



SISTEMA DE APOIO À DECISÃO DA CUSTOMIZAÇÃO NUMA EMPRESA INDUSTRIAL

NELSON FILIPE FIGUEIREDO PIRES

novembro de 2018

SISTEMA DE APOIO À DECISÃO DA CUSTOMIZAÇÃO NUMA EMPRESA INDUSTRIAL

Nelson Filipe Figueiredo Pires

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

SISTEMA DE APOIO À DECISÃO DA CUSTOMIZAÇÃO NUMA EMPRESA INDUSTRIAL

Nelson Filipe Figueiredo Pires

1161459

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira e coorientação do Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva.

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

António José Galvão Ramos

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Coorientador

Francisco José Gomes da Silva

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Paulo Sérgio Lima Pereira Afonso

Professor Auxiliar, Departamento de Produção e Sistemas, Universidade do Minho

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à empresa Tensai Indústria S.A., pela oportunidade proporcionada para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao orientador na empresa, Engenheiro Paulo António de Oliveira Cabral que, nos momentos mais difíceis, soube acompanhar, dando ideias que, ao longo do desenvolvimento do projeto, se mostraram importantes e vitais.

À instituição Instituto Superior de Engenharia do Porto, da forma como disponibiliza, aos seus alunos, todas as condições necessárias para o desenvolvimento deste e de outros projetos.

Ao orientador e coorientador, mormente Professores Doutores Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira e Francisco José Gomes da Silva respetivamente, pela sua proficiência e pelos conselhos sempre sábios que me souberam dar.

Ainda à Ana Beatriz Couto de Almeida, pelo apoio e orientação ao nível da contabilidade de gestão numa fase em que foi totalmente crucial.

Por último e não menos importantes à minha família, especialmente à minha esposa e filha pelas horas de lazer que subtraí.

Sem eles, todos eles, este projeto nunca seria o que é...

Por isso, muito obrigado!

PALAVRAS-CHAVE

Customização; Diferenciação, Otimização; Contabilidade de Gestão; Ponto Crítico das Vendas

RESUMO

Nos últimos anos, o paradigma industrial tem sofrido mudanças nos processos produtivos com o objetivo de se adaptar às tendências do mercado, adequando os produtos às necessidades dos consumidores. Durante décadas, assistimos à massificação da produção industrial, mas com o aparecimento da era tecnológica o mercado introduziu uma nova abordagem, traduzindo-se numa constante customização aplicável aos vários níveis da cadeia de valor do produto. Proporcionar essa customização implica um elevado nível de flexibilidade industrial, mantendo a capacidade de produção em grande escala de uma forma eficaz e eficiente.

A empresa Tensai Indústria S.A. tem procurado adequar o seu sistema produtivo à customização, proporcionando a flexibilidade de processos necessária à configuração dos seus produtos. No entanto, a crescente tendência para o desenvolvimento de novas variantes tem originado sobrecargas de trabalho ao nível do desenvolvimento e preparação de novos produtos, porém o seu impacto económico não tem sido mensurado.

Este estudo visa o levantamento e reconhecimento de todas as variáveis de customização e todo o seu mapeamento, de forma a possibilitar a sua categorização em níveis de complexidade e respetivos custos para a empresa. A determinação de limites à customização, assim como os volumes mínimos (ponto crítico de vendas em quantidade) para cada nível, é importante para garantir o fluxo contínuo de uma produção em escala e com custos nivelados.

No entanto, o foco desta investigação são as fases que antecedem a produção, ou seja, desde o lançamento da ordem de venda, análise dos requisitos técnicos, desenvolvimento ao nível do *design*, laboratório e respetiva *BOM*, até à aprovação do produto para fabricação.

Desta forma, o principal contributo para a empresa traduz-se no desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à decisão que determina as quantidades mínimas por cada nível de customização. Dos pontos de vista qualitativo e quantitativo, este sistema garante melhorias na otimização da customização em função da quantidade por cada referência PA (*SKU*) e dos custos de desenvolvimento, no qual se irá refletir nos resultados da organização, respondendo assim à competitividade do mercado de forma sustentada.

KEYWORDS

Customization; Differentiation; Optimization; Management Accounting; Break-Even Point

ABSTRACT

In the last years, the industrial paradigm has undergone changes in the productive processes in order to adjust to market trends, by adapting the products to the consumers' needs. For decades, we assisted to the mass production of manufacturing, but with the advent of the technological age, the market introduced a new approach, expressed as constant customization applied to the various levels of the product value chain. Providing such customization implies a high level of industrial flexibility while maintaining effectively and efficiently large-scale production capacity.

The company Tensai Indústria S.A. has been adapting its' production system to customization, providing the process flexibility necessary to produce its' products. However, the growing trend of creating variants has surcharged the development and preparation of new products, although economic impact has not been measured.

This study aims at the survey and recognition of all customization variables and all their mapping, in order to enable their categorization in levels of complexity and respective costs for the company. The determination of limits on customization, as well as the minimum volumes (break-even point of sales in quantity) for each level, is important to ensure the continuous flow of production at scale and with levelled costs.

However, the focus of this research is the pre-production phases, from the launch of the sales order, technical requirements analysis, design, laboratory and BOM development, to product approval for manufacturing.

In this way, the main contribution to the company is the development of a decision support tool that determines the minimum quantities for each level of customization. From a qualitative and quantitative point of view, this system guarantees improvements in the optimization of customization as a function of quantity per PA reference (SKU) and development costs, in which it will be reflected in the results of the organization, thus responding to the market's demand in a sustained way.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

BOM	<i>Bill of Materials</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CEM	Compatibilidade Eletromagnética
CM	Customização em Massa
CNC	<i>Computer Numeric Control</i>
CODP	<i>Customer Order Decoupling Point</i>
EI	<i>Eco Innovation</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ETO	<i>Engineer to Order</i>
FIFO	<i>First In, First Out</i>
GM	<i>Generative Modelling</i>
GWP	<i>Global Warming Potential</i>
HC	Hidrocarbonetos
HFC	Hidrofluorcarbonetos
I&D	Investigação & Desenvolvimento
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
MES	<i>Manufacturing Execution System</i>
MO	Mão de Obra
MOQ	<i>Minimum Order Quantity</i>
MP	Matéria-prima
MRP	<i>Materials Requirement Planning</i>
MTO	<i>Make-to Order</i>
MTS	<i>Make-to-Stock</i>
PA	Produto Acabado
PAG	Potencial de Aquecimento Global
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
PLM	<i>Product Lifecycle Management</i>
PM	<i>Parametric Design</i>
QTD	Quantidade
RH	Recursos Humanos
SI	<i>Systemic Innovation</i>

SMD	<i>Surface Mount Device</i>
SMT	<i>Surface Mount Technology</i>
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>
TI	Tecnologias de Informação
UE	União Europeia
UM	Unidade de Medida

Lista de Unidades

g	Gramma
h	Hora
<i>kW/h</i>	Quilowatt/hora
<i>kPa</i>	Quilo Pascal
min	Minuto
s	Segundo
un	Unidade
cm	Centímetro
m	Metro
m ²	Metro quadrado
°C	Grau Celsius

Lista de Símbolos

€	Euro
%	Percentagem
\bar{X}	Média aritmética

GLOSSÁRIO DE TERMOS

ATO	<i>Assemble-to-Order</i> , designa a combinação de uma série de módulos pré-produzidos para responder às especificações dos clientes. Assim que a encomenda é recebida, os produtos são rapidamente montados e enviados.
<i>Bottleneck</i>	É um ponto de estrangulamento de um sistema produtivo que limita o desempenho ou a capacidade de todo um sistema produtivo.
<i>Crowdsourcing</i>	É uma contribuição coletiva e voluntária (podendo ser renumerado) de informação prestada por pessoas que não fazem parte de uma entidade ou instituição. As suas ideias contribuem para a realização de um determinado projeto. Estas ações são realizadas na web.
EI	A eco inovação traduz-se no desenvolvimento de produtos e processos (qualquer forma de inovação) que contribuem para o desenvolvimento sustentável, através da redução dos impactos no ambiente, do aumento da resiliência às pressões ambientais ou de uma utilização mais eficiente e responsável dos recursos naturais.
ETO	<i>Engineer-to-Order</i> , designa a produção resultante do trabalho conjunto ao nível do <i>design</i> (projeto) entre a empresa e o cliente com base em requisitos muito específicos acordados entre ambas as partes.
FIFO	Regra para gestão de <i>stocks</i> e respetivas filas de espera em que o primeiro a entrar deverá ser o primeiro a sair.
GM	A modelação generativa é um modelo capaz de descrever como os dados são gerados, em termos de modelo probabilístico.
GWP	O Potencial de Aquecimento Global (PAG) é um fator característico que estima o efeito de estufa de um gás quando é libertado para a atmosfera, em comparação com o efeito do CO ₂ . Por exemplo, o GWP do CO ₂ é 1 e o GWP do R134a é 1430, ou seja, significa que 1 kg de R134a tem o mesmo efeito de estufa de 1430 kg de CO ₂ .
HC	Hidrocarbonetos são uma substância composta por hidrogénio e carbono. São gases naturais, não tóxicos e que não possuem propriedades de destruição do ozono, assim como GWP mínimo.
HFC	Hidrofluorcarbonetos são uma substância que contém hidrogénio, fluor e carbono. São gases com efeito de estufa (alto GWP). Por exemplo R134a.
<i>Kanban</i>	Palavra de origem japonesa que significa “cartão”. É um sistema que coordena o fluxos de materiais e/ou produtos semiacabados (<i>stock</i> intermédio) ao longo do processo de fabrico.

<i>Lead Time</i>	Tempo necessário para realizar uma determinada tarefa. É composto pelo tempo útil (tempo de processamento) e o tempo não produtivo (ex.: avarias, armazenamento, transportes e <i>setup</i>).
MTO	<i>Make-to-Order</i> , designa a produção que é feito sob encomenda, permitindo uma produção e personalização flexível e respondendo às solicitações dos clientes.
MTS	<i>Make-to-Stock</i> , designa a produção que é feita para <i>stock</i> , sendo considerada uma estratégia de produção tradicional como forma das empresas combinarem a produção e inventário com as previsões de procura dos clientes.
OIA	<i>Open Innovation Accelerators</i> são intermediários que operam em nome de empresas que procuram inovar em cooperação com atores externos. Oferecem um ou vários métodos de inovação aberta e serviços complementares para o processo de inovação, facilitando a colaboração entre a empresas inovadora e o seu meio ambiente.
PM	<i>Parametric Design (design paramétrico)</i> é o <i>design</i> que utiliza parâmetros e as suas inter-relações para determinar uma forma geométrica, ou seja, o <i>design</i> do objeto é substituído pelo <i>design</i> do processo que gera o objeto através de <i>software</i> específicos.
Ponto Crítico	<p>É o ponto de equilíbrio (<i>break-even</i>) correspondente ao volume de atividade de uma empresa onde apenas cobre os custos, ou seja, não tem benefícios nem prejuízos. Pode ser determinado em quantidade ou em valor.</p> $\text{Ponto Crítico} = 0 \rightarrow \text{Vendas} = \text{Custos Totais}$ $Q^* = \frac{CF(\text{totais})}{PV - CV}$ <p><i>Q*</i> - Ponto Crítico de Vendas em Quantidade (un) <i>CF</i> – Custos Fixos (€) <i>CV</i> – Custos Variáveis (€) <i>PV</i> – Preço de Venda (€)</p>
<i>Pull</i>	Sistema de produção e uma das ferramentas <i>Lean</i> orientado para e pelo cliente com objetivo de puxar a produção de acordo com a procura real, evitando que se crie <i>stocks</i> .
SI	<i>Systemic Innovation</i> (inovação sistémica) é um conjunto de inovações interligadas, onde cada uma depende da outra, apresentado inovação na forma como interagem e se conjugam para entregar uma proposta de valor.
<i>Stakeholders</i>	São todos os “ <i>interessados</i> ” no negócio, sejam eles sócios da empresa, acionistas, colaboradores, clientes ou comunidade em geral e seus segmentos.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – A ESPIRAL DO CICLO <i>ACTION-RESEARCH</i>	30
FIGURA 2 - UNIDADE PRODUTIVA TENSAI INDÚSTRIA S.A.	30
FIGURA 3 - EXEMPLO PERSONALIZAÇÃO ESTÉTICA / DECORAÇÃO EXTERNA.	44
FIGURA 4 - PROCESSO DE REVISÃO DA LITERATURA.....	47
FIGURA 5 - O NÍVEL DE CUSTOMIZAÇÃO DO PONTO DE VISTA DO ENVOLVIMENTO DO CLIENTE.	55
FIGURA 6 - ABORDAGEM AO CODP.....	55
FIGURA 7 - O ESPAÇO BIDIMENSIONAL DO CODP.....	56
FIGURA 8 - NÍVEIS DE ESTRATÉGIA.	57
FIGURA 9 - MODELO CONCEPTUAL DOS QUATRO TIPOS DE CUSTOMIZAÇÃO.	57
FIGURA 10 – CONFIGURADOR NIKEID.....	58
FIGURA 11 - EVOLUÇÃO INDUSTRIAL.	66
FIGURA 12 - RANKING DA <i>DIGITAL ECONOMY AND SOCIETY INDEX 2017</i>	67
FIGURA 13 - O EFEITO DA REDUÇÃO DO TEMPO <i>SETUP</i> NA QEE.....	68
FIGURA 14 – FLUXOGRAMA GERAL DO FLUXO DE FABRICO.	76
FIGURA 15 - FLUXOGRAMA DO FLUXO NO DEP. I&D.	77
FIGURA 16 - PRINCIPAIS ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO.....	79
FIGURA 17 - DIAGRAMA DE FLUXO DA PREPARAÇÃO DE UM NOVO PRODUTO.	80
FIGURA 18 - EQUAÇÃO CUSTOS DOS NÍVEIS DE CUSTOMIZAÇÃO.	85
FIGURA 19 – FERRAMENTA DE CÁLCULO DO PONTO CRÍTICO E MARGEM DE SEGURANÇA.....	90
FIGURA 20 – CONFIGURAR PRODUTO LIEBHERR.	98

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – GAMA DE PRODUTOS DA TENSAI INDÚSTRIA S.A.	35
TABELA 2 - GAMA DE PRODUTOS.....	36
TABELA 3 – GAMA DE PRODUTOS VS TIPOLOGIA DE OPÇÕES TERMODINÂMICAS.	42
TABELA 4 - GAMA DE PRODUTOS VS SOLUÇÕES FUNCIONAIS E ESTÉTICAS.	43
TABELA 5 - ANÁLISE DE TRABALHOS NA ÁREA DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA.	48
TABELA 6 – PRODUÇÃO EM MASSA VS CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA.	53
TABELA 7 – VARIAÇÕES PARA UMA TIPOLOGIA DE CALÇADO: NIKE AIR MAX LD-ZERO ID.	58
TABELA 8 – AS QUATRO ABORDAGENS DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA.	60
TABELA 9 – TIPOLOGIA DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA POR DIFERENTES AUTORES.	61
TABELA 10 - LISTA TÉCNICA GENÉRICA.....	78
TABELA 11 - VARIÁVEIS DE CUSTOMIZAÇÃO DE TIPOLOGIA TERMODINÂMICA.	81
TABELA 12 - VARIÁVEIS DE CUSTOMIZAÇÃO DE TIPOLOGIA FUNCIONAL.....	81
TABELA 13 - VARIÁVEIS DE CUSTOMIZAÇÃO DE TIPOLOGIA ESTÉTICA.	82
TABELA 14 - PROBLEMAS / OPORTUNIDADES DE MELHORIA NOS PROCESSOS EM ESTUDO.....	83
TABELA 15 - PROPOSTAS / SOLUÇÕES NA MELHORIA DE PROCESSOS.	84
TABELA 16 - CUSTOS/HORA COLABORADOR.....	86
TABELA 17 - CUSTO/HORA EQUIPAMENTO.....	87
TABELA 18 - CUSTOS TOTAIS DOS TRÊS NÍVEIS CUSTOMIZAÇÃO.....	88
TABELA 19 - % REFS PA POR CATEGORIA/NÍVEL CUSTOMIZAÇÃO.	91
TABELA 20 - RESUMO DAS CONCLUSÕES GERAIS DA ANÁLISE DOS RESULTADOS.	93
TABELA 21 – RESUMO DAS CONCLUSÕES DA GAMA DOMÉSTICOS.	95
TABELA 22 – RESUMO DAS CONCLUSÕES DA GAMA PROFISSIONAIS / COMERCIAIS.....	95
TABELA 23 – RESUMO DAS CONCLUSÕES DA GAMA CAVES.....	96
TABELA 24 – RESUMO DA ANÁLISE AOS GANHOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS.....	96
TABELA 25 – ESTADO DE IMPLEMENTAÇÃO DAS PROPOSTAS / SOLUÇÕES.	104

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - VENDAS POR CONTINENTE.	71
GRÁFICO 2 - Nº DE PAÍSES & Nº DE CLIENTES POR CONTINENTE.	72
GRÁFICO 3 - \bar{X} DA QUANTIDADE DE PRODUÇÃO/REFS PA POR QUANTIDADES POR CLIENTE.	72
GRÁFICO 4 - GAMAS DE PRODUTOS (% VENDAS).	73
GRÁFICO 5 - \bar{X} DE REFS PA (UN) POR SUB-GAMAS.	73
GRÁFICO 6 – PESO NAS VENDAS DOS INTERVALOS DE QUANTIDADES TOTAIS POR CLIENTE.	74
GRÁFICO 7 – PESO NAS VENDAS POR INTERVALOS DE QUANTIDADES EM CADA REF PA.	74

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	VII
RESUMO	IX
ABSTRACT	XI
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	XIII
GLOSSÁRIO DE TERMOS	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVII
ÍNDICE DE TABELAS	XIX
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XXI
1 INTRODUÇÃO	27
1.1 ENQUADRAMENTO DO TRABALHO	27
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO	28
1.3 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	29
1.4 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA TENSAI INDÚSTRIA S.A.	30
1.5 CONTEÚDO E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	31
2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - PRODUTOS DE FRIO	35
2.1 GAMA DE PRODUTOS - OFERTA	36
2.2 SOLUÇÕES TERMODINÂMICAS	42
2.3 SOLUÇÕES FUNCIONAIS E ESTÉTICAS	43
3 ENQUADRAMENTO TEÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA	47
3.1 INTRODUÇÃO	47
3.2 CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA.....	48
3.2.1 EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO EM MASSA PARA A CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA	52
3.2.2 CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE CUSTOMIZAÇÃO.....	54
3.2.3 OUTROS TIPOS DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA	59
3.2.4 OS TRÊS PILARES DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA.....	61
3.2.5 MODULARIZAÇÃO E POSTERGAÇÃO	62
3.2.6 A ESTRUTURA DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA	62
3.2.7 LIMITES DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA	63
3.3 IMPLANTAÇÃO DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA	64
3.3.1 SUPORTE TECNOLÓGICO – ERP & MES.....	64
3.3.2 CONFIGURADOR.....	65
3.3.3 INDÚSTRIA 4.0 – REALIDADE vs FUTURO	66
3.3.4 FLEXIBILIDADE PRODUTIVA – PRODUÇÃO HÍBRIDA	68
4 SISTEMA DE APOIO À DECISÃO DA CUSTOMIZAÇÃO	71
4.1 ANÁLISE INTERNA DO VOLUME DE PRODUÇÃO	71
4.1.1 DIVERSIDADE DO MERCADO	71

4.1.2	DISTRIBUIÇÃO INTERNA DO VOLUME DE PRODUÇÃO	73
4.2	ANÁLISE E MAPEAMENTO DOS PROCESSOS	74
4.2.1	ORGANIZAÇÃO DAS BOMs	78
4.2.2	DIAGRAMAS DE FLUXO	79
4.2.3	VARIÁVEIS DE CUSTOMIZAÇÃO	81
4.3	IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS	83
4.3.1	FALTA DE DEFINIÇÃO DOS NÍVEIS DE CUSTOMIZAÇÃO	83
4.3.2	DESCONHECIMENTO DOS CUSTOS DE CUSTOMIZAÇÃO AO NÍVEL DO DESENVOLVIMENTO E PREPARAÇÃO DOS PRODUTOS	84
4.3.3	DESCONHECIMENTO DAS QUANTIDADES MÍNIMAS NECESSÁRIAS POR CADA REFERÊNCIA PA 84	
4.4	PROPOSTAS DE MELHORIA DOS PROCESSOS	84
4.4.1	DEFINIÇÃO DOS NÍVEIS DE CUSTOMIZAÇÃO	85
4.4.2	DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS DA CUSTOMIZAÇÃO AO NÍVEL DO DESENVOLVIMENTO E PREPARAÇÃO DOS PRODUTOS	85
4.4.2.1	<i>CUSTOS DE MO DIRETA</i>	85
4.4.2.2	<i>CUSTOS DOS EQUIPAMENTOS</i>	86
4.4.2.3	<i>CUSTOS GERAIS</i>	87
4.4.2.4	<i>CUSTOS TOTAIS</i>	88
4.4.3	DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA PARA DETERMINAR O PONTO CRÍTICO DE CADA NOVA REFERÊNCIA PA	89
4.5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	93
4.5.1	GAMA DOMÉSTICOS	94
4.5.2	GAMA PROFISSIONAIS / COMERCIAIS	95
4.5.3	CAVES	96
4.6	FERRAMENTAS DE APOIO À INDUSTRIALIZAÇÃO E OUTRAS PROPOSTAS DE MELHORIA	97
4.6.1	FERRAMENTAS DE APOIO À INDUSTRIALIZAÇÃO	97
4.6.2	OUTRAS PROPOSTAS DE MELHORIA	97
5	CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO	103
5.1	PRINCIPAIS CONTRIBUTOS DO ESTUDO	103
5.2	VALOR ACRESCENTADO DO TRABALHO	105
5.3	TRABALHO FUTURO	105
6	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	109
	ANEXOS	115
	ANEXO A – DETALHE DA ANÁLISE INTERNA DO VOLUME PRODUÇÃO	115
	ANEXO B – DETALHE CUSTOS DOS NÍVEIS DE CUSTOMIZAÇÃO	118
	ANEXO C - CÁLCULOS DETALHADOS INDICADORES DE RISCO ECONÓMICO	120
	ANEXO D - ORDEM DE PRODUÇÃO / FCM	128

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

- 1.1 ENQUADRAMENTO DO TRABALHO
- 1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO
- 1.3 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO
- 1.4 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA TENSAI INDÚSTRIA S.A.
- 1.5 CONTEÚDO E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito do projeto de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, apresentando uma duração de seis meses na empresa Tensai Indústria S.A., elaborado no departamento de Investigação & Desenvolvimento.

A capacidade de adaptação industrial, nomeadamente na empresa alvo deste projeto, procura adequar os seus processos produtivos à customização de forma a acrescentar valor ao produto, tendo em consideração o balanceamento entre o custo e quantidade.

Atualmente, vivemos num mundo dinâmico de melhoria contínua e progresso. A evolução dos sistemas produtivos tem ocorrido naturalmente, assim como a melhoria da eficiência e fiabilidade dos processos existentes motivado pelo mercado concorrencial. O conceito de diversificação e customização torna-se cada vez mais presente no meio empresarial, ao invés do “*modelo único*” que se encontra cada vez mais desatualizado, pois o mercado está cada vez mais informado, exigente e disponível para pagar um preço extra por essa customização, tornando-se numa estratégia de angariação e fidelização de clientes. Nesse sentido, algumas empresas aventuraram-se na customização em massa, procurando uma vantagem competitiva adicional.

O grande objetivo deste conceito passa em migrar de uma produção em massa para uma customização em massa, mantendo a maior parte da eficiência das economias de escala. Mas esta transformação de ideologia produtiva não é simples. Exige uma mudança cultural a todo o nível hierárquico da organização, um plano de reestruturação e a implementação de ferramentas que suportem e facilitem os processos, assim como um controlo permanente dos custos e respetivo impacto económico nos resultados da empresa.

1.1 ENQUADRAMENTO DO TRABALHO

O mundo empresarial está em constante evolução, procurando uma adaptação permanente às necessidades do mercado. Atualmente, diversas empresas dos mais variados setores estão a promover a customização em massa de forma a maximizar o seu desempenho industrial, oferecendo produtos que além de satisfazerem as necessidades específicas dos consumidores, promovam uma experiência de compra. Segundo Pine (1993), as pessoas não pretendem sacrificar os seus gostos, pois sabem exatamente o que querem e o que necessitam, não se importando de pagar mais por isso.

A eficiência deste paradigma numa empresa precisa de compreender as necessidades individuais dos consumidores e proporcionar sistemas de produção híbridos e capazes de obter um resultado final de acordo com os requisitos do cliente, com baixo prazo de entrega e elevada qualidade, salvaguardando o baixo custo de produção.

A literatura da especialidade tem procurado dar resposta a estas mudanças através de estudos sobre novos métodos de abordagem ao mercado, novos modelos de processos

da gestão da produção e tecnologias e sistemas de informação capazes de suportar todo o fluxo de informação, mas cada empresa é única, devendo procurar ajustar a sua realidade ao contexto atual, sempre com foco no crescimento e rentabilidade real.

Paralelamente a este contexto, a necessidade da empresa Tensai Indústria S.A. compreender, organizar e otimizar a customização em massa dos seus produtos de forma a determinar o seu impacto económico, impôs a abordagem ao novo paradigma de produção, nomeadamente no departamento de I&D.

O presente trabalho aborda os resultados do ano 2017 referentes ao desenvolvimento e preparação de novas variantes de produto, assim como o mapeamento de todas as variáveis customizáveis como suporte aos níveis e custos da customização, sendo que o destaque se enquadra no desenvolvimento de uma ferramenta para determinar a quantidade mínima a produzir por cada nova referência PA (ou SKU e cada referência corresponde a uma unidade de armazenagem diferente) em função dos custos.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Este projeto foi motivado pelo conceito de customização em massa ser uma temática cada vez mais popular no meio empresarial e paralelamente a isso, a empresa Tensai Indústria S.A. encontra neste paradigma o futuro para o sucesso da sua produção. O desenvolvimento de tecnologias aos mais variados níveis promove oportunidades à customização de forma económica e efetiva. Exemplos disso são os configuradores da industria automóvel e de equipamentos desportivos:

- Configurator BMW – <www.bmw.pt/pt/ssl/configurator.html>;
- Configurator Nike – <www.nike.com/pt/pt_pt/c/nikeid>.

Deste modo, a execução deste projeto compreende os seguintes objetivos:

- Analisar os volumes de produção;
- Identificar todas as variáveis de customização;
- Identificar uma metodologia para determinar os níveis de customização no desenvolvimento e preparação de um novo produto;
- Determinar os custos para cada nível de customização;
- Criação de uma ferramenta que determine o ponto crítico (equilíbrio) em quantidades para uma nova configuração de produto.

O último ponto tornou-se no objetivo primordial deste projeto, satisfazendo a estratégia e os constrangimentos organizacionais. Como resultado, a ferramenta de suporte à tomada de decisão será uma mais valia na verificação e validação de novas soluções, tendo em consideração os níveis e custos de customização atuais. Por conseguinte, colmatar esta necessidade acabará por melhorar a comunicação entre todos os *stakeholders*, tornando-se num ponto de partida para manipular a customização de forma mais fundamentada e científica. Assim, será possível responder a perguntas frequentes da administração, tais como:

- “Até onde devemos customizar?”;
- “Quais os custos do desenvolvimento e preparação para cada nível?”;
- “Deve ser implementado quantidades mínimas para os níveis de customização a determinar?”;
- “Como determinar essas quantidades?”.

1.3 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

O desenvolvimento do presente trabalho foi realizado num período compreendido entre janeiro e junho de 2018 e seguiu uma metodologia de investigação com base nos princípios *Action-Research* (Lewin, 1946), tendo por objetivo a transformação de todos os elementos envolvidos em investigadores, através da filosofia do “*aprender fazendo*” e de uma colaboração baseada numa relação democrática e participativa, ou seja, a transformação de uma determinada realidade e respetiva produção de conhecimento (Coutinho *et al.*, 2009).

A necessidade de resolver problemas impõe que os colaboradores da organização modifiquem os seus comportamentos para solucionar as dificuldades, uma vez que não sendo os objetos de estudo, são uma parte colaborante (Saunders *et al.*, 2009). O foco deste tipo de estudo é a ação que origina uma mudança na organização.

Saunders *et al.*, (2009) identificou uma espiral do ciclo *Action-Research* no qual é iniciado num contexto específico e com um propósito claro. Este processo traduz-se em quatro fases que devem ser consideradas durante uma investigação, desde o diagnosticar, planear, implementar ações e avaliar (ver Figura 1). Essa espiral é subdividida em três ciclos, sendo que o primeiro enfatiza o objetivo da pesquisa em ação, levantando as questões fundamentais à investigação. O segundo refere-se ao envolvimento dos elementos integrados na pesquisa, facilitando assim o entendimento dos membros do projeto. O terceiro materializa o processo através de ações com base no conhecimento adquirido. Nesta estratégia, os resultados obtidos das ações implementadas devem ter implicações noutros contextos.

Na primeira fase – “*Diagnosticar*”, é realizada uma investigação e análise de factos onde se identifica e se define o problema. Nesse sentido, é desenvolvida uma recolha de indicadores nos departamentos de Investigação & Desenvolvimento e Comercial, seguido de uma análise aos dados recolhidos.

Na segunda fase – “*Planear*”, identifica-se as ações a planear, nomeadamente o levantamento e mapeamento das variáveis de customização, a determinação dos níveis e respetivos custos e o desenvolvimento de uma ferramenta que determine o ponto crítico em quantidades das encomendas em função do nível de customização.

Na terceira fase - “*Implementar Ações*”, foi realizada a simulação das ações com vista à obtenção de resultados mensuráveis.

