



ESTUDO DA ENGENHARIA CONCORRENTE APLICADA AO SETOR DE CABOS ELÉTRICOS

JOSÉ JOÃO RODRIGUES GONÇALVES

novembro de 2020

ESTUDO DA ENGENHARIA CONCORRENTE APLICADA AO SETOR DE CABOS ELÉTRICOS

José João Rodrigues Gonçalves
1150752

2019/2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

ESTUDO DA ENGENHARIA CONCORRENTE APLICADA AO SETOR DE CABOS ELÉTRICOS

José João Rodrigues Gonçalves
1150752

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Professor Doutor Hélio Cristiano Gomes Alves de Castro e coorientação do Professor Doutor Paulo António da Silva Ávila.

2019/2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

Mestre/Especialista José Carlos Vieira de Sá
Professor Adjunto, ISEP

Orientador

Doutor Hélio Cristiano Gomes Alves de Castro
Professor Adjunto, ISEP

Co-orientador

Doutor Paulo António da Silva Ávila
Professor Coordenador, ISEP

Arguente

Doutor Vaibhav Shah
Professor Convidado equiparado a Professor Auxiliar,
Universidade do Minho

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação de mestrado contou com o apoio de pessoas e instituições, sem os quais a mesma não se teria concretizado, pelo que, manifesto aqui o meu profundo agradecimento a todos aqueles que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

Agradeço ao meu orientador, professor Hélio Castro, pelo seu total apoio, orientação, disponibilidade e todo o saber que transmitiu. Reconheço aqui, todo o valor das suas críticas e opiniões, a sua total colaboração no solucionar dos problemas e das dúvidas que foram surgindo ao longo do processo de desenvolvimento do presente trabalho bem como, por todas as suas palavras de incentivo.

Ao grupo Cabelte e todos os seus colaboradores, em particular ao Doutor Rui Osório e ao Engenheiro César Ferreira, pela oportunidade de ingressar no mundo profissional, o que me permitiu o contacto com princípios fundamentais desta área.

À minha namorada Érica Costa por todo o apoio prestado para que a realização desta tese fosse possível.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Sempre estiveram presentes nos momentos de alento e sempre me ouviram e apoiaram nos momentos de desânimo, pelo que é a eles que dedico esta dissertação.

*“Acende uma vela, em vez de amaldiçoares
a escuridão”*

(Lao Tzé)

PALAVRAS CHAVE

Engenharia Concorrente, simultaneidade, engenharia sequencial, desenvolvimento do produto, equipas de trabalho, trabalho de grupo, gestão de equipas, liderança, comunicação, *design*.

RESUMO

Devido à globalização da economia, à constante procura pela melhoria da qualidade dos produtos juntamente com a redução dos custos e tempos de produção torna-se imperioso a implementação de metodologias que otimizem os processos de produção.

Esta dissertação aborda uma das mais promissoras metodologias de otimização de processos, a engenharia concorrente, a qual tem vindo a ser utilizada por um número crescente de organizações no desenvolvimento do processo do produto. Trata-se de uma ferramenta que assenta no princípio de tarefas paralelas/simultâneas, com vista a uma redução do *lead time* do produto bem como a uma melhoria da qualidade do mesmo, confiando no agendamento paralelo das atividades ao longo do ciclo de vida do produto. Este método fomenta o trabalho em equipa dando grande destaque ao papel da comunicação entre os diferentes membros.

Este estudo, aplicado numa indústria de cabos elétricos, mais concretamente ao ramo de alta tensão, que tem como base um processamento sequencial, tem como principal objetivo analisar o impacto da implementação duma estrutura organizacional de Engenharia Concorrente no tempo de desenvolvimento do produto, na sua qualidade e no seu *lead time*.

Com a implementação de um Projeto Piloto de Engenharia Concorrente no setor dos cabos de alta tensão, foi obtida uma redução de 70,8% no tempo total de projeto. Consequentemente à redução do processo inicial de projeção do cabo e de respostas às consultas requeridas, estima-se uma redução do *lead time* do produto na ordem dos 20%. A qualidade dos produtos finais é também influenciada pela nova estrutura organizacional com uma melhoria estimada na ordem dos 50 aos 83%, o que revela uma diminuição de 15.813 no número das fichas de defeito, com resultante redução de 7.350.287,46€ nos custos, num horizonte temporal de cinco anos. Neste mesmo período é previsível uma redução de 9.097 operações, no que toca aos retrabalhos, o que representa em média uma diminuição de 3.769.873,78€.

KEYWORDS

Concurrent Engineering, concurrency, sequential engineering, product development, work teams, team work, team management, leadership, communication, design.

ABSTRACT

Due to the globalization of the economy, the constant search for improving the quality of products together with the reduction of costs and production times, it is important to implement methodologies that optimize production processes.

This study addresses one of the most promising process optimization methodologies, concurrent engineering, which has been used by an increasing number of organizations in the development of the product process. It is a tool based on the principle of parallel/simultaneous tasks, with a view to reducing the lead time of the product as well as improving its quality, relying on the parallel scheduling of activities throughout the product's life cycle. This method encourages teamwork, giving great emphasis to the role of communication between different members.

This study, applied in an electrical cable industry, more specifically to the high voltage division, which is based on sequential processing, has as main objective to analyze the impact of the implementation of an organizational structure of Concurrent Engineering in the time of product development, in its quality and its lead time.

With the implementation of a Project Pilot in Concurrent Engineering in the high voltage cable sector, a reduction of 70.8% in the total project time was obtained. As a consequence of the reduction in the initial cable projection process and in the response to the required queries, it is estimated that the product lead time will be reduced by 20%. The quality of the final products is also influenced by the new organizational structure with an improvement in the order of 50 to 83%, which reveals a decrease of 15,813 in the number of defect files, with a resulting reduction of 7,350,287.46 € in costs, in a five years period. In the same period, a reduction of 9,097 operations is expected, with regard to rework, which represents, on average, a decrease of 3,769,873.78 €.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

Al	Alumínio
AT	Alta Tensão
APF	Armazém de Produtos Finais
BT	Baixa Tensão
CCO	<i>Chief Commercial Officer</i> – Administrador Comercial
Cu	Cobre
DC	Departamento Comercial
DID	Departamento de Investigação e Desenvolvimento
DL	Departamento Logístico
DP	Desenvolvimento do Produto
DQ	Departamento da Qualidade
EC	Engenharia Concorrente
EP	Extrusora Principal
ES	Engenharia Sequencial
F.D.	Fichas de Defeito
FIFO	<i>First in First out</i>
FMEA	Failure Mode Effect Analyses
IDA	<i>Institute of Defense Analysis</i> – Instituto da análise da defesa
I&D	Investigação e Desenvolvimento
IPD	<i>Integrated Product Development</i> – Desenvolvimento Integrado do produto
IPPD	Integrated Product and Process Development
ISO	International Organization for Standardization
LME	London Metal Exchange
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
MT	Média Tensão
PC	Planeamento Central
PDT	<i>Product Development Team</i> – Equipa de desenvolvimento do produto
PDP	Planeamento da Produção
PP	Processo de Produção
PUi	<i>Power Ui Client</i> – Sistema informático
QFD	Quality Function Deployment
UNE	Unidades de Negócios Estratégicos
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: INSTALAÇÕES DA CABELTE S.A. EM ARCOZELO, VILA NOVA DE GAIA.	29
FIGURA 2: PRESENÇA GLOBAL DA CABELTE S.A..	29
FIGURA 3: CRONOGRAMA DOS MARCOS MAIS IMPORTANTES DA CABELTE S.A.. ADAPTADO DE C. S.A., «APRESENTAÇÃO CABELTE 2019». CABELTE S.A., PP. 1–38, 2019.	30
FIGURA 4: FLUXOGRAMA EXEMPLO DE ES. ADAPTADO DE G. SOHLENIUS, CONCURRENT ENGINEERING.	37
FIGURA 5: FLUXOGRAMA EXEMPLO DE EC. ADAPTADO DE G. SOHLENIUS, CONCURRENT ENGINEERING.	37
FIGURA 6: ESQUEMA DE DIFERENÇA DE TEMPO ENTRE ES E EC.....	38
FIGURA 7: ESQUEMA TÍPICO DE UMA EQUIPA DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO. ADAPTADO DE: B. PRASAD, «VOLUME I; CHAPTER 4: CONCURRENT ENGINEERING DEFINITIONS», VOL. I, N. DECEMBER 1996, 2016.	41
FIGURA 8: EXEMPLIFICAÇÃO DE CONCORRÊNCIA.	50
FIGURA 9: CICLO DE COMUNICAÇÃO TRADICIONAL. (ADAPTADO DE M. DURET, DANIEL ; PILLET, «QUALIDADE NA PRODUÇÃO», EM QUALIDADE NA PRODUÇÃO, 2009, PP. 149–171.)	52
FIGURA 10: DIAGRAMA DE FLUXO DEPARTAMENTO COMERCIAL.....	62
FIGURA 11: DIAGRAMA DE FLUXO DEPARTAMENTO DE INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO.....	63
FIGURA 12: DIAGRAMA DE FLUXO DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO E PLANEAMENTO.....	64
FIGURA 13: DIAGRAMA DE FLUXO DEPARTAMENTO DA QUALIDADE.	64
FIGURA 14: DIAGRAMA DE FLUXO DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA.....	65
FIGURA 15: DIAGRAMA DE GANTT – METODOLOGIA ATUAL.	66
FIGURA 16: PROCESSOS GLOBAIS DA ENGENHARIA CONCORRENTE.....	74
FIGURA 17: FORMULÁRIO CRIADO PARA SUGESTÃO DAS EQUIPAS.	76
FIGURA 18: COMUNICAÇÃO DAS EQUIPAS DE ENGENHARIA CONCORRENTE.....	77
FIGURA 19: DIAGRAMA DE FLUXO DA NOVA METODOLOGIA.	79
FIGURA 20: SALA ESCOLHIDA PARA O PROJETO PILOTO.....	80
FIGURA 21: EQUIPA SUGERIDA PELO PROGRAMA EXCEL.	81
FIGURA 22: CONSTITUIÇÃO DA EQUIPA MULTIDISCIPLINAR DA ALTA TENSÃO.....	81

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1: COMPARAÇÃO ENTRE ENGENHARIA SEQUENCIAL E ENGENHARIA CONCORRENTE	38
TABELA 2: ESTILOS DE LIDERANÇA E SUAS CARACTERÍSTICAS. ADAPTADO DE: L. FONSECA, «ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL 2 LICENCIATURA EM ENGENHARIA MECÂNICA». P. 236, 2018; BRUNA MARTINUZZI, «THE 7 MOST COMMON LEADERSHIP STYLES (AND HOW TO FIND YOUR OWN)», 16/10/2019, 2019.	42
TABELA 3: FERRAMENTAS DE APOIO À GESTÃO DE EQUIPAS. ADAPTADO DE D. DOYLE, “8 TEAM MANAGEMENT TOOLS THAT WILL IMPROVE YOUR RESULTS”.	45
TABELA 4: BENEFÍCIOS OBTIDOS DA ENGENHARIA CONCORRENTE. ADAPTADO DE A. MOGES, «CONCURRENT ENGINEERING AND IMPLEMENTATION», 2007.	56
TABELA 5: TEMPOS DE RESPOSTA ÀS CONSULTAS.	66
TABELA 6: RESULTADOS APÓS IMPLEMENTAÇÃO.	82
TABELA 7: RESULTADOS.	85

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: DETEÇÃO DOS DEFEITOS NA ESTRUTURA DO CABO.....	67
GRÁFICO 2: ANÁLISE ABC - CAUSA DA FICHA DE DEFEITO.	69
GRÁFICO 3: ANÁLISE ABC - FAMÍLIAS DAS FICHAS DE DEFEITO.	70
GRÁFICO 4: ANÁLISE ABC - CUSTOS DOS DEFEITOS POR MÁQUINA.	71

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	Contextualização	27
1.2	Estrutura da dissertação	28
1.3	Objetivos	28
1.4	Empresa de acolhimento	28
1.4.1	A Cabelte S.A.	29
1.4.2	Missão, Visão e Valores	31
1.4.3	Política da Qualidade.....	31
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	35
2.1	Introdução/Definição de Engenharia Concorrente.....	35
2.2	Engenharia Concorrente vs Engenharia sequencial.....	36
2.3	Princípios básicos da Engenharia Concorrente	38
2.4	Componentes da Engenharia Concorrente.....	40
2.4.1	Equipas de trabalho.....	40
2.4.2	Liderança das equipas de trabalho.....	42
2.4.3	Gestão da equipa de trabalho	44
2.4.3.1	Métodos de gestão de equipa	44
2.4.3.2	Ferramentas de gestão de equipas.....	44
2.4.4	Espírito de inovação.	47
2.4.5	Trabalho de equipa.....	47
2.4.6	Inclusão de parceiros externos.....	48
2.4.6.1	Envolvimento de fornecedores.....	48
2.4.6.2	Envolvimento do cliente	49
2.5	Concorrência e simultaneidade	49
2.6	Ferramentas da Engenharia Concorrente.....	50
2.6.1	Ferramentas de comunicação	50
2.6.1.1	Comunicação Síncrona.....	51
2.6.1.2	Comunicação Assíncrona	51
2.6.2	Ferramentas de apoio à decisão	51
2.6.2.1	QFD	51

2.6.2.2	FMEA.....	52
2.6.2.3	Análise ABC.....	53
2.6.2.4	VSM – Value Stream Mapping.....	53
2.7	Vantagens da Engenharia Concorrente.....	54
2.8	Dificuldades da Engenharia Concorrente.....	55
2.9	Discussão dos resultados obtidos na literatura.....	55
3	DESENVOLVIMENTO.....	61
3.1	Desenvolvimento do Produto e Serviço ao Cliente – Estado Atual (<i>AS-IS</i>).....	61
3.1.1	Departamento comercial.....	61
3.1.2	Departamento de Investigação e desenvolvimento.....	62
3.1.3	Departamento de produção.....	63
3.1.4	Departamento da Qualidade.....	64
3.1.5	Departamento logístico.....	65
3.1.6	Análise da metodologia da empresa.....	65
3.1.7	Análise de tempos de resposta ao cliente.....	66
3.2	Problemas Identificados e Priorização das Medidas para Implementação.....	67
3.2.1	Análise ABC.....	67
3.2.1.1	Análise ABC pela Causa do erro.....	68
3.2.1.2	Análise ABC por Família de cabos produzidos.....	68
3.2.1.3	Análise ABC por Máquina.....	68
3.2.2	Análise SWOT.....	72
3.2.3	Inferência de qual o setor de intervenção mais benéfico.....	73
3.3	Proposta de Nova Metodologia no Âmbito da EC (<i>TO-BE</i>).....	73
3.3.1	Criação de equipas multidisciplinares.....	75
3.3.1.1	Programa de apoio à criação das equipas.....	75
3.3.1.2	Nomeação de líder.....	76
3.3.1.3	Comunicação dentro das equipas multidisciplinares.....	77
3.3.2	Escolha/especificação das ferramentas de suporte ao grupo de trabalho;.....	77
3.3.3	Seleção da metodologia de gestão das equipas.....	78
3.3.4	Sistematização do novo método.....	78
3.4	Aplicação da proposta a um caso real.....	79
3.4.1	Sensibilização à implementação da Engenharia Concorrente.....	79
3.4.2	Projeto piloto.....	80
3.5	Análise de melhorias.....	82
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS.....	89

4.1	CONCLUSÕES.....	89
4.2	PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS.....	90
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	95
6	ANEXOS.....	102
6.1	ANEXO 1 – Análise ABC por famílias	103
6.2	ANEXO 2 – Power Point da formação sobre EC.	105

INTRODUÇÃO

- 1.1 Contextualização
- 1.2 Estrutura da dissertação
- 1.3 Objetivos
- 1.4 Empresa de acolhimento

1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação foi desenvolvida no âmbito da conclusão do Mestrado em Gestão Industrial de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, tendo sido realizada na Empresa Cabelte – Cabos elétricos e telefónicos S.A., em Arcozelo, Vila Nova de Gaia.

Nesta secção será apresentada uma breve descrição do presente trabalho. É constituída pela Contextualização, Estrutura da dissertação, Objetivos e Empresa de acolhimento.

1.1 Contextualização

O Grupo Cabelte fornece cabos elétricos de baixa, média e alta tensão para as principais *utilities* elétricas, grandes instaladores e armazenistas do mercado Ibérico (mercado principal), restante mercado europeu e resto do mundo [1], tendo no momento grande ação em países em vias de desenvolvimento, como o caso do Senegal e Costa do Marfim e também em países mais desenvolvidos como no caso da Colômbia. Devido a vários fatores, nomeadamente o crescimento demográfico e a crescente procura de materiais elétricos por parte dos consumidores, é expectável que os requisitos de energia elétrica aumentem, o que cria a necessidade de instalação de linhas de transmissão de maiores potências e o aumento do potencial das já existentes. Por estes motivos o ramo dos cabos elétricos é um mercado em ascensão.

A constante procura de novos produtos no mercado, a intensa competição entre as empresas e a globalização da economia fazem com que as organizações passem a ter de lidar com a incerteza. As metodologias tradicionais de produção supriram as necessidades, enquanto as mudanças aconteciam de uma forma lenta e previsível, no entanto, na atualidade, as empresas necessitam de métodos que permitam pôr no mercado produtos inovadores a uma “velocidade cruzeiro”. Assim, a implementação da Engenharia Concorrente (EC), com a paralelização de várias tarefas e com a utilização de equipas multidisciplinares, permite a otimização do tempo de produção e assegura o desenvolvimento de produtos de qualidade e que colmatam as necessidades do mercado em cada momento. Exemplos de empresas que utilizam as técnicas da EC reportam aumentos significativos na qualidade geral dos seus produtos assim como uma redução de 30 a 40% nos tempos e custos dos projetos, sendo ainda verificadas reduções de 60 a 80% nos retrabalhos após a criação do produto, associados normalmente a erros encontrados numa fase tardia de desenvolvimento [2].

Deste modo, a implementação desta metodologia ao ramo dos cabos elétricos visa tornar o processo de produção mais eficaz e eficiente e melhorar a competitividade da organização com empresas mundiais da mesma área.

1.2 Estrutura da dissertação

No primeiro capítulo é realizada uma breve introdução/contextualização, com uma breve apresentação da Cabelte S.A, e são definidos os objetivos deste trabalho.

No capítulo 2 está apresentada a revisão bibliográfica sobre o tema que serve de base para esta dissertação, a Engenharia Concorrente. Começa por existir uma breve introdução ao tema da Engenharia concorrente, onde são apresentadas várias definições, que permitirão a compreensão dos conceitos mais importantes abordados ao longo deste trabalho. É também apresentada uma comparação desta metodologia com a metodologia tradicionalmente utilizada, a Engenharia Sequencial (ES), realçando as vantagens que a aplicação da EC pode trazer ao processo de produção. O capítulo aborda, também, de uma forma um pouco mais exaustiva as componentes e as ferramentas utilizadas pela EC, assim como as suas vantagens e dificuldades.

No capítulo 3, faz-se uma análise dos sistemas e metodologias em vigor na empresa de acolhimento de forma a reconhecer quais os seus pontos fracos, com vista a verificar onde seria mais vantajoso iniciar a implementação de uma nova metodologia integrando a Engenharia Concorrente. É também apresentada uma proposta de implementação de um método de engenharia concorrente à empresa. É ainda possível encontrar neste capítulo a aplicação desta metodologia a um caso real, com posterior análise dos resultados obtidos.

No capítulo 4, encontram-se as principais conclusões deste trabalho, assim como uma proposta de trabalhos futuros.

No capítulo 5 e 6 estão presentes a bibliografia e outras referências utilizadas para a realização desta dissertação e os anexos, respetivamente.

1.3 Objetivos

Esta dissertação de mestrado tem como principal objetivo demonstrar as vantagens da implementação de um modelo de Engenharia Concorrente numa empresa tradicionalmente sequencial. Para esse fim, serão também alvos desta dissertação melhorar o trabalho em equipa entre diferentes domínios e aumentar a capacidade de comunicação entre os diversos departamentos da empresa, com o intuito de reduzir os tempos de resposta ao cliente (tempo de projeto) bem como os custos associados ao desenvolvimento e à produção, reduzir a quantidade e custos de retrabalhos e aumentar a qualidade do produto final.

1.4 Empresa de acolhimento

Para que a realização deste trabalho fosse possível, foi escolhida uma empresa na qual se poderia implementar a metodologia estudada no presente documento. Essa empresa foi a Cabelte – Cabos Elétricos e Telefónicos S.A.. mais precisamente no polo industrial de Arcozelo em Vila Nova de Gaia (Figura 1). Neste ponto será feita uma pequena apresentação da empresa.



Figura 1: Instalações da Cabelte S.A. em Arcozelo, Vila Nova de Gaia.

1.4.1 A Cabelte S.A.

Fundada em 1938, a Cabelte S.A., tem vindo a crescer no mercado, tendo presença global (Figura 2), encontrando-se hoje entre as cem maiores empresas portuguesas, excluindo as *utilities*, e sendo o maior grupo industrial dedicado ao fabrico de cabos de energia e telecomunicações. Disponibiliza uma vasta gama de produtos englobando áreas como a baixa, média e alta tensão (cobre (Cu) e alumínio (Al)), fibra ótica, aplicações especiais e indústria automóvel [3].

Empresas Internacionais:

- Cabelte France;
- Cabelte Angola;
- Cabelte Moçambique;
- Cabelte Peru;
- Cabelte Américas (Panamá);
- Cabelte USA.

CABLES & WIRES
AROUND THE WORLD



Figura 2: Presença global da Cabelte S.A..

A sua longa história é marcada pela inovação e excelência. No ano de 1983, a Cabelte produz o primeiro cabo ótico em Portugal, tendo sido a divisão de projetos especiais, posteriormente, responsável por fazer chegar a fibra ótica à maioria das habitações em Portugal Continental. Na atualidade, um dos principais focos é a alta tensão onde a inovação, o *design* e a qualidade são pontos chave na competição com empresas europeias e mundiais naquela que é a “primeira liga” do mercado de cabos elétricos. A Figura 3 representa os principais acontecimentos que marcaram a história da Cabelte S.A. [4].

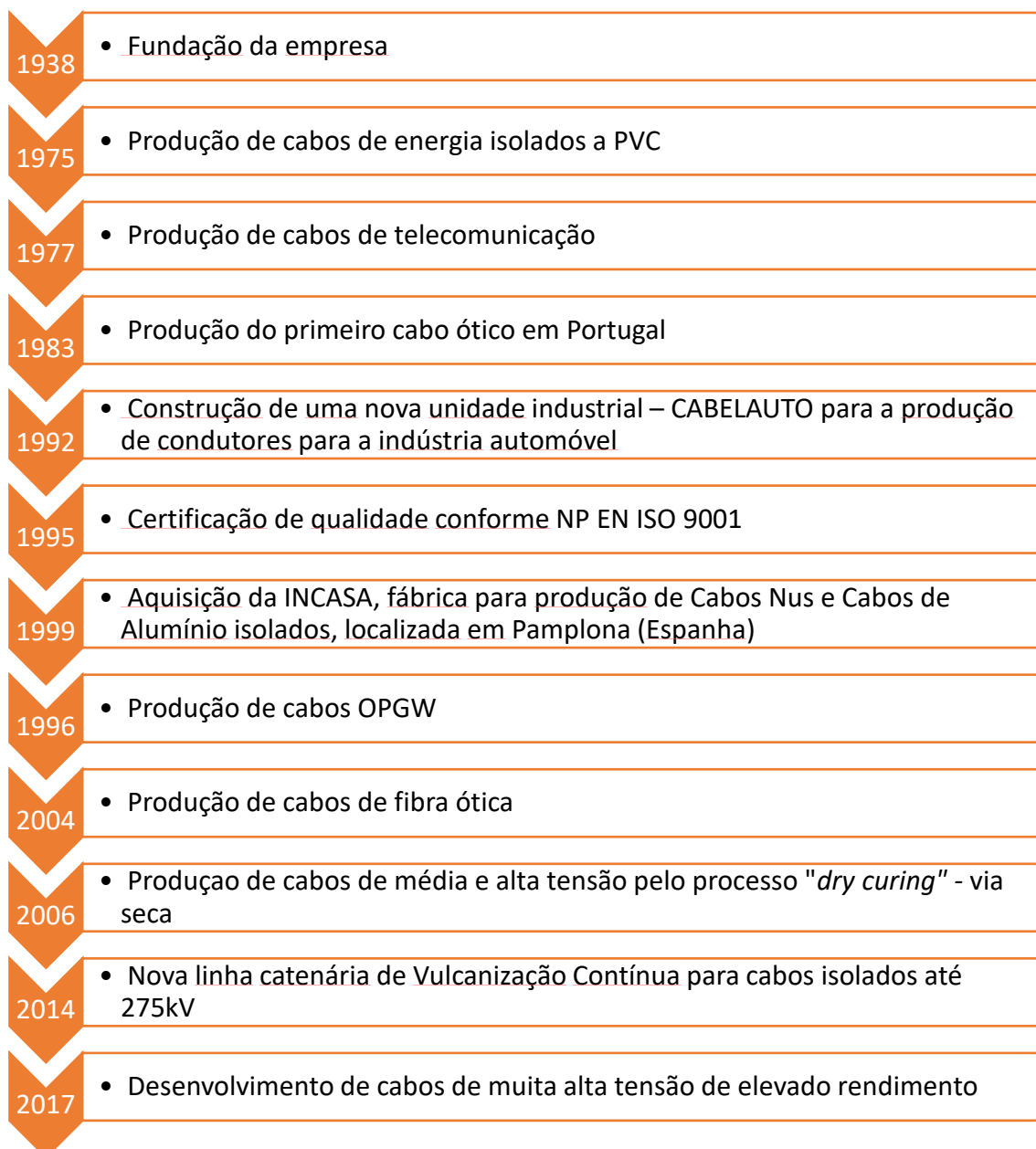


Figura 3: Cronograma dos marcos mais importantes da Cabelte S.A.. Adaptado de C. S.A., «APRESENTAÇÃO CABELTE 2019». Cabelte S.A., pp. 1–38, 2019.

