



UNIVERSIDADE D  
COIMBRA

Inês Alexandra Cardoso

**MELHORIA DA PRODUTIVIDADE NUMA  
LINHA DE PRODUÇÃO: ESTUDO DE  
CASO DA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL**

**Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial orientada  
pela Professora Doutora Aldora Gabriela Gomes Fernandes e apresentada  
ao Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências  
e Tecnologia da Universidade de Coimbra**

14 de fevereiro de 2022





FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA MECÂNICA

# Melhoria da produtividade numa linha de produção: estudo de caso da indústria automóvel

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e  
Gestão Industrial

## Productivity improvement on a production line: an automotive industry case study

Autor

**Inês Alexandra Cardoso**

Orientadora

**Professora Doutora Aldora Gabriela Gomes Fernandes**

Júri

Presidente	<b>Professor Doutor Luís Miguel Domingues F. Ferreira</b> Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Vogal	<b>Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto</b> Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Orientador	<b>Professor Doutora Aldora Gabriela Gomes Fernandes</b> Professora Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional

---



Huf Portuguesa, Lda

Coimbra, fevereiro, 2022



*Every accomplishment starts with the decision to try*

John F. Kennedy

Aos meus avós, Carlos e Ludovina.



## Agradecimentos

O trabalho que aqui se apresenta finaliza uma etapa de grande importância a nível pessoal e profissional, pois significa o culminar de 5 anos maravilhosos, desafiantes, mas sobretudo de grande crescimento a vários níveis.

À Huf Portuguesa, por me ter dado a oportunidade de realizar o estágio curricular nas suas instalações, onde me pude desenvolver e abrir novos horizontes. Ao Engenheiro Idalécio por todos os conhecimentos transmitidos. À Xana, Paula, Elisabete, Magda e Paula M. por me terem tão bem recebido na sua equipa. À Ana, Anabela, Bruno, Daniela, Carolina, Celine, Gonçalo, Jorge, Luiz, Pedro, Raquel e Ricardo pela simpatia diária. À Dr.<sup>a</sup> Patrícia Miranda e à Nancy pela forma calorosa com que me acolheram.

À Professora Doutora Gabriela Fernandes, minha professora orientadora, pelo acompanhamento de extremo profissionalismo, por todos os conselhos úteis e pela motivação dada. Foi um verdadeiro prazer poder usufruir da sua orientação científica.

Às amigas da universidade e que serão para sempre, as minhas Joana e Aposta, os meus grandes amores de Coimbra e que significam estes 5 anos. Às minhas afilhadas, Carolina, Oli, Francisca e Mariana. À Rituxa e ao Rodrigo. Ao Carlos, David, Ed, Pereira, Rui, Leandro, Inês Lopes, Mariana Rocha e Ana Seabra pelas boas memórias.

À Bia, que há 20 anos que me acompanha, e que está sempre do meu lado. Ao meu núcleo duro de Tondela, que perpetuam todo a definição de amor de amizade: Daniel, Alves, Margarida, Diogo, António e Alexandrina. À Diana por estar sempre presente. À Sara e à Melissa por verem o meu melhor e pior lado simultaneamente. Ao Miguel por ser como um irmão mais velho. À Kika, Rita, Ritinha e Bárbara por desde 1997 me darem o prazer da sua amizade. São o melhor de mim.

À Xana, Fátima, Domingos e Joana por serem a minha segunda família.

À minha mãe, Fátima, por ser a maior patrocinadora e por sozinha o ter feito, e à minha tia Filipa por todos os conselhos sábios e motivação constante. Aos meus avós, Carlos e Bina, por representarem tudo o que almejo ser um dia, e pela inspiração.

E o maior agradecimento vai para Coimbra, o grande palco de todo este projeto e que agradeço por dela ter feito parte. “Capa negra usei, por Coimbra me apaixonei!”.





## Resumo

O presente documento visa um estágio curricular realizado na empresa Huf, sediada no concelho de Tondela, com vista à conclusão do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, pela Universidade de Coimbra. O foco deste projeto de investigação centrou-se numa linha de produção da unidade fabril, Linha X, sendo realizada a caracterização do estado atual, de forma a identificar causas que limitam a sua produtividade e propor sugestões de melhoria para mitigação dessas mesmas causas.

Este projeto de estágio utilizou como estratégia de investigação o estudo de caso, em que a observação conseguida através da continuada permanência em chão-de-fábrica e as entrevistas não estruturadas foram o principal meio de recolha de dados.

O estudo permitiu aferir que a Linha X regista bastantes perdas significativas (desperdícios) que, quando eliminados ou reduzidos drasticamente, trariam um cenário diferente de potenciação da produtividade distinto do vigente. Num outro contexto diferente do atual, sem implicações derivadas da pandemia que obrigam a empresa a ser dotada de uma certa agilidade organizacional e a estabelecer prioridades, existem muitas oportunidades de melhoria que, sendo implementadas, poderão melhorar a produtividade da Linha de produção X. Em adição, o facto de a Linha X ser recente na Huf justifica ainda a sua atual limitada importância e desenvolvimento no contexto interno, sendo este projeto de investigação um ponto de partida para futuras pesquisas. Inerente à implantação de metodologias *lean* em qualquer realidade industrial, alguma resistência à mudança também impera na Huf, uma organização em laboração há trinta anos.

**Palavras-chave:** Linha de Produção X, Produtividade, Indústria Automóvel, Melhorias



## Abstract

The present document aims a curricular internship held at the company Huf, based in the municipality of Tondela, to complete the Master's in Industrial Engineering and Management, by the University of Coimbra. The focus of this research was centered on a production line of the factory, Line X, being carried out the characterization of the current state, to identify causes that limit its productivity and propose improvement suggestions to mitigate these same causes.

This internship project used a case study investigation strategy, in which the observation obtained through the continued permanence on the shopfloor and unstructured interviews were the main means of data collection.

The study made it possible to verify that Line X registers significant losses (waste) that, when eliminated or drastically reduced, would bring a different scenario of productivity enhancement distinct from the current one. In a different context than the current, without implications derived from the pandemic that forces the company to be endowed with a certain organizational agility and to set priorities, there are many opportunities for improvement that, if implemented, could improve the productivity of Line X on the shopfloor. In addition, the short existence of the Line X at Huf justifies its limited importance and development in the internal context, therefore this research project is a starting point for further research. Inherent in the implementation of lean methodologies in any industrial reality, some resistance to change also prevails at Huf, an organization in operation for thirty years.

**Keywords:** Production Line X, Productivity, Automotive Industry, Improvements



## Índice

Índice de Figuras .....	xi
Índice de Tabelas .....	xii
Siglas .....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Contextualização.....	2
1.2 Principais Objetivos de Investigação .....	3
1.3 Metodologia de Investigação .....	4
1.4 Estrutura do Relatório .....	5
2. Enquadramento teórico.....	7
2.1. <i>Lean</i> .....	7
2.2. Ferramentas <i>Lean</i> .....	9
2.2.1. <i>Standard Work</i> .....	10
2.2.2. <i>Takt Time</i> .....	10
2.2.3. Análise das Causas-Raiz.....	11
2.2.4. Diagrama de Esparguete.....	12
2.2.5. <i>Kanban</i> .....	12
2.3. Gestão do Abastecimento na Linha de Montagem .....	13
2.4. Manutenção Industrial .....	15
2.5. Resistência à Mudança.....	16
2.6. Impacto da Pandemia COVID-19 na Indústria Automóvel.....	17
3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO.....	19
3.1 Abordagem de Investigação .....	19
3.2 Plano de Investigação .....	20
4. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO .....	23
4.1 Apresentação da Empresa .....	23
4.2 Caracterização Atual da Linha X.....	25
4.2.1 Produto .....	26
4.2.2 Processo .....	28
4.2.3 Funcionamento dos Postos de Trabalho .....	30
4.3 Gestão da Manutenção .....	37
4.4 Gestão da Qualidade .....	38
4.5 Gestão de Produção .....	39
4.6 Gestão do Capital Humano .....	40
5. RESULTADOS .....	43
5.1 Análise das Causas que Comprometem a Produtividade.....	43
5.2 Propostas de Melhoria .....	56
6. CONCLUSÃO.....	65
6.1 Síntese do Trabalho e Limitações .....	65

6.2 Propostas de Trabalhos Futuros.....	67
REFERÊNCIAS.....	69
ANEXO A.....	75

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1.</b> Plano de investigação segundo o <i>framework</i> da <i>Research Onion</i> de Saunders .	4
<b>Figura 2.1.</b> Exemplar de <i>mizisumashi</i> .....	14
<b>Figura 4.1.</b> Vista aérea das instalações da Huf Portugal .....	24
<b>Figura 4.2.</b> Produto final produzido na Linha X - atuador para porta-bagagens.....	26
<b>Figura 4.3.</b> Componentes do produto final obtido na Linha X.....	27
<b>Figura 4.4.</b> Quatro tipos de cabos diferentes do atuador da Linha X.....	28
<b>Figura 4.5.</b> Layout da Linha X .....	29
<b>Figura 4.6.</b> KLT para acondicionamento do produto acabado .....	29
<b>Figura 4.7.</b> Posto 1.....	31
<b>Figura 4.8.</b> Pré-montagem resultante das operações no posto 1.....	32
<b>Figura 4.9.</b> Posto 2.....	33
<b>Figura 4.10.</b> Subconjunto resultante do posto 2 .....	33
<b>Figura 4.11.</b> Posto 3.....	34
<b>Figura 4.12.</b> Carro de suporte .....	35
<b>Figura 4.13.</b> Posto 4.....	36
<b>Figura 5.1.</b> Unidade de embalagem dos pinos - pote .....	44
<b>Figura 5.2.</b> Defeito na carcaça (rechupe), visível de dois ângulos diferentes .....	49
<b>Figura 5.3.</b> Etiqueta comprovativa de garantia de qualidade, emitida pelo fornecedor .....	51
<b>Figura 5.4.</b> Representação do comprimento da amplitude dos movimentos dos membros superiores, no posto 1 .....	53
<b>Figura 5.5.</b> Representação do comprimento da amplitude dos movimentos dos membros superiores, no posto 2 .....	54
<b>Figura 5.6.</b> Diagrama de esparguete, para realçar a deslocação entre os postos 2 e 4 .....	55
<b>Figura 5.7.</b> Gráfico circular da distribuição do tempo consumido em atividades não ligadas diretamente à produção (desperdícios).....	56
<b>Figura 5.8.</b> Esquema ilustrativo de picotado existente numa unidade de embalagem comum .....	59
<b>Figura 5.9.</b> Etiqueta representativa do nível de risco numa estação de trabalho da Linha X .....	63
<b>Figura 5.10.</b> Mudança de <i>layout</i> - acoplamento dos postos 3 e 4.....	64

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 3.1.</b> Métodos de recolha de dados .....	21
<b>Tabela 5.1.</b> Número de vezes necessário, por turno, do abastecimento de matéria-prima em linha.....	45
<b>Tabela 5.2.</b> Nível de criticidade da matéria-prima da Linha X .....	46
<b>Tabela 5.3.</b> Propostas de melhoria para mitigar as causas limitadoras da produtividade ..	57



## **SIGLAS**

AFIA – Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel

BPCS – *Business Planning and Control System*

CIC – Centro Ibérico de Chaves

EOL – *End of Line*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

JIT – *Just-in-Time*

KLT - *Klein Lagerung und Transport*

LSS – *Lean Six Sigma*

MP – Matéria-Prima

MTO – *Make to Order*

NOK – Não OK

OT – Ordem de Trabalho

PIB – Produto Interno Bruto

SAP – *System Applications and Products in Data Processing*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

UE – União Europeia

WIP – *Work in Process*



## 1. INTRODUÇÃO

De forma a concluir o percurso académico na Universidade de Coimbra, aos estudantes do Departamento de Engenharia Mecânica são disponibilizadas duas possibilidades para tal: o desenvolvimento de uma dissertação (predominantemente teórica) ou a realização de um estágio curricular, em ambiente empresarial. De forma a se usufruir da oportunidade de vivenciar uma experiência com teor prático, em contexto real, anteriormente ao término do grau académico a frequentar, a escolha recaiu sobre a segunda opção.

Assim, o presente documento é redigido no âmbito da realização do estágio curricular com a duração de cinco meses, protocolado entre a Universidade de Coimbra e a Huf Portuguesa, empresa de referência no setor da indústria automóvel, de origem alemã, para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial pelo Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da referida instituição de ensino.

A organização está em atividade no concelho de Tondela desde 1991, sendo a única unidade fabril do grupo em Portugal.

Assim, o presente documento visa um estudo de uma linha de produção, caracterizada através dos tempos de ciclo e perdas do sistema, de modo a identificar as causas das falhas inerentes ao processo produtivo, e sugestão de melhorias que permitirão à Huf manter-se em vantagem competitiva relativamente aos concorrentes, satisfazendo os seus clientes e mantendo assim o seu poder negocial.

Atualmente, o leque de clientes da Huf conta com empresas bastante conhecidas do ramo automóvel (*PSA, Volvo, BMW, Volkswagen, Porsche, Daimler*, entre outras). Assim, a unidade industrial divide-se em várias linhas de produção, a maioria delas produzindo para um cliente em específico dos acima mencionados, existindo outras que servem de suporte e abastecimento de componentes às demais. Existindo algumas linhas de montagem mais recentes que outras, foi proposta a alocação do projeto de investigação a uma linha produtora de atuadores, presente na empresa desde novembro de 2019, que, devido à sua curta vigência

no chão-de-fábrica, ainda não havia sido objeto de estudo para identificação de causas de perda de produtividade, o que se estava a revelar uma necessidade, pois as vendas relativas a este cliente têm vindo a sofrer um aumento gradual, e a organização pretende garantir que está apta a fazer face à procura vigente, de modo a fixar uma posição estável enquanto fornecedor, sendo assim notória a importância da sua rentabilização, tendo como ponto de partida apreensão de causas atuais limitadoras da produtividade. Por questões de confidencialidade, no decorrer deste documento, a linha de produção será denominada de Linha X.

## **1.1 Contextualização**

Em Portugal, a indústria automóvel registou uma evolução significativa a partir da segunda metade do século XX (1959), destacando-se os anos 90, com a implantação da Autoeuropa em solos nacionais, e representa uma particular importância no PIB, bem como nas exportações. Segundo dados do COMPETE 2020 - Autoridade de Gestão do Programa Operacional Competitividade e Internacionalização -, estrutura da Administração Central do Estado português, é atualmente a terceira maior indústria transformadora no país. Engloba três principais áreas de atividade: fabrico de moldes, fabrico de componentes e fabrico de viaturas automóveis. De acordo com a AFIA – Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel, o setor dos componentes é o mais significativo, com cerca de 200 empresas representativas, que resultam em 42.000 postos de trabalho, encontrando-se a Huf inserida neste grupo.

Um dos principais objetivos de qualquer organização industrial é que seja o mais produtiva possível. Não se trata apenas de amplificar desmedidamente a capacidade de produção das fábricas, mas também de garantir que os processos inerentes a estas são eficazes e eficientes, de forma a resultar na menor geração de desperdícios possível, agrupando duas realidades: o “fazer mais” com o “fazer melhor”. Esta tônica de otimização insurge a melhoria contínua como uma área brutalmente fulcral no desempenho de qualquer entidade, trabalhando em paralelo com os demais departamentos existentes numa organização. Segundo Choi (1995), a melhoria contínua surgiu como um conceito-chave de como as empresas devem abordar a produção em conjunto com a qualidade, daí a necessária colaboração interdepartamental.

O desenrolar dos avanços tecnológicos ao longo das últimas décadas tornou os mercados cada vez mais competitivos e, de um modo transversal a todas as indústrias, em constante busca pela melhoria da produtividade, a custos cada vez mais reduzidos. Holweg (2008) afirma que o mercado automóvel já não assenta apenas sobre liderança de custos, mas também numa orientação para a variedade, *design*, tecnologia e excelência de fabrico.

As empresas do ramo automóvel, setor sobre o qual este projeto foi assente, têm-se visto, desta forma, forçadas a apostar na criação e desenvolvimento sucessivos de soluções inovadoras, para conseguirem assegurar a sua representatividade no ramo e não perderem posicionamento de mercado para os seus concorrentes. Baily et al. (2005) declaram que organizações líderes, com capacidades produtivas superiores, exercem pressão sobre as homólogas inferiores, incentivando-as a construir e aprimorar capacidades de que necessitam para se manterem firmes a conquistar quota de mercado relevante.

O projeto realizado ao longo do estágio curricular não surgiu de um problema identificado *a priori* pela organização, com metas pré-definidas a atingir, mas sim de uma ótica de melhoria da produtividade numa linha de montagem recente em chão-de-fábrica, com vista à identificação dos constrangimentos existentes que prejudicam a rentabilidade do sistema, consequentes causas-raiz, e posterior proposta de solução para a melhoria da produtividade, de forma a aperfeiçoar o desempenho da linha de produção em estudo, visto esta estar em potencial crescimento, registando um aumento de vendas bastante considerável a partir do início de 2022.

## 1.2. Principais Objetivos de Investigação

Este estudo de caso centra-se na seguinte questão de investigação “Como melhorar a produtividade da Linha de produção X?”. Tratando-se de uma linha de produção recente na organização, teve que se iniciar de raiz uma caracterização do estado atual, sendo esse o ponto de partida. Assim, os objetivos específicos (obj.) deste trabalho realizado ao longo de cinco meses na empresa, e de forma a responder à questão acima explícita, são:

**Obj. 1:** Recolha e análise de dados que caracterizem o estado atual da linha de produção (tempos de ciclo, processos, etc.);

**Obj. 2:** Levantamento das causas-raiz que limitam a produtividade da linha de produção;

**Obj. 3:** Definição de propostas de melhoria para mitigar as causas-raiz limitadoras da produtividade da Linha X.

### 1.3 Metodologia de Investigação

A Metodologia de Investigação refere-se ao modo como o projeto de investigação é conduzido. Foram seguidas as orientações de Saunders et al. (2019), presentes no livro *Research Methods for Business Students* para assegurar o nível de rigor necessário de uma investigação.

Saunders et al. (2019) adota um modelo de exposição da metodologia em seis camadas explicativas (filosofia, abordagem, método, estratégia, horizonte temporal e técnicas/procedimentos). Para a presente investigação, definiu-se apenas as cinco camadas interiores, conforme é visível na **Figura 1.1**.



**Figura 1.1.** Plano de investigação segundo o *framework* da *Research Onion* de Saunders

A abordagem adotada é a dedutiva, visto existirem na literatura inúmeras bases teóricas sobre metodologias de melhoria de produtividade, aplicáveis ao contexto em estudo. A estratégia seguida é um estudo de caso, pois desenvolve-se conhecimento detalhado sobre algo, explorando assim as teorias académicas existentes (Saunders et al., 2019).

De forma a atingir a concretização eficaz dos objetivos propostos, foram seguidos um conjunto de métodos, qualitativos e quantitativos, resultando daí o método adotado nesta

investigação de misto, efetuados ao longo da duração de todo o estágio curricular (cinco meses), que corresponde a um horizonte temporal transversal (Saunders et al., 2019).

Relativamente às técnicas de recolha e análise de dados, fez-se quer de forma primária, quer secundária. No âmbito primário, efetuaram-se entrevistas não estruturadas, observações estruturadas e participativas, sendo estas primárias. Posteriormente, através da análise destes dados, estudou-se a possibilidade de alteração do funcionamento de certos processos inerentes à Linha X, bem como do *layout* da linha de produção, com vista à melhoria da rapidez e ergonomia dos colaboradores. Em adição, pensou-se em outras propostas de soluções para colmatar os problemas que constituem as causas de falta de produtividade da Linha X, quer interna quer externamente ao contexto. De forma a atingir esta otimização, as ideias que surgiram foram através de *brainstorming* ou entrevistas não estruturadas com os colaboradores mais experientes à realidade em estudo, para registo de falhas perceptíveis no processo, bem como captação de sugestões. Alguma pesquisa bibliográfica de artigos contendo literatura relevante para o tema também foi um método de recolha de dados.

## 1.4 Estrutura do Relatório

O presente documento que visa relatar o estágio curricular realizado na Huf ao longo de cinco meses, está dividido em seis capítulos principais. Este primeiro, a Introdução, faz uma apresentação do tema em estudo e a sua contextualização no ambiente do estágio curricular, define os objetivos do projeto de investigação, a metodologia para os atingir e estrutura deste relatório.