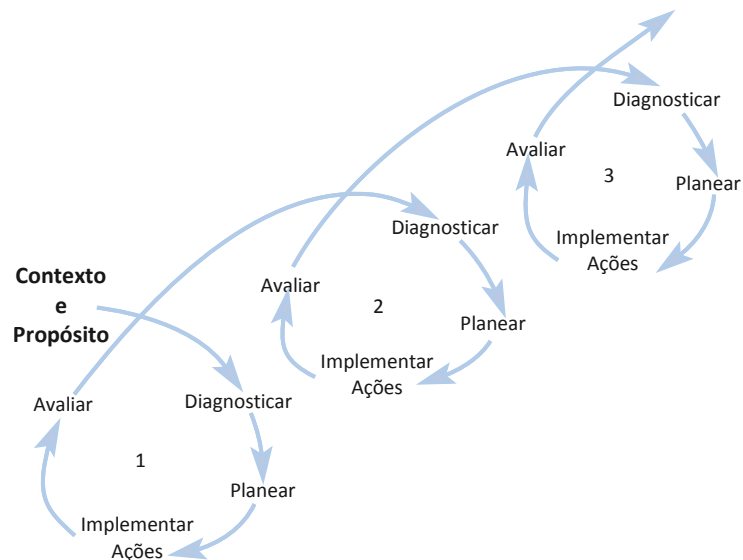


Figura 1 – A espiral do ciclo *Action-Research*.
(Fonte: adaptado de Saunders *et al.*, 2009).

Na quarta fase – “*Avaliar*”, os resultados foram debatidos e analisados com vista à sua viabilidade, uma vez que não existem dados históricos para comparação. Como conclusão da avaliação, foram identificados os principais resultados e respetivas vantagens para o apoio à decisão da customização numa empresa industrial, tem em vista os custos de desenvolvimento e preparação de novas variantes de produto. Foram ainda apresentadas propostas de melhoria abrangentes a todo o fluxo industrial.

1.4 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA TENSAI INDÚSTRIA S.A.

A empresa Tensai Indústria S.A., fundada em 1989, está localizada em Leça da Palmeira (sede), Viana do Castelo (uma unidade de comercialização de eletrodomésticos) e Estarreja (duas unidades produtivas – ver Figura 2). Em Estarreja, dedicam-se à fabricação de equipamentos de frio e mobiliário plástico, para o qual mais de 200 colaboradores contribuem permanentemente. No entanto, a maior parte do volume de vendas, cerca de 70% provem da fabricação de equipamentos de frio.



Figura 2 - Unidade produtiva Tensai Indústria S.A.

O setor onde a Tensai se enquadra é um dos setores de atividade mais heterógenos da indústria transformadora nacional pela diversidade de unidades industriais e de produtos. Por isso, também o seu principal CAE é bastante abrangente (CAE 27510 – Fabricação de Eletrodomésticos) e engloba não só a fabricação de frigoríficos e arcas congeladoras, mas também outros tipos de equipamentos domésticos (máquinas de lavar, aspiradores, máquinas de secar, exaustores, aquecedores, fornos, entre outros).

Em termos globais, em 2016 (dados mais recentes disponíveis pelo Banco de Portugal) e no que respeita à atividade enquadrada no CAE 27510, pode-se verificar que cerca de 50% da produção total é destinada à exportação (União Europeia e Países Terceiros). Pela classificação da atividade económica ser tão ampla e abranger a fabricação de um infinito conjunto de produtos destinados às mais diversas aplicações e finalidades, a Tensai Indústria S.A. apresentou no ano 2016, apenas uma quota de mercado de aproximadamente 9% em relação ao total de volume de negócios deste setor.

Presente em mais de 70 países, distribuídos ao longo de cinco continentes, a Tensai Indústria S.A. exporta 90% da sua produção, apresentando-se como uma das principais referências produtivas em toda a Europa em soluções para frio doméstico e comercial.

Em Portugal, é a empresa líder no mercado no setor de equipamentos de frio doméstico, devido à oferta de excelência com um elevado grau de fiabilidade.

A vasta diversidade de soluções para as áreas *Home Appliance* e *Commercial Solutions*, de elevada qualidade, performance e eficiência, apresentam a empresa como uma parceira inovadora e confiável.

1.5 CONTEÚDO E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A estrutura está dividida em seis capítulos, sendo que no primeiro, denominado por “*Introdução*”, é efetuada a contextualização e enquadramento do projeto em função dos objetivos que se pretendem alcançar. É ainda apresentada a empresa Tensai Indústria S.A. como parceira deste projeto de investigação.

No segundo capítulo, designado “*Características Técnicas – Produtos de Frio*”, desenvolveu-se a descrição das principais características técnicas dos equipamentos de frio, assim como as famílias de produtos disponibilizadas pela Tensai Indústria S.A.

No terceiro capítulo – “*Enquadramento Teórico e Revisão da Literatura*”, abordou-se teoricamente o tema em função da perspetiva de autores relevantes nesta área de investigação.

No quarto capítulo, intitulado “*Sistema de Apoio à Decisão da Customização*”, desenvolveu-se a componente prática do projeto, identificando as variáveis de customização e seu mapeamento de forma a determinar os níveis de complexidade e seus custos. Posteriormente é efetuado um estudo que proporcione a otimização da customização em função do ponto de equilíbrio como elemento fundamental na determinação de quantidades mínimas de venda.

No quinto capítulo – “*Conclusões e Trabalho Futuro*” são apresentadas as conclusões obtidas e considerações finais do estudo, assim como sugestões para trabalho futuro e as limitações presentes na investigação.

No sexto e último capítulo – *“Bibliografia e Outras Fontes de Informação”* são apresentadas as referências bibliográficas, assim como outras fontes de informação utilizadas que suportam o desenvolvimento desta dissertação.

Para finalizar, são apresentados os anexos com informações detalhadas de suporte ao desenvolvimento deste projeto.

CAPÍTULO 2 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - PRODUTOS DE FRIO

- 2.1 GAMA DE PRODUTOS - OFERTA
- 2.2 SOLUÇÕES TERMODINÂMICAS
- 2.3 SOLUÇÕES FUNCIONAIS E ESTÉTICAS

2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - PRODUTOS DE FRIO

Este projeto é baseado no estudo realizado na Tensai Indústria S.A., sendo que será apresentada a sua oferta e a sua abertura à customização de novos produtos em função das soluções disponíveis no meio envolvente. Na Tabela 1, são apresentados os produtos base que a empresa oferece ao mercado, com a capacidade para satisfazer as necessidades de vários segmentos.

Tabela 1 – Gama de Produtos da Tensai Indústria S.A.

Gamas	Famílias de Produtos	Produtos (Modelos)				
Domésticos	TCHEUSI	TCHEUSI180E	TCHEUSI180E	TCHEUSI180E		
		TCHEUSI100	TCHEUSI180	TCHEUSI240	TCHEUSI310	
	TCHEU	TCHEU110	TCHEU220	TCHEU290	TCHEU370	
		TCHEU430	TCHEU500			
	SIF	SIF70	SIF120	SIF240	SIF320	
		SIF370	SIF460	SIF570		
	HC	HC150	HC240	HC320	HC370	
		HC460				
	CV-L60	CV300	CV350			
	CV-L54	CV130	CV200	CV220		
	CB-L60	CB370				
	F2P-L60	DP350				
	F1P-L60	MC350				
	F2P-L54	F245	F290			
	F1P-L54	F140	F210	F240		
	Profissionais / Comerciais	ICE	ICE220	ICE300	ICE400	ICE500
		GHC	GHC190	GHC320	GHC420	GHC520
TCHC		TCHC170	TCHC300	TCHC400	TCHC500	
SICC		SICC170	SICC300	SICC400	SICC500	
SIF700		SIF700				
AGF		AGF220	AGF300	AGF400	AGF500	
L070/120		L070	L120			
VPL		VPL100	VPL130	VPL150	VPL200	
MPL		MPL070	MPL100	MPL130	MPL150	
L070/120PV		L070PV	L120PV			
Caves Vinho	CAV	CAV082	CAV150	CAV190	CAV190SBS	

Neste estudo, será abordado o nível de customização das famílias de produtos, dividindo-os em módulos ou componentes e respetivas opções para cada um deles, bem como as alterações desses recursos em função da procura. Também serão consideradas as características que são constantemente alteradas, nomeadamente as decorações.

2.1 GAMA DE PRODUTOS - OFERTA

A gama de produtos comercializados pela Tensai Indústria S.A., resumem-se em três grupos: domésticos, profissionais / comerciais e caves de vinho.



No caso da gama de produtos domésticos dividem-se em congelador horizontais, congelador verticais e frigoríficos & combinados.





A gama de produtos profissionais / comerciais dividem-se em conservadores de gelados, armários e expositores.

Por último, a gama de produtos caves de vinho divide-se pelas diferentes dimensões.

Na Tabela 2, encontra-se uma breve descrição da oferta disponível para cada gama.

Tabela 2 - Gama de produtos.

Gamas	Famílias de Produtos	Descrição
DOMESTICOS Congelador Horizontais	TCHEUSI 	As arcas congeladoras TCHEUSI são uma solução para quem procura a melhor eficiência energética do mercado (A++ e A+++). Disponíveis em sete dimensões: TCHEUSI100, TCHEUSI180, TCHEUSI240, TCHEUSI310, TCHEUSI180E, TCHEUSI240E e TCHEUSI310E. Estão disponíveis diferentes níveis de configuração e customização.
	TCHEU 	As arcas congeladoras TCHEU são uma solução para quem procura uma boa relação entre a volumetria vs eficiência energética. Apresentam as mesmas dimensões exteriores da gama TCHEUSI, mas com menor eficiência energética e maior capacidade de carga. Disponíveis em seis dimensões: TCHEU110, TCHEU220, TCHEU290, TCHEU370, TCHEU430 e TCHEU500. Estão disponíveis diferentes níveis de configuração e customização.

SIF		<p>As arcas congeladoras SIF são uma solução para quem procura uma boa eficiência energética.</p> <p>Disponíveis em sete dimensões: SIF70, SIF120, SIF240, SIF320, SIF370, SIF460 e SIF570.</p> <p>Estão disponíveis diferentes níveis de configuração e customização.</p>		
	HC		<p>As arcas congeladoras HC são uma solução para quem procura uma boa capacidade de carga. Apresentam as mesmas dimensões exteriores da gama SIF, mas com mais volume interno e menor eficiência energética.</p> <p>Disponíveis em cinco dimensões: HC150; HC240, HC320, HC370 e HC460.</p> <p>Estão disponíveis diferentes níveis de configuração e customização.</p>	
DOMESTICOS		Congelador Verticais	CV-L60	
	CV-L54			

DOMESTICOS

Frigoríficos & Combinados

CB-L60



O combinado de 60 cm é uma solução para uma utilização doméstica, apresentando uma boa relação entre o volume de refrigerados e congelados.

Disponível numa dimensão: CB370.

Estão disponíveis diferentes configurações, quer a nível de acabamento, personalização e acessórios.

F2P-L60



O frigorífico dupla porta de 60 cm é uma solução para uma utilização doméstica.

Disponível numa dimensão: F350.

Estão disponíveis diferentes configurações, quer a nível de acabamento, personalização e acessórios.



F1P-L60



O frigorífico mono porta de 60 cm é uma solução para uma utilização doméstica.

Disponível numa dimensão: MC350.

Estão disponíveis diferentes configurações, quer a nível de acabamento, personalização e acessórios.

		<p>Os frigoríficos dupla porta de 54 cm são uma solução económica para uma utilização doméstica.</p> <p>Disponíveis em duas dimensões: F245 e F290.</p> <p>Estão disponíveis diferentes configurações, quer a nível de acabamento, personalização e acessórios.</p>
<p>F2P-L54</p>		<p>Os frigoríficos mono porta de 54 cm são uma solução económica para uma utilização doméstica.</p> <p>Disponíveis em três dimensões: F140, F210 e F240.</p> <p>Estão disponíveis diferentes configurações, quer a nível de acabamento, personalização e acessórios.</p>
<p>PROFISSIONAIS / COMERCIAIS</p> <p>Conservadores de Gelados</p>		<p>As arcas conservadoras de congelados ICE são uma solução para armazenar produtos congelados.</p> <p>Disponíveis em quatro dimensões: ICE220, ICE300, ICE400 e ICE500 com duas versões: tampa de vidro e tampa opaca.</p> <p>Estão disponíveis diferentes níveis de configuração e customização.</p>
<p>GHC</p>		<p>As arcas conservadoras de congelados GHC são uma solução para armazenar produtos congelados.</p> <p>Disponíveis em quatro dimensões: GHC190, GHC320, GHC420 e GHC520 com duas versões: tampa de vidro e tampa opaca com aro em alumínio para uma robustez extra.</p> <p>Estão disponíveis diferentes níveis de configuração e customização.</p>

PROFISSIONAIS / COMERCIAIS

Armários

TCHC



As arcas conservadoras de congelados TCHC com vidro curvo são uma solução para armazenar produtos congelados. Disponíveis em quatro dimensões: TCHC170, TCHC300, TCHC400 e TCHC500. Estão disponíveis diferentes níveis de configuração e customização.

SICC



Os conservadores de gelados SICC são uma solução para serviço de gelados a granel. Disponíveis em quatro dimensões: SICC170, SICC300, SICC400 e SICC500. Estão disponíveis diferentes configurações, quer a nível de acabamento, personalização e acessórios.

SIF700



O congelador SIF700 com tampa abatível é uma solução para armazenar, congelar e conservar grandes volumes de produtos. Estão disponíveis diferentes níveis de configuração e customização.

AGF



Os arrefecedores de garrafas são uma solução de refrigeração de bebidas em formato de garrafas ou latas. Disponíveis em quatro dimensões: AGF220, AGF300, AGF400 e AGF500, com duas, três ou quatro tampas.

L070/120



Os Armários conservadores e congeladores são uma solução para armazenar e conservar os alimentos em estabelecimentos comerciais. Disponíveis em duas dimensões: L070 e L120 em ambas as versões termodinâmicas. Estão disponíveis diferentes configurações, quer a nível de acabamento, personalização e acessórios.

PROFISSIONAIS / COMERCIAIS

Expositores

VPL



As vitrinas refrigeradas VPL Plug It são uma solução para pastelarias, charcutarias, talhos ou supermercados.

Disponíveis em quatro dimensões: VPL100, VPL130, VPL150 e VPL200 com três versões: vidro plano, curvo e vertical. Com opção mesa de apoio.

Os acabamentos, personalização e acessórios são customizáveis.

MPL



Os murais refrigerados MPL Plug It com porta em vidro ou cortina noturna são uma solução para expor produtos.

Disponíveis em três e quatro dimensões: MPL070, MPL100, MPL130 e MPL150 para versão porta em vidro e cortina noturna respetivamente.

Estão disponíveis versões para lacticínios, carnes e frutas / vegetais. Os acabamentos, personalização e acessórios são customizáveis.

L070/120PV



Os Expositores conservadores e congeladores com porta em vidro são uma solução para expor bebidas, alimentos, sobremesas ou gelados em estabelecimentos comerciais.

Disponíveis em duas dimensões: L070PV e L120PV em ambas as versões termodinâmicas.

Estão disponíveis diferentes configurações, quer a nível de acabamento, personalização e acessórios.

CAVES VINHO

Maturação

CAV



As Caves de Vinho enquadram-se numa gama específica para maturação de vinhos.

Estes modelos estão disponíveis em quatro dimensões: CAV082, CAV150, CAV190 e CAB190SBS, abrangendo um mercado específico.

Em cada solução, existem diferentes configurações disponíveis

2.2 SOLUÇÕES TERMODINÂMICAS

Relativamente às soluções termodinâmicas, a empresa apresenta alternativas assim como soluções adequadas a mercados com exigências específicas, disponibilizando um pacote de opções representadas na Tabela 3. Neste campo, o principal destaque recai nos tipos de gases refrigerantes.

Tabela 3 – Gama de produtos vs Tipologia de opções termodinâmicas.

Gamas de Produtos	Tipologia de opções termodinâmicas
Domésticos	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de gás refrigerante; • Tipo de refrigeração; • Sistema de evaporação; • Ventilação do compressor.
Profissionais / Comerciais	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de gás refrigerante; • Tipo de refrigeração; • Sistema de evaporação; • Ventilação do compressor; • Tipo de condensador.
Caves Vinho	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de evaporação; • Ventilação do compressor; • Tipo de condensador.

R600a – este gás isobutano é um hidrocarboneto (HC) com baixo impacto ambiental e com excelentes propriedades termodinâmicas. O seu uso está a aumentar progressivamente. É indicado para equipamentos domésticos e pequenos aparelhos de refrigeração comercial.

Características:

- Formula química: C_4H_{10} ;
- Ponto de ebulição (a 101,3 kPa): $-11,72^\circ C$;
- Potencial de Destruição de Ozono (ODP): 0;
- Potencial de Aquecimento Global (GWP): 3;
- Inflamável, não tóxico.

R134a – este gás 1,1,1,2-tetrafluoroetano é um refrigerante hidrofluorcarboneto (HFC) puro. Atualmente, este gás refrigerante apresenta limitações ao uso em espaço europeu, segundo o regulamento (UE) nº 517/2014. Desde 1 de janeiro 2015, frigoríficos e congeladores domésticos que contenham HFC com GWP igual ou superior a 150, a colocação no mercado está proibida. No caso dos frigoríficos e congeladores para uso comercial (hermeticamente fechados) que contenham HFC com GWP igual ou superior a 150, a colocação no mercado será proibida a partir de 1 de janeiro de 2022.

Características:

- Formula química: CH_2FCF_3 ;

- Ponto de ebulição (a 101,3 kPa): -26,1°C;
- Potencial de Destruição de Ozono (ODP): 0;
- Potencial de Aquecimento Global (GWP): 1430;
- Não inflamável, e baixa toxicidade.

R290 – este gás propano é um hidrocarboneto (HC) com baixo impacto ambiental e também apresenta excelentes propriedades termodinâmicas. É indicado para aparelhos de refrigeração comercial. Na Europa, as normas de segurança limitam a carga de R290 a 150 g, com o objetivo de reduzir o risco de inflamabilidade do refrigerante em caso de fuga no sistema.

Características:

- Formula química: C₃H₈;
- Ponto de ebulição (a 101,3 kPa): -42,04°C;
- Potencial de Destruição de Ozono (ODP): 0;
- Potencial de Aquecimento Global (GWP): 3;
- Inflamável, não tóxico.

2.3 SOLUÇÕES FUNCIONAIS E ESTÉTICAS

No que respeita às soluções funcionais e estéticas, a empresa disponibiliza um pacote de opções apresentadas na Tabela 4 como uma forte abertura à personalização estética.

Tabela 4 - Gama de produtos vs Soluções Funcionais e Estéticas.

Gammas de Produtos	Tipologia de opções	
	Funcionais	Estéticas
Domésticos	<ul style="list-style-type: none"> • Voltagem / Frequência; • Tipo de controlo; • Display; • Cabo Alimentação; • Iluminação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cor; • Decoração externa; • Decoração interna; • Tipo de interior; • Marca; • Puxador; • Fechadura; • Tipologia de dreno; • Acessórios.
Profissionais / Comerciais	<ul style="list-style-type: none"> • Voltagem / Frequência; • Tipo de controlo; • Display; • Sinalizadores / Interruptores; • Cabo Alimentação; • Iluminação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cor; • Decoração externa; • Tipo de interior; • Marca; • Puxador; • Fechadura; • Tipologia de dreno;

	<ul style="list-style-type: none"> • Acessórios.
	<ul style="list-style-type: none"> • Cor; • Decoração externa; • Decoração interna; • Tipo de interior; • Marca; • Puxador; • Fechadura; • Acessórios.
Caves de Vinho	<ul style="list-style-type: none"> • Voltagem / Frequência; • Tipo de controlo; • Display; • Cabo Alimentação; • Iluminação.

Exemplo da personalização estética, recorrendo à decoração externa através da opção impressão digital (ver Figura 3).

Após esta contextualização, é possível compreender que a oferta da Tensai Indústria S.A. é extensa, disponibilizando um lote de modelos base e uma múltipla oferta de soluções que procuram responder às necessidades dos clientes.



Figura 3 - Exemplo personalização estética / decoração externa.

Além disso, a estratégia da empresa tem-se resumido num posicionamento reativo em função de requisitos dos clientes, procurando a sua satisfação, mesmo que haja a necessidade de romper algumas barreiras técnicas. As múltiplas soluções podem ser conjugadas de formas distintas, mas o crescimento da customização de forma desordenada e descontrolada prejudica os rácios produtivos, pois o que não é medido não é controlado, dificultando os processos de melhoria contínua.

CAPÍTULO 3 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA

3.1 INTRODUÇÃO

3.2 CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA

3.3 IMPLANTAÇÃO DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA

3.2 CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA

A literatura da especialidade disponibiliza diversos estudos na área da customização em massa (ver Tabela 5), nos quais foram aplicadas diferentes estratégias com o objetivo de garantir a sua eficiência.

Tabela 5 - Análise de trabalhos na área da Customização em Massa.

Referências Bibliográfica	Descrição do Trabalho
(Heiskala, Kaija-Stiina, & Juha, 2005)	Neste trabalho intitulado de <i>“Mass Customization of Services: Benefits and Challenges of Configurable Services”</i> , realizado na Universidade Tecnológica de Helsínquia, os autores apresentam três conceitos na perspectiva da centralização no cliente: produto configurável, conhecimento de configuração e configurador de produto. O produto configurável traduz-se num produto base que apresenta um pacote de opções selecionáveis de acordo com as necessidades dos clientes. Já o conhecimento das especificações deve garantir as compatibilidades das opções, bem como execuções exequíveis. Para concluir esta perspectiva, o configurador de produto será a ferramenta que materializará os registos de produtos pelos clientes, ou seja, um interface comunicacional entre fornecedor e cliente.
(Nahmens, 2007)	Neste trabalho intitulado de <i>“Mass Customization Strategies and their Relationship to Lean Production in the Homebuilding Industry”</i> , realizado na Universidade da Florida, a autora procurou melhorar a eficácia e eficiência da construção de habitações através da implementação de estratégias de customização em massa, abrangendo três dimensões: <i>design</i> de produto, sistema de produção e cadeia de abastecimento, assim como o seu relacionamento com o sistema <i>Lean</i> . O estudo concluiu que os desempenhos operacionais diminuíram com o aumento da oferta / escolha de modelos habitacionais, ou seja, as plantas devem recorrer a procedimentos padronizados. Como alternativa, a variedade de oferta na escolha dos materiais, assim como a transferência de algumas atividades para o exterior da linha principal reduzem a variabilidade do tempo de ciclo. Em suma, concluiu-se que a produção <i>Lean</i> é um fator importante de suporte à customização em massa.
(André Machado e Walter Moraes, 2010)	Neste trabalho intitulado de <i>“Estratégias de Customização em Massa: Um Estudo de Caso na Indústria de Fabricação de Móveis”</i> , os autores analisaram as estratégias de CM de uma empresa líder no fabrico de móveis modulares. Começaram por compreender a seleção de componentes personalizáveis e suas relações entre as atividades, passando pelas métodos e ferramentas que sustentavam a materialização da CM. Tratando-se de componentes semiacabados padronizados e intercambiáveis, não há <i>stock</i> de produto acabado. Dessa forma, esses componentes são produzidos de acordo com os níveis de consumo, sendo consumidas segundo a regra FIFO.

	<p>Relativamente às estratégias de CM, concluiu-se que foram adotadas duas abordagens: modularidade e postergação da produção. A implementação dessas estratégias foi suportada pelos seguintes fatores: Tecnologias de Informação, Flexibilidade do Sistema de Produção, Projeto do Produto (com três critérios básicos: funcionalidade, praticidade e <i>design</i>), Produção <i>Lean</i>, Produção baseada no tempo e Cadeia de Abastecimento. A permanente integração dos colaboradores e a suas qualificações são consideradas fundamentais para a flexibilidade e otimização do sistema produtivo.</p>
(Alain Bernard, Joanna Daaboul, Florent Laroche & Catherine da Cunha, 2011)	<p>Neste trabalho intitulado de <i>“Mass Customization as a Competitive Factor for Sustainability”</i>, realizado na Escola Central de Nantes, os autores exploram uma visão geral sobre a CM, a sua classificação e implementação, sendo que o principal desafio se resume na definição do nível de personalização a ser oferecido ao cliente. Saber como implementar e avaliar a CM conclui a pesquisa deste artigo.</p> <p>Os autores salientam que este estudo foi desenvolvido no âmbito de um projeto europeu: <i>“Dorothy”</i> destinado a aumentar a competitividade da indústria do calçado na Europa.</p>
(Adrian Mondragon & Christian Mondragon, 2011)	<p>Neste trabalho intitulado de <i>“Managing Technological Innovations Affecting Products Complexity, Modularity, and Supply Chain Structure”</i>, os autores exploram as relações entre customização em massa, modularidade, inovações tecnológicas e cadeia de abastecimento. O grande objetivo passa pela gestão das inovações tecnológicas, recorrendo à modularidade de forma a disponibilizar produtos personalizados, maximizando a criação de valor. A indústria automóvel exemplifica a capacidade de a modularidade disponibilizar um produto complexo com extenso número de personalizações. As inovações tecnológicas, assim como cadeias de abastecimento complexas e eficientes são o suporte deste paradigma.</p>
(João Gomes, Paulo Martins & Rui Lima, 2011)	<p>Neste trabalho intitulado de <i>“Benefícios e desafios da Customização em Massa”</i>, realizado na Universidade do Minho, os autores abordam os benefícios e desafios da CM para os fornecedores e clientes. Quanto aos benefícios vs beneficiado, traduzem-se nos seguintes: redução do inventário e a participação do cliente no projeto do produto com o fornecedor como beneficiado, a melhor adequação dos produtos às suas necessidades e a possibilidade de especificar o seu produto através de opções e padrões pré-determinados com o cliente como beneficiado. Relativamente aos desafios, são resumidos na atuação de três disciplinas, sendo elas a Informática de Gestão/Informática Aplicada, a Gestão de Negócios e a Engenharia.</p>
(Frank Piller, Evalotte Lindgens & Frank Steiner, 2012)	<p>Neste trabalho intitulado de <i>“Mass Customization at Adidas: Three Strategic Capabilities to Implement Mass Customization”</i>, realizado na Universidade RWTH de Aachen, os autores exploraram as características de implementação bem sucedidas da CM na indústria do calçado e como exemplo de estudo recorreram à Adidas, nomeadamente com a abordagem a três grupos de capacidades de suporte à CM: o desenvolvimento de espaço de solução, definindo o que é oferecido como personalização e o que não é,</p>

o *design* de processo robusto que capacite a cadeia de abastecimento para o aumento da variabilidade de componentes e sua eficiência na entrega e escolha de navegação capaz de apoiar os clientes na identificação dos problemas e soluções, minimizando a opção de escolhas, ou seja, a capacidade organizacional para simplificar a navegação. A Adidas como alvo deste estudo desenvolveu em 2000 o conceito de produtos personalizados, ao qual chamou de “*miadidas*”. Apesar do programa focar no desempenho de sapatos, foi alargado para roupas desportivas, a “*mitem*”. Paralelamente aos produtos acima apresentados, foi ainda disponibilizado um programa de treino personalizado intitulado de “*micoach*”.

Os autores concluíram que a combinação das três capacidades estratégicas é complicada, exigindo um novo relacionamento entre cliente-empresa e alterando a mentalidade corporativa de forma a centralizarem-se nas necessidades do cliente.

(Laurent Probst, Erica Monfardini, Laurent Frideres, Dawit Demetri, Alain Kauffmann & Steven Clarke, 2013)

Neste trabalho intitulado de “*Advanced Manufacturing – Mass Customisation*”, realizado pelo Business Innovation Observatory, os autores exploraram o impacto da CM na indústria, com foco na moda, pois estimam que as roupas personalizadas correspondam a 5% da indústria de vestuário em 2020. Por esse motivo, o estudo de caso analisou oito empresas, das quais cinco trabalhavam na indústria da moda. Do ponto de vista estratégico, cada empresa entrevistada identificou as tecnologias de suporte, sendo que estas de forma isolada ou em conjunto são o apoio à CM. Relativamente às soluções disponíveis, o Open Innovation Accelerators (OIA) utiliza técnicas abertas de inovação para responder às necessidades dos clientes e assim propor soluções. Os métodos incluem *crowdsourcing*, *workshops*, concursos de ideias, a procura de informações de mercado (necessidades dos clientes) e a procura de soluções técnicas. Estes métodos são considerados importantes para determinar os desejos atuais de grandes grupos, sendo que o *crowdsourcing* a técnica de maior interesse para a CM.

Este estudo defende que a implementação da CM ajudará as empresas europeias a tornarem-se mais competitivas, mas salvaguardam a existência de barreiras à aceitação desta tendência, desde alteração do modelo de negócio à integração das novas tecnologias da informação. Concluíram ainda que as empresas bem sucedidas na CM beneficiaram de políticas de inovação, acesso a financiamentos, incubadoras de empresas, assim como proximidade às universidades e parceiros industriais.

(Khaled Medini, Julien Duigou, Catherine Cunha & Alain Bernard, 2014)

Neste trabalho intitulado de “*Investigating Mass Customization and Sustainability Compatibilities*”, publicado pelo International Journal of Engineering, Science and Technology, os autores exploraram as relações entre a sustentabilidade e a CM no campo comercial. Dessa forma, foram apresentados três casos de estudo para diferentes setores comerciais que procuravam mostrar essa relação e possíveis sinergias através da implantação dos facilitadores de sustentabilidade e CM a nível operacional, para os mesmos contextos industriais, os quais demonstravam em muitas

das vezes que as empresas que procuram melhorar o desempenho da sustentabilidade, impulsionavam os seus sistemas produtivos e cadeias de abastecimento para produtos personalizados, mantendo a eficiência.

