrica destinada à montagem. Não obstante a mais valia desta análise, devido à necessidade de paragem da produção para implementação destas alterações ao *layout*, ainda não foi possível implementar esta proposta de melhoria.

## 6. Principais conclusões

Neste capítulo apresentam-se as conclusões da realização da presente dissertação, assim como algumas propostas de trabalho futuro.

### 6.1. Principais conclusões

A presente dissertação teve como principal foco a aplicação de ferramentas que permitam melhorar o PPCP de uma empresa de fabrico e montagem de trabalhos de caixilharia, fabricação de portas, janelas e elementos similares em metal.

Nesse sentido, foi aplicada a metodologia *Action Research* para a identificação de problemas e a definição de um plano de melhoria.

Previamente ao desenvolvimento da componente prática em contextualização industrial, foi revista a fundamentação teórica de apoio ao desenvolvimento desta dissertação. Esta fundamentação foi efetuada em duas partes distintas. Na primeira parte, são explicados os principais conceitos sobre o PPCP, nomeadamente, as tipologias de sistemas de produção, o planeamento no ciclo de produção, a programação da produção e, por fim, o controlo de produção. A segunda parte refere-se aos princípios *Lean Manufacturing*, à produção JIT e ao nivelamento de produção. A revisão destes conceitos foi muito importante uma vez que a Outizal é uma empresa que produz por encomenda e os produtos fabricados, em certa medida, têm alguns graus de personalização que dificultam o PPCP. A evidência desta dificuldade resultou da análise das diferenças de *lead time* de 3 projetos. Neste estudo verificou-se que o desfasamento entre o tempo estimado e o tempo real de concretização poderia ser superior a metade do tempo planeado.

Nesse sentido, o primeiro passo de concretização da dissertação passou pela identificação dos processos produtivos, sendo estes analisados na ótica de macroprocessos: macroprocesso de análise, planificação e gestão de pedidos de clientes; macroprocesso de produção interna e serviço externo.

De forma a identificar e criar um sistema de classificação das categorias de produto, tendo sido identificadas cinco principais categorias: “batente”, “correr”, “fachada”, “claraboias” e “portões”. Com base no princípio de Pareto, foi efetuada uma análise das 5 categorias de artigos produzidos pela empresa em 2023. Após essa análise, foi determinado que os produtos da categoria “batente” foram os mais produzidos, representando um valor de 73,2% da produção anual. A categoria com a segunda maior percentagem corresponde à categoria “correr”, representando 23,8%.

Como principais problemas foram identificados os atrasos da produção e dificuldades de planeamento causados pelo desconhecimento dos tempos de produção usados quer para a orçamentação como para o planeamento da produção. De igual forma, foi constatado que os processos realizados com o equipamento do centro de trabalho CNC podem ser responsáveis pelos atrasos produtivos mais significativos e, em alguns projetos, representam o gargalo da produção. Importa ainda referir a necessidade de constituição de *stocks* de matéria-prima dos artigos mais frequentemente usados na produção.

Com base nestes problemas, foi desenvolvido um plano de ação, assente sobretudo na realização de um estudo dos tempos dos processos de produção, em função da tipologia de produto. Para a concretização deste objetivo, recorreu-se à técnica de cronometragem para determinar os tempos normalizados por processo dos processos manuais que envolvem um operador. Os tempos normalizados foram definidos considerando a atribuição de uma escala de avaliação de desempenho dos operadores, a escala *Westinghouse*. Neste processo, foram também desenvolvidas folhas de registo com a indicação dos elementos como a data, identificação do colaborador, identificação do processo, campo de registo de tempos e tipologia de produto.

Com o levantamento dos tempos de produção, foi criada uma base de dados em Microsoft Excel®, recorrendo ao uso de tabelas dinâmicas para análise qualitativa dos resultados do estudo dos tempos. Definidos os tempos normalizados, assumindo um FT de 5%, foram determinados os tempos standard para 4 produtos distintos (3 da categoria “batente” e um da categoria “correr”. Com estes tempos foi assim possível elaborar diagramas de *Gantt* com a identificação dos tempos de produção *standard* para cada tipo de produto. Na sequência da criação desta informação, foi proposto um procedimento normalizado e a criação de sistemáticas para o processo de análise e gestão de orçamentos a nível financeiro e a nível planeamento de prazo.

Foi ainda proposto e está a ser implementado um módulo no *software* que permite a ligação entre o *software* de orçamentação e o *software* do centro de trabalho CNC, transmitindo as mecanizações e a dimensão do perfil a produzir de forma automática. Ou seja, é emitida uma etiqueta com código de barras que, através da sua leitura, permite que o equipamento selecione e carregue o programa de mecanização de forma automática. Esta proposta vai permitir reduzir erros produtivos e tempos de processamento.

Por último, foi ainda proposta uma alteração de *layout* do rés-do-chão de forma a aumentar a área de montagem.

## 6.2. Propostas de trabalho futuro

Considerando a análise e diagnóstico realizados, podem ainda ser identificadas algumas propostas de melhoria a serem implementadas na Outizal. Como primeira proposta de melhoria, identifica-se a concretização da reestruturação do *layout* do rés-do-chão da Outizal de acordo com as trocas assinaladas.

Do ponto de vista do PPCP, propõe-se implementar ou atualizar os sistemas ERP de forma a integrar todos os processos de produção, garantindo informações em tempo real e uma melhor visibilidade das operações. Outro aspeto interessante seria utilizar dispositivos com base na tecnologia *Internet of Things* para monitorizar equipamentos e processos em tempo real, permitindo a deteção de falhas e minimizar as paragens produtivas. Obviamente que a implementação deste tipo de tecnologia iria exigir um investimento considerável por parte da administração da empresa, sendo assim necessário um estudo sobre o retorno de investimento para a sua implementação.

Sugere-se ainda a adoção de práticas de *Lean Manufacturing*, como *Kaizen* (melhoria contínua) para identificar e eliminar desperdícios no processo de produção.