1.4.2 *Missão, Visão e Valores*

“Promover alianças, potenciar sinergias, criar oportunidades...” [3] é o que define a missão carregada pela Cabelte S.A.. A empresa propõe-se a conceber, produzir e comercializar produtos e sistemas de excelência, tendo sempre como finalidade corresponder às expectativas e necessidades dos seus clientes, criando uma forte relação de confiança com os mesmos. Para tal, o grupo aposta no investimento nas atividades de I&D (investigação e Desenvolvimento), o que lhe garante a liderança nos mercados onde se afirma; no rigoroso cumprimento dos seus compromissos financeiros e sociais que assume perante os seus parceiros e comunidade em geral; partilha do sucesso do grupo com os seus colaboradores, valorizando e propiciando o seu bem-estar profissional e pessoal.

Fortificar a posição do Grupo entre os maiores fabricantes europeus, passando a ser reconhecido como um centro de excelência nos mercados mais exigentes, aprovisionando produtos e sistemas de elevado valor acrescentado.

1.4.3 *Política da Qualidade*

“Consciencialização e alinhamento de todos na implementação da Qualidade total,...” [5] é objetivo da Cabelte no que concerne à qualidade. A instituição define sete pilares basais para uma produção de excelência:

1. Liderança: A organização instiga a consciencialização dos seus colaboradores no que concerne à aplicação da Qualidade Total, na Segurança das Pessoas e Bens e o impacto que isto tem nas metas e objetivos da empresa;
2. Melhoria contínua: Existe um reforço positivo nas estratégias de comunicação interna entre os colaboradores, de forma a mobilizar as competências de todos para a criação de um ambiente de trabalho que incentive a inovação, a criatividade, assegurando os recursos necessários ao desenvolvimento de produtos e projetos;
3. Satisfação dos clientes: Criação de laços relacionais de parceria com o intuito de identificar e superar as expectativas do cliente relativamente à Qualidade, Preço, Prazo e Assistência aos produtos e Serviços;
4. Satisfação e envolvimento dos funcionários: Promoção do trabalho em equipa bem como do potencial e competências individuais de cada colaborador. Para tal a organização socorre-se a um sistema organizacional em que existe uma definição de objetivos e metas com vista a uma contínua melhoria;
5. Parceria com fornecedores: A empresa mantém ativa colaboração com os seus fornecedores de maneira a conjugar os interesses, de forma a assegurar o sucesso mútuo;
6. Requisitos legais: Cumprimentos de todos os requisitos legais em vigor;
7. Preservação do meio ambiente: A organização revela as suas preocupações ambientais, atuando de uma forma ecológica, motivando as partes interessadas a tomarem uma atitude de respeito e preservação do meio ambiente, através

uma gestão sustentável dos seus resíduos e a prevenção de todos os tipos de poluição.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- 2.1 Introdução/Definição de Engenharia Concorrente
- 2.2 Engenharia Concorrente vs Engenharia sequencial
- 2.3 Princípios básicos da Engenharia Concorrente
- 2.5 Concorrência e simultaneidade
- 2.6 Ferramentas da Engenharia Concorrente
- 2.7 Vantagens da Engenharia Concorrente
- 2.8 Dificuldades da Engenharia Concorrente
- 2.9 Discussão dos resultados obtidos na literatura

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nos últimos anos tem havido uma discussão acesa acerca das melhores práticas para reduzir o *lead time* do desenvolvimento do produto, assim como custos associados a este processo [6].

Uma das metodologias de trabalho utilizadas é a Engenharia Concorrente. O ponto central desta prática é sobrepor as atividades para que possam ser feitas concorrentialmente em vez de sequencialmente [7], com vista a melhorar marcadores como o tempo de desenvolvimento do produto e os custos gerais associados, sendo então expectável que exista uma significativa redução dos mesmos, bem como a qualidade geral do produto final, que será aumentada pelo esforço aplicado na fase inicial da criação do produto. Neste capítulo será apresentada uma breve revisão bibliográfica sobre este tema.

2.1 Introdução/Definição de Engenharia Concorrente

A engenharia concorrente (EC), por vezes designada de engenharia simultânea [8] ou, nos tempos mais modernos, Desenvolvimento Integrado do Produto e Processo (do inglês, *Integrated Product and Process Development - IPPD*)[9]–[11], é um conceito desenvolvido no final da década de 1980, com o propósito de diminuir o tempo de desenvolvimento do produto (DP), através da paralelização das tarefas com integração da cooperação interfuncional [11], [12]. É utilizada no desenvolvimento de produtos, onde o *design* e os sistemas de produção, assim como outras funções ou tarefas relevantes, são executadas em simultâneo a fim de reduzir o tempo necessário para trazer um novo produto ao mercado [13].

A EC é uma abordagem sistemática à integração do *design* do produto e seus processos relacionados, incluindo produção e suporte pós-venda [14]. Diferentes autores definem a EC de diferentes maneiras [9], [15]–[21], no entanto a definição mais popular é a de Winner (1988) através do “*Institute of Defense Analysis*” (IDA) nos Estados Unidos [22]:

“... é uma abordagem sistemática ao design integrado e simultâneo de produtos e processos relacionados, incluindo fabrico e suporte. Essa abordagem visa fazer com que os produtores considerem desde o início todos os elementos do ciclo de vida do produto, desde a conceção até ao descarte, incluindo requisitos de qualidade, custo, planeamento e utilização.”

Considerando a definição supracitada é podemos concluir que o envolvimento das partes importantes de várias áreas, que adicionam conhecimento e experiência, devem ser recrutadas para integrem as equipas multidisciplinares do DP [23].

O conceito e aplicações da EC tornam-se ainda mais importantes quando o *design*, a produção, o *marketing*, a financeira, as compras, os fornecedores e a distribuição se tornam internacionais e se deparam com os problemas usuais associados com a localização geográfica, a cultura, a língua, e as práticas operacionais. Existem, portanto, diversos métodos e procedimentos para planear, analisar, selecionar e otimizar todo o sistema de produção [24], [25].

Esta abordagem faz com que os fabricantes do produto considerem todo o ciclo de vida do mesmo desde a criação até ao descarte [26]. Sendo assim, a EC representa a capacidade de uma organização realizar o desenvolvimento do produto como uma série de tarefas sobrepostas para o entregar dentro do prazo, com os requisitos do cliente satisfeitos e a um preço mais competitivo [16], [27].

Portanto, a EC pode-se definir como:

1. Uma filosofia de desenvolvimento de produto integrando os vários problemas de *design*;
2. Um método de *design* de produto com integração multidisciplinar de pessoas numa equipa de *design*;
3. Um método para liderar pessoas, onde as questões de *design* são representadas nas pessoas.

O Objetivo da EC é melhorar o trabalho interativo entre os diferentes departamentos que afetam um produto.

2.2 Engenharia Concorrente vs Engenharia sequencial

Engenharia sequencial (ES), tem como característica principal o fornecimento de informações do departamento a jusante só depois deste ter concluído todo o seu trabalho e ter finalizado o seu envolvimento no produto. Isto por vezes pode resultar num planeamento em que o produto já foi projetado, verificado e/ou prototipado para que se alterem quaisquer erros que tenham surgido no processo ou executar melhorias que não tenham existido [16], [28].

Este processo é também conhecido pelo termo inglês “*over the fence*” ou “*over the wall*”, que significa “sobre a cerca” ou “sobre o muro”, baseia-se na organização por departamentos, o que não beneficia a integração entre os diversos setores. Neste caso, uma vez que cada departamento ou setor é responsável por determinada etapa do projeto, este trabalha de forma independente dos demais e tende a preocupar-se apenas com as suas atividades específicas [9], [20], [28], [29].

A Figura 4 representa um diagrama exemplificativo do fluxo que ocorre na ES.

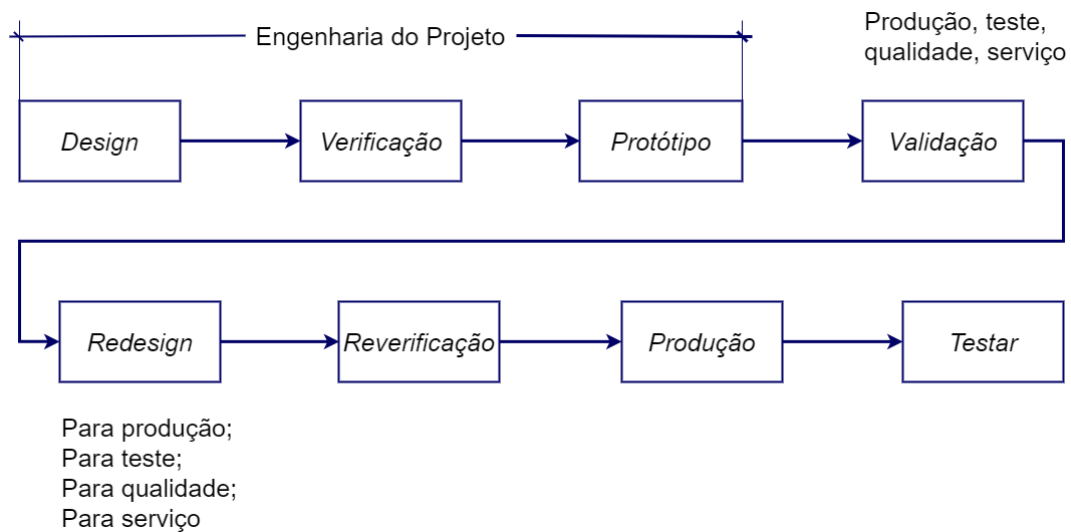


Figura 4: Fluxograma exemplo de ES. Adaptado de G. Sohlenius, Concurrent Engineering.

A Figura 5 representa um diagrama de uma organização que utiliza a EC. É de notar que a principal diferença, relativamente à ES, está no início do processo, onde todos os intervenientes e fatores importantes para o produto estão concentrados na fase inicial do *design* [20], [30].

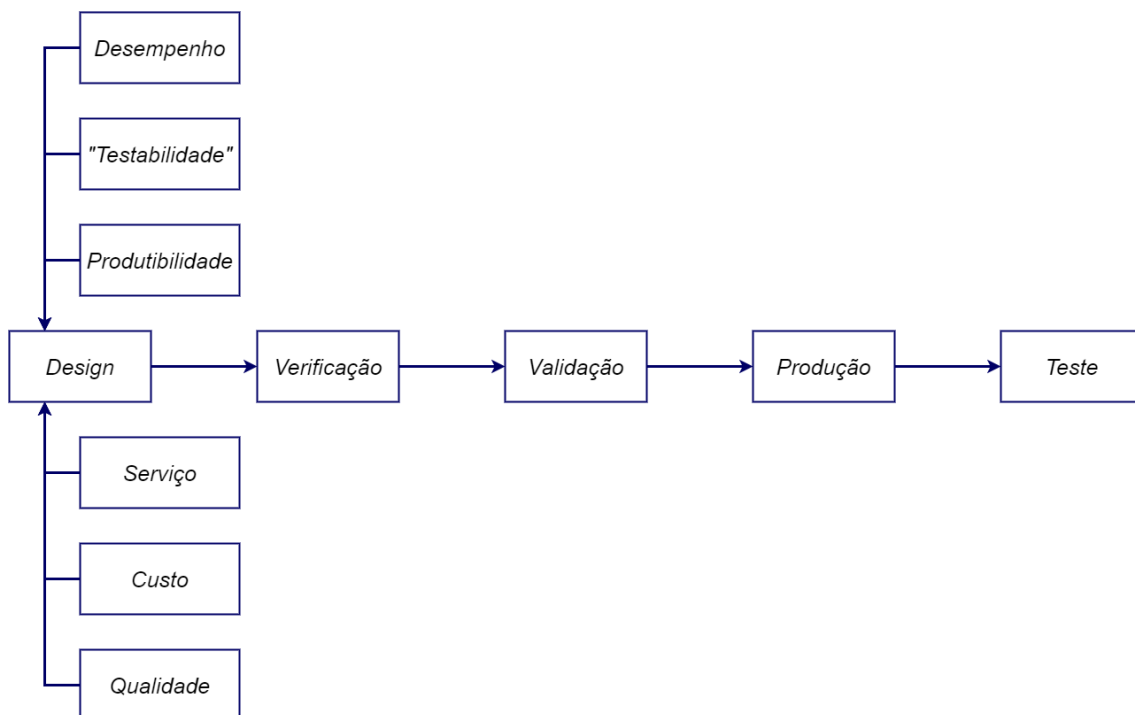


Figura 5: Fluxograma exemplo de EC. Adaptado de G. Sohlenius, Concurrent Engineering.

Isto faz com que muitos mais fatores sejam ponderados aquando do desenho do produto o que garante uma produção de maior qualidade, menor custo, e com um

tempo de desenvolvimento menor (Figura 6), evitando a necessidade de retificação do projeto inicial numa fase mais avançada [16].

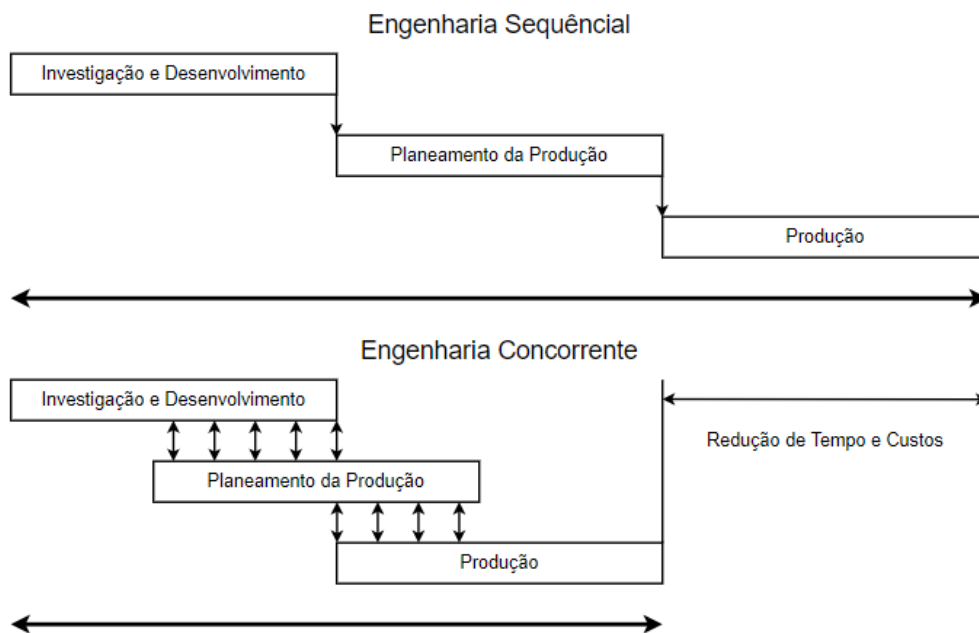


Figura 6: Esquema de diferença de tempo entre ES e EC.

Por fim, abaixo, encontra-se uma tabela resumo (Tabela 1) com a comparação entre a ES e a EC.

Tabela 1: Comparação entre Engenharia Sequencial e Engenharia Concorrente

	Engenharia Sequencial	Engenharia Concorrente
Objetivos comuns	Sim	Sim
Processos simultâneos	Não	Sim
Esforço de desenvolvimento focado no início do ciclo de vida do produto	Não	Sim
Tipo de grupo	Tarefas individuais	Equipa (mesmo objetivo ou produto)
Tipo de conversa	Troca de ideias/informações	Discussão

2.3 Princípios básicos da Engenharia Concorrente

O fator tempo é uma vertente com elevada consideração na EC, visto que aproximadamente 80% do custo final de um produto provem de decisões tomadas nos primeiros 20% do tempo de desenvolvimento do produto, pelo que, para a EC a

otimização destes processos iniciais é primordial. Os pilares da EC assentam em oito princípios básicos que em conjunto fazem com que o processo de produção seja otimizado [15], [31]:

1. **Descobrir os problemas numa fase inicial**, torna-os mais fáceis de resolver, principalmente se descobertos nos primeiros 20% do tempo;
2. **Tomar decisões precocemente**, faz com que nos baseemos numa janela de oportunidades maior, o que nos permite ter uma maior afeição do *design* do que as tomadas em fases mais tardias, quando o *design* já esta maturado;
3. **Organização do trabalho**, é extremamente importante visto que ao contrário dos computadores os humanos têm dificuldade em trabalhar em múltiplas tarefas em simultâneo. Assim sendo, e como a mente humana é boa na organização do trabalho, as tarefas devem ser sistematizadas de modo a poderem ser realizadas de forma independente uma das outras, quer por um ser humano que por um computador;
4. **Trabalho em equipa** e afinidade dos membros, visto que quando diferentes equipas trabalham separadamente são capazes de criar *designs* que são considerados ótimos no seu domínio de trabalho, no entanto, quando trabalham em conjunto conseguem criar *designs* que serão igualmente ótimos no domínio geral que será a soma dos vários domínios individuais. Foi também demonstrado que equipas que confiam umas nas outras têm maior afinidade. Isto acontece quando os membros preferem trabalhar em grupo que isoladamente;
5. **Alavancagem de conhecimento**, torna-se importante pois o domínio do *design* do produto é muitas vezes muito alargado pelo que pode ser impossível criar um sistema automatizado para uso geral. A interligação das ferramentas de apoio à decisão com o conhecimento humano, é a forma mais viável para solucionar os problemas mais complexos;
6. **Compreensão comum** é importante, visto que as equipas trabalham melhor se souberem o que os outros membros estão a fazer, o que inclui um conhecimento operacional de toda as operações relevantes.
7. **Propriedade**: as equipas trabalham mais entusiasticamente se tiverem a liberdade de tomarem as suas próprias decisões;
8. **Constância do propósito**: muitos departamentos tem uma tendência natural para passarem uma imagem irrealista deles próprios para os restantes departamentos. No entanto, a organização como um todo funciona melhor se todos os membros trabalharem para uma meta coletiva. Para isto é necessária uma alteração na forma de pensar para além do objetivo individual do departamento

2.4 Componentes da Engenharia Concorrente

Embora os componentes da EC não tenham sido formalmente documentados, autores como B. Prasad [15] consideram que é o ambiente gerado por estes componentes, que abaixo serão explorados, que levam a uma otimização nos custos dos produtos, na sua qualidade, nos investimentos requeridos e no ciclo temporal da produção dos mesmos.

Os componentes vão então distinguir se o ambiente criado pela EC será ou não bem-sucedido, sendo que a satisfação na implementação da EC deriva do sucesso destes componentes.

2.4.1 Equipas de trabalho

A estrutura da EC assenta em equipas multidisciplinares que trazem conhecimentos especializados nos mais variados domínios para o programa em desenvolvimento. O trabalho em equipa existe quando os diferentes grupos trabalham em conjunto para atingirem um objetivo comum. No entanto, uma vez que estas equipas são formadas por membros dedicados a diferentes áreas do projeto, é muito frequente haver um conflito de interesses devido aos diferentes objetivos que possam existir em diferentes partes do DP [32].

O trabalho em equipa é parte integral da engenharia concorrente pois permite uma integração organizacional. Existem sete elementos na filosofia de trabalho em equipa [16], [20]:

- Flexibilidade e colaboração contínua;
- Comprometimento para atingir os objetivos;
- Comunicação;
- Capacidade para criar compromissos;
- Consenso apesar da discórdia;
- Coordenação;
- Melhoria contínua de forma a aumentar a produtividade e diminuir o tempo de processo.

Esta organização multidisciplinar, denominada equipa de desenvolvimento do produto (do inglês, *product development team* [PDT]) é composta por diversas subunidades técnicas distintas especializadas nos diferentes domínios [15]:

- Planeamento do produto;
- Engenheiros da concessão do produto;
- Engenheiros e analistas;
- *Designers* do produto;
- Engenheiros de prototipagem;
- Engenharia de planeamento da produção;
- Controlo e Gestão;
- Computorização e montagem;
- Entrega e suporte técnico.

A Figura 7 mostra duas estruturas para o desenvolvimento integrado do produto (do inglês, *Integrated Product Development* [IPD]). Numa direção, as PDT's são suportadas pelos consumidores no topo e pela infraestrutura da empresa na base. Numa direção perpendicular, as PDT's encontram-se entre o produto e o processo de um lado, e ferramentas e tecnologia do outro lado.

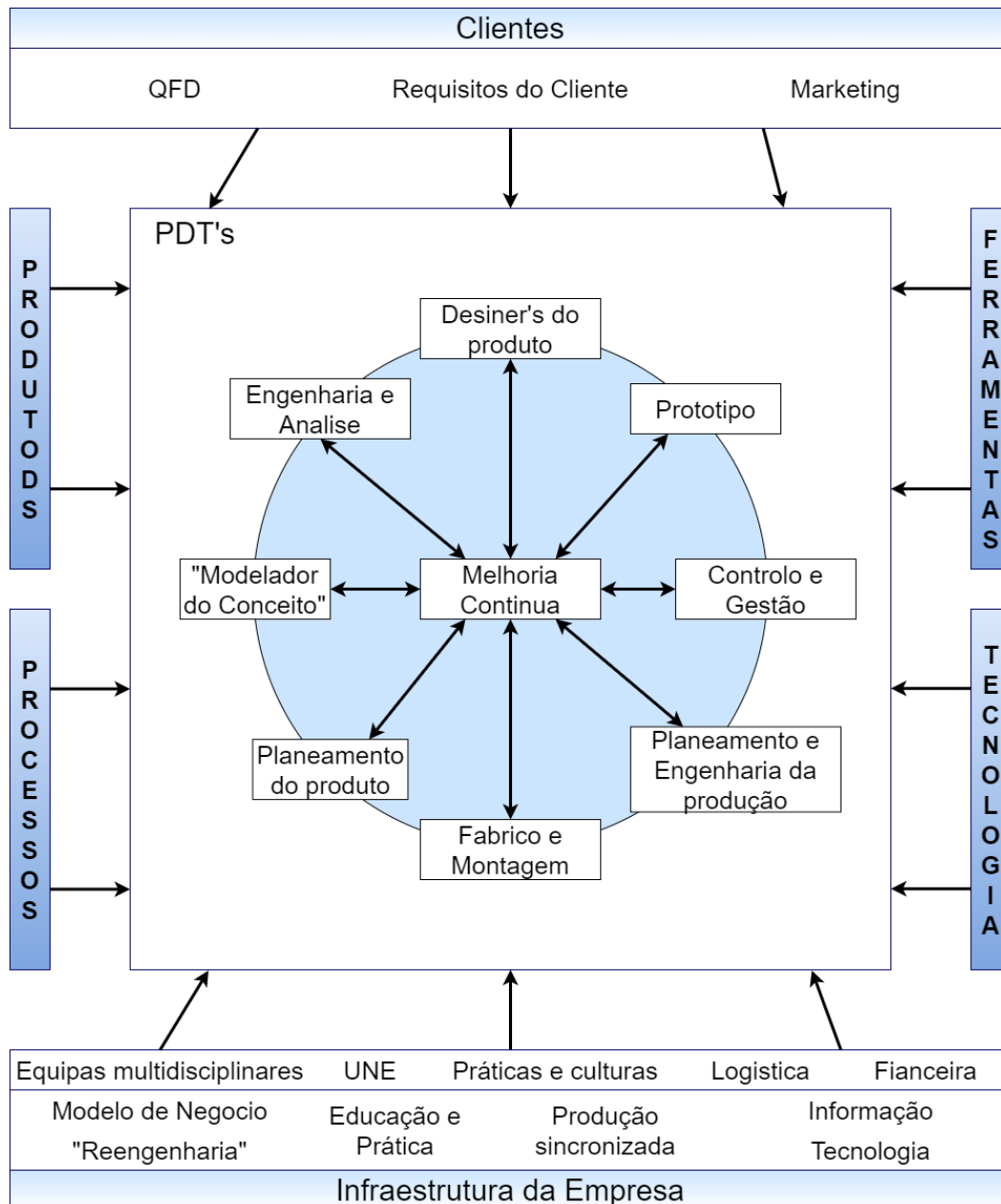


Figura 7: Esquema típico de uma equipa de desenvolvimento do produto. Adaptado de: B. Prasad, «Volume I; Chapter 4: CONCURRENT ENGINEERING DEFINITIONS», vol. I, n. December 1996, 2016.