Apesar disso, concluiu-se a inexistência de consenso sobre as relações desses paradigmas.

(Golboo
Pourabdollahian &
Frank Steiner, 2014)

Neste trabalho intitulado de *“Environmental and Social Impacts of Mass Customization: An Analysis of Beginning-of-Life Phases”*, publicado pela Creative Commons, os autores investigaram e identificaram potenciais fatores de impacto da CM na sustentabilidade ambiental e social, assim como a gestão do ciclo de vida do produto (PLM): *design*, produção e distribuição. A natureza personalizada dos produtos torna-os específicos e orientados às necessidades individuais dos clientes, tornando difícil a sua reutilização, originando uma vida útil mais curta e conseqüentemente a um aumento dos resíduos. Por outro lado, a perspectiva social é favorecida, nomeadamente os clientes com necessidades especiais e requisitos específicos ao nível da função, desempenho ou estética. Dessa forma, os impactos ambientais e sociais da CM entram em rota de colisão, sendo fundamental materializar um *trade-off* deste modelo comercial bilateral como garantia de implementação da CM de forma mais sustentável e eficiente.

(Stephan Hankammer,
Ruth Jiang, Robin Kleer
& Martin Schymanietz,
2016)

Neste trabalho intitulado de *“From Phonebloks to Google Project Ara - A Case Study of the Application of Sustainable Mass Customization”*, publicado pela Elsevier, os autores desenvolveram um estudo de caso com o projeto *“Ara”* da Google, traduzindo-se numa abordagem modular e customizável para *smartphones*. O estudo qualitativo defende que este projeto apresenta um potencial superior aos concorrentes, uma vez que a abordagem modular da Google poderá alcançar uma vida útil mais longa dos *smartphones*, no mínimo para alguns componentes, reduzindo assim o desperdício. Dessa forma, este projeto poderá ser visto como uma Eco Inovação (EI). Também foi analisado o potencial para iniciar uma Inovação Sistémica (SI), mas concluiu-se que provavelmente não mudará o mercado dos *smartphones* e o comportamento dos atores envolvidos, mas com potencial de influência no comportamento sociocultural da longa extensão do mercado dos *smartphones* (através da transferência do mercado de massas para os mercados de nichos), tais como: soluções móveis de diagnóstico e análise de cuidados de saúde, entre outros.

(Chi Le, Wisnu Kasmaji,
Michael Packianather,
Samueal Mengistu,
Duc Tran & Anh Chu,
2017)

Neste trabalho, intitulado de *“Customer Driven Mass-Customisation and Innovative Product Development with Parametric Design & Generative Modeling”*, desenvolvido na Conferência Internacional *“Manufacturing Research - ICMR 2017”*, os autores exploram os principais desafios técnicos ao nível do *design* e desenvolvimento inovador de produtos personalizados em massa. Como destaque, o *design* paramétrico (PM) (baseado em

Grasshopper¹) de última geração e a modelação generativa (GM) procuram fornecer um desenvolvimento rápido de produtos e uma melhor satisfação do cliente através da comunicação eficaz e eficiente entre ambas as partes (cliente vs empresa). Recorrendo ao 3D CAD e modelação geométrica, assim como a tecnologias de prototipagem rápida, é possível desenvolver produtos personalizados de forma rápida, disponibilizando-os através de visualizações online, como resposta às necessidades dos clientes. O *design* colaborativo permite uma partilha rápida de informação entre designers e clientes, com *feedbacks* imediatos, quer para mudanças de *design*, quer para fornecer diferentes opções de escolha. Dessa forma, os clientes podem participar no *design* dos próprios produtos através de recursos de *design* paramétrico e ferramentas de modelação generativa. É importante salientar que o excesso de escolha deixa os clientes confusos, pois geralmente não são técnicos especializados do produto alvo.

Cada vez mais, a concorrência e as exigências do mercado exigem das empresas produtos diferenciadores e que satisfaçam as necessidades específicas dos clientes, a um custo similar ao da produção em massa. Dessa forma, este paradigma da CM tem vindo a crescer de forma sustentada ao longo dos últimos anos, sendo considerada uma das maiores tendências dos últimos anos, mas ainda sem ter atingido a sua maturidade.

O conceito inicial foi introduzido por Davis (1987) na obra *“Future Perfect”*. Posteriormente, Pine (1993) através da obra *“Mass Customization: The New Frontier in Business Competition”* popularizou este conceito, definindo-o como *“a oferta de produtos únicos a baixo custo, alta qualidade com prazo de entrega relativamente curto num elevado volume de produção”*. Anderson e Pine (1997) descreveram como *“a permissão de um cliente decidir as especificações exatas de um produto e / ou serviço, sendo fornecido a um preço próximo a uma alternativa comum produzida em massa”*. Segundo Silveira, Borenstein e Fogliatto (2001), este conceito é uma consequência da evolução dos processos, tornando-se cada vez mais flexíveis e otimizados na relação entre a quantidade, qualidade e custos.

3.2.1 EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO EM MASSA PARA A CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA

A produção em massa surgiu no início do sec. XX, em plena revolução industrial. Durante as guerras mundiais, as indústrias potenciaram-se com base no conceito de produção em massa, tornando-se numa metodologia que oferecia maior produtividade neste setor. Nesta época, os clientes não eram seletivos e adquiriam o que havia, pois lutavam

¹ *Grasshopper* – é uma linguagem de programação visual desenvolvida por David Rutten.

permanente pela sobrevivência. No entanto, durante a época do pós-guerra, o comportamento do mercado começou a mudar e os clientes começaram a tornar-se mais exigentes e a determinar alguns requisitos, obrigando as indústrias a reconfigurar os seus processos. Estas transformações revelaram-se muito dispendiosas, levando algumas indústrias à falência.

Contudo, o Japão foi o país que não demonstrou uma dependência total da produção em massa, fazendo uma abordagem pioneira a esse conceito, incluindo a customização dos produtos de acordo com as necessidades individuais dos clientes. Numa primeira fase, a implementação iniciou-se num ambiente de produção de baixo a médio volume. Dessa forma, nasceu o primeiro conceito de customização em massa, no qual satisfazia as necessidades individuais dos clientes, mantendo a maior parte da eficiência da produção em massa (Tseng e Jiao, 1998).

Segundo Tseng e Jiao (1996) e Corbett (2005), na realidade, quando as indústrias se afastam da padronização, ocorrem frequentemente perdas quantificáveis de eficiência comparativamente à produção em massa. No entanto, existe uma compensação entre essa perda de eficiência com o valor adicional agregado ao produto devido à introdução do elemento de personalização, justificando dessa forma a implementação desse conceito.

O aumento da complexidade dos produtos e dos sistemas produtivos origina um aumento de informação e sua gestão. Segundo Dean, Tu e Xue (2008), esse aumento de informação origina um aumento de tempo para gerar esses dados, sendo que transformar dados em informação requer tempo e dependendo da complexidade do produto, o tempo associado é proporcional. Esta análise torna-se mais complexa e morosa de gerir, quanto maior for o nível de customização, ou seja, o grau de liberdade dado ao cliente. Segundo a obra *Mass Customization as a Competitive Factor for Sustainability* (Bernard *et al.*, 2011), a determinação do nível de customização é determinante para o sucesso da sua implementação, sendo que para os autores, o ponto de envolvimento do cliente na cadeia de valor determina a complexidade interna dos processos.

Na Tabela 6, são apresentadas as principais diferenças entre a produção em massa vs customização em massa.

Tabela 6 – Produção em massa vs Customização em massa.

(Fonte: adaptado de Kotha, 1995).

	Produção em Massa	Customização em Massa
Foco	Eficiência através da estabilidade e controlo.	Variedade e customização através da flexibilidade e capacidade de resposta rápida.
Objetivo	Desenvolvimento, produção, comercialização e fornecimento de bens e serviços a preços baixos,	Desenvolvimento, produção, comercialização e fornecimento de bens e serviços a preços acessíveis,

	suficiente para que quase todos possam comprar.	com muita variedade e customização, em que encontram o que procuram.
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Procura estável; • Grandes mercados homogêneos; • Produtos e serviços padronizados de baixo custo e qualidade; • Longos ciclos de desenvolvimento do produto; • Longos ciclos de vida do produto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Procura segmentada; • Mercados heterogêneos; • Produtos e serviços customizados de baixo custo e elevada qualidade; • Curtos ciclos de desenvolvimento do produto; • Curtos ciclos de vida do produto.
Produto	Produtos padronizados, desenvolvidos para <i>stock</i> .	Módulos padronizados, montados com base nas necessidades dos clientes.
Estrutura	Mecânico, burocrático e hierárquico.	Orgânico, flexível e relativamente menos hierárquico.

3.2.2 CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE CUSTOMIZAÇÃO

Os produtos ou serviços customizáveis caracterizam-se pelo número de opções de escolha apresentadas aos clientes. O grau de dificuldade em implementar um sistema de customização em massa depende do número de opções de escolha e também do nível de flexibilidade dos métodos e processos.

Cada empresa determina a sua estratégia em função da sua capacidade produtiva, da tipologia de produto e das necessidades dos seus clientes. A definição do nível de envolvimento do cliente é fundamental estar devidamente documentada e fundamentada. É importante salientar que não há um ponto padrão de envolvimento do cliente, porque cada empresa enfrenta os seus processos, devendo procurar a melhor estratégia.

Quanto à dimensão da customização, pode resumir-se em três: adaptação de características físicas (forma e tamanho); a funcionalidade (utilidade do produto) e o estilo (aparência) (Nambiar, 2009 *apud* Piller, 2004).

A maioria da literatura existente apresenta o nível de customização como o início e / ou até que nível o cliente está integrado no ciclo produtivo. Segundo Piller (2006), o início do envolvimento do cliente no ciclo de produção é referido como o “*ponto de desacoplamento da ordem*” (CODP - *Customer Order Decoupling Point*). Quanto mais cedo ocorrer o envolvimento do cliente no ciclo de produção, maior será o grau de customização. Por outro lado, quanto mais tardio for o envolvimento do cliente, ou seja, mais próximo das etapas finais do produto acabado, menor será o grau de customização. Este sistema combina os efeitos da produção “*empurrada*” / “*puxada*” (*push / pull*), onde o ponto de desacoplamento da ordem localiza-se antes do nível mais alto da customização (ver Figura 5).

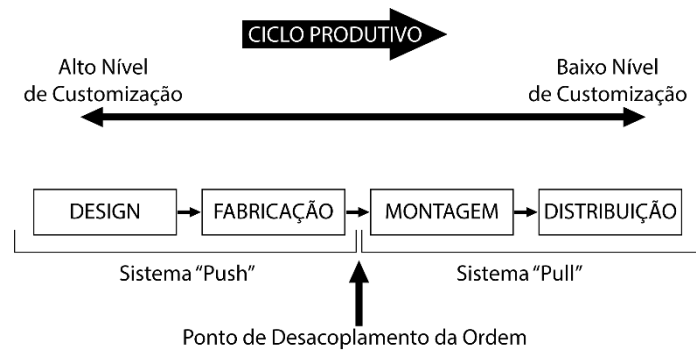


Figura 5 - O nível de customização do ponto de vista do envolvimento do cliente.

(Fonte: adaptado de Spahi, 2008).

Resumidamente, o ponto de desacoplamento da ordem é a posição dentro da cadeia de valor que divide as atividades que são orientadas para a previsão das que são conduzidas pelos pedidos de clientes. Dessa forma, podemos concluir que a escolha acertada sobre a posição do ponto de desacoplamento da ordem é fundamental para determinar o nível de customização.

Para Rudberg e Wikner (2004), as quatro CODP mais utilizadas são: *Engineer-to-Order* (ETO), *Make-to-Order* (MTO), *Assemble-to-Order* (ATO) e *Make-to-Stock* (MTS). Quanto mais a jusante o CODP estiver posicionado, mais atividades de valor agregado devem ser realizadas sob a incerteza da ordem do cliente (especulação) e quanto mais a montante o CODP estiver, mais atividades podem ser baseadas no compromisso da ordem do cliente (ver Figura 6).

No modelo destes autores, a dimensão de engenharia e / ou dimensão de produção representam diferentes níveis de envolvimento do cliente. Apresentam como exemplo uma estratégia de CM com base em produtos modulares, sendo que a maioria dos módulos são produzidos por previsão, mas outros são específicos do cliente

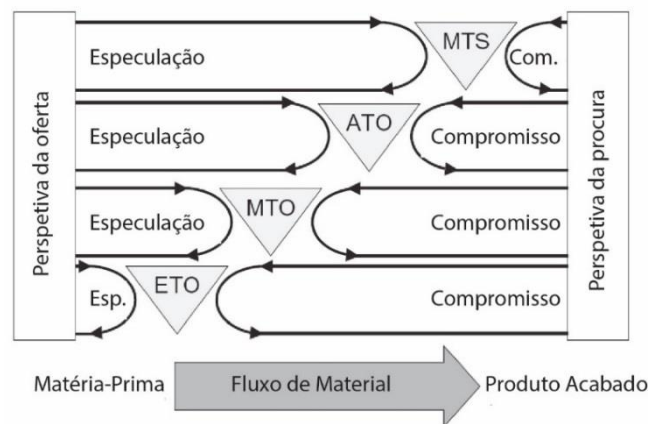


Figura 6 - Abordagem ao CODP.

(Fonte: adaptado de Rudberg & Wikner, 2004).

onde as atividades de engenharia devem ser executadas antes do produto acabado ser montado por encomenda. Dessa forma, este exemplo não pode ser considerado como ETO porque a maioria dos módulos são produzidos por previsão, assim como também não pode ser classificado como ATO porque as atividades de engenharia estão envolvidas. O uso de um CODP bidimensional simplifica a análise e comunicação (ver Figura 7). Neste caso, a empresa pode ser classificada como ATO_{ED} e ATO_{PD} , apresentando os seguintes exemplos de percentagens representantes da fração do *lead-time* sendo a ordem do cliente conduzida na respectiva dimensão: $CODP_{ED}=8\%$ e $CODP_{PD}=20\%$.

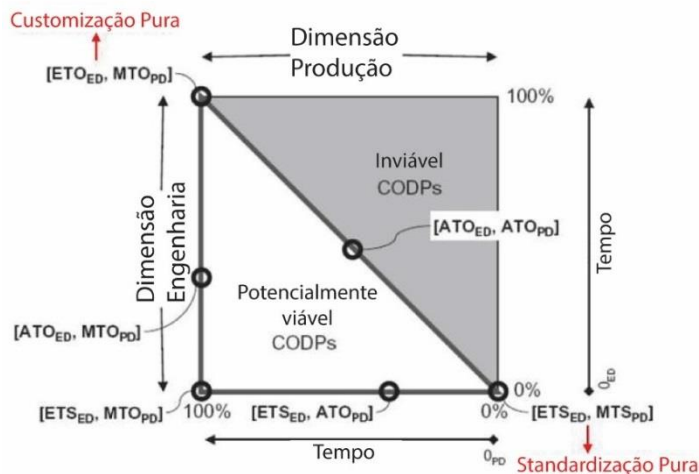


Figura 7 - O espaço bidimensional do CODP.

(Fonte: adaptado de Rudberg & Wikner, 2004).

Legenda:

• **Dimensão de Engenharia (d.eng.):**

ETO_{ED} : Engineer-to-Order, d.eng.

ATO_{ED} : Adapt-to-Order, d.eng.

ETS_{ED} : Engineer-to-Stock, d.eng.

• **Dimensão de Produção (d.prod.):**

MTO_{PD} : Make-to-Order, d.prod.

ATO_{PD} : Assemble-to-Order, d.prod.

MTS_{PD} : Make-to-Stock, d.prod.

O par $[ETS_{ED}, MTS_{PD}]$ é um ponto extremo, representando as atividades de engenharia e produção sem o envolvimento do cliente, ou seja, standardização pura. No extremo oposto, o par $[ETO_{ED}, MTO_{PD}]$ representa as atividades de engenharia e produção de acordo com as especificações do cliente, ou seja, customização pura.

O CODP bidimensional torna-se numa ferramenta adequada de análise de produção e classificação de empresas que executam adaptações de engenharia, principalmente as que se orientam para a CM (Rudberg e Wikner, 2004).

Segundo Lampel e Mintzberg (1996), os quatro estágios da cadeia de valor do ciclo produtivo originam cinco níveis que uma empresa pode personalizar os seus produtos: padronização pura, padronização segmentada, padronização customizada, customização sob medida e customização pura.

- **PADRONIZAÇÃO PURA:** nesta categoria não há interação entre o cliente e a fabricação do produto, ou seja, não existe customização. Resume-se numa estratégia de produção em massa e pode ser considerado com um sistema *push*. Como exemplo, o antigo modelo produzido pela Ford Motor Company “Model T”.
- **PADRONIZAÇÃO SEGMENTADA:** esta tipologia dá resposta a um segmento de mercado, disponibilizando um lote pré-determinado de opções aos seus clientes sem que estes influenciem o projeto e respetiva produção. Como exemplo, as indústrias de eletrodomésticos que desenvolvem um produto numa tensão nominal diferente.
- **PADRONIZAÇÃO CUSTOMIZADA:** esta estratégia traduz-se numa customização por modulação, ou seja, o cliente define o produto com base nos módulos pré-determinados pelo fabricante. Pode-se resumir como um processo de customização da montagem do produto. Como exemplo, as indústrias de automóveis que possibilitam a configuração de acessórios e outros elementos pelo cliente.
- **PADRONIZAÇÃO SOB MEDIDA:** nesta categoria há possibilidade de customização com base na alteração e / ou adaptação de um projeto padrão de acordo com os requisitos do cliente, ou seja, o cliente interage com a fabricação do produto. Como exemplo, a

produção de tapetes padronizadas, no qual o cliente poderá adicionar um logótipo ou mensagem personalizada.

- **CUSTOMIZAÇÃO PURA:** neste nível, existe uma ampla interação na definição do produto, ou seja, o cliente envolve-se no desenvolvimento do projeto e na produção até à sua entrega. Como exemplo, a indústria de moldes onde cada cliente exige um projeto diferenciado.

Na Figura 8, é demonstrado a distinção dos momentos de envolvimento do cliente (níveis de customização) pelo ponto de desacoplamento da ordem (CODP).

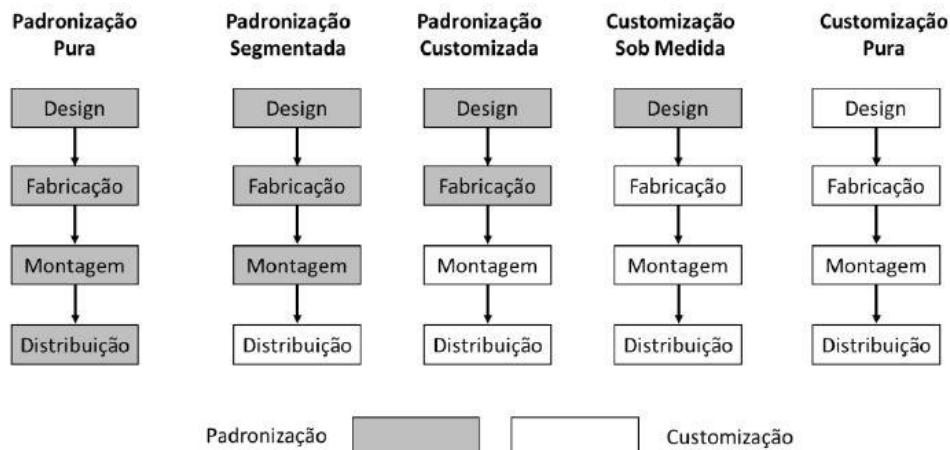


Figura 8 - Níveis de Estratégia.

(Fonte: Lampel e Mintzberg, 1996).

Numa outra perspetiva, os autores Pine e Gilmore (1997) definiram quatro abordagens para a customização em massa (colaborativa, adaptativa, cosmética e transparente), sendo que os primeiros conceitos foram documentados numa obra intitulada de *“The Four Faces of Mass Customization”*, revolucionando a interpretação da personalização num sistema de customização em massa. Elas podem ser aplicadas individualmente ou em combinação com outras, dependendo dos requisitos de produção e do cliente. Na Figura 9, é apresentado o modelo conceptual que ilustra a distinção das quatro categorias.

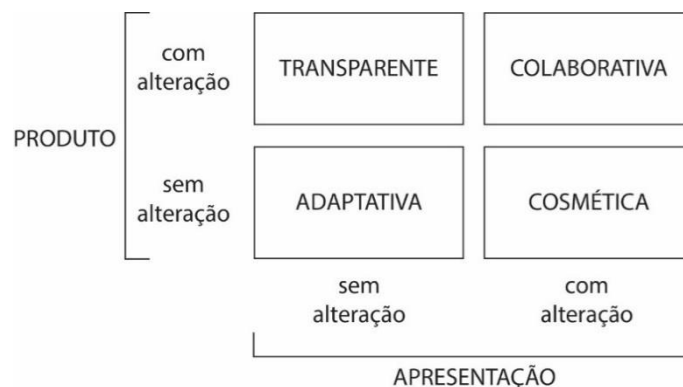


Figura 9 - Modelo conceptual dos quatro tipos de customização.

(Fonte: adaptado de Pine e Gilmore, 1997).

- **CUSTOMIZAÇÃO COLABORATIVA:** esta abordagem conduz a um diálogo com o cliente individual, de forma a ajudá-los a identificar as suas necessidades, ou seja,

significa que o cliente está envolvido na determinação das características e especificações do produto ou serviço desejado. A customização em massa ocorre quando um produto ou serviço é projetado no sentido de responder às necessidades individuais dos consumidores. Podemos analisar como exemplo desta abordagem colaborativa da CM, o website NIKEiD² <https://www.nike.com/pt/pt_pt/c/nikeid>, nomeadamente em calçado desportivo, no qual os clientes podem personalizar os seus próprios produtos. Após a realização do pedido on-line, a entrega será efetuada num prazo máximo de seis semanas (NIKEiD, 2017).

Essas variações são apresentadas na Tabela 7 e variam consoante o produto (ver Figura 10).

Tabela 7 – Variações para uma tipologia de calçado: Nike Air Max LD-Zero iD.
(Fonte: Nike, 2018).

Design	Variações
Nº de diferentes cores para a “base”	19
Nº de diferentes cores para a “eyestay/proteção/língua”	12
Nº de diferentes cores para o “swoosh e backtab”	14
Nº de diferentes cores para os “atadores/detalhes”	14
Nº de diferentes cores para a “linha superior sola intermédia”	14
Nº de diferentes cores para o “airbag”	7
Nº de diferentes cores para a “sola exterior”	4
Opções para o personalização “texto” (max.: 6 caracteres) e nº de diferentes cores para o “logo”	11

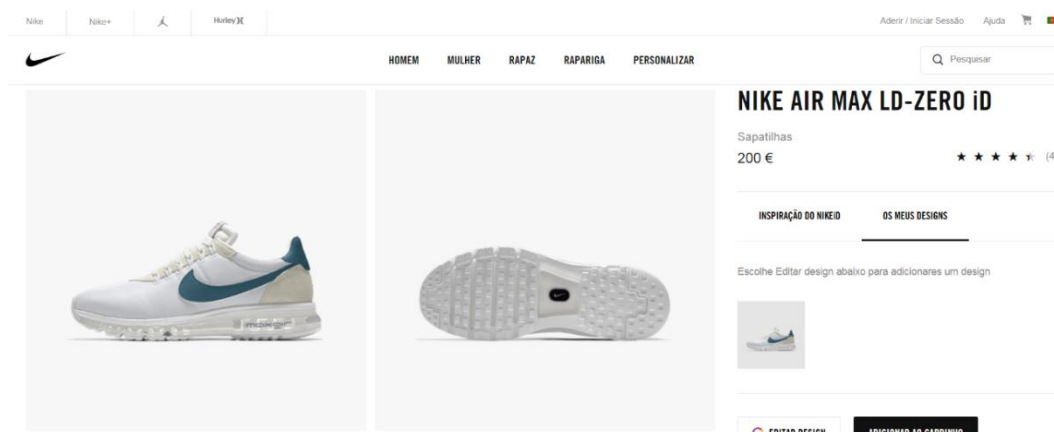


Figura 10 – Configurador NIKEiD.
(Fonte: Nike, 2018).

² NIKEiD – é um serviço fornecido on-line ou em espaço físico (NIKEiD Studios), permitindo que os clientes personalizem e criem os seus próprios produtos Nike.

- **CUSTOMIZAÇÃO ADAPTATIVA:** esta abordagem oferece um produto *standard*, mas com a possibilidade de ser customizado pelos clientes, de forma a responder às suas necessidades e exigências. Contrariamente à customização colaborativa na qual existe uma interferência direta da empresa, a customização adaptativa transfere a customização para o cliente, sem interferência direta da empresa. Como exemplo desta abordagem, temos a produção de cadeiras para escritório com regulação da altura e da inclinação. Esse atributo é comum e oferece uma solução prática para procura diversificada, tudo num único produto, ou seja, salvaguarda o esforço do fabricante ao produzir um único produto que englobe várias categorias e necessidades dos clientes.
- **CUSTOMIZAÇÃO COSMÉTICA:** esta abordagem disponibiliza apenas produtos *standard*, mas com uma apresentação diferente a cada cliente, ou seja, o cliente não é envolvido no projeto e produção, apenas na forma de apresentação. Trata-se de um baixo nível de customização, ou seja, o processo apenas ocorre no final do ciclo produtivo. Como exemplo desta abordagem, temos as capas para os telemóveis, pois estas apresentam uma estrutura *standard* ao nível de *hardware* e *software*, mas oferecem a possibilidade de os configurar com capas modulares de diferentes cores e aparências customizadas.
- **CUSTOMIZAÇÃO TRANSPARANTE:** esta abordagem oferece produtos customizados de acordo com as necessidades dos clientes, mas sem o conhecimento e envolvimento deles. No entanto, apesar de não existir essa interação, a empresa deve ter a capacidade de observar o comportamento dos consumidores de forma a identificar as suas necessidades e preferências, transportando-as para as características e especificações dos produtos. A aquisição da informação tem como base a análise de mercado, experiência e o *feedback* dos clientes. Como exemplo desta abordagem, temos a oferta da McDonald's, oferecendo aos seus clientes a possibilidade de construir o seu próprio menu com base num pacote de produtos adequados às tendências de cada país.

No caso de empresas que operem em diferentes níveis de customização para a mesma categoria de produtos, não se pode afirmar que um é superior ao outro, pois cada empresa determina as suas estratégias e o nível de customização que pretende operar em função dos seus objetivos organizacionais, maximizando assim os seus lucros e promovendo a sustentabilidade. Este projeto pretende alcançar a resposta a esta questão no contexto do caso de estudo.

3.2.3 OUTROS TIPOS DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA

Outros autores definem diferentes tipos de customização possíveis de implementar pelas empresas. Antes de qualquer decisão, deve-se analisar o sistema produtivo, o tipo de produto e cliente. Cada empresa deve procurar a estratégia que melhor responde aos seus objetivos organizacionais.

Para Duray *et al.* (2000), este conceito resume-se a quatro abordagens de implementação, dividindo-se em duas tipologias, ou seja, o envolvimento do cliente na determinação das especificações do produto e o tipo de modularidade utilizada no produto. As quatro abordagens traduzem-se nas seguintes categorias: fabricantes (*fabricators*), envolvidos (*involvers*), modularizadores (*modularizers*) e montadores (*assemblers*).

- **FABRICANTES:** apresentam uma estratégia similar à customização pura derivado ao seu envolvimento inicial nas especificações do produto, mas também implementam alguma modularidade de forma a dar transversalidade aos componentes.
- **ENVOLVIDOS:** os clientes estão envolvidos no início do processo, mas contrariamente aos fabricantes, nenhum novo componente foi projetado ou modificado, pois os produtos são desenvolvidos com base num conjunto de componentes e blocos de construção já existentes.
- **MODULARIZADORES:** incorpora modularidade customizável a jusante do ciclo produtivo e modularidade não customizável a montante do ciclo produtivo. Esta abordagem oferece oportunidade de customização limitada porque o envolvimento dos clientes no ciclo produtivo é condicionado.
- **MONTADORES:** oferecem uma customização em massa, recorrendo a componentes modulares para apresentar uma ampla gama de opções ao cliente. Esta customização do produto, tem como base um conjunto predeterminado de recursos.

A Tabela 8 resume a proposta das quatro abordagens apresentadas pelo autor.

Tabela 8 – As quatro abordagens da customização em massa.
(Fonte: adaptado de Duray *et al.*, 2000).

Tipo de Modularidade				
Ponto de Envolvimento do Cliente	Design	Fabricação	Montagem	Uso
Design	FABRICANTES		ENVOLVIDOS	
Fabricação				
Montagem	MODULARIZADORES		MONTADORES	
Uso				

Neste estudo, a exigência da modularidade é o fator crítico e diferenciador deste modelo.


Anderson (2008) apresenta três abordagens na customização de produtos: modular, ajustável e dimensional.

- **CUSTOMIZAÇÃO MODULAR:** os módulos resumem-se a blocos de construção que podem ser combinados de forma a proporcionar a customização de um produto de acordo com as necessidades do cliente.

- **CUSTOMIZAÇÃO AJUSTÁVEL:** os ajustamentos traduzem-se numa abordagem reversível de customizar um produto, estando ao alcance do fabricante, distribuidores ou cliente. Como exemplo deste tipo de customização, temos o *software* SAP, em que permite a configuração de acordo com as necessidades do cliente.
- **CUSTOMIZAÇÃO DIMENSIONAL:** envolve alterações definitivas e uma adaptação personalizada. Como exemplo, temos a customização no vestuário.

A Tabela 9, resume as tipologias de customização que podem ser adotadas pelas empresas e propostas pelos autores abordados:

Tabela 9 – Tipologia de customização em massa por diferentes autores.