## Referências bibliográficas

- AEP, A. E. de P. (2003). Métodos e tempos Manual Pedagógico PRONACI. Publicado pela Associação Empresarial de Portugal. ISBN: 972-8702-15-9. Acedido via URL: <https://www.yumpu.com/pt/document/read/15491465/metodos-e-tempospdf>.
- Barnes, R. M. (1968). Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medida do Trabalho.
- Belekoukias, I., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, 52(18), 5346–5366. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.903348>
- Bueno, A., Godinho Filho, M., & Frank, A. G. (2020). Smart production planning and control in the Industry 4.0 context: A systematic literature review. *Computers and Industrial Engineering*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106774>
- Bures, M., & Pivodova, P. (2015). Comparison of time standardization methods on the basis of real experiment. *Procedia Engineering* 100, 100(January), 466–474. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.392>
- Carvalho, J., Guedes, A., Arantes, A., Martins, A., Póvoa, A., Luís, C., Dias, E., Dias, J., Menezes, J., Ferreira, L., Carvalho, M., Oliveira, R., Azevedo, S., & Ramos, T. (2012). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento (1a)*. Edições Sílabo, Lda.
- Conlon, C. (2016). *Productivity For Dummies*.
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin- Bonnefous, C. (2016). *Gestão da Produção (7a Edição)*. Lidel.
- Ghaleb, M., Zolfagharinia, H., & Taghipour, S. (2020). Real-time production scheduling in the Industry-4.0 context: Addressing uncertainties in job arrivals and machine breakdowns. *Computers and Operations Research*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2020.105031>
- Gupta, S., & Starr, M. (2014). *Production and Operations Management Systems*. Taylor & Francis Group, LLC.
- Ivanov, D., Sethi, S., Dolgui, A., & Sokolov, B. (2018). A survey on control theory applications to operational systems, supply chain management, and Industry 4.0. *Annual Reviews in Control*, 46, 134–147. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2018.10.014>
- Jodlbauer, H., & Strasser, S. (2019). Capacity-driven production planning. *Computers in Industry*, 113. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103126>

- Kanawaty, George., & International Labour Office. (1992). Introduction to work study. International Labour Office.
- Karacapilidis, N. I., & Pappis, C. P. (1996). Production planning and control in textile industry: A case study. *Computers in Industry*, 30(2), 127–144. [https://doi.org/10.1016/0166-3615\(96\)00038-3](https://doi.org/10.1016/0166-3615(96)00038-3)
- Klenk, E., Galka, S., & Günthner, W. A. (2015). Operating Strategies for In-Plant Milk-Run Systems. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 1882–1887. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.361>
- Lopes, J., Pimentel, B., Pinto, J., Soares, J., & Nunes, S. (2020). *Gestão da Produção e Operações: Teoria e casos práticos resolvidos (1a Edição)*. Escolar Editora.
- Matías, J. C. H., García, H. P., García, J. P., & Idoipe, A. V. (2008). Automatic generation of a bill of materials based on attribute patterns with variant specifications in a customer-oriented environment. *Journal of Materials Processing Technology*, 199(1), 431–436. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2007.08.038>
- Mohsen Alawag, A., Salah Alaloul, W., Liew, M. S., Ali Musarat, M., Baarimah, A. O., Saad, S., & Ammad, S. (2023). Critical Success Factors Influencing Total Quality Management In Industrialised Building System: A Case Of Malaysian Construction Industry. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(2), 101877. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101877>
- Pinto, J., Matias, J. C. O., Pimentel, C., Azevedo, S. G., & Govindan, K. (2018). Lean Manufacturing and Kaizen. In Springer (Ed.), *Management for Professionals: Vol. Part F628* (pp. 5–24). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-77016-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-77016-1_2)
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean (6a Edição)*. Edições Lidel.
- Pinto, J. P. (2019). *Estudo do Trabalho. CLT Value Based Publishing*.
- Satyro, W. C., Spinola, M. de M., de Almeida, C. M. V. B., Giannetti, B. F., Sacomano, J. B., Contador, J. C., & Contador, J. L. (2021). Sustainable industries: Production planning and control as an ally to implement strategy. *Journal of Cleaner Production*, 281. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124781>
- Shingo, S. (1981). *A Study of the Toyota Production System*.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Operation Management (Sixth edition)*. Pearson Publisher.

- Su, Y., & Yang, C. (2010). Why are enterprise resource planning systems indispensable to supply chain management? *European Journal of Operational Research*, 203(1), 81–94. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.07.003>
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. Mc Grow Hill publisher. ISBN:978-0-07-162507-4.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking - Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*.