No segundo capítulo, é feito o enquadramento teórico relevante para o trabalho desenvolvido durante o estágio curricular. Trata-se da base abstrata, não prática, que sustenta a análise do projeto e possível resolução dos problemas assinalados. No caso em epígrafe, o foco principal é a análise de causas-raiz, uma ferramenta do *Lean*.

Por sua vez, o capítulo que se sucede, a Metodologia de Investigação, evidencia o modo como o projeto de investigação foi conduzido, seguindo a cebola de investigação de Saunders et al. (2019).

Posteriormente, o capítulo quatro, o Estudo de Caso, apresenta a empresa de uma forma geral, o processo de produção da linha específica em estudo e seu modo de

funcionamento, permitindo fazer uma caracterização do estado atual, nomeando causas impeditivas da potenciação da produtividade da Linha X, isto é, limitadoras.

Relativamente ao capítulo quinto, Resultados, expõem-se as propostas de melhoria sugeridas para tentar fazer face às causas de falta de produtividade identificadas (falhas), bem como benefícios da sua aplicação, a par de possíveis constrangimentos à mesma.

Por último, o capítulo sexto, apresenta as conclusões retiradas do projeto de investigação e a concordância entre os objetivos esperados e os resultados obtidos. Exibem-se as limitações decorrentes do trabalho efetuado e linhas orientadoras para um possível trabalho futuro a realizar em âmbito semelhante.



## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O presente capítulo que se inicia trata-se da exposição de conceitos já existentes na literatura que servem de base à concretização do projeto de investigação. São interpelados termos de melhoria contínua, o *lean*, e todas as ferramentas desta metodologia que têm como objetivo reduzir o desperdício de qualquer sistema. Aspectos como o abastecimento e a manutenção também são trabalhados para melhor se apreender o estudo de caso. Sendo uma realidade transversal ao mundo empresarial, a resistência à mudança é também abordada. Visto que o mundo atravessa um contexto pandémico, do qual a indústria automóvel não saiu ileso, apontam-se algumas ideias sobre o impacto da COVID-19 neste ramo.

### 2.1. *Lean*

Os conceitos primórdios que, anos mais tarde, convergiriam na filosofia *lean*, surgiram pela primeira vez na década de 1940, no Japão, na Toyota, com o desenvolvimento do *Toyota Production System* (TPS), como resposta às consequências negativas trazidas pelo fim da Segunda Guerra Mundial, tendo como autor Taiichi Ohno (Alexander et al., 2019). Este método visava melhorar os processos, reduzir o desperdício de recursos e conduzir o sistema de produção a uma melhor eficiência, qualidade e rentabilidade, sendo o *just-in-time* uma das principais premissas: produzir o que é necessário, no tempo necessário e na quantidade certa (sistema *pull*). Toda esta cultura corporativa transformou a Toyota num sucesso que se replica até aos dias de hoje (Arikkök, 2017).

O termo *lean* foi originalmente introduzido por Krafcik (1988), em que caracterizava indústrias cujos níveis de stock eram mantidos a um mínimo absoluto para que os custos pudessem ser reduzidos e os problemas de qualidade detetados e resolvidos rapidamente, e assim estariam mais aptas a atingir maiores níveis de produtividade, qualidade e complexidade em simultâneo, comparativamente àquelas que não seguiam a filosofia.

Assim, o pensamento *lean* consiste na identificação e eliminação de desperdícios e na melhoria do fluxo de modo a que todos os processos do sistema acrescentem valor na perspetiva do cliente. Womack e Jones (1997) definem cinco princípios do conceito *lean*:

- Valor: definido pelo cliente, com base na satisfação dos seus requisitos para o produto em causa, adquirido no momento desejado, ao preço pretendido;
- Fluxo de valor: engloba todas as atividades e etapas necessárias até que o produto chegue ao cliente final, o que permite a classificação das ações em:
  1. Atividades que criam valor;
  2. Atividades sem valor acrescentado, mas necessárias, como o controlo de qualidade;
  3. Atividades que não acrescentam valor, portanto tratam-se de desperdício e devem ser eliminadas.
- Fluxo: criação de um fluxo em que todas os agentes envolvidos nas várias etapas do produto possam dar uma contribuição positiva ao processo, sem possíveis desperdícios;
- Sistema *pull*: iniciar o processo como resposta a um pedido do cliente, ou seja, ação reativa e não especulativa. Isto leva à redução do *lead time* e níveis de inventário;
- Perfeição: tentativa contínua de reduzir tempo, espaço, custos e erros. Ainda que sendo inalcançável, a filosofia *lean* é executada com vista a atingir o estado de um processo o mais ideal possível.

O desperdício é visto como as atividades que não agregam qualquer valor na perspetiva do cliente e não são necessárias por razões financeiras, judiciais ou comerciais (George et al., 2005). Ohno (1988) classificou o desperdício resultante do processo produtivo em 7 tipos:

- Sobreprodução: fabrico em demasiada quantidade para a procura vigente, e cedo demais. É característica de sistemas *push*. Agrava o efeito das outras seis categorias, pois os produtos em excesso terão que ser transportados, armazenados, inspecionados e poderão ter defeitos (Wilson, 2010);
- Espera: tempo consumido desnecessariamente pelos colaboradores, enquanto aguardam por material, equipamentos, documentos ou até mesmo outros colaboradores, para o início da função seguinte no processo produtivo;

- Transporte: rotas e outras interações com clientes e fornecedores desnecessárias, que não adicionam qualquer valor ao produto, pois durante o transporte este não se encontra em processamento;
- Processamento excessivo: etapas de produção dispensáveis ou demasiado complexas, sem valor acrescentado;
- Inventário: matéria-prima, WIP ou produto acabado em excesso no sistema, quer por causa de fabrico em demasiada abundância ou de falhas nas entregas a clientes. A acumulação de stock leva a custos acrescidos de armazenamento e transporte;
- Movimentações: movimentos desnecessários dos operadores, que não agregam qualquer valor ao processo produtivo, como por exemplo procurar ferramentas ou matéria-prima nas estações de trabalho (Wilson, 2010);
- Defeitos: produção de peças defeituosas, designadas como “sucata”. Envolve perdas de tempo, esforço humano e recursos materiais e financeiros, e não apenas a unidade disforme, pois implica retrabalho e inspeções de qualidade (Wilson, 2010);

Mais recentemente, alguns autores defenderam a subvalorização das capacidades das pessoas como um oitavo desperdício, que pode ter efeitos prejudiciais nas organizações, pois poderão estar-se a rejeitar habilidades, desempenho intelectual e novos métodos de inovação que trariam benefícios ao processo produtivo (Chowdhury, 2018).

Os desperdícios existentes num processo produtivo devem ser eliminados, pois são geradores de perdas. O conhecimento da sua localização no sistema é crucial para a sua identificação. Atualmente, as organizações acumulam muitos resíduos ao longo do fluxo de produção, e é cada vez mais importante eliminá-los, pois são fontes de perda de custos e produtividade, colocando em risco a sua sustentabilidade futura (Oliveira et al., 2017).

## **2.2. Ferramentas *Lean***

O pensamento *lean* aplicado a uma indústria – *lean manufacturing* - permite que as organizações identifiquem e eliminem desperdícios existentes no sistema. Para tal, existe um conjunto de ferramentas *lean* que são vistas como um modo simples, eficiente e económico de atingir produtividade e lucro, pois a supressão destes resíduos resulta em redução dos tempos de produção, possibilitando o cumprimento efetivo de prazos (Ferreira et al., 2019).

Contudo, seguir estritamente o que está escrito na literatura e o que já foi feito em casos de estudo anteriores para uma situação específica não é condição suficiente para garantir o sucesso da implementação da metodologia, pois cada sistema é diferente, assim como a compreensão e habilidade dos agentes da mudança (operadores), que diferem de indivíduo para indivíduo (Holtskog, 2013).

### **2.2.1. Standard Work**

O *standard work* é uma aplicação do conceito *lean* e trata-se de uma ferramenta que permite a descrição precisa das operações de um posto de trabalho, nomeadamente tempo de ciclo, *takt time*, sequência de tarefas específicas e inventário mínimo de peças disponíveis para realizar a operação (Womack & Jones, 1997). Não é uma ferramenta utilizada pelos operadores de linha, mas sim pelas chefias (chefes de linha, engenheiros e/ou gestores) para perceber a qualidade de execução do processo produtivo e efetuar melhorias, caso necessário (Wilson, 2010). Consiste num conjunto de procedimentos de trabalho (uma rotina padrão) com o objetivo de estabelecer a melhor sequência e respetivos métodos para cada processo e para cada trabalhador atuar consistentemente. As operações a executar devem ser seguidas exatamente como são definidas, daí ser referido como um padrão de trabalho inflexível (Bragança & Costa, 2015).

Nas indústrias procura-se atingir uma cadência continuada e fluida de produção, e o cumprimento de determinadas tarefas com o sequenciamento correto, sem espaço para que haja erros ou considerações pessoais, permite satisfazer esses objetivos (Adão, 2021).

### **2.2.2. Takt Time**

O nivelamento da produção numa organização é crucial para se ter o melhor desempenho possível, o que implica a necessidade da implementação de sistemas de planeamento capazes de prever e dissipar as flutuações de curto-prazo que possam ocorrer no sistema, de modo a produzir de acordo com as necessidades dos clientes (Alvarez & Antunes Jr, 2001).

O *takt time* é definido a partir da procura do mercado e do tempo disponível para produção, ou seja, trata-se da cadência de fabricação necessária para satisfazer os requisitos dos clientes. Matematicamente, resulta da razão entre o tempo disponível para a produção e o número de unidades a serem produzidas (Alvarez & Antunes Jr., 2001).

$$Takt\ time = \frac{\text{Tempo disponível para produção}}{\text{Necessidades de produção nesse período}}$$

Os processos devem ser cronometrados para produzir de acordo com o *takt time*, e qualquer processo cujo tempo de produção seja superior, estará a insatisfazer os consumidores, enquanto que se a taxa de manufatura for inferior ao *takt time*, significa que está a sair *output* que excede a procura dos clientes (Tan & Lim, 2019). Contudo, é necessário ter em conta que o *takt time* não é uma medida da produtividade de um sistema, pois um valor baixo não se traduz necessariamente num ambiente mais produtivo, o que só acontece fabricando mais unidades num tempo mais curto ou então a mesma quantidade produzida com menos recursos (Linck & Cochran, 2018).

O *takt time* não deve ser confundido com tempo de ciclo, embora sejam conceitos relacionados. O tempo de ciclo é dado pelo período decorrido entre a repetição de um mesmo ciclo, caracterizando início e fim deste, daí estar relacionado a cada operação elementar em particular. Se o tempo de ciclo de um posto representa o ritmo máximo possível que a linha de produção efetua, mantidas as condições atuais, conclui-se que o tempo de ciclo é um limitante do *takt-time*, isto é, da cadência de produção (Alvarez & Antunes Jr, 2001). A diferença entre o *takt time* e o tempo de ciclo é considerada uma possível medida do nível *lean* de cada sistema, sendo esse valor traduzido em mão-de-obra extra a que terá que se recorrer devido às perdas que ocorrem no processo em questão (Wilson, 2010).

### **2.2.3. Análise das Causas-Raiz**

A análise das causas-raiz é um método *lean* amplamente utilizado na indústria para resolução de problemas de qualidade, produtividade, *layout* e segurança no trabalho (Sarkar et al., 2013). Trata-se do processo de identificação de aspetos causadores de obstáculos – o

que aconteceu, por que aconteceu e o que pode ser feito para reduzir a probabilidade de ocorrer de novo, através de uma abordagem estruturada para fornecer um foco preciso para reconhecimento de situações adversas e atuar rapidamente, de modo a se providenciar um atendimento consistente e adequado às necessidades dos clientes (Mahto & Kumar, 2008).

O processo de análise às causas-raiz pode ser dividido em identificação das causas potenciais de um problema e validação da causa-raiz. Algumas das principais ferramentas da identificação das causas-raiz são: diagrama de causa e efeito (ou diagrama de *Ishikawa*) e os 5 porquês (*The 5 Whys*) (Sarkar et al., 2013).

#### **2.2.4. Diagrama de Esparguete**

O diagrama de esparguete (*spaghetti diagram*) é uma das ferramentas da filosofia *lean*, que permite a exibição e análise dos movimentos contínuos de um indivíduo numa linha de produção, ao longo de um intervalo de tempo, permitindo assim a avaliação do *layout* em estudo (Daneshjo et al., 2021). O *output* desta ferramenta consiste na apresentação das distâncias percorridas, o número de movimentos efetuados e movimentos de sobreposição/cruzamentos, pelo operador. Assim, são identificados os movimentos ineficientes, vistos como desperdício, as áreas ineficazes que podem ser eliminadas, a existência de concordância entre o número de trabalhadores e as necessidades reais efetivas, possíveis melhorias nas estações de trabalho e reorganização das sequências das operações (Senderská et al., 2017).

Hys e Domagała (2018) apontam que a análise aprofundada de caminhos reais torna possível a implementação de atividades de melhoria que suprimam movimentos e deslocamentos desnecessários (desperdícios de Taiichi Ohno), em particular o número de passos dados por um trabalhador durante um ciclo de trabalho.

#### **2.2.5. Kanban**

O sistema *Kanban* advém do TPS - *Toyota Production System*, e é uma ferramenta *lean* utilizada num sistema de produção *pull*, para controlar o fluxo de material entre os postos de trabalho, controlando o stock de matéria-prima, *work-in-process* (WIP) e produto acabado (Klankamsorn, 2020), bem como o fornecimento de componentes de maneira

simples e eficaz. A sua aplicação deriva do JIT – *Just in Time*, outro conceito originário do TPS, cujo objetivo é produzir apenas o que é necessário, na altura devida (Ferreira Lopes, 2017).

O *Kanban* é empregue para otimizar um processo ou como solução de sistemas de abastecimento com problemas com stocks intermediários, além de almejar a maximização do fluxo de valor e redução de desperdícios (Rodrigues, 2016). De uma forma geral, o *Kanban* é usado para sinalizar quando um produto é consumido num processo anterior, gerando um sinal indicando que o processo imediatamente seguinte necessita de ser reabastecido (Pinto, 2017).

Lopes (2021) refere os cartões como a forma mais usada, barata, simples e tradicional de apresentação de um sistema *Kanban* para controlar a produção, que podem ser definidos consoante cada organização. Porém, de modo transversal, é conveniente que contenha informações como a referência do componente, sua descrição, capacidade do contentor (unidade de abastecimento), processo imediatamente anterior e o processo seguinte.

O *Kanban* pode ser dividido em três categorias (Mao et al., 2014):

- *Kanban* de transporte: aplicado em situações de transferência de material entre estações de trabalho ou interface fornecedor-cliente (Fernandes, 2016);

- *Kanban* de produção: utilizado para todos os processos produtivos. Emite a ordem de produção, tipo e quantidades a fabricar (Fernandes, 2016);

- *Kanban* especial: empregue em situações raras, numa curta gama de produtos ou produtos temporários (Mao et al., 2014).

Sistemas reais de *Kanban* com células próprias (equipamentos) e cartões requerem manipulação manual: distribuição de cartões e troca de cartões quando se verificam variações na procura (Pettersen & Segerstedt, 2009).

### **2.3. Gestão do Abastecimento na Linha de Montagem**

Para uma linha de montagem atingir um nível de rentabilidade desejável, é crucial que o todo o processo de abastecimento de matéria-prima ao sistema seja o mais eficiente possível, isto é, que a sua logística interna esteja apta para assumir todos os passos inerentes à produção, desde o recebimento dos componentes do fornecedor em armazém, até à sua colocação em linha (Costa et al., 2019).

Os principais processos da logística interna de abastecimento são, assim, o armazenamento, o transporte (para a linha) e a sua chegada ao local onde são necessários. O armazenamento corresponde ao acondicionamento permanente de componentes até à sua distribuição. Por sua vez, o transporte pode ser feito através de três modos distintos – empilhadores (baixa capacidade de carga), *mizusumashi* e sistema transportador (adequado para peças de grande volume) (Rodrigues, 2016).

O *mizusumashi*, também denominado comboio logístico, baseia-se num sistema *Kanban* que informa o colaborador a operar este equipamento da quantidade de embalagens de matéria-prima a entregar em cada estação de trabalho por onde passa, funcionando como um reboque. (Pereira, 2015). Na **Figura 2.1**, encontra-se representado um exemplar de *mizusumashi*.



**Figura 2.1.** Exemplar de *mizusumashi*

(Fonte: <https://www.linde-mh.pt/pt/Sobre-nos/Tecnologia-e-Inovacao/Seguranca/>)

O abastecimento não pode, assim, atuar de forma independente relativamente a outras atividades da empresa. Carvalho Teixeira (2008) reitera as mudanças que têm existido ao nível da gestão das organizações, em que a logística tem sofrido uma evolução, através da integração do abastecimento com a distribuição, planeamento e controlo da produção, o que implica a associação de todas as atividades ao longo da cadeia de valor, desde a receção da matéria-prima, até ao cliente final.

Barbosa (2013) aborda alguns tipos de abastecimento às linhas de produção no seu estudo:

- *picking*: fornecimento com base numa lista de materiais (lista de *picking*) que inclui todos os componentes destinados a uma estação de trabalho;



- supermercado: tipo de abastecimento em que o material está sempre disponível no espaço físico da linha de montagem e funciona através de um sistema *Kanban*. Adequado para matérias-primas com alta rotatividade de utilização;

- abastecimento de materiais provenientes de produção interna: o fornecedor localiza-se dentro da mesma planta, ou seja, é outra linha de produção localizada na mesma fábrica;

- *ship-to-line*: a matéria-prima é entregue diretamente pelo fornecedor no chão-de-fábrica, onde é necessária. Indicada para materiais de grandes dimensões que não se justifica a existência de stock em armazém.

Pereira (2015) refere o manuseamento de materiais devido ao abastecimento como um dos maiores desperdícios numa unidade fabril, devido à necessidade de uma grande variedade de componentes numa linha de produção. Normalmente, o espaço físico junto a estas áreas é reduzido, não permitindo assim a existência de um nível de inventário elevado.

As unidades de embalagem, por norma, são colocadas perto da estação de trabalho, em *racks* ou outros dispositivos de acomodação, prontas a serem utilizadas. Rodrigues (2016) afirma que uma embalagem pode conter um único lote de peças idênticas, ou variadas, sendo que a segunda opção exige maior gasto de tempo no acesso à matéria-prima, por ter que se fazer alguma observação para retirar o componente correto.

## 2.4. Manutenção Industrial

Com a evolução tecnológica que se tem vivido nos dias que correm, a concorrência global acompanha essa tendência, e as organizações tendem a captar cada vez mais formas de ganhar competitividade, quer em custos, serviços, qualidade, entre outros. O papel que uma eficaz gestão da manutenção numa indústria pode representar nesse sentido, numa visão de maior produtividade organizacional, tem recebido cada vez mais atenção (Luxhøj et al., 1997). Pistofidis et al. (2016) referem que a manutenção desempenha uma função cada vez mais importante na preservação e no avanço da capacidade de geração de valor que uma empresa possui.

A manutenção industrial abrange todos os domínios de uma empresa, desde a planta em si, equipamentos no chão-de-fábrica, gestores, matéria-prima, colaboradores,

documentação, etc. (Karray et al., 2012). É fundamental que a gestão da manutenção esteja integrada na estratégia corporativa, de forma a garantir a disponibilidade das máquinas, a qualidade dos produtos, entregas dentro do prazo e preços competitivos (Luxhøj et al., 1997).

Karim et al. (2016) referem dois tipos principais de manutenção, abordados em contexto industrial: preventiva e corretiva.

A manutenção preventiva inclui todas as ações de manutenção executadas para manter um sistema (equipamento) em condições específicas, sem avarias. Essas ações podem ser inspeções periódicas, monitorização de condições, substituição regular de componentes críticos e calibração (Furch & Krobot, 2020). Tal previne danos nas máquinas e paralisações não programadas que resultariam da necessidade de intervenção para atividades corretivas. É aplicada com o intuito de obter níveis aceitáveis de disponibilidade e confiabilidade (Er-Ratby & Mabrouki, 2018). O objetivo principal da manutenção preventiva é mitigar o impacto de falhas produzidas num determinado equipamento (Piqueras & Fernandez-Crehuet, 2019).