Autores	Tipologias de Customização				
	<div style="text-align: center;"> Maior envolvimento do cliente  Menor envolvimento do cliente </div>				
Lampel e Mintzberg (1996)	Pura Customização	Padronização Sob Medida	Padronização Customizada	Padronização Segmentada	Padronização Pura
Pine e Gilmore (1997)		Colaborativa	Adaptativa	Cosmética	Transparente
Duray <i>et al.</i> (2000)	Fabricantes	Envolvidos	Modularizadores	Montadores	
Anderson (2008)		Ajustável	Modular	Dimensional	

3.2.4 OS TRÊS PILARES DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA

De acordo com Piller (2006), para alcançar um sistema de CM, existem três pilares base de sustentação deste paradigma que devem estar constantemente presentes. Em primeiro, o nível de diferenciação onde o número de produtos e serviços customizados podem ser desenvolvidos para responder às necessidades únicas dos clientes. Em segundo, é o nível de custo onde os processos e os componentes do produto necessitam de ser parcialmente padronizados de forma a capturar economias de escala. Em terceiro, o nível de coprodução onde o cliente é integrado no *design* e configuração do produto, sentindo-se como parte da filosofia da empresa. Possibilita ainda que uma empresa reforce e aumente a lealdade e fidelização dos seus clientes.

A combinação destes três pilares resulta na solução onde um ambiente de CM possa ser implementado.

O *lead-time* deve ser um ponto a considerar como importante no sucesso deste paradigma (Tu *et al.*, 2005). Um longo *lead-time* irá alongar o ciclo de regeneração do capital e podem provocar um estado de ansiedade e impaciência do cliente.

3.2.5 MODULARIZAÇÃO E POSTERGAÇÃO

A modularização é uma estratégia que recorre à utilização de módulos padronizados e suas interações. Desta forma, as combinações entre os módulos garantem flexibilidade à cadeia de valor para personalizar um produto em função das exigências dos clientes. A essência desta estratégia é projetar, desenvolver e produzir módulos que possam ser combinados de múltiplas maneiras (Starr, 1989).

O *design* de produtos modulares transporta vários benefícios, desde a maximização do número de componentes padrão utilizados em todas as variantes do produto, a pré-montagem dos componentes para as várias opções do produto, adiando os componentes diferenciadores até à última fase do processo e ainda facilitar a deteção de problemas de qualidade (Feitzinger e Lee, 1997). As duas principais desvantagens dos projetos modulares resumem-se ao acréscimo de tempo e custos com as tarefas de análise de viabilidade técnica e financeira, assim como a customização de um projeto exige um sistema produtivo mais complexo.

A postergação (*postponement*) é um método que retarda as atividades de diferenciação do produto ou serviço para o último momento possível do processo até receber o pedido do cliente (Van Hoek, 2001). Este método promove o desenvolvimento e industrialização de produtos padrão, oferecendo a rápida customização assim que a procura seja conhecida e a um baixo custo.

A classificação da postergação é abordada por diferentes autores, mas na sua maioria apresentam o mesmo significado. A sua aplicação prática tem vindo a aumentar em empresas de diferentes setores. Salienta-se que este método pode ser aplicado em diferentes atividades e / ou processos relacionados com o desenvolvimento de produto, nomeadamente: projeto, compras, industrialização, embalagem, etiquetagem e distribuição.

3.2.6 A ESTRUTURA DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA

Anderson e Pine (1997), apresentam a CM baseado na produção base de uma família de conjuntos *standard* de componentes e blocos de construção e um conjunto *standard* de ligações e montagens comuns. Esses conjuntos *standards* de componentes e blocos de construção podem ser montados numa ampla gama de combinações diferentes, baseadas nos pedidos individuais dos clientes. Os autores descrevem este conceito usando como exemplo o fabrico de vários sistemas eletrónicos, tais como: audiovisuais, dispositivos de comunicação, computadores, jogos eletrónicos, entre outros. A base do exemplo teve como referência pequenos instrumentos que podem ser customizados com diferentes *software*, PCBs, medidores e caixas, que são considerados os componentes e blocos de construção, ou seja, os denominadores comuns. Os equipamentos programáveis são a máquina CNC e o SMT. Neste caso, o bloco principal é o PCB, contendo um código de barras de identificação específico que resume as especificações do produto. Ao longo do ciclo produtivo, esse bloco recebe novos

componentes consoante os seus requisitos. Para isso, em cada estação de trabalho é efetuado a leitura desse código de barras de forma a identificar os componentes que são adicionados.

3.2.7 LIMITES DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA

Os produtos e serviços provenientes da CM enfrentam a concorrência dos produtos *standard*. As rápidas respostas aos pedidos de fabricação dependem da capacidade produtiva e respetivo cumprimento de todas as tarefas no tempo previsto. É fundamental minimizar a maior vulnerabilidade da customização que é o tempo de espera (Anderson, 2008).

Zipkin (2001), aponta os seguintes limites à customização em massa:

- Exige uma tecnologia de produção altamente flexível, sendo que esse desenvolvimento pode ser caro e demorado. Além disso, alguns processos são mais flexíveis e fáceis de digitalizar do que outros;
- Exige um sistema elaborado, preparado para receber e manipular as informações das necessidades e requisitos dos clientes. Para isso, é necessário fazer as perguntas certas e fazer o levantamento físico dos dados necessários de forma correta. Há que considerar os clientes que não sabem decidir sobre o que querem, ou mesmo sabendo não conseguem expressar os seus requisitos corretamente;
- Requer uma logística robusta e direcionado ao cliente, de forma a não prejudicar o *lead-time*;
- Exige que as empresas determinem o potencial para customizar determinadas características, pois as pessoas não estão dispostas a pagar para ter tudo customizado. Se não existir mercado, a customização não irá agregar valor. Os clientes exigem variedade quando as características de um produto diferem das suas necessidade e preferências e neste caso, a customização pode realmente agregar valor.

Para Nambiar (2009), existe uma lacuna entre a investigação desta temática e a sua implementação na indústria. Estas lacunas são motivadas pela incapacidade dos consumidores em configurar os produtos com base nas suas necessidades devido à falta de conhecimento sobre o produto e suas características variáveis. Além disso, o maior foco tem sido no *design* e configuração do produto e que segundo o autor, o fornecimento e a logística também constituem um componente vital da customização em massa e conseqüentemente precisam de mais atenção.

3.3 IMPLANTAÇÃO DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA

3.3.1 SUPORTE TECNOLÓGICO – ERP & MES

Os ERP são uma tecnologia de sistemas de informação multidimensional e multitarefa que facilitam a gestão empresarial a vários níveis, tais como a contabilidade, recursos humanos, controlo na gestão dos fluxos de materiais e respetivas guias, produção, compras, vendas, sistemas de apoio à decisão, entre outros.

Esta tecnologia passou a ser adquirida pelas empresas com a capacidade de integrar e sincronizar processos isolados a fim de os linearizar, de forma a comunicar com uma única base de dados relacional, evitando que exista inconsistências e redundâncias de informação, tornando-as mais organizadas, dinâmicas e competitivas. Assim, as informações fluem em tempo real e o controlo e interpretação nas várias etapas é mais eficaz, permitindo a tomada de decisões mais sustentadas e dinâmicas, ou seja, uma produção mais inteligente.

Para Gibson (1999), um sistema ERP é *“um conjunto integrado de programas que providenciam suporte às principais atividades organizacionais como produção e logísticas, finanças e contabilidade, vendas e marketing e recursos humanos”*.

De acordo com Pinto (2010), *“um sistema ERP combina todos os dados e informações de todos os departamentos e funções de uma organização numa só base de dados”*.

Cada vez mais, um *software* ERP facilita o dia-a-dia dos colaboradores de uma organização e as suas constantes mudanças e necessidades de ajustamento são uma realidade. Segundo Caldeira (2005), a implementação de soluções organizacionais integradas que possibilitem informação correta e atempada aos decisores é fundamental.

Vantagens do ERP nas organizações:

- Redução de custos – com uma monitorização permanente, facilmente se deteta os processos mais dispendiosos e quais os impactos financeiros que este processo causará caso seja alterado;
- Otimização do fluxo de informação – possibilidade de detetar os setores com uma troca de informação insuficiente e quais medidas devem ser aplicadas;
- Otimização no processo de decisão – com informações consolidadas, facilita-se a tomada de decisão e suas principais consequências dentro de uma organização;
- Gestão integrada e unificada – estes sistemas permitem uma gestão integrada e unificada de todos os processos da organização.

Desvantagens do ERP nas organizações:

- Dependência do fornecedor do *software* – antes de se adquirir um sistema ERP, deve-se efetuar uma análise pormenorizada ao fornecedor, avaliando a sua estrutura e se tem capacidade de honrar os seus compromissos;

- Resistência à mudança pelo utilizador final – pode sentir-se controlado pelo sistema;
- Dependência do sistema – se o sistema falhar, toda a empresa pode parar, comportando perdas elevadas.

É importante salientar que um sistema ERP deve ser implementado ao longo dos anos, de forma estruturada, encontrando um ambiente adequado para o seu funcionamento, caso contrário, a sua implementação pode funcionar de forma inversa ao esperado, desestruturando toda a organização. Apenas desta forma a relação custo / benefício é justificado.

Relativamente ao MES, é uma tecnologia de integração ao sistema ERP com o objetivo de gerir e controlar em tempo real toda a produção. Morariu *et al.* (2015), considera este sistema como intermédio entre os níveis de gestão promovido pelos ERP e os sistemas de controlo ao nível do chão de fábrica e das funções operacionais. A sua principal função é direcionada para as atividades de produção, desde o planeamento, a calendarização, envio de ordens de produção e sequenciamento das operações, possibilitando uma rastreabilidade permanente.

3.3.2 CONFIGURADOR

Segundo Liechty, Ramaswamy e Cohen (2001), o configurador é uma ferramenta que permite configurar e projetar um produto personalizado de acordo com as necessidades do cliente, definindo assim todas as suas características específicas.

Franke *et al.*, (2010) defende que no contexto de desenvolvimento, um configurador permite reduzir o nível de conhecimento dos clientes

Principais vantagens de um configurador:

- Especificar opções disponíveis;
- Definir relacionamentos entre as opções e suas dependências;
- Gerar lista de produtos configurados;
- Reduzir fichas técnicas;
- Criar roteiros configurados;
- Reduzir o *lead time* dos pedidos;
- Melhorar serviço de atendimento ao cliente;
- Interface “*user-friendly*”;
- Reduzir *stock* de produto acabado.

Com a utilização de um configurador, os responsáveis pela promoção e venda de produtos não precisam conhecer em detalhe o produto, pois a ferramenta apresentará as combinações possíveis, evitando que crie uma ordem de encomenda tecnicamente não viável, ou seja, a variante de produto desejada é definida com base nas características opcionais disponibilizadas e controladas por um conjunto de regras de decisões e restrições.

A complexidade dos configuradores espelha a liberdade dada aos clientes através de uma participação mais ou menos ativa. No entanto, ao disponibilizar um elevado número de opções pode gerar um efeito negativo nos clientes, uma vez que os consumidores com menores conhecimentos do produto consideram as configurações mais complexas comparativamente aqueles que apresentam maiores níveis de conhecimento das especificações do produto (Dellaert e Stremersch, 2005).

3.3.3 INDÚSTRIA 4.0 – REALIDADE vs FUTURO

O tema “*Indústria 4.0*” é uma realidade e uma estratégia com objetivo de desenvolver e materializar um novo paradigma da indústria (ver Figura 11), no âmbito da sua transformação digital (fábricas inteligentes). Esta quarta revolução industrial visa a integração dos métodos produtivos com as novas tecnologias da comunicação, criando assim uma digitalização dos processos, permitindo que as pessoas, equipamentos e sistemas logísticos comuniquem e cooperem entre si, proporcionando o desenvolvimento de sinergias e adaptação aos desafios dos mercados atuais. O custo e a sustentabilidade serão um foco desta revolução.

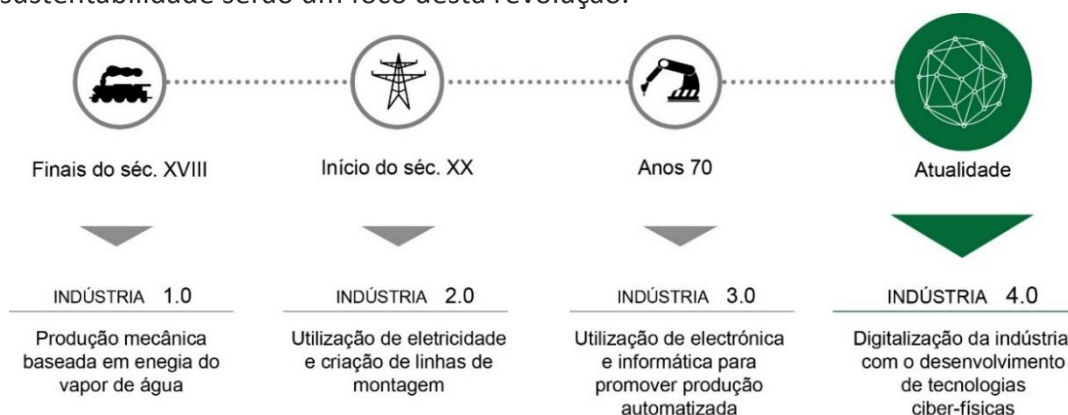


Figura 11 - Evolução industrial.

Segundo o *Digital Economy & Society Index*³ (DESI) 2017 da Comissão Europeia, Portugal obteve uma pontuação média da EU ao nível da competitividade digital (ver Figura 12), ocupando a 15ª posição no EU 29 (manteve a posição face a 2016 e subiu 2 posições face a 2015).

³ DESI é um índice que resume indicadores relevantes sobre o desempenho e competitividade digital da Europa.

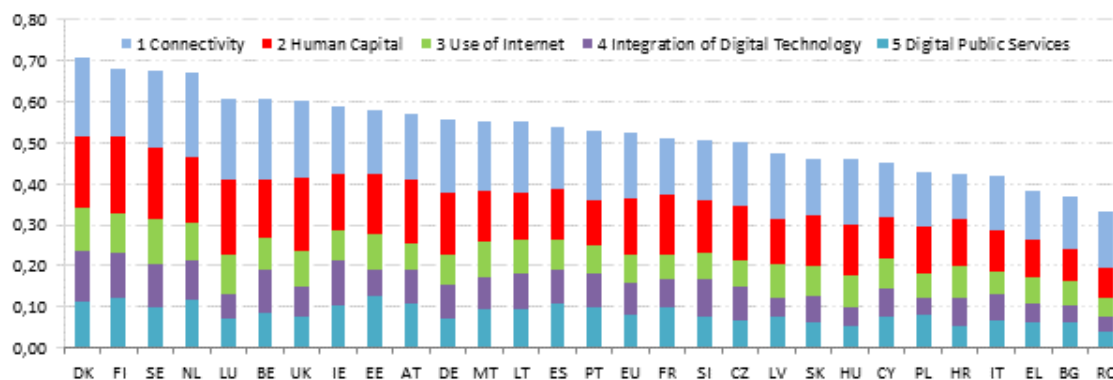


Figura 12 - Ranking da *Digital Economy and Society Index* 2017.

(Fonte: <<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>>, 2018).

Neste estudo, são analisadas cinco dimensões:

- Conectividade: esta dimensão mede a implantação da infraestrutura de banda larga, a sua qualidade e respetivos preços.
- Capital Humano: esta dimensão mede os conhecimentos necessários dos utilizadores para usufruir dos bens e serviços da sociedade digital, ou seja, o nível de literacia tecnológica, capacitando assim a força de trabalho.
- Uso da Internet pelos Cidadãos: esta dimensão mede a variedade de atividades on-line realizadas pelos cidadãos.
- Integração da Tecnologia Digital pelas Empresas: esta dimensão mede a digitalização das empresas e a sua exploração do canal de vendas on-line (comércio eletrónico).
- Serviços Públicos Digitais: esta dimensão mede a digitalização dos serviços públicos (*eGovernment*). Esta modernização pode gerar ganhos de eficiência e uma melhor prestação de serviços.

Segundo a Deloitte em conjunto com Governo Português através do projeto “*Estratégia Nacional para a Digitalização da Economia – Indústria 4.0*”, Portugal apresenta um melhor grau de preparação do que competitividade geral, assinalando que a 4ª Revolução Industrial poderá ser a verdadeira oportunidade para elevar a competitividade do país, tais como a falta de mercado interno e a localização periférica.

Relativamente ao impacto da Indústria 4.0 na mão de obra, os postos de trabalho com funções repetitivas tendem a sofrer uma redução significativa, mas simultaneamente, outras funções deverão surgir. O estudo realizado pela Boston Consulting Group (BCG) intitulado de “*Man and Machine in Industry 4.0: How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025*”, prevê um aumento de 6% no número de empregos até 2025 na Alemanha, país onde surgiu o termo Indústria 4.0. Segundo o estudo, esse crescimento tenderá para a área das tecnologias da informação, assim como novas especializações.

Segundo Sharma (2016), a Indústria 4.0 pode resumir-se a uma implementação inteligentes de serviços pela convergência de tecnologias emergentes, com sistemas ciber-físicos, controlo de automação avançado e grande análise de dados.

3.3.4 FLEXIBILIDADE PRODUTIVA – PRODUÇÃO HÍBRIDA

O grau de flexibilidade é outro aspeto crítico da CM, determinando a forma como uma empresa responde às diferentes necessidades dos clientes, ou seja, ter uma rápida capacidade de reação aos ambientes competitivos e em constante mudança. Quanto mais variada for a procura, mais flexíveis devem ser os sistemas de produção. Vários autores, tais como Pine (1994), Jiao, Ma e Tseng (2001) e Zipkin (2001) defendem que a flexibilidade assume uma posição de destaque no contexto da CM, pois o grau de flexibilidade de um sistema produtivo deverá ser proporcional ao número de opções de customização disponibilizadas aos clientes. A produção em CM depende da disponibilidade de um sistema de produção flexível.

Em muitas empresas que começaram a adotar este paradigma da CM, os níveis de flexibilidade variam durante o processo produtivo e conseqüentemente, alguns setores apresentam défices de flexibilidade. Como resultado, apenas algumas características dos produtos podem ser customizadas (Zipkin, 2001). Para Colledani, Terkaj, Tolio e Tomasella (2008), a família de processos de produção é uma abordagem importante, pois o agrupamento de um conjunto de processos similares para vários produtos permite alcançar economias de escala através da utilização de componentes comuns e a plataforma de produtos padronizados, dentro de uma família de produtos.

Slack (1983), resume a flexibilidade da produção em três dimensões: o intervalo de configurações possíveis que um sistema de produção pode adotar, o custo da migração de uma configuração para outra e o tempo necessário para fazer uma transição. Neste contexto, Pine (1993) apresenta graficamente a importância da redução dos custos de *setup* para mover a Quantidade Económica de Encomenda (QEE) na direção de um tamanho de lote igual a um, permitindo uma gestão eficiente para mais variedade de produtos.

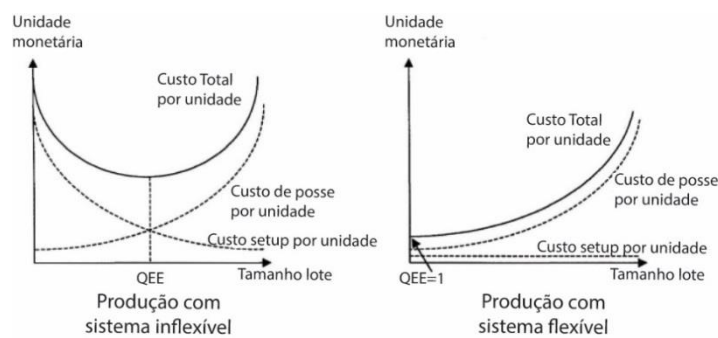


Figura 13 - O efeito da redução do tempo *setup* na QEE.

(Fonte: adaptado de Pine, 1993).

Conforme a Figura 13 demonstra, produzir com sistemas de produção inflexíveis, o QEE é o ponto em que os custos de posse começam a superar o custo de *setup*. Mas para sistemas flexíveis com baixos custos de *setup*, o custo total mais baixo corresponde ao tamanho de lote igual a um. No entanto, há que considerar que um trabalhar com um QEE=1 é muito exigente e difícil de implementar, mesmo que as tecnologias modernas estejam implementadas. O autor defende que a flexibilidade deve estar em melhoria constante, minimizando o tempo e custos de *setup*.

CAPÍTULO 4 – SISTEMA DE APOIO À DECISÃO DA CUSTOMIZAÇÃO

- 4.1 ANÁLISE INTERNA DO VOLUME DE PRODUÇÃO
- 4.2 ANÁLISE E MAPEAMENTO DOS PROCESSOS
 - 4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS
- 4.4 PROPOSTAS DE MELHORIA DOS PROCESSOS
 - 4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS
- 4.6 FERRAMENTAS DE APOIO À INDUSTRIALIZAÇÃO E OUTRAS
PROPOSTAS DE MELHORIA

4 SISTEMA DE APOIO À DECISÃO DA CUSTOMIZAÇÃO

Neste capítulo, é desenvolvido o estudo de caso anteriormente apresentado. Em colaboração com a empresa alvo deste estudo, a informação foi recolhida através da administração de topo, departamento comercial e investigação & desenvolvimento. Os principais fatores que encaminharam para a CM foram as exigências dos clientes, a exploração dos nichos de mercado e as próprias características do produto.

4.1 ANÁLISE INTERNA DO VOLUME DE PRODUÇÃO

A recolha dos indicadores apresentados teve como base o histórico de vendas relativas ao ano de 2017. Foi efetuado uma análise interna do volume de produção, assim como uma segmentação por intervalos de quantidade com o objetivo de verificar o estado de diversidade de referências PA e assim justificar o desenvolvimento deste projeto.

4.1.1 DIVERSIDADE DO MERCADO

Ao nível da diversidade de mercado, a empresa materializa vendas para os cinco continentes conforme demonstrado no Gráfico 1. A Europa apresenta-se com o principal destino com 68,5%.

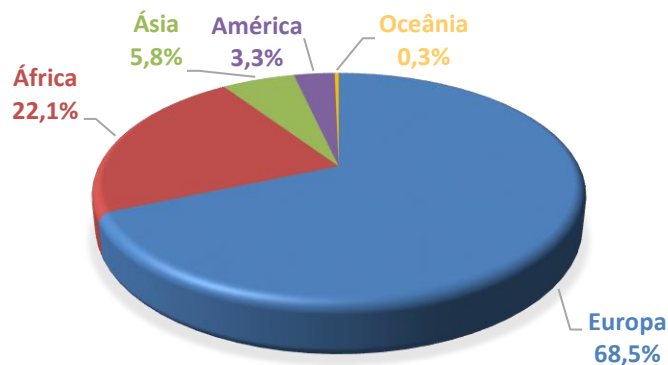


Gráfico 1 - Vendas por continente.

(Fonte: Tensai Indústria S.A., 2018).

No Gráfico 2, está representado o nº de países e de clientes por cada continente, contabilizando um total de 214 clientes distribuídos por 56 países.

Estes resultados demonstram uma grande diversificação de mercados com a capacidade de minimizar a preocupação com a sazonalidade das vendas, mas de uma forma natural fazem aumentar a diversidade da procura, originando mudanças que capacitem o aumento da competitividade.

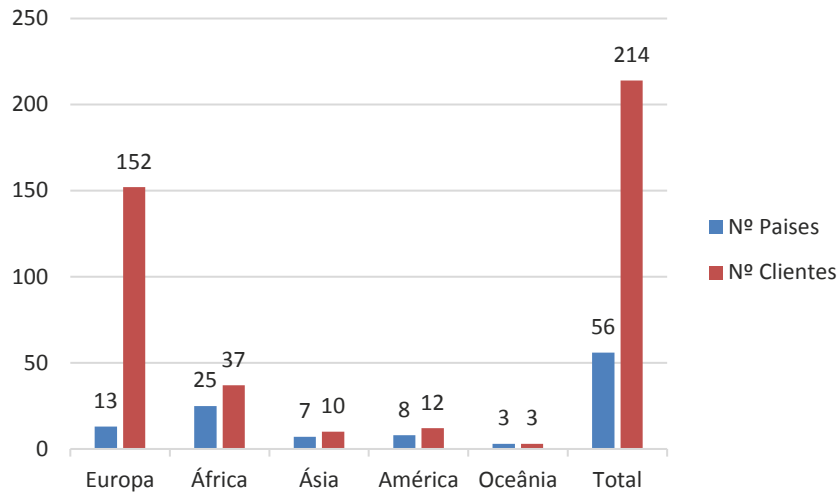
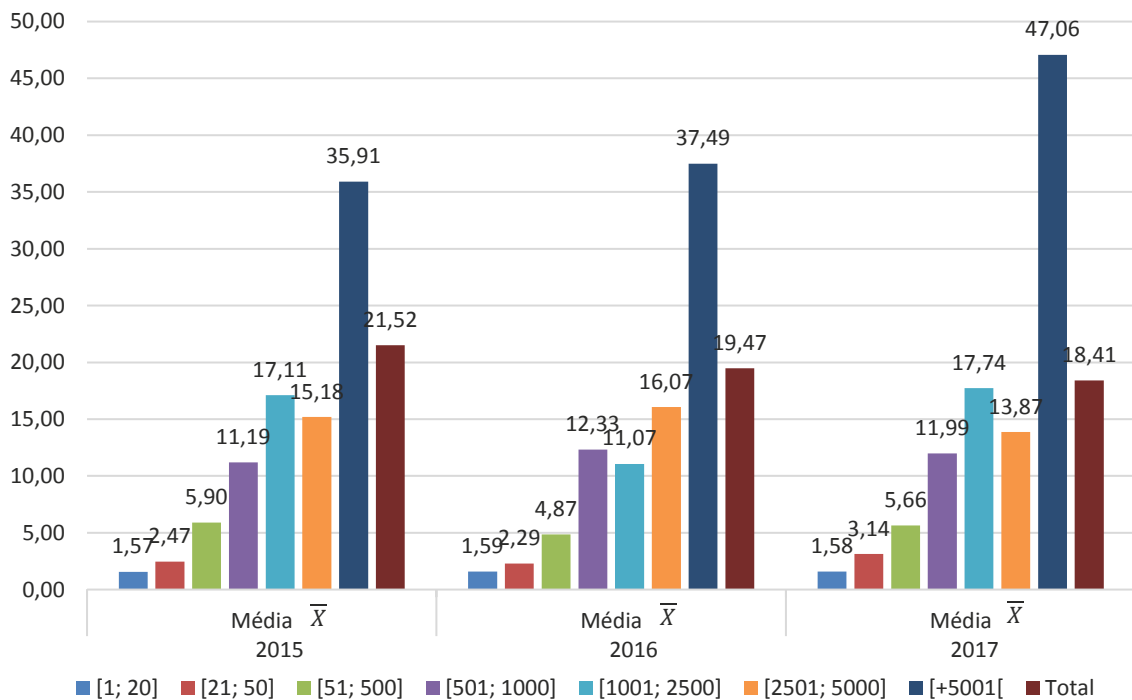


Gráfico 2 - Nº de Países & Nº de clientes por continente.

(Fonte: Tensai Indústria S.A., 2018).

Ao longo dos últimos três anos (2015, 2016 e 2017), a média de referências PA face à quantidade de produção tem vindo a sofrer um decréscimo (ver Gráfico 3), ou seja, por cada referência criada a quantidade de produção é cada vez menor, isto traduz-se numa crescente procura pela customização.

Gráfico 3 - \bar{X} da quantidade de produção/refs PA por quantidades por cliente.

(Fonte: Tensai Indústria S.A., 2018).

O Gráfico 4 apresenta a distribuição da produção pelas três gamas de produtos, sendo os domésticos a representar a maioria em termos absolutos de produção (93,4%).

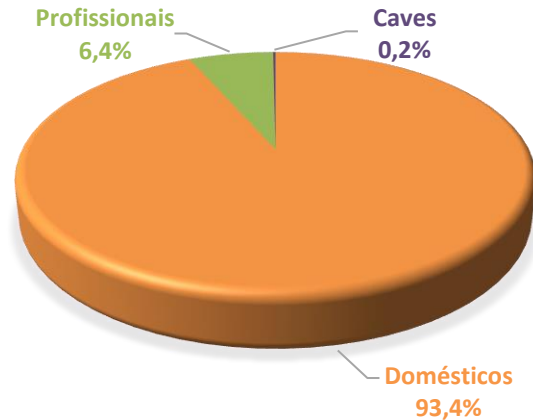


Gráfico 4 - Gamas de produtos (% vendas).
(Fonte: Tensai Indústria S.A., 2018).

No Gráfico 5 está demonstrado a média de produção por cada referência PA de cada sub-gama durante o ano 2017. As sub-gamas dos produtos domésticos apresentam a média superior (21,14 un), enquanto os produtos profissionais apresentam a média mais baixa (6,40 un). Os produtos caves representam a média (15,20 un), sendo a gama mais aproximada da média total (18,41 un).