Da infraestrutura da organização fazem parte variadas áreas entre elas, equipas multifuncionais, unidades de negócios estratégicos (UNE), práticas e culturas, logística,

finanças, reengenharia do processo de negócio, educação e prática, produção sincronizada na organização e tecnologia da informação.

A Figura 7, mostra que os clientes são quem ajudam a estabelecer os requisitos para a IPD entre os quais a estratégia, a tática e o planeamento do negócio.

O que acontece num sistema IPD é que as PDT integram as informações dos clientes sobre os seus produtos e processos com as suas próprias experiências em ferramentas (que oferecem soluções de negócio), tecnologia e a infraestrutura da organização o que constitui uma vantagem competitiva relativamente à concorrência.

Nos nossos dias, com as constantes mudanças no mercado e com os objetivos cada vez mais dinâmicos, a grande diversidade de áreas na EC torna-se essencial para promover competências com o propósito de abordar os problemas futuros, que são cada vez mais complexos. Cada equipa deve trabalhar de uma forma cooperativa, mantendo uma estreita comunicação com as outras equipas de modo a identificar e desenvolver técnicas mais custo-efetivas, mais inovadoras e de simples utilização [15], [33].

2.4.2 Liderança das equipas de trabalho

Todas as equipas multidisciplinares têm na sua constituição um membro que comanda toda a equipa, o líder. Cabe a este membro decidir a forma de como gerir o trabalho em equipa, podendo adotar diferentes tipos de liderança. São sete os estilos de liderança mais comuns, sendo que, na realidade, estes constituem um espetro gradativo entre o tipo autocrático e o tipo *Laisser-Faire* [34], [35]. Na Tabela 2 estão representadas as características dos diferentes estilos de liderança.

Tabela 2: Estilos de liderança e suas características. Adaptado de: L. Fonseca, «Organização Industrial 2 Licenciatura em Engenharia Mecânica». p. 236, 2018; Bruna Martinuzzi, «The 7 Most Common Leadership Styles (and How to Find Your Own)», 16/10/2019, 2019.

Estilos de Liderança	Características
Autocrático	Tomam decisões sem dar grande importância às ideias/opiniões dos restantes membros. Geralmente consideram que são mais inteligentes que os outros elementos e que têm mais conhecimento do que estes. Impõem métodos de trabalho e limitam o conhecimento do objetivo. Embora não seja recomendada a utilização deste tipo de liderança na maioria das situações, esta pode ser muito útil, e por vezes vivamente aconselhada, em situações de crise. “Faz como eu mando!” é uma frase que define este tipo de liderança.
Autoritário	Ao contrário dos líderes autocráticos, aqueles que adotam um estilo autoritário não se limitam a dar ordens, estes perdem tempo a explicar as suas ideias. Normalmente são pessoas confiantes que traçam o caminho e estabelecem expectativas, permitindo que os restantes colaboradores tenham liberdade e

	para alcançar os objetivos. “Sigam-me!” é uma frase que define este tipo de liderança.
<i>Pacesetting</i> (Marca-passo)	Caracteriza-se por um líder enérgico e motivado que define o ritmo de trabalho de toda a equipa, tendo altas expectativas em relação a si e aos demais colaboradores, pressionando-os para atingirem os objetivos estabelecidos o mais rápido possível. Estes normalmente lideram pelo exemplo, não exigindo que os restantes membros façam algo que os próprios não fariam. Quando consideram que o progresso está a ser muito lento, tendem a assumir o total controlo da tarefa. “Faz o que eu faço, agora!” é uma frase que define este tipo de liderança.
Democrático	Dão a conhecer os objetivos gerais, partilham com os outros membros todas as informações que afetem as tarefas dos mesmos, envolvendo assim a equipa nas tomadas de decisões. Permite que o grupo decida o método de trabalho. Antes de aprovarem uma decisão final, procuram a opinião dos restantes colaboradores. “O que achas?” é uma frase que define este tipo de liderança.
<i>Coaching</i> (Treinador)	Veem os restantes elementos como um reservatório de talento que pode vir a ser desenvolvido. Dão às pessoas pequenas orientações de forma a desbloquear o seu potencial de realizar tudo o que são capazes. “Considera isto!” é uma frase que define este tipo de liderança.
Afiliado	É o tipo de liderança em que existe uma maior proximidade entre o líder e os demais membros. Estes líderes prestam atenção às necessidades emocionais e apoiam os colaboradores. Estimulam relacionamentos colaborativos dentro das equipas, mantendo a harmonia, sendo extremamente útil quando é necessário amenizar conflitos entre trabalhadores. “As pessoas estão em primeiro!” é uma frase que define este tipo de liderança.
<i>Laissez-Faire</i>	Conferem inteira liberdade aos elementos do grupo, sendo o extremo oposto ao estilo autocrático. Este estilo envolve o menor nível de supervisão, sendo que apenas estão disponíveis para responder a questões, não dando qualquer tipo de <i>feedback</i> . “Faz à tua maneira!” é uma frase que define este tipo de liderança.

2.4.3 Gestão da equipa de trabalho

A gestão de uma equipa de trabalho passa pelo *know-how* de coordenar e organizar todos os elementos do grupo com o intuito de alcançar um objetivo final comum.

2.4.3.1 Métodos de gestão de equipa

São conhecidos vários métodos *standard* de gestão de equipas, nomeadamente [36], [37]:

- **Comandar e controlar:** este método baseia-se no conceito utilizado para a gestão militar, tendo sido muito utilizado no setor privado durante o século XXI. Aqui, o líder da equipa instrui os elementos para a realização de uma determinada tarefa, sendo que se estes a recusarem serão reprimidos. Normalmente são líderes autocráticos (secção 2.4.2), que têm em si toda a autoridade. O desvanecimento da moral da equipa, em consequência das constantes repressões, é uma das principais desvantagens deste método [36], [38];
- **Envolver e criar:** este método foi desenvolvido perante a ineficácia do método anterior. Aqui, a contribuição dos membros da equipa é relevante, sendo que estes são incentivados a participar de discussões e a partilhar ideias e opiniões. É criado o conceito de unidade, o que fortifica o senso de trabalho em equipa, aumentando a responsabilidade cada um dos membros da equipa, mas também a sua produtividade [36];
- **Econ 101:** este método tem como base as recompensas económicas. Isto é, o desempenho positivo é recompensado por dinheiro ou outros bens materiais, enquanto que, um pior desempenho gera algum tipo de repreensão. Assim, ao invés de ser utilizada a motivação intrínseca dos elementos do grupo, são utilizados os bens materiais para impulsionar o trabalho. Aqui a satisfação pessoal e a ambição não são levadas em consideração, o que constitui uma desvantagem deste método. O facto de existir repreensão para um pior desempenho pode desmoralizar os membros em questão e à perda da confiança [36], [39].

2.4.3.2 Ferramentas de gestão de equipas

Atualmente, com a facilidade que a indústria 4.0 trouxe ao mercado, existem várias ferramentas que auxiliam os líderes na gestão das equipas. Isto é, existem variadas ferramentas disponíveis online, de fácil acesso e muitas delas gratuitas, que fazem com que seja possível o trabalho em rede, sendo a partilha de documentos um constante. Com isto, tanto o gerenciamento das tarefas de cada membro em particular como da equipa como um todo tornam-se muito mais simples, ágil e transparente.

Na Tabela 3, estão representadas algumas das mais valiosas ferramentas de gestão de equipas [40].

Tabela 3: Ferramentas de apoio à gestão de equipas. Adaptado de D. Doyle, "8 TEAM MANAGEMENT TOOLS THAT WILL IMPROVE YOUR RESULTS".

Ferramenta	Tipo	Descrição
Google Forms		Gratuito, prático e fácil de usar. Exige uma conta Google ou Gmail. Oferece formulários e diagramas de fácil utilização, assim como ferramentas para análises dos dados.
Typeform		Gratuito, na sua versão base. Destaca-se dos restantes pelo seu <i>layout</i> mais personalizável e apelativo, o que faz com que, pela agradabilidade do <i>design</i> , a motivação dos utilizadores aumente.
MindMiners	Formulários	<p>Esta plataforma é formada por duas partes interligadas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Miners</i> que é um <i>software</i> que elabora projetos integrais de pesquisa de <i>marketing</i>, desde os questionários, colheita de respostas até à análise dos resultados; 2. <i>MeSeems</i> que é basicamente uma rede social onde diferentes utilizadores partilham opiniões e experiências, e adicionalmente respondem às pesquisas enviadas via plataforma MindMiners. <p>Assim, as empresas que usam esta plataforma conseguem perceber como é que os seus clientes se comportam e o que estes pensam, em tempo real. O MindMiners substitui os dados estatísticos e os vagos relatórios por <i>inputs</i> em tempo real, bastante diferentes das tradicionais pesquisas de mercado [41].</p>
Asana	Gestão de projetos	Auxilia na organização e planeamento dos fluxos de trabalho de forma a existir um rígido controlo do cronograma e das tarefas em desenvolvimento. É ainda possível registar datas de vencimento, atribuir tarefas aos elementos da equipa e dar <i>feedback</i> a cada tarefa.
Trello		Cria fluxos de tarefas gerenciáveis facilmente de maneira visual e intuitiva, pela criação de uma interface convencional " <i>drag and drop</i> " de cartões que correspondem a tarefas que se

		<p>movem entre as colunas que representam atividades. A cada cartão, à medida que vai passando por cada etapa (simbolizadas pelas colunas), podem ser adicionados prazos, anexos de arquivos, instruções, <i>check-lists</i>, entre outros.</p>
Slack		<p>Vários autores consideram, ainda que de uma forma exagerada, que esta ferramenta veio substituir os tradicionais <i>e-mails</i>. É extremamente utilizado por <i>start-ups</i>. Tem realmente várias funcionalidades que agilizam a troca de informação nas equipas, tais como: <i>chats</i> de texto, vídeo ou voz; canais próprios para equipas/projetos; facilidade em anexar arquivos e <i>links</i> em pastas partilhadas; facilidade de integração com outras ferramentas.</p>
	Comunicação interna	
WhatsApp		<p>É já amplamente utilizado por muitas equipas para se comunicarem de uma forma quase que instantânea. Existe já disponível no mercado o WhatsApp Business, criado especificamente para o mundo empresarial, tendo ferramentas que permitem uma automatização, organização e rapidez na resposta a mensagens. Embora tenha muitas utilidades no que toca ao <i>marketing</i> digital e ao público externo, pode também ser utilizado para a gestão de equipas [42].</p>
STRATWs One	Acompanhamento de <i>performance</i>	<p>Este <i>software</i> permite que se definam os indicadores de <i>performance</i> mais adequados ao planeamento estratégico e que estes sejam acompanhados em tempo real, de maneira a que seja possível perceber a cada momento o que está a acontecer na equipa, o que permite uma atuação rápida quando os resultados não correspondem ao expectável. Ademais, é fácil perceber quais os colaboradores que se destacam pela sua boa <i>performance</i>, o que pode ser muito útil num método de gestão do tipo <i>Econ 101</i>.</p>

2.4.4 *Espírito de inovação.*

As equipas multidisciplinares devem trabalhar num ambiente em que o pensamento inovador seja fomentado e em que o trabalho de equipa seja recompensado. O espírito de cooperação irá encorajar a equipa a utilizar a criatividade para criar soluções para as situações de dificuldade na produção.

Os clientes e fornecedores devem trabalhar em conjunto para definir o processo de produção, ferramentas, equipamentos e sistemas necessários para suprir as necessidades que surgirão ao longo da produção. Esta interação deve surgir precocemente no processo de forma a ambos participarem no *design* e outras decisões críticas [15].

2.4.5 *Trabalho de equipa*

O trabalho em equipa enfatiza as relações interpessoais, a cooperação, a negociação e a tomada de decisões. Para que as empresas consigam enraizar o espírito de equipa e facilitar a cooperação entre os seus diferentes componentes, necessitam de ferramentas de trabalho específicas. O lado humano da EC toma o importante papel no sucesso da implementação deste método [43].

Cabe à equipa de gestão manter um balanço entre as “forças criativas” que dão às equipas liberdade para fazerem o que está correto, e as “forças económicas” que pretende fazer com que exista um estrito cumprimento do orçamento. Segundo B. Prasad e O. A. Akanbi [15], [44], dentro de uma equipa de trabalho devem existir sete qualidades, sendo elas:

- **Poder:** dar à equipa de desenvolvimento liberdade, autoridade e recursos financeiros para fazer bem à primeira vez. A equipa de gestão deve especificar os seus principais objetivos, o orçamento e os limites gerais da tarefa de *design* para limitar as decisões dentro da organização e dos objetivos do produto.
- **Membros:** este ponto envolve a identificação das competências necessárias para cada parte do trabalho e o estabelecimento do tempo em que estas devem ser aplicadas. O sucesso depende da manutenção da equipa de especialistas para trabalharem em conjunto. Devem ser adicionados membros à equipa para garantir o desempenho de todas as tarefas.
- **Organização:** Isto requer a definição dos objetivos principais da equipa incluindo procedimentos de “*team building*”, “*brainstorming*” e outras ferramentas humanas.
- **Liderança:** Isto envolve tarefas de motivação, de guia, e de instrução tanto dos especialistas técnico como do pessoal assistente.
- **Planeamento/medição:** A equipa deve focar-se numa definição coletiva dos seus objetivos, sendo que limites específicos como por exemplo capacidade de produção, devem ser definidos como partes do desenvolvimento desses objetivos. A PDT deve criar ferramentas de

medição específicas para esses objetivos incluído o desenvolvimento de métricas para cada um deles.

- **Autonomia:** Embora a gestão deva estar envolvida no projeto, esta deve conceder autonomia à equipa para tomar decisões.
- **Know-how:** Isto refere-se à responsabilidade da equipa técnica de registar as aprendizagens numa espécie de “memoria técnica” de forma a que as informações apreendidas possam ser utilizadas em projetos futuros. A equipa de gestão deve ainda assegurar-se de que a informação é arquivada e transmitida a outros membros da organização, tanto aos que estão envolvidos diretamente no processo como aos não envolvidos.

2.4.6 *Inclusão de parceiros externos*

Um dos problemas, embora com pouca relevância, relacionado com a implementação da EC é a inclusão efetiva dos parceiros externos no processo de desenvolvimento cooperativo. Nos nossos dias, devido à crescente complexidade dos produtos e ao aumento da dependência tecnológica e métodos da produção destas, as parcerias passaram a ser um assunto de grande importância.

O estabelecimento de uma parceria pode ser muito importante estrategicamente pois, pode eliminar ou minimizar as necessidades de auditorias internas. Assegurando que os parceiros se encontram devidamente certificados, podemos garantir a entrega de materiais de qualidade. Neste caso, o custo-benefício de inspecionar os materiais fornecidos e de devolver ao fornecedor os materiais defeituosos, deve ser ponderado relativamente ao custo do fornecedor obter materiais sem defeitos [45].

2.4.6.1 *Envolvimento de fornecedores*

No enquadramento da EC, um dos componentes mais importantes é a comunicação com os fornecedores desde o início do processo de DP [46], [47]. Para a obtenção do suporte colaborativo requerido pela EC, é vital a existência de especialistas adequados e um envolvimento dos fornecedores chave com esses especialistas. Os bons fornecedores são capazes e estão interessados em participar no processo de desenvolvimento. Para tal, estes devem perceber as suas capacidades de processo, bem como as suas limitações e assim, serem capazes de criar um plano adequado para as suas produções.

Um envolvimento precoce é imperioso para que os fornecedores possam procurar ou desenvolver os melhores materiais a fornecer. Assim, todos os participantes ganham conhecimento ao colaborarem. Por um lado, os fornecedores obtêm os negócios que estão a decorrer ou, pelo menos, aumentam a sua probabilidade de se tornarem a escolha mais lógica para um próximo modelo de negócios. Por seu lado, a empresa recebe um feedback inicial, o que pode influenciar positivamente na seleção de outros componentes relacionados [15], [28], [48].

Os fornecedores de primeiro nível (mais importantes) podem ser integrados diretamente na equipa e participar em reuniões como membros de grupos de trabalho [18].

2.4.6.2 *Envolvimento do cliente*

Tal como abordado no ponto 2.4.1, um dos aspetos a reter do envolvimento dos clientes neste processo são os seus requisitos. H. Guan, T. Alix e J. P. Bourrieres [49], [50], defendem que a estrutura deverá ser capaz de entender profundamente os requisitos dos clientes e interpreta-los nas especificações do produto. Numa metodologia de produção tradicional, pelo facto de não existir um envolvimento direto dos consumidores aquando do *design* dos produtos, estes acabam por apresentar funções não necessárias no mercado e por apresentar lacunas em funcionalidades desejadas pelos consumidores. Vários autores sugerem que sejam implementados mecanismos que façam que os desejos de mercado cheguem à equipa de desenvolvimento. Importa salientar que não responder às necessidades do mercado é, desde há muito, uma deficiência no projeto e no desenvolvimento da engenharia. É então necessário o desenvolvimento de meios que permitam verificar, com algum grau de precisão, os reais desejos dos consumidores, de forma a que estes possam ser antecipados pelos fabricantes. A criação de formas de perceber o que os consumidores realmente necessitam, as organizações devem ser criadas de forma a serem capazes de traduzir essas necessidades numa produção economicamente viável [12], [31].

Assim, a implementação da metodologia de EC, ao envolver os consumidores numa fase precoce do processo de produção, leva a uma otimização das funcionalidades dos produtos, tendo em conta as necessidades apresentadas no mercado em cada momento.

2.5 *Concorrência e simultaneidade*

A concorrência das atividades é a principal força da EC. Isto é conseguido por grupos de trabalho que atuam em paralelo.

Neste caso, o paralelismo surge sob a forma de uma sobreposição de tempo de um ou mais grupos de trabalho, tarefas ou atividades [51]. Para isso, é necessário recorrer à decomposição do processo de produção em atividades discretas, outro ponto fulcral da EC [10].

A decomposição do processo de produção (PP) visa considerar o PP como parte de um todo e posteriormente sobrepor as diferentes partes decompostas, reconstruindo um todo a partir dessas partes. Do termo “todo” fazem parte múltiplas características do ciclo de vida do produto e embora nem todas as diferentes atividades deste ciclo sejam independentes, muitas delas podem ser decompostas com segurança. Exemplificando, não existe necessidade de adiar o início de uma atividade/fase se a informação necessária para a realização desta não for dependente do restante processo. Atualmente, o processamento paralelo na EC está a tornar-se cada vez mais essencial devido à elevada pressão global para trazer rapidamente novos produtos ao mercado.

Em suma, a decomposição do PP permite um planeamento de atividades para que estas possam ser trabalhadas em paralelo (ver Figura 8).

A simplificação da transferência da informação do trabalho entre os grupos é o maior objetivo organizacional de qualquer empresa. O planeamento de recursos concorrente implica um planeamento da distribuição de tarefas/atividades de forma a que estas possam ser praticadas em paralelo. Embora este paralelismo de atividades seja simples quando nos referimos a atividades que são independentes ou semi-independentes, quando abordamos atividades dependentes este torna-se complicado de implementar. Posto isto, existem variadas situações em que as atividades são dependentes, mas precisam de ser agendadas em paralelo com outras, neste caso ocorre uma sobreposição. Quando isso acontece, não é necessário esperar que a primeira tarefa termine para poder começar a segunda. A partir do momento em que a primeira tarefa gera informação suficiente para a segunda, esta pode começar de imediato.

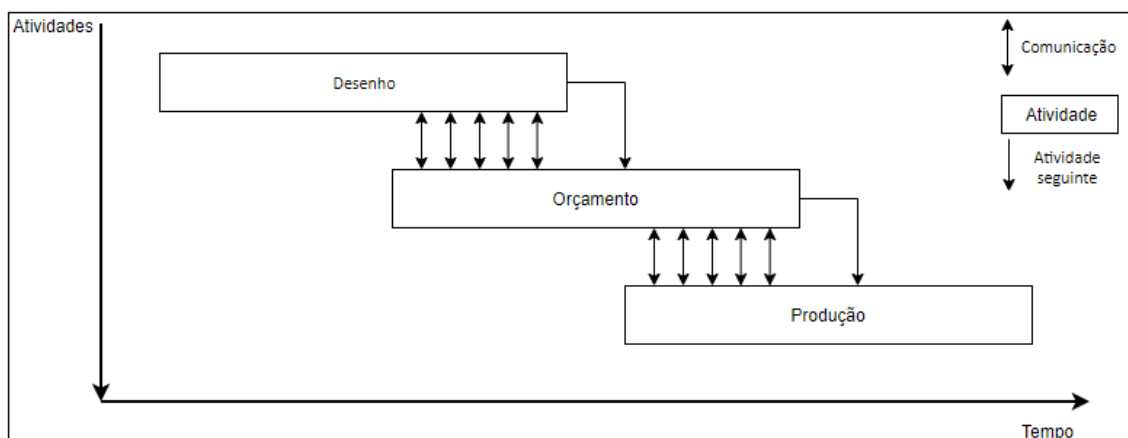


Figura 8: Exemplificação de concorrência.

2.6 Ferramentas da Engenharia Concorrente

Para complementar o seu trabalho, as equipas contam com um conjunto de recursos, métodos e técnicas que as ajudam no desenvolvimento e suporte de um novo produto [52], [53].

Basicamente, estas ferramentas podem-se inserir-se em duas subcategorias, sendo elas de comunicação e de decisão.

2.6.1 Ferramentas de comunicação

Numa metodologia em que o ponto chave é o trabalho em equipa, a comunicação tem um papel fulcral para o seu bom funcionamento. É através deste meio que existe a troca de informações, essencial para a paralelização das atividades – um dos pilares da EC. Mais do que isso, uma boa comunicação propicia um melhor relacionamento social entre os membros da equipa, aumentando a produtividade dos mesmos [14], [52], [54].

Nos pontos abaixo serão explicados os dois tipos de comunicação existentes na EC, a comunicação síncrona e assíncrona.

2.6.1.1 *Comunicação Síncrona*

Na comunicação síncrona, os participantes trocam ideias e informações em tempo real como por exemplo numa chamada de voz.

As principais ferramentas de comunicação síncrona são [52], [55]:

- Ferramentas de agenda ou calendário: permitem marcar facilmente compromissos de trabalho em conjunto como por exemplo reuniões;
- Conferencias de vídeo e voz: muitas vezes é difícil ou não se justifica marcar reuniões onde todos os participantes tenham de comparecer presencialmente, neste caso faz sentido que uma conferência de vídeo ou de voz substitua uma reunião tradicional;
- Ferramentas de *chat* (conversa): funcionam como uma reunião virtual apenas com utilização de texto puro.

2.6.1.2 *Comunicação Assíncrona*

Neste tipo de comunicação, os vários participantes trocam ideias e informações, mas não ao mesmo tempo. É bastante utilizada em situações em que o assunto em questão não carece de resolução imediata. Um bom exemplo deste tipo de comunicação é o serviço de *e-mail* onde é possível partilhar informações ou até mesmo anexar documentos como complemento [52], [55].

2.6.2 *Ferramentas de apoio à decisão*

Neste tópico serão brevemente abordadas quatro das mais importantes ferramentas de apoio à decisão sendo elas o QFD, o FMEA, a análise ABC e os diagramas VSM.

2.6.2.1 *QFD*

Como referido anteriormente, o fator mais importante no ciclo de desenvolvimento é traduzir as expectativas do cliente ao longo de todo o processo. Numa organização tradicional, existe, então, um ciclo de comunicação (Figura 9) que, partindo do cliente, é criado um fluxo por intermédio de vários departamentos que retorna aos clientes, que irão averiguar se as suas exigências foram ou não satisfeitas.

Na Figura 9 é possível visualizar que, devido à quantidade de departamentos pela qual a informação tem de circular, e tendo em consideração que cada departamento tem a sua própria linguagem, não é anormal que exista uma distorção da informação ao longo do ciclo e que o cliente final acabe por não ficar totalmente satisfeito com o produto final. Por isso, para formalizar este diálogo entre os diversos serviços, utilizaremos o QFD [31], [56].