Por sua vez, Erkoyuncu et al. (2017) descrevem a manutenção corretiva como um conjunto de ações com o objetivo de restaurar equipamentos que tenham sofrido avarias. Isto é, identifica e corrige problemas de um equipamento anómalo, concentrando-se na procura de causas de falha a partir de fenómenos de avaria (Wang et al., 2014).

Segundo Simões (2020), devido à gradual e estratégica importância que a manutenção tem assumido nas organizações, tal obrigou à transversalidade e incorporação deste conceito nos operadores de produção de uma unidade industrial, surgindo assim a TPM – *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total).

A TPM trouxe a criação de uma relação entre pessoas e máquinas, pois tem como principal foco o envolvimento dos operadores nas ações de manutenção, maximizando a rentabilidade dos equipamentos de produção. Esta técnica faz com que, ações menores capazes de serem realizadas por qualquer indivíduo (limpezas, por exemplo), façam a diferença no processo produtivo (Netto, 2008; Simões, 2020).

## **2.5. Resistência à Mudança**

A resistência à mudança é um dos grandes desafios da implementação de qualquer metodologia *lean* numa organização, e é visível em todos os níveis da mesma. Sendo a

mudança de *mindset* um processo de longo prazo e difícil, qualquer líder deve-se focar em conseguir realizar mudanças e implementar uma nova cultura organizacional de melhoria contínua (Pamfilie et al., 2012).

Esta resistência pode existir devido ao receio do desconhecido e à possibilidade de fracassar. Almanei et al. (2017) apontam alguns fatores organizacionais que são críticos para o sucesso da implementação de novas formas de trabalhar no seio empresarial, que são:

- gestão de topo (qualidade da liderança, apoio e envolvimento);
- treino e formação;
- cultura organizacional;
- funcionários (cultura, motivação e reconhecimento);
- comunicação;
- recursos (financeiros, humanos e tempo).

Elkhairi et al. (2019) citam que, por vezes, os colaboradores tendem a resistir à mudança porque se apercebem da debilidade dos gestores, no que toca a fatores como falta de planeamento, carência de conhecimentos na área, falta de comprometimento dos gestores de topo, falta de estratégia empresarial e a não total familiarização com o conceito de *lean*.

Alguns autores defendem que a motivação dos trabalhadores de uma empresa relativa à introdução de técnicas *lean* é potenciada quando a estes é transmitida a visão e objetivos do projeto, e se quantificam ganhos possíveis gerados pela implementação (Miranda Gomes, 2021). Em adição, a geração de confiança por parte da gestão aos funcionários, potenciando o seu envolvimento na tomada de decisões, tem uma influência significativa na resistência à mudança, que tende a ser minorada (Tran et al., 2020).

## **2.6. Impacto da Pandemia COVID-19 na Indústria Automóvel**

A COVID-19 causou danos bastante consideráveis nas indústrias de vários ramos, a uma taxa global. O fornecimento e disponibilidade de uma vasta gama de matérias-primas, bens intermediários e produto acabado foram interrompidos, devido às disrupções nas cadeias de abastecimento (Xu et al., 2020).

A pandemia veio demonstrar a notória vulnerabilidade da cadeia de abastecimento da indústria automóvel, reiterando a necessidade de expansão das estratégias globais de abastecimento, em casos imprevisíveis como o que se veio a verificar (Ishida, 2020).

A maioria dos fabricantes de automóveis sofreram paralisações nas suas unidades industriais espalhadas pelo mundo. Xu et al. (2020) estimam que o setor tenha sofrido uma quebra de 13% nas vendas globais.

A pandemia de COVID-19, surgida na China, afetou a indústria automóvel europeia em larga escala, devido às cadeias de valor globais. Isto porque, imediatamente antes do surgimento da doença, a maioria das marcas de automóveis abasteciam-se de matéria-prima oriunda da China a taxas de 30 a 60% (Ishida, 2020). Portanto, a disrupção surgida na Ásia, facilmente se alastrou para todo o mundo com consequências desastrosas para a indústria (Pelle & Tabajdi, 2021). No primeiro semestre de 2020, o ramo automóvel na União Europeia (UE), registou perdas de produção de 3.6 milhões de veículos, correspondendo esse valor a 100 biliões de euros. Em setembro do mesmo ano, a procura havia diminuído 22.3% face ao período homólogo do ano anterior (de Vet et al., 2021).

Hoefl (2021) assinala seis princípios fundamentais tidos como ferramentas estratégicas para alavancar recursos e melhorar os resultados financeiros, numa época como a que o setor atravessa:

- existência de uma orientação clara do caminho a seguir pela empresa, sustentada pela gestão de topo;
- avaliação diária, pessoal, realizada pelos funcionários, seguindo indicadores de desempenho;
- colaboração com parceiros-chave;
- escolha de produtos com viabilidade mínima, que agreguem valor para os clientes e potenciem a aprendizagem organizacional;
- envolvimento de todos os colaboradores da empresa no projeto de agilidade estratégica;
- praticar uma cultura de melhoria contínua sobre todos os pontos acima referidos.

### 3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

A metodologia de investigação trata-se da descrição detalhada das etapas percorridas durante a realização do projeto de investigação, e é assente numa base teórica, com o objetivo de orientar a pesquisa científica. Neste documento, seguiu-se o modelo proposto por Saunders et al. (2019), denominado *The Research Onion*.

A *Research Onion* trata-se de um diagrama utilizado para descrever as questões subjacentes à concretização do projeto de investigação, nomeadamente a recolha de dados e procedimentos de análise (Saunders et al., 2019). Neste documento, abordar-se-ão as seguintes: abordagem, método, estratégia, horizonte temporal e técnicas e procedimentos para recolha e análise de dados.

#### 3.1 Abordagem de Investigação

No decorrer deste projeto, foi utilizada uma abordagem dedutiva, que se trata da aplicação de teorias já existentes para repensar os mecanismos do processo produtivo da linha de produção em estudo, com o objetivo de encontrar formas de realizar os procedimentos de forma diferente relativamente ao que tem vindo a ser feito, para ir de encontro ao problema inicial. Para tal, recorre-se à literatura de forma a pesquisar artigos e teorias que servirão de base ao prosseguimento do projeto (Saunders et al., 2019). Tendo em conta o estudo em questão, e considerando a informação atual existente sobre técnicas de *lean*, seguiu-se uma orientação de *problem solving*, uma metodologia adequada para conduzir o estudo no chão-de-fábrica, pois visa a descoberta e remoção das causas-raiz que limitam a produtividade da Linha X, através da criação de sugestões de melhoria e posterior implementação num processo, sendo por isso uma das bases da melhoria contínua (Wilson, 2010).

## 3.2 Plano de Investigação

O plano de investigação visa mostrar a condução do projeto de investigação, de forma a este ir de encontro à resposta da questão de investigação “Como melhorar a produtividade da Linha de produção X?”.

A atividade realizada ao longo dos cinco meses de estágio curricular baseou-se no acompanhamento efetivo no chão-de-fábrica do processo produtivo, em interação quer com os operadores quer com os próprios equipamentos.

### Estratégia de investigação

Quando se trata de um projeto de investigação, as estratégias mencionadas por Saunders et al. (2019) são: experimentação, sondagem, estudo de caso, investigação documental, etnografia, investigação-ação, teoria fundamentada e investigação narrativa.

Numa fase inicial do trabalho, ponderou-se por seguir a via de investigação-ação, que teria uma forte componente prática de implementação de melhorias. Contudo, devido a questões relacionadas com a política da empresa e o decorrer do estágio, optou-se por encaminhar o projeto para um estudo de caso, que se trata de uma investigação de um dado fenómeno num contexto real, tentando fazer uma ligação ao tema de estudo teórico e identificando os “comos” e “porquês” da situação, e compreender os seus efeitos e implicações (Saunders et al., 2019). Na conjuntura vigente neste documento, o estudo de caso trata-se de uma investigação à Linha de produção X. Analisar o seu estado atual e averiguar onde existem falhas, através da descoberta de causas limitadoras da melhoria da produtividade, é o ponto de partida para agilizar a potenciação deste fator. Tendo em conta o âmbito deste projeto de investigação, alocado a um estágio curricular com a duração pré-definida de cinco meses, o horizonte temporal adotado para a investigação é transversal, i.e., é um estudo localizado no tempo, ou seja, apresenta limites temporais predefinidos.

### Métodos de investigação

O método utilizado para conduzir um projeto de investigação pode ser quantitativo, qualitativo ou misto (junção dos dois primeiros). Métodos quantitativos envolvem dados numéricos, retirados de questionários, gráficos ou outros meios estatísticos. Por sua vez, métodos qualitativos, englobam toda a informação recolhida para análise que é não-numérica (dados recolhidos, por exemplo, em entrevistas – palavras, imagens, vídeos,

áudios, entre outros). Tendo em conta o âmbito de trabalho, o método misto é o mais adequado, pois no decorrer do estudo foi necessário fazer recolha de tempos (método quantitativo) e entrevistas (método qualitativo), de forma a possuir uma vasta gama de dados diferentes.

Na **Tabela 3.1** encontram-se explícitos os métodos utilizados para o cumprimento de cada um dos objetivos de investigação já definidos neste documento.

**Tabela 3.1.** Métodos de recolha de dados

<b>Objetivo de investigação</b>	<b>Métodos de investigação utilizados</b>
<b>Obj. 1:</b> Recolha e análise de dados que caracterizem o estado atual da linha de produção (tempos de ciclo, processos, etc.).	Observação participativa no chão-de-fábrica; Observação estruturada através da recolha de tempos diretamente através de acompanhamento do processo em tempo real.
<b>Obj. 2:</b> Levantamento das causas-raiz que limitam a produtividade da Linha de produção X.	Observação participativa; Entrevistas não estruturadas a todos os <i>stakeholders</i> da linha de produção, <i>brainstorming</i> .
<b>Obj. 3:</b> Definição de propostas de melhoria que mitiguem as causas-raiz limitadoras da produtividade da Linha X.	Entrevistas não estruturadas a todos os <i>stakeholders</i> da linha de produção, <i>brainstorming</i> .

O **obj. 1** compreende a caracterização do estado atual da Linha X. É crucial a recolha de tempos para tal, pois a descrição pormenorizada de uma linha de produção de qualquer unidade industrial engloba medidas temporais (tempo de ciclo, tempo desperdiçado, tempo de *setup*, etc.) Assim, fez-se uma colheita de tempos recorrendo a um cronómetro, seguindo uma tónica de observação primária em chão-de-fábrica.

A Linha X, como qualquer outra subunidade da planta da Huf, apresenta correlações que condicionam o seu funcionamento. Não só os colaboradores diretos (operadores de produção e chefe de linha), como todos aqueles que têm papel indireto no processo produtivo

(departamento de Qualidade, departamento de Manutenção, departamento de Compras, departamento de Logística, etc.), são agentes ativos no sistema, considerando-se assim esta lista, os *stakeholders* da Linha X. As entrevistas não estruturadas com estes elementos decorreram numa rotina praticamente diária, num ambiente informal, não tendo duração predefinida.



## 4. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O estudo de investigação assenta sobre um contexto real, numa organização do setor automóvel, mais especificamente numa das linhas de montagem da unidade industrial, a Linha X. Pelo facto de ser um projeto recente na planta, pretende-se apurar possíveis causas de perda de produtividade que estejam a comprometer o funcionamento atual em termos da sua eficiência, ou, de certa forma, a impedir a sua rentabilização a um nível superior ao atual.

Tratando-se de um estudo de caso, partir-se-á de uma descrição da empresa e do seu processo produtivo, especificando-se seguidamente a Linha X, fazendo uma descrição detalhada de todos os seus processos e relação com as demais áreas funcionais da empresa imprescindíveis ao seu funcionamento. Desta forma, esta análise permitirá a aferição de potenciais causas-raiz que limitem a capacidade de produtividade da linha de montagem.

### 4.1 Apresentação da Empresa

O Grupo Huf teve as suas origens a 1 de abril de 1908, com Ernst Hülsbeck e August Fürst a iniciarem a atividade de uma fábrica de fechaduras, ferragens e pequenos artigos em ferro e latão na cidade de Velbert, na Alemanha. Após uns anos no mercado, a marca Huf passou a ser relacionada a produto de elevada qualidade e, assim, em 1920 estabelece acordo de fornecimento com a *Mercedes-Benz*, seguindo-se anos mais tarde marcas como *Ford*, *BMW*, *Daimler*, *Volvo*, entre outras, que se mantêm como clientes da firma até aos dias de hoje.

Em 1983 é construída a primeira unidade fabril do grupo fora da Alemanha, em Espanha, sendo um marco muito importante na organização, pois determinou o início da expansão internacional. A Huf Portugal (**Figura 4.1**), empresa onde incidiu este projeto de investigação, iniciou a sua produção em outubro de 1991, na Zona Industrial Municipal da Adiça, no concelho de Tondela e nos dias de hoje conta com cerca de 450 trabalhadores, numa área de aproximadamente 5900 metros quadrados.



**Figura 4.1.** Vista aérea das instalações da Huf Portugal

(Fonte: <https://oinstalador.com/Artigos/372405-Helexia-e-Huf-Portugal-unem-se-na-producao-de-energia-sustentavel-e-mobilidade-eletrica.html>)

Recentemente, desde 2018, o grupo Huf sofreu uma enorme reestruturação. Passou a apresentar-se como um grupo global, significando que cada unidade fabril deixou de ter total independência para tomar decisões, estando sempre condicionada pela decisão do grupo global, com sede em Velbert, na Alemanha.

Em 2020, o grupo Huf possuía cerca de 7800 colaboradores, distribuídos por dez países (Alemanha, Espanha, Portugal, Polónia, Roménia, Estados Unidos da América, México, Brasil, Índia e China), contando atualmente com 20 unidades fabris espalhadas pelo mundo.

O grupo Huf tem os seus produtos divididos em duas áreas de negócio distintas:

- Autorização: chaves, fechaduras de portas, bloqueios de direção mecânicos e eletrónicos;
- Acesso: puxadores de portas e atuadores para o porta-bagagem.

A Huf Portugal atua em ambas as unidades de negócio, sendo que os produtos de autorização constituem a grande maioria da produção. Tem um leque de clientes consideravelmente razoável, sendo eles: *Stellantis* (anteriormente *PSA*), *Porsche*, *Volkswagen*, *BMW*, *Ford*, *Daimler* e *Geely* (proprietária da *Volvo*).

A fábrica está organizada em linhas de produção, cada uma destinada a produzir para um determinado cliente, sendo diferenciadas desta forma e não por produto, devido à variedade tecnológica que impera entre marcas, que faz com que, apesar de os tipos de

produtos a fabricar serem os mesmos, a matéria-prima, componentes e modo de funcionamento sejam maioritariamente distintos, daí esta necessidade de separação. Assim, cada linha de produção está alocada a um determinado cliente, e aí podem ser produzidas um grande número de referências diferentes, tendo em conta a panóplia de modelos automóveis existentes para cada marca.

Excetuam-se a esta regra duas áreas da unidade fabril: a CIC (Centro Ibérico de Chaves) e a zona de injeção. Ambas estas zonas se dedicam à produção não exclusiva, mas maioritária, de componentes gerais necessários ao funcionamento das restantes linhas da fábrica, tendo apenas uma pequena percentagem sobre o total de produção destinada a clientes externos, sendo que a primeira trata-se de um setor interno onde são efetuadas pré-montagens de peças e a segunda contempla a produção de grande parte dos componentes poliméricos utilizados pela unidade, através do processo de fabrico de injeção.

Recentemente, em maio de 2021, a empresa efetuou a transição entre sistemas de gestão empresarial, tendo adquirido o sistema SAP (*Systems Applications and Products in Data Processing*). Anteriormente a esta mudança, vigorava o BPCS (*Business Planning and Control System*), tendo o grupo global Huf optado pela substituição numa ótica de desenvolvimento e otimização de processos.

A Huf é uma unidade industrial cuja produção labora no regime de três turnos rotativos (6h-14h; 14h-22h; 22h-6h), e horário central (8h30-17h), durante os dias úteis (por motivos de quebra de encomendas derivada à pandemia de COVID-19 no mundo, abandonou a laboração aos fins-de-semana, por tempo incerto. Contudo, pretende retomar este regime assim que houverem condições para tal). A decisão do regime laboral adotado por cada uma das linhas de montagem da fábrica é tomada consoante as encomendas, pois a Huf, maioritariamente, trabalha sob um regime MTO – *make to order*, estando dependente assim dos pedidos do cliente.

## **4.2 Caracterização Atual da Linha X**

A Linha X, por questões logísticas e de decisão da gestão de topo, é uma ramificação do CIC, sendo gerida pela chefe de linha deste, não tendo independência enquanto linha de montagem, apesar da localização distinta na planta. O CIC é constituído por três linhas de

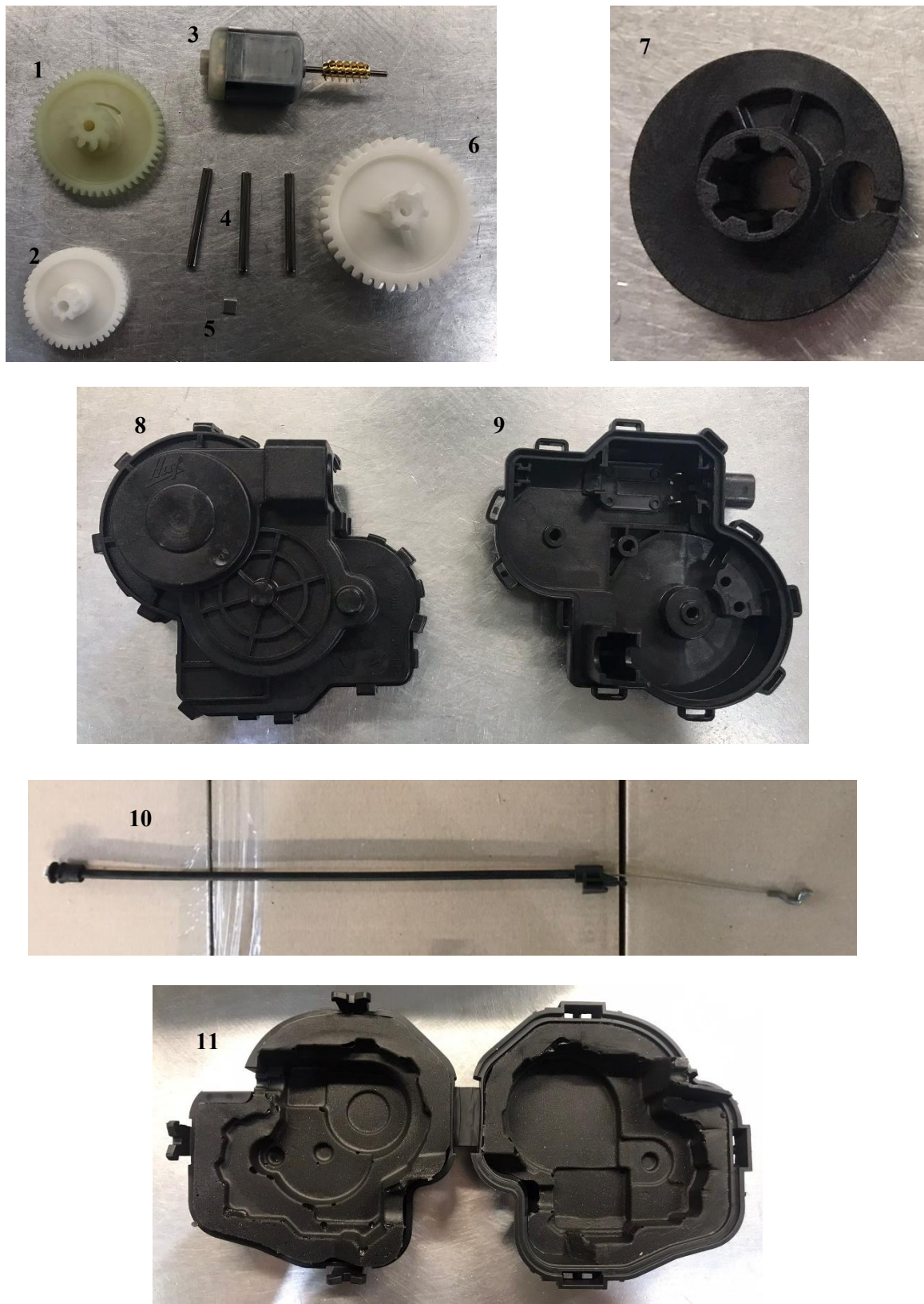
montagem: a Linha X, os *Strikers* e o CIC propriamente dito. Esta subunidade, de modo global, efetua o horário central (8h30-17h) e não em fluxo contínuo de três turnos rotativos.