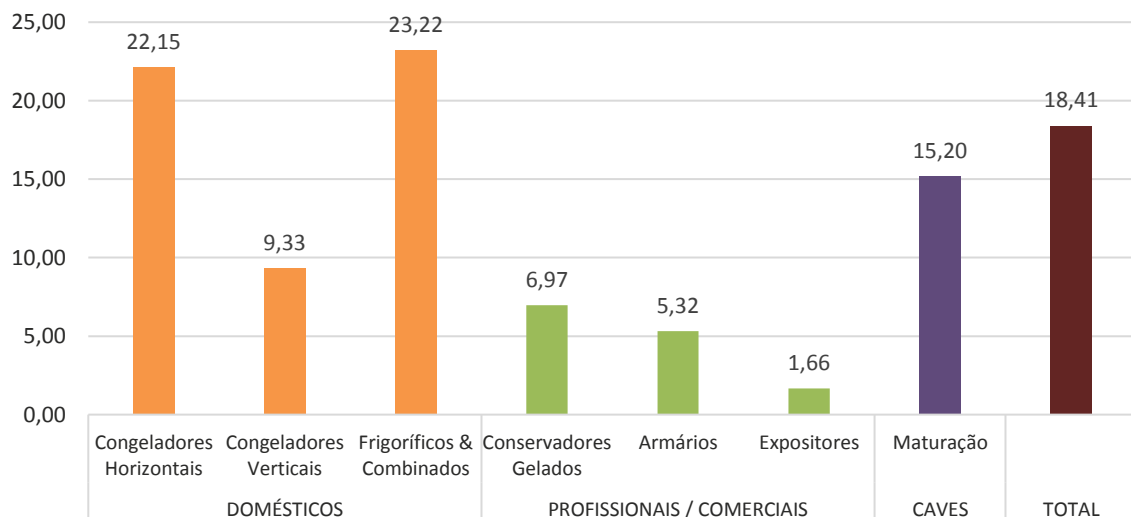


Gráfico 5 - \bar{X} de refs PA (un) por sub-gamas.
(Fonte: Tensai Indústria S.A., 2018).

Os produtos profissionais são a gama onde é exigida a maior customização, com destaque para a sub-gama expositores com uma média de 1,66 un por cada ref. PA.

4.1.2 DISTRIBUIÇÃO INTERNA DO VOLUME DE PRODUÇÃO

A interpretação do volume de produção ajuda a compreender a distribuição da faturação pelos intervalos definidos das quantidades vendidas por cliente e das quantidades por cada referência PA.

As quantidades vendidas por cliente foram distribuídas por sete intervalos, sendo eles:

[1; 20]; [21; 50]; [51; 500]; [501; 1000]; [1001; 2500]; [2501; 5000] e [+5001]. Conforme demonstrado no Gráfico 6, 49,2% da faturação é dedicada a clientes que compraram mais de 5001 un. Estes clientes representam apenas 3,1% dos mesmos.

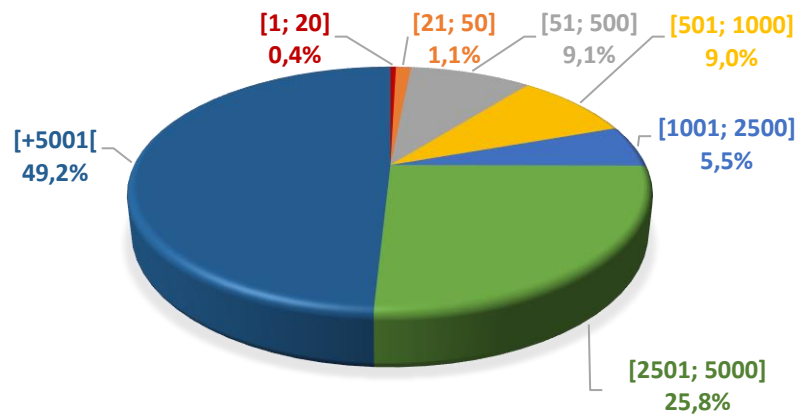


Gráfico 6 – Peso nas vendas dos intervalos de quantidades totais por cliente.

(Fonte: Tensai Indústria S.A., 2018).

Por outro lado, as quantidades por cada referência PA também foi dividida em sete intervalos, sendo eles: [1; 10]; [11; 50]; [51; 100]; [101; 250]; [251; 500]; [501; 1000] e [+1001]. No Gráfico 7 é demonstrado a relação entre esses intervalos e a faturação, salientando que 16,6% do volume de produção é originado pelas referências PA que produziram entre 1 e 10 un.

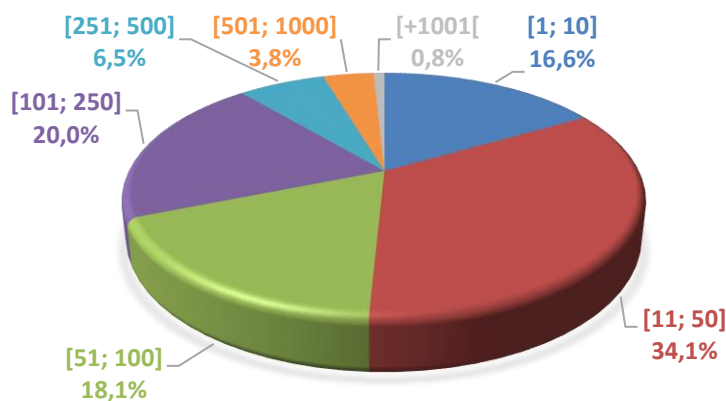


Gráfico 7 – Peso nas vendas por intervalos de quantidades em cada ref PA.

(Fonte: Tensai Indústria S.A., 2018).

4.2 ANÁLISE E MAPEAMENTO DOS PROCESSOS

Esta análise e mapeamento de processo foi realizada entre o setor de I&D e planejamento, acompanhando o processo de recepção do pedido comercial (ordem de venda) até à industrialização do produto, ou seja, tradução da encomenda em dados técnicos, análise de viabilidade, desenvolvimento técnico e respetiva de lista técnica (*BOM*), preparação do documento de acompanhamento do produto, elaboração e

preparação da etiquetagem e documentação, preparação de instruções de trabalho (se necessárias), desenvolvimento de protótipo e pré-série quando justificável.

Este trabalho procura auxiliar a administração e os seus departamentos interessados a compreender os fluxos de informação. Na Figura 14 é apresentado o atual fluxo de fabrico numa visão macro. Como forma de monitorizar, medir e melhorar, o controlo de documentos e registos é determinante para a implementação e operacionalidade do sistema de gestão. Todas as atividades devem ser documentadas, traduzindo-se na sua elaboração, codificação, aprovação, distribuição e passagem para obsoleto (sempre que é aprovada uma nova versão de um procedimento).

Na Figura 15 é apresentado o fluxo no dep. I&D, o que representa o foco deste estudo. O controlo dos requisitos legais e normativos deve estar em permanente atualização de forma a sustentar a aplicabilidade dos requisitos dos clientes e internos (limitações técnicas). Dessa forma, deve ser consultado semanalmente as seguintes fontes:

- Legislação nacional: Diário da República eletrónico e outras fontes de informação relevantes (newsletter IAPMEI, etc.);
- Legislação comunitária: Jornal Oficial da União Europeia e outras fontes de informação relevantes;
- Legislação extracomunitária: em função dos países alvo de exportação (SASO – Saudi Standards, Metrology and Quality Org., SANS – South African National Standard, etc);
- Normas: Site IPQ.

O fluxograma (Figura 15) permite formalizar as atividades do dep. I&D e estabelecer a metodologia a seguir. Os projetos estratégicos são definidos e autorizados pela administração. Este departamento procura proactivamente apresentar e desenvolver modelos cada vez mais eficientes em função do mercado, necessidades dos clientes e tendências tecnológicas. A compilação da informação necessária ao desenvolvimento do projeto através da ficha de projeto é essencial para a atividade de planeamento das atividades macro.

As atividades *“desenvolvimento lista técnica com base em combinações”* e *“desenvolvimento de um novo produto com base existente”* representam o desenvolvimento técnico do projeto. Nestas fases, preparam-se os desenhos técnicos e elaboram-se as comunicações técnicas necessárias para oficializar o lançamento dos documentos. A introdução das listas técnicas no SW é feita a partir do definido na comunicação técnica.

Paralelamente a seleção de potenciais fornecedores é realizada com a colaboração das compras.

Relativamente ao desenvolvimento de um protótipo e pré-série, deve ser analisada a sua necessidade antes de disponibilizar o produto para industrialização. Em produtos que seja realizado protótipo e que esteja sujeito a certificação, a validação do produto é realizada mediante aprovação pela entidade certificadora.

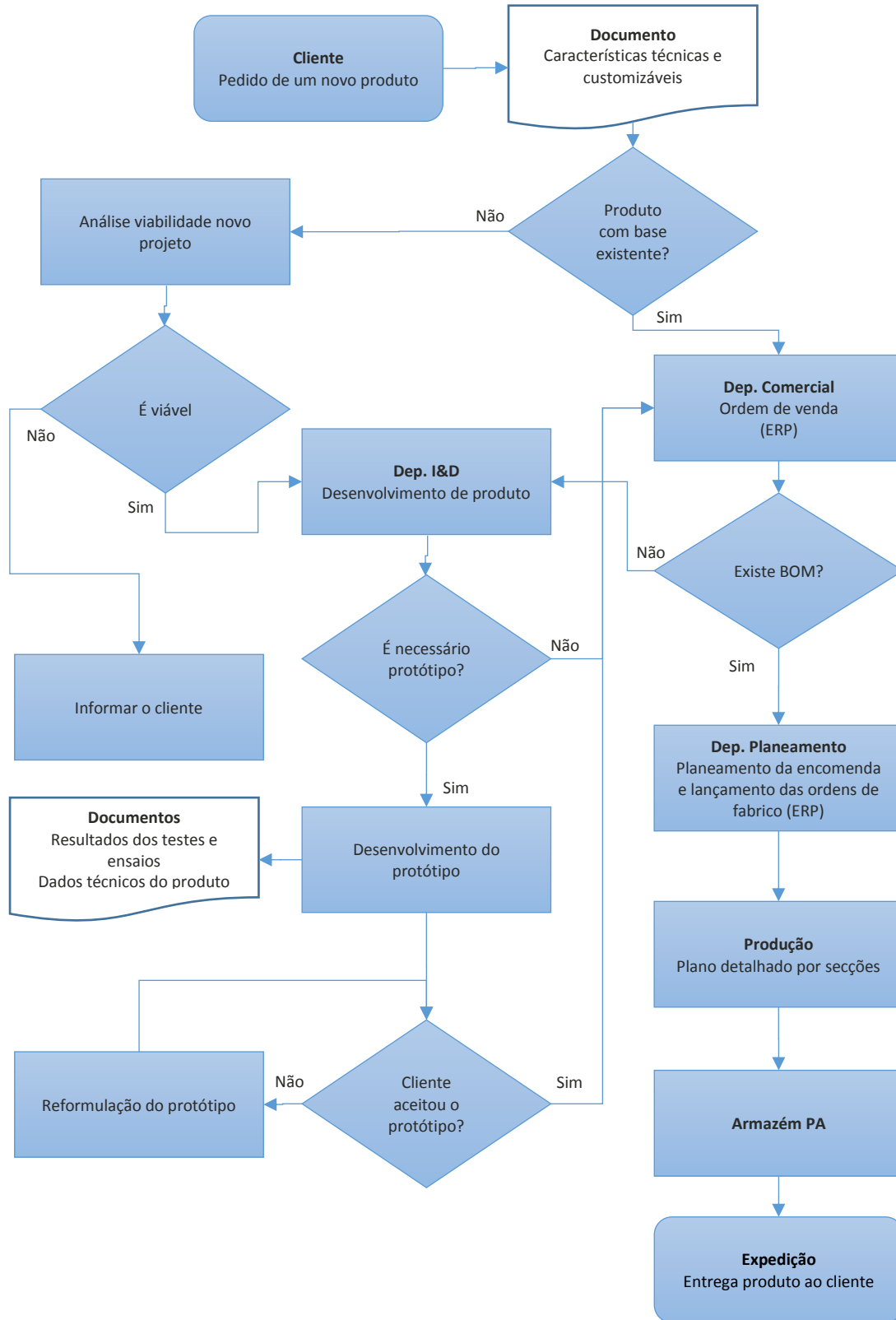


Figura 14 – Fluxograma geral do fluxo de fabrico.

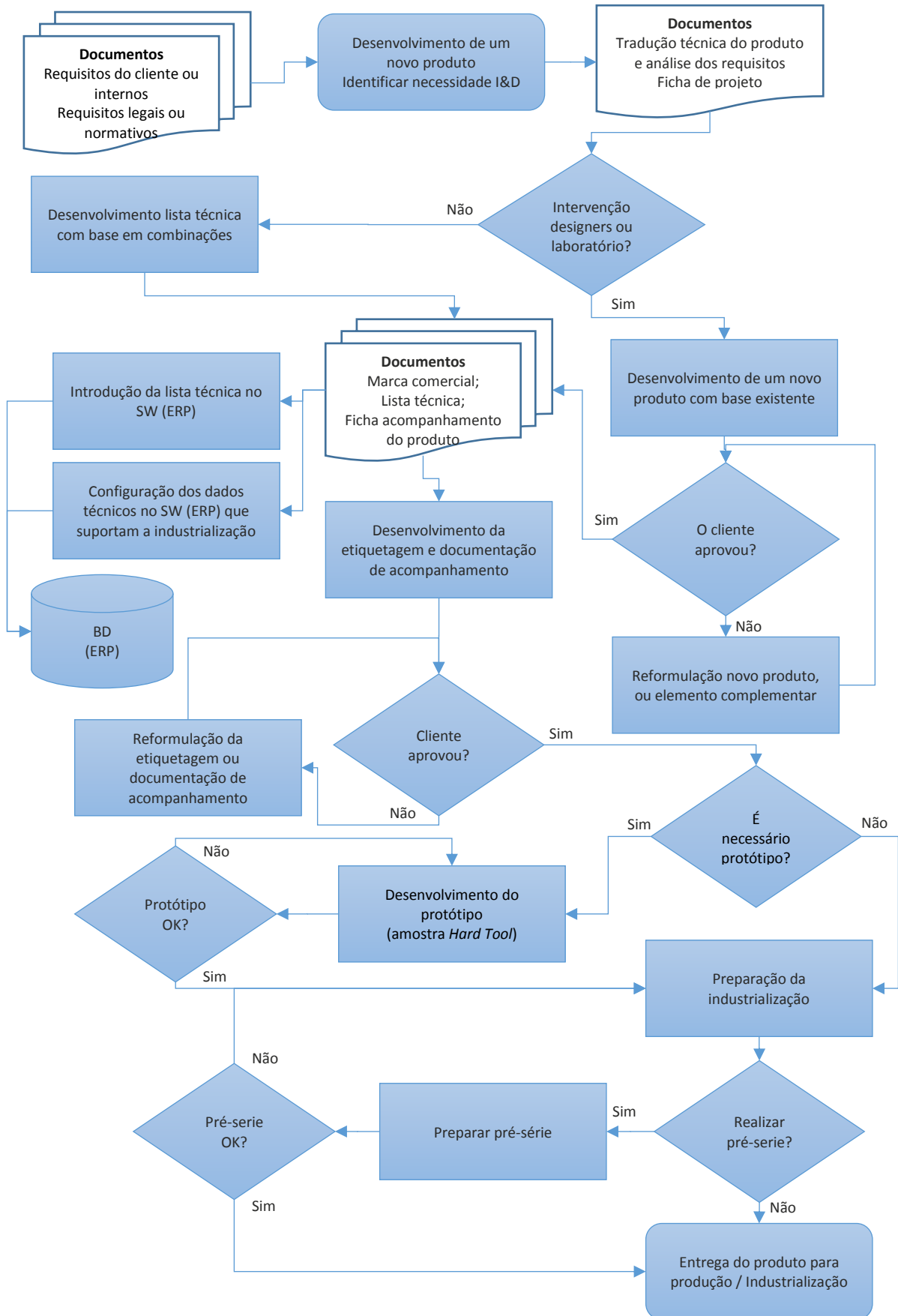


Figura 15 - Fluxograma do fluxo no Dep. I&D.

4.2.1 ORGANIZAÇÃO DAS BOMs

A organização e gestão das *BOMs* são a matriz referencial para a configuração de produtos, alocando assim os diferentes materiais aos processos, ou seja, é essencial para a estruturação e programação dos materiais. O departamento I&D é responsável pela organização, desde a seleção dos materiais e processos, determinação de consumos e respetivos desperdícios, assim como alocação aos postos de trabalho, fornecendo a todos os departamentos a informação correta para produzir um determinado produto. Todos os departamentos são influenciados e influenciam as *BOMs*.

O *software* ERP SAP permite a partilha de informação entre os recursos, com o objetivo de evitar erros e aumentar a eficiência. Os diferentes materiais estão divididos em:

- Componentes de compra (não possuem lista técnica), subdivididos em várias hierarquias;
- Componentes de subcontratação (possuem uma lista técnica e determinam a subcontratação de uma operação), subdivididos em várias hierarquias;
- Componentes de transformação interna (possuem lista técnica e um roteiro de operação definido).

A lista técnica dos produtos resume os materiais necessários à sua produção. A combinação de “*n*” estruturas em diferentes níveis resulta em múltiplas listas técnicas tal como apresentado no exemplo (ver Tabela 10).

Tabela 10 - Lista técnica genérica.

(Fonte: Tensai Indústria S.A., 2018).

Nível	Nº componente	Desenho	Descrição	Qtd	UM
.1	TI60700010000	6070001.00	CAIXA BR SIF70 INT.AL A/BR P.O	1	un
..2	FT70700010000	7070001.00	CONJ CUBA AL+EV SIF70 A/BR	1	un
...3	MPPLAARO1000100	8070001.00	ARO BRANCO	1	un
...3	TI50700010000	5070001.00	FUNDO CUBA AL STUCCO	1	un
....4	MPALUSTU1000100	8070010.00	BOBINE AL STUCCO 475X0,25mm	0,091	kg
...3	TI50700020000	5070002.00	LATERAL CUBA AL STUCCO	1	un
....4	MPALUSTU1000200	8070010.00	BOBINE AL STUCCO 475X0,25mm	0,476	kg
...3	MPFERTUB1000100	8070002.00	EVAPORADOR	1	un
...3	MPFITALU1000100	8070100.00	FITA ADESIVA ALUMINIO 50mmX300m	11,00	m
..2	TI50700030000	5070003.00	CH EXT BR SIF70 1595x777x0,5mm	1	un
...3	MPCHFBRA1000100	8070011.00	BOBINE CHAPA BR 777X0,5mm	1,253	m ²
..2	FT70701000000	7070100.00	CONJ ESPUMA PU	2	un
...3	MPQIMISO1000100	8070101.00	ISOCIANATO	1,142	kg
...3	MPQIMPOL1000100	8070102.00	POLIOL	0,75	kg
...3	MPQIMGAS1000100	8070103.00	CYCLOPENTANE	0,108	kg

Legenda:

TI – Transformação interna ou de subcontratação (TI5 representa um componente, enquanto TI6 representa uma montagem);

FT – Agrupamento de componentes ou montagens. Utilizado em agrupamentos transversais a vários produtos;

MP – Matéria prima.

No caso do roteiro de operação, a empresa apenas está a aplicar com objetivo de atribuir a localização das operações para suportar as atividades de *picking*. A atribuição dos equipamentos, tarefas e tempo de cada operação ainda não são efetuados por insuficiência de RH, pois essa informação deve ser fidedigna para que seja possível calcular o tempo real de fabrico e o *lead time* de cada transformação e conseqüentemente do PA, permitindo ainda calcular os custos operacionais de cada transformação ou produto, a taxa de ocupação dos equipamentos e os centros de trabalho.

O processo de uma *BOM* envolve as principais etapas de desenvolvimento, desde a requisição do produto pelo cliente até à expedição (ver Figura 16).

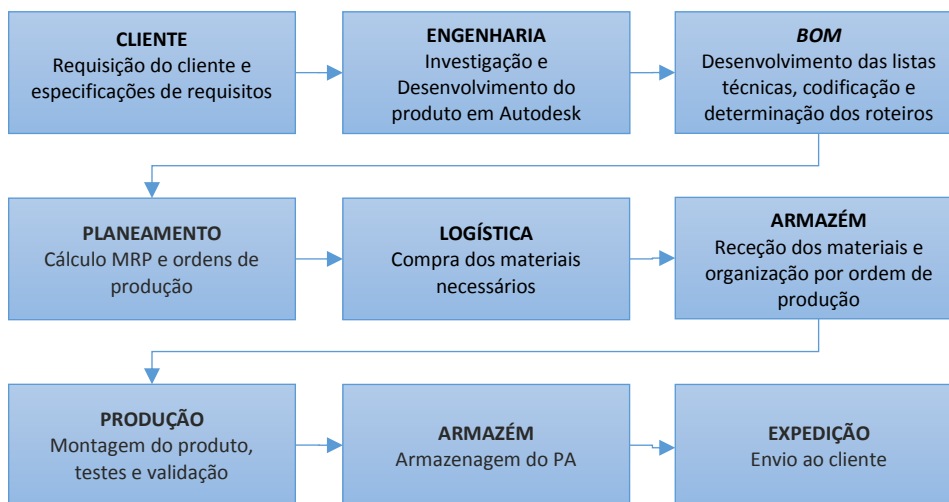


Figura 16 - Principais etapas de desenvolvimento de produto.

4.2.2 DIAGRAMAS DE FLUXO

Este projeto foi desenvolvido tendo em consideração as relações funcionais entre as diversas etapas para a preparação de um novo produto desde a ordem de venda até à entrega do produto para produção / industrialização (ver Figura 17).

Os fluxos de dados assinalados a “----” representa atividades não sistemáticas, nomeadamente o pedido de certificação em laboratório externo, o desenvolvimento de protótipo e pré-série, sendo que estas últimas duas atividades são implementadas em função da complexidade da customização do produto face à base existente, ou seja, está intrinsecamente indexado ao nível de customização. O fluxo assinalado a “----” representa uma alternativa em função da ausência do desenvolvimento de protótipo e pré-série.

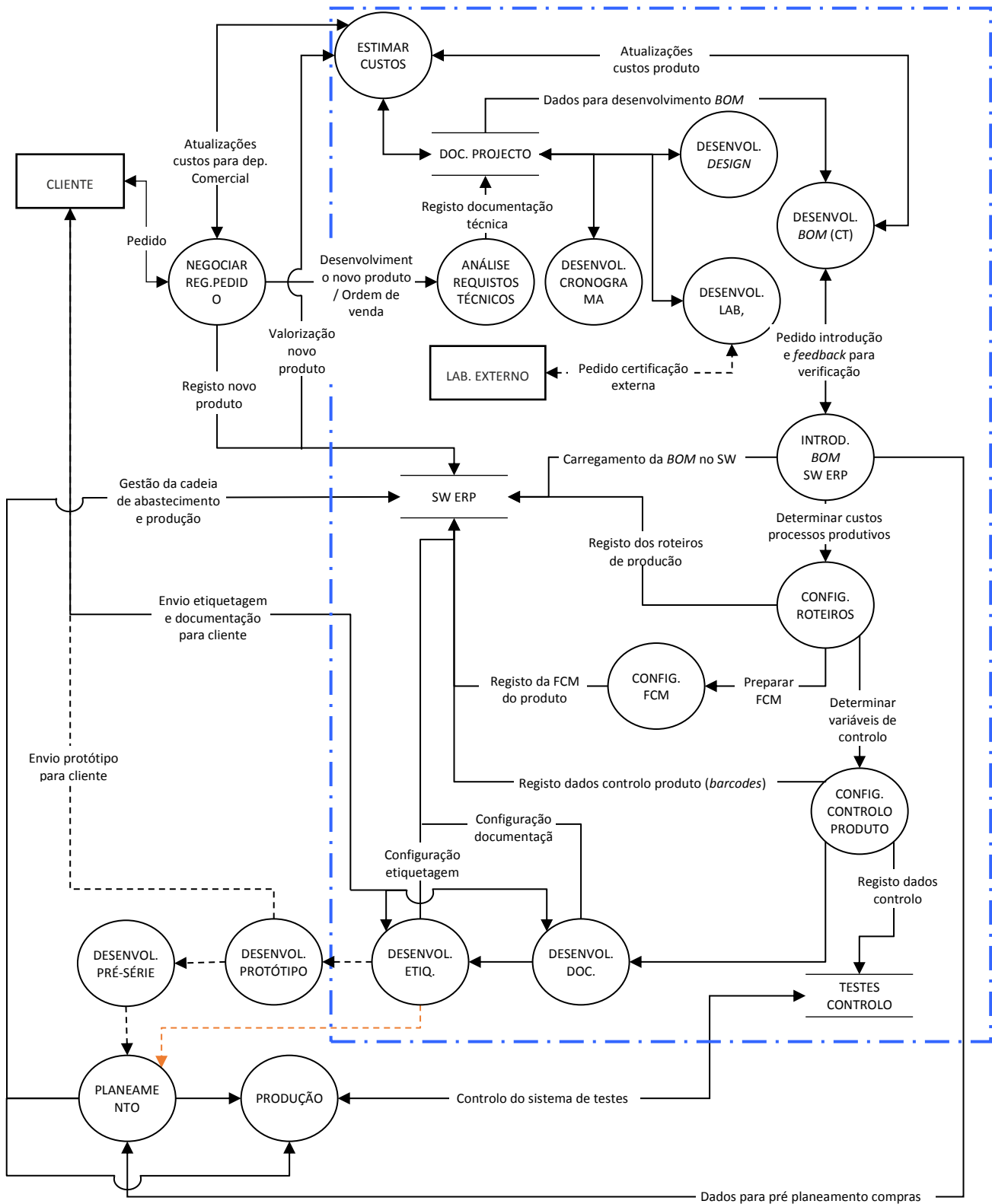


Figura 17 - Diagrama de fluxo da preparação de um novo produto.

4.2.3 VARIÁVEIS DE CUSTOMIZAÇÃO

Ao nível das variantes de personalização, são divididas nas seguintes tipologias: termodinâmica (ver Tabela 11), funcional (ver Tabela 12) e estética (ver Tabela 13).

Tabela 11 - Variáveis de customização de tipologia termodinâmica.

Tipologia (Termodinâmica)	Opções
Tipo de gás refrigerante	<ul style="list-style-type: none"> • R600a • R290 • R134a
Tipo de refrigeração	<ul style="list-style-type: none"> • Congelador • Refrigerador • Combinado • Cave de Vinho⁴
Tipo de utilização	<ul style="list-style-type: none"> • Doméstica • Profissional / Comercial
Sistema evaporação	<ul style="list-style-type: none"> • Estático • Ventilado
Ventilação do compressor (casos que não seja tecnicamente obrigatória)	<ul style="list-style-type: none"> • Sim • Não
Tipo de condensador	<ul style="list-style-type: none"> • Externo e Estático • Interno e Ventilado

Tabela 12 - Variáveis de customização de tipologia funcional.

Tipologia (Funcional)	Opções
Tensão elétrica nominal / Frequência	<ul style="list-style-type: none"> • 220-240V~50Hz • 220-240V~60Hz • 220-240V~50/60Hz • 115V~60Hz
Tipo de controlo	<ul style="list-style-type: none"> • Painel eletrónico • Controlador eletrónico • Termostato mecânico aplicável em seis tipos de painéis de controlo: PC-A, PC-B, PC-C, PC-D, PC-E e PC-F. E ainda a opção na grelha lateral.
Display	<ul style="list-style-type: none"> • Analógico (termómetro) • Digital (termómetro ou incluído no controlador eletrónico)
Sinalizadores / Interruptores	<ul style="list-style-type: none"> • Painel de controlo * • Puxador *
Cabo alimentação	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo B • Tipo F

⁴ A tipologia Cave de Vinho é considerada independente por não apresentar características de um refrigerador puro.

	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo G • Tipo H • Tipo M
Iluminação	<ul style="list-style-type: none"> • Lâmpada Led • Barra Led • Lâmpada incandescente • Lâmpada fluorescente
* - Não aplicável em todos os modelos disponíveis.	

Tabela 13 - Variáveis de customização de tipologia estética.

Tipologia (Estética)	Opções
Cor	<ul style="list-style-type: none"> • Branco • Cinzento • Preto • Inox • Outras (sujeita a MOQ do fornecedor)
Decoração Externa	<ul style="list-style-type: none"> • Impressão digital • Autocolante
Decoração Interna	<ul style="list-style-type: none"> • Iconografia serigrafada e cor • Iconografia termoformada
Tipo de interior	<ul style="list-style-type: none"> • Alumínio <i>stucco</i> • Alumínio branco • Chapa ferro galvanizada • Chapa ferro pré-pintada branco • Inox • Poliestireno (PS) termoformado
Marca	<ul style="list-style-type: none"> • Etiqueta vinil • Etiqueta alumínio • Etiqueta policarbonato • Etiqueta pvc • Etiqueta vitrificada • Serigrafia
Puxador	<ul style="list-style-type: none"> • Oito tipos de puxadores aplicáveis em diferentes produtos (PX-A, PX-B, PX-C, PX-D, PX-E, PX-F, PX-G e PX-H)
Fechadura	<ul style="list-style-type: none"> • Sim • Não
Tipologia do dreno	<ul style="list-style-type: none"> • Redondo • Quadrado
Acessórios	<ul style="list-style-type: none"> • Espátula (branco ou azul) • Cuvetes (branco ou azul) • Suporte ovos (cristal) • Separador garrafas (branco ou azul) • Prateleiras (vidro ou arame) • Cestos (arame ou plástico) • Gavetas • Lavaporcionador (cristal ou inox) • Grades e gavetas de madeira (Faia ou Sapeli)

Além disso, atualmente são implementadas entre cinquenta e sessenta alterações em produtos por mês. Representa modificações a produtos já existentes e implementação de melhorias.

4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS

A maior dificuldade da Tensai Indústria S.A. reside na constante adaptação do desenvolvimento, planeamento e industrialização para a customização dos produtos. Para um mesmo cliente, os pedidos de novas encomendas são constantemente modificados. A grande diversidade de mercados exige configurações de base termodinâmica diferentes em função das condições de utilização e exigências legais ao nível de consumos, sendo estas as que oferecem maior dificuldade face às suas características. O grande problema reside da não repartição dos custos consoante o nível de complexidade da customização de produto.