# Apêndices

## Apêndice 1 – Cronometragens

Tabela 20. Cronometragens Categoria “batente” janela COR-70 2 folhas

Descrição Caixilho																		
Fabricante			Sistema				Tipologia						Folhas					
Cortizo			COR-70				Janela de Batente						2					
Secção	Descrição	Equipamento	Quantidade	Cronometragem 1			Cronometragem 2			Cronometragem 3			Cronometragem 4			Cronometragem 5		
				Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário
Corte	Corte Aro	Máq. Corte 2 Cabeças	4	0,75	3,00	Aníbal	0,75	3,00	Aníbal	0,75	3,00	Aníbal	0,75	3,00	Aníbal	0,75	3,00	Aníbal
Corte	Corte Folhas	Máq. Corte 2 Cabeças	8	0,75	6,00	Aníbal	0,75	6,00	Aníbal	0,75	6,00	Aníbal	0,75	6,00	Aníbal	0,75	6,00	Aníbal
Corte	Corte Soleira Condensação	Máq. Corte 2 Cabeças	2	0,70	1,40	Aníbal	0,70	1,40	Aníbal	0,70	1,40	Aníbal	0,70	1,40	Aníbal	0,70	1,40	Aníbal
Maquinação	Cunhagem Esquadros Aro	Prensa+ Cunho	8	0,47	3,76	António	0,47	3,76	António	0,47	3,76	Luís	0,47	3,76	Luís	0,47	3,76	Bruno
Maquinação	Cunhagem Esquadros Folha	Prensa+ Cunho	16	0,50	8,00	António	0,50	8,00	António	0,5	8,00	Luís	0,50	8,00	Luís	0,50	8,00	Bruno
Maquinação	Mecanização Ferragem	Centro de Trabalho	1	0,47	0,47	Aníbal	0,47	0,47	Aníbal	0,47	0,47	Aníbal	0,47	0,47	Aníbal	0,47	0,47	Aníbal
Maquinação	Descargas de Água Aro	Centro de Trabalho	1	3,03	3,03	Aníbal	3,03	3,03	Aníbal	3,03	3,03	Aníbal	3,03	3,03	Aníbal	3,03	3,03	Aníbal
Maquinação	Descargas de Água Folha	Centro de Trabalho	4	0,50	2,00	Aníbal	0,50	2,00	Aníbal	0,5	2,00	Aníbal	0,50	2,00	Aníbal	0,50	2,00	Aníbal
Maquinação	Descargas de Água Soleira	Centro de Trabalho	1	0,62	0,62	Aníbal	0,62	0,62	Aníbal	0,62	0,62	Aníbal	0,62	0,62	Aníbal	0,62	0,62	Aníbal
Maquinação	Furos para Fixação	Centro de Trabalho	2	0,67	1,34	Aníbal	0,67	1,34	Aníbal	0,67	1,34	Aníbal	0,67	1,34	Aníbal	0,67	1,34	Aníbal
Montagem	Aplicação de Vedantes Aro	Manual	8	1,00	8,00	António	0,92	7,36	António	1	8,00	Luís	1,00	8,00	Luís	1,08	8,64	Bruno
Montagem	Aplicação de Vedantes Folha	Manual	16	0,92	14,72	António	0,92	14,72	António	0,92	14,72	Luís	0,83	13,28	Luís	0,83	13,28	Bruno
Montagem	Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	Manual	13	2,50	32,50	António	2,30	29,90	António	2,25	29,25	Luís	2,25	29,25	Luís	2,25	29,25	Bruno
Montagem	Aplicação de Ferragens	Manual/Máq. Varetas	2	15,00	30,00	António	15,33	30,66	António	15,5	31,00	Luís	14,50	29,00	Luís	14,00	28,00	Bruno
Montagem	Corte e Aplicação de Bites	Máq. Corte 1 Cabeça	8	2,25	18,00	António	2,25	18,00	António	2,17	17,36	Luís	2,17	17,36	Luís	2,33	18,64	Bruno
Montagem	Aplicação de Vidros	Manual	2	5,00	10,00	António	5,00	10,00	António	4,5	9,00	Luís	5,00	10,00	Luís	5,00	10,00	Bruno
Acabamento	Limpeza e Afinação	Manual	2	1,17	2,34	António	1,25	2,50	António	1,17	2,34	Luís	1,08	2,16	Luís	1,17	2,34	Bruno
Total				145,18 (min)			142,76 (min)			141,29 (min)			138,67 (min)			139,77 (min)		

**Tabela 21.** Cronometragens categoria “batente” porta COR-70 1 folha

Descrição Caixilho																						
Fabricante		Sistema			Tipologia											Folhas						
Cortizo		COR-70			Porta de Batente											1						
				Cronometragem 1			Cronometragem 2			Cronometragem 3			Cronometragem 4			Cronometragem 5						
Secção	Descrição	Equipamento	Quantidade	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário				
Corte	Corte Aro	Máq. Corte 2 Cabeças	3	0,75	2,25	Aníbal	0,75	2,25	Aníbal	0,75	2,25	Aníbal	0,75	2,25	Aníbal	0,75	2,25	Aníbal				
Corte	Corte Folhas	Máq. Corte 2 Cabeças	4	0,80	3,20	Aníbal	0,80	3,20	Aníbal	0,80	3,20	Aníbal	0,80	3,20	Aníbal	0,80	3,20	Aníbal				
Corte	Corte Soleira e Pingadeira	Máq. Corte 2 Cabeças	2	0,70	1,40	Aníbal	0,70	1,40	Aníbal	0,70	1,40	Aníbal	0,70	1,40	Aníbal	0,70	1,40	Aníbal				
Maquinação	Cunhagem Esquadros Aro	Prensa+ Cunho	4	0,47	1,88	Bruno	0,47	1,88	António	0,47	1,88	Luís	0,47	1,88	Bruno	0,47	1,88	Luís				
Maquinação	Cunhagem Esquadros Folha	Prensa+ Cunho	8	0,50	4,00	Bruno	0,50	4,00	António	0,50	4,00	Luís	0,50	4,00	Bruno	0,50	4,00	Luís				
Maquinação	Mecanização Ferragem	Centro de Trabalho	1	12,50	12,50	Aníbal	12,50	12,50	Aníbal	12,50	12,50	Aníbal	12,50	12,50	Aníbal	12,50	12,50	Aníbal				
Maquinação	Descargas de Água Aro	Centro de Trabalho	1	3,50	3,50	Aníbal	3,50	3,50	Aníbal	3,50	3,50	Aníbal	3,50	3,50	Aníbal	3,50	3,50	Aníbal				
Maquinação	Descargas de Água Folha	Centro de Trabalho	2	0,50	1,00	Aníbal	0,50	1,00	Aníbal	0,50	1,00	Aníbal	0,50	1,00	Aníbal	0,50	1,00	Aníbal				
Maquinação	Descargas de Água Soleira	Centro de Trabalho	1	0,62	0,62	Aníbal	0,62	0,62	Aníbal	0,62	0,62	Aníbal	0,62	0,62	Aníbal	0,62	0,62	Aníbal				
Maquinação	Furos para Fixação	Centro de Trabalho	2	0,67	1,34	Aníbal	0,67	1,34	Aníbal	0,67	1,34	Aníbal	0,67	1,34	Aníbal	0,67	1,34	Aníbal				
Montagem	Aplicação de Vedantes Aro	Manual	3	0,92	2,76	Bruno	1,00	3,00	António	1,00	3,00	Luís	0,92	2,76	Bruno	0,92	2,76	Luís				
Montagem	Aplicação de Vedantes Folha	Manual	8	0,92	7,36	Bruno	0,92	7,36	António	0,83	6,64	Luís	0,83	6,64	Bruno	0,83	6,64	Luís				
Montagem	Aplicação de Selante Esquadros/Montagem	Manual	8	2,50	20,00	Bruno	2,75	22,00	António	2,67	21,36	Luís	2,50	20,00	Bruno	2,67	21,36	Luís				
Montagem	Aplicação de Ferragens	Manual/Máq. Varetas	1	14,00	14,00	Bruno	14,00	14,00	António	15,00	15,00	Luís	14,00	14,00	Bruno	15,00	15,00	Luís				
Montagem	Corte e Aplicação de Bites	Máq. Corte 1 Cabeça	4	2,00	8,00	Bruno	2,00	8,00	António	2,00	8,00	Luís	2,08	8,32	Bruno	2,17	8,68	Luís				
Montagem	Aplicação de Vidros	Manual	1	6,00	6,00	Bruno	6,00	6,00	António	5,50	5,50	Luís	5,50	5,50	Bruno	6,00	6,00	Luís				
Acabamento	Limpeza e Afinação	Manual	2	1,17	2,34	Bruno	1,25	2,50	António	1,17	2,34	Luís	1,25	2,50	Bruno	1,17	2,34	Luís				
Total					92,15	(min)	94,55			(min)	93,53			(min)	91,41			(min)	94,47			(min)