#### 4.2.1 Produto

A Linha X dedica-se à produção de atuadores para porta-bagagens, semelhantes aos da **Figura 4.2**. Ao todo, cada unidade de produto acabado é composta por 13 componentes, sendo eles: 4 roldanas (*Z1/2*, *Z3/4*, *Z5* e *disc*), 3 pinos, 1 *plate*, 1 cabo, 1 base inferior, 1 motor, 1 tampa superior e 1 carcaça. A **Figura 4.3** representa todos estes constituintes.



**Figura 4.2.** Produto final produzido na Linha X - atuador para porta-bagagens



**Figura 4.3.** Componentes do produto final obtido na Linha X

**Legenda:** 1 – roldana Z3/4; 2 – roldana Z5; 3 – motor; 4 – pinos; 5 – *plate*; 6 – roldana Z1/2; 7 – *disc*; 8 – tampa superior; 9 – base inferior; 10 – cabo; 11 – carcaça.



Existem quatro modelos diferentes de atuadores, residindo esta dissemelhança no tamanho do cabo, podendo este ser de quatro tipos, variando apenas o tamanho: 17.5 cm, 27.8 cm, 38.5 cm e 52.5 cm (**Figura 4.4**). Desta forma, sendo os KLT todos iguais, a acomodação do produto final nestes é feita de forma diferente, consoante a referência produzida, definida pelo tamanho de cabo requerido pelo cliente. Isto é, quanto maior for o tamanho do cabo, menor será a quantidade de produto final por KLT expedido.



**Figura 4.4.** Quatro tipos de cabos diferentes do atuador da Linha X

#### 4.2.2 Processo

Cada uma das linhas de montagem da Huf Portugal constitui um microprocesso da unidade fabril. O estudo de que resultou este relatório de estágio incidiu sobre uma linha de produção, Linha X, produtora de atuadores para porta-bagagens, composta por quatro postos de trabalho, três deles semiautomáticos (postos 1, 3 e 4) e um totalmente manual (posto 2), todos com tempos de ciclo relativamente curtos (entre 9 a 15 segundos). O *layout* da Linha X encontra-se explícito na **Figura 4.5**.

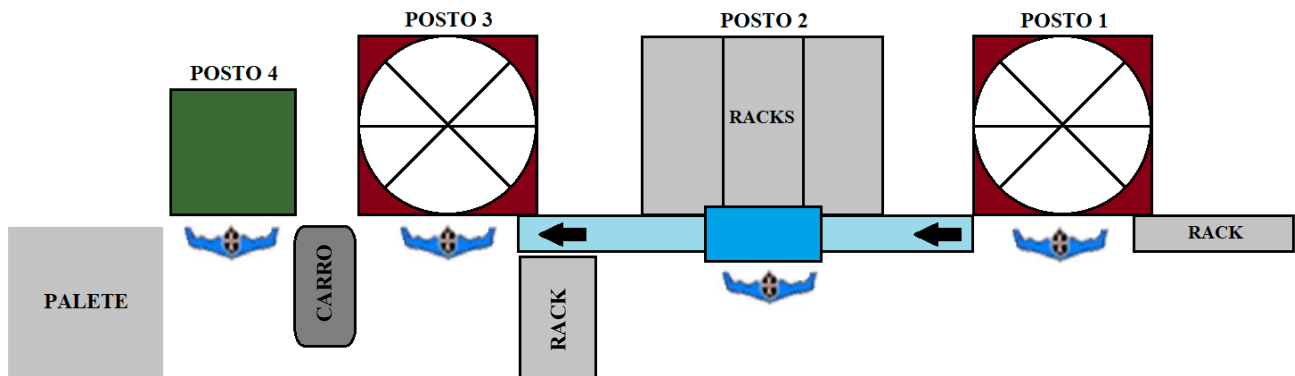


Figura 4.5. Layout da Linha X

A Linha X trata-se de um circuito aberto, sendo que no posto 1 é iniciado o processo, com o carregamento inicial de componentes, que termina no posto 4, com a expedição, em paletes, do produto acabado, em caixas designadas para o efeito, denominadas de *Klein Lagerung und Transport* (KLT), cuja tradução do alemão significa ‘armazenamento e transporte de pequenos componentes’, representadas na **Figura 4.6**, que seguem para o cliente final.



Figura 4.6. KLT para acondicionamento do produto acabado

À medida que o produto pré-montado avança nos postos de trabalho, havendo fluxo de linha, são acrescentadas novas peças ao conjunto ou executadas certas tarefas.

Todos os componentes que vão sendo acrescentados ao longo do fluxo da cadeia na Linha X têm origem exclusivamente em fornecedores externos à Huf (empresas do grupo ou organizações independentes), significando que nenhuma da matéria-prima usada na Linha X é produzida na Huf.

O processo inicia-se com a requisição de matéria-prima ao armazém de aprovisionamento, que é necessária à montagem do produto final, por parte da chefe de linha ou restantes operadores, através de um sistema *Kanban* constituído por várias máquinas (células) de picagem através de cartões, localizadas em pontos estratégicos da fábrica, de fácil acesso a qualquer uma das estruturas microprocessuais. O pessoal do armazém, recebendo os pedidos no sistema, dispõem de um intervalo de duas horas para abastecer as linhas, daí haver a necessidade de, em linha, existir sempre matéria-prima necessária a duas horas de trabalho (esta gestão é feita pelos operadores, visualmente).

Ao finalizar a linha de montagem, o produto acabado, neste caso, atuadores para porta-bagagens, são acondicionados em KLT e organizados em paletes, que posteriormente seguirão para o armazém de expedição, sendo enviadas depois para o cliente final, ou seja, as fábricas da marca automóvel ao qual está associada a Linha X.

### 4.2.3 Funcionamento dos Postos de Trabalho

O ponto de partida para o início de um projeto de investigação é a familiarização com o objeto de estudo e o meio envolvente, neste caso, a Linha X, inserida no *modus operandi* da Huf, respondendo assim ao primeiro objetivo específico do projeto de investigação (**obj.1**) - Recolha e análise de dados que caracterizem o estado atual da linha de produção (tempos de ciclo, processos, etc.). Assim, de início, procedeu-se à observação generalizada de cada um dos postos de trabalho e respetivas sequências de operações por parte dos trabalhadores, ao manuseio e conhecimento do produto final e às interações necessárias entre alguns dos agentes externos à linha de produção (chefias, *Kanban* e armazém). Ao longo do estágio foi, desta forma, possível criar proximidade e conhecimento de todos estes processos e conhecer todas as ações desenvolvidas desde que é apresentado o programa de produção (planeamento) à chefe de linha (colocação de encomendas por parte do cliente), até que o



produto acabado segue para expedição com destino ao cliente. Desta forma, tem-se em conta que todo o processo produtivo da Linha X engloba a atividade de indivíduos diferenciados na organização, isto é, com funções e níveis de gestão distintos (*stakeholders*).

Seguidamente, é feita uma descrição do funcionamento de cada posto de trabalho, da gestão da manutenção e abastecimento à Linha X, gestão da qualidade, produção e capital humano e posteriormente, identificadas as causas que limitam a sua produtividade.

A Linha X é constituída por quatro postos de trabalho, três semiautomáticos (em que a intervenção humana reside na introdução e retirada de equipamentos do posto) e um totalmente manual. Irá apresentar-se separadamente, posto a posto, a descrição da atividade aí realizada.

#### Posto 1 – Carregamento de componentes e montagem

O posto 1 (**Figura 4.7**) é o posto inicial da linha, onde se inicia a pré-montagem do atuador. Aqui, são introduzidos os componentes: base inferior, *plate*, pinos (três), roldana Z1/2, roldana Z3/4, roldana Z5 e motor. Trata-se de um equipamento constituído por uma *round table*, giratória, com seis pratos, com capacidade para duas unidades cada, correspondentes a 12 elementos no fluxo de produção, e por uma pistola de massa lubrificante. Alocado a este posto, existem: três unidades abastecedoras, de pinos, *plates*, e massa lubrificante, conectadas através de tubos à unidade principal; três tubos alimentadores das roldanas Z1/2, Z3/4 e Z5, de acesso ao operador para pré-montagem; um *rack* para bases inferiores e motores, de três níveis, para abastecimento ao posto, do lado direito da estação de trabalho.

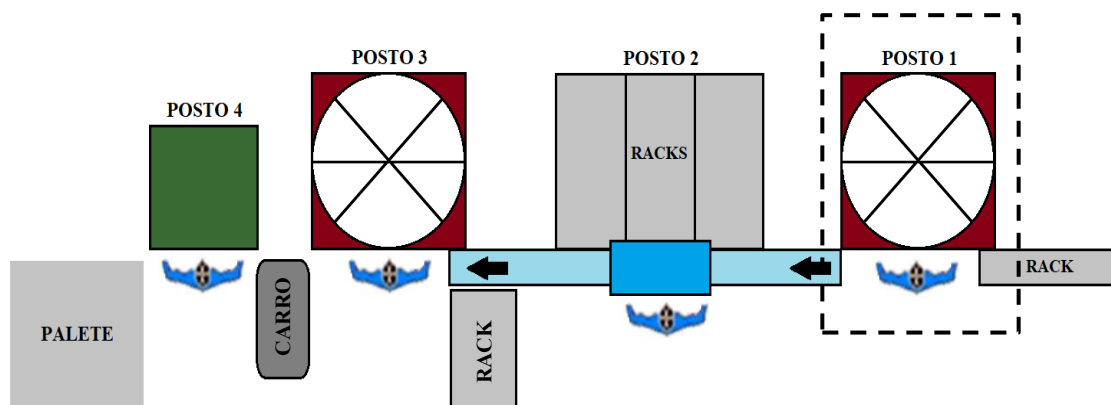


Figura 4.7. Posto 1

As operações que ocorrem neste posto são as seguintes:

1. Introdução dos componentes para início do ciclo automático (rotação da *round table*), por parte do colaborador, que findo este passo, ativa a rotação através do carregamento em botão designado para o efeito – 9.68 segundos;
2. Ciclo automático propriamente dito, em que são introduzidos os pinos e a *plate* em cada item pré-montado, e numa fase posterior, a unidade é lubrificada por toda a sua extensão, com recurso à pistola – 11.37 segundos;
3. Retirada do subconjunto pré-montado, seguida da ação por parte do colaborador de colocação no tapete para prossecução do processo produtivo, ao posto seguinte – 2.35 segundos;

O conjunto das operações 1 e 3 ocorre de modo quase simultâneo à operação 2, isto é, enquanto o operador efetua os movimentos para as sequências 1 e 3, o equipamento automático está a realizar o trabalho referente ao posto 2 (sendo o ciclo automático mais demorado que a interação manual). Devido a esta simultaneidade, e como na análise visual se concluiu que é o ser humano que define o ritmo de trabalho, a operação 2 não é contabilizada para efeitos de tempo de ciclo. Os valores apresentados resultam da tiragem dos tempos efetuada no chão-de-fábrica, com recurso a um cronómetro.

Daqui, resulta que o tempo de ciclo para este posto é de 12.43 segundos, em média (soma das operações 1 e 3).

Finda a atividade neste posto, obtém-se uma pré-montagem como a que está representada na **Figura 4.8**.



**Figura 4.8.** Pré-montagem resultante das operações no posto 1

### Posto 2 – Pré-montagem do *bowdencable*, *disc* e *cover*

O posto 2 (Figura 4.9) é o único posto com intervenção exclusivamente manual na Linha X. É onde são introduzidos, na pré-montagem proveniente do posto 1, a *disc*, o cabo e a tampa superior, no subconjunto.

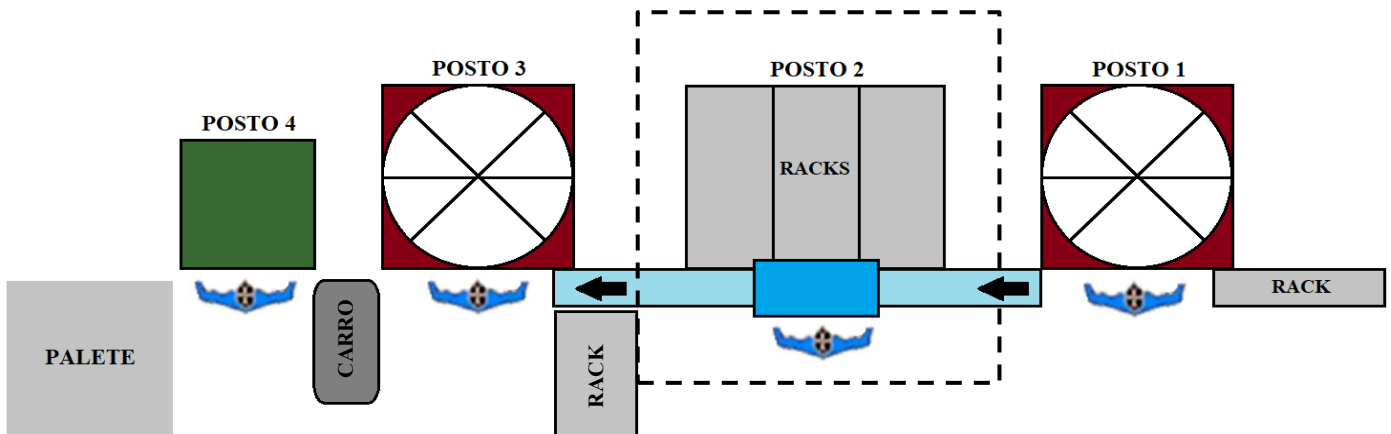


Figura 4.9. Posto 2

Frontalmente à zona de trabalho, encontram-se três *racks* paralelos, horizontais, cuja função é acondicionar as embalagens de cada um dos três componentes adicionados nesta fase. O *rack* do lado esquerdo destina-se à *disc*, o do centro à tampa superior e o do lado direito ao cabo. Cada um destes três componentes é acomodado em caixas de cartão.

A sequência operacional relativa a este posto apresenta um tempo de ciclo médio de 12.69 segundos e é realizada sobre uma mesa de metal ligeiramente superior ao tapete rolante. A operação termina com a colocação da pré-montagem (estrutura compacta), visível na Figura 4.10, no tapete, para prosseguir para a estação seguinte.



Figura 4.10. Subconjunto resultante do posto 2

### Posto 3 – EOL

O terceiro posto (**Figura 4.11**) é onde se adiciona o último componente em falta, a carcaça, que cobre toda a estrutura compacta com exceção do cabo. Semelhantemente à estação 1, trata-se de um equipamento com uma *round table*, com quatro subestações onde, para além da colocação da carcaça, se efetua um teste EOL (*end of line* – avaliação das propriedades mecânicas do produto, aferindo a qualidade, estabilidade e resistência do produto) bem como o registo a laser no atuador, que acontece numa câmara própria, fechada, do equipamento.

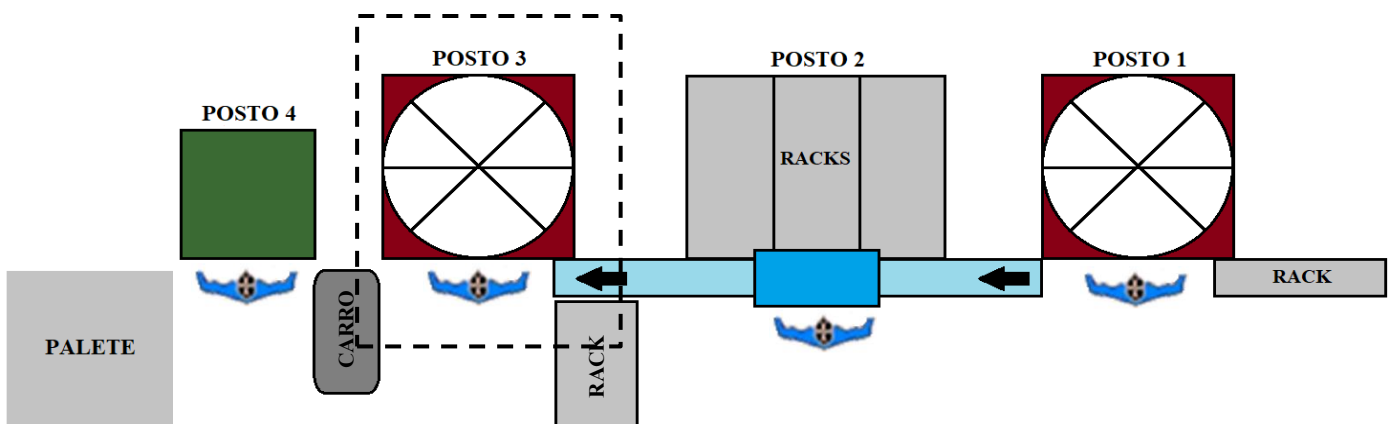


Figura 4.11. Posto 3

Alocado a este posto, existe um equipamento de suporte, imóvel (sem rodas, que, para ser movido, necessita do recurso à força), que serve como depósito das unidades que saem do posto 3 (até serem retiradas pelo operador que executará a função na estação 4), funcionando como um carro abastecedor (**Figura 4.12**). É, portanto, utilizado simultaneamente nos postos 3 e 4, sendo o equivalente a um tapete de fluxo de uma linha convencional que, devido à falta de espaço no chão-de-fábrica, teve que se optar por esta alternativa.



**Figura 4.12.** Carro de suporte

Nesta estação, dá-se a seguinte sequência de operações com intervenção humana:

1. Retirada do atuador que acabou de completar a rotação na *round table* e posterior colocação no carro de suporte – 3.20 segundos;
2. Introdução da carcaça e estrutura compacta proveniente do posto 2, no equipamento – 8.82 segundos;
3. Ação que determina o início de ciclo (pressão do botão ON) do equipamento. Uma característica inerente a esta máquina é o facto de existir um intervalo considerável entre o aperto do botão e o início efetivo da rotação – 2.96 segundos, em média.

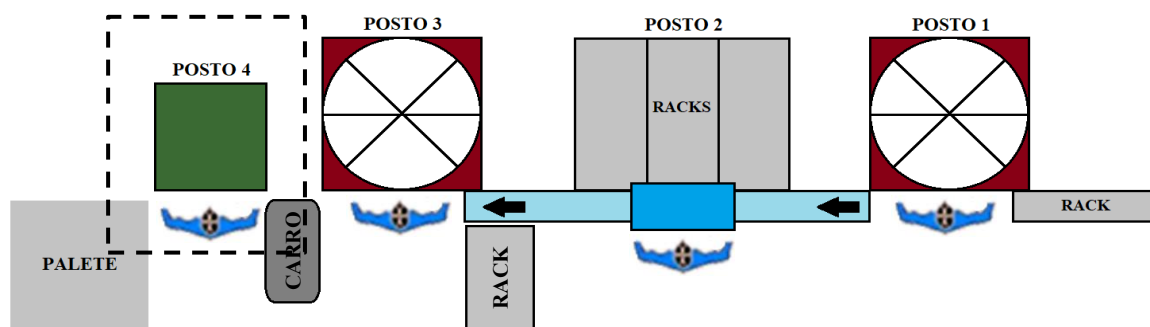
Após uma análise visual detalhada, concluiu-se que é o operador que dita o fluxo produtivo neste posto, tendo a estação mais demorada da EOL um tempo de ciclo de 11.33 segundos. Ora, a soma dos tempos de ciclo de toda a sequência realizada manualmente é de 14.98 segundos, reiterando a afirmação anterior. Isto expressa a simultaneidade entre as ações realizadas pelo operador e o ciclo automático do equipamento. Trata-se da estação mais demorada de toda a Linha X.

Terminado o trabalho no posto 3, obtém-se o conjunto final semelhante ao da **Figura 4.2**, ao qual não é adicionado mais nenhum componente, servindo a estação seguinte apenas

para efetuar uma operação de valor acrescentado, que é a clipagem do atuador, de forma a garantir que a carcaça introduzida no posto 3 não abre.