Após análise, mapeamento dos processos e levantamento de todas as variáveis customizáveis, serão abordados problemas nas atividades de desenvolvimento e preparação de produtos. Na Tabela 14 são identificados os problemas e oportunidade de melhoria durante a execução deste projeto.

Tabela 14 - Problemas / Oportunidades de melhoria nos processos em estudo.

Departamento	Descrição	Identificação de problemas
I&D	Conjunto de atividades que gerem o desenvolvimento e preparação de produtos.	Falta de definição dos níveis de customização.
		Desconhecimento dos custos de customização ao nível do desenvolvimento e preparação dos produtos.
		Desconhecimento das quantidades mínimas necessárias por cada referência PA.

4.3.1 FALTA DE DEFINIÇÃO DOS NÍVEIS DE CUSTOMIZAÇÃO

A aceitação dos diversos pedidos dos clientes sem fundamento no nível de complexidade tem originado um desnivelamento nas soluções apresentadas e conseqüentemente um desalinhamento na estratégia a seguir, ou seja, não existem linhas orientadoras de suporte às decisões.

A definição da extensão da customização, assim como as suas barreiras são fundamentais para evitar impactos negativos que originam um agravamento dos custos operacionais. Além disso, por cada opção disponibilizada, maior será a necessidade de peças de substituição e de formação aos recursos humanos. A definição da estratégia industrial e a capacidade produtiva devem procurar alinhamento com os níveis de customização, definindo assim o ponto de desacoplamento da ordem. Exemplo disso é a capacidade de ensaios do laboratório limitada ao equipamento disponível.

4.3.2 DESCONHECIMENTO DOS CUSTOS DE CUSTOMIZAÇÃO AO NÍVEL DO DESENVOLVIMENTO E PREPARAÇÃO DOS PRODUTOS

A ausência deste conhecimento pode provocar o insucesso de uma venda, quer pela não aceitação do preço pelo cliente, quer pela venda não cobrir os custos operacionais, o que irá traduzir em prejuízos para a empresa. Face a este cenário, a determinação dos níveis de customização com base nas variáveis customizáveis anteriormente apresentadas tornou-se urgente com vista ao cálculo dos custos associadas.

4.3.3 DESCONHECIMENTO DAS QUANTIDADES MÍNIMAS NECESSÁRIAS POR CADA REFERÊNCIA PA

Responder às questões “*Deve ser implementado quantidades mínimas para os níveis de customização a determinar?*” e “*Como determinar essas quantidades?*” tornou-se imperativo. Este desconhecimento é uma consequência dos problemas anteriores. Atualmente a empresa responde às necessidades dos seus clientes sem definir uma quantidade mínima de encomenda de uma nova referência PA, originando um elevado fluxo de recursos para materializar todo o processo até que esteja preparada a industrialização dos produtos, sem que seja mensurável.

4.4 PROPOSTAS DE MELHORIA DOS PROCESSOS

Os objetivos deste subcapítulo pretendem apresentar propostas de melhoria de processos relativos aos problemas identificados (ver Tabela 15). Uma vez que a viabilidade técnica e económica da customização não se encontra devidamente analisada, originando um desconhecimento desses custos e a não imposição de quantidade mínimas, as propostas apresentadas tiveram uma boa recetividade, apresentando-se como uma ferramenta de suporte à decisão. Há que salientar a inexistência de ferramentas similares. Conforme já foi referido, a questão chave desta dissertação: “*Quanto custa customizar?*”, procura determinar o ponto de equilíbrio para a customização, apoiando a administração a determinar a sua estratégia.

Tabela 15 - Propostas / Soluções na melhoria de processos.

Departamento	Identificação de problemas	Propostas / Soluções
	Falta de definição dos níveis de customização.	Definição dos níveis de customização.
I&D	Desconhecimento dos custos de customização ao nível do desenvolvimento e preparação dos produtos.	Determinação dos custos operacionais da customização ao nível do desenvolvimento e preparação dos produtos.
	Desconhecimento das quantidades mínimas necessárias por cada referência PA.	Desenvolvimento de uma ferramenta para determinar o ponto crítico de cada nova referência PA.

4.4.1 DEFINIÇÃO DOS NÍVEIS DE CUSTOMIZAÇÃO

Na realidade desta organização, a customização resume-se nos produtos compostos por componentes padronizados, com níveis de complexidade distintos em função de todas as variáveis customizáveis e suas combinações, potenciando um planeamento maximizado de volume produtivo e o desenvolvimento de novos produtos.

No caso dos níveis de complexidade, representam os níveis de customização que foram divididos em três: estético (nível 1), funcional (nível 2) e termodinâmico (nível 3). Consideramos o nível 1 com menor complexidade, nível 2 intermédio e o nível 3 com maior complexidade. Conforme já foi descrito na revisão bibliográfica, quanto mais cedo se der a intervenção do cliente, maior será o grau de customização e o compromisso, neste caso é a termodinâmica (nível 3). Quanto à dimensão da customização, os níveis enquadram-se no estilo (nível 1) e funcionalidade (nível 2 e 3). Do ponto de vista do envolvimento do cliente, estes níveis combinam com as atividades de *design*, fabricação e montagem da cadeia de valor.

4.4.2 DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS DA CUSTOMIZAÇÃO AO NÍVEL DO DESENVOLVIMENTO E PREPARAÇÃO DOS PRODUTOS

A determinação dos custos apenas irá considerar os processos internos de configuração, planeamento e industrialização. Fatores relacionados com cadeia de abastecimento, nomeadamente os custos de funcionamento do sistema de gestão de *stocks* (custo da aquisição, encomenda, posse do *stock* e rotura) não serão incluídos, mas salvaguardamos a importância da sua flexibilidade e eficiência.

Os custos resultam da acumulação de diversos elementos, sendo que podem ser mais ou menos extensivos consoante os objetivos de apuramento. A Figura 18 representa os elementos que constituem a análise dos custos dos níveis de customização anteriormente apresentados.

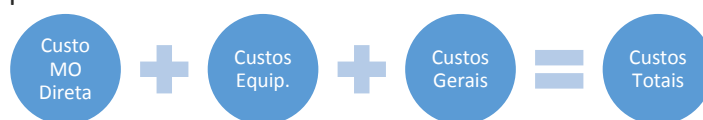


Figura 18 - Equação custos dos níveis de customização.

4.4.2.1 CUSTOS DE MO DIRETA

Tal como tem sido descrito, a análise incide sobre a investigação e desenvolvimento de produto e nesse sentido os recursos humanos apresentam conhecimentos específicos, gerando a necessidade de determinar o custo de MO por colaborador.

O custo associado a cada colaborador é representado pela equação (1):

$$\text{Custo Hora/Colaborador (€)} = \frac{\text{Venc. Base} \times 14 \times (1 + \text{TSU} + \text{Seg. Trab} + \text{FGCT}) + \text{Alim} + \text{Assid} + \text{FormMedHST} + \text{Seg, Saúde}}{\text{HorasTrab}} \quad (1)$$

Legenda:

Venc.Base: Vencimento base mensal;

TSU: Taxa social única para Segurança Social (23,75%);

Seg.Trab: Seguro de acidentes de trabalho (1,30% do Venc.Base);

FGCT: Fundo de garantia salarial (1% do Venc.Base = 0,925% para o FCT e 0,075% para o FGCT);

Alim: Alimentação cantina + despesas suporte cantina;

Assid. Subsídio de assiduidade;

FormMedHST: Formação, medicina e higiene e segurança no trabalho;

Seg.Saúde: Seguro saúde;

HorasTrab: Horas de trabalho calculadas com base em 1906,63 h (11 x 173,33 h). Para calcular a taxa horária real de uma forma mais rigorosa, deveria ter em consideração apenas os tempos produtivos, excluindo as faltas renumeradas, os tempos mortos e os tempos não afetos à atividade.

A Tabela 16 apresenta o cálculo custos/hora de cada colaborador envolvido neste processo:

Tabela 16 - Custos/hora colaborador.

	Total (Anual)	Total (Hora)
Administrativo A	14.652,74 €	7,69 €
Técnico A	23.476,24 €	12,31 €
Técnico B	23.477,24 €	12,31 €
Designer A	19.064,49 €	10,00 €
Direção Departamento	45.534,99 €	23,88 €

No anexo B, poderá consultar a tabela detalhada que representa a folha de cálculo utilizada.

4.4.2.2 CUSTOS DOS EQUIPAMENTOS

Relativamente aos equipamentos, foi considerado os custos de amortização, energéticos e a sua manutenção. Esta equação apenas está associada ao equipamento do laboratório, ou seja, à câmara climática. Computadores e *software* não foram considerados pois fazem parte dos equipamentos base da empresa. O custo associado aos equipamentos é representado pelas equações (2) e (3):

$$\text{Amortizações/ano (€)} = \frac{\text{Valor de aquisição}}{\text{Vida útil esperada}} \quad (2)$$

$$\text{Amortizações/hora (€)} = \frac{\text{Amortizações/ano}}{\text{Nº horas trabalho/ano}} \quad (3)$$

No cálculo da amortização do equipamento, teve-se por base uma vida útil de 20 anos. Como o equipamento em questão (câmara climática) foi adquirido em 2017, ainda não houve lugar a qualquer revisão de valor. Quanto ao consumo energético, não sendo possível a recolha real dos valores, teve-se em consideração a ficha técnica do equipamento., sendo que o custo é representado pela equação (4):

$$\text{Custo Energia/hora (€)} = \text{Custo Energia (kW/h)} \times \text{Consumo Energia} \quad (4)$$

Quanto aos custos de manutenção, estão representados pela adjudicação de tarefas de maior complexidade a entidades externas e pelas atividades de menor complexidade técnica realizadas pela equipa de manutenção da empresa. Estes custos são calculados com base na equação (5):

$$\text{Custo Manutenção/hora (€)} = \frac{\sum \text{Custos Manutenção}}{\text{N}^{\circ} \text{ horas trabalho/ano}} \quad (5)$$

Para finalizar, o custo total dos equipamentos por hora é obtido através da equação (6):

$$\text{Custos Equipamentos (€)} = \text{Amortizações} + \text{Custo Energia} + \text{Custo Manutenção} \quad (6)$$

Dados adicionais:

Horas trabalho: 8064 h: 48 semanas; 7 dias/semana; 24 h (paragem de 4 semanas para manutenção). As interrupções para preparação dos produtos na câmara estão consideradas como horas trabalho;

Consumo energético estimado com base na ficha técnica: 6,4 kW/h;

Custo energia (kW/h): 0,1308 €.

A Tabela 17 apresenta o cálculo custos/hora da utilização do equipamento “câmara climática”:

Tabela 17 - Custo/hora equipamento.

Equipamento	Amortização/hora (€/h)	Energia/hora (€/h)	Manutenção/hora (€/h)	Custo total (€/h)
ARALAB - Fitoclima	0,78 €	0,84 €	0,09 €	1,71 €

No anexo B, poderá consultar a tabela detalhada que representa a folha de cálculo utilizada.

Foi considerado uma utilização simultânea de três ensaios. O plano de ensaios é realizado em função de características equivalentes, nomeadamente as condições ambientes das classes climáticas. O custo total será dividido por três, ou seja, 0,57 €/h por cada produto.

4.4.2.3 CUSTOS GERAIS

Quanto aos custos gerais de funcionamento, são compreendidos como custos fixos, ou seja, que não variam em função do nível de customização e resume-se ao consumo de água e energia (exceção do equipamento do laboratório), material de escritório, à limpeza e conservação da área utilizada, vigilância e segurança, comunicações, entre outros. Os custos com as funções ao nível comercial, administrativa e financeira também são considerados como fixos, uma vez que não está previsto comissões de vendas ou ajudas de custos variáveis. Como o seu impacto é insignificante para este estudo, os custos gerais não serão considerados, pois é parte do funcionamento base da empresa.

4.4.2.4 CUSTOS TOTAIS

A elaboração dos custos totais foi efetuada em função dos níveis de customização anteriormente definidos: nível 1 (tipologia estética), nível 2 (tipologia funcional) e nível 3 (tipologia termodinâmica) (ver Tabela 18).

O processo iniciou-se pela determinação das operações necessárias, o respetivo tempo de realização e mão de obra direta, assim como o equipamento necessário. Devido à complexidade e variabilidade das tarefas, o tempo foi determinado com base na observação, sendo definido numa estimativa média.

Tabela 18 - Custos totais dos três níveis customização.

	NÍVEL 1		NÍVEL 2		NÍVEL 3	
CUSTO MO DIRETA	126,79 €	100%	203,54 €	100%	439,06 €	90%
CUSTO EQUIPAMENTO	- €	0%	- €	0%	48,31 €	10%
CUSTO TOTAL	126,79 €	100%	203,54 €	100%	487,38 €	100%

No anexo B, poderá consultar a tabela que detalhada as operações / tarefas, o equipamento e a mão de obra direta.

Relativamente aos custos associados ao desenvolvimento de um protótipo e pré-série, apresentam valores variados, pois estão indexados ao tipo de produto. No entanto como não está a ser considerado o desenvolvimento de produtos base (projeto feito de raiz), o seu desenvolvimento é distribuído entre a linha de produção e a área dedicada à prototipagem (para implementação das variáveis de customização). Contudo estes custos não serão considerados nos custos de desenvolvimento pelo facto de serem irrelevantes, uma vez que estas peças são convertidas em PA.

Quanto à pré-série que consiste na fase após o desenvolvimento de protótipo, apenas é realizada quando requerida pelo dep. I&D. Contrariamente ao desenvolvimento de um protótipo e pré-série de um novo projeto base, no contexto deste estudo identifica-se como uma fase de mitigação de erros na industrialização ou para responder às exigências do cliente (habitual nos clientes que adquirem maiores quantidades de produto). Conforme foi descrito, estas fases são diluídas na linha de montagem (diluição parcial na fase de protótipo e total na pré-série). É importante garantir uma boa integração na linha de montagem, procurando não sobrepor diferentes protótipos e / ou pré-séries de forma a não condicionar o *lead time* da restante produção.

No caso dos custos associados ao nível 3 (tipologia termodinâmica), quando solicitado aprovação em laboratório externo, há que considerar o agravamento dessa operação (ex.: novo mercado cujo país de destino impõe algumas certificações), identificado como “custos de desenvolvimento adicionais”. Como referência, serão considerados valores médios de mercado praticados pelo LIQ – Laboratório Industrial da Qualidade:

- Execução de ensaios de segurança elétrica para evidenciar a conformidade com a Diretiva 2014/35/EU de 26 de fevereiro de 2014 de acordo com a norma

harmonizada EN 60335-2-24, no âmbito da Diretiva de Baixa Tensão. Aplicável a produtos domésticos de refrigeração.

	Modelo (secções: 7, 10, 13, 22 e 24)	Variante (secções: 7, 10 e 24)
Custos	1.500,00 € + IVA	200,00 € + IVA

- Execução de ensaios de segurança elétrica para evidenciar a conformidade com a Diretiva 2014/35/EU de 26 de fevereiro de 2014 de acordo com a norma harmonizada EN 60335-2-89, no âmbito da Diretiva de Baixa Tensão. Aplicável a produtos de refrigeração para uso comercial.

	Modelo (secções: 7, 10, 13, 22 e 24)	Variante (secções: 7, 10, 13 e 24)
Custos	2.250,00 € + IVA	950,00 € + IVA

- Execução de ensaios de consumo energético de acordo com a norma EN 62552: 2015.

	Regulamento 1060/2010 (aparelhos de refrigeração para uso doméstico)	Regulamento 2015/1094 (armários refrigerados profissionais)
Custos	450,00 € + IVA	1.850,00 € + IVA

- Execução de ensaios no âmbito da compatibilidade eletromagnética -CEM para evidenciar a conformidade da a Diretiva 2014/30/EU de 26 de fevereiro de 2014 de acordo com as normas abaixo indicadas:
 - ✓ EN 61000-3-2;
 - ✓ EN 61000-3-3;
 - ✓ EN 55014-1 & EN 55014-2 (imunidade).

	Modelo	Variante	
		Ensaio de flutuações de tensão; perturbações	Ensaio de emissão
Custos	2.500,00 € + IVA	750,00 € + IVA	1.250,00 € + IVA

Aos valores acima apresentados, ainda será incrementado o custo de transporte médio de 45,00 € + IVA.

Através desta estimativa de custos, a direção do dep. I&D, assim como a administração tem uma real percepção dos custos associadas ao desenvolvimento e preparação de um novo produto customizável de base existente.

4.4.3 DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA PARA DETERMINAR O PONTO CRÍTICO DE CADA NOVA REFERÊNCIA PA

Perante o problema descrito sobre o desconhecimento das quantidades mínimas necessárias por cada referência PA, foi desenvolvida uma ferramenta que irá determinar

essa quantidade em função da média de cada família e dos custos de customização para cada nível (ver Figura 19). Para colocar em prática o estudo da diferenciação dos produtos por níveis e o seu impacto a nível de resultados, é necessário efetuar uma análise do risco económico, ou seja, analisar dois indicadores de avaliação de risco económico: ponto crítico das vendas (em quantidade) e a margem de segurança.

GAMA	DOMÉSTICOS		
FAMÍLIA	TCHEUSI		
Nível de Customização	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Custo Fixos (€)	36.020,97 €	36.020,97 €	36.020,97 €
Custos de Desenvolvimento (€)	7.765,89 €	8.477,44 €	3.582,24 €
Σ Custos Fixos Totais (€)	43.786,86 €	44.498,41 €	39.603,21 €
Média do Preço de Venda Unitário (€)	182,51 €	182,51 €	182,51 €
% Incremento ao Preço de Venda (%)	0%	0%	0%
Nº Referências PA (un)	61	42	7
Média Custos MP Unitário (€)	98,15 €	98,15 €	98,15 €
Média Σ Custos Variáveis Unitário (€)	115,12 €	115,12 €	115,12 €
Ponto Crítico (un)	11	16	80
Margem de Segurança Quantidade (un)	1.023,3	487,6	-384,4
Margem de Segurança (%)	60%	42%	-189%
Margem apenas considerando os custos variáveis e de desenvolvimento (%)	55,86%	54,67%	61,30%

	Nível 1	Nível 2	Nível 3	
Σ Custos totais desenvolvimento	126,79 €	203,54 €	487,38 €	<i>standard</i>
Custos de Desenvolvimento Adicionais (€)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Decomposição % Refs PA (estimado)	25%	17%	3%	55%

Figura 19 – Ferramenta de cálculo do Ponto Crítico e Margem de Segurança.

Conforme Crepaldi (1999), uma empresa encontra-se no ponto crítico quando não apresenta lucro nem prejuízo, ou seja, as receitas totais totalizam o mesmo valor que os custos totais ou despesas totais. Por isso, é importante analisar este rácio com a implementação dos custos de desenvolvimento.

Crepaldi (1999) afirma ainda que a margem de segurança é o valor de vendas que excede o valor das vendas da empresa no ponto de equilíbrio. Através deste indicador é possível calcular o volume de receitas que a empresa deverá ter para colmatar as suas despesas, tanto fixas como variáveis, de produção de determinado produto.

Com base nos resultados do ano 2017 e nos dados colocados à disposição pela empresa, verificaram-se que os custos fixos (aqueles que são independentes da quantidade produzida ou vendida) foram iguais para cada nível de todas as famílias, ou seja, os custos são repartidos de igual forma, independentemente do tipo de produto devido a serem custos necessários apesar da produção não depender diretamente deles. Para determinar os custos de cada família foi calculado um coeficiente de imputação tendo em conta a quantidade vendida, utilizando a equação (7).

Apesar dos custos fixos não dependerem diretamente das quantidades vendidas, os produtos produzidos em maior quantidade são os que mais consomem das bases de repartição, logo são valorizados por uma parcela maior de custos fixos industriais e não industriais. Por essa razão, a base de repartição mais apropriada para este cenário é através das quantidades.

$$\text{Coeficiente de Imputação (\%)} = \frac{\text{Quantidade Vendida do Produto (un)}}{\text{Quantidade Total Vendida (un)}} \quad (7)$$

Após a determinação do coeficiente, este foi aplicado aos custos fixos totais (2.747.548,85 €) dividindo por quatro partes iguais (*standard* e três níveis de customização). Foi calculado através da equação (8).

$$\text{Custos Fixos (€)} = \text{Custos Fixos Totais} \times \text{Coeficiente de Imputação} \div 4 \quad (8)$$

No anexo C, poderá consultar a tabela que detalhada o cálculo do coeficiente de imputação.

A estes custos fixos foram incrementados os custos de desenvolvimento calculados anteriormente, por estes não terem sido incluídos anteriormente. Estes custos de desenvolvimento variam de acordo com os três níveis de customização, tendo cada nível um custo diferente associado, dependendo do tipo e complexidade da customização pedida pelo cliente. Os custos fixos totais foram obtidos através da equação (9).

$$\text{Custos Fixos Totais (€)} = \text{Custos Fixos} + \text{Custos de Desenvolvimento} \quad (9)$$

O preço de venda unitário foi calculado pela equação (10), ou seja, através da média dos preços de venda de cada família, pois não existe uma base que explicita em qual dos níveis de customização se encontra cada venda feita em 2017 por esta distinção ainda não ter sido implementada. Além do preço de venda também foi acrescentada uma linha de cálculo para estabelecer um incremento ao preço de venda, isto é, para ser possível simular qual o impacto no ponto crítico se ocorrer uma subida no preço.

$$\text{PV Unitário (€)} = (1 + \% \text{ Incremento PV}) \times \frac{\text{Volume de Vendas de cada Família}}{\text{Quantidade Vendida}} \quad (10)$$

Uma referência é composta apenas por produtos iguais e por isso o ponto crítico irá ser determinado com base na quantidade de referências encomendado do ano 2017 para demarcar qual a quantidade mínima necessária de peças iguais que cada cliente terá de encomendar por cada customização.

O número de referências PA foi calculado de acordo com o número de referências encomendadas em 2017, mas subdividindo-se em duas categorias: *standard* e customização, isto é, foi aplicado ao número total de referências encomendas uma percentagem estimada. Pelo conhecimento geral detido estima-se que as encomendas neste ano foram aproximadamente 55% referências *standard*, 25% do nível 1 de customização, 17% do nível 2 e apenas 3% do nível 3. Esta estimativa supõe-se que é igual para todas as gamas e famílias devido a não existir um histórico (ver Tabela 19).

Tabela 19 - % Refs PA por categoria/nível customização.

Categoria	Nível de Customização	Percentagem de Refs PA
	<i>Standard</i>	55%
	Nível 1	25%
Customizados	Nível 2	17%
	Nível 3	3%

Os custos de matéria-prima foram calculados através de uma média do Σ dos custos de compra em cada família e foram considerados os mesmos para os três níveis de

customização, dado que as matérias-primas utilizadas em produtos da mesma família são sensivelmente os mesmos em todos os níveis de customização. O resultado foi obtido através da equação (11).

$$\text{Custo MP Unitário (€)} = \frac{\Sigma \text{ Compras Totais de cada Família}}{\text{Quantidade Vendida de cada Família}} \quad (11)$$

Os custos variáveis totais são aqueles que se alteram quando o nível de atividade se altera, isto é, os custos variáveis variam proporcionalmente com a quantidade produzida ou vendida, consoante os casos. Nesta situação, os custos variáveis unitários foram determinados através da equação (12), ou seja, da soma dos custos de matéria-prima unitários com outros custos variáveis que foram disponibilizados. Os outros custos variáveis englobam a mão-de-obra direta, a quota-parte de fornecimentos e serviços externos inerentes à produção (eletricidade, água, gás e outros).

$$\text{Custos Variáveis Unitários (€)} = \text{Custos MP} + \text{Outros Custos Variáveis} \quad (12)$$

Após ter calculado todas estas rubricas pode-se calcular o ponto crítico em quantidade através da equação (13), de forma a descobrir quantas peças iguais são precisas fazer em cada referência PA para a empresa ter um resultado operacional nulo, isto é, quantas unidades são necessárias produzir em cada referência PA para as suas vendas cobrirem todos os custos, tendo em conta o número de referências PA solicitadas no ano de 2017.

$$\text{Ponto Crítico em Qtd (un)} = \frac{\text{Custos Fixos Totais}}{\text{PV Unitário} - \text{CV Unitários}} / \text{N.º Refs PA} \quad (13)$$

Notas: no cálculo (Microsoft Excel) do ponto crítico, foi aplicada a função "ARREDONDAR.PARA.CIMA" como princípio de segurança, ou seja, não correr riscos de incorrer em prejuízos operacionais. Como exemplo, a família L070/120 apresenta um ponto crítico = 0,50 un, ou seja, não seria necessário produzir, no entanto, está errado porque existem custos de desenvolvimento, sendo que a empresa não pode aceitar uma encomenda de referência PA sem encomendar PA.

	Resultado ajustado (Nível 1)	Resultado real (Nível 1)
Quantidade produzida (un)	4	4
Nº referências PA (un)	4	3,50
Ponto crítico (un)	1	0,50

Relativamente ao nº de referências PA, a quantidade vendida do exemplo acima representa uma baixa quota parte das vendas, sendo que 3% correspondentes ao nível 3 de customização não é significativa, resultando numa quantidade de referências PA inferior a 1. No futuro e com uma decomposição real da % referências PA, este problema será mitigado.

Como foi mencionado anteriormente, cada referência é diferente de todas as outras e é composta por um lote de produtos iguais. Neste cálculo dividiu-se o ponto crítico pelo número de referências do ano 2017 para assim simular as quantidades mínimas necessárias que o cliente terá de encomendar para a empresa não ter prejuízos.

O indicador que também foi calculado para a análise desta subdivisão de produtos em níveis foi a margem de segurança em quantidade e em percentagem. Esta margem indica a percentagem de queda das vendas que faz a empresa entrar no ponto crítico e quantas unidades a empresa poderá deixar de vender até alcançar o ponto crítico e

possivelmente contrair prejuízos, tendo sido utilizadas as equações (14) e (15) respetivamente.

$$\text{Margem de Segurança em Qtd (un)} = \text{Qtd Vendida} - \text{Qtd no Ponto Crítico} \quad (14)$$

$$\text{Margem de Segurança (\%)} = \frac{\text{Qtd Vendida} - \text{Qtd no Ponto Crítico}}{\text{Qtd Vendida}} \quad (15)$$

Um outro indicador que também é interessante analisar é a margem apenas considerando os custos variáveis e de desenvolvimento (Margem *) para saber qual o impacto real com a implementação dos custos de desenvolvimento, tendo sido calculada com base na equação (16). Assim, pode-se perceber se existe algum produto que está a ser vendido abaixo destes custos e que tem um impacto negativo. Para determinar os custos de desenvolvimento unitários dividiu-se os custos de desenvolvimento por referência pela quantidade no ponto crítico.

$$\text{Margem}^* (\%) = \text{PV Unitário} - \text{CV Unitários} - \frac{\text{Custos de Desenvolvimento}}{\text{Ponto Crítico em Quantidade}} \quad (16)$$

*Margem**: margem apenas considerando os custos variáveis e de desenvolvimento.

Outro indicador que revela informação económica para o apoio à tomada de decisão é a margem de contribuição. Este é calculado através da diferença entre o volume de negócios e os custos variáveis. Neste estudo, não é pertinente analisar a variação deste rácio porque os custos variáveis são iguais nos três níveis, ou seja, esta margem é constante em cada família.

4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Relativamente ao ponto crítico, pode-se verificar que nas três gamas o nível 1 apresenta mais referências PA, mas com menos produtos, seguindo-se o nível 2 com referências mais baixas que o nível 1, mas com mais quantidade de produtos iguais e consequentemente o nível 3 com menores referências, mas com quantidades mais elevadas. Isto é devido à % de decomposição das referências ser maior no nível 1 e menor no nível 3, sendo o inverso ao nível dos custos de desenvolvimento, o que faz com que sejam precisas maiores quantidades para puderem suportar os mesmos custos. Conforme já foi referido, a decomposição aplicada a cada gama foi igual (ver Tabela 20).

Tabela 20 - Resumo das conclusões gerais da análise dos resultados.

CONCLUSÕES	Ponto Crítico	Margem de Segurança	Margem *
Situação geral	O nível 3 tem maior quantidade no ponto crítico que os restantes níveis e os custos de desenvolvimento são maiores neste nível.	Pressupõe-se que empresa produz a maior parte dos produtos com margens positivas, apesar de haver alguns produtos com margens negativas.	A empresa apresentou em todos as famílias e níveis margens positivas.

Causa	A percentagem de decomposição de níveis é inferior no nível 3, pois estima-se que apenas 3% das quantidades vendidas sejam de nível 3.	As margens negativas são devidas à empresa não ter conseguido vender as quantidades necessárias para suportar com os custos operacionais.	O preço de venda dos produtos cobre os custos variáveis e os custos de desenvolvimento.
Soluções para melhoramento	Conseguir saber a decomposição por níveis real de modo a calcular mais fiavelmente os gastos variáveis. Determinar os custos variáveis por família.	Para margens negativas a empresa deve tentar convencer os clientes a encomendarem mais peças por cada referência ou fazer um esforço para arranjar novos clientes.	Para margens mais baixas, a empresa poderá aumentar o preço de venda, no entanto terá de estudar se é uma alternativa viável e sustentável.

4.5.1 GAMA DOMÉSTICOS

Nesta gama e como exemplo, a família TCHEUSI no nível 1 precisa vender 61 referências diferentes com no mínimo 11 produtos iguais para suportar os custos e ter um resultado nulo. Se vender 62 referências ou se vender um produto a mais numa encomenda das 61 referências já apresenta lucro.

No que respeita à margem de segurança pode-se afirmar que no nível 3 praticamente todas as famílias apresentam margens negativas, excetuando a família F1P-L60 que é a única com a margem positiva nos três níveis. Uma margem de segurança negativa significa que a empresa apresentou vendas inferiores ao resultado do produto entre as vendas do ponto crítico e o nº de referência PA, ou seja, a empresa não vendeu as quantidades necessárias para suportar os seus custos.