O Desdobramento da Função Qualidade (do inglês, *Quality Function Deployment* – QFD) especifica por completo o produto segundo a opinião do cliente, utilizando uma linguagem comum a todos os departamentos. Este ajuda a transformar os requisitos do cliente em produtos com melhor *design* e o seu objetivo é garantir que o produto satisfaz todas as necessidades dos clientes na diversas fases do desenvolvimento do produto, incluindo [14], [22], [52], [56], [57]:

- As fases de investigação e desenvolvimento;
- As fases de estudos, de métodos e de realização;
- As fases comerciais e de distribuição.

As principais vantagens da utilização do QFD relativamente à utilização de uma metodologia de comunicação tradicional são [52], [56]:

- Foco no consumidor;
- Menor quantidade de modificações após lançamento do produto no mercado;
- Diminuição dos custos de garantia;
- Incremento da satisfação do cliente;
- Melhoria da comunicação entre serviços;
- Diminuição dos prazos de desenvolvimento.

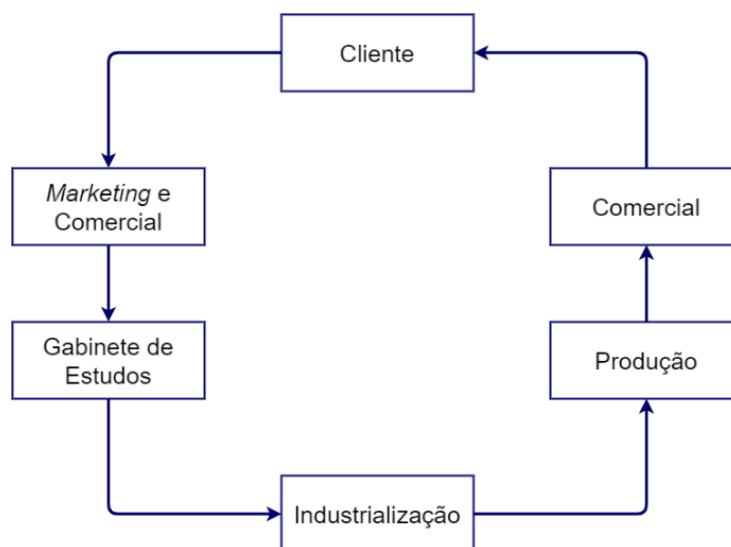


Figura 9: Ciclo de comunicação tradicional. (Adaptado de M. Duret, Daniel ; Pillet, «Qualidade na produção», em *Qualidade na produção*, 2009, pp. 149–171.)

2.6.2.2 FMEA

O FMEA (do inglês, *Failure Mode and Effect Analysis*) é um método que permite garantir a qualidade através de ações preventivas em vez de corretivas. Apresenta a ideologia de que quanto mais cedo se tomarem as decisões relacionadas a qualidade, menos custos elas terão.

O princípio base desta ferramenta, consiste num trabalho em equipa com vista a detetar o mais cedo possível as potenciais falhas de um produto em fase de desenvolvimento. Com base nas competências existentes nos membros das equipas de trabalho multidisciplinares, o FMEA propõe-se a realizar uma revisão ao projeto de

forma a determinar precocemente os riscos de falha que poderiam ocorrer se o produto fosse lançado para o mercado com o *design* proposto no momento da análise [52], [56], [58].

Com esta ferramenta, pretende-se identificar cada componente que falha ou que poderá vir a falhar, a causa da falha assim como os seus efeitos, hierarquizar as falhas por intermédio de uma ponderação e providenciar ações preventivas [53].

2.6.2.3 *Análise ABC*

A análise ABC, também denominada análise de Pareto ou regra 80/20, é um método de análise que divide os objetos em estudo em 3 categorias, A, B e C, consoante o valor/importância dos mesmos [59]. Aqui, esta análise será aplicada ao impacto económico causado por diferentes erros de *design* de cabos elétricos.

Assim, da Categoria A fazem parte os objetos de estudo mais valiosos, correspondendo a 20% do total. Concretizando, farão parte deste grupo os erros/falhas que custaram mais dinheiro à empresa. Da Categoria B fazem parte os objetos de importância/valor intermédio, correspondendo a 30% do total. Devemos abordar este grupo cautelosamente, uma vez que existe a possibilidade de estes erros/falhas evoluírem para uma Categoria A, se não lhes prestarmos a devida atenção e fizermos as correções necessárias. Por fim, incorporam a categoria C os objetos de menor importância/valor, correspondendo a 50% do total. Daqui farão parte inúmeros erros/falhas que no seu todo terão um impacto económico significativo, mas que, individualmente, não têm uma expressão significativa. Esta será a categoria em que a maioria dos erros/falhas irá residir.

A análise ABC é baseada num princípio económico, Princípio de Pareto, criado pelo economista Vilfredo Pareto. Este ganhou notoriedade por concluir que a maior parte da produtividade económica advém de uma pequena parte da economia. Fundamentalmente, isto mostra que existe uma relação desigual entre a entrada e a saída [59].

Exemplificando, Pareto sugere que 80% das vendas são obtidas com 20% dos clientes. Neste caso, esses 20% seriam os clientes da categoria A, portanto, aqueles que fazem a maior contribuição para o lucro da empresa. De uma forma geral, 20% dos clientes são valiosos o suficiente para que a perda de um deles prejudique de forma significativa os negócios [59].

2.6.2.4 *VSM – Value Stream Mapping*

De forma a compreender o que é o VSM - *Value Stream Mapping*, em português mapeamento de fluxo de valor, é necessário perceber em primeiro lugar o que é um “*value stream*” ou “fluxo de valor”. Isto define-se por um conjunto de etapas necessárias para fornecer um produto/serviço, desde a aquisição das matérias primas até à entrega do produto final ao consumidor [60].

O VSM permite-nos inferir quais são estas etapas, onde é que o valor é ou não adicionado e, o mais importante, como melhorar o processo, fornecendo uma

visualização estruturada das principais etapas e dados correspondentes, necessários para entender o processo e realizar melhorias que permitam a otimização do mesmo.

Karen Martin e Mike Osterling, no livro “*Value Stream Mapping*”, referem que “Os *value stream maps* oferecem uma visão holística de como o trabalho flui através de sistemas inteiros” [61], sendo assim considerada uma valiosa ferramenta, ajudando a determinar como melhorar os complexos processos que constituem as cadeias de entrega. Este tanto pode criar uma visão abrangente de todo o processo, como, quando necessário, pode ser focado numa fração do processo para responder a objetivos específicos.

Ao contrário dos fluxogramas, que mostram apenas as etapas envolvidas no processo, um VSM mostra mais informações, utilizando um formato diferente e mais linear. Este permite que a toda a equipa veja em que parte do processo o valor atual está a ser adicionado, o que permite melhorar a eficiência global associada à entrega de um produto final ou requisição de recursos, e não apenas o número de etapas [60]. Por seu lado, esta também é uma ferramenta que valoriza as questões relacionadas com a redução do *lead time* dos sistemas, sendo muitas das vezes esta a dimensão mais valorizada.

2.7 Vantagens da Engenharia Concorrente

As vantagens da EC estão cada vez mais bem documentadas em livros, artigos e jornais da temática. O objetivo primordial da EC é melhorar o trabalho em equipa entre os diferentes domínios que afetam o produto final. Em seguida apresentam-se algumas vantagens da EC [8], [14], [31], [48], [62]–[64]:

- Redução do tempo de ciclo de desenvolvimento do produto;
- Evitar custos futuros eliminando “retrabalhos”;
- Redução da duplicação de esforços;
- Melhor comunicação e diálogo;
- Operações mais eficientes e de maior produtividade;
- Diminuição dos custos gerais pela redução do número de partes produzidas, melhor utilização do tempo de máquinas, materiais produzidos mais facilmente, menos “retrabalhos” e sucatas, melhor utilização das ferramentas reduzindo o seu custo;
- Produtos de maior qualidade – ao despende mais tempo e dinheiro na fase inicial do ciclo de *design* e assegurando que a seleção do conceito está otimizada, a empresa pode aumentar a probabilidade de entregar produtos de maior qualidade;
- Melhor satisfação do cliente;
- Melhores resultados no geral.

2.8 Dificuldades da Engenharia Concorrente

Embora a EC apresente inúmeras vantagens, tal como qualquer outra metodologia esta também tem algumas dificuldades ou até desvantagens [15], [31], [53], [65]:

- Acumulação de erros: quando várias atividades importantes são realizadas em paralelo, pode não haver tempo de folga e com isso aumentam os riscos de cometer erros;
- Risco de esforço desperdiçado: na abordagem da EC, há um maior risco dos da utilização de recursos humanos em paralelo em situações onde não o é necessário e, dessa forma, levar à criação de um inventário intelectual, que pode atrapalhar o ambiente de trabalho;
- Libertação de grandes quantidades de informação: não é adequado na EC fornecer elevadas quantidades de informação. As equipas multifuncionais exigem informações atualizadas em contínuo;
- Não deve ser utilizada em processos conhecidos ou maduros – quando a EC é aplicada a processos de *design* já maturados, pode levar a um processo de *loop*, isto é, cria-se uma sequencia de repetição, que em certos casos faz com que o tempo consumido seja maior do que se se utilizasse um tradicional processo sequencial;
- Aumento do tempo de resposta: se a organização não estiver equipada para processar um grande volume de informações em simultâneo, poderá existir uma acumulação de informação em excesso, muitas vezes até de pouca relevância, o que aumentara o tempo de processamento da mesma, levando a um aumento do tempo de resposta;
- Caos concorrente: Um dos benefícios da EC é que as informações incompletas ou incertas podem ser usadas desde o início, isso significa que alguns processos que foram inicialmente realizados sequencialmente podem agora ser executados em paralelo. No entanto, a partilha antecipada de informações prematuras ou imperfeitas pode resultar no aumento do número de áreas do ciclo de vida. Se não houver um controlo sobre essas áreas afetadas, pode levar ao que normalmente é descrito como um “caos concorrente”;
- Aumento de custos iterativos: em certas circunstâncias, a EC pode aumentar alguns dos custos de *design*, isto porque é um processo iterativo onde algumas partes do trabalho precisam de ser refeitas. Por vezes, há um exagero no número de iterações, especialmente nas fases iniciais, o que tem como consequência o aumento do tempo necessário para o DP.

2.9 Discussão dos resultados obtidos na literatura

Vários autores já instituíram em empresas previamente sequenciais uma metodologia concorrente, tendo depois analisado os benefícios daí advindos no que à

redução do *lead time* e dos custos de produção. Assim, são aqui apresentados os resultados obtidos por implementações que podem ser encontradas na literatura.

Alemu Moges, constatou que a EC trouxe benefícios dramáticos para um grande número de empresas, pertencentes a diversos setores de atividade, nomeadamente a conhecidos marcas e/ou fabricantes como a *Rolls Royce*, a *General Electric's* e a *Boeing* [2]:

- A *General Electric's* aplicou a EC na divisão de motores para aeronaves, mais precisamente durante o desenvolvimento dos motores F/A-18E/F. Para tal, foram utilizadas várias equipas multifuncionais com o objetivo de tornar simultâneos os processos de *design* e produção. Com a implementação do método, estas equipas alcançaram reduções de 20 a 60% nos tempos de ciclo de projeto e de compra de componentes durante as fases de teste dos componentes, que precedem o teste do motor completo. Com isto, os problemas surgiram mais cedo e foram tratados com mais eficiência do que o que acontecia com a utilização de um processo de desenvolvimento tradicional. Em casos mais extremos de alguns componentes, os tempos de ciclo do projeto e produção passaram de cerca de 22 semanas para apenas 3 semanas, isto é uma redução de 86%;
- A divisão de sistemas balísticos da *Boeing*, implementou a EC em 1988 com vista a desenvolver o míssil balístico MX (mais tarde designado por *LGM-118 Peacekeeper*). Com esta introdução, foram obtidas reduções de 40% no tempo de projeto conjuntamente com uma redução de 10% no custo de produção do protótipo.

A Tabela 4 apresenta alguns indicadores de sucesso da EC encontrados por Alemu Moges ao longo do seu estudo [2].

Tabela 4: Benefícios obtidos da Engenharia Concorrente. Adaptado de A. Moges, «*Concurrent Engineering and Implementation*», 2007.

Benefícios e Métricas	Resultados
<i>Lead time</i>	
Tempo de desenvolvimento	Reduções de 30-70%
<i>Time to market</i>	Reduções de 20-90%
Qualidade	
Mudanças de design	Reduções de 65-90%
Sucata e retrabalho	Reduções até 75%
Qualidade geral	Aumentos de 200-600%
Custo reduzido	
Produtividade	Aumentos de 20-110%
Retorno sobre ativos	Aumentos de 20-120%
Custos de produção	Reduções até 40%

Luís Fernando Melloni [66], demonstrou existir uma melhoria de desempenho verificada em empresas que instituíram a EC, chegando à conclusão de que:

- O número de mudanças relacionadas com a engenharia do produto pode sofrer uma redução de até 90%;
- O *lead time* da produção pode ser reduzido em 40%;
- Os custos associados à produção podem ser reduzidos em até 40%;
- O *lead time* de projeto pode ser reduzido em 60%;
- Os custos associados ao projeto podem ser reduzidos em até 30%;
- O número de retrabalhos pode ter uma redução de até 70%.

Robert B. Handfield [7], em *Effects of Concurrent Engineering on Make-to-Order Products*, estudo este aplicado a trinta e um produtos *make to order* de diferentes indústrias, conclui que o tempo de desenvolvimento do produto reduz significativamente quando a EC é aplicada. Neste caso, o autor compara a engenharia sequencial com a engenharia concorrente, sendo que este consegue evoluir de um período de desenvolvimento do produto de 2,5 anos para apenas 1,5, o que representa um ganho de 40% ao nível do tempo de desenvolvimento. Robert B. Handfield faz ainda referência ao facto de que os prazos de entrega para novos produtos são menores quando utilizada a EC ao invés da ES.

A EC pode ainda interferir, de maneira indireta, com outras métricas. Exemplificando, P. D. Karningsih, D. Anggrahini e M. I. Syafi'i [65] demonstraram que após terem implementado com sucesso a EC, na empresa na qual realizaram o seu estudo, conseguiram, num período de 20 anos de implementação, reduzir o número de trabalhadores de 17000 para apenas 4200, representado assim uma redução de 75%. Este feito foi conseguido através de uma reorganização estrutural que a empresa sofreu quando da adoção da Engenharia Concorrente.

Tendo em conta os exemplos aqui expostos, referentes aos resultados obtidos por outros autores, é possível notar que a Engenharia Concorrente se revelou uma poderosa ferramenta quando devidamente aplicada, existindo assim sólidos indícios de que esta é uma boa metodologia a aplicar nas organizações.

DESENVOLVIMENTO

- 3.1 Desenvolvimento do Produto e Serviço ao Cliente – Estado Atual (*AS-IS*)
- 3.2 Problemas Identificados e Priorização das Medidas para Implementação
- 3.3 Proposta de Nova Metodologia no Âmbito da EC (*TO-BE*)
- 3.4 Aplicação da proposta a um caso real
- 3.5 Análise de melhorias

3 DESENVOLVIMENTO

Tendo em conta as grandes vantagens da introdução da engenharia concorrente nas empresas, procedeu-se a uma verificação do tipo de engenharia utilizada pela Cabelte S.A. (sequencial *versus* concorrente), com vista à implementação de novas estratégias, assentes nos princípios fundamentais da EC, que permitirão uma otimização do processo de produção da empresa, isto é, todas as etapas desde a receção de uma encomenda até à entrega da mesma, de forma a tornar este mesmo processo mais custo-efetivo.

3.1 Desenvolvimento do Produto e Serviço ao Cliente – Estado Atual (AS-IS)

3.1.1 Departamento comercial

Neste momento, na Cabelte S.A., todo o processo começa no Departamento Comercial (DC) (Figura 10). Aqui, após a recessão da consulta do cliente, esta é registada num sistema informático, o *Power Ui Client* (PUI). Com este sistema, fazemos a introdução de dados, tal como os artigos que o cliente pretende e as respetivas quantidades, o local de entrega e a definição do LME¹ – “*London Metal Exchange*”, é utilizado também para analisar os preços que devem ser dados aos clientes assim como as respetivas margens de lucro.

No mesmo momento em que se regista a consulta, é feita também uma análise “superficial” sobre os tipos de cabos que são pedidos. Aqui averigua-se se os cabos necessários são produtos novos ou se, pelo contrário, são produtos já existentes no sistema informático. No primeiro caso será necessário pedir colaboração ao Departamento de Investigação e Desenvolvimento (DID) (Figura 11), que criará o novo produto gerando novos códigos que serão inseridos no sistema. No segundo caso os códigos dos produtos já existentes serão prontamente inseridos no sistema. Proceder-se-á, caso necessário, à colocação dos cortes.

Após a fixação dos preços a dar ao cliente, caso estes perfaçam um valor total superior a cem mil euros, é necessária a análise pelo respetivo *front-office* antes do envio da proposta ao cliente.

¹ O LME é uma bolsa que negocia metais não ferrosos, o que significa que o ferro e o aço não são cotados por esta entidade. Assim, os contratos negociáveis incluem alumínio, cobre, ouro, prata, cobalto e zinco [67]. Destas, a Cabelte apenas utiliza o cobre e o alumínio como matérias primas.

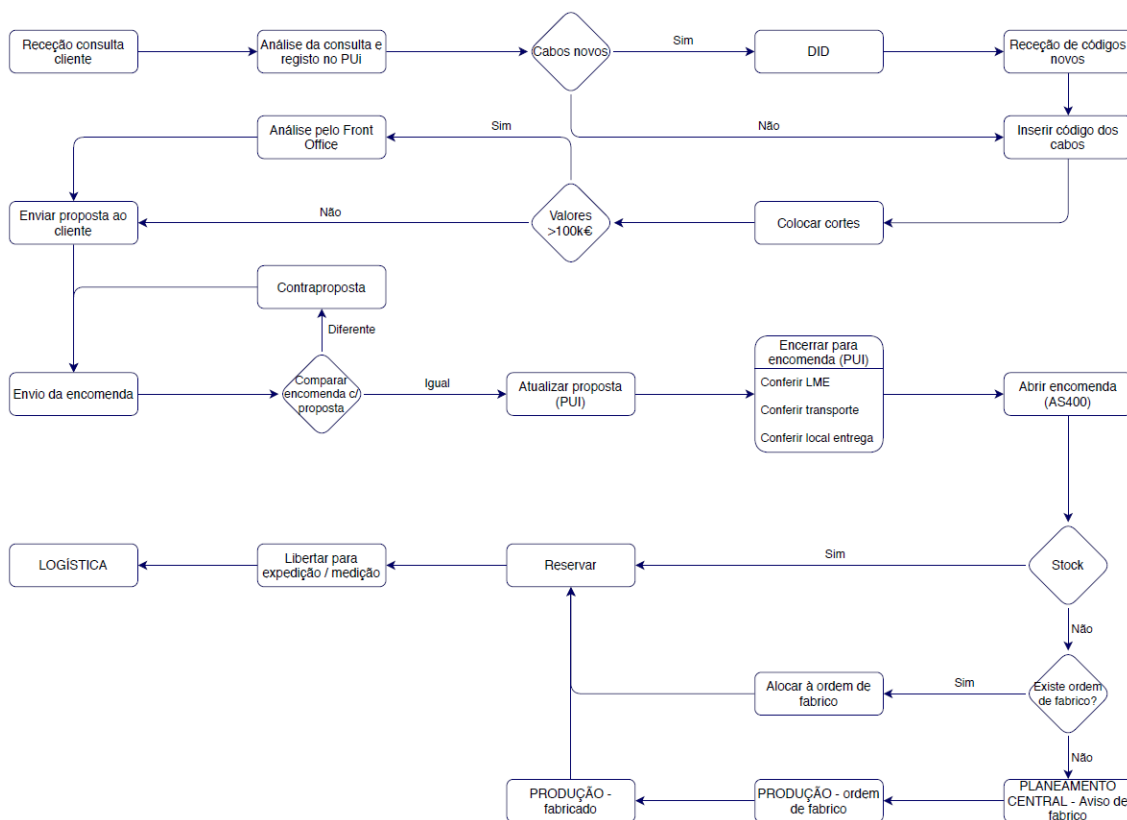


Figura 10: Diagrama de fluxo Departamento Comercial.

O cliente, caso interessado na proposta, procederá ao envio da encomenda. Cabe, então, ao DC comparar a encomenda recebida (preços, prazos, etc.) com a proposta previamente enviada e, no caso de existirem incongruências procederá a uma renegociação com o cliente. Quando a encomenda e a proposta não mostrarem disparidades, esta é atualizada no PUI onde se confere o LME, transporte, local de entrega e cortes, de modo a que a encomenda seja “encerrada” neste sistema, passando então a ser tratada num outro sistema – AS400. Caso exista o produto disponível em stock proceder-se-á à reserva do mesmo, com posterior libertação para expedição, seguindo então a encomenda para o Departamento Logístico (DL). No caso de não existir stock suficiente, acontece uma de duas coisas: ou existe uma ordem de fabrico em que é possível alocar a encomenda ou então o Planeamento Central (PC) emitirá um aviso de fabrico, sendo este executado pela produção. Uma vez que o produto é fabricado, o PC automaticamente reserva esse material e liberta para expedição/medição.

3.1.2 Departamento de Investigação e desenvolvimento

O DID é o local onde os cabos “iniciam” a sua vida (Figura 11). Assim, quando o DC se depara com uma encomenda de um produto não existente na base de dados da empresa, o DID é consultado no sentido de criar esse mesmo produto.

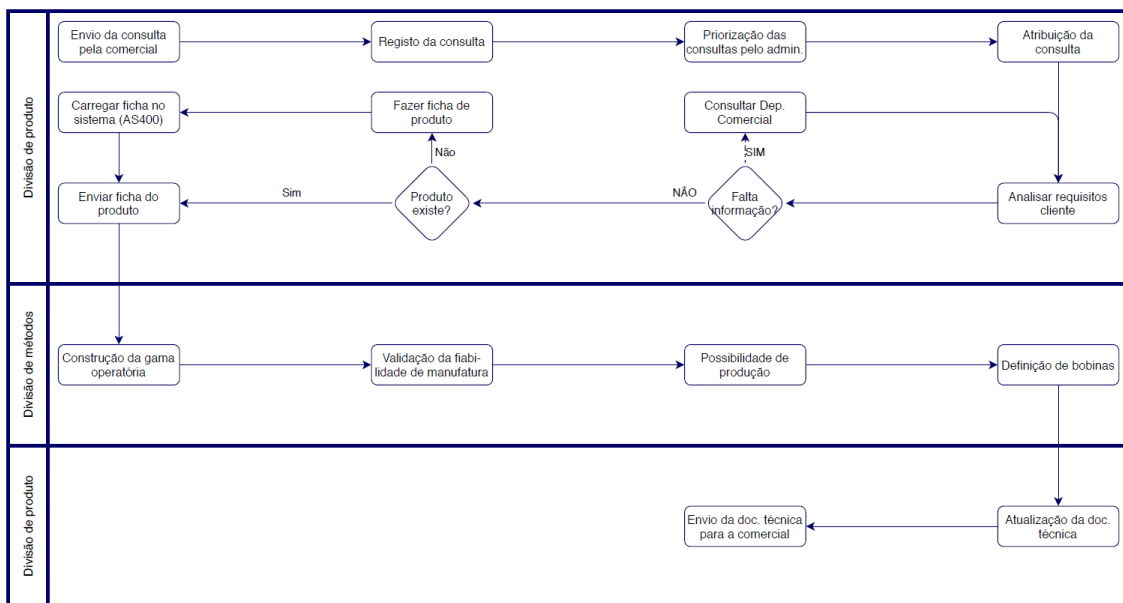


Figura 11: Diagrama de fluxo Departamento de Investigação e Desenvolvimento.

Assim que o DC envia uma consulta para a divisão do produto do DID, esta é registada num ficheiro comum a todos os membros deste departamento. Posteriormente, existe uma priorização por níveis (0 sem prioridade – 3 prioridade máxima) das consultas executada pelo administrador comercial (CCO), numa reunião que decorre semanalmente. Após esta priorização, o departamento procede à atribuição da consulta aos colaboradores em questão, que irão analisar os requisitos dos clientes, e no caso de falta de informação, consultarão o DC. Depois de reunida toda a informação de relevo, proceder-se-á à verificação da existência do produto. Caso este seja um produto existente, a ficha do mesmo será enviada para a divisão de métodos de maneira a verificar se não existem atualizações possíveis de forma a melhorar o produto. No caso de se tratar de um produto inexistente é necessário construir a ficha do novo produto e carregá-la no AS400 antes do envio para a divisão de métodos.