#### **Posto 4 – *Insulation cap clipping device***

No último posto da Linha X (**Figura 4.13**), é efetuada a clipagem automática do atuador, isto é, é selada a carcaça, de modo a que a estrutura compacta interior não se desagregue do conjunto. Trata-se de um posto semiautomático, cujas ações manuais são intercaladas com as do equipamento, ou seja, contrariamente aos postos 1 e 3 em que a componente máquina atua em paralelo com o operador, nesta estação podemos dizer que se trata de um processo em série.



**Figura 4.13.** Posto 4

O colaborador retira a peça do carro de suporte, insere-a na posição de clipagem, a máquina efetua a ação propriamente dita, e o operador, por fim, retira a peça acabada e insere-a no KLT que se encontra na paleta imediatamente à sua esquerda. A componente automática desta operação demora seis segundos, enquanto que as sequências manuais implicam um gasto de 2.79 segundos, sendo a soma total, correspondente ao tempo de ciclo do posto 4, de 8.79 segundos. Assim, a última estação é assim a mais rápida.

Assim que a peça é retirada do posto 4, não sofre qualquer alteração adicional, estando já na forma de produto acabado final, e é assim que seguirá para o cliente.

Não existe qualquer diferença visível a olho nu do aspeto visual do atuador entre o posto 3 e o posto 4, apenas o facto de a carcaça já não estar suscetível a aberturas que empurrariam para o exterior desta a estrutura compacta, convertendo o atuador em produto NOK.

### 4.3 Gestão da Manutenção

A Huf dispõe de um departamento de Manutenção, responsável por efetuar a manutenção a todas as máquinas de todas as linhas de produção existentes na fábrica, sendo o sistema adotado a manutenção corretiva, isto é, apenas há atuação quando existe falha ou avaria dos equipamentos. Isto implica que haja em inventário o stock necessário de componentes suplentes para substituição em caso de necessidade, de modo a que a linha intervencionada não esteja durante muito tempo inativa, para não causar disrupções ao processo produtivo e a toda a cadeia de abastecimento.

Sempre que é registada alguma avaria, o operador que faz essa constatação informa a chefe de linha que, por sua vez, abre uma ordem de trabalho (OT) no SAP, participando a ocorrência e explicitando a falha verificada. Esta notificação é recebida no departamento de Manutenção, sendo transformada em requisição de trabalho, dando assim origem ao seu tratamento.

O grau de criticidade da intervenção da equipa de Manutenção, traduzido na sua rapidez de atuação, é definido tendo em conta o tipo de máquina a intervencionar e as implicações decorrentes à paragem da linha. Isto porque atrasos na produção podem levar a custos elevados de transporte (mercadoria expedida para o cliente final através de transportes especiais, com custos mais dispendiosos que os transportes regulares) e reclamações de fornecedores (que geram insatisfação que, em última instância podem levar a quebras contratuais ou aplicação de multas à empresa).

Após a situação estar resolvida, e a linha continuar o seu funcionamento normal, os técnicos de manutenção que realizaram a intervenção devem registar informaticamente toda a informação útil (tipo, motivo e causas da avaria, peças utilizadas, tempo necessário de manutenção, etc.), de modo a existir um portefólio em fábrica que permita uma gestão mais otimizada da manutenção dos equipamentos, e, em situações futuras, uma maior rapidez na resolução de problemas, por haver histórico.

Na Huf, o departamento de Manutenção é constituído por uma equipa de oito pessoas, sem especialização específica por linha de produção, isto é, cada um dos colaboradores desta área está, em teoria, igualmente preparado para lidar com qualquer tipo de falha ocorrida no chão-de-fábrica.

A Linha X, por ser uma linha recente, e por não ter ainda volume de negócios consideravelmente vasto (4% de vendas do total) comparativamente a outros clientes da organização, não é tomada como prioridade no que toca a problemas de manutenção corretiva, sendo, portanto, a maioria das vezes deixada em “lista de espera”, em detrimento de linhas com maior volume de vendas.

#### **4.4 Gestão da Qualidade**

Na Huf, o Departamento de Qualidade tem 2 vertentes:

- qualidade do fornecedor, respeitante às matérias-primas não produzidas na unidade industrial, ou seja, aquelas que a Huf adquire externamente para aplicar no seu processo produtivo;
- qualidade do cliente, em que o foco de análise se centra nas vendas e no serviço prestado ao cliente, gerindo as reclamações provenientes deste, resultantes de unidades produzidas com defeitos.

A Linha X é de recente vigência na Huf, e até à data de fim do estágio curricular não existia qualquer reclamação por parte de clientes que tivesse sido validada, isto é, em que efetivamente algum atuador fosse considerado NOK. Havia sido feita uma única reclamação, que resultou na devolução do produto à Huf, contudo após vários testes e ensaios, ficou provado que o problema derivava do cliente e não da Huf, pelo que foi invalidada, sendo o registo de reclamações nulo.

Relativamente às matérias-primas necessárias em linha para efetuar a montagem do produto, é feito um controlo por amostragem na secção do departamento de qualidade existente no armazém de aprovisionamento, por um grupo de técnicos de qualidade. Isto é, na receção de matéria-prima, são seleccionadas um conjunto de embalagens, às quais é feito um controlo visual, para deteção de defeitos e situações não conformes.

Esta periodicidade de controlo é definida pelo histórico de incidências de matéria-prima NOK. A Linha X, no seu curto historial, apenas detém ocorrências relativas às carcaças (feitas de borracha, através do processo de fabrico de injeção), pelo que este componente, dos treze constituintes do produto, é o único que, em teoria, deve beneficiar periodicamente deste controlo de amostragem periódico.



## 4.5 Gestão de Produção

Na organização, o departamento de Logística encontra-se dividido em dois subdepartamentos, vendas e aprovisionamento. A subunidade de vendas é responsável pela receção e organização dos pedidos dos clientes, transmitindo essa informação ao departamento de Produção, que por sua vez tem como tarefa o planeamento produtivo de cada linha de produção, incluindo a Linha X.

Devido à recente aquisição do SAP como sistema de ERP de suporte à organização, esta ainda se encontra numa fase de adaptação relativamente ao *software*, bem como de formação, existindo ainda uma considerável lacuna de conhecimentos por parte dos colaboradores no que toca a este domínio. O método utilizado para contornar temporariamente esta falha é através do uso auxiliar de outros softwares já incutidos na Huf, e com os quais já existe familiarização, como o BPCS (sistema em vigor numa fase anterior ao SAP) e Microsoft Excel (folhas de cálculo).

A Logística, de um modo geral na Huf, envia para o departamento de Produção, através do *software* interno (onde é processada toda a informação da organização) as encomendas existentes, e daqui a informação parte para os chefes de cada uma das linhas de montagem, para fazerem a sua própria organização.

No caso da Linha X, subramificação do CIC, realiza apenas um turno (central) e tem apenas uma chefe de linha (ao contrário das restantes linhas de montagem da fábrica, que devido à rotatividade horária, apresentam, no mínimo, dois responsáveis de linha), o que faz com que não haja a estrita necessidade de o Departamento de Produção ter que articular as necessidades de produção com mais do que uma pessoa diferente, comunicando assim a Logística diretamente com o chão-de-fábrica. O modo de realizar este processo é ainda corroborado com o facto de a Linha X produzir uma referência única de produto (variando apenas a componente tamanho do cabo), não sendo preciso lidar com artigos diferentes, que aumentariam o nível de complexidade.

Assim, a chefe de linha recebe diariamente, para a Linha X, um plano de produção para um intervalo de cinco dias. Caso não haja alterações, este plano não é enviado diariamente, mas sim de dois em dois ou três em três dias. Desse plano consta a referência do produto (quatro existentes dependendo da diferença no tamanho do cabo), cliente que fez a encomenda, quantidade e data de entrega [ANEXO A].

A Logística tem um papel fundamental ao estipular os envios prioritários, isto é, definir que encomendas se devem tratar em primeiro lugar, informação articulada com o cliente, pois atrasos e disrupções que afetam a data de entrega do produto final, poderão comprometer a laboração das linhas de montagem nas unidades fabris do cliente a entregar, o que em última instância poderá causar conflitos que levem a quebras contratuais ou elevadas multas sobrecarregadas pela Huf. Poderá dar-se o caso, também, da necessidade de o departamento de Logística ter que recorrer a transportes especiais para o envio de unidades em atraso, de modo a tentar cumprir a data de entrega com o menor desfasamento possível. Ora, estes transportes especiais, tal como o nome indica, são extraordinários, e como tal, acarretam um valor de custos muito superior aos transportes ditos regulares, já planeados para a produção e encomendas existentes, de modo que um dos objetivos é minimizar a necessidade deste tipo de envios.

#### **4.6 Gestão do Capital Humano**

Os colaboradores alocados ao CIC apresentam formação para integrarem o processo produtivo de qualquer uma das três subunidades constituintes (Linha X, CIC e *Strikers*). Assim, a gestão do capital humano do CIC é feita de modo global, havendo, no entanto, operadores mais aptos ou cujo trabalho é mais rentável numas áreas do que noutras, tentando-se que um indivíduo esteja alocado ao local onde gera mais produtividade.

A chefe de linha, recebendo as ordens de encomenda de cada uma das três subunidades, define a alocação da equipa, constituída por dezoito pessoas, ao início de cada turno (8h30), a cada posto de trabalho. Assim, não há uma independência entre linhas de montagem, estando a alocação de funcionários a um dado centro de trabalho sempre sujeito às necessidades do outro.

Toda esta gestão de capital humano feita pela chefe de linha é realizada tendo em conta a sua experiência e conhecimento da unidade que lidera (sete anos), bem como do modo de laboração e adaptação de cada um dos elementos da sua equipa (a maioria com permanência superior a um ano na linha).

À Linha X, por norma, estão alocadas duas a três pessoas, excepcionalmente quatro (alocação de uma pessoa a cada posto de trabalho), em momentos de elevada produção. Contudo, a atribuição de operadores no início do turno está sempre dependente

dos restantes dois centros de trabalho, funcionando todos em interdependência entre si. Assim, não há uma constância vigente no que toca ao número de operadores em laboração, isto é, um turno pode começar com um certo número de indivíduos e passado algum tempo serem retirados desse centro para alocação a outro. Pode, inclusive, dar-se o caso de se transferirem colaboradores para outras linhas de produção da fábrica, isto porque, sendo a Linha X uma linha pequena e que apenas regista 4% do valor total das vendas da Huf (dados relativos ao último trimestre de 2021), dá-se prioridade a outros clientes (que registam vendas na ordem dos 30/40% do valor total de faturação da organização).



## 5. RESULTADOS

### 5.1 Análise das Causas que Comprometem a Produtividade

Após a caracterização do estado atual da Linha X, isto é, o seu modo geral de funcionamento, através da observação do processo produtivo, compreensão da conexão interdepartamental necessária ao funcionamento da Linha X, entrevistas não estruturadas a diversos colaboradores da empresa com diferentes funções e *brainstorming*, foi possível identificar oito causas que comprometem uma maior rentabilidade da Linha X:

- C1:** Sistema de abastecimento inconsistente;
- C2:** Elevada rotatividade no abastecimento de matéria-prima aos postos de trabalho;
- C3:** Falta de organização das unidades em stock, acondicionadas nos KLT;
- C4:** Fraca gestão da manutenção;
- C5:** Inspeção deficiente na receção de matéria-prima proveniente de fornecedores externos;
- C6:** Fluxo de informação débil e lento entre o CIC e a Linha X;
- C7:** Reclamações relativas à ergonomia da Linha X;
- C8:** Elevada quantidade de deslocações entre postos de trabalho.

Seguidamente, proceder-se-á à descrição detalhada das causas que potenciam a redução de produtividade da Linha X, respondendo assim ao segundo objetivo específico desta investigação (**obj. 2**): Levantamento das causas-raiz que limitam a produtividade da linha de produção.

#### **C1: Sistema de abastecimento inconsistente**

Durante o projeto de investigação, um dos aspetos mais notórios relativo à Linha X prendia-se com o tempo perdido no que toca ao abastecimento, isto é, tempo que os operadores empregam na preparação e colocação da matéria-prima, proveniente do armazém de aprovisionamento (cujo pedido é feito através do sistema *Kanban* existente na unidade industrial), pronto a ser utilizado na montagem do produto.

O que está definido para toda a área da fábrica, como norma de trabalho, é que os abastecedores depositem, em cada linha de produção, as embalagens com a matéria-prima nos locais para o devido efeito, no caso da Linha X, os *racks* existentes. Ou seja, isto implica que o transporte das caixas desde o empilhador até ao *rack* seja feito pelo operador do armazém que conduz o empilhador, numa tónica de poupança de tempo aos operadores da linha, tempo esse que é necessário à produção. Todavia, esta uniformização nem sempre se verifica por parte de todos indivíduos abastecedores, que descarregam as caixas diretamente para o piso, tendo que ser as próprias colaboradoras a movimentá-las até ao *rack* devido, o que causa um desperdício, traduzido em movimentação, pois deixam de estar a operar nas estações de trabalho para realizar outras atividades, às quais já há recursos humanos alocados para tal, sendo desnecessárias e evitáveis essas deslocções.

## **C2. Elevada rotatividade de abastecimento de matéria-prima aos postos de trabalho**

Cada um dos onze componentes diferentes constituintes do produto montado na Linha X (roldanas Z1/2, Z3/4, Z5, *disc*, pinos, *plate*, cabo, base inferior, motor, tampa superior e carcaça) vem acondicionado numa embalagem própria, sendo caixa de cartão para todos (com tamanhos adequados à unidade a transportar), com exceção dos pinos, cuja unidade de abastecimento é um pote, como o que se vê na **Figura 5.1**.



**Figura 5.1.** Unidade de embalagem dos pinos - pote

Assim, foi feito um estudo, que engloba todos as matérias-primas, e a periodicidade com que é necessário iniciar uma nova unidade (caixa ou pote). O valor da procura utilizado para o dito estudo é o vigente no corrente ano de 2022, ou seja, relativo às encomendas para o corrente ano, sendo utilizado o *takt time* respetivo (cadência a que deve ser retirada uma unidade de produto acabado da linha de produção, de modo a satisfazer a procura vigente). A **Tabela 5.1** explicita todo este estudo.

**Tabela 5.1.** Número de vezes necessário, por turno, do abastecimento de matéria-prima em linha

Componente de MP	Unidade de embalagem	Quantidade por unidade de embalagem	Duração de cada unidade de embalagem (horas)	Fornecimento necessário a cada turno*	
Roldana Z1/2	Caixa de cartão	1500	10.60	0.70	
Roldana Z3/4		750	5.30	1.50	
Roldana Z5		500	3.50	2.20	
Disc		350	2.50	3.20	
Pinos	Pote	2600	18.30	0.40	
Plate	Caixa de cartão	20000	140.80	0.10	
Cabo (mm)		175	300	2.10	3.70
		385	300	2.10	3.70
		278	200	1.40	5.60
		525	100	0.70	11.20
Base inferior		190	1.30	5.90	
Motor		210	1.50	5.30	
Tampa superior		190	1.30	5.90	
Carcaça		60	0.40	18.70	

\* Número de vezes a recorrer a nova unidade

Analisando as últimas duas colunas da **Tabela 5.1**, uma divisão em nível de criticidade é possível ser feita, sendo o critério de segmentação o número de vezes que é necessário abrir nova embalagem de matéria-prima, divisão essa visível na **Tabela 5.2**.

**Tabela 5.2.** Nível de criticidade da matéria-prima da Linha X

<b>Grau de criticidade</b>	<b>Material</b>
Muito crítico	Base inferior, tampa superior, carcaça
Crítico	Cabos (todas as referências)
Nada crítico	Roldanas Z1/2, Z3/4, Z5, <i>disc</i> , pinos, <i>plate</i> , motores

Os motores, embora tenham uma necessidade de rotatividade entre embalagens considerável, obtêm a designação “nada crítico” devido ao tipo de embalagem e ao *rack* destinado. Provêm numa caixa de cartão, dividida em seis paletes de esferovite (35 unidades em cada palete, perfazendo 210 por caixa), tendo o *rack* capacidade para albergar o número de caixas suficientes para a produção durante um turno (seis caixas).

Esta análise de criticidade permite compreender o número de vezes que é necessário recorrer a novas embalagens. Todo este processo compreende a abertura da caixa, a correta colocação no *rack* (posição adequada ao correto funcionamento no centro de trabalho) e depósito dos resíduos – cartão, plástico e etiquetas – no contentor de lixo da Linha X, que se situa junto ao posto 4.

Ora, todos estes movimentos traduzem-se em tempo despendido que se trata de desperdício, neste caso, o de movimentação.

Foi realizado um estudo de perdas relativamente ao tempo gasto na Linha X para atividades que não agregam valor e aquelas que não agregam valor, mas são necessárias (qualidade). Ao longo de uma semana de trabalho (cinco dias úteis), foi feita uma análise relativa ao consumo de tempo desperdiçado no sistema. O tempo despendido no abastecimento, em média, rondou os 48 minutos diários, que representam 10% do total de tempo em laboração, uma vez que oito horas de trabalho correspondem a 480 minutos.

Esta percentagem é calculada com base no período concreto de laboração de um funcionário. A Linha X efetua turno central (8h30-17h), constituindo este intervalo oito horas e trinta minutos, ao qual se retiram trinta minutos (dois intervalos de cinco minutos - manhã e tarde, e a paragem para almoço que corresponde a vinte minutos).

Neste ponto, este estudo contempla C1 e C2, pois ambas são intimamente ligadas à atividade de abastecimento.



---

### **C3: Falta de organização das unidades em stock, acondicionadas nos KLT**

Seguidamente ao posto 4, procede-se ao acondicionamento das unidades de produto acabado em KLT. Os KLT são todos iguais, contudo, como o tamanho de cabo pode variar (quatro diferentes), a quantidade por KLT varia consoante o tipo de cabo. Está definido em instruções de trabalho visíveis junto aos centros de trabalho o número de atuadores por KLT, tendo como variável o tamanho do cabo.

Não se verificam misturas de referências, isto é, um KLT apenas acondiciona unidades com cabos do mesmo tamanho, mesmo que a capacidade máxima não seja atingida. Isto permite quer à Huf quer ao cliente uma melhor organização e gestão na expedição e receção da mercadoria.

Ora, o estudo que se fez à Linha X permitiu aferir que, num número um tanto elevado de situações, aconteceram dois tipos de acontecimentos relativamente ao stock armazenado em KLT:

- KLT expedidos com atuadores em falta. Esta situação causa reclamações no fornecedor, provocando assim um desequilíbrio na relação organizacional, prejudicial à confiança já existente entre as duas partes;
- Perda da noção da quantidade de atuadores já inseridos num KLT (que variam das 18 às 31 unidades, dependendo do tamanho do cabo), fazendo com que as colaboradoras tenham que consumir tempo a retirar e recolocar as unidades no KLT, efetuando nova contagem.

Logo, a este problema, estão alocados desperdícios de espera.

Pela explicação exposta, é de fácil apreensão que o aprovisionamento dos atuadores no KLT absorve algum tempo à produção, ainda que pouco significativo. O estudo de tempos realizado para C1 e C2, agora aplicado a C3, mostrou que, em média, ao longo de uma semana de produção, foram consumidos em média 11.6 minutos diários nesta atividade, perfazendo 2.42% de um turno de trabalho. Ainda que seja um valor residual, deve ter-se uma visão de melhoria contínua, até à sua eliminação (desperdício zero).

#### **C4: Fraca gestão da manutenção da Linha X**

Como é de esperar relativamente a qualquer linha de produção, à qual a Linha X não foi exceção, por vezes ocorrem falhas que necessitam da intervenção do departamento de Manutenção, para efetuar ações corretivas.

No capítulo de caracterização do estado atual, foi descrito o processo de gestão de Manutenção da Huf, mais especificamente aplicado à Linha X. Durante o tempo de permanência no chão-de-fábrica, um aspeto contraproducente que se destacou foi o elevado tempo desde o reporte no SAP, por parte da chefe de linha, da ocorrência da falha até à chegada de algum elemento da equipa à Linha X para efetuar as ações de manutenção. Na maioria das vezes que se registaram avarias que obrigaram à paragem da linha, devido ao facto da elevada demora na chegada da equipa responsável de retificação da mesma, deslocalizaram-se os operadores da Linha X para os outros dois centros de trabalho do CIC.