**Tabela 22.** Cronometragens categoria “correr” janela B.055 2 Folhas

Descrição Caixilho																		
Fabricante		Sistema			Tipologia											Folhas		
Lousalu		B.055			Janela de Correr											2		
				Cronometragem 1			Cronometragem 2			Cronometragem 3			Cronometragem 4			Cronometragem 5		
Secção	Descrição	Equipamento	Quantidade	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário	Dur. Uni (min)	Duração (min)	Id. Funcionário
Corte	Corte Aro	Máq. Corte 2 Cabeças	4	0,75	3,00	Aníbal	0,75	3,00	Aníbal	0,75	3,00	Aníbal	0,75	3,00	Aníbal	0,75	3,00	Aníbal
Corte	Corte Folhas	Máq. Corte 2 Cabeças	8	0,75	6,00	Aníbal	0,75	6,00	Aníbal	0,75	6,00	Aníbal	0,75	6,00	Aníbal	0,75	6,00	Aníbal
Corte	Corte Inversores	Máq. Corte 2 Cabeças	2	0,67	1,34	Aníbal	0,67	1,34	Aníbal	0,67	1,34	Aníbal	0,67	1,34	Aníbal	0,67	1,34	Aníbal
Maquinação	Cunhagem Esquadros Aro	Prensa+ Cunho	8	0,42	3,36	Luí	0,42	3,36	Bruno	0,42	3,36	Luí	0,42	3,36	Luí	0,42	3,36	Luí
Maquinação	Cunhagem Esquadros Folha	Prensa+ Cunho	20	0,42	8,40	Luí	0,42	8,40	Bruno	0,42	8,40	Luí	0,42	8,40	Luí	0,42	8,40	Luí
Maquinação	Cunhagem Guia Inversor	Centro de Trabalho	2	0,47	0,94	Aníbal	0,47	0,94	Aníbal	0,47	0,94	Aníbal	0,47	0,94	Aníbal	0,47	0,94	Aníbal
Maquinação	Descargas de Água Aro	Centro de Trabalho	4	3,03	12,12	Aníbal	3,03	12,12	Aníbal	3,03	12,12	Aníbal	3,03	12,12	Aníbal	3,03	12,12	Aníbal
Maquinação	Descargas de Água Folha	Centro de Trabalho	2	0,5	1,00	Aníbal	0,5	1,00	Aníbal	0,5	1,00	Aníbal	0,5	1,00	Aníbal	0,5	1,00	Aníbal
Maquinação	Fecho Multiponto	Centro de Trabalho	2	0,62	1,24	Aníbal	0,62	1,24	Aníbal	0,62	1,24	Aníbal	0,62	1,24	Aníbal	0,62	1,24	Aníbal
Montagem	Furos para Fixação	Centro de Trabalho	6	0,67	4,02	Aníbal	0,67	4,02	Aníbal	0,67	4,02	Aníbal	0,67	4,02	Aníbal	0,67	4,02	Aníbal
Montagem	Aplicação de Vedantes Aro	Manual	12	0,58	6,96	Luí	0,58	6,96	Bruno	0,58	6,96	Luí	0,6	7,20	Luí	0,58	6,96	Luí
Montagem	Aplicação de Pelúcia Folha e Inve	Manual	2	0,5	1,00	Luí	0,56	1,12	Bruno	0,5	1,00	Luí	0,5	1,00	Luí	0,5	1,00	Luí
Montagem	Aplicação de Calhas de Rodízio	Manual	2	1,5	3,00	Luí	1,5	3,00	Bruno	1,5	3,00	Luí	1,67	3,34	Luí	1,6	3,20	Luí
Montagem	Aplicação de Ferragens nas Folh	Manual/Máq. Varetas	12	2,83	33,96	Luí	2,83	33,96	Bruno	2,67	32,04	Luí	3	36,00	Luí	3	36,00	Luí
Montagem	Aplicação de Selante/Esquadros/Mor	Máq. Corte 1 Cabeça	2	2,25	4,50	Luí	2	4,00	Bruno	2,08	4,16	Luí	2	4,00	Luí	2,17	4,34	Luí
Montagem	Aplicação de Vidros	Manual	2	5,5	11,00	Luí	5	10,00	Bruno	5	10,00	Luí	5,5	11,00	Luí	5	10,00	Luí
Acabamento	Limpeza e Afinação	Manual	3	0,8	2,40	Luí	0,83	2,49	Bruno	0,92	2,76	Luí	0,83	2,49	Luí	0,83	2,49	Luí
Total				104,24 (min)			102,95 (min)			101,34 (min)			106,45 (min)			105,41 (min)		