Esta divisão procederá à construção da gama operatória, seguindo-se a validação da fiabilidade de produção. Após é verificada a possibilidade da sua produção e a definição das bobinas a utilizar. Terminados estes procedimentos, a divisão do produto procederá à atualização da documentação técnica e ao envio da mesma para o DC. (Figura 11)

3.1.3 Departamento de produção

Como está representado na Figura 12, depois do PC emitir o aviso de fabrico, o planeamento da produção (PDP) de primeiro nível fará o lançamento das ordens de fabrico, de forma a traçar um plano de produção num ponto de vista ideal, igualando a carga das máquinas à sua capacidade máxima de produção. Após este primeiro plano, o PDP de segundo nível, com base no seu conhecimento mais maduro do chão de fábrica, vai proceder a uma otimização desse mesmo plano, tendo em consideração vários

fatores como por exemplo operadores menos experientes e/ou máquinas que não podem atingir a sua carga máxima aquando da produção de determinados tipos de cabos.

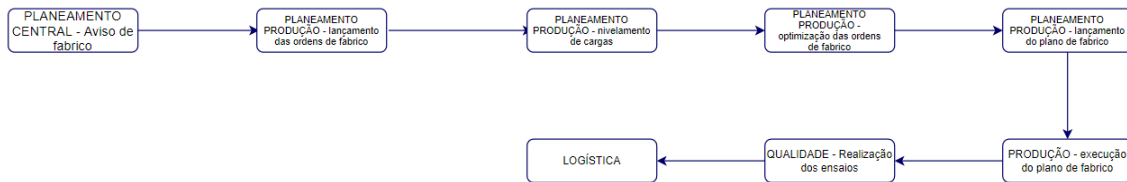


Figura 12: Diagrama de fluxo Departamento de Produção e Planeamento.

Neste nível existe um processo iterativo entre estes dois níveis para tentar alcançar o plano que melhor se adequa às necessidades dos clientes e às capacidades da fábrica. Posto esta fase, todos os dias pelas 15h é lançado o plano de fabrico que terá de ser cumprido pelos operadores com a maior rigorosidade possível de forma a evitar atrasos ou imprevistos. Após esta sequência, os cabos entram em APF (Armazém de Produtos Finais) e cabe ao Departamento da Qualidade (DQ) proceder aos devidos testes para assegurar que todos os cabos podem ser utilizados de forma segura.

3.1.4 Departamento da Qualidade

Após o departamento de produção executar o plano de fabrico, os cabos dão entrada no APF (Figura 13). Posto isto, diariamente, o departamento da qualidade analisa a lista de cabos que estão no APF e que carecem de ensaio. Consequente, é feita a recolha dos cabos no APF, sendo estes transportados para os laboratórios do DQ onde é feita a preparação para os ensaios, sendo os cabos ensaiados seguidamente. No caso de o cabo passar em todos os ensaios, este é aprovado e certificado, sendo emitidos todos os certificados necessários tendo em conta vários aspetos nomeadamente os requisitos normativos dos clientes e o local de destino da mercadoria. Após este procedimento os cabos são devolvidos ao APF estando prontos a expedir.

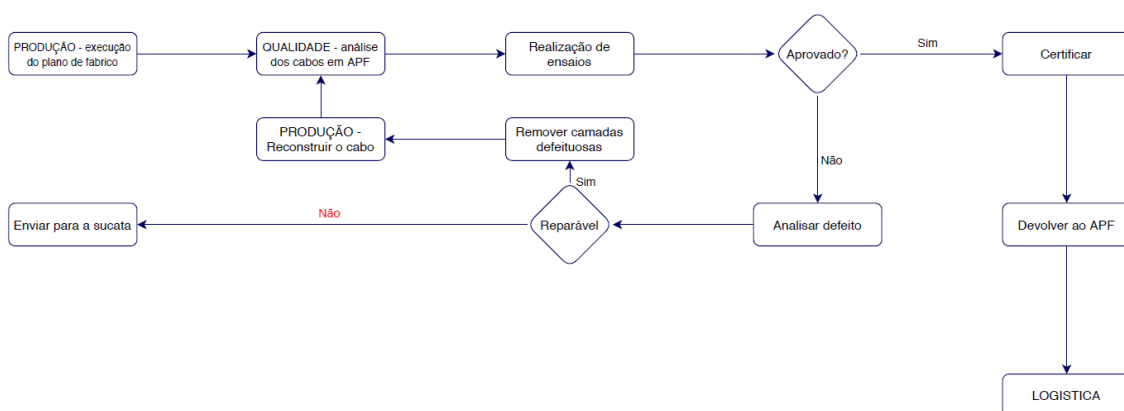


Figura 13: Diagrama de fluxo Departamento da Qualidade.

Caso o cabo não seja aprovado nos ensaios de laboratório, este é desenrolado até se encontrar o local do defeito, que será analisado com mais pormenor de forma a

verificar se existe ou não a possibilidade de reparação do mesmo. Se este for reparável, as camadas defeituosas (ou todas as camadas necessárias para reparar o defeito) são removidas e o cabo volta para o departamento de produção de forma a ser reconstruído. Se, pelo contrário, o cabo não tem reparação, terá de ser sucutado.

3.1.5 Departamento logístico

Depois do DC libertar a encomenda para expedição ou medição o DL vai ou não proceder à medição em conformidade com os comprimentos requeridos pelo cliente (Figura 14).

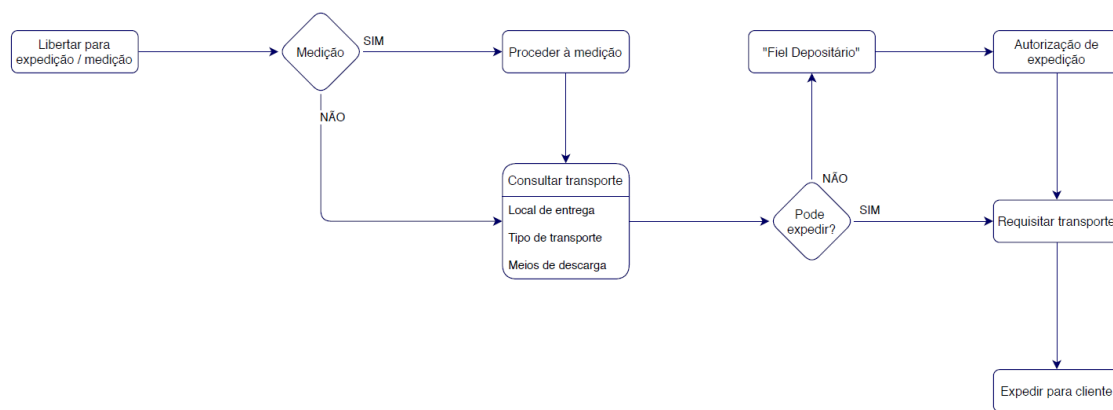


Figura 14: Diagrama de fluxo Departamento de Logística.

De seguida, irá consultar o transporte, verificando o local de entrega, tipo de transporte mais adequado bem como os meios necessários para a descarga do material. Constata-se então se é possível ou não a expedição da encomenda. Caso não seja possível esta ficará armazenada em “fiel depositário” até à existência de uma autorização para expedição. Uma vez que o material está pronto para seguir, o transporte é requisitado e a encomenda é expedida para o cliente.

3.1.6 Análise da metodologia da empresa

A análise dos diagramas de fluxo apresentados nos pontos 3.1.1 - 3.1.5, não nos permitem tirar ilações acerca do tipo de funcionamento da empresa (sequencial vs concorrente), uma vez que os mesmos refletem o passo a passo dos processos atualmente em vigor na empresa. Assim, procedeu-se à representação desses mesmos processos num diagrama de GANTT (Figura 15).

Verificou-se que apenas o departamento comercial trabalha em sobreposição temporal com os demais departamentos, sendo que os restantes trabalham entre si de uma forma independente/sequencial, não existindo uma constante intercomunicação. Além do mais, durante o processo de recolha de informação para elaboração quer dos diagramas de fluxo quer do diagrama GANTT, constatou-se que as equipas de trabalho não são multidisciplinares. Desta forma, é possível afirmar que a Cabelte trabalha numa metodologia sequencial.

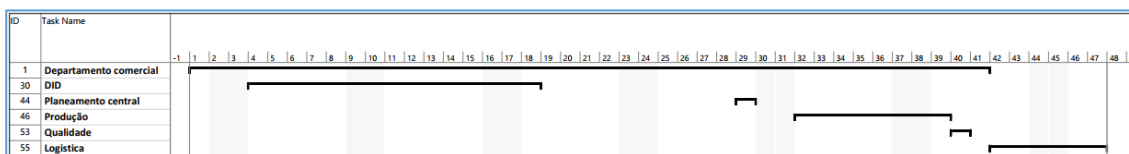


Figura 15: Diagrama de GANTT – metodologia atual.

O facto de a empresa trabalhar primordialmente de uma forma sequencial, faz com que a implementação de melhorias numa perspetiva concorrente, diminuam os tempos e otimizem os processos de produção, o que trará vantagens económicas à Cabelte.

3.1.7 *Análise de tempos de resposta ao cliente.*

Considerando que um dos objetivos da presente dissertação se prende com uma otimização dos tempos de respostas às consultas dos clientes, tona-se importante analisar o tempo médio despendido desde que um pedido de consulta é recebido no DC, até que este seja enviado ao cliente.

Para tal, foi consultado o departamento de desenvolvimento do produto, cuja a estimativa apresentada, referente ao tempo de desenvolvimento dos cabos de alta tensão (foco desta dissertação), foi de quatro dias úteis. Para além disso, e como não existia uma base de dados referente ao tempo de resposta às consultas, foi feita uma análise com recurso ao Microsoft Office Excel®, com base nas datas dos emails de pedido e de entrega das consultas, em que constam todas as consultas entre setembro de 2019 e fevereiro de 2020, de forma a estimar o tempo médio de resposta. Posto isto, verificou-se que o tempo médio, para resposta a uma consulta é de aproximadamente vinte dias (Tabela 5), sendo necessário em média seis dias para que o DID consiga projetar um novo cabo e cerca de catorze dias para o DC fazer a proposta e enviar ao cliente.

Tabela 5: Tempos de resposta às consultas.

Tempo médio de projeto [dias]	DID	5,2
	DC	13,2
	Total	18,3
	Atraso	22,0
Projetos de Alta Tensão	Total de pedidos	26,0
	Respondidos	25,0
	Com <i>deadline</i>	7,0
	Com atraso	4,0

Pela análise da Tabela 5 é também possível constatar que dentro das consultas que têm data limite de entrega (sete consultas), e considerando aquelas que foram

respondidas fora de data (quatro consultas – cerca de 57,14% das consultas com prazo de entrega), o tempo médio de atraso em relação à data requerida são de 22 dias.

3.2 Problemas Identificados e Priorização das Medidas para Implementação

Considerando que seria necessário começar a implementação de uma metodologia concorrente por um setor específico, de forma a comprovar a sua eficácia, foi realizada uma análise SWOT e diversas análises ABC de forma a concluir qual o setor no qual seria mais vantajoso investir e melhorar. Assim, espera-se que as melhorias advindas da implementação de uma metodologia concorrente sejam ainda mais relevantes.

Antes de realizar as análises acima referidas, com recurso à consulta das fichas de defeito dos produtos, investigou-se em que parte do processo de produção eram mais comumente encontrados os defeitos. Como representado no Gráfico 1, verificou-se que a maioria dos defeitos eram relatados nas bainhas, o que corresponde à fase final do processo de produção. Mais uma vez isto indica-nos que a adoção de uma estratégia concorrente teria benefícios, pois iria possibilitar a deteção dos erros que originam estes defeitos numa fase mais precoce do processo, o que reduziria assim as sucatas advindas destes mesmos defeitos, com impacto nos prejuízos da empresa.

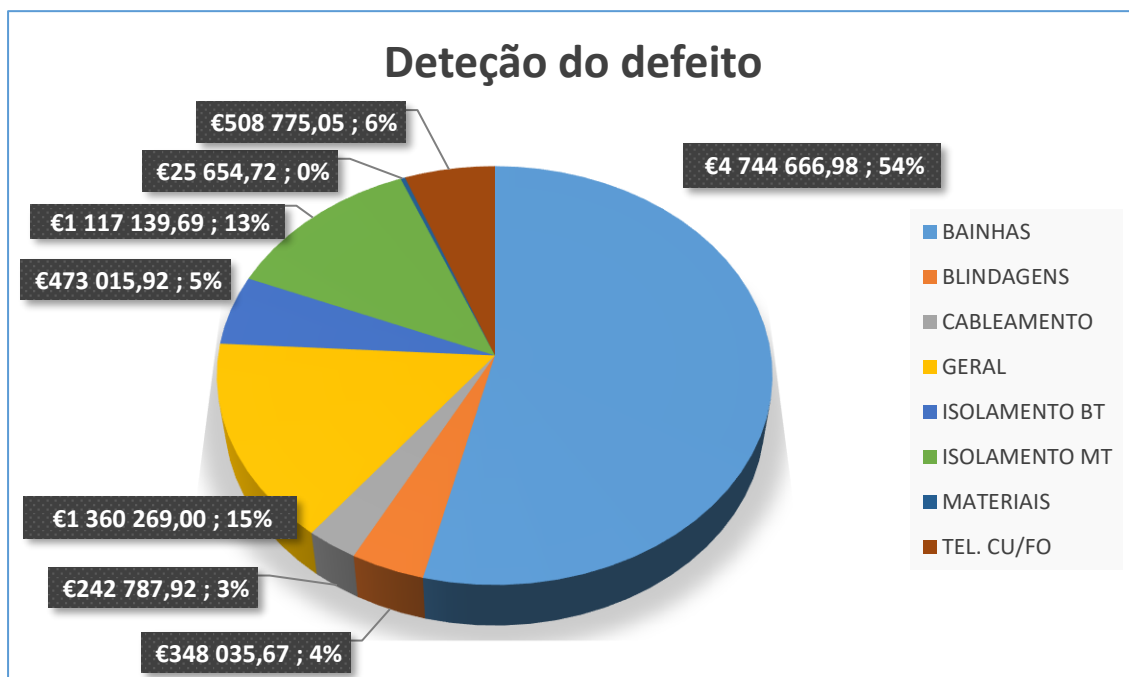


Gráfico 1: Deteção dos defeitos na estrutura do cabo.

3.2.1 Análise ABC

Se aplicável a análise de Pareto (secção 2.6.2.3), seria expectável que 80% dos prejuízos associados a erros/falhas no *design* de cabos, se devessem a 20% dos erros.

Desta forma, uma intervenção futura que vise a correção destes erros irá ter um impacto significativamente positivo nos lucros da empresa.

Assim, foram realizadas várias análises ABC com o intuito de verificar de uma forma concreta, onde se encontram os problemas que causam maior prejuízo à empresa.

3.2.1.1 Análise ABC pela Causa do erro

O Gráfico 2 demonstra a relação entre a origem dos erros que acometem a produção dos cabos e os custos a estes associados. Verifica-se que o Processo-Falha de Reprodutibilidade, representa, com um valor notoriamente superior, o maior custo de defeitos com um valor de 66,25%. No entanto, após alguns dias de apreciação da forma de preenchimento das fichas de erro pelos operadores, verificou-se que a origem “Processo-Falha de Reprodutibilidade” é atribuída de uma forma arbitrária, portanto, esta informação não é fidedigna. Este campo deveria ser atribuído apenas quando o cabo foi produzido de acordo com as especificações requeridas e não foi possível averiguar o motivo para tal. Contudo, e como já referido anteriormente, é frequente que ao invés de ser investigada a origem da falha, seja simplesmente registado na ficha de defeito “Processo-Falha de Reprodutibilidade”.

3.2.1.2 Análise ABC por Família de cabos produzidos

O Gráfico 3 representa a relação entre as famílias de cabos elétricos que são acometidos por erros e os custos desses mesmos erros (ANEXO 1 – Análise ABC por famílias).

Pela análise do mesmo gráfico constatou-se que as famílias LXHIOV/E, semi-produto cabos de alumínio isolados de MT, LXV e RHZ1 (Al), são causadores de 39.76% do custo representando assim em valores absolutos 3.507.356,28€ de um total de 8.820.344,95€, sendo que 15,32% (1.351.201,37€) desse mesmo custo é referente à família LXHIOV/E, que engloba cabos de alumínio de média e alta tensão.

3.2.1.3 Análise ABC por Máquina.

O Gráfico 4 representa uma análise ABC que relaciona as máquinas presentes nas fichas de defeito com o custo de defeitos que cada uma delas produz. Aqui é possível visualizar que as oito primeiras máquinas com maior custo são as “EP’s”, ou seja, as “Extrusoras principais”. Estas máquinas são responsáveis por 65,13% do custo total de defeitos o que significa que, em cinco anos, estas máquinas causaram um prejuízo no valor de 5.744.510,95€.

Após uma breve análise às gamas operatórias de alguns cabos, constatou-se que, na maioria das vezes, estas máquinas faziam parte da produção de cabos de maiores dimensões, ou seja, os cabos de média e alta tensão.

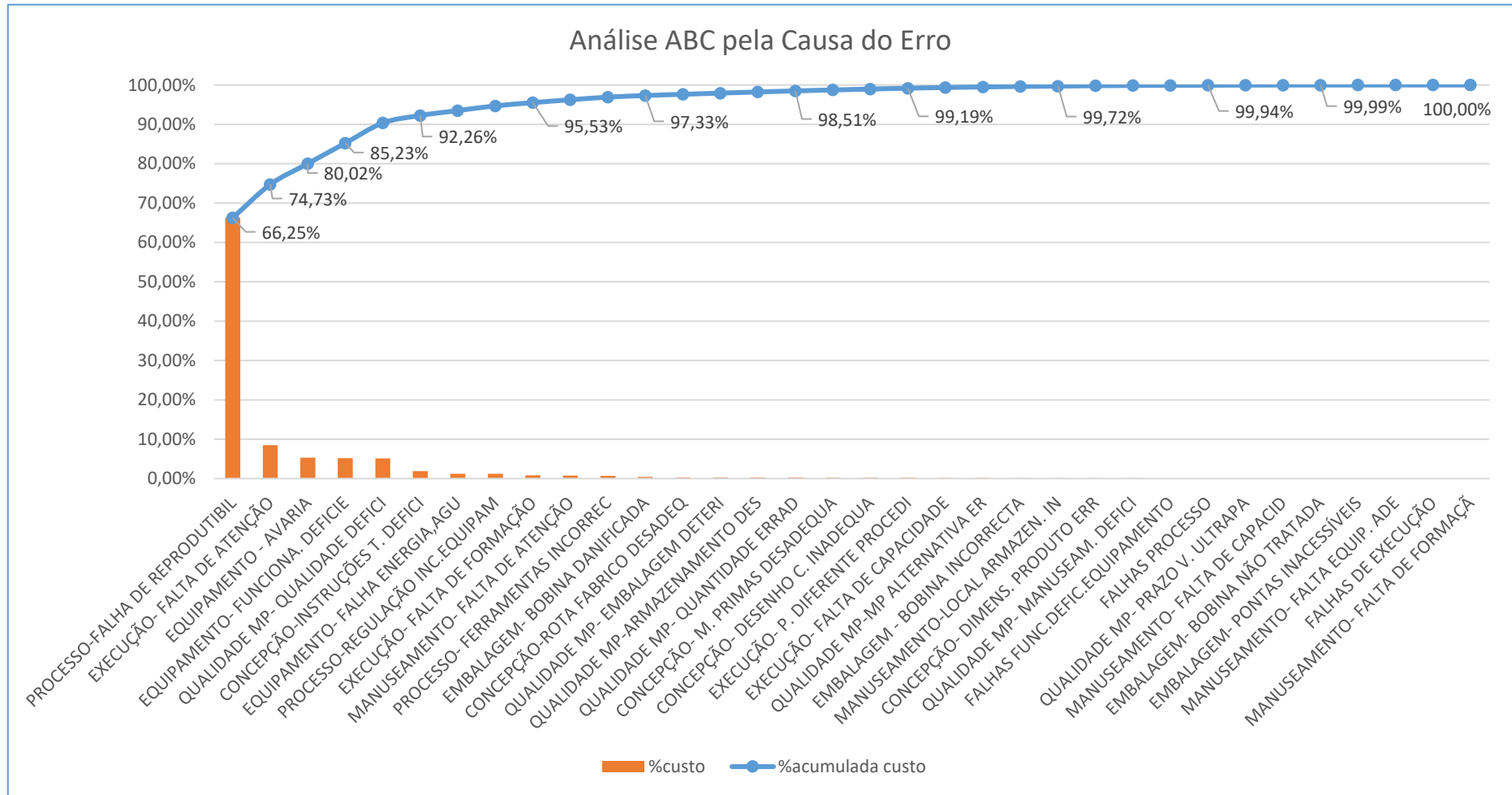


Gráfico 2: Análise ABC - Causa da Ficha de Defeito.

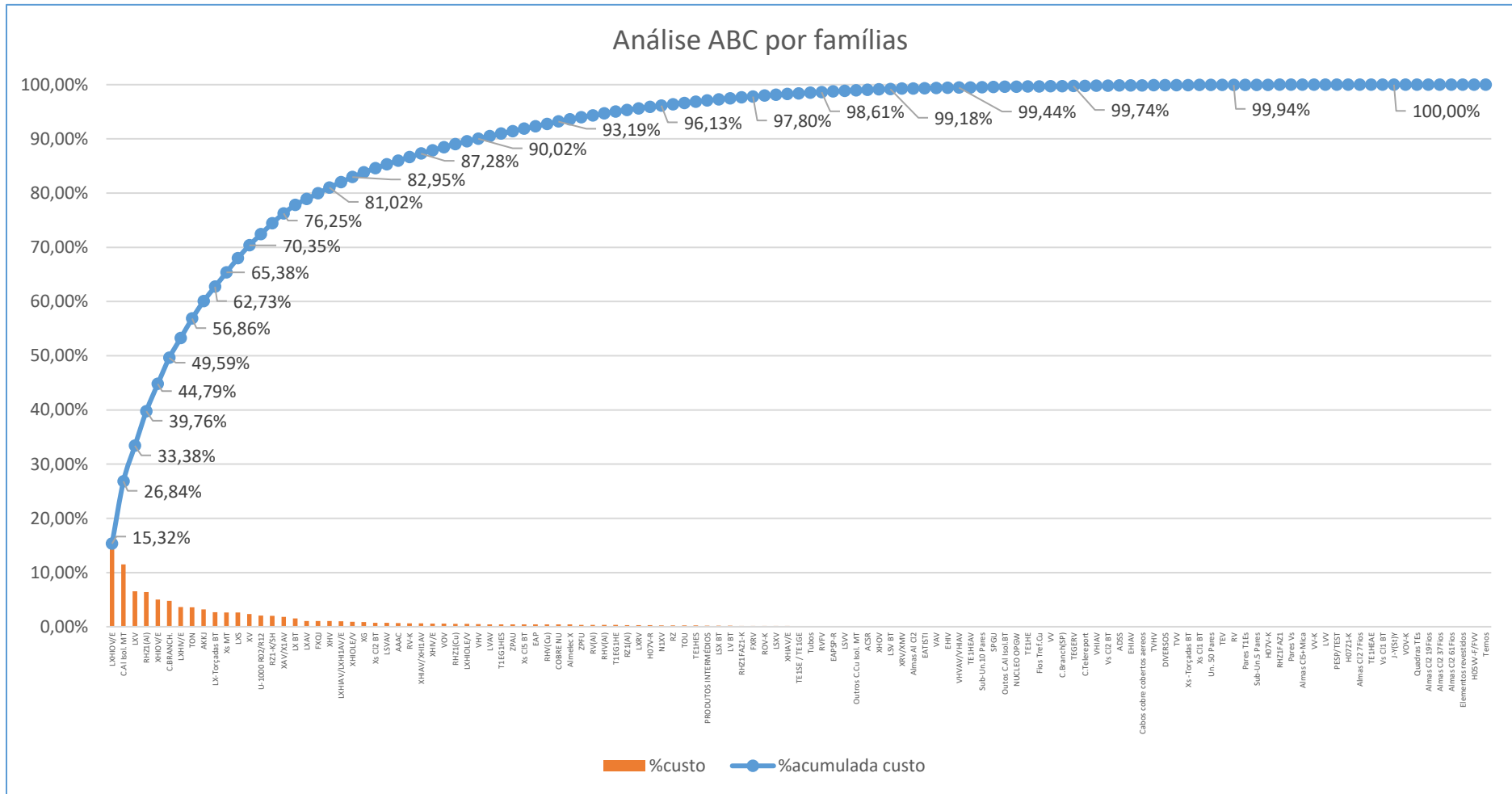


Gráfico 3: Análise ABC - Famílias das Fichas de Defeito.