Avarias de menor dimensão, que não implicam paragem total da linha, prontamente podem ser resolvidas pelas operadoras, que devido ao largo conhecimento e domínio dos processos da Linha X, já têm formação adquirida para lidar com paragens pontuais ou falhas decorrentes dos equipamentos facilmente resolvidas. Todavia, anomalias associadas à programação dos equipamentos ou a problemas nos componentes das máquinas, têm obrigatoriamente de ser solucionadas pelo departamento de Manutenção, que, na altura de implantação do projeto na unidade industrial, recebeu instrução nesse sentido.

Foi evidente que, no chão-de-fábrica, a equipa de Manutenção se revelou insuficiente em efetivos para resolver as complicações do dia-a-dia. Desta forma, a regra aplicada por estes no tratamento das requisições de trabalho seguia a prioridade em termos de volume de vendas da linha de montagem afetada, e não de necessidade de produção para atendimento das encomendas. Desta forma, e tendo a Linha X uma representação de apenas 4% no valor total das vendas (último trimestre de 2021), as avarias não eram objeto prioritário dos colaboradores da Manutenção, daí justificado o elevado tempo até à completa resolução dos problemas.

De modo semelhante a C1, C2 e C3, também se obtiveram dados quantitativos relativamente à percentagem de tempo despendido na Linha X com questões relativas à Manutenção. Neste caso específico, trata-se de situações em que a máquina esteve parada ou a sofrer intervenção de elementos da equipa de Manutenção, que tiveram a duração média, ao longo de cinco dias úteis, de 79 minutos (16.5% do período de trabalho). Este valor é

considerável, o que mais uma vez realça a debilidade do sistema de Manutenção efetuado na Linha X.

Ainda que o resultado acima não possa servir como objeto concreto, uma vez que avarias são acontecimentos isolados e que, na semana em epígrafe, pôde tratar-se de um mero acaso a incidência tão grande de falhas, há que ter em conta a ineficiência do modo de atuação da equipa de Manutenção, pelos elevados tempos de espera habituais, desde a OT até ao tratamento do problema.

### **C5: Inspeção deficiente na receção de matéria-prima proveniente de fornecedores externos**

Como já foi explicitado em secção anterior, o departamento de Qualidade tem como uma das suas funções inspecionar a matéria-prima que provém de fornecedores externos à Huf e que é recebida no armazém de aprovisionamento, através de um controlo por amostragem, para detetar possíveis defeitos ou falhas que comprometam a integridade do produto final montado numa das linhas de produção da Huf.

No decorrer do estágio curricular, foi detetada uma falha nesta inspeção, no que toca às carcaças do atuador. A um dado momento, esta matéria-prima começou a ser introduzida em linha com defeito, não conforme, e o alerta foi dado após a produção em larga escala de unidades, nesse dia. A anomalia foi denotada por uma colaboradora assídua da Linha X, bastante conhecedora de todo o processo, que, ao acondicionar os atuadores no KLT (após o posto 4), observou um rechupe (contração volumétrica) da carcaça, visível na **Figura 5.2**.



**Figura 5.2.** Defeito na carcaça (rechupe), visível de dois ângulos diferentes

Esta ocorrência forçou à seleção de todas as unidades já produzidas que se encontravam ainda na fábrica, para apurar as que possuíam carcaça com defeito, e aquelas que se verificaram com a ocorrência em questão, foram bloqueadas, isto é, impedidas de

fazer qualquer movimentação quer no interior quer para o exterior da unidade, até haver uma decisão do departamento de Qualidade sobre a referida questão.

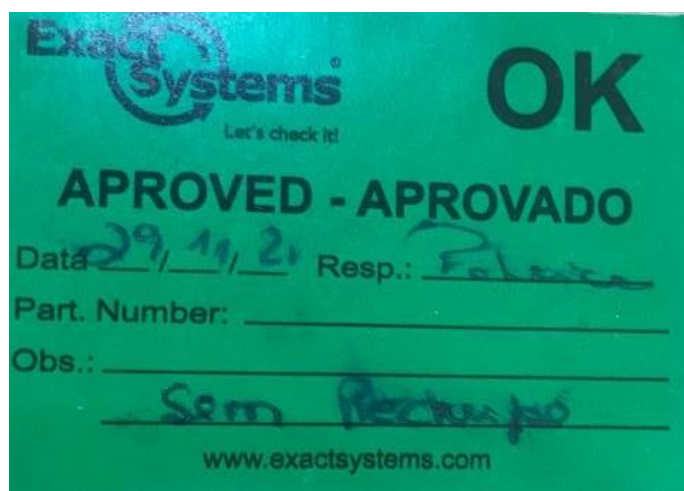
Em adição, todas as unidades de embalagem (caixas de cartão) que chegassem à linha, a partir desse momento, tiveram que sofrer uma seleção pelas operadoras, de modo a que só fossem produzidos atuadores com carcaça sem defeito. Isto porque a Huf detinha, nas suas instalações, uma quantidade avultada desta matéria-prima no armazém de aprovisionamento. Dessa forma, o departamento de Qualidade, por questões de ordem estrutural e hierárquica, ordenou que a seleção das carcaças seria feita pelas colaboradoras, na Linha X, e não previamente, na secção de Qualidade de fornecedor, como seria normal no funcionamento decorrente da unidade industrial. Isto significa que, durante um longo período de tempo, uma atividade adicional à Linha X foi incorporada, sendo como que um posto de trabalho extra, que se tratava da seleção e separação de carcaças em unidades com e sem defeito.

Assim, foi notório que o departamento de Qualidade não estava a efetuar o controlo por amostragem à chegada da matéria-prima da Linha X à fábrica, como seria suposto tendo em conta o processo de atividade da Huf, e sendo este o único componente que já detinha histórico de ocorrências.

Todas estas atividades extraordinárias ao normal funcionamento da Linha X geraram desperdícios de processamento desnecessário, defeitos, movimentação e espera.

Mais tarde, e após algum estudo laboratorial por parte do departamento de Qualidade, foi efetivado que o rechupe na carcaça em nada alterava o normal funcionamento do atuador. Todavia, por uma questão de estética e de compromissos contratuais, o leque de clientes, com exceção de um, recusou-se a receber o produto com a anomalia. Assim, todas as unidades que haviam sido bloqueadas passaram a poder ser expedidas para o dito cliente.

Após este problema, a empresa tomou algumas diligências junto do fornecedor, de forma a garantir a qualidade efetiva da matéria-prima e, portanto, após algumas semanas consecutivas de negociação com este, o departamento de Qualidade começou a assegurar que a empresa externa fazia um controlo efetivo às carcaças, e para confirmar esta atividade, todas as caixas que chegaram à Linha X (e previamente à Huf, portanto) continham uma etiqueta como a que está representada na **Figura 5.3**, mostrando que, na unidade fabril de origem, já se havia assegurado a garantia das carcaças.



**Figura 5.3.** Etiqueta comprovativa de garantia de qualidade, emitida pelo fornecedor

No seguimento do estudo de consumo de tempo em atividades que não agregam valor, na Linha X constatou-se que, ao longo de cinco dias úteis, em média, diariamente foram consumidos 35 minutos na seleção das carcaças (7.29% do total de tempo em laboração). Todavia, a atividade aqui em causa apesar de não agregar qualquer valor, é necessária, para garantir a conformidade do produto.

### **C6: Fluxo de informação débil e lento entre o CIC e a Linha X**

A Linha X contempla um dos três centros de trabalho do CIC, tendo, portanto, a chefe de linha de orientar as três subunidades, de forma aos respetivos colaboradores de cada uma estarem cientes do plano de produção e outras instruções relevantes para o bom funcionamento do turno de laboração.

Ora, como é regular do *modus operandi* de uma unidade industrial, o fluxo de informação é algo permanente, pois há sempre novos dados a integrar num processo produtivo. Notou-se que o facto de a Linha X não ter a sua própria dependência e obedecer às regras e ordens de um centro de trabalho deslocado, fez com que este fluxo fosse por vezes inadequado. Recorrendo a exemplos práticos, na necessidade de priorização de encomendas, isto é, tendo já o plano de produção definido, foi necessário, por algumas vezes, privilegiar um certo cliente em detrimento de outros, devido a compromissos contratuais (tratados com o departamento de Logística), o que poderia querer significar mudança de referências a fabricar. Por vezes, esta indicação não chegou atempadamente à Linha X,

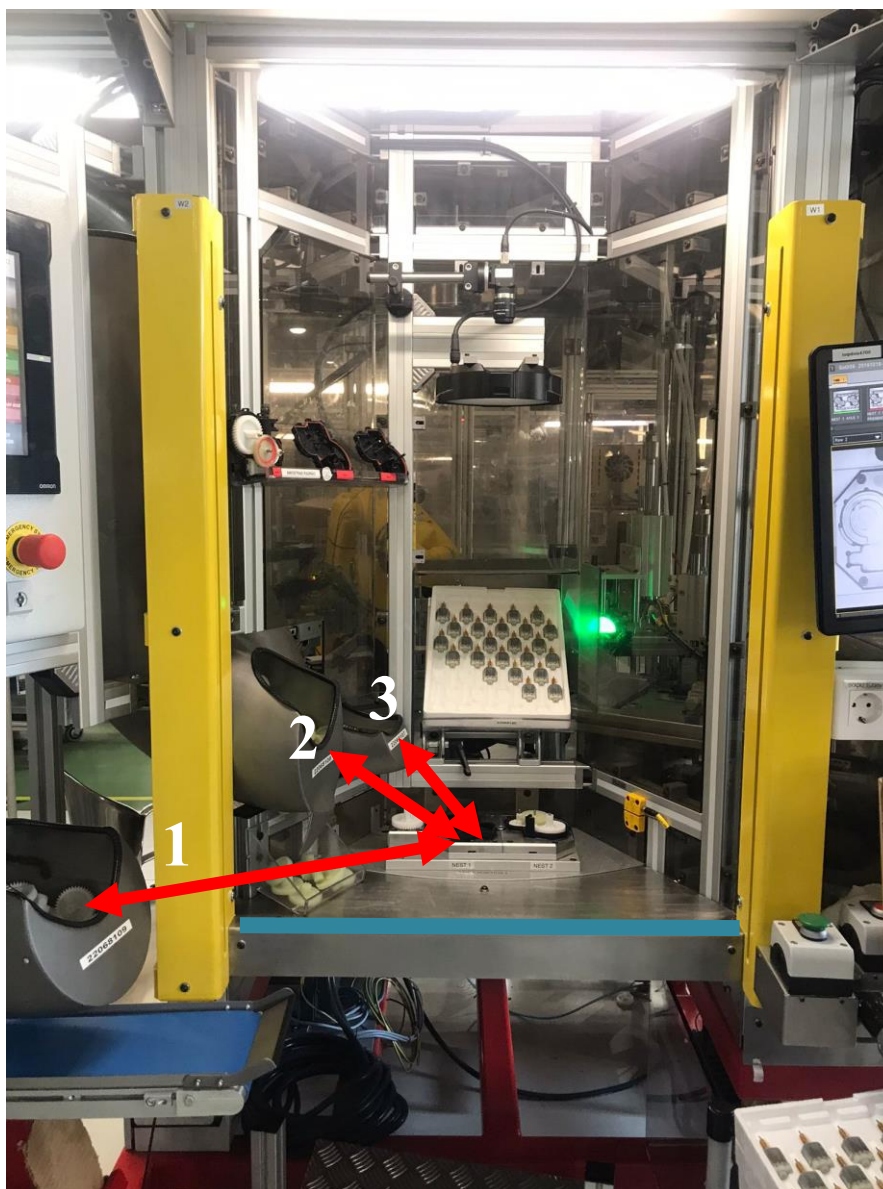
criando atrasos de produção e gerando desperdícios de espera e processamento desnecessário.

De modo semelhante, sempre que uma palete está completa e pronta a seguir para o armazém de expedição, tal ação exige a necessidade de impressão de etiquetas no CIC (*Kanban*), para distinguir os KLT respetivos, para fácil identificação no armazém e posteriormente expedição para o cliente. Assim, o facto de uma das colaboradoras ter que se deslocar ao CIC (vinte metros de distância, aproximadamente), informar a chefe de linha e esta informaticamente aceder às etiquetas e imprimi-las, voltando a operadora à Linha X para realizar esta ação, gera um desperdício óbvio e perceptível de movimentação e espera.

### **C7: Reclamações relativas à ergonomia da Linha X**

Ao longo da duração do estágio curricular, um fator transversal à maioria das colaboradoras com mais assiduidade de laboração na Linha X, foi o facto de estas apresentarem um número considerável de queixas relativas às dores físicas sentidas após um elevado espaço de tempo a executar as operações dos diferentes postos de trabalho.

Os protestos assentavam sobre o posto 1 e o posto 2, em que no primeiro, devido à posição elevada dos tubos alimentadores, teriam que exercer uma maior tensão nos membros superiores pois os depósitos de roldanas encontram-se a um nível mais elevado ou lateral do que a *round table*, espaço físico onde são executadas as ações desse posto (**Figura 5.4**), o que implica que tem que ser feito um esforço sucessivo de ascendência e descendência dos membros inferiores. As setas representadas a vermelho representam a amplitude da deslocação dos membros superiores, com os respetivos comprimentos explícitos na legenda, tendo em conta o nível onde é executada a ação manual (linha azul).



**Figura 5.4.** Representação do comprimento da amplitude dos movimentos dos membros superiores, no posto

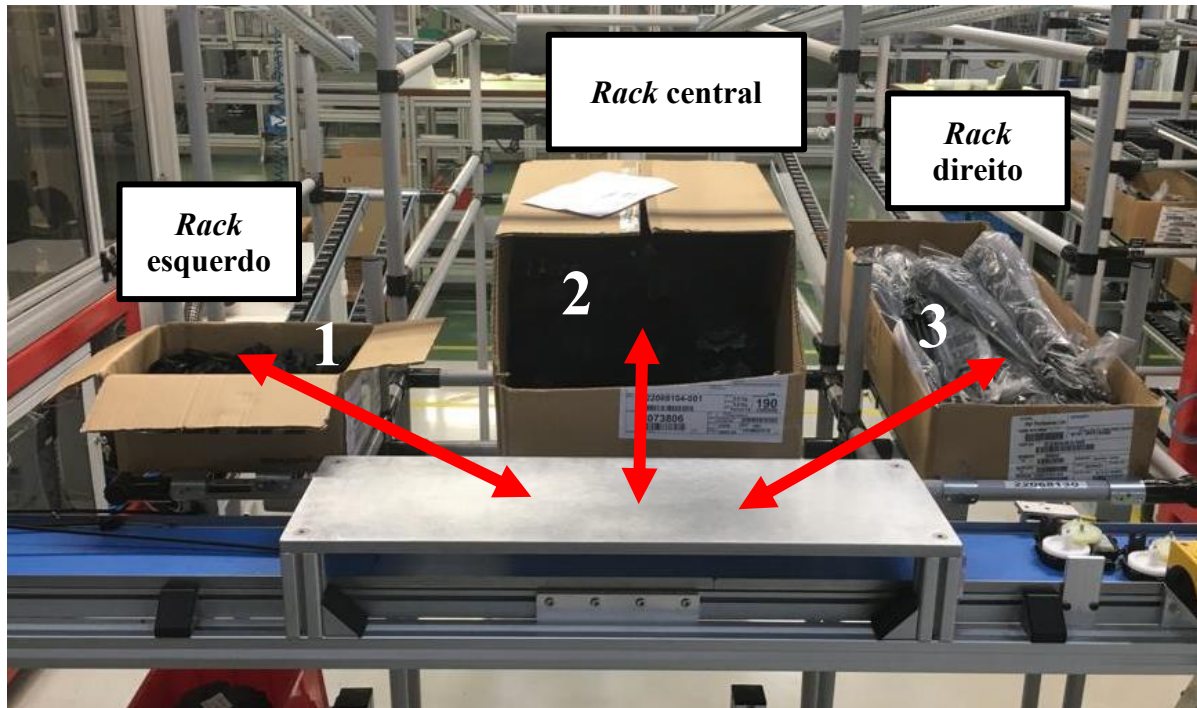
1

1 – 48 cm (roldana Z1/2); 2 – 30 cm (roldana Z3/4); 3 – 26 cm (roldana Z5).

Do mesmo modo, no posto 2 (**Figura 5.5**), de operação totalmente manual, para aceder a cada um dos três *racks* onde se encontra a matéria-prima armazenada (*disc*, tampa superior e cabo), é exigido uma complexa moção dos braços (contração e distensão) em ritmos sucessivos, o que, a médio-longo prazo, durante um turno de laboração, em dias sucessivos, causa desconforto muscular e ósseo. Os *racks* não-centrais, do lado direito e esquerdo, para serem acedidos de forma a coletar o componente necessário, exigem um



esforço superior de distensão que, continuamente, origina dores musculares que comprometem a rapidez normal daquele posto.



**Figura 5.5.** Representação do comprimento da amplitude dos movimentos dos membros superiores, no posto

2

1 – 50 cm; 2 – 25 cm; 3 – 52 cm.

A própria autora do projeto de investigação de que resulta o presente relatório de estágio pôde comprovar estes factos, estando por diversas vezes a ocupar postos de trabalho durante períodos de duas a três horas seguidas, registando, no término da atividade, mal-estar físico semelhante ao descrito pelas colaboradoras afetadas.

### **C8: Elevada quantidade de deslocações entre postos de trabalho**

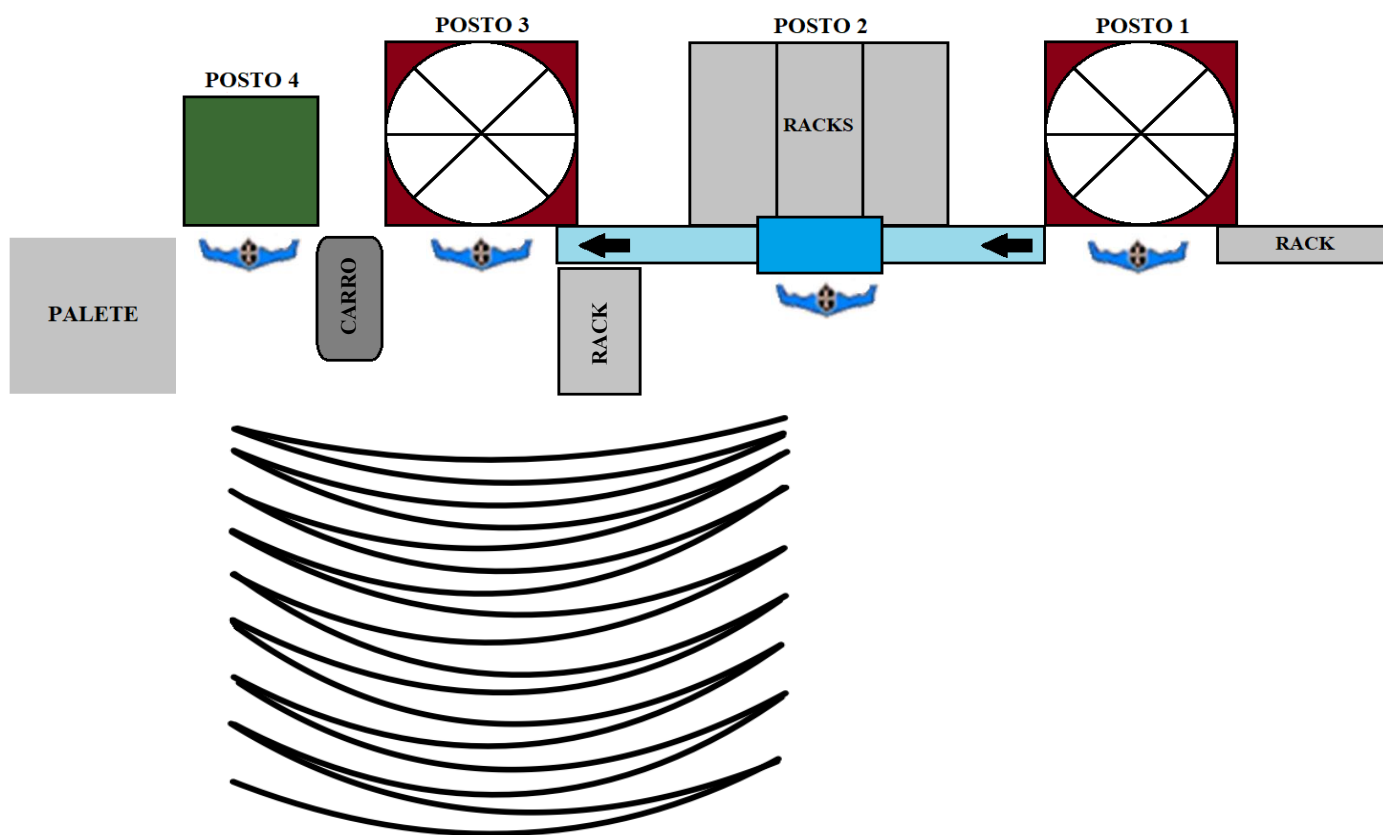
Após algum tempo de permanência e familiarização com o chão-de-fábrica, foi possível denotar a elevada frequência com que as colaboradoras alocadas à Linha X se deslocavam entre estações de trabalho.