## Apêndice 2 – Determinação do número de cronometragens

Tabela 23. Cálculos dos parâmetros das cronometragens

Batente				
Janela COR-70 1 Folha				
Cronometragem	Processo	Tempo (min)	Processo	Tempo (min)
1	Aplicação de Vedantes Aro	0,92	Apli. de Selante/Esq./Mont.	2,50
2	Aplicação de Vedantes Aro	1,00	Apli. de Selante/Esq./Mont.	2,50
3	Aplicação de Vedantes Aro	1,00	Apli. de Selante/Esq./Mont.	2,50
4	Aplicação de Vedantes Aro	1,00	Apli. de Selante/Esq./Mont.	2,50
5	Aplicação de Vedantes Aro	1,08	Apli. de Selante/Esq./Mont.	2,25
	Média Tempos Amostra	1,00	Média Tempos Amostra	2,45
	Desvio Padrão	0,057	Desvio Padrão	0,112
	Intervalo de Confiança	0,95	Intervalo de Confiança	0,95
	Erro Máximo	0,05	Erro Máximo	0,05
	Valor de Z para área	1,96	Valor de Z para área	1,96
	NF	4,92	NF	3,20
Cronometragem	Processo	Tempo (min)	Processo	Tempo (min)
1	Apli. de Vedantes Folha	0,83	Apli. de Ferragens nas Folhas	18,00
2	Apli. de Vedantes Folha	0,92	Apli. de Ferragens nas Folhas	17,00
3	Apli. de Vedantes Folha	0,83	Apli. de Ferragens nas Folhas	17,00
4	Apli. de Vedantes Folha	0,83	Apli. de Ferragens nas Folhas	17,50
5	Apli. de Vedantes Folha	0,92	Apli. de Ferragens nas Folhas	17,50
	Média Tempos Amostra	0,87	Média Tempos Amostra	17,40
	Desvio Padrão	0,049	Desvio Padrão	0,418
	Intervalo de Confiança	0,95	Intervalo de Confiança	0,95
	Erro Máximo	0,05	Erro Máximo	0,05
	Valor de Z para área	1,96	Valor de Z para área	1,96
	NF	4,98	NF	0,89
Cronometragem	Processo	Tempo (min)	Processo	Tempo (min)
1	Corte e Aplicação de Bites	2,25	Aplicação de Vidros	5,00
2	Corte e Aplicação de Bites	2,08	Aplicação de Vidros	5,00
3	Corte e Aplicação de Bites	2,08	Aplicação de Vidros	4,50
4	Corte e Aplicação de Bites	2,17	Aplicação de Vidros	5,00
5	Corte e Aplicação de Bites	2,08	Aplicação de Vidros	4,70
	Média Tempos Amostra	2,13	Média Tempos Amostra	4,84
	Desvio Padrão	0,077	Desvio Padrão	0,230
	Intervalo de Confiança	0,95	Intervalo de Confiança	0,95
	Erro Máximo	0,05	Erro Máximo	0,05
	Valor de Z para área	1,96	Valor de Z para área	1,96
	NF	1,98	NF	3,48

Cronometragem	Processo	Tempo (min)		
1	Limpeza e Afinação	1,17		
2	Limpeza e Afinação	1,25		
3	Limpeza e Afinação	1,17		
4	Limpeza e Afinação	1,25		
5	Limpeza e Afinação	1,25		
	Média Tempos Amostra	1,22		
	Desvio Padrão	0,044		
	Intervalo de Confiança	0,95		
	Erro Máximo	0,05		
	Valor de Z para área	1,96		
	NF	1,99		

Batente				
Janela COR-70 2 Folhas				
Cronometragem	Processo	Tempo (min)	Processo	Tempo (min)
1	Apli. de Vedantes Aro	1,00	Apl. de Selante/Esq./Mont.	2,50
2	Apli. de Vedantes Aro	0,92	Apl. de Selante/Esq./Mont.	2,30
3	Apli. de Vedantes Aro	1,00	Apl. de Selante/Esq./Mont.	2,25
4	Apli. de Vedantes Aro	1,00	Apl. de Selante/Esq./Mont.	2,25
5	Apli. de Vedantes Aro	1,08	Apl. de Selante/Esq./Mont.	2,25
	Média Tempos Amostra	1,00	Média Tempos Amostra	2,31
	Desvio Padrão	0,057	Desvio Padrão	0,108
	Intervalo de Confiança	0,95	Intervalo de Confiança	0,95
	Erro Máximo	0,05	Erro Máximo	0,05
	Valor de Z para área	1,96	Valor de Z para área	1,96
	NF	4,92	NF	3,38
Cronometragem	Processo	Tempo (min)	Processo	Tempo (min)
1	Apli. de Vedantes Folha	0,92	Apli. de Ferragens nas Folhas	15,00
2	Apli. de Vedantes Folha	0,92	Apli. de Ferragens nas Folhas	15,33
3	Apli. de Vedantes Folha	0,92	Apli. de Ferragens nas Folhas	15,50
4	Apli. de Vedantes Folha	0,83	Apli. de Ferragens nas Folhas	14,50
5	Apli. de Vedantes Folha	0,83	Apli. de Ferragens nas Folhas	14,00
	Média Tempos Amostra	0,88	Média Tempos Amostra	14,87
	Desvio Padrão	0,049	Desvio Padrão	0,616
	Intervalo de Confiança	0,95	Intervalo de Confiança	0,95
	Erro Máximo	0,05	Erro Máximo	0,05
	Valor de Z para área	1,96	Valor de Z para área	1,96
	NF	4,78	NF	2,64



Cronometragem	Processo	Tempo (min)	Processo	Tempo (min)
1	Corte e Aplicação de Bites	2,25	Aplicação de Vidros	5,00
2	Corte e Aplicação de Bites	2,25	Aplicação de Vidros	5,00
3	Corte e Aplicação de Bites	2,17	Aplicação de Vidros	4,50
4	Corte e Aplicação de Bites	2,17	Aplicação de Vidros	5,00
5	Corte e Aplicação de Bites	2,33	Aplicação de Vidros	5,00
	Média Tempos Amostra	2,23	Média Tempos Amostra	4,90
	Desvio Padrão	0,067	Desvio Padrão	0,224
	Intervalo de Confiança	0,95	Intervalo de Confiança	0,95
	Erro Máximo	0,05	Erro Máximo	0,05
	Valor de Z para área	1,96	Valor de Z para área	1,96
	NF	1,38	NF	3,20
Cronometragem	Processo	Tempo (min)		
1	Limpeza e Afinação	1,17		
2	Limpeza e Afinação	1,25		
3	Limpeza e Afinação	1,17		
4	Limpeza e Afinação	1,08		
5	Limpeza e Afinação	1,17		
	Média Tempos Amostra	1,17		
	Desvio Padrão	0,060		
	Intervalo de Confiança	0,95		
	Erro Máximo	0,05		
	Valor de Z para área	1,96		
	NF	4,08		