Outro acontecimento notável é que existiu uma família F2P-L54 que apresenta nos três níveis margens negativas. A empresa nestes casos deverá repensar o preço de venda ou arranjar novos clientes para estes produtos ou ainda tentar convencer os clientes a encomendarem mais unidades por cada referência.

Um exemplo de leitura, a família SIF no nível 1 vendeu 1.905 produtos a mais, o que traduz que pode descer as suas vendas em 46% até atingir o ponto crítico e conseguir um resultado nulo. O mesmo produto no nível 3 apresenta uma margem negativa o que indica que faltou vender 1.255 produtos para atingir o ponto crítico e que os produtos que vendeu não conseguiram cobrir os custos associados neste nível.

Analisando a margem apenas considerando os custos variáveis e de desenvolvimento, verifica-se que todos os produtos apresentam margens positivas e que o produto com maior margem é CV-L54 no nível 3. Apesar da coincidência, o produto com menores margens é o que tem as margens de segurança negativas nos três níveis, F2P-L54, com uma média dos três níveis de 16%. Isto significa que o preço de venda cobre os custos

variáveis e de desenvolvimento com uma margem de 16%, ou seja, o preço de venda é superior aos custos variáveis e de desenvolvimento em 16% (ver Tabela 21).

Tabela 21 – Resumo das conclusões da gama Domésticos.

GAMA DOMÉSTICOS	Ponto Crítico	Margem de Segurança	Margem *
Situação mais positiva	Família F1P-L60 apresentou menor quantidade no ponto crítico (apresenta a maior margem entre o preço de venda e os custos variáveis).	Família F1P-L60 apresentou nos 3 níveis margens positivas.	Todos os produtos apresentaram margens positivas, sendo que a família CV-L54 é o que apresentou maior margem.
Situação menos positiva	Família F2P-L54 apresentou maior quantidade no ponto crítico (é necessário vender mais porque o preço de venda é o mais baixo).	Família F2P-L54 apresentou nos 3 níveis margens negativas.	Família F2P-L54 apresentou menor margem, embora que positiva.

4.5.2 GAMA PROFISSIONAIS / COMERCIAIS

Nesta gama, as famílias de produtos apresentam necessidades mais baixas de lotes iguais para suportar os custos e obter um resultado nulo. Isto acontece, porque o volume de vendas desta gama é muito inferior comparativamente aos domésticos, com 6,4% e 93,4% respetivamente.

Quanto à margem apenas considerando os custos variáveis e de desenvolvimento, pode-se concluir que as famílias L070/120, VPL, MPL e L070/120PV apresentam resultados substancialmente superiores aos restantes nos três níveis de customização. Os produtos que compõem estas famílias apresentam margens de lucro que justificam esses resultados, ou seja, apesar do nível 3 apresentar genericamente margens de segurança significativamente negativas, as quatro famílias conseguem suportar os custos de desenvolvimento com um baixo ponto crítico e margens de segurança em quantidade próximas de zero (entre -0,8 un e -0,3 un). Estes resultados vão ao encontro das expectativas do paradigma da customização (ver Tabela 22).

Tabela 22 – Resumo das conclusões da gama Profissionais / Comerciais.

GAMA PROFISSIONAIS / COMERCIAIS	Ponto Crítico	Margem de Segurança	Margem *
Situação mais positiva	Família MPL apresentou menor quantidade no ponto crítico (apresenta a maior margem entre o preço de venda e os custos variáveis).	Família SICC apresentou margens de segurança mais altas, ainda que no nível 3 apresente (a mais baixa) margem negativa.	Todos os produtos apresentaram margens positivas, sendo que a família MPL é o que apresentou maior margem.

Situação menos positiva	Família L070/120 apresentou as margens mais baixas no nível 1 e 2 (13%) e a Família AGF apresentou a margem negativa mais alta no nível 3 (-237%).	Família GHC apresentou maior quantidade no ponto crítico, embora que a quantidade seja baixa com 3, 5 e 18 unidades no nível 1, 2 e 3 respetivamente (o preço de venda alto compensa com os custos).	Família GHC apresentou menor margem, embora que positiva.
-------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------

4.5.3 CAVES

Relativamente à gama caves, é composta apenas por uma única família e à semelhança de algumas famílias da gama profissionais / comerciais, apresenta margens apenas considerando os custos variáveis e de desenvolvimento acima da média, de 285%, 247% e 300% para os níveis 1, 2 e 3 respetivamente. As margens de segurança positivas nos três níveis demonstram que a empresa apresentou vendas superiores às do ponto crítico, ou seja, apesar de ser a gama com o mais baixo volume de vendas (0,2%), vendeu quantidades necessárias para suportar os custos e obter lucro (ver Tabela 23). Esta gama diferenciadora tem alguma procura, mas não há muita oferta no mercado, tornando-se assim um produto de nicho. Ao verificar esta oportunidade de negócio, concluiu-se que esta gama poderia ter uma margem maior comparativamente às restantes gamas.

Tabela 23 – Resumo das conclusões da gama Caves.

CAVES	Ponto Crítico	Margem de Segurança	Margem *
Situação mais positiva	Nível 1 e 2 apresentaram pontos críticos de 2 quantidades.	Nível 1 e 2 apresentaram margens (arredondadas) iguais devido à quantidade ser sensivelmente igual.	Nível 3 apresenta maior margem pela quantidade no ponto crítico ser maior neste nível.
Situação menos positiva	Nível 3 apresentou um ponto crítico de 10 quantidades, face à decomposição das referências.	Nível 3 apresenta menor margem de segurança, apesar de positiva.	Nível 2 apresenta menor margem de segurança devido aos custos de desenvolvimento serem maiores que no nível 1.

Em suma, na Tabela 24, apresenta-se uma breve análise aos ganhos qualitativos e quantitativos que as propostas implementadas trazem à empresa.

Tabela 24 – Resumo da análise aos ganhos qualitativos e quantitativos.

Propostas / Soluções	Ganhos Qualitativos	Ganhos Quantitativos
Definição dos níveis de customização.	Melhor organização das variáveis customizáveis através da divisão em três níveis de customização em função da complexidade.	Não são contabilizados.

Determinação dos custos operacionais da customização ao nível do desenvolvimento e preparação dos produtos.	<p>Consciencialização dos custos em função do nível de customização.</p> <p>Maior conhecimento sobre o processo.</p> <p>Maior autonomia do departamento comercial.</p>	Determinação de custos para nível 1: 126,79 €, nível 2: 203,54 € e nível 3: 487,38 €.
Desenvolvimento de uma ferramenta para determinar o ponto crítico de cada nova referência PA.	<p>Apoio à decisão da customização.</p> <p>Aumento da eficiência através da análise do ponto crítico, evitando assim prejuízos operacionais.</p>	Determinação de quantidades mínimas por referência PA em função dos custos.

4.6 FERRAMENTAS DE APOIO À INDUSTRIALIZAÇÃO E OUTRAS PROPOSTAS DE MELHORIA

A customização na Tensai Indústria S.A. de uma forma geral origina maior complexidade ao nível de toda a logística industrial. Além disso, a gestão e controlo da produção em tempo real não é uma tarefa simples, ou seja, é difícil obter informações sobre o estado geral de um produto em curso, pois a empresa ainda não controla os passos intermédios. Para efeitos de gestão e controlo de *stocks*, as MPs apenas são debitadas assim que forem introduzidas no produto, transformando-se em PA e registado no ERP.

4.6.1 FERRAMENTAS DE APOIO À INDUSTRIALIZAÇÃO

Quanto à ferramenta existente de apoio à industrialização e controlo da produção, todos os produtos em linha são acompanhados por uma ficha de controlo de montagem (FCM). Este documento é aplicado na fase inicial de pré-montagem, ou seja, onde o produto adquire a estrutura base. A FCM agrupa a seguinte informação:

- Dados sobre as variáveis customizáveis: esta informação determina os elementos diferenciadores de cada modelo;
- Elementos de controlo produtivo;
- *Barcodes* de rastreamento produtivo, instrução e controlo sobre a tipologia do modelo, carga de gás refrigerante, testes elétricos, funcionais e visuais.

Esta FCM está embebida na ordem de produção. Em anexo, está disponível um exemplo (ver anexo D) relativo a um produto aleatório.

4.6.2 OUTRAS PROPOSTAS DE MELHORIA

Ao nível de outras propostas de melhoria destacam-se as seguintes:

- Alargamento dos procedimentos *standard* com objetivo de normalizar os processos e minimizar a probabilidade de erro.

- A previsibilidade das necessidades dos clientes: o departamento comercial deve analisar as tendências dos clientes já existentes e traçar um padrão de consumo. Além disso, os comerciais devem procurar encaminhar os requisitos dos clientes em função dos componentes com taxas de rotação mais baixas de forma a procurar o equilíbrio dos inventários.
- A previsibilidade do desempenho dos fornecedores: a extensa lista de fornecedores e a sua dispersão geográfica deve ser categorizada em função dos desvios no prazo de entrega. Ao mesmo tempo que procuramos uma otimização de *stocks* e a implementação de uma filosofia *LEAN*, a empresa está constantemente a desafiar os tempos e a trabalhar no limite, daí o seu elevado grau de criticidade para o planeamento e logística. É fundamental aumentar a % de componentes provenientes de fornecedores com proximidade física.
- A adoção de tecnologias de informação, nomeadamente um *software* configurador de produto que trabalhe em conjunto com o MRP já implementado. Através de um conjunto de perguntas e respostas acompanhadas de imagens ilustrativas (variáveis de customização), configura-se o produto desejado, tal como apresentado por Liechty, Ramaswamy e Cohen (2001). Deste modo, a partir de um conjunto base é possível personalizar um conjunto de componentes intercambiáveis com um baixo nível de erro. Executada a configuração do produto, a informação terá de ser validada pelo departamento comercial de forma a analisar eventuais incompatibilidades entre clientes e / ou mercados. Posteriormente será encaminhado para o departamento de I&D que dará o seguimento habitual. Como exemplo: A Liebherr disponibiliza um configurador com base num mapeamento 3D, intitulado de “*Design your Fridge – MyStyle*” que oferece opções desde cores, imagens personalizadas, iluminação, ventilação e acessórios, : <https://home.liebherr.com/shop/de/aut/productconfigurator/container/page?language=de_DE&item=090149951> (ver Figura 20).



Figura 20 – Configurar produto Liebherr.

(Fonte: Liebherr, 2018).

- A implementação de um *software* MES na produção, assim como o *hardware* necessário ao seu funcionamento e integração ao sistema ERP já implementado, de forma a gerir e controlar em tempo real toda a produção, obtendo uma visão completa da empresa. O *software* SAP Manufacturing Execution é uma proposta de solução com vista à integração simplificada com o SAP ERP.
- Ampliação do sistema de *Kanbans* que facilitem a programação produtiva e movimentação dos componentes. Apesar de genericamente as MPs utilizadas não possuírem um custo unitário muito elevado (exceção de alguns exemplos, tais como compressores, controladores eletrónicos e cobre), a elevada variedade exige a manutenção de *stocks* reduzidos (considerando um *stock* de segurança), caso contrário a gestão torna-se ingerível, quer pela variação da sua cotação (com destaque no mercado cambial), quer pelos custos de posse. Além disso, também é importante promover a redução de *stocks* do produto em curso e produto acabado. Dessa forma, a implementação de um sistema *pull* tem a capacidade de alterar a relação com os clientes no sentido de organizar e planear a produção em função das encomendas.
- Além de toda a flexibilidade ao nível dos processos e equipamentos, o investimento na formação dos recursos humanos desenvolve conhecimentos multifacetados e uma visão ampla dos processos, tornando-os capazes de responder ao *mix* de produtos customizados. Além disso, a retenção dos recursos também deve ser analisada com maior preocupação.
- A análise do mercado através do departamento de *marketing* deve interpretar as necessidades e tendências dos clientes e mercados de forma a prever as alterações das especificações dos produtos.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

5.1 PRINCIPAIS CONTRIBUTOS DO TRABALHO

5.2 VALOR ACRESCENTADO DO TRABALHO

5.3 TRABALHO FUTURO

5 CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

O desenvolvimento do enquadramento teórico e revisão da literatura solidificou e alargou competências fundamentais para elaborar este estudo, integrando a perspetiva teórica com a realidade da empresa alvo, tornando assim este projeto mais sólido e profissional. O *know-how* adquirido será indiscutivelmente útil para o futuro.

Sendo este projeto integrado na realidade industrial, possibilitou uma vivência do seu quotidiano, tornando-o enriquecedor a nível pessoal.

É importante salvaguardar que a CM pode ser apenas uma personalização cosmética e não integrada numa estratégia de negócio. O importante é desenvolver uma estratégia que ajude a criar uma vantagem competitiva, criando ou explorando novos nichos de mercado. Tudo depende da tipologia de produto e do nível de personalização exigida.

5.1 PRINCIPAIS CONTRIBUTOS DO ESTUDO

Relativamente ao caso prático alvo de estudo, é fundamental agilizar o processo de desenvolvimento e preparação do produto com o objetivo de reduzir os custos associados. Atualmente, este processo é excessivamente manual e com elevada exposição ao erro humano na fase de combinação das variáveis customizáveis. A implementação de um *software* configurador de produto seria uma ferramenta de mitigação ao erro, assim como um facilitador às funções dos colaboradores envolvidos. Os níveis 1 e 2 de customização seriam os mais beneficiados. No entanto, também é importante manter uma produção cada vez mais flexível para que a sua multifuncionalidade responda de forma eficiente à personalização dos produtos e possa garantir um fluxo contínuo e flexível entre a ordem de venda e a expedição.

Na empresa alvo deste estudo, os estágios de customização resumem-se a três: *design*, fabricação e montagem, mas com menor destaque ao *design* pois envolve mais desenvolvimento, maior complexidade técnica e operacional, custos elevados e prazos alargados. Estes estágios estão presentes nos três níveis de customização definidos: estético, funcional e termodinâmico.

É importante promover a utilização de componentes modulares e intercambiáveis, sendo este um critério de seleção primordial. Além do mais, as exigências legais entre os diferentes mercados apresentam-se com um limitador cada vez mais significativo.

Quanto aos custos associados ao desenvolvimento e planeamento da customização, foram integrados no cálculo dos indicadores de risco económico, no qual foi desenvolvida uma ferramenta de apoio e suporte às tomadas de decisões, com destaque na determinação do ponto crítico e margem de segurança dos produtos por cada nível de customização. De salientar que esta análise do ponto crítico deverá ser revista regularmente ou no mínimo semestralmente para verificar se o objetivo proposto do número de referências / encomendas está a ser cumprido. Se o número de referências PA estiver muito abaixo do esperado e se for provável que o objetivo não será cumprido,

a empresa deverá fazer uma nova previsão do número de referências e calcular um novo ponto crítico, ou seja, calcular uma nova quantidade mínima por referência PA. Neste estudo, a decomposição percentual dos níveis de customização foi estimada com base na experiência, pois esta categorização nunca foi realizada.

A melhoria na coordenação e controlo, com foco na flexibilidade são um resultado deste estudo.

Em suma, os principais contributos deste estudo elaborado na empresa, nomeadamente no departamento I&D são:

- Definição dos níveis de customização;
- Determinação dos custos operacionais da customização ao nível do desenvolvimento e preparação dos produtos;
- Desenvolvimento de uma ferramenta para determinar o ponto crítico de cada nova referência PA.

Na Tabela 25 apresentam-se os estados de implementação relativos às propostas / soluções apresentadas:

Tabela 25 – Estado de implementação das propostas / soluções.

Propostas / Soluções	Estado de implementação
Definição dos níveis de customização.	Foi implementado este novo paradigma de categorização de produto em função do nível de customização. Na fase inicial adquiriu-se o conhecimento, organização e controlo da diversificação das novas referências de PA. Espera-se que esta medida seja a base do mapeamento produtivo, com benefícios na definição da estratégia da empresa.
Determinação dos custos operacionais da customização ao nível do desenvolvimento e preparação dos produtos.	Este conhecimento começou a ser considerado, uma vez que consciencializou a administração para os custos envolvidos e simultaneamente promoveu um desafio à melhoria dos processos envolvidos com objetivo de reduzir os custos. Já é possível responder à questão “ <i>Quais os custos do desenvolvimento e preparação para cada nível?</i> ”.
Desenvolvimento de uma ferramenta para determinar o ponto crítico de cada nova referência PA.	Esta ferramenta não foi implementada durante a execução deste projeto, mas estão a ser criadas condições para que a curto prazo seja uma realidade. Está prevista a sua expansão para cada hierarquia de produto. Espera-se que traga grandes benefícios à empresa através do equilíbrio entre os custos e quantidades mínimas, criando um alinhamento estratégico.

5.2 VALOR ACRESCENTADO DO TRABALHO

Considerando a pressão competitiva da era industrial moderna que exige das empresas alternativas para responder às solicitações do mercado, a CM é encarada como uma solução de futuro dos produtos de consumo, mas é fundamental garantir uma eficiência aproximada da produção em massa, tornando as empresas mais competitivas, melhorando a satisfação dos clientes e a sua fidelização às marcas.

Nesse sentido, o desenvolvimento da ferramenta para determinar o ponto crítico de vendas em quantidade tendo em consideração os custos de desenvolvimento, permitiu encontrar o equilíbrio entre as quantidades mínimas de venda por uma nova referência PA, os custos e o preço de venda, de forma a garantir margens de lucro ou no limite com lucro nulo.

5.3 TRABALHO FUTURO

A curto prazo, é crucial alterar a ferramenta de cálculo do ponto crítico, decompondo cada família nas diferentes hierarquias e assim obter resultados mais detalhados.

Como recomendação para médio prazo, sugere-se o investimento na contabilidade de gestão através de uma mudança de perspectiva dentro da empresa. Compreender a utilidade da informação proveniente dessa função no apoio à tomada de decisão permitiria perceber a rentabilidade individual dos produtos e gamas. Apesar dos custos com matéria-prima desempenharem uma elevada importância, existe menos hipóteses de controlo devido à dependência de fatores externos. Assim é importante compreender e controlar os custos de produção, dada a sua dependência interna. É fundamental diferenciar os custos variáveis em função da complexidade da família.

**CAPÍTULO 6 - BIBLIOGRAFIA E
OUTRAS FONTES DE
INFORMAÇÃO**

6 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Anderson, D., Pine II, J., (1997). *Agile Product Development for Mass Customization*. IRWIN Professional Publishing, Chicago, London, and Singapore. ISBN 978-0-786-31175-0.
- Anderson, D., (2008). *Build-to-Order & Mass Customization: The Ultimate Supply Chain Management and Lean Manufacturing Strategy for Low-Cost On-Demand Production without Forecasts or Inventory*. CIM Press, pp. 268-288. ISBN 978-1-878-07230-6.
- Bernard, A., Daaboul, J., Laroche, F., Da Cunha, C. (2011). *Mass Customisation as a Competitive Factor for Sustainability. Enabling Manufacturing Competitiveness and Economic Sustainability*. Springer, pp. 18-25. ISBN 978-3-642-23859-8.
- Caldeira, M., (2005). *A Integração dos Sistemas de Informação Organizacionais: Conceitos, Soluções, Riscos e Benefícios*, In: Amaral, L., Magalhães, R., Morais, C., Serrano, A. e Zorrinho, C., (Ed), *Sistemas de Informação Organizacionais*, Lisboa, Edições Sílabo, pp. 74-95.
- Carel Website - Refrigerant Scenario Rules and Trends in the Near Future. Disponível em: <<http://docplayer.net/35612643-Refrigerant-scenario-rules-and-trends-in-the-near-future-white-paper-knowledge-center.html>>, consultado em 18-06-2018.
- Colledani, M., Terkaj, W., Tolio, T. & Tomasella, M. (2008). *Development of a Conceptual Reference Framework to Manage Manufacturing Knowledge Related to Products, Processes and Production Systems*. Springer, pp. 259-284. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-78431-9_15>.
- Corbett, C., (2005). *Mass Customization vs Mass Production: Variety and Price Competition*. Warrington College of Business Administration University of Florida, Gainesville, Florida 32611-7169, USA. <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.913813>>.
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. R. (2009). *Investigação-Acção – Metodologia Preferencial nas Práticas Educativas*. *Revista Psicologia, Educação e Cultura*, 2 (XIII), pp. 455-479.
- Davis, S. (1987). *Future Perfect*, Reading: Addison-Wesley. ISBN 978-0-201-11513-0.
- Da Silveira, G., Borenstein, D., & Fogliatto, F. S. (2001). *Mass Customization: Literature Review and Research Directions*. *International Journal of Production Economics*, 72 (1), pp. 1-13. <[https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00079-7](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00079-7)>.
- Dean, P. R., Tu, Y. L., Xue, D. (2008). *A Framework for Generating Product Production Information for Mass Customization*. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 38 (11-12), pp. 1244-1259. <<https://doi.org/10.1007/s00170-007-1171-0>>.

- Dellaert, B. G., & Stremersch, S. (2005). Marketing Mass-Customized Products: Striking a Balance between Utility and Complexity. *Journal of Marketing Research*, 42 (2), pp. 219-227. <<https://doi.org/10.1509/jmkr.42.2.219.62293>>.
- Duray, R. et al. (2000). Approaches to Mass Customization: Configurations and Empirical Validation. *Journal of Operations Management*, 18 (6), pp. 605-625. <[https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(00\)00043-7](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(00)00043-7)>.
- Fogliatto, F., Silveira, G. (2011). *Mass Customization – Engineering and Managing Global Operations*. Springer, pp. 3-85. ISBN 978-1-84996-489-0.
- Gibson, C., Holland, C. e Light, B., (1999). Enterprise Resource Planning: A Business Approach to Systems Development. *Proceedings of the 32th Hawaii International Conference on System Sciences*. <<https://doi.org/10.1109/HICSS.1999.772816>>.
- Gilmore, James H., Pine, B. Joseph II, (1997). The Four Faces of Mass Customization, *Harvard Business Review*, President and Fellows of Harvard College, Boston MA, U.S.A. pp. 115-132.
- Gomes, João P., Martins, Paulo P., Lima, Rui M. (2011). Benefícios e Desafios da Customização em Massa. *Departamento de Produção e Sistemas – Universidade do Minho*.
- Hankammera, S., Jianga, R., Kleera, R., Schymanietzc, M. (2016). From Phonebloks to Google Project Ara - A Case Study of the Application of Sustainable Mass Customization. *Procedia CIRP, Elsevier*, 51, pp. 72-78. <<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.157>>.
- Heiskala, M., Kaija-Stiina P., & Juha T. (2005). Mass Customization of Services: Benefits and Challenges of Configurable Services. *Frontiers of E-Business Research 2005*, pp. 206-221.
- Hermann, M., Pentek, T., Otto, B., (2015). *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*, Tech Universität Dortmund. <<https://doi.org/10.13140/rg.2.2.29269.22248>>.
- Hoek, R. (2001). The Rediscovery of Postponement a Literature Review and Directions for Research. *Journal of Operations Management* nº19. Disponível em <<https://pdfs.semanticscholar.org/187a/22613ad7acb534c6c2b5fe7c9486c4b45e2d.pdf>>, consultado em 10-02-2018.
- Jacobs R., Chase R. (2009). *Operations and Supply Management*. McGraw-Hill Irwin, Boston, 12th edition. ISBN 978-0-07722-893-4.
- Jiao, J., Ma, Q., Tseng, M., (2003). Towards High Value-Added Products and Services: Mass Customization and Beyond, *Technovation*, 23 (10), pp. 809-821. <[https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(02\)00023-8](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(02)00023-8)>.
- Kotha, S. (1995). Mass Customization: Implementing the Emerging Paradigm for Competitive Advantage. *Strategic Management Journal*, 16 (S1), pp. 21-42.

- Lampel, J., Mintzberg, H. (1996). Customizing Customization. MIT Sloan Management Review, 38 (1), pp. 21-30.
- Le, C., Kasmaji, W., Packianather, M., Mengistu, S., Tran, D., Chu, A. (2017). Customer Driven Mass-Customisation and Innovative Product Development with Parametric Design & Generative Modeling. Proceedings of the 15th International Conference on Manufacturing Research - ICMR 2017, London.
- Linde Website. Disponível em: <<http://www.linde-gas.pt>>, consultado em 18-06-2018.
- Lorenz, M., Rüßmann, M., Strack, R., Lueth, K., e Bolle, M. (2015). Man and Machine in Industry 4.0: How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025?, The Boston Consulting Group – BCG <http://englishbulletin.adapt.it/wp-content/uploads/2015/10/BCG_Man_and_Machine_in_Industry_4_0_Sep_2015_tcm80-197250.pdf>, consultado em 20-07-2017.
- Machado, A., Moares, W. (2010). Estratégias de Customização em Massa: Um Estudo de Caso na Indústria de Fabricação de Móveis: Revista Gestão Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 6 (2), pp. 175-195.
- Morgan, R., & Hunt, S. (1994). The Commitment-Trust Theory of Relationship Marketing. Journal of Marketing, 58 (3), pp. 20-38.
- Nahmens, I. (2007). Mass Customization Strategies and their Relationship to Lean Production in the Homebuilding Industry. Universidade da Florida.
- Medini, K., Duigou, J., Cunha, C., Bernard, A. (2014). Investigating Mass Customization and Sustainability Compatibilities. International Journal of Engineering Science and Technology, 7 (1), pp. 11-20. <<http://dx.doi.org/10.4314/ijest.v7i1.2>>.
- Nambiar, A. (2009). Mass Customization: Where do we go from here? In Proceedings of the World Congress on Engineering 2009, Vol I WCE 2009, July 1 - 3, London, U.K. pp. 687-693. ISBN 978-988-17012-5-1.
- Nike Website. Disponível em:
<<http://nikeid.nike.com/nikeid/index.jhtml?ref=www.nike.com#home>>,
consultado em 22-07-2017.
- Oleson, John D., (1998). Pathways to Agility: Mass Customization in Action. John Wiley and Son, Inc. ISBN 978-0471191759.
- Piller, F., (2006), Mass Customization Success Factors and Challenges to Co-Create Value with your Customers. International Conference of Mass Customization, 2006 ICMC.
- Piller, F., Lindgens, E., Steiner, F., (2012), Mass Customization at Adidas: Three Strategic Capabilities to Implement Mass Customization: RWTH Aachen University. <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1994981>>.

- Pine, B. (1993). *Mass Customization: the New Frontier in Business Competition*. Boston: Harvard Business School Press. ISBN 978-0-87584-372-8.
- Pinto, J.P. (2010). *Gestão De Operações: Na Indústria e Nos Serviços*. LIDEL, 3. ISBN 978-9-72757-741-5.
- Pourabdollahian, G., Steiner, F. (2014). *Environmental and Social Impacts of Mass Customization: An Analysis of Beginning-of-Life Phases*. Creative Commons Attribution 4.0 International License, pp. 526-532.
- Probst, L., Monfardini, E., Frideres, L., Demetri, D., Kauffmann, A., Clarke, S. (2013). *Advanced Manufacturing – Mass Customisation*. Business Innovation Observatory. Disponível em <https://ec.europa.eu/growth/sites/growth/files/03-amt-mass-customisation_en.pdf>, consultado em 10-02-2018.
- Rudberg, M. & J. Wikner (2004). *Mass Customization in Terms of the Customer Order Decoupling Point*. *Production Planning & Control*, 15 (4), pp. 445-458.
- Ruohonen, M., Riihimaa, J., & Makipaa, M. (2006). *Knowledge Based Mass Customization Strategies: Cases from Finnish Metal and Electronics Industries*. *International Journal of Mass Customization*, 1 (2/3), pp. 340-359.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research Methods for Business Students*. Prentice Hall, Pearson Education Limited, 5. ISBN 978-0-273-71686-0.
- Sharma, K. (2016). *Overview of Industrial Process Automation*, 2, pp. 377-383. ISBN 978-0-12805-354-6.
- Slack, N. (1983). *Flexibility as a Manufacturing Objective*. *International Journal of Operations & Production Management*, 3 (3), pp. 4-13. <<https://doi.org/10.1108/eb054696>>.
- Slack, N., S. Chambers e R. Johnston. (2009). *Operations Management*. Prentice Hall/Financial Times, 6. ISBN 978-0-27373-046-0.
- Starr, M. (1989). *Managing Production and Operations*. Prentice Hall. ISBN 978-0-13551-284-5.
- Tseng, M., Jiao, J. (1996), *Design for Mass Customization*, *Annals of the CIRP*, 45 (1), pp. 153-156. <[https://doi.org/10.1016/S0007-8506\(07\)63036-4](https://doi.org/10.1016/S0007-8506(07)63036-4)>.
- Tseng, M., Jiao, J., (1998), *Concurrent Design for Mass Customization*, *Business Process Management*, 4 (1), pp. 10-24. <<https://doi.org/10.1108/14637159810200111>>.
- Tu, Q., Vonderembse, M., Ragu-Nathan, T., Ragu-Nathan B., (2004), *Measuring Modularity - Based Manufacturing Practices and Their Impact on Mass Customization Capability: A Customer Driven Perspective*, *Decision Sciences*, 35 (2), pp. 147-168. <<https://doi.org/10.1111/j.00117315.2004.02663.x>>.
- Zipkin, P., (2001). *The Limits of Mass Customization*, *MIT Sloan Management Review*; Springer, 42 (3), pp. 81-87.