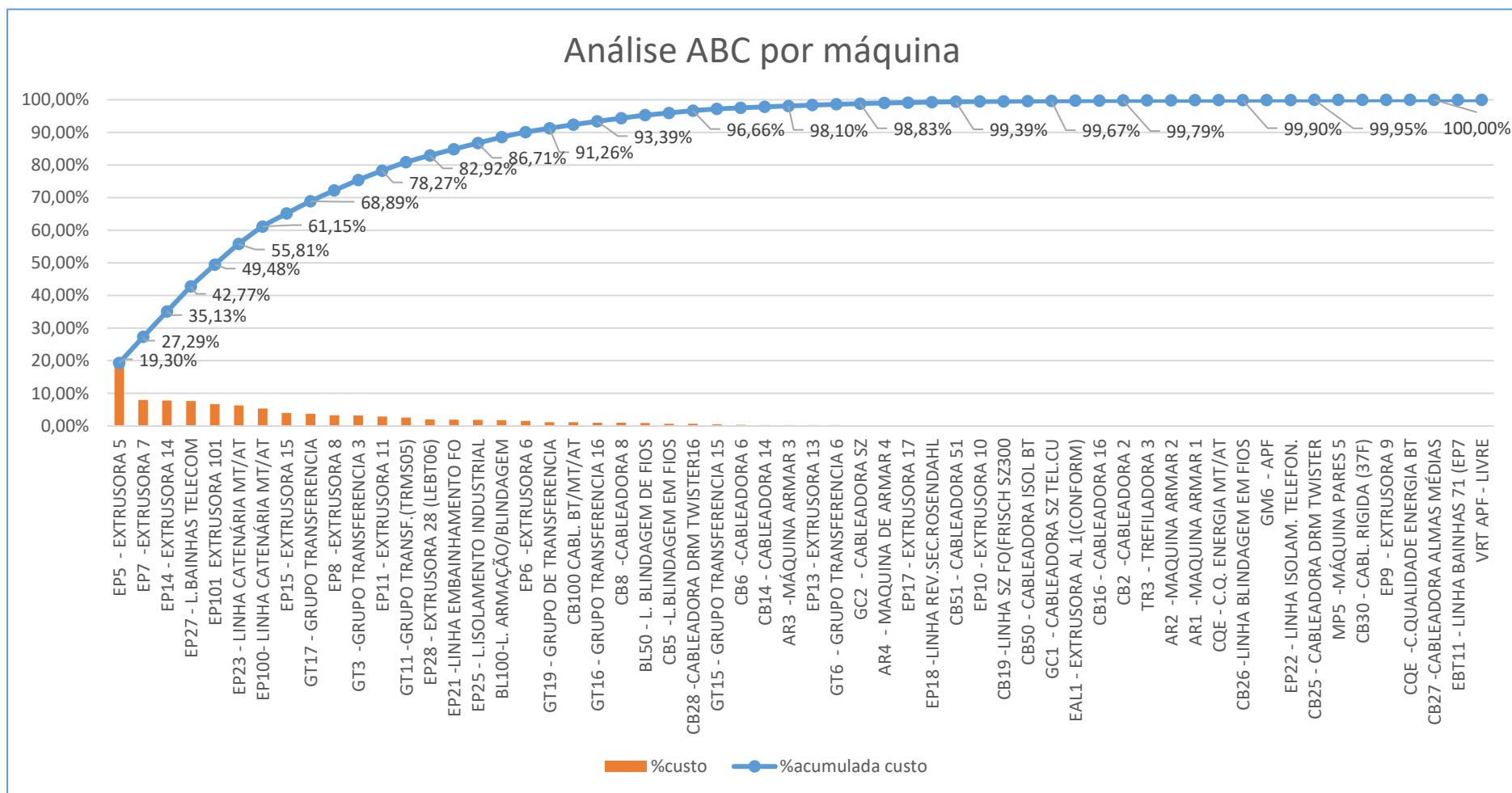


Gráfico 4: Análise ABC - Custos dos defeitos por máquina.

3.2.2 Análise SWOT

Com vista a avaliar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças com o intuito de verificar quais as diretrizes que a Cabelte S.A. deveria seguir e quais as áreas seria mais vantajoso uma intervenção, realizou-se a seguinte análise SWOT:

Pontos Fortes

- Imagem da empresa
- Certificação ISO9001/ISO14001
- Experiência dos trabalhadores mais velhos
- Capacidade da DID
- Extensa gama de cabos
- Empresa pouco poluente (poucos resíduos perigosos e emissões atmosféricas reduzidas)
- Competitividade/preço
- Sistema informático abrangente
- Laboratório de qualidade novo e atualizado

Pontos fracos

- Situação financeira da empresa
- Capacidade de investimento condicionada
- Elevado tempo de formação de um operador
- Falta de mão-de-obra qualificada
- Absentismo elevado
- Reduzidas oportunidades de carreira
- Sistema informático antigo
- Parque de máquinas antiquado
- Manutenção do parque de máquinas
- Elevada produção de sucatas
- Elevados custos de matéria-prima
- Elevados custos logísticos
- Baixo poder negocial
- Elevada utilização de *plafond* bancário

Oportunidades

- Mercado alta tensão
- Qualidade do serviço
- Parcerias estratégicas com fornecedores
- Melhorar o atendimento e a satisfação dos clientes (fidelização)

Ameaças

- Elevada concorrência
- Restrições de substâncias a utilizar nos produtos
- Flutuação de preço do Cu e do Al
- Escassez sazonal ou pontual de matérias-primas polímeras
- Mercados com diferentes legislações, o que leva a uma constante atualização dos equipamentos

Após análise é possível verificar que a Cabelte S.A., com uma forte imagem, um conhecedor gabinete de investigação e desenvolvimento, um laboratório de qualidade novo e atualizado juntamente com a experiência dos colaboradores seria útil apostar na área que mais valor acrescentado traria à empresa, isto é, a alta tensão.

3.2.3 Inferência de qual o setor de intervenção mais benéfico

Segundo a bibliografia existente sobre EC, que afirma que a aplicação desta metodologia é mais benéfica e eficaz em produtos mais recentes (secção 2.8), no caso da Cabelte S.A. a área da alta tensão, pelo estudo realizado à empresa, tanto por análise do funcionamento do chão de fábrica bem como pela análise ABC, que demonstra que a família LXHIOV/E, à qual pertencem os cabos de alumínio de alta e média tensão, é aquela que acarreta mais custos à empresa, com um valor de prejuízo absoluto de 1.351.201,37€ em cinco anos (secção 3.2.1.2), e de SWOT, que integra o setor da alta tensão naquilo que são as oportunidades da empresa (secção 3.2.2), constatou-se então que o setor em que seria mais vantajoso começar a implementação de uma metodologia concorrente seria o setor de cabos de alta tensão em alumínio. No entanto, como o método de processamento dos cabos de alta tensão de alumínio e de cobre é o mesmo, e sendo gerenciado pelos mesmos colaboradores, considerou-se então que a implementação da EC se devia iniciar pelo setor da alta tensão como um todo.

3.3 Proposta de Nova Metodologia no Âmbito da EC (TO-BE)

Considerando que, conforme anteriormente referido (secção 3.1.6), a Cabelte S.A. funciona numa perspetiva sequencial, admitiu-se que seria vantajoso implementar uma metodologia concorrente, de forma a otimizar o processo de produção.

Com vista a compreendermos como deveria funcionar a empresa se esta metodologia corrente estivesse já implementada, foi elaborado um diagrama, Figura 16, que representa uma decomposição dos processos globais da EC. Da decomposição destes processos resultam dois subprocessos: o projeto da EC (Caixa 1) e a operação do sistema da EC (Caixa 2).

O primeiro, visa reunir informações relativas à construção, operações e ferramentas necessárias à criação das equipas multidisciplinares. O segundo, por seu lado, é referente a todos os elementos do ciclo de vida de um produto, isto é, desde estudos do mercado até à prestação de serviços pós-venda.

O projeto de EC (Caixa 1, Figura 16) pode ainda ser subdividido em outros cinco subprocessos, nomeadamente:

1. Criação de equipas multidisciplinares com a nomeação de um líder, secção 3.3.1;
2. Seleção/especificação das ferramentas de suporte às equipas multidisciplinares, secção 3.3.2;
3. Seleção da metodologia de gestão das equipas, secção 3.3.3;
4. Desenvolvimento de ferramentas ou a sua aquisição;
5. Treino da equipa com as novas ferramentas (caso se aplique).

A operação do sistema da EC (Caixa 2, Figura 16) corresponde ao processo de EC juntamente com o seu controlo. Neste caso, a operação é composta por sete subprocessos, que totalizam o ciclo de vida de um produto, sendo estes:

- A pesquisa de mercado para um produto novo;
- As especificações do produto;
- O projeto e desenvolvimento do produto;
- A pré-produção e o refinamento do produto;
- A produção;
- A distribuição;
- O serviço pós-venda.

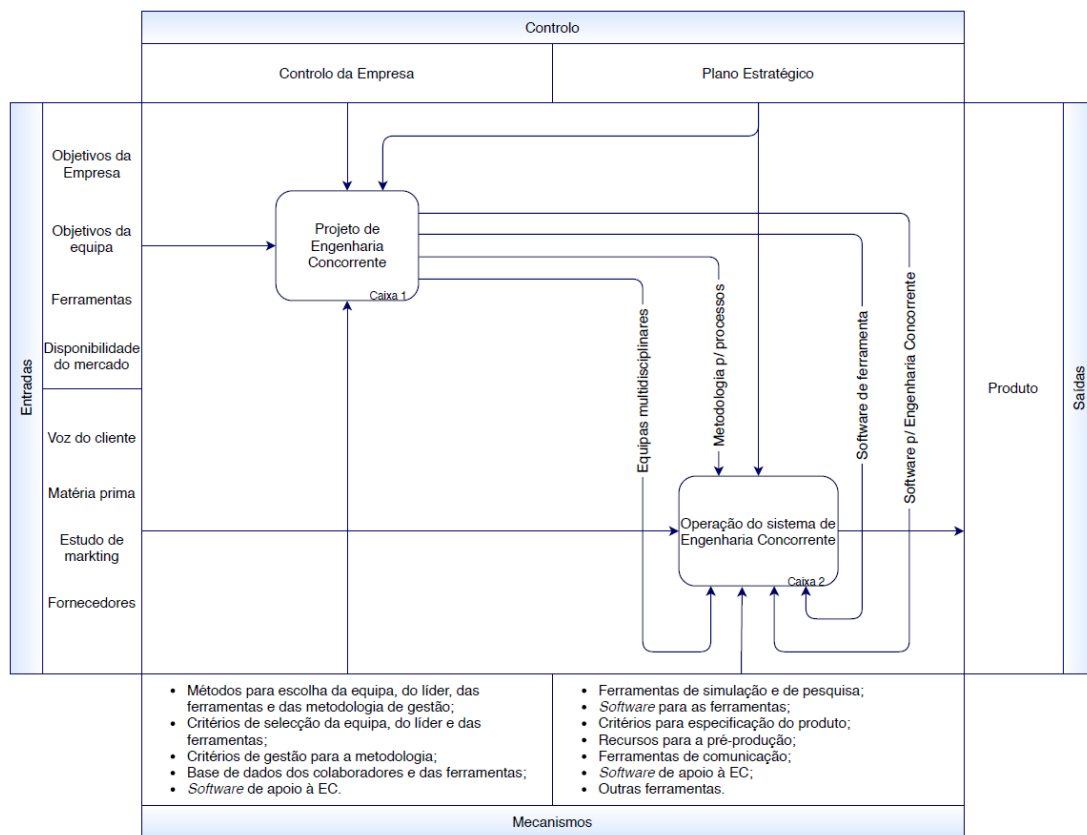


Figura 16: Processos globais da engenharia concorrente.

Os processos supracitados, referentes à decomposição da operação do sistema da EC, devem ser realizados por uma equipa multidisciplinar de forma concorrente/simultânea, o que é congruente com os princípios da EC. Esta deve englobar operadores especializados de todas as fases do ciclo de vida do produto, que irão contribuir com a sua experiência para a execução de cada processo. Importa referir, que um mesmo operador pode realizar uma ou mais do que uma tarefa, assim como uma mesma tarefa pode ser executada apenas por um operador como por mais do que um em simultâneo.

3.3.1 Criação de equipas multidisciplinares

De forma a implementar um processo de produção concorrente, começou-se pela introdução de um dos conceitos pilares da EC, isto é, a criação de equipas multidisciplinares.

Devem integrar estas equipas elementos dos mais variados departamentos e setores. Assim, considerou-se pertinente existir representantes dos departamentos:

- Comercial, o gestor do cliente deve estar presente pois este está diretamente ligado com o mesmo e conhece as suas necessidades e requisitos;
- Investigação e Desenvolvimento, o responsável pelo tipo de cabo deve verificar se é possível ou não atender às necessidades dos clientes;
- Produção, deve ser destacada pelo menos uma pessoa deste departamento para informar sobre as dificuldades de produção, das limitações do parque de máquinas e ainda se será necessário efetuar a compra de algum tipo de equipamento para produção de um tipo de cabo em específico;
- Compras, pelo menos um membro deste departamento deve fazer parte da equipa, o mercado dos cabos rege-se por uma vasta gama de normas dependendo do local a que se destina o fornecimento, o que faz com que seja necessário entender que produtos e fornecedores devem ser utilizados;
- Logística, uma vez que um dos grandes gastos da empresa é nos transportes, uma pessoa deste departamento deve ser adicionada à equipa para evitar/limitar sobrecustos com transportes e movimentações;
- Operacionais de terreno, estes membros conseguem visualizar aquilo que acontece fora de fábrica pois são eles quem monta os cabos na sua posição final e, portanto, o seu *feedback* tem extrema importância, visto que a sua experiência pode ajudar a prevenir falhas não detetáveis em fábrica.

3.3.1.1 Programa de apoio à criação das equipas

A elaboração destas mesmas equipas multidisciplinares é, por vezes, um pouco complicada devido às diferentes especialidades de cada uma das pessoas envolvidas e que estão diretamente relacionadas com o tipo de projeto a desenvolver. Com vista a facilitar o processo de seleção dos membros das equipas, foi elaborada, com auxílio do Microsoft Office Excel®, uma base de dados onde são categorizados os possíveis membros, consoante o tipo de cabo em questão e o mercado ao qual se destina, demonstrando assim quais os colaboradores mais indicados para situação. Este documento sugere os membros a integrar o grupo e funciona como um formulário “automático” da seguinte maneira:

- Inserir o local de destino do projeto;
- Inserir a tipologia de cabo a utilizar;

Importa também prestar atenção à esfera dos recursos humanos. O líder deve motivar e estimular todos os membros, e compreender a reação emocional de cada um aos problemas, sem nunca perder a assertividade nas suas tomadas de decisão.

3.3.1.3 Comunicação dentro das equipas multidisciplinares.

Garantir uma boa comunicação entre os membros das equipas é um dos pontos-chave para o sucesso da implementação de uma metodologia concorrente.

Considerou-se pertinente que os membros da mesma equipa de trabalho passassem a utilizar um espaço comum, garantindo assim uma maior facilidade de comunicação entre todos. Desta forma, as clássicas reuniões, anteriormente muito utilizadas, passam a ser substituídas por conversas informais, onde cada membro, à medida que vai desenvolvendo a(s) sua/suas tarefa(s), partilha os progressos com os restantes membros, esclarece dúvidas e partilha os problemas, de forma a encontrarem a resolução em conjunto.

Embora não devam existir barreiras de comunicação entre os membros das equipas e entre estes e o líder da mesma, a comunicação da equipa com a administração deve ser feita apenas pelo líder (Figura 18), de forma a garantir que a informação é transmitida de forma sucinta e organizada.

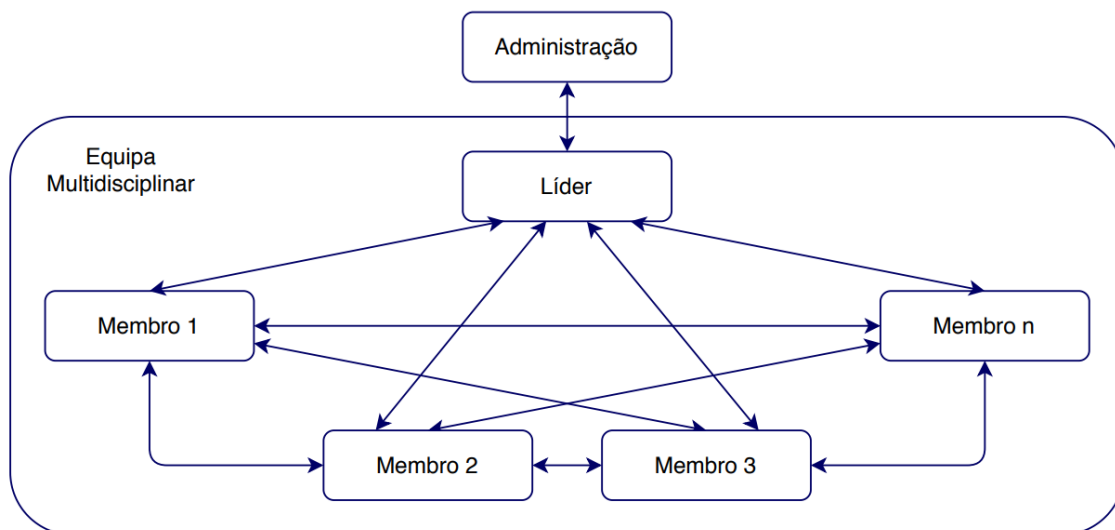


Figura 18: Comunicação das equipas de Engenharia Concorrente.

3.3.2 Escolha/especificação das ferramentas de suporte ao grupo de trabalho;

As ferramentas utilizadas como suporte ao grupo de trabalho, dividem-se em ferramentas de comunicação e de suporte. Fazem parte das ferramentas de comunicação que se sugere serem utilizadas, o email com todas as funcionalidades do Microsoft Office Outlook®, visto ser uma forma fácil e rápida de comunicar, de marcar reuniões, criar tarefas, fazer apontamentos e ainda partilhar documentos, sem acrescentar custos à empresa, as salas de reunião eletrónicas/videoconferência, com apoio à plataforma Cabelte Meet, que aproximam a comunicação à distância a uma comunicação presencial, permitindo um fluxo de informação instantâneo e fluído, bem

como o WhatsApp, que permite uma comunicação praticamente instantânea entre a equipa, permitindo a realização de chamadas de voz e de vídeo, envio de imagens e arquivos anexados às mensagens de texto, bem como mensagens de voz. A justificativa para a utilização destas ferramentas de comunicação passa pelo facto de, para além de serem ferramentas bem conhecidas pelos colaboradores e funcionarem de uma forma rápida e eficaz, são recursos já utilizados pela empresa, pelo que não é necessário investimento financeiro nesta área.

No que diz respeito às ferramentas de suporte, o princípio de aproveitamento de recursos já existente manteve-se um pilar para a eleição das ferramentas a utilizar, pelo que se sugeriu que continuasse a ser utilizado o sistema informático já em vigor.

3.3.3 Seleção da metodologia de gestão das equipas

Embora se considere que o método de gestão de equipas mais eficaz seja o “Envolver e Criar”, a realidade é que cabe ao líder de cada grupo escolher a metodologia com a qual pretende liderar a equipa (secção 2.4.3.1).

3.3.4 Sistematização do novo método

Aqui é apresentada, de uma forma sistemática, os novos procedimentos a serem utilizados, uma vez implementada a metodologia concorrente.

O cliente realiza o pedido junto do departamento comercial, de forma a que lhe seja enviada um orçamento, especificação do cabo e o estudo da capacidade do mesmo. Isto posto, o colaborador da comercial que fez a receção e pré-análise dessa mesma consulta preenche o formulário em Microsoft Excel® (secção 3.3.1.1), que lhe permitirá perceber quais os colaboradores aptos a integrarem uma equipa para a elaboração da proposta. A sugestão da equipa é enviada, por email, juntamente com a consulta inicial, para o administrador, a fim de este proceder à sua aprovação e à nomeação do líder da equipa. O líder é informado, via email, pelo administrador, da equipa que irá liderar, sendo que em anexo deve seguir a consulta em questão. Os restantes membros da equipa, devem seguir em conhecimento neste mesmo email. Posto isto, cabe ao líder da equipa informar, mais uma vez via email, todos os membros da equipa, aproveitando o mesmo email para a convocação de todos os membros para uma reunião, a acontecer num espaço comum, onde os mesmos passarão a trabalhar até à conclusão das tarefas. É de ressaltar que, caso o líder considere que não é imperativa a participação de algum dos elementos da equipa, este mesmo terá o poder de o dispensar, sendo que para tal, deve comunicar, por intermédio de um email, a sua decisão ao administrador e ao colaborador em questão, apresentando os motivos pelos quais considera que aqueles serviços não serão necessários.

Uma vez em reunião, sendo que todos os colaboradores já tiveram acesso prévio à consulta do cliente, serão expostos, por cada um deles, os principais problemas encontrados, de forma a que, em conjunto, sejam criadas resoluções eficazes para os mesmos. É ainda importante referir, que é nesta mesma reunião que o líder irá apresentar as ferramentas de trabalho por este selecionadas, sendo que, caso os

colaboradores não tenham formação nestas mesmas ferramentas, esta deve ser providenciada. Os colaboradores devem, prontamente, registar a proposta no PUI iniciando o trabalho em equipa de maneira a concluir a proposta o mais rapidamente possível para que esta seja enviada para o cliente.

Quando der entrada a encomenda do cliente, deve ser conferido se os preços correspondem àqueles enviados aquando da proposta, pelo comercial que a recebeu. Se estes forem diferentes dos previamente enviados, a equipa deve realizar uma contraproposta, enviando-a ao cliente. Caso os preços da encomenda sejam iguais, a produção do cabo decorre normalmente, uma vez que não é possível diminuir o tempo efetivo de produção do cabo.

A Figura 19, representa um diagrama de fluxo que reflete o procedimento teórico da nova metodologia a adotar pela empresa.

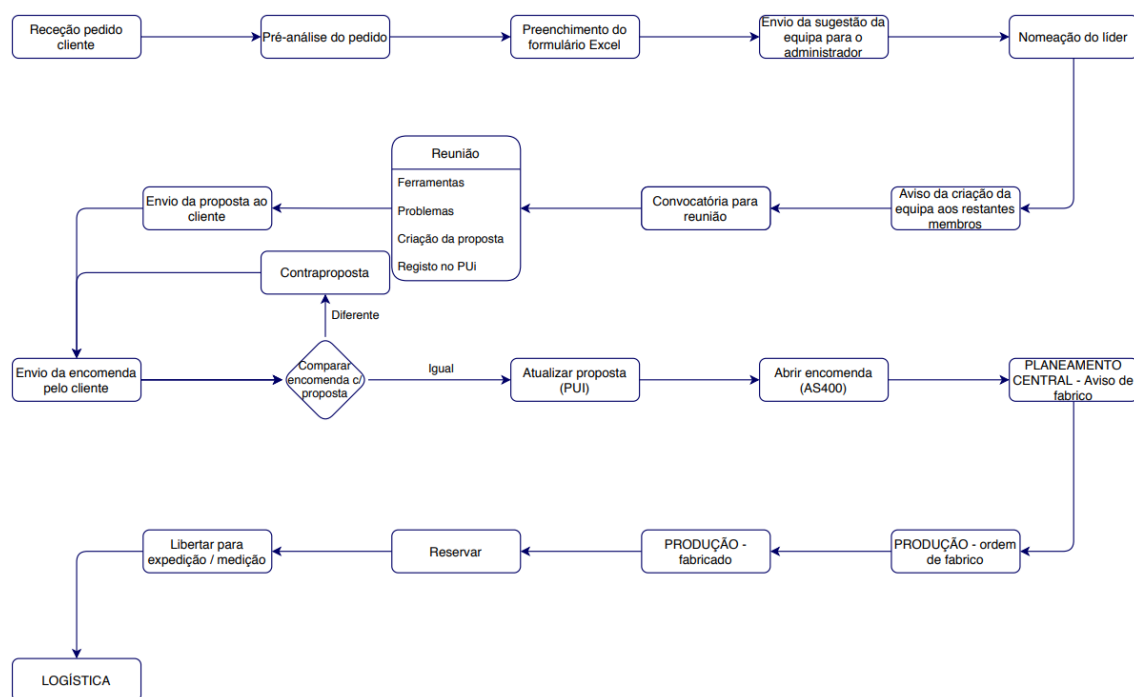


Figura 19: Diagrama de fluxo da nova metodologia.