Esta movimentação deve-se ao facto de o número de pessoas alocadas à Linha X ser sempre inferior ao número de estações de trabalho, o que é justificável pela variação de tempos de ciclo entre setores (de 8 a 15 segundos). Em adição, até à data não se registaram



períodos críticos de necessidade extrema de produção que justificassem a presença de indivíduos em todos os postos de trabalho.

Para aferir de melhor maneira esta situação, desenhou-se um diagrama de esparguete (Figura 5.6) com o movimento mais comum realizado entre postos na linha X, com três operadoras, ao longo de uma hora de laboração. Esta deslocação acontece entre os postos 2 e 4, pois o posto 4 é o que tem menor tempo de ciclo da linha X, e é sempre a este que se aloca mais do que uma estação de trabalho.



**Figura 5.6.** Diagrama de esparguete, para realçar a deslocação entre os postos 2 e 4

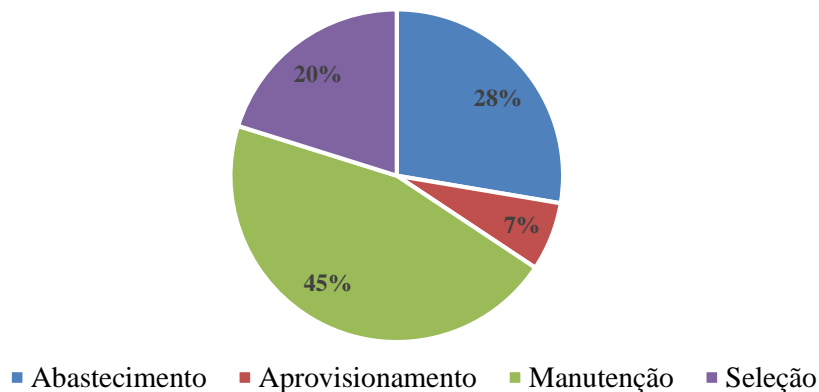
A distância entre os postos 2 e 4 é de 4.30 metros, medidos com uma fita métrica. Ora, analisando a Figura 5.6, tem-se que, no período de uma hora, o operador efetua dezassete vezes o trajeto posto 2 – posto 4. Sabendo que esse trajeto demora em média quatro segundos a ser percorrido, corresponde a um total de 68 segundos e 73.1 metros. Claramente, está explícito um grande desperdício em termos de movimentação. Em adição, não é correto

contabilizar o tempo do percurso apenas para efeito de gastos, pois após cada trajeto, a chegada ao posto respetivo, implica um ou dois segundos de “adaptação” ao meio.

### **Total de perdas**

Totalizando todos os valores quantitativos mencionados acima, pode-se agrupar os dados num gráfico circular como o da **Figura 5.7**.

### **Desperdícios em tempo**



**Figura 5.7.** Gráfico circular da distribuição do tempo consumido em atividades não ligadas diretamente à produção (desperdícios)

Em média, tendo como análise uma semana com cinco dias de trabalho, em que cada dia corresponde a 480 minutos de laboração (um turno de uma pessoa), 174 minutos foram consumidos em atividades que não a produção, resultantes de desperdícios. Convertendo este facto em contexto real, é o mesmo que afirmar que um indivíduo, de 480 minutos de trabalho, efetivamente só esteve a produzir 306, ou seja, 36.25% do seu horário de trabalho foi alocado a atividades indiretas à sua função.

## **5.2 Propostas de Melhoria**

O presente subcapítulo centra-se no último dos três objetivos específicos definidos para este projeto de investigação (**obj. 3**): definição de propostas de melhoria que mitiguem as causas-raiz limitadoras da produtividade da Linha X. Assim, irá fazer-se uma descrição das sugestões de melhoria possíveis de solucionarem, em certa medida, as causas potenciais de diminuição de produtividade. Estas propostas resultam da realização de entrevistas não

estruturadas aos colaboradores mais assíduos da Linha X e à aplicação da técnica de *brainstorming* entre estes e a autora do projeto de investigação.

Para sugerir qualquer alteração/proposta de melhoramento na Linha X, foi necessário haver uma estreita familiarização com o processo produtivo, compreensão das várias etapas do fluxo da linha, perceber a interação com outras unidades departamentais da organização não ligadas diretamente à produção e a interligação com a gestão de produção, no que toca ao planeamento produtivo (ver Secção 4.3 a 4.6). A duração do estágio curricular permitiu esta ambientação, sendo possível apontar que as situações descritas não derivam apenas do mau desempenho em chão-de-fábrica, mas também da ineficácia de outros setores organizacionais, bem como ineficiência do planeamento de produção. Este fator assenta no *software* SAP, implementado recentemente (maio de 2021) na Huf. Devido à situação atual de pandemia de COVID-19 e às alterações estruturais que a empresa tem vindo a sofrer desde a sua agregação enquanto grupo global, não houve possibilidade de a autora do estudo de investigação ter formação relativa ao *software*, não tendo assim havido qualquer interação com o mesmo, apenas observação de outros indivíduos (chefes de linha) a trabalharem sob o mesmo, tendo sido impossível complementar este projeto de investigação com melhorias relativas ao funcionamento da organização informaticamente. Portanto, todas as propostas de melhoria sugeridas resultam de situações aplicadas em chão-de-fábrica.

Seguidamente, a **Tabela 5.3** apresenta as sugestões de melhoria criadas para tentar mitigar as causas apontadas ao processo (causas de redução de produtividade), representando a correspondência entre a causa-raiz a que se destina.

**Tabela 5.3.** Propostas de melhoria para mitigar as causas limitadoras da produtividade

<b>Causa limitadora</b>	<b>Propostas de Melhoria</b>
<b>C1.</b> Sistema de abastecimento inconsistente;	<b>P1.</b> Padronização do processo de abastecimento da Linha X;
<b>C2.</b> Elevada rotatividade no abastecimento de matéria-prima aos postos de trabalho;	<b>P2.</b> Introdução de um sistema de “abertura fácil” nas unidades de embalagem;
<b>C3.</b> Falta de organização das unidades em stock, acondicionadas nos KLT;	<b>P3.</b> Introdução de um sistema de pesagem na Linha X ou automatização da contagem;
<b>C4.</b> Fraca gestão da manutenção;	<b>P4.</b> Implementação de uma ligação SAP aos equipamentos;

<b>Causa limitadora</b>	<b>Propostas de Melhoria</b>
<b>C5.</b> Inspeção deficiente na receção de matéria-prima proveniente de fornecedores externos;	<b>P5.</b> Recrutamento de uma equipa de seleção de componentes;
<b>C6.</b> Fluxo de informação débil e lento entre o CIC e a Linha X;	<b>P6.</b> Separação da Linha X do centro de trabalho principal – CIC;
<b>C7.</b> Reclamações relativas à ergonomia da Linha X;	<b>P7.</b> Estudo para alteração do <i>layout</i> dos dispositivos de abastecimento;
<b>C8.</b> Elevada quantidade de deslocações entre postos de trabalho.	<b>P8.</b> Alteração de <i>layout</i> – aglutinação de estações de trabalho.

Seguidamente, serão apresentadas separadamente cada uma das propostas representadas na **Tabela 5.3**.

### **P1: Padronização do processo de abastecimento da Linha X**

A proposta mencionada revela que o principal fator de heterogeneidade no abastecimento de matéria-prima à Linha X é o fator humano, isto é, não há uniformização de comportamentos entre indivíduos com a mesma função, como seria suposto.

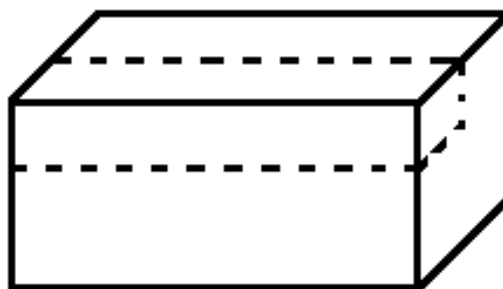
Assim, com a padronização do processo de abastecimento, através de instruções de trabalho, passa a existir a consciência da necessidade de efetuar a função de certa forma, que por vezes não acontece por desconhecimento ou inexistência de formação adequada. A partir do momento em que um indivíduo passa a adquirir o conhecimento fundamentado do como e porquê de determinada ação, e se sente envolvido no fluxo do processo produtivo e da importância de tomar tal atitude, existe um maior sentido de responsabilidade e entendimento sobre a própria ação.

Esta padronização do trabalho pode ser conseguida através de, por exemplo, instruções de trabalho colocadas à vista, no armazém, podendo ser aplicada a qualquer outra linha que não a Linha X. Visto os indivíduos abastecedores operarem a todas as linhas, não havendo diferenciação, o procedimento atual é recorrente noutras linhas de montagem que não a Linha X, e dessa forma, melhora-se o funcionamento geral da fábrica.

### **P2: Introdução de um sistema de “abertura fácil” nas unidades de embalagem**

O fluxo do processo de laboração nos postos de trabalho é em larga escala afetado pela constante interrupção por parte das colaboradoras, na coleta de matéria-prima necessária a cada estação, sendo esta uma queixa transversal a todas as operadoras que atuam ou atuaram em algum momento na Linha X.

Uma solução viável para facilitar este processo, seria o de estabelecer um acordo com o fornecedor, de forma que as matérias-primas cuja unidade de embalagem são caixas de cartão de tamanho considerável (nove dos onze componentes), dispusessem de um mecanismo de abertura fácil, através de um picotado, por exemplo, com a forma da abertura já atual (diferente para cada um dos componentes, consoante o tipo de *rack* onde se insere). Assim, uma quantidade de tempo considerável seria poupada. A **Figura 5.8** representa um esquema ilustrativo deste picotado.



**Figura 5.8.** Esquema ilustrativo de picotado existente numa unidade de embalagem comum

### **P3: Introdução de um sistema de pesagem na Linha X ou automatização da contagem**

Para colmatar a falta de organização na contagem de atuadores produzidos que se encontram acondicionados no KLT, assim como evitar dispêndio de tempo a efetuar recontagens, propõe-se alocar um sistema de pesagem, através de uma balança, acoplado à palete, que pesa individualmente cada KLT que se encontra em uso, isto é, onde se estão a acondicionar unidades acabadas de sofrer a última etapa do processo no posto 4. Em adição, teriam que ser criados documentos (instruções de trabalho) com os valores de massa respetivos a um KLT cheio, de cada uma das quatro referências possíveis de atuadores, visíveis em linha. Dessa forma, existindo valores tabelados de massa, qualquer operadora saberia quando o KLT estaria completo, para proceder ao enchimento de um novo.

Em alternativa a esta proposta, uma alteração no equipamento de clipagem automática (posto 4) é sugerida. Assim, esta máquina passaria a ter a capacidade de efetuar contagem automática de unidades produzidas para acondicionar em cada KLT. Isto é, assim que um KLT estivesse completo, o aparelho emitiria um sinal sonoro ou visual de modo que a colaboradora entendesse a necessidade de terminar o abastecimento e prosseguir para um KLT novo, vazio.

Ambas as propostas implicam algum investimento, contudo, a primeira proposta exigiria um menor investimento visto se tratar da aquisição de um equipamento de pesagem para acoplar à palete, enquanto que a segunda opção carece de uma alteração estrutural à programação do equipamento, o que certamente iria requerer uma quantia mais avultada à organização.

#### **P4: Implementação de uma ligação do SAP aos equipamentos**

Durante a permanência em chão-de-fábrica, a fraca gestão da manutenção foi um fator transversal a todas as linhas de produção da Huf, com exceção de duas, por serem as que conferem à empresa maior volume de negócios, sendo por isso vistas como localizações prioritárias a atuar em caso de avaria, o que efetivamente acontece.

Ora, para colmatar este grande problema, e visto que a empresa possui o SAP, um sistema ERP com bastantes funcionalidades, sendo uma delas a introdução de dados relativos aos equipamentos e respetiva manutenção, efetuar uma conexão do SAP a cada um dos equipamentos da Linha X poderia auxiliar no tratamento das OT recebidas neste departamento.

Esta conexão iria permitir a criação de um histórico de falhas, podendo ser armazenadas em portefólio, existindo assim uma base de dados na organização que agilizasse a execução da atuação do departamento de Manutenção em caso de avarias. Assim, sempre que o equipamento efetivasse uma paragem considerável decorrente de uma anomalia, esse facto iria ficar registado no SAP, mencionando o motivo de erro. Em situações futuras, bastaria correr o portefólio para tentar encontrar falhas semelhantes, poupando tempo e recursos.

O facto de a Linha X ser pioneira nesta proposta traria a vantagem de que é uma linha de produção de reduzida complexidade e tamanho, o que exigiria um menor investimento

comparativamente a outras unidades de produção na fábrica, de maior dimensão, que obrigariam a alterações estruturais num maior número de aparelhos.

Ainda no âmbito da Manutenção, seria benéfico a aquisição de mais elementos para a equipa constituinte deste departamento que, pelos elevados tempos de espera por resolução de avarias, mostram claramente que os recursos humanos atuais são insuficientes para as necessidades. Todavia, tendo em conta o panorama atual, de pandemia de COVID-19, que continua a afetar a indústria automóvel, tendo reduzido drasticamente o número de encomendas, a situação de *lay-off* que vigora no momento impede a contratação de mão-de-obra.

#### **P5: Recrutamento de uma equipa de seleção de componentes**

O tempo despendido pelas colaboradoras na seleção de carcaças sem rechupe (defeito) foi bastante notório, no decurso da observação do processo da Linha X.

Numa primeira fase, o erro que originou esta situação partiu do departamento de Qualidade, demonstrando que às carcaças não foi feito qualquer controlo por amostragem que permitisse detetar o defeito. Ora, sendo a Linha X recente, e nunca havendo trazido problemas de qualidade derivados da matéria-prima proveniente do fornecedor, com exceção das ditas carcaças, reconheceu-se que nenhum artigo de origem externa estava a ser controlado, tendo em conta esta norma inerente à empresa, tal como seria suposto.

Assim, e sendo morosa a alteração de processos do fluxo de trabalho de uma área departamental da unidade industrial, não ligada à produção, sugeriu-se a contratação de uma empresa de seleção de peças, para despistar a chegada de carcaças à Linha X com o defeito em questão. Esta prática é bastante comum na indústria automóvel, e é útil a todas as linhas de produção que registem o mesmo problema, estando inclusive já em vigor para algumas áreas da Huf.

Porém, e indo à causa-raiz primordial do processo, o problema tem origem no fornecedor, o que quer dizer que este é o responsável pela produção de carcaças com defeito. Assim, devem ser efetuadas diligências de maneira que a organização de origem assumas os custos da terceirização da seleção de peças, para evitar custos à Huf.

### **P6: Separação da Linha X do centro de trabalho principal - CIC**

A proposta de desacoplamento da Linha X ao CIC, unidade principal, é algo que as colaboradoras mais assíduas desta subunidade veem como prioridade. A razão principal apontada para este facto reside na contínua necessidade de deslocação entre a Linha X e a unidade central, por vários motivos: reportar avarias, esclarecer dúvidas relativas ao funcionamento da Linha X, recolher etiquetas para colocação nos KLT para expedição, entre outros motivos.

Sendo a Linha X independente sobre si mesma, isso iria significar que existiria uma chefe de linha permanentemente em linha, apta a resolver problemas que pudessem surgir, evitando movimentos desnecessários, bem como tratar prontamente de todas as questões burocráticas da linha de montagem, sem ter que se deslocar.

Em termos de investimento, apenas se traduziria em formação específica e mais aprofundada aos operadores que passariam a fixar-se na Linha X (não havendo rotação entre outros centros de trabalho), bem como à nomeação de um chefe de linha.

### **P7: Estudo para alteração do *layout* dos dispositivos de abastecimento**

A ergonomia é um aspeto muito importante para a Huf, revelando a preocupação que a entidade possui com o bem-estar dos colaboradores. Recentemente, aquando da implantação do SAP na organização, foi feito um estudo de ergonomia a todos os equipamentos da unidade fabril, existindo junto da larga maioria das máquinas informação relativa a esse aspeto, na forma de instruções de trabalho, com padrões do modo como efetuar ações, com o menor custeio físico possível. A **Figura 5.9** representa uma etiqueta representativa do nível de risco numa estação de trabalho da Linha X, relevando a ergonomia como grande preocupação da Huf Portugal.





**Figura 5.9.** Etiqueta representativa do nível de risco numa estação de trabalho da Linha X

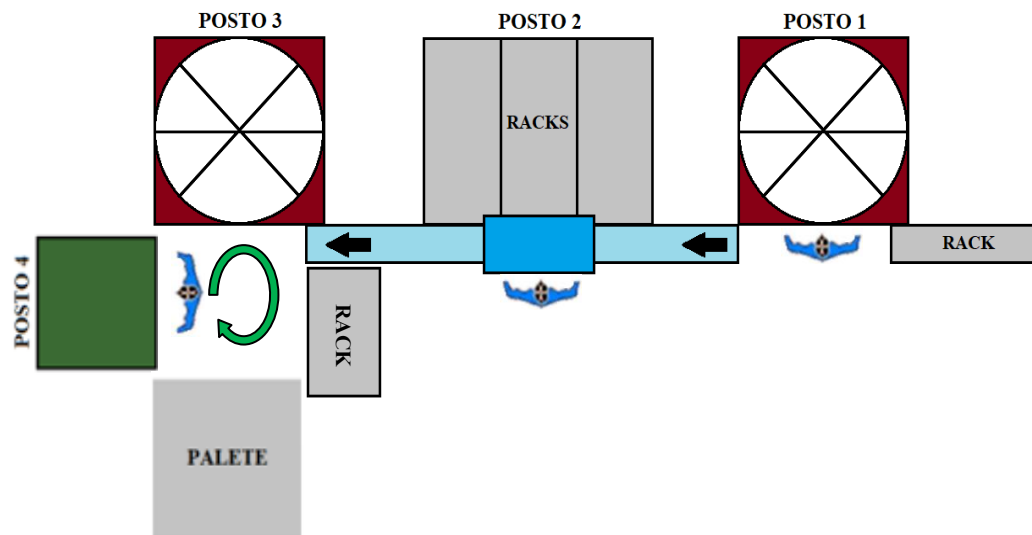
É transversal, na Linha X, o desgaste físico causado por alguns movimentos, principalmente no posto 1 e 2. Esta situação prende-se com o acesso aos componentes a montar em cada um dos centros de trabalho (ver **Figura 5.4** e **Figura 5.5**). Assim, esta sugestão contempla a realização de um estudo de mudança de *layout* dos dispositivos de abastecimento (tubos alimentadores no posto 1 e unidades de abastecimento sitas nos *racks* não centrais do posto 2), de forma a estarem mais próximos do operador no posto de trabalho respetivo, com vista a subtrair o desgaste físico. Uma solução viável seria, por exemplo, no centro de trabalho 1, diminuir a altura dos tubos alimentadores, e no posto 2, alocar os *racks* não centrais para as duas laterais do corpo humano. Envolver os colaboradores neste processo de decisão seria benéfico, pois sendo eles agentes ativos da Linha X, e sobre os quais atuariam as mudanças, decerto saberão a forma como se sentiriam mais confortáveis.

### **P8: Alteração de *layout* – aglutinação de estações de trabalho**

Tal como foi possível visualizar através do diagrama de esparguete (**Figura 5.6**), efetuam-se movimentos inúteis, de desperdício, na Linha X, que devem ser eliminados. Assim, sugere-se a modificação do *layout* de linha, de forma a acoplar o posto 3 e o posto 4, como é possível visualizar na **Figura 5.10**.

Visto este último centro de trabalho ser o que apresenta menor tempo de ciclo (8.80 segundos), é aquele que permite a junção a outra qualquer estação de trabalho sem prejuízo.