Batente				
Porta COR-70 1 Folha				
Cronometragem	Processo	Tempo (min)	Processo	Tempo (min)
1	Aplicação de Vedantes Aro	0,92	Apli. de Selante/Esq./Mont.	2,50
2	Aplicação de Vedantes Aro	1,00	Apli. de Selante/Esq./Mont.	2,75
3	Aplicação de Vedantes Aro	1,00	Apli. de Selante/Esq./Mont.	2,67
4	Aplicação de Vedantes Aro	0,92	Apli. de Selante/Esq./Mont.	2,50
5	Aplicação de Vedantes Aro	0,92	Apli. de Selante/Esq./Mont.	2,67
	Média Tempos Amostra	0,95	Média Tempos Amostra	2,62
	Desvio Padrão	0,044	Desvio Padrão	0,113
	Intervalo de Confiança	0,95	Intervalo de Confiança	0,95
	Erro Máximo	0,05	Erro Máximo	0,05
	Valor de Z para área	1,96	Valor de Z para área	1,96
	NF	3,26	NF	2,84

Cronometragem	Processo	Tempo (min)	Processo	Tempo (min)
1	Apli. de Vedantes Folha	0,92	Apli. de Ferragens nas Folhas	14,00
2	Apli. de Vedantes Folha	0,92	Apli. de Ferragens nas Folhas	14,00
3	Apli. de Vedantes Folha	0,83	Apli. de Ferragens nas Folhas	15,00
4	Apli. de Vedantes Folha	0,83	Apli. de Ferragens nas Folhas	14,00
5	Apli. de Vedantes Folha	0,83	Apli. de Ferragens nas Folhas	15,00
	Média Tempos Amostra	0,87	Média Tempos Amostra	14,40
	Desvio Padrão	0,049	Desvio Padrão	0,548
	Intervalo de Confiança	0,95	Intervalo de Confiança	0,95
	Erro Máximo	0,05	Erro Máximo	0,05
	Valor de Z para área	1,96	Valor de Z para área	1,96
	NF	4,98	NF	2,22
Cronometragem	Processo	Tempo (min)	Processo	Tempo (min)
1	Corte e Aplicação de Bites	2,00	Aplicação de Vidros	6,00
2	Corte e Aplicação de Bites	2,00	Aplicação de Vidros	6,00
3	Corte e Aplicação de Bites	2,00	Aplicação de Vidros	5,50
4	Corte e Aplicação de Bites	2,08	Aplicação de Vidros	5,50
5	Corte e Aplicação de Bites	2,17	Aplicação de Vidros	6,00
	Média Tempos Amostra	2,05	Média Tempos Amostra	5,80
	Desvio Padrão	0,075	Desvio Padrão	0,274
	Intervalo de Confiança	0,95	Intervalo de Confiança	0,95
	Erro Máximo	0,05	Erro Máximo	0,05
	Valor de Z para área	1,96	Valor de Z para área	1,96
	NF	2,08	NF	3,43
Cronometragem	Processo	Tempo (min)		
1	Limpeza e Afinação	1,17		
2	Limpeza e Afinação	1,25		
3	Limpeza e Afinação	1,17		
4	Limpeza e Afinação	1,25		
5	Limpeza e Afinação	1,17		
	Média Tempos Amostra	1,20		
	Desvio Padrão	0,044		
	Intervalo de Confiança	0,95		
	Erro Máximo	0,05		
	Valor de Z para área	1,96		
	NF	2,04		

Correr				
Janela B.055 2 Folhas				
Cronometragem	Processo	Tempo (min)	Processo	Tempo (min)
1	Aplicação de Vedantes Aro	0,58	Apli. de Calhas de Rodízio	1,50
2	Aplicação de Vedantes Aro	0,58	Apli. de Calhas de Rodízio	1,50
3	Aplicação de Vedantes Aro	0,60	Apli. de Calhas de Rodízio	1,50
4	Aplicação de Vedantes Aro	0,58	Apli. de Calhas de Rodízio	1,67
5	Aplicação de Vedantes Aro	0,58	Apli. de Calhas de Rodízio	1,60
	Média Tempos Amostra	0,58	Média Tempos Amostra	1,55
	Desvio Padrão	0,009	Desvio Padrão	0,078
	Intervalo de Confiança	0,95	Intervalo de Confiança	0,95
	Erro Máximo	0,05	Erro Máximo	0,05
	Valor de Z para área	1,96	Valor de Z para área	1,96
	NF	0,36	NF	3,87
Cronometragem	Processo	Tempo (min)	Processo	Tempo (min)
1	Apl. Pelúcia Folhas Inversor	0,50	Apl. de Ferragens nas Folhas	2,83
2	Apl. Pelúcia Folhas Inversor	0,56	Apl. de Ferragens nas Folhas	2,83
3	Apl. Pelúcia Folhas Inversor	0,50	Apl. de Ferragens nas Folhas	2,67
4	Apl. Pelúcia Folhas Inversor	0,50	Apl. de Ferragens nas Folhas	3,00
5	Apl. Pelúcia Folhas Inversor	0,50	Apl. de Ferragens nas Folhas	3,00
	Média Tempos Amostra	0,51	Média Tempos Amostra	2,87
	Desvio Padrão	0,027	Desvio Padrão	0,139
	Intervalo de Confiança	0,95	Intervalo de Confiança	0,95
	Erro Máximo	0,05	Erro Máximo	0,05
	Valor de Z para área	1,96	Valor de Z para área	1,96
	NF	4,22	NF	3,60
Cronometragem	Processo	Tempo (min)	Processo	Tempo (min)
1	Apli. de Selante/Esq./Mont.	2,25	Aplicação de Vidros	5,50
2	Apli. de Selante/Esq./Mont.	2,00	Aplicação de Vidros	5,00
3	Apli. de Selante/Esq./Mont.	2,08	Aplicação de Vidros	5,00
4	Apli. de Selante/Esq./Mont.	2,00	Aplicação de Vidros	5,50
5	Apli. de Selante/Esq./Mont.	2,17	Aplicação de Vidros	5,00
	Média Tempos Amostra	2,10	Média Tempos Amostra	5,20
	Desvio Padrão	0,109	Desvio Padrão	0,274
	Intervalo de Confiança	0,95	Intervalo de Confiança	0,95
	Erro Máximo	0,05	Erro Máximo	0,05
	Valor de Z para área	1,96	Valor de Z para área	1,96
	NF	4,16	NF	4,26