3.4 Aplicação da proposta a um caso real

Como referido no ponto 3.2.3 começou-se então pela implementação da proposta de metodologia concorrente no setor da alta tensão.

3.4.1 Sensibilização à implementação da Engenharia Concorrente

Após a exposição da necessidade da aplicação deste método, no âmbito desta dissertação, à administração da Cabelte S.A., foi permitida a realização de um projeto piloto.

O primeiro passo foi a realização de uma formação, aos colaboradores que trabalham ou podem estar envolvidos na área da alta tensão onde foi inicialmente feita uma apresentação, com suporte do Microsoft Office PowerPoint® (ANEXO 2 – Power Point da formação sobre EC.), onde constavam os princípios básicos da EC e as ferramentas de trabalho comumente utilizadas por empresas que adotam esta metodologia, de forma a familiarizar os colaboradores com esta nova realidade. Foram ainda clarificadas as mudanças que este método iria trazer aos postos de trabalho atuais, nomeadamente, o facto de passarem a trabalhar num ambiente conjunto e de deixar de ser necessário a criação de reuniões formais para expor as dúvidas e os problemas que surgem ao longo do processo, com adoção de um estilo de comunicação informal. Posto isto, foi aberto um momento para que os colaboradores pudessem expor todas as suas dúvidas em relação à metodologia da EC e à forma como passariam a desempenhar as suas tarefas.

Seguidamente, procedeu-se à criação de um espaço para trabalho em equipa, que consistiu numa sala com uma mesa retangular (Figura 20), onde todos os membros se podiam encontrar frente a frente, e um quadro branco onde podiam estar apontadas as principais dúvidas, requisitos e ideias. É necessário ter em consideração que os colaboradores envolvidos neste projeto também trabalham, simultaneamente, em outras áreas que não os cabos de alta tensão, onde a metodologia concorrente ainda não estava em vigor, pelo que, nem sempre será possível a presença de todos os membros da equipa na sala de trabalho.



Figura 20: Sala escolhida para o projeto piloto.

3.4.2 Projeto piloto

Com todos os intervenientes inteirados daquilo que seria a metodologia a implementar, o projeto arrancou em março de 2020. Começou-se então pela criação das equipas, com recurso à plataforma informática criada (secção 3.3.1.1). Inicialmente

vez que um dos comercias que participou na sessão de esclarecimento acerca da EC (secção 3.4.1) recebia um pedido de consulta para cabos de alta tensão.

Devido aos constrangimentos causados pela pandemia COVID-19 e estando a empresa a passar por uma situação de crise, esta aderiu ao *lay-off* simplificado e ao teletrabalho, reduzindo assim os seus recursos humanos, pelo que a implementação do presente projeto ficou estagnada até setembro do mesmo ano.

3.5 Análise de melhorias

Seria importante comparar o tempo total de resposta às consultas quando estas são realizadas com base numa metodologia sequencial *versus* quando é utilizada uma metodologia concorrente. Devido aos constrangimentos causados pela pandemia COVID-19, como já acima foi explicitado, o projeto piloto apenas foi implementado a três pedidos de projeto de alta tensão, até à data de 30 de setembro de 2020, visto que apenas foram requeridas este número de consultas em consequência ao abrandamento da economia e seu consequente cancelamento de projetos.

Assim sendo, os resultados obtidos até à data podem estar sujeitos a vários vieses, tendo em conta o reduzido número de casos em estudo, o lapso temporal entre o primeiro e as restantes duas consultas bem como o facto da empresa estar a passar por uma situação de crise o que altera o funcionamento normal da mesma. Ainda assim, considerou-se proveitoso apresentar o tempo médio de resposta às consultas ao cliente (tempo médio de projeto) envolvidas nesta implementação.

Tabela 6: Resultados após implementação.

		Antes da implementação	Depois da implementação ⁴	[%]
Tempo médio de projeto [dias]	DID	5,2	- ⁵	
	DC	13,2	- ⁵	
	Total	18,3	5,3	70,8%
	Fora de data	22,0	-	100,0%

Na Tabela 6 encontram-se representados os tempos médios de resposta (em dias) a pedidos de consulta antes e após/durante a implementação do projeto piloto de engenharia concorrente. Os números apontam para uma redução total de treze dias no tempo de resposta, representando isto uma significativa redução de 70,8% do tempo total de resposta. Para além disso, é possível ainda verificar que na única consulta cujo o cliente impôs um prazo de entrega, este foi cumprido. Este ponto é de extrema relevância uma vez que, como demonstrado na secção 3.1.7, a percentagem de

⁴ Valores para as datas desde 01/03/2020 até 27/03/2020 e 01/09/2020 até 30/09/2020.

⁵ Uma vez que com a construção das equipas deixa de existir um trabalho segmentado por departamento, deixa de ser possível estimar o tempo que o processo demora em cada departamento.

cumprimento dos prazos de entrega era de apenas 43% aquando da utilização de uma metodologia sequencial, com um atraso estimado de 22 dias em relação à data estipulada. Recorrendo às análises já existentes na revisão da literatura, mais concretamente os estudo de Alemu Moges [2] em *Concurrent Engineering and Implementation* seria expectável obter uma redução do *lead time* do projeto na ordem dos 30 a 70%, contudo, o autor apresenta casos em que a redução de tempo do projeto chega mesmo aos 86%, o que corrobora os resultados até agora obtidos neste estudo.

Em relação ao *lead time* do produto em si, este é reduzido em consequência da redução processo inicial de projeção do cabo e de resposta aos clientes, uma vez que, o processo produtivo do cabo propriamente dito não é passível de concorrenciaisidade, uma vez que, as diferentes camadas do cabo têm de ser produzidas e adicionadas sequencialmente umas às outras de maneira a não perdermos a qualidade final do produto. A estimativa do *lead time* dos produtos associados às consultas que integram o projeto não é possível, uma vez que nenhuma das consultas resultou numa encomenda de cabos por parte do cliente, pelo que o produto não chegou a ser produzido. Ainda assim, é importante ressaltar que seria expectável a redução deste tempo uma vez que ficou comprovado a redução do tempo de resposta às consultas. Analisando de novo os resultados obtidos por Alemu Moges [2], este apresenta uma redução de 20 a 90% no “*time to market*” do produto. Deste modo, acredita-se que mesmo com a obrigatoriedade da produção sequencial que os cabos exigem, seja possível alcançar uma redução notória nesta métrica, contando atingir reduções semelhantes ao limite inferior de redução obtido por este autor.

Acerca da qualidade dos produtos não foi, mais uma vez, possível averiguar a existência de melhorias ou não, uma vez que não existiu produção do produto. O expectável seria produzir um cabo de uma qualidade superior com menor produção de sucatas e menor índice de retrabalhos, uma vez que o facto de o processo inicial passar a ser realizado em equipas multidisciplinares leva a uma melhor escolha dos materiais a serem utilizados bem como a uma otimização dos processos envolvidos na produção do mesmo, de forma a garantir a chegada de um produto de qualidade superior ao consumidor. Exemplificando, a comunicação precoce entre o departamento comercial e o departamento de logística levará a uma redução das sucatas, pela otimização dos cortes bem como pelas bobinas a serem utilizadas. A cooperação desde início entre o DID e a produção, fará com que aquando da projeção dos cabos seja em simultâneo verificada a exequibilidade desses mesmos projetos, no que toca aos recursos humanos bem como ao parque de máquinas, aqui a interação como o departamento da qualidade irá ainda trazer mais benefícios a esta relação, uma vez que os profissionais deste departamento prestarão o seu parecer quanto à qualidade expectável do produto a ser produzido, estimando se este seria ou não aprovado pelos testes laboratoriais. Embora exista efetivamente uma diferença entre aquilo que será o parecer dos colaboradores e o que realmente acontece durante a produção do cabo, a realidade é que a vasta experiência dos profissionais integrantes da equipa e o seu senso relativo aos processos de fabrico fazem com que as suas previsões, baseadas em conhecimentos concretos, tenham uma grande aproximação à realidade. Recorrendo mais uma vez aos dados

existentes na literatura, descritos por Alemu Moges [2], este obteve significativas melhorias na qualidade do produto final, demonstrando que é possível obter melhorias de 50 a 83%, o que no caso da Cabelte S.A. representaria uma redução no número das fichas de defeito de 18.976, com um custo associado de 8.820.344,95€, para 3.163 fichas, o que estaria associado a um custo 1.470.057,49€, o que representa uma redução de 7.350.287,46€ nos custos associados aos defeitos produzidos, durante um período de implementação de cinco anos.

Outra das métricas que a implementação da engenharia concorrente tem em vista é a redução dos retrabalhos. Ao longo de cinco anos foram gastos 5.199.825,91€ pela Cabelte S.A., distribuídos por 12.548 operações realizadas apenas com o intuito de “reconstruir” cabos com defeitos de fabrico. De acordo com Alemu Moges [2] e Luís Fernando Melloni [66], estima-se que este valor seja reduzido entre 70 a 75% o que reduziria os custos associados aos retrabalhos para valores entre 1.560.947,77€ e 1.299.956,48€, o que corresponde a um número absoluto de operações relativas a retrabalhos entre 3.764 e 3.137 procedimentos.

As bases da EC estão também fortemente ligadas à comunicação e ao diálogo. Ao longo da realização do presente estudo, foi estimulada utilização das mais validadas formas de comunicação, no sentido de melhorar a interação intra-equipa. Atestou-se a existência de significativas melhorias no que toca à comunicação interna da empresa. De uma maneira geral, com a empresa a trabalhar segundo o modelo sequencial em vigor até ao início deste estudo, apenas eram realizadas reuniões entre departamentos ou com a participação de colaboradores de diversos departamentos quando surgiam assuntos de maior importância, sendo que para a resolução de assuntos rotineiros, eram utilizados apenas emails, que muitas vezes apresentavam tempos de resposta elevados, facto que levava a atrasos na resolução dos problemas. Contudo, todos os assuntos relativos ao desenvolvimento e produção devem ser resolvidos o mais rápido e eficientemente possível, uma vez que estes estão implicados direta ou indiretamente na relação com os clientes ou outros *stakeholders*. Embora não seja possível a realização de uma análise quantitativa deste ponto, com a implementação da metodologia concorrente e a consequente instituição de uma comunicação mais pessoal e eficaz, com os colaboradores a trabalharem de forma próxima especialmente, o que permite um contacto direto entre todos, existiu uma potencialização do diálogo e da comunicação informal, o que fez com que os colaboradores conseguissem esclarecer as suas dúvidas com aqueles mais especializados em cada área e até mesmo adotar um trabalho conjunto na realização de uma tarefa, se assim for conveniente. Assim, dúvidas básicas ou até mesmo curiosidades que não se colocariam se cada um estivesse no seu lugar, uma vez que a comunicação era feita de uma forma mais formal e distante, passaram a ser esclarecidas, levando a um melhor entendimento de todas as partes do processo por todos os colaboradores que nele trabalham. É também certo que com a criação das equipas multifuncionais e a proximidade da comunicação a estas associada, os assuntos tratam-se e fluem de maneira mais célere e otimizada, deixando assim mais tempo para assuntos mais importantes ou até mesmo para o próprio colaborador se dedicar a áreas de maior interesse pessoal, até mesmo a própria investigação, o que pode trazer melhorias

para a empresa. É também desta forma que se mantém os trabalhadores mais motivados no seu trabalho o que propicia por si só uma maior competência um “gosto” por melhorar a maneira de como a organização opera. Numa fase de implementação mais avançada, onde toda a organização trabalha concorrencialmente e em equipa, crê-se que com a motivação alcançada com a melhoria de resultados, os trabalhadores do chão de fábrica possam também executar o seu trabalho “com mais amor à camisola” prestando maior atenção às máquinas e detetando visualmente problemas de fabrico na fase mais precoce possível ao invés dos defeitos serem detetados pelo departamento da qualidade, aquando da realização de testes que apenas verificam que o produto em questão não está conforme com diversos requisitos propostos após o fabrico completo do cabo.

Com a implementação/execução do modo de trabalho por equipas multidisciplinares, prevê-se que os líderes, com a adoção de uma estratégia de liderança adequada e recurso a estratégias de comunicação apropriadas, consigam reduzir significativamente a causa de defeito “Falha de reprodutibilidade”, visto que esta designação era utilizada indiscriminadamente pelos trabalhadores aquando do preenchimento das fichas de defeito. Este ponto tem elevada relevância uma vez que a adoção de uma estratégia de preenchimento mais preciso das fichas de defeito, traria melhorias importantes no que toca às análises das mesmas tornando-as menos morosas e mais fidedignas trazendo assim dados precisos, para uma melhor avaliação dos reais problemas da empresa, que quando corrigidos irão levar a um aumento constante da qualidade.

Na Tabela 7 estão sumarizados os principais resultados obtidos com a implementação da Engenharia Concorrente. Importa ressaltar que devido ao facto de não ser possível quantificar as melhorias associadas aos processos de comunicação e ao trabalho de equipa, e impactos que isto tem no desempenho geral dos colaboradores, tais dados não se encontram representados na tabela.

Tabela 7: Resultados.

Métrica	Unidade	Antes	Depois	Melhoria [%]
<i>Lead time</i> de projeto	dias	18,3	5,3	70,8%
<i>Lead time</i> do produto	dias	Variável ⁶		≈20,0%
Índice de Qualidade	F.D. [M€]	18.976 [8,82M€]	3.163 [1,47M€]	≈83,0%
Índice de Retrabalhos	Op. [M€]	12.548 [5,20M€]	3.137 [1,30M€]	≈75,0%

⁶ Como já referido, a redução do *lead time* do produto é obtida à custa da redução do *lead time* do projeto. O processo de produção em si, não passível de concorrencialidade, varia consideravelmente entre os diferentes produtos desenvolvidos pela empresa. Em média, espera-se então uma redução de 20%.

CONCLUSÕES

- 4.1 CONCLUSÕES
- 4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 CONCLUSÕES

A presente tese de mestrado albergou como principal objetivo demonstrar as vantagens advindas da implementação de um modelo de engenharia concorrente numa empresa que tradicionalmente adota uma metodologia sequencial.

Para tal fim, procedeu-se a uma pesquisa, com base num amplo suporte bibliográfico, para um aprofundamento teórico do tema. Efetuou-se também uma análise à metodologia de trabalho da Cabelte S.A., apresentada com recurso a diagramas de fluxo e de GANTT. Além do mais, foram realizados estudos, que visaram concluir quais os setores de atividade que causavam mais prejuízo à empresa, nos quais seria então implementado o projeto piloto.

Ao longo desta dissertação foi evidenciado que é o trabalho em equipa que sustenta o sucesso da engenharia concorrente. É a adoção deste tipo de trabalho que proporciona os excecionais resultados expectáveis, nomeadamente a diminuição do *lead time* do produto e dos custos associados ao desenvolvimento e produção.

Relevou-se também, que é uma comunicação facilitada, com um alto fluxo de informação entre todos os membros, o pilar do trabalho em equipa. Para tal, é necessário o estabelecimento de relações interpessoais, sendo que a mudança organizacional que se sugere ser implementada com a introdução de uma metodologia concorrente, fomenta o estabelecimento destas mesmas relações, pois tornam os membros mais próximos entre si e diminuem a inibição dos mesmos.

Ao longo do presente texto, foram decompostos os processos globais da EC, com vista a demonstrar o modo ideal de funcionamento da organização quando este método é adotado. Na sequência, foram relatadas as etapas do processo de implementação da EC na Cabelte S.A.. Este processo culminou na criação de um projeto piloto, em que se aplicou a metodologia concorrente a um setor da empresa. Foram posteriormente analisados os resultados desta implementação no que concerne à redução do *lead time* do projeto e dos retrabalhos bem como à melhoria da qualidade dos produtos finais. Foi ainda analisado o sucesso da criação das equipas multidisciplinares, bem como as melhorias relativas às competências de comunicação.

Conclui-se que, a partir de uma avaliação dos processos de produção e pela análise do diagrama de GANTT referente ao modo de funcionamento atual da Cabelte S.A., a empresa utiliza uma metodologia sequencial.

Conclui-se que, por avaliação das análises ABC e de SWOT realizadas à empresa, em conjunto com a observação do funcionamento do chão de fábrica, que o setor no qual seria mais proveitoso iniciar a implementação da metodologia concorrente seria a alta tensão, visto ser a área com maior valor acrescentado para a empresa, aquela que tem maior potencial de crescimento, por ser a aposta mais recente da Cabelte S.A. e pelo facto de ter sido revelado pela análise ABC perdas associados à produção de cabos de alta tensão num valor de 3.507.356,28€ ao longo de cinco anos.

Conclui-se que, existiram significativas melhorias no que toca à comunicação e ao diálogo, existiu uma potencialização do diálogo e da comunicação informal, com os colaboradores a interagirem diariamente entre si, o que tornou os processos de produção e de desenvolvimento mais céleres e otimizados. O trabalho em equipa, e a consequente melhoria da comunicação interna da empresa, levaram a uma maior motivação dos colaboradores, facto que leva a melhorias no desempenho dos mesmos. Ademais, conclui-se que, pela análise dos resultados obtidos após a implementação do Projeto Piloto de EC no setor da alta tensão da Cabelte S.A., bem como por recurso a fontes literárias que corroboraram os resultados obtidos até ao momento, existiu uma redução total de treze dias no tempo de resposta às consultas pedidas pelos clientes, o que representa uma significativa diminuição de 70,8% do tempo total de resposta. Além do mais, conclui-se que, o *lead time* do produto, é reduzido em consequência da redução do processo inicial de projeção do cabo e de respostas às consultas requeridas, uma vez que não é possível tornar concorrente o processo de produção do cabo em si, visto que as diferentes camadas constituintes do cabo têm de ser produzidas e adicionadas de uma forma sequencial umas às outras de maneira a não comprometer a qualidade final do produto. Assim, espera-se uma redução do *lead time* do produto na ordem dos 20%. Além disso, conclui-se que, é expectável a produção um cabo de uma qualidade superior, com menor produção de sucatas e menor índice de retrabalhos. Espera-se uma melhoria na da qualidade dos produtos na ordem dos 50 a 83%, segundo a literatura existente, o que representaria uma redução de 15.813 no número das fichas de defeito, com uma consequente redução de 7.350.287,46€ nos custos associados a defeitos produzidos durante um período de implementação de 5 anos. Mais ainda, conclui-se que, seriam reduzidos os retrabalhos em 9.097 operações, o que representa em média uma diminuição dos custos associados a estes retrabalhos de 3.769.873,78€, no igual período de 5 anos.

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

A dissertação aqui apresentada evidencia um olhar sobre a realidade atual, do “agora”, que é condicionada por várias condições, quer do tempo, do espaço e até mesmo das vivências pessoais, não sendo um documento fechado e terminante.

Considerando que a implementação do projeto piloto não ficou concluída, é primordial que este projeto seja continuado e que os seus resultados sejam ulteriormente analisados, sendo esses futuros resultados mais consolidados. É

necessário existir uma quantidade de consultas semelhantes às analisadas na metodologia sequencial para que os dados possam ser comparáveis de uma forma mais equitativa.

No caso de os resultados finais do projeto piloto corroborarem os resultados neste trabalho avançados, concluir-se-á que é efetivamente benéfica a instituição de uma metodologia concorrente na Cabelte S.A. pelo que o próximo passo será a implementação desta nova metodologia de trabalho aos restantes setores da empresa, de forma a maximizar a otimização da produção e desenvolvimento dos produtos.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- [1] C. S.A., «Cabelte - Produtos e Serviços», 2019. [Em linha]. Disponível em: http://svrweb.cabelte.pt/pt-pt/produtos_servicos/cabos_energia. [Acedido: 11-Jan-2020].
- [2] A. Moges, «Concurrent Engineering and Implementation», 2007.
- [3] C. S.A., «Cabelte S.A.», 2019. [Em linha]. Disponível em: http://svrweb.cabelte.pt/en-us/Mission_Vision. [Acedido: 11-Jan-2020].
- [4] C. S.A., «APRESENTAÇÃO CABELTE 2019». Cabelte S.A., pp. 1–38, 2019.
- [5] C. S.A., «Política de Qualidade - Cabelte», 2020. [Em linha]. Disponível em: http://svrweb.cabelte.pt/pt-pt/o_grupo/Política_qualidade. [Acedido: 10-Out-2020].
- [6] K. M. Lopes e E. Zancul, «Application of Set-Based Concurrent Engineering Principles in R&D Project Prioritization», *Procedia CIRP*, vol. 84, pp. 49–54, 2019.
- [7] R. B. Handfield, «Effects of Concurrent Engineering on Make-to-Order Products», *IEEE Trans. Eng. Manag.*, vol. 41, n. 4, pp. 384–393, 1994.
- [8] Wikipedia, «Concurrent Engineering (CE)», *Salem Press Encyclopedia of Science*, 2019. .
- [9] C. L. Pimentel, «Engenharia simultânea e sua aplicação na indústria naval», n. 1994, 1995.
- [10] J. F. Meis, A. T. Tüshaus, e G. Reinhart, «Engineered Hours per Product for Simultaneous Engineering», *Procedia CIRP*, vol. 52, pp. 52–55, 2016.
- [11] B. Ellis, «Concurrent engineering», *Print. Circuit Des.*, vol. 18, n. 2, p. 14, 2001.
- [12] R. P. Smith, «The historical roots of concurrent engineering fundamentals», *IEEE Trans. Eng. Manag.*, vol. 44, n. 1, pp. 67–78, 1997.
- [13] O. Roulet-Dubonnet, R. K. Sandøy, e K. Schulte, «Case study: Application of Design for Automated Assembly methods in the development of an electronic product from early design to design freeze», *Procedia CIRP*, vol. 70, pp. 192–197, 2018.
- [14] G. Sohlenius, «Concurrent Engineering», *CIRP Ann.*, vol. 41, n. 2, pp. 645–655, Jan. 1992.
- [15] B. Prasad, «Volume I; Chapter 4: CONCURRENT ENGINEERING DEFINITIONS», vol. I, n. December 1996, 2016.
- [16] E. Sofuoğlu, «Different Approaches to Concurrent Engineering», n. October

- 2011, pp. 1–21, 2013.
- [17] G. D. Putnik e Z. Putnik, «Defining Sequential Engineering (SeqE), Simultaneous Engineering (SE), Concurrent Engineering (CE) and Collaborative Engineering (CoE): On similarities and differences», *Procedia CIRP*, vol. 84, pp. 68–75, 2019.
- [18] C. J. Haddad, «Operationalizing the concept of concurrent engineering: a case study from the u.s. auto industry», *IEEE Trans. Eng. Manag.*, vol. 43, n. 2, pp. 124–132, 1996.
- [19] V. Paashuis e H. Boer, «Organizing for concurrent engineering: An integration mechanism framework», *Integr. Manuf. Syst.*, vol. 8, n. 2, pp. 79–89, 1997.
- [20] S. Valle e D. Vázquez-Bustelo, «Concurrent engineering performance: Incremental versus radical innovation», *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 119, n. 1, pp. 136–148, 2009.
- [21] K. Pawar, H. Driva, K.-D. Thoben, R. Oehlmann, e F. Weber, «Concurrent Engineering : From Concept to Implementation», *Int. Conf. Agil. Manuf.*, n. April 2015, pp. 22–24, 1996.
- [22] H. Bertrand, M. Slusarczyk, R. Winner, e J. Pennell, «IDA Report R-338», *role Concurr. Eng. weapons Syst. Acquis.*, p. 175, 1988.
- [23] P. A. D. Ormond, J. Telhada, e G. Putnik, «Application of CE principles in design of an integrated participative management system to support for urban freight distribution planning: MISPPUFD model», *Procedia CIRP*, vol. 84, pp. 22–27, 2019.
- [24] S. Dowlatshahi, «Early Supplier Involvement: A Design-Based Sourcing», *Agile Manufacturing: the 21st century competitive strategy*, p. 1987, 2001.
- [25] A. Kaluza, S. Kleemann, T. Fröhlich, C. Herrmann, e T. Vietor, «Concurrent Design & Life Cycle Engineering in Automotive Lightweight Component Development», *Procedia CIRP*, vol. 66, pp. 16–21, 2017.
- [26] F. Demoly, O. Dutartre, X. T. Yan, B. Eynard, D. Kiritsis, e S. Gomes, «Product relationships management enabler for concurrent engineering and product lifecycle management», *Comput. Ind.*, vol. 64, n. 7, pp. 833–848, 2013.
- [27] B. Prasad, «Concurrent Engineering Fundamentals: Integrated Product Development», *Prentice-Hall Int. Ser. Ind. Syst. Eng.*, vol. II, n. April, 1997.
- [28] C. S. Syan, «Introduction to concurrent engineering», *Concurr. Eng.*, pp. 3–23, 1994.
- [29] H. Castro, «Engenharia Concorrente - Preparação da Produção e Gestão Industrial». p. 25, 2020.
- [30] D. Raudberget, «Practical applications of set-based concurrent engineering in industry», *Stroj. Vestnik/Journal Mech. Eng.*, vol. 56, n. 11, pp. 685–695, 2010.
- [31] S. B. Banerjee, «City , University of London Institutional Repository», vol. 34, pp. 51–79, 2008.