(os tempos de ciclo da Linha X são de 12.43, 12.69, 14.98 e 8.80 segundos, por ordem de posto).



**Figura 5.10.** Mudança de *layout* - acoplamento dos postos 3 e 4.

Desta forma, o colaborador alocado à estação 3, passa a contemplar as funções do posto 4, passando a existir um só centro de trabalho. Ao simular a alteração de *layout* representada, o tempo de ciclo resultante é de, em média, 18.41 segundos. Na situação atual, a soma dos tempos de ciclo dos postos três e quatro é de 23.78 segundos, o que revela uma diferença de 5.37 segundos face à melhoria sugerida, logo este ganho de tempo, por si só, já potenciará a produtividade, permitindo, no mesmo intervalo de tempo, produzir mais.

---

## 6. CONCLUSÃO

### 6.1 Síntese do Trabalho e Limitações

A Huf é uma empresa que neste momento se encontra numa fase de adaptação a duas realidades distintas: à sua integração num grupo global e ao sistema de ERP, SAP, recentemente adquirido.

O estágio curricular centrou-se numa área mais específica da unidade industrial, uma linha relativamente recente em chão-de-fábrica, a Linha X, embora o seu estudo tenha implicado a integração em outras áreas departamentais, para compreender a conexão entre os vários intervenientes no organograma de uma empresa.

O projeto de investigação centrou-se na questão “Como melhorar a produtividade da Linha de produção X?” e, para tentar responder, definiram-se três objetivos específicos de estudo, de forma a guiarem o projeto de investigação.

O **obj. 1** contempla a caracterização do estado atual da Linha X, através da medição de tempos de ciclo, caracterização dos processos sequenciais em cada posto de trabalho, e caracterização da conexão entre a Linha de produção X e a restante organização da fábrica. Seguidamente, o **obj. 2** atenta sobre a identificação de potenciais causas-raiz que retiram produtividade à Linha X, decorrente da sua observação e estudo, de entrevistas não estruturadas aos colaboradores e *brainstorming*. Por fim, o **obj. 3** abrange a definição de propostas de melhoria, numa tentativa de mitigar as causas-raiz limitadoras da produtividade, bem como os benefícios e possíveis contrapartidas da sua implementação em chão-de-fábrica (ver **Tabela 5.3**).

De uma forma geral, os três objetivos foram cumpridos, na medida em que se caracterizou o estado atual geral da Linha X (Secção 4.2 a 4.6), se identificaram potenciais fatores condicionantes da melhoria de produtividade do processo (Secção 5.1) e foram sugeridas propostas de melhoria que vão de encontro à mitigação das causas apontadas, que poderão potenciar a produtividade da Linha X (Secção 5.2).

Devido ao facto de a estratégia de investigação ser um estudo de caso, tal implicou um estudo de forma detalhada e intensiva acerca de um processo, a Linha X. Todavia, devido à carga excessiva de trabalho do Departamento de Produção e a outras situações prioritárias

à data na organização, alocadas a outras linhas de produção que não a Linha X, não foi possível concretizar um contexto alargado de discussão e posterior implementação das sugestões de melhoria propostas.

A situação empresarial que atualmente se vive no seio da indústria automóvel, um tanto transversal à maioria das empresas, veio gerar uma onda de instabilidade que secundariza as tentativas de implementação de melhorias que gerem maior rentabilidade produtiva. Isto porque, com a quebra de encomendas constantes devido à redução da procura, impera uma maior necessidade da eficácia da garantia nos pedidos de cliente existentes, de modo que o processo produtivo seja o mais célere possível, para que, numa situação de “baixa” necessidade de produção como a que se está a ultrapassar (comparativamente a períodos anteriores áureos, de pré-pandemia), os bens produzidos estejam o mais conforme e em concordância possível com os desejos do cliente. Hoeft (2021) apelida este facto como agilidade organizacional, a capacidade de as firmas adaptarem as suas estruturas de forma flexível e rápida às mudanças no ambiente de negócios, que inclui a gerência do negócio aliada à visão de obtenção de potenciais lucros futuros, numa tónica de médio-longo prazo.

O facto de a Huf também ter passado a integrar um grupo global, retirou alguma independência à unidade fabril, isto é, esta deixou de ter poder para tomar decisões relativas ao funcionamento da fábrica, sendo necessário obter autorizações e despachos de órgãos superiores do grupo, com sede na Alemanha. Outrora, cada unidade fabril da organização detinha plenos poderes para deliberar sobre qualquer assunto, principalmente gastos. Desde o começo do estágio curricular, que foi transmitido de forma indireta que dificilmente poderia haver implementação de qualquer proposta de melhoria feita, devido a ser necessário empregar recursos monetários. Com a pandemia da COVID-19, uma das premissas principais do grupo Huf adotada foi a redução máxima de gastos extraordinários, sem ser os obrigatórios ao normal funcionamento das linhas de produção.

Aliado ao fator “grupo global” que condicionam muitas das decisões e mudanças, existe também o agente “idade”. A Huf é uma unidade industrial a operar desde 1991, possuindo já 30 anos de existência, e todos os altos cargos da gestão de topo, nomeadamente diretor de produção, diretor de melhoria contínua, diretor de manutenção, *plant manager*, gerente, entre outros, acompanham a empresa desde o seu início. Tal situação, muitas das vezes, cria uma resistência à mudança que serve de barreira à evolução no seio empresarial, e à alteração de processos, que poderiam trazer maiores vantagens e rendimento, aplicando-

---

se o mesmo aos operadores de produção. Contudo, a rotina e o hábito tornam-se agentes dificultadores da progressão, o que é corroborado por Vienažindienė e Čiarnienė (2013), que afirmam que algumas das principais barreiras impeditivas da adoção de princípios de melhoria contínua são o retrocesso às antigas formas de trabalhar e resistência dos funcionários e gestores.

O envolvimento dos colaboradores nas decisões e nos processos de mudança também é algo que traz vantagens, pois desta forma a mensagem a transmitir é apreendida de forma mais voluntária, e o próprio indivíduo, ao ver-se como agente ativo de transformação, confere uma maior importância e atenção às suas atitudes, pois colaboradores bem formados e bem equipados com ferramentas e conhecimento sobre a mudança são menos propensos a resistir, pois consideram os benefícios da renovação bem mais significativos que os riscos (Tran et al., 2020).

Devido à Linha X estar alocada a um centro de trabalho principal (CIC) e da sua laboração não depender exclusivamente das próprias necessidades de produção, mas também das indispensabilidades dos restantes dois centros, foi difícil de perpetuar uma consistência no funcionamento da linha de montagem, isto é, ao longo do projeto de investigação, revelou-se complicado retirar dados, como por exemplo registo de tempo de perdas de forma constante, para obter algum rigor. Isto porque, recorrendo a um exemplo prático, a Linha X poderia encontrar-se em laboração numa parte da manhã, contudo após o almoço já se encontrar encerrada, e vice-versa. Com este facto pretende-se transmitir alguma dificuldade sentida na recolha de dados devido à instabilidade do funcionamento da linha, por não existir um horário fixo de trabalho, como acontece na maior parte das linhas de produção da Huf. A mensurabilidade da falta de produtividade atual, que não está a ser potenciada, não conseguiu ser efetuada de modo mais efetivo por este motivo.

## **6.2 Propostas de Trabalhos Futuros**

Com o presente estudo de investigação, foi possível apresentar a Huf, e mais concretamente a Linha X e o modo de funcionamento do seu processo produtivo, bem como denotar aspetos que podem ser alterados de modo a obter melhorias representativas que potenciem a produtividade.

Segundo informação recebida, perto do fim do estágio curricular por parte das colaboradoras da Linha X, é pretensão da Huf adotar o regime de 3 turnos (6h-14h, 14h-22h,

22h-6h) nesta linha de produção, e abandonar o horário central (8h30-17h). Desta forma, a Linha X passa a operar de um modo contínuo e assim ser-lhe-á dada mais atenção por parte do Departamento de Produção, o que conforme mencionado em 5.2, trará vantagens.

Uma das propostas de trabalho futuro é a mensurabilidade do projeto atual, que se focou mais na teoria da aplicabilidade das melhorias, e teve pouca concretização prática, sendo a base principal qualitativa. Assim, existindo cálculos visíveis do custo dos vários desperdícios descritos (tempo, espera, movimentação, etc.), traduzido em custos de perda de produtividade, bem como os ganhos na implementação de algumas melhorias sugeridas, ter-se-á uma noção quantitativa do aumento da rendibilidade que isso traria à Linha X.

Este relatório de estágio poderá servir como ponto de partida teórico a um estudo mais aprofundado da Linha X, num contexto em que esta seja uma linha já com alguma relevância formada na unidade fabril, e à qual se demostre mais abertura para a resolução dos problemas identificados.

A par disso, sugere-se futuramente também um enfoque de técnicas de melhoria contínua na Linha X, como por exemplo TPM. Ainda que já se verifiquem algumas bases de implantação desta metodologia por parte dos operadores, tal acontece sem qualquer conceito ou formação para tal, portanto sendo criadas condições para tal, a Linha X só teria vantagens em implementar TPM de forma plena no seu processo.

---

## REFERÊNCIAS

- Adão, R. da S. (2021). Análise de processos e propostas de melhoria numa indústria automóvel. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo – Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Alexander, P., Antony, J., & Rodgers, B. (2019). Lean Six Sigma for small and medium-sized manufacturing enterprises: a systematic review. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 36, 378-397.
- Almanei, M., Salonitis, K., & Xu, Y. (2017). Lean Implementation Frameworks: The Challenges for SMEs. *Procedia CIRP*, 63, 750–755.
- Alvarez, R. dos R., & Antunes Jr, J. A. V. (2001). Takt-time: conceitos e contextualização dentro do sistema Toyota de produção. *Gestão & Produção*, 8(1), 1-18.
- Arikkök, M. (2017). Toyota Production System: a system or a philosophy?. <https://www.researchgate.net/publication/312213247>
- Baily, M. N., Farrell, D., Greenberg, E., Henrich, J.-D., Jinjo, N., Jolles, M., & Remes, J. (2005). Increasing global competition and labor productivity: lessons from the U.S. automotive industry. *McKinsey Global Institute*.
- Barbosa, I. (2013). Revisão da Logística de Abastecimento das Linhas de Montagem na CaetanoBus. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Bragança, S., & Costa, E. (2015). An application of the lean production tool standard work. *Jurnal Teknologi*, 76(1), 47–53.
- Carvalho Teixeira, E. (2008). Mapeamento da logística interna em uma empresa do setor de autopeças. Dissertação de Mestrado em Administração. Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.
- Choi, T. (1995). Conceptualizing Continuous Improvement: Implications for Organizational Change. *Int. J. Mgmt Sci*, 23(6), 607-624.
- Chowdhury, Md. S. I. (2018). Increase the Efficiency and Productivity of Sewing Section through Low Performing Operators Improvement by using Eight Wastes of Lean Methodology. *Global Journal of Researches in Engineering*, 18(2), 42-60.

- Costa, D. Q., Miri, D. H., Chais, C., Matte, J., Ganzer, P. P., & Olea, P. M. (2019). Eficiência no abastecimento de materiais em uma linha de montagem multiproduto. *Revista Gestão Em Análise*, 8(2), 61-76.
- Daneshjo, N., Rudy, V., Malega, P., & Krnáčová, P. (2021). Application of Spaghetti Diagram in Layout Evaluation Process: A Case Study. *TEM Journal*, 1 (2), 573–582.
- de Vet, J. M., Nigohosyan, D., Núñez Ferrer, J., Gross, A.-K., Kuehl, S., & Flickenschild, M. (2021). Impacts of the COVID-19 pandemic on EU industries. *IPOL – Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies*.
- Elkhairi, A., Fedouaki, F., & el Alami, S. (2019). Barriers and critical success factors for implementing lean manufacturing in SMEs. *IFAC - PapersOnLine*, 52(13), 565–570.
- Erkoyuncu, J. A., Khan, S., Eiroa, A. L., Butler, N., Rushton, K., & Brocklebank, S. (2017). Perspectives on trading cost and availability for corrective maintenance at the equipment type level. *Reliability Engineering & System Safety*, 168, 53–69.
- Er-Ratby, M., & Mabrouki, M. (2018). Critical Study of the Different Types of Maintenance Used in Industry. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 15(3), 91–97.
- Fernandes, L. (2016). Dimensionamento e Implementação do Sistema Kanban numa Unidade de Produção do Sector Automóvel. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Universidade da Beira Interior. Covilhã.
- Ferreira, C., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Lopes, M. P., Pereira, T., & Silva, F. J. G. (2019). ILeanDMAIC - A methodology for implementing the lean tools. *Procedia Manufacturing*, 41, 1095–1102.
- Lopes, D. (2017). Análise e implementação de um sistema Kanban numa empresa metalomecânica. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Departamento de Engenharia Mecânica – Universidade de Coimbra. Coimbra.
- Furch, J., & Krobot, Z. (2020). Trends in predictive and proactive maintenance of motor vehicles. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 68(2), 311–322.
- George, M. L., Rowlands, D., Price, M., & Maxey, J. (2005). The Lean Six Sigma pocket toolbox : a quick reference guide to nearly 100 tools for improving process quality, speed, and complexity. McGraw-Hill. EUA.



- 
- Hoedt, F. (2021). The case of sales in the automotive industry during the COVID-19 pandemic. *Strategic Change*, 30(2), 117-125.
- Holtskog, H. (2013). Continuous improvement beyond the lean understanding. *Procedia CIRP*, 7, 575–579.
- Holweg, M. (2008). The evolution of competition in the automotive industry. Em: Parry, G. e Graves, A. (eds.), *Build to Order: The Road to the 5-Day Car*, Springer London, 13-34.
- Hys, K., & Domagała, A. (2018). Application of spaghetti chart for production process streamlining. Case study. *Archives of Materials Science and Engineering*, 89(2), 64-71.
- Ishida, S. (2020). Perspectives on Supply Chain Management in a Pandemic and the Post-COVID-19 Era. *IEEE Engineering Management Review*, 48(3), 146–152.
- Karim, R., Westerberg, J., Galar, D., & Kumar, U. (2016). Maintenance Analytics – The New Know in Maintenance. *IFAC - PapersOnLine*, 49(28), 214–219.
- Karray, M. H., Chebel-Morello, B., & Zerhouni, N. (2012). A formal ontology for industrial maintenance. *Applied Ontology*, 7(3), 269–310.
- Klankamsorn, S. (2020). Determination of the Number of Kanban for Automotive Axle Production. *2020 IEEE 7th International Conference on Industrial Engineering and Applications, ICIEA 2020*, 20–24.
- Krafcik, J. F. (1988). Triumph of the Lean Production System. *MIT International Motor Vehicle Program*. 30(1), 41-52.
- Linck, J., & Cochran, D. S. (2018). The Importance of Takt Time in Manufacturing System Design. *International Automotive Manufacturing Conference and Exposition*. Detroit, EUA. 11-13 Maio 1999. 1-6.
- Lopes, I. (2021). Dimensionamento e análise do sistema Kanban: Um caso de estudo numa empresa metalomecânica. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Departamento de Engenharia Mecânica – Universidade de Coimbra. Coimbra.
- Luxhøj, J. T., Thorsteinsson, U., & Riis, J. O. (1997). Trends and Perspectives in Industrial Maintenance Management. *Journal of Manufacturing Systems*, 16(6), 437-453.
- Mahto, D., & Kumar, A. (2008). Application of root cause analysis in improvement of product quality and productivity. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 1(2), 16–53.

- Mao, F., Yang, H. B., & Xu, J. (2014). Determination of number of kanban for classis control system production lines. *Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control, ICNSC 2014*, 480–483.
- Miranda Gomes, E. D. (2021). Análise e melhoria do processo produtivo numa indústria cerâmica. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Departamento de Engenharia Mecânica – Universidade de Coimbra. Coimbra.
- Netto, W. A. C. (2008). A importância e a aplicabilidade da manutenção produtiva total (TPM) nas indústrias. Monografia da Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press. EUA.
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089.
- Pamfilie, R., Draghici, A. J. P., & Draghici, M. (2012). The Importance of Leadership in Driving a Strategic Lean Six Sigma Management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 58, 187–196.
- Pelle, A., & Tabajdi, G. (2021). Covid-19 and transformational megatrends in the european automotive industry: Evidence from business decisions with a central and eastern european focus. *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 9(4), 19–33.
- Pereira, P. M. S. (2015). Planeamento e execução de estruturas para abastecimento em linhas de montagem numa empresa do ramo automóvel. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo – Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Pettersen, J. A., & Segerstedt, A. (2009). Restricted work-in-process: A study of differences between Kanban and CONWIP. *International Journal of Production Economics*, 118(1), 199–207.
- Pinto, J. (2017). Melhoria e Redefinição da Logística Interna numa empresa da Indústria Automóvel. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Piqueras, R., & Fernandez-Crehuet, J. M. (2019). Data Analysis for the Preventive Maintenance of Machinery. *Studies in Engineering and Technology*, 7(1), 1.

- 
- Pistofidis, P., Emmanouilidis, C., Papadopoulos, A., & Botsaris, P. N. (2016). Management of linked knowledge in industrial maintenance. *Industrial Management and Data Systems*, 116(8), 1741–1758.
- Rodrigues, M. G. (2016). Abastecimento de materiais numa linha de montagem final multiproduto. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá – Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá.
- Sarkar, S. A., Mukhopadhyay, A. R., & Ghosh, S. K. (2013). Root cause analysis, Lean Six Sigma and test of hypothesis. *TQM Journal*, 25(2), 170–185.
- Saunders, Mark. N. K., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). Research methods for business Students. 8th Ed. Pearson. UK.
- Senderská, K., Mareš, A., & Václav, Š. (2017). Spaghetti diagram application for workers' movement analysis. *U.P.B. Sci. Bull., Series D*, 79.
- Simões, B. (2020). Gestão Integrada de Bases da Manutenção e Aplicação de Ferramentas de Melhoria Contínua no Armazém de Peças Suplentes. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo – Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Tan, K. O., & Lim, K. Y. (2019). Takt Time Analysis in Lean Six Sigma: From Conventional to Integration. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(2), 4076–4080.
- Tran, D. T., Pham, H. T., & Bui, V. T. (2020). The Effect of Contextual Factors on Resistance to Change in Lean Transformation. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(11), 479–489.
- Vienažindienė, M., & Čiarnienė, R. (2013). Lean Manufacturing Implementation and Progress Measurement. *Economics and Management*, 18(2).
- Wang, Y., Deng, C., Wu, J., Wang, Y., & Xiong, Y. (2014). A corrective maintenance scheme for engineering equipment. *Engineering Failure Analysis*, 36, 269–283.
- Wilson, L. (2010). How to Implement Lean Manufacturing. McGraw-Hill. EUA.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking - Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148.

Xu, Z., Elomri, A., Kerbache, L., & el Omri, A. (2020). Impacts of COVID-19 on Global Supply Chains: Facts and Perspectives. *IEEE Engineering Management Review*, 48(3), 153–166.

## ANEXO A

### Exemplo de plano de produção semanal, da Linha X

Programa Produção  
07/02/2022 - 11:11

5012 DAIMLER ACTUADOR BU2 118



Ship-To	Loading Poi	Material	Customer Material	Item Description	Sales Order	Semana 2022 - 6						Total Geral
						Stock	7/fev	8/fev	9/fev	10/fev	11/fev	
100121-016	842	22068300-004-A2	A0999067103	ASSY ACTUATOR	13003248					4		4
100121-014	515	22068100-006	A0999066903	ASSY ACTUATOR	13002861			29				29
100121-003	576	22068100-006-A1	A0999066903	ASSY ACTUATOR	13003093		3	1	22	1		27
	579	22068100-006-A1	A0999066903	ASSY ACTUATOR	13003147		620		620	620		1 860
100121-005	953	22068100-006-A1	A0999066903	ASSY ACTUATOR	13003029		465					465
		22068200-003	A0999067003	ASSY ACTUATOR	13002905		780					780
		22068600-004	A2329060001	ASSY ACTUATOR	13002833		108					108
100121-010	480T	22068300-004-A2	A0999067103	ASSY ACTUATOR	13003251			405			432	837
100121-012	048	22068100-006	A0999066903	ASSY ACTUATOR	13002912		29	29	29			87
Total Geral							2 005	434	679	646	433	4 197