Cronometragem	Processo	Tempo (min)		
1	Limpeza e Afinação	0,80		
2	Limpeza e Afinação	0,83		
3	Limpeza e Afinação	0,92		
4	Limpeza e Afinação	0,83		
5	Limpeza e Afinação	0,83		
	Média Tempos Amostra	0,84		
	Desvio Padrão	0,045		
	Intervalo de Confiança	0,95		
	Erro Máximo	0,05		
	Valor de Z para área	1,96		
	NF	4,49		

## Apêndice 3 – Aplicação *Westinghouse*

**Tabela 24.** Aplicação do FA para a escala *Westinghouse* Janela Batente 2 Folhas Cortizo COR70

Batente COR 70 2F						
Cronometragem 1						
Processo	Classificação			FA	Tempos medidos (min)	TN
	Destreza	Eficiência	Aplicação física			
Aplicação de Vedantes Aro	0	0	-2	98	1,00	0,98
Aplicação de Vedantes Folha	0	0	-2	98	0,92	0,90
Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	0	0	-2	98	2,50	2,45
Aplicação de Ferragens	0	0	-2	98	15,00	14,70
Corte e Aplicação de Bites	0	0	-2	98	2,25	2,21
Aplicação de Vidros	0	0	-2	98	5,00	4,90
Limpeza e Afinação	0	0	-2	98	1,17	1,15

Cronometragem 2						
Processo	Classificação			FA	Tempos medidos (min)	TN
	Destreza	Eficiência	Aplicação física			
Aplicação de Vedantes Aro	0	0	-2	98	0,92	0,90
Aplicação de Vedantes Folha	0	0	-2	98	0,92	0,90
Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	0	0	-2	98	2,30	2,25
Aplicação de Ferragens	0	0	-2	98	15,33	15,02
Corte e Aplicação de Bites	0	0	-2	98	2,25	2,21
Aplicação de Vidros	0	0	-2	98	5,00	4,90
Limpeza e Afinação	0	0	-2	98	1,25	1,23

Cronometragem 3						
Processo	Classificação			FA	Tempos medidos (min)	TN
	Destreza	Eficiência	Aplicação física			
Aplicação de Vedantes Aro	0	-1,5	0	98,5	1,00	0,99
Aplicação de Vedantes Folha	0	-1,5	0	98,5	0,92	0,91
Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	0	-1,5	0	98,5	2,25	2,22
Aplicação de Ferragens	0	-1,5	0	98,5	15,50	15,27
Corte e Aplicação de Bites	0	-1,5	0	98,5	2,17	2,14
Aplicação de Vidros	0	-1,5	0	98,5	4,50	4,43
Limpeza e Afinação	0	-1,5	0	98,5	1,17	1,15

Cronometragem 4						
Processo	Classificação			FA	Tempos medidos (min)	TN
	Destreza	Eficiência	Aplicação física			
Aplicação de Vedantes Aro	0	-1,5	0	98,5	1,00	0,99
Aplicação de Vedantes Folha	0	-1,5	0	98,5	0,83	0,82
Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	0	-1,5	0	98,5	2,25	2,22
Aplicação de Ferragens	0	-1,5	0	98,5	14,50	14,28
Corte e Aplicação de Bites	0	-1,5	0	98,5	2,17	2,14
Aplicação de Vidros	0	-1,5	0	98,5	5,00	4,93
Limpeza e Afinação	0	-1,5	0	98,5	1,08	1,06

Cronometragem 5						
Processo	Classificação			FA	Tempos medidos (min)	TN
	Destreza	Eficiência	Aplicação física			
Aplicação de Vedantes Aro	0	3	0	103	1,08	1,11
Aplicação de Vedantes Folha	0	3	0	103	0,83	0,85
Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	0	3	0	103	2,25	2,32
Aplicação de Ferragens	0	3	0	103	14,00	14,42
Corte e Aplicação de Bites	0	3	0	103	2,33	2,40
Aplicação de Vidros	0	3	0	103	5,00	5,15
Limpeza e Afinação	0	3	0	103	1,17	1,21

**Tabela 25.** Aplicação do FA para a escala *Westinghouse* Porta Batente 1 Folha Cortizo COR70

Batente COR 70 Porta 1F						
Cronometragem 1						
Processo	Classificação			FA	Tempos medidos (min)	TN
	Destreza	Eficiência	Aplicação física			
Aplicação de Vedantes Aro	0	3	0	103	0,92	0,95
Aplicação de Vedantes Folha	0	3	0	103	0,92	0,95
Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	0	3	0	103	2,50	2,58
Aplicação de Ferragens	0	3	0	103	14,00	14,42
Corte e Aplicação de Bites	0	3	0	103	2,00	2,06
Aplicação de Vidros	0	3	0	103	6,00	6,18
Limpeza e Afinação	0	3	0	103	1,17	1,21

Cronometragem 2						
Processo	Classificação			FA	Tempos medidos (min)	TN
	Destreza	Eficiência	Aplicação física			
Aplicação de Vedantes Aro	0	0	-2	98	1,00	0,98
Aplicação de Vedantes Folha	0	0	-2	98	0,92	0,90
Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	0	0	-2	98	2,75	2,70
Aplicação de Ferragens	0	0	-2	98	14,00	13,72
Corte e Aplicação de Bites	0	0	-2	98	2,00	1,96
Aplicação de Vidros	0	0	-2	98	6,00	5,88
Limpeza e Afinação	0	0	-2	98	1,25	1,23

Cronometragem 3						
Processo	Classificação			FA	Tempos medidos (min)	TN
	Destreza	Eficiência	Aplicação física			
Aplicação de Vedantes Aro	0	-1,5	0	98,5	1,00	0,99
Aplicação de Vedantes Folha	0	-1,5	0	98,5	0,83	0,82
Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	0	-1,5	0	98,5	2,67	2,63
Aplicação de Ferragens	0	-1,5	0	98,5	15,00	14,78
Corte e Aplicação de Bites	0	-1,5	0	98,5	2,00	1,97
Aplicação de Vidros	0	-1,5	0	98,5	5,50	5,42
Limpeza e Afinação	0	-1,5	0	98,5	1,17	1,15