- [32] D. Filipe Mateus e Melo Esteves, «Desenvolvimento de uma ferramenta de engenharia concorrente baseada no sistema SCDE da ESA: Aplicação ao Air Cargo Challenge 2015», Politécnico de Lisboa, 2016.
- [33] X. Koufteros, M. Vonderembse, e W. Doll, «Concurrent engineering and its consequences», *J. Oper. Manag.*, vol. 19, n. 1, pp. 97–115, 2001.
- [34] L. Fonseca, «Organização Industrial 2 Licenciatura em Engenharia Mecânica». p. 236, 2018.
- [35] Bruna Martinuzzi, «The 7 Most Common Leadership Styles (and How to Find Your Own)», *16/10/2019*, 2019. [Em linha]. Disponível em: <https://www.americanexpress.com/en-us/business/trends-and-insights/articles/the-7-most-common-leadership-styles-and-how-to-find-your-own/>. [Acedido: 31-Ago-2020].
- [36] Wikipedia, «Team management», 2020. [Em linha]. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Team_management#Methods_of_team_management. [Acedido: 31-Ago-2020].
- [37] JOEL SPOLSKY, «Three Management Methods (Introduction)», *07/08/2006*. [Em linha]. Disponível em: <https://www.joelonsoftware.com/2006/08/07/three-management-methods-introduction/>. [Acedido: 31-Ago-2020].
- [38] JOEL SPOLSKY, «The Command and Control Management Method», *08/08/2006*. [Em linha]. Disponível em: <https://www.joelonsoftware.com/2006/08/08/the-command-and-control-management-method/>. [Acedido: 31-Ago-2006].
- [39] JOEL SPOLSKY, «The Econ 101 Management Method», *09/08/2006*. [Em linha]. Disponível em: <https://www.joelonsoftware.com/2006/08/09/the-econ-101-management-method/>. [Acedido: 31-Ago-2020].
- [40] D. Doyle, «8 TEAM MANAGEMENT TOOLS THAT WILL IMPROVE YOUR RESULTS», *03/07/2019*. [Em linha]. Disponível em: <https://www.siteware.com.br/gestao-de-equipe/ferramentas-gestao-equipes/>. [Acedido: 31-Ago-2020].
- [41] Revelo, «MindMiners», *2020*, 2020. [Em linha]. Disponível em: <https://www.revelo.com.br/empresas/meseems>. [Acedido: 31-Ago-2020].
- [42] WhatsApp, «WhatsApp», *2020*, 2020. [Em linha]. Disponível em: <https://www.whatsapp.com/>. [Acedido: 31-Ago-2020].
- [43] U. Menon e M. Graham, «Concurrent engineering: effective deployment strategies», *Production*, vol. 6, n. 2, pp. 165–181, 1996.
- [44] O. A. Akanbi, G. J. Steven, e S. Construction, «Learn more about Concurrent Engineering Lean Principles in Construction European Symposium on Computer Aided Process Engineering-12», n. 2000, 2019.
- [45] S. Valle, *CONCURRENT ENGINEERING : THE MODERATING EFFECT OF UNCERTAINTY ON NEW PRODUCT DEVELOPMENT SUCCESS Daniel Vázquez-Bustelo*. 2005.

- [46] T. Welo, A. Lycke, e G. Ringen, «Investigating the Use of Set-Based Concurrent Engineering in Product Manufacturing Companies», *Procedia CIRP*, vol. 84, pp. 43–48, 2019.
- [47] T. S. Gan e M. Grunow, «Concurrent product supply chain design: A conceptual framework & literature review», *Procedia CIRP*, vol. 7, pp. 91–96, 2013.
- [48] T. Eisto, V. Hölttä, K. Mahlamäki, J. Kollanus, e M. Nieminen, «Early supplier involvement in new product development: A Casting-Network Collaboration Model», *World Acad. Sci. Eng. Technol.*, vol. 62, n. June 2010, pp. 856–866, 2010.
- [49] T. Alix, H. Guan, e J. P. Bourrieres, «An integrated design framework for virtual enterprise-based customer-oriented product-service systems», *Procedia CIRP*, vol. 83, pp. 198–203, 2019.
- [50] H. Guan, «A design framework for customer-oriented PSS based on three dimensional concurrent engineering approach», 2019.
- [51] M. Shahrokhi, A. Bernard, e H. Shidpour, *A hybrid method to select best process and suppliers, in the concurrent engineering environment*, vol. 44, n. 1 PART 1. IFAC, 2011.
- [52] A. J. Caulliraux Pithon e D. G. D. Putnik, «Projeto Organizacional para a Engenharia Concorrente no Âmbito das Empresas Virtuais», *Engineering*, 2004.
- [53] D. D. Wu, X. Kefan, C. Gang, e G. Ping, «A risk analysis model in concurrent engineering product development», *Risk Anal.*, vol. 30, n. 9, pp. 1440–1453, 2010.
- [54] M. Moallem, «The Impact Of Synchronous And Asynchronous Communication Tools On Learner Self-Regulation, Social Presence, Immediacy, Intimacy And Satisfaction In Collaborative Online Learning», *Online J. Distance Educ. e-Learning*, vol. 3, n. 3, pp. 53–77, 2015.
- [55] M. Moallem, «The Impact Of Synchronous And Asynchronous Communication Tools On Learner Self-Regulation, Social Presence, Immediacy, Intimacy And Satisfaction In Collaborative Online Learning», *Online J. Distance Educ. e-Learning*, vol. 3, n. 3, pp. 53–77, 2015.
- [56] M. Duret, Daniel ; Pillet, «Qualidade na produção», em *Qualidade na produção*, 2009, pp. 149–171.
- [57] M. Hoque, M. Akter, e Y. Monden, «Concurrent engineering: A compromising approach to develop a feasible and customer-pleasing product», *Int. J. Prod. Res.*, vol. 43, n. 8, pp. 1607–1624, 2005.
- [58] Wikipedia, «Failure mode and effects analysis», 2020. .
- [59] M. Luenendonk, «A Complete Guide to ABC Analysis in Customer Segmentation and Inventory», *CLEVERISM*, 2019. [Em linha]. Disponível em: <https://www.cleverism.com/complete-guide-abc-analysis-customer-segmentation-inventory/>. [Acedido: 04-Jul-2020].

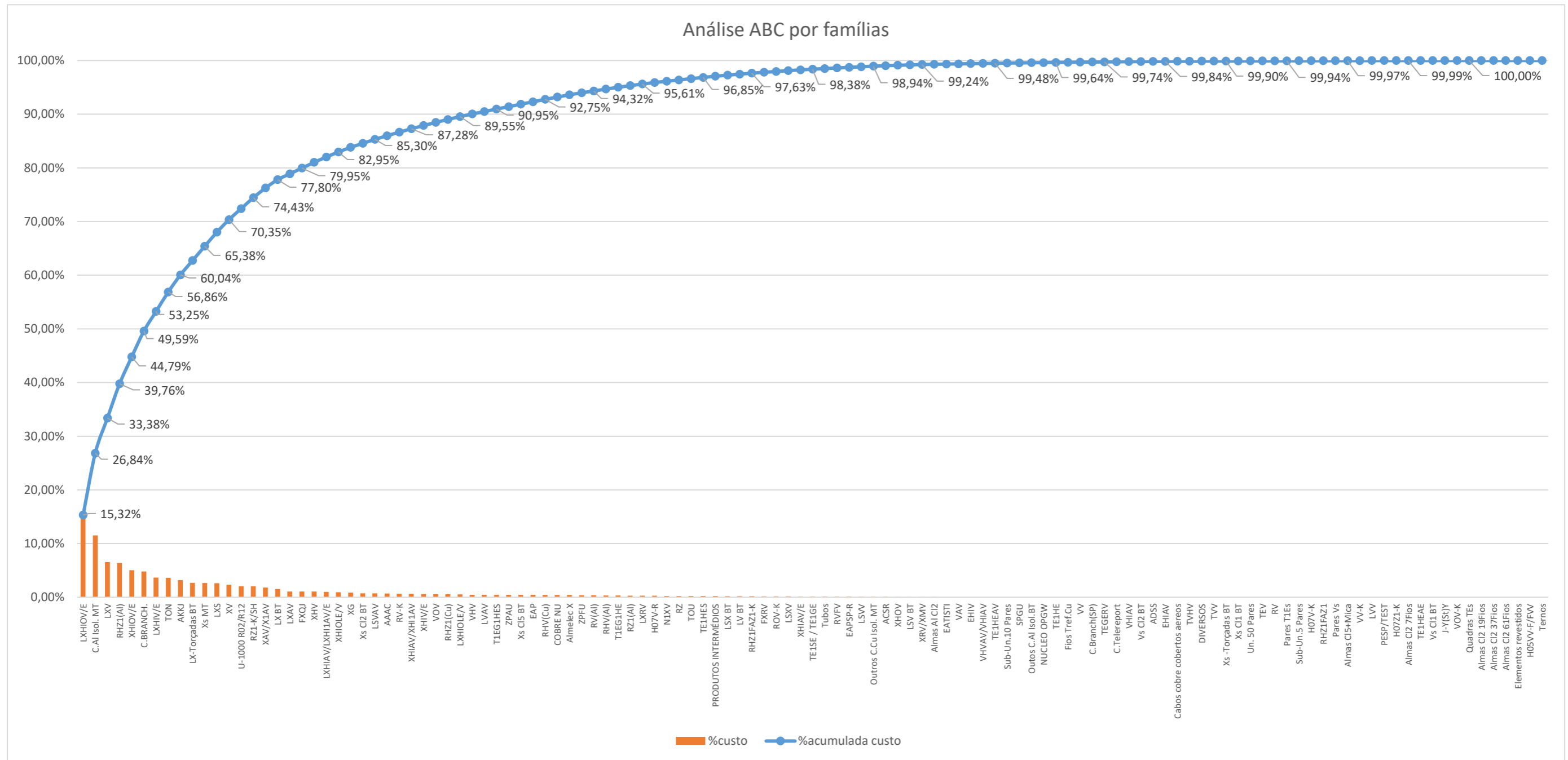
- [60] PLUTORA, «What is Value Stream Mapping (VSM), Benefits, Process and Value», *PLUTORA*, 2020. [Em linha]. Disponível em: <https://www.plutora.com/blog/value-stream-mapping>. [Acedido: 04-Jul-2020].
- [61] K. Martin e M. Osterling, «Value Stream Mapping: How to Visualize Work and Align Leadership for Organizational Transformation», 2016.
- [62] S. Rafii, Farshad; Perkins, «Internationalizing Software with Concurrent Engineering», *Babson Coll.*, pp. 39–46, 1995.
- [63] A. Al-Ashaab *et al.*, «The transformation of product development process into lean environment using set-based concurrent engineering: A case study from an aerospace industry», *Concurr. Eng. Res. Appl.*, vol. 21, n. 4, pp. 268–285, 2013.
- [64] V. Sibanda, K. Mpofu, J. Trimble, e M. Kanganga, «Engineering Design Featuring the Life Cycle Approach for Reconfigurable Machine Tool», *Procedia CIRP*, vol. 84, pp. 948–953, 2019.
- [65] P. D. Karningsih, D. Anggrahini, e M. I. Syafi'i, «Concurrent Engineering Implementation Assessment: A Case Study in an Indonesian Manufacturing Company», *Procedia Manuf.*, vol. 4, n. less, pp. 200–207, 2015.
- [66] L. F. Melloni, «Engenharia Simultânea : Potencialidades E Limites», 1998.
- [67] J. CHEN, «London Metal Exchange (LME)», *Investopedia*. [Em linha]. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/l/londonmetalexchange.asp>. [Acedido: 13-Abr-2020].

ANEXOS

- 6.1 ANEXO 1 – Análise ABC por famílias
- 6.2 ANEXO 2 – Power Point da formação sobre EC.

6 ANEXOS

6.1 ANEXO 1 – Análise ABC por famílias



6.2 ANEXO 2 – Power Point da formação sobre EC.



TÓPICOS DA APRESENTAÇÃO

- 1) Introdução teórica à Engenharia Concorrente
- 2) Exposição do projeto piloto a ser implementado
- 3) Esclarecimento de dúvidas

INTRODUÇÃO À ENGENHARIA CONCORRENTE

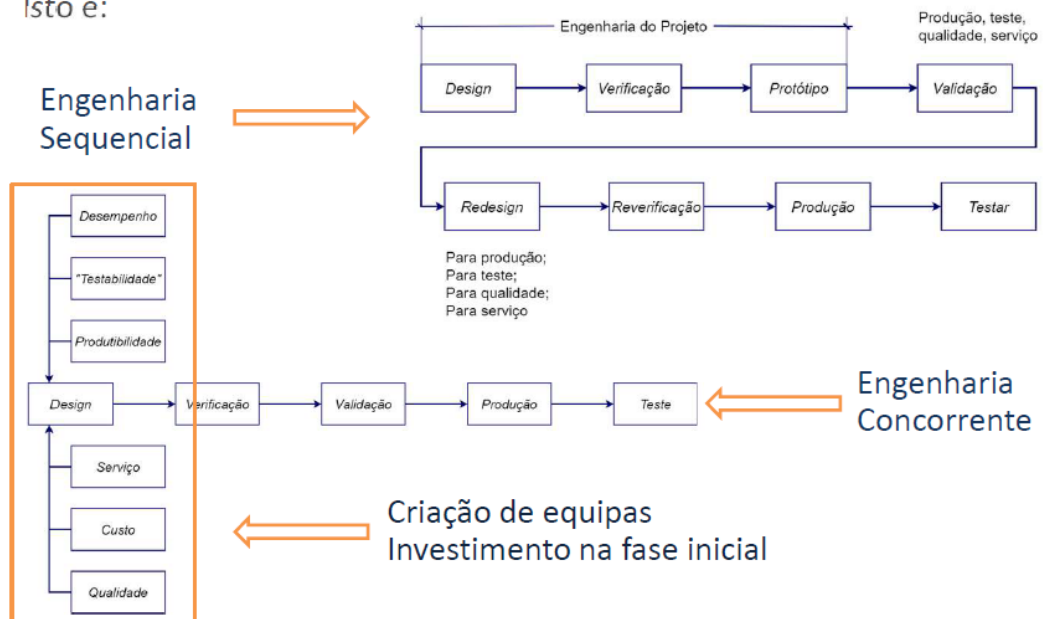
ENGENHARIA CONCORRENTE – DEFINIÇÃO

A mais popular é a de Winner (1988) através do “*Institute of Defense Analysis*”:

"... é uma abordagem sistemática ao design integrado e simultâneo de produtos e processos relacionados, incluindo fabrico e suporte. Essa abordagem visa fazer com que os produtores considerem desde o início todos os elementos do ciclo de vida do produto, desde a conceção até ao descarte, incluindo requisitos de qualidade, custo, planeamento e utilização."

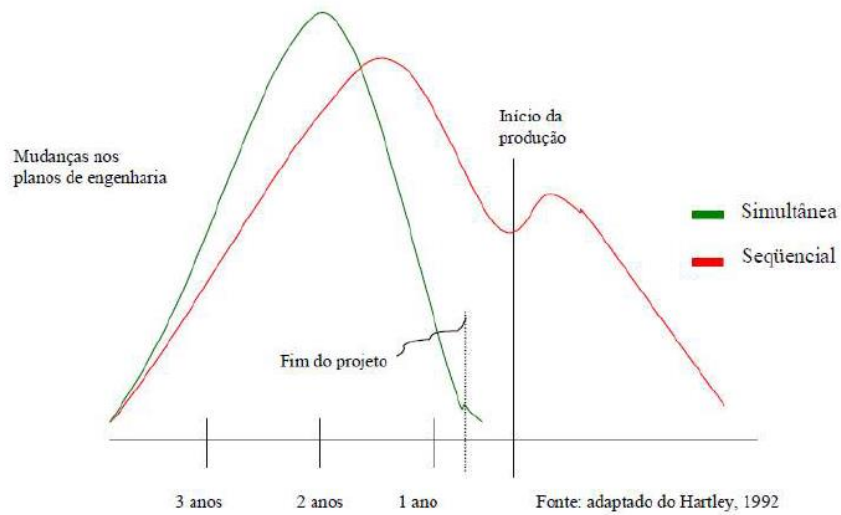
ENGENHARIA CONCORRENTE VS SEQUENCIAL

Isto é:



ENGENHARIA CONCORRENTE VS SEQUENCIAL

A nível de custos:



ENGENHARIA SEQUENCIAL VS CONCORRENTE

	Engenharia Sequencial	Engenharia Concorrente
Objetivos comuns	Sim	Sim
Processos simultâneos	Não	Sim
Esforço de desenvolvimento focado no início do ciclo de vida do produto	Não	Sim
Tipo de grupo	Tarefas individuais	Equipa (mesmo objetivo ou produto)
Tipo de conversa	Troca de ideias/informações	Discussão

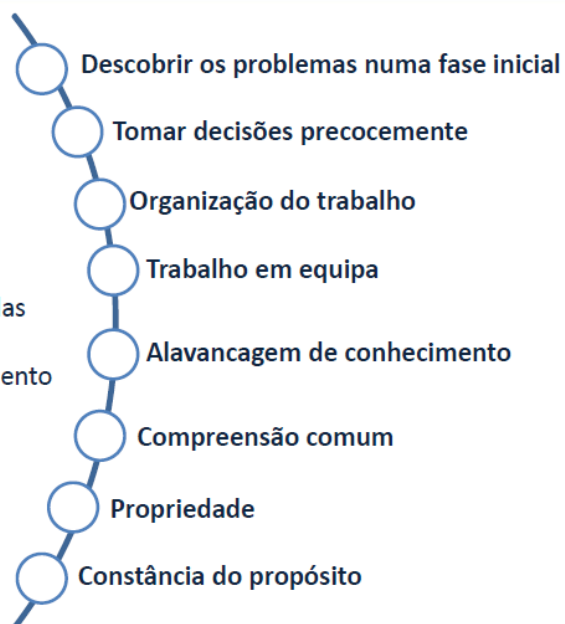
ENGENHARIA CONCORRENTE – OBJETIVOS

- Diminuir o tempo de desenvolvimento do produto, pela paralelização das tarefas com integração da cooperação interfuncional (equipas multidisciplinares);
- Melhorar o trabalho interativo entre os diferentes departamentos que afetam um produto.

ENGENHARIA CONCORRENTE - PRINCÍPIOS

TEMPO

... **80%** do custo final reflete decisões tomadas nos primeiros **20%** do tempo de desenvolvimento do produto



ENGENHARIA CONCORRENTE – EQUIPAS

Existem 7 elementos na filosofia de uma equipa de trabalho:

Flexibilidade e colaboração contínua;

Comprometimento para atingir os objetivos;

Comunicação;

Capacidade para criar compromissos;

Consenso apesar da discórdia;

Coordenação;

Melhoria contínua de forma a aumentar a produtividade e diminuir o tempo de processo.

ENGENHARIA CONCORRENTE – EQUIPAS

Constituição das equipas (literatura):

Planeamento do produto;

Engenheiros da concessão do produto;

Engenheiros e analistas;

Designers do produto;

Engenheiros de prototipagem;

Engenharia de planeamento da produção;

Controlo e Gestão;

Computorização e montagem;

Entrega e suporte técnico.

ENGENHARIA CONCORRENTE – LIDERANÇA

O líder decide a forma de como gerir o trabalho em equipa:

- Autocrático
- Autoritário
- Pacesetting
- Democrático
- *Coaching*
- Afiliado
- *Laissez-Faire*

TIPOS DE
LIDERANÇA

A gestão de uma equipa de trabalho passa pelo *know-how* de coordenar e **organizar** os elementos do grupo de forma a alcançar um objetivo final comum.

ENGENHARIA CONCORRENTE – FERRAMENTAS

Ferramentas e tipos de comunicação:

FERRAMENTAS DE COMUNICAÇÃO

COMUNICAÇÃO SÍNCRONA – trocam ideias e informações em tempo real:

- Ferramentas de agenda ou calendário
- Conferências de vídeo e voz
- Ferramentas de *chat*

COMUNICAÇÃO ASSÍNCRONA – situações em que o assunto não carece de resolução imediata:

- Email
- Mensagens

FERRAMENTAS DE APOIO À DECISÃO

FEMEA

ANÁLISE ABC

QFD

DIAGRAMAS VSM

ENGENHARIA CONCORRENTE – FERRAMENTAS

Ferramentas “on-line”:

Obter *feedback* do cliente

FORMULÁRIOS

Google Forms

Typeform

MindMiners

GESTÃO DE PROJETOS

Asana

Trello

COMUNICAÇÃO INTERNA

Slack

WhatsApp

ACOMPANHAMENTO DE PERFORMANCE

STRATWs One



CABELTE

14

ENGENHARIA CONCORRENTE – VANTAGENS

- Redução do tempo de ciclo de desenvolvimento do produto;
- Evitar custos futuros eliminando “retrabalhos”;
- Redução da duplicação de esforços;
- Melhor comunicação e diálogo;
- Operações mais eficientes e de maior produtividade;
- Diminuição dos custos gerais pela redução do número de partes produzidas, melhor utilização do tempo de máquinas, materiais produzidos mais facilmente, menos “retrabalhos” e sucatas, melhor utilização das ferramentas reduzindo o seu custo.



CABELTE

15

ENGENHARIA CONCORRENTE – VANTAGENS

- Produtos de maior qualidade – ao despende mais tempo e dinheiro na fase inicial do ciclo de *design* e assegurando que a seleção do conceito está otimizada, a empresa pode aumentar a probabilidade de entregar produtos de maior qualidade;
- Melhor satisfação do cliente;
- Melhores resultados no geral.

PROJETO PILOTO

PROJETO PILOTO

No âmbito da dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, proceder-se-á à aplicação da engenharia concorrente numa vertente da empresa, com vista a verificar a redução dos tempos de resposta aos clientes.

Início da implementação em cabos de **ALTA TENSÃO**:

- Metodologia é mais benéfica e eficaz em produtos mais recentes;
- Área que mais valor acrescentado traz à empresa.

PROJETO PILOTO – PROCEDIMENTO

1) O comercial recebe o pedido do cliente (cabos de alta tensão) e preenche os campos do programa Excel® com os dados da mesma.


Nome projeto:				QTD		[m]	
Nº Cliente:				Cables			
Nível de tensão:		Mercado:		Tipologia:		Nº	
1	<0,6 kV	1	Nacional	1	AT Isolado >150 kV	QTD (m)	Sub-Total
2	1 kV	2	Espanha	2	AT Isolado <150 kV		-
3	12 kV	3	França	3	AT nu		-
4	17,5 kV	4	Hália	4	OPGW		-
5	24 kV	5	Reino Unido	5	Industriais MT - Al		-
6	45 kV	6	Benelux	6	Industriais MT - Cu		-
7	60 kV	7	Escandinávia	7	Industriais BT - Al		-
8	90 kV	8	Magrebe	8	Industriais BT - Cu		-
9	110 kV	9	Angola	9	Fibras óticas		-
10	115 kV	10	Moçambique				
11	123 kV	11	África do Sul				
12	132 kV	12	América do Norte				
13	150 kV	13	América do Sul				
14	220 kV	14	Líbia				
15	> 220 kV	15	Resto do Mundo				
Data do pedido:		INCOTERM:		Destino:		Equipas:	
Data de entrega:							
NOTAS:							

PROJETO PILOTO – PROCEDIMENTO

- 2) Este aplicativo irá então gerar uma sugestão de equipa;
- 3) O comercial deve enviar a equipa, via email, juntamente com a consulta para o administrador comercial, que procederá, ou não, à aprovação da mesma;
- 4) Uma vez aprovada a equipa, cabe ao administrador nomear o líder da mesma;
- 5) O administrador deverá informar o líder e a restante equipa, via email, do projeto que passarão a integrar (a consulta deve seguir em anexo);
- 6) O líder irá marcar a primeira reunião;

PROJETO PILOTO – PROCEDIMENTO

- 7) Reunião deve decorrer no novo espaço de trabalho da equipa, e nesta deverão ser atribuídas as tarefas a cada um dos membros;
- 8) A partir deste ponto a equipa deve partilhar o mesmo espaço de trabalho de forma a ser possível uma interação mais eficaz;
- 9) Uma vez pronta a proposta, o líder de equipa fará chegar a mesma ao comercial responsável pelo cliente para que possa ser enviada.



Dúvidas?

 CABELTE

22