ANEXOS

ANEXO A – DETALHE DA ANÁLISE INTERNA DO VOLUME DE
NEGÓCIOS

ANEXO B – DETALHE CUSTOS DOS NÍVEIS DE CUSTOMIZAÇÃO

ANEXO C – CÁLCULOS DETALHADOS DOS INDICADORES DE
RISCO ECONÓMICO

ANEXO D – ORDEM DE PRODUÇÃO / FCM

ANEXOS

ANEXO A – DETALHE DA ANÁLISE INTERNA DO VOLUME PRODUÇÃO

EVOLUÇÃO DO Nº CLIENTES, Nº REFS PA E DA QUANTIDADE DE PRODUÇÃO ENTRE 2015 E 2017

Quantidades por Cliente	2015				2016				2017			
	Nº Clientes	Nº Refs PA	Quantidade Produção	Média \bar{X}	Nº Clientes	Nº Refs PA	Quantidade Produção	Média \bar{X}	Nº Clientes	Nº Refs PA	Quantidade Produção	Média \bar{X}
[1; 20]	38	166	260	1,57	33	128	204	1,59	45	184	290	1,58
[21; 50]	25	325	802	2,47	21	301	689	2,29	30	317	994	3,14
[51; 500]	44	1.249	7.372	5,90	46	1.528	7.439	4,87	51	1.513	8.559	5,66
[501; 1000]	7	398	4.455	11,19	10	564	6.954	12,33	14	785	9.416	11,99
[1001; 2500]	9	881	15.074	17,11	9	1.297	14.355	11,07	5	437	7.754	17,74
[2501; 5000]	5	981	14.895	15,18	6	1.248	20.061	16,07	9	2.296	31.840	13,87
[+5001[	8	3.005	107.902	35,91	7	2.718	101.890	37,49	5	1.500	70.588	47,06
Total	136	7.005	150.760	21,52	132	7.784	151.592	19,47	159	7.032	129.441	18,41

Nº REFS PA E QUANTIDADE DE PRODUÇÃO POR CADA FAMÍLIA, SUB-GAMA E GAMA DE PRODUTOS

Gama	Sub-Gama	Família	Nº Refs PA	Total de Quantidade	Média \bar{X}
DOMÉSTICOS	Congeladores Horizontais	TCHEUSI	245	6.788	27,71
		TCHEU	2.242	52.294	23,32
		SIF	1.268	16.494	13,01
		HC	634	21.634	34,12
		Subtotal	4.389	97.210	22,15
	Congeladores Verticais	CV-L60	213	1.199	5,63
		CV-L54	307	3.655	11,91
		Subtotal	520	4.854	9,33
	Frigoríficos & Combinados	CB-L60	45	317	7,04
		F2P-L60	104	3.023	29,07
		F1P-L60	143	689	4,82
		F2P-L54	357	13.990	39,19
		F1P-L54	163	838	5,14
		Subtotal	812	18.857	23,22
	Subtotal		5.721	120.921	21,14
PROFISSIONAIS / COMERCIAIS	Conservadores Gelados	ICE	659	5.245	7,96
		GHC	16	97	6,06
		TCHC	197	1.122	5,70
		SICC	128	502	3,92
		Subtotal	1.000	6.966	6,97
	Armários	SIF700	167	1.002	6,00
		AGF	47	195	4,15
		L070/120	14	16	1,14
		Subtotal	228	1.213	5,32
	Expositores	VPL	25	36	1,44
		MPL	28	42	1,50
		L070/120PV	15	35	2,33
		Subtotal	68	113	1,66
Subtotal		1.296	8.292	6,40	
CAVES	Maturação	CAV	15	228	15,20
		Subtotal	15	228	15,20
Subtotal		15	228	15,20	
Total			7.032	129.441	18,41

2017						
Quantidades por Cliente	Nº Clientes	Nº Refs PA	Quantidade Produção	Média \bar{X}	Valor Faturação	% (Faturação)
[1; 20]	45	184	290	1,58	89.550,52 €	0,4%
[21; 50]	30	317	994	3,14	245.992,25 €	1,1%
[51; 500]	51	1.513	8.559	5,66	1.993.886,02 €	9,1%
[501; 1000]	14	785	9.416	11,99	1.964.485,30 €	9,0%
[1001; 2500]	5	437	7.754	17,74	1.212.677,20 €	5,5%
[2501; 5000]	9	2.296	31.840	13,87	5.651.105,58 €	25,8%
[+5001[	5	1.500	70.588	47,06	10.787.338,13 €	49,2%
Total	159	7.032	129.441	18,41	21.945.035,00 €	100,0%

2017						
Quantidades por Refs PA	Valor Faturação	% (Faturação)	Nº Refs PA	Quantidade Produção	Média \bar{X}	% (Refs PA)
[1; 10]	3.653.167,86 €	16,6%	4.733	17.077	3,61	13,2%
[11; 50]	7.491.502,68 €	34,1%	1.739	39.703	22,83	30,7%
[51; 100]	3.970.298,35 €	18,1%	307	22.741	74,07	17,6%
[101; 250]	4.384.214,98 €	20,0%	216	32.960	152,59	25,5%
[251; 500]	1.433.089,80 €	6,5%	26	9.894	380,54	7,6%
[501; 1000]	835.353,33 €	3,8%	10	5.773	577,30	4,5%
[+1001[	177.408,00 €	0,8%	1	1.293	1293,00	1,0%
Total	21.945.035,00 €	100,0%	7.032	129.441	18,41	100,0%

ANEXO B – DETALHE CUSTOS DOS NÍVEIS DE CUSTOMIZAÇÃO

CUSTOS DETALHADOS/HORA COLABORADOR

	Mensal	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Mensal	Hora
	Vencimento Base	Segurança Social (TSU)	Seguro Trabalhador	Alimentação Cantina	Suporte Cantina	Assiduidade	Formação, Medicina no trabalho e HST	Fundo Garantia Salarial (FGCT)	Seguro Saúde	Total	Total	Total
Administrativo A	750,00 €	2.493,75 €	136,50 €	800,00 €	42,49 €	275 €	40 €	105,00 €	260,00 €	14.652,74 €	1.332,07 €	7,69 €
Técnico A	1.250,00 €	4.156,25 €	227,50 €	800,00 €	42,49 €	275 €	40 €	175,00 €	260,00 €	23.476,24 €	2.134,20 €	12,31 €
Técnico B	1.250,00 €	4.156,25 €	227,50 €	801,00 €	42,49 €	275 €	40 €	175,00 €	260,00 €	23.477,24 €	2.134,29 €	12,31 €
Designer A	1.000,00 €	3.325,00 €	182,00 €	800,00 €	42,49 €	275 €	40 €	140,00 €	260,00 €	19.064,49 €	1.733,14 €	10,00 €
Direção Dep.	2.500,00 €	8.312,50 €	455,00 €	800,00 €	42,49 €	275 €	40 €	350,00 €	260,00 €	45.534,99 €	4.139,54 €	23,88 €

CUSTOS DETALHADOS/HORA EQUIPAMENTO

Equipamento	Valor (€)	Nº horas trabalho/ano (h)	Manutenção externa/ano (€)	Manutenção interna/ano (€)	Consumo energético médio (kW/h)	Amortização/hora (€/h)	Energia/hora (€/h)	Manutenção hora (€/h)	Custo total (€/h)
ARALAB Fitoclima	125.000,00 €	8.064	550,00 €	200,00 €	6,4	0,78 €	0,84 €	0,09 €	1,71 €

LISTA DE OPERAÇÕES	NÍVEL 1					NÍVEL 2					NÍVEL 3					
	TEMPO (h)	MO	EQUIP	CUSTO MO	CUSTO EQUIP	TEMPO (h)	MO	EQUIP	CUSTO MO	CUSTO EQUIP	TEMPO (h)	MO	EQUIP	CUSTO MO	CUSTO EQUIP	
Análise dos requisitos técnicos	0,75	Técnico A	N/A	9,23 €	N/A	1,50	Técnico A	N/A	18,47 €	N/A	1,50	Técnico A	N/A	18,47 €	N/A	
Estimar custos produto	0,50	Técnico A	N/A	6,16 €	N/A	1,00	Técnico A	N/A	12,31 €	N/A	0,75	Técnico A	N/A	9,23 €	N/A	
Desenvolvimento - Design	1,50	Técnico A	N/A	18,47 €	N/A	3,50	Designer A	N/A	35,00 €	N/A		Designer A	N/A	- €	N/A	
Desenvolvimento - Laboratório		Técnico B	N/A	- €	N/A		Técnico B	N/A	- €	N/A	20,00	Técnico B	N/A	246,27 €	N/A	
<i>Câmara Climática</i>				- €	- €				- €	- €	85,00		ARALAB - Fitoclima	- €	48,31 €	
Desenvolvimento - BOM (CT)	2,00	Técnico A	N/A	24,63 €	N/A	4,50	Técnico A	N/A	55,41 €	N/A	5,50	Técnico A	N/A	67,72 €	N/A	
Introdução BOM no SW SAP	0,50	Administrativo A	N/A	3,84 €	N/A	0,75	Administrativo A	N/A	5,76 €	N/A	0,75	Administrativo A	N/A	5,76 €	N/A	
Configuração novos roteiros	0,50	Técnico A	N/A	6,16 €	N/A	0,50	Técnico A	N/A	6,16 €	N/A	0,50	Técnico A	N/A	6,16 €	N/A	
Verificação BOM no SW SAP	0,50	Técnico A	N/A	6,16 €	N/A	0,75	Técnico A	N/A	9,23 €	N/A	1,00	Técnico A	N/A	12,31 €	N/A	
Configuração FCM	1,00	Técnico A	N/A	12,31 €	N/A	1,00	Técnico A	N/A	12,31 €	N/A	1,00	Técnico A	N/A	12,31 €	N/A	
Configuração Controlo Produto	0,25	Técnico A	N/A	3,08 €	N/A	0,50	Técnico A	N/A	6,16 €	N/A	0,50	Técnico A	N/A	6,16 €	N/A	
Desenvolvimento - Documentação	2,00	Técnico A	N/A	24,63 €	N/A	2,00	Técnico A	N/A	24,63 €	N/A	2,00	Técnico A	N/A	24,63 €	N/A	
Desenvolvimento - Etiquetagem	0,50	Técnico A	N/A	6,16 €	N/A	0,50	Técnico A	N/A	6,16 €	N/A	0,50	Técnico A	N/A	6,16 €	N/A	
Aprovação produto	0,25	Direção Dep.	N/A	5,97 €	N/A	0,50	Direção Dep.	N/A	11,94 €	N/A	1,00	Direção Dep.	N/A	23,88 €	N/A	
			CUSTOS	126,79 €	- €				CUSTOS	203,54 €	- €			CUSTOS	439,06 €	48,31 €
			%	100%	0%				%	100%	0%			%	89%	11%
			CUSTO TOTAL	126,79 €					CUSTO TOTAL	203,54 €				CUSTO TOTAL	487,38 €	

ANEXO C - CÁLCULOS DETALHADOS INDICADORES DE RISCO ECONÓMICO

COEFICIENTE DE IMPUTAÇÃO

Gama	Sub-Gama	Família	Total de Quantidade	Coeficiente
DOMÉSTICOS	Congeladores Horizontais	TCHEUSI	6.788	5,24%
		TCHEU	52.294	40,40%
		SIF	16.494	12,74%
		HC	21.634	16,71%
	Congeladores Verticais	CV-L60	1.199	0,93%
		CV-L54	3.655	2,82%
	Frigoríficos & Combinados	CB-L60	317	0,24%
		F1P-L60	689	0,53%
		F1P-L54	838	0,65%
		F2P-L60	3.023	2,34%
		F2P-L54	13.990	10,81%
		ICE	5.245	4,05%
	PROFISSIONAIS / COMERCIAIS	Conservadores Gelados	GHC	97	0,07%
TCHC			1.122	0,87%
SICC			502	0,39%
Armários		SIF700	1.002	0,77%
		AGF	195	0,15%
		L070/120	16	0,01%
Expositores		VPL	36	0,03%
		MPL	42	0,03%
		L070/120PV	35	0,03%
		CAVES	Maturação	CAV	228	0,18%
Total			129.441	100,00%

PONTO CRÍTICO E MARGENS – PRODUTOS DOMÉSTICOS

GAMA	DOMÉSTICOS – CONGELADORES HORIZONTAIS											
FAMÍLIA	TCHEUSI			TCHEU			SIF			HC		
Nível de Customização	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Custo Fixos (€)	36.020,97 €	36.020,97 €	36.020,97 €	277.501,56 €	277.501,56 €	277.501,56 €	87.526,50 €	87.526,50 €	87.526,50 €	114.802,25 €	114.802,25 €	114.802,25 €
Custos de Desenvolvimento (€)	7.765,89 €	8.477,44 €	3.582,24 €	71.065,80 €	77.577,24 €	32.781,18 €	40.192,43 €	43.875,08 €	18.539,94 €	20.096,22 €	21.937,54 €	9.269,97 €
Σ Custos Fixos Totais (€)	43.786,86 €	44.498,41 €	39.603,21 €	348.567,36 €	355.078,80 €	310.282,74 €	127.718,93 €	131.401,58 €	106.066,44 €	134.898,46 €	136.739,79 €	124.072,22 €
Média do Preço de Venda Unitário (€)	182,51 €	182,51 €	182,51 €	162,18 €	162,18 €	162,18 €	171,25 €	171,25 €	171,25 €	139,75 €	139,75 €	139,75 €
% Incremento ao Preço de Venda (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nº Referências PA (un)	61	42	7	561	381	67	317	216	38	159	108	19
Média Custos MP Unitário (€)	98,15 €	98,15 €	98,15 €	90,95 €	90,95 €	90,95 €	92,34 €	92,34 €	92,34 €	81,82 €	81,82 €	81,82 €
Média Σ Custos Variáveis Unitário (€)	115,12 €	115,12 €	115,12 €	107,92 €	107,92 €	107,92 €	109,31 €	109,31 €	109,31 €	98,79 €	98,79 €	98,79 €
Ponto Crítico (un)	11	16	80	12	18	86	7	10	46	21	31	160
Margem de Segurança Quantidade (un)	1.023,3	487,6	-384,4	6.347,5	2.029,5	-4.215,5	1.904,5	648,4	-1.255,0	2.080,0	336,6	-2.394,2
Margem de Segurança (%)	60%	42%	-189%	49%	23%	-269%	46%	23%	-254%	38%	9%	-369%
Margem apenas considerando os custos variáveis e de desenvolvimento (%)	55,86%	54,67%	61,30%	43,70%	42,95%	48,60%	43,83%	41,59%	51,35%	34,92%	34,39%	37,91%

GAMA	DOMÉSTICOS – CONGELADORES VERTICAIS					
	CV-L60			CV-L54		
FAMÍLIA	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Nível de Customização						
Custo Fixos (€)	6.362,57 €	6.362,57 €	6.362,57 €	19.395,50 €	19.395,50 €	19.395,50 €
Custos de Desenvolvimento (€)	6.751,57 €	7.370,18 €	3.114,36 €	9.731,13 €	10.622,75 €	4.488,77 €
Σ Custos Fixos Totais (€)	13.114,14 €	13.732,76 €	9.476,93 €	29.126,63 €	30.018,25 €	23.884,27 €
Média do Preço de Venda Unitário (€)	253,02 €	253,02 €	253,02 €	197,41 €	197,41 €	197,41 €
% Incremento ao Preço de Venda (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nº Referências PA (un)	53	36	6	77	52	9
Média Custos MP Unitário (€)	150,60 €	150,60 €	150,60 €	100,93 €	100,93 €	100,93 €
Média Σ Custos Variáveis Unitário (€)	167,57 €	167,57 €	167,57 €	117,90 €	117,90 €	117,90 €
Ponto Crítico (un)	3	5	18	5	8	33
Margem de Segurança Quantidade (un)	140,0	22,8	-79,1	530,0	203,8	-194,3
Margem de Segurança (%)	47%	11%	-220%	58%	33%	-177%
Margem apenas considerando os custos variáveis e de desenvolvimento (%)	43,19%	44,74%	58,37%	54,16%	54,07%	64,74%

GAMA	DOMÉSTICOS – FRIGORÍFICOS & COMBINADOS														
FAMÍLIA	CB-L60			F2P-L60			F1P-L60			F2P-L54			F1P-L54		
Nível de Customização	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Custo Fixos (€)	1.682,18 €	1.682,18 €	1.682,18 €	16.041,75 €	16.041,75 €	16.041,75 €	3.656,22 €	3.656,22 €	3.656,22 €	74.238,86 €	74.238,86 €	74.238,86 €	4.446,90 €	4.446,90 €	4.446,90 €
Custos de Desenvolvimento (€)	1.426,39 €	1.557,08 €	657,96 €	3.296,54 €	3.598,59 €	1.520,63 €	4.532,74 €	4.948,06 €	2.090,86 €	11.316,01 €	12.352,84 €	5.219,84 €	5.166,69 €	5.640,09 €	2.383,29 €
Σ Custos Fixos Totais (€)	3.108,57 €	3.239,26 €	2.340,14 €	19.338,29 €	19.640,34 €	17.562,37 €	8.188,97 €	8.604,28 €	5.747,08 €	85.554,87 €	86.591,70 €	79.458,70 €	9.613,59 €	10.087,00 €	6.830,19 €
Média do Preço de Venda Unitário (€)	209,63 €	209,63 €	209,63 €	183,67 €	183,67 €	183,67 €	247,71 €	247,71 €	247,71 €	126,86 €	126,86 €	126,86 €	155,07 €	155,07 €	155,07 €
% Incremento ao Preço de Venda (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nº Referências PA (un)	11	8	1	26	18	3	36	24	4	89	61	11	41	28	5
Média Custos MP Unitário (€)	141,98 €	141,98 €	141,98 €	125,08 €	125,08 €	125,08 €	137,81 €	137,81 €	137,81 €	91,46 €	91,46 €	91,46 €	77,84 €	77,84 €	77,84 €
Média Σ Custos Variáveis Unitário (€)	158,95 €	158,95 €	158,95 €	142,05 €	142,05 €	142,05 €	154,78 €	154,78 €	154,78 €	108,43 €	108,43 €	108,43 €	94,81 €	94,81 €	94,81 €
Ponto Crítico (un)	6	9	35	18	27	136	3	4	15	53	78	403	4	7	24
Margem de Segurança Quantidade (un)	11,8	-15,0	-37,7	287,8	36,6	-333,6	648,5	416,7	26,3	-1.232,8	-2.355,5	-3.896,4	46,5	-51,5	-92,2
Margem de Segurança (%)	15%	-28%	-397%	38%	7%	-368%	86%	81%	29%	-35%	-99%	-928%	22%	-36%	-367%
Margem apenas considerando os custos variáveis e de desenvolvimento (%)	29,55%	28,06%	36,75%	34,57%	34,07%	38,03%	50,67%	42,04%	60,44%	16,04%	15,82%	17,22%	28,56%	31,18%	39,95%

PONTO CRÍTICO E MARGENS – PRODUTOS PROFISSIONAIS / COMERCIAIS

GAMA	PROFISSIONAIS / COMERCIAIS – CONSERVADORES GELADOS											
FAMÍLIA	ICE			GHC			TCHC			SICC		
Nível de Customização	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Custo Fixos (€)	27.832,94 €	27.832,94 €	27.832,94 €	514,74 €	514,74 €	514,74 €	5.953,97 €	5.953,97 €	5.953,97 €	2.663,90 €	2.663,90 €	2.663,90 €
Custos de Desenvolvimento (€)	20.888,65 €	22.802,59 €	9.635,50 €	507,16 €	553,63 €	233,94 €	6.244,41 €	6.816,55 €	2.880,42 €	4.057,28 €	4.429,03 €	1.871,54 €
Σ Custos Fixos Totais (€)	48.721,59 €	50.635,52 €	37.468,44 €	1.021,90 €	1.068,37 €	748,68 €	12.198,37 €	12.770,52 €	8.834,38 €	6.721,18 €	7.092,93 €	4.535,44 €
Média do Preço de Venda Unitário (€)	243,98 €	243,98 €	243,98 €	234,86 €	234,86 €	234,86 €	299,10 €	299,10 €	299,10 €	507,58 €	507,58 €	507,58 €
% Incremento ao Preço de Venda (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nº Referências PA (un)	165	112	20	4	3	0,5	49	33	6	32	22	4
Média Custos MP Unitário (€)	134,42 €	134,42 €	134,42 €	130,72 €	130,72 €	130,72 €	155,35 €	155,35 €	155,35 €	262,87 €	262,87 €	262,87 €
Média Σ Custos Variáveis Unitário (€)	151,39 €	151,39 €	151,39 €	147,69 €	147,69 €	147,69 €	172,32 €	172,32 €	172,32 €	279,84 €	279,84 €	279,84 €
Ponto Crítico (un)	4	5	21	3	5	18	2	4	12	1	2	6
Margem de Segurança Quantidade (un)	652,3	331,5	-257,8	12,3	2,9	-5,7	182,0	56,8	-37,3	93,5	41,8	-8,0
Margem de Segurança (%)	50%	37%	-164%	51%	18%	-197%	65%	30%	-111%	75%	49%	-53%
Margem apenas considerando os custos variáveis e de desenvolvimento (%)	60,90%	51,88%	69,38%	44,90%	46,46%	60,09%	63,38%	75,89%	86,16%	100,95%	125,97%	146,51%

GAMA	PROFISSIONAIS / COMERCIAIS – ARMÁRIOS								
	SIF700			AGF			L070/120		
FAMÍLIA	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Nível de Customização									
Custo Fixos (€)	5.317,18 €	5.317,18 €	5.317,18 €	1.034,78 €	1.034,78 €	1.034,78 €	84,91 €	84,91 €	84,91 €
Custos de Desenvolvimento (€)	5.293,48 €	5.778,50 €	2.441,77 €	1.489,78 €	1.626,28 €	687,21 €	443,77 €	484,43 €	204,70 €
Σ Custos Fixos Totais (€)	10.610,66 €	11.095,68 €	7.758,95 €	2.524,56 €	2.661,06 €	1.721,99 €	528,67 €	569,33 €	289,60 €
Média do Preço de Venda Unitário (€)	355,55 €	355,55 €	355,55 €	246,03 €	246,03 €	246,03 €	806,81 €	806,81 €	806,81 €
% Incremento ao Preço de Venda (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nº Referências PA (un)	42	28	5	12	8	1	4	2	0,4
Média Custos MP Unitário (€)	180,21 €	180,21 €	180,21 €	136,47 €	136,47 €	136,47 €	485,81 €	485,81 €	485,81 €
Média Σ Custos Variáveis Unitário (€)	197,18 €	197,18 €	197,18 €	153,44 €	153,44 €	153,44 €	502,78 €	502,78 €	502,78 €
Ponto Crítico (un)	2	3	10	3	4	14	1	1	3
Margem de Segurança Quantidade (un)	167,0	85,2	-20,0	13,5	1,2	-13,9	0,5	0,3	-0,8
Margem de Segurança (%)	67%	50%	-67%	28%	4%	-237%	13%	13%	-163%
Margem apenas considerando os custos variáveis e de desenvolvimento (%)	94,97%	90,52%	109,63%	50,33%	41,70%	57,78%	177,24%	100,49%	141,57%

GAMA	PROFISSIONAIS / COMERCIAIS – EXPOSITORES								
	VPL			MPL			L070/120PV		
FAMÍLIA	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Nível de Customização									
Custo Fixos (€)	191,04 €	191,04 €	191,04 €	222,88 €	222,88 €	222,88 €	185,73 €	185,73 €	185,73 €
Custos de Desenvolvimento (€)	792,44 €	865,05 €	365,54 €	887,53 €	968,85 €	409,40 €	475,46 €	519,03 €	219,32 €
Σ Custos Fixos Totais (€)	983,47 €	1.056,08 €	556,57 €	1.110,41 €	1.191,73 €	632,27 €	661,19 €	704,76 €	405,05 €
Média do Preço de Venda Unitário (€)	862,53 €	862,53 €	862,53 €	1.372,88 €	1.372,88 €	1.372,88 €	1.120,77 €	1.120,77 €	1.120,77 €
% Incremento ao Preço de Venda (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nº Referências PA (un)	6	4	1	7	5	1	4	3	0,5
Média Custos MP Unitário (€)	461,75 €	461,75 €	461,75 €	720,43 €	720,43 €	720,43 €	732,54 €	732,54 €	732,54 €
Média Σ Custos Variáveis Unitário (€)	478,72 €	478,72 €	478,72 €	737,40 €	737,40 €	737,40 €	749,51 €	749,51 €	749,51 €
Ponto Crítico (un)	1	1	2	1	1	2	1	1	3
Margem de Segurança Quantidade (un)	2,8	1,9	-0,4	3,5	2,4	-0,4	5,0	3,4	-0,3
Margem de Segurança (%)	31%	31%	-39%	33%	33%	-33%	57%	57%	-29%
Margem apenas considerando os custos variáveis e de desenvolvimento (%)	257,02%	180,27%	140,12%	508,69%	431,94%	391,79%	244,47%	167,72%	208,80%

PONTO CRÍTICO E MARGENS – PRODUTOS CAVES

GAMA	CAVES DE VINHO - MATURAÇÃO		
FAMÍLIA	CAV		
Nível de Customização	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Custo Fixos (€)	1.209,90 €	1.209,90 €	1.209,90 €
Custos de Desenvolvimento (€)	475,46 €	519,03 €	219,32 €
Σ Custos Fixos Totais (€)	1.685,36 €	1.728,92 €	1.429,22 €
Média do Preço de Venda Unitário (€)	751,13 €	751,13 €	751,13 €
% Incremento ao Preço de Venda (%)	0%	0%	0%
Nº Referências PA (un)	4	3	0,5
Média Custos MP Unitário (€)	385,76 €	385,76 €	385,76 €
Média Σ Custos Variáveis Unitário (€)	402,73 €	402,73 €	402,73 €
Ponto Crítico (un)	2	2	10
Margem de Segurança Quantidade (un)	49,5	33,7	2,3
Margem de Segurança (%)	87%	87%	34%
Margem apenas considerando os custos variáveis e de desenvolvimento (%)	285,00%	246,63%	299,66%

ANEXO D - ORDEM DE PRODUÇÃO / FCM

ORDEM DE PRODUÇÃO			
		Código do Material F245A+	Denominação do produto FRIG. 2PORTAS TENSAI F245 R600a 220V50Hz
Nº de Ordem  10000950570		Início 05-09-2018	Fim 05-09-2018
		Quantidade da ordem 1,000 UN	Planeador MRP ZPA Produto Acabado
Marca : TENSAI Modelo Interno : F245; R600a Armário : BR C.Frio (R600a) : EV.XXT; R.X,XXxXXXX+C.X,XXxXXXX Compressor : XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Condensador Marcha : X,XµF Condensador : XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Termostato : XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Cabo Alimentação : EU 1,5M Porta FR (A/DRT) : BR Porta FZ (A/DRT) : BR Pux./Topos/Fecho : OVAL BR Contraporta : F210+C45 C/FIGURAS		Controlo : ANALÓGICO (INTERIOR CUBA) Prat./Gav. : 2VIDRO GR+1PQ Acess. : FRISO PRAT BR Acess. : 2SUP.GARRAFAS | 1MANT CRISTAL Acess. : 1ESP.AZ | 1SUP.OVOS Ventilador : N/A Luz Interna : SIM, LED kit : KIT REVERSIBILIDADE BR Logo : AUT.VITRIFICADO TENSAI Manual : XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Doc. ETQ.EN | AUT.CLASSE A+ Doc. : XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Doc. : XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
Nº MONTAGEM 01 - CAIXA EXTERIOR DANIFICADA 02 - CUBA INT DEFORMADA 03 - TUBO TERMOSTATO NC 04 - PRATELEIRAS CAEM 05 - CUBA MAL POSICIONADA 06 - TERMOSTATO TROCADO VALIDADO:	Nº SOLDADURA 07 - COMPRESSOR TROCADO 08 - CONDENSADOR TROCADO VALIDADO: Nº PRÉ-MONTAGEM 36 - EVAP. MAL MONTADO 37 - TUBO TERMOSTATO NC VALIDADO:	Nº APLICAÇÃO PORTA 09 - PAINEL TROCADO/MAL MONTADA 10 - FECHADURA NÃO FECHA 11 - PEGA MAL MONTADA/TROCADA VALIDADO:	Nº CARGA DE GÁS 12 - CURTO-CIRCUITO 13 - TESTE ELÉCTRICO NC 14 - TUBOS NÃO SOLDADOS VALIDADO:
Nº TESTE FUNCIONAL 15 - NÃO FAZ FRIO 16 - COMPRESSOR FAZ RUÍDO 17 - LÂMPADA NC 18 - COMPRESSOR NÃO FUNCIONA 19 - TERMOSTATO NC 20 - PAINEL DE COMANDOS NC 21 - PORTA NÃO VEDA 22 - PORTA MAL AFINADA OUTROS DEFEITOS VALIDADO:	Nº TESTE DE FUGAS 23 - TESTE ELÉCTRICO NC 24 - FUGA/OBSTR. COMPRESSÃO 25 - FUGA TUBO CARGA 26 - FUGA CONDENSADOR 27 - FUGA/OBSTR. FILTRO-CAPILAR 28 - FUGA RETORNO 29 - FUGA/OBSTR. FILTRO-COND. 30 - FUGA NO SELO TUBO CARGA OUTROS DEFEITOS VALIDADO:	Nº LIMPEZA 31 - PORTA C/MOSSAS/RISCOS 02 - CUBA INT DEFORMADA 01 - CAIXA EXTERIOR DANIFICADA 32 - AUTOCOLANTE PUB 33 - FUGA PU INTERIOR 34 - SERIGRAFIAS INCORRECTAS 35 - LOGO TROCADO 04 - PRATELEIRAS CAEM OUTROS DEFEITOS VALIDADO:	REPARAÇÃO DEFEITO Nº REPARADO POR: LIBERADO POR: DEFEITO Nº REPARADO POR: LIBERADO POR: DEFEITO Nº REPARADO POR: LIBERADO POR:
Modelo: 01F24523050 		Nº Série: 183801462  Nº Unívoco: 18380146201F24523050 	