Cronometragem 4						
Processo	Classificação			FA	Tempos medidos (min)	TN
	Destreza	Eficiência	Aplicação física			
Aplicação de Vedantes Aro	0	3	0	103	0,92	0,95
Aplicação de Vedantes Folha	0	3	0	103	0,83	0,85
Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	0	3	0	103	2,50	2,58
Aplicação de Ferragens	0	3	0	103	14,00	14,42
Corte e Aplicação de Bites	0	3	0	103	2,08	2,14
Aplicação de Vidros	0	3	0	103	5,50	5,67
Limpeza e Afinação	0	3	0	103	1,25	1,29

Cronometragem 5						
Processo	Classificação			FA	Tempos medidos (min)	TN
	Destreza	Eficiência	Aplicação física			
Aplicação de Vedantes Aro	0	-1,5	0	98,5	0,92	0,91
Aplicação de Vedantes Folha	0	-1,5	0	98,5	0,83	0,82
Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	0	-1,5	0	98,5	2,67	2,63
Aplicação de Ferragens	0	-1,5	0	98,5	15,00	14,78
Corte e Aplicação de Bites	0	-1,5	0	98,5	2,17	2,14
Aplicação de Vidros	0	-1,5	0	98,5	6,00	5,91
Limpeza e Afinação	0	-1,5	0	98,5	1,17	1,15

**Tabela 26.** Aplicação do FA para a escala *Westinghouse* Janela Correr 2 Folhas Lousalu B.055

Correr B.055						
Cronometragem 1						
Processo	Classificação			FA	Tempos medidos (min)	TN
	Destreza	Eficiência	Aplicação física			
Aplicação de Vedantes Aro	0	-1,5	0	98,5	0,58	0,57
Aplicação de Pelúcia Folha e Inversor	0	-1,5	0	98,5	0,50	0,49
Aplicação de Calhas de Rodízio	0	-1,5	0	98,5	1,50	1,48
Aplicação de Ferragens nas Folhas	0	-1,5	0	98,5	2,83	2,79
Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	0	-1,5	0	98,5	2,25	2,22
Aplicação de Vidros	0	-1,5	0	98,5	5,50	5,42
Limpeza e Afinação	0	-1,5	0	98,5	0,80	0,79



Cronometragem 2						
Processo	Classificação			FA	Tempos medidos (min)	TN
	Destreza	Eficiência	Aplicação física			
Aplicação de Vedantes Aro	0	3	0	103	0,58	0,60
Aplicação de Pelúcia Folha e Inversor	0	3	0	103	0,56	0,58
Aplicação de Calhas de Rodízio	0	3	0	103	1,50	1,55
Aplicação de Ferragens nas Folhas	0	3	0	103	2,83	2,91
Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	0	3	0	103	2,00	2,06
Aplicação de Vidros	0	3	0	103	5,00	5,15
Limpeza e Afinação	0	3	0	103	0,83	0,85

Cronometragem 3						
Processo	Classificação			FA	Tempos medidos (min)	TN
	Destreza	Eficiência	Aplicação física			
Aplicação de Vedantes Aro	0	-1,5	0	98,5	0,58	0,57
Aplicação de Pelúcia Folha e Inversor	0	-1,5	0	98,5	0,50	0,49
Aplicação de Calhas de Rodízio	0	-1,5	0	98,5	1,50	1,48
Aplicação de Ferragens nas Folhas	0	-1,5	0	98,5	2,67	2,63
Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	0	-1,5	0	98,5	2,08	2,05
Aplicação de Vidros	0	-1,5	0	98,5	5,00	4,93
Limpeza e Afinação	0	-1,5	0	98,5	0,92	0,91

Cronometragem 4						
Processo	Classificação			FA	Tempos medidos (min)	TN
	Destreza	Eficiência	Aplicação física			
Aplicação de Vedantes Aro	0	-1,5	0	98,5	0,60	0,59
Aplicação de Pelúcia Folha e Inversor	0	-1,5	0	98,5	0,50	0,49
Aplicação de Calhas de Rodízio	0	-1,5	0	98,5	1,67	1,64
Aplicação de Ferragens nas Folhas	0	-1,5	0	98,5	3,00	2,96
Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	0	-1,5	0	98,5	2,00	1,97
Aplicação de Vidros	0	-1,5	0	98,5	5,50	5,42
Limpeza e Afinação	0	-1,5	0	98,5	0,83	0,82

Cronometragem 5						
Processo	Classificação			FA	Tempos medidos (min)	TN
	Destreza	Eficiência	Aplicação física			
Aplicação de Vedantes Aro	0	-1,5	0	98,5	0,58	0,57
Aplicação de Pelúcia Folha e Inversor	0	-1,5	0	98,5	0,50	0,49
Aplicação de Calhas de Rodízio	0	-1,5	0	98,5	1,60	1,58
Aplicação de Ferragens nas Folhas	0	-1,5	0	98,5	3,00	2,96
Aplicação de Selante/Esquadros/Montagem	0	-1,5	0	98,5	2,17	2,14
Aplicação de Vidros	0	-1,5	0	98,5	5,00	4,93
Limpeza e Afinação	0	-1,5	0	98,5	0,83	0,82

## Apêndice 4 – Ficha Controlo da Produção

### Controlo da Produção

Data: \_\_/\_\_/\_\_

Data de Adjudicação: \_\_/\_\_/\_\_

ID Encomenda: \_\_\_\_\_

Cliente: \_\_\_\_\_ Morada da Obra: \_\_\_\_\_

#### Alumínio/PVC

Sistemas	Acabamentos	Fornecedor	Data Encomenda	Data Prev. Entrega
Valor Acordado:				

#### Vidro

Composições	Acabamentos	Fornecedor	Data Encomenda	Data Prev. Entrega
Instalação:				
Valor Acordado:				

#### Painéis

Modelos	Acabamentos	Fornecedor	Data Encomenda	Data Prev. Entrega
Valor Acordado:				

#### Ferragens Específicas

Referências	Acabamentos	Fornecedor	Data Encomenda	Data Prev. Entrega
Valor Acordado:				

#### Remates

Referências	Acabamentos	Fornecedor	Data Encomenda	Data Prev. Entrega
Valor Acordado:				

#### Produção

Produção Interna	
Data Início	
Data Fim	

→

Data						
Manhã(h)						
Tarde(h)						

Instalação	
Data Início	
Data Fim	

→

Data						
Manhã(h)						
Tarde(h)						

Figura 27. Formato da ficha de controlo de produção.