



isec
Engenharia

DEFINITIVO

MESTRADO EM ENGENHARIA E
GESTÃO INDUSTRIAL

**Otimização de Processos na Poço –
Equipamentos Industriais S.A.**

Autor

Ana Carolina Amaral Diogo

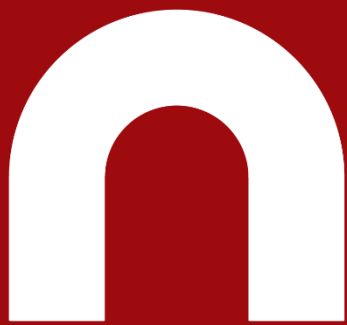
Orientador

Professor Doutor José Luís Ferreira Martinho

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, março 2022



isec

Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E
BIOLÓGICA

Otimização de Processos na Poço – Equipamentos Industriais S.A.

Relatório de Estágio para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Autor

Ana Carolina Amaral Diogo

Orientador

Professor Doutor José Luís Ferreira Martinho

Co-Orientador

Professor Doutor Jorge Rafael Nogueira Raposo

Supervisor na empresa

Poço – Equipamentos Industriais S.A.

Engenheiro Fernando José Pinto Batista

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, março 2022

“Aqueles que passam por nós não vão sós. Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós”

Antoine de Saint-Exupery

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos orientadores do meu relatório de estágio de mestrado, ao Professor Doutor José Luís Ferreira Martinho e ao Professor Doutor Jorge Rafael Nogueira Raposo, pela valiosa orientação, acompanhamento e cordialidade. A todos os docentes do ISEC presentes no meu percurso académico, que ao longo dos últimos cinco anos contribuíram para a minha formação e desenvolvimento.

À Poço – Equipamentos Industriais S.A, pela oportunidade de estágio na organização, em particular ao Engenheiro Fernando Batista por ter promovido o interesse pelo projeto e passagem de conhecimentos auxiliando a realização do mesmo. A todos os seus colaboradores que direta ou indiretamente me ajudaram, especialmente à Mariana e ao João, pela amizade e acolhimento, proporcionando uma rápida integração e ótimas condições de trabalho.

À minha amiga Carlota que foi a pessoa que acompanhou ao longo destes anos e, por isso, não podia deixar de ter um lugar de destaque neste espaço. E finalmente, mas não menos importante, à minha família, pais, irmãos e avós, por serem as pessoas mais importantes da minha vida e por todo o apoio, amor e compreensão sem fim, sem o qual, nada seria possível. Sou e ser-vos-ei grata eternamente.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

RESUMO

A melhoria dos processos de uma empresa assegura, cada vez mais, a sua vantagem competitiva, uma vez que aumenta a produtividade e reduz custos. As organizações procuram, desta forma, eliminar fontes de desperdícios e aumentar a eficiência e eficácia, de forma a alcançar a excelência do nível de serviço.

O presente projeto desenvolvido no âmbito do departamento de planeamento e produção da Poço – Equipamentos Industriais S.A., visa primordialmente a análise e melhoria do processo de planeamento de produção. No sentido de se atingir o objetivo, optou-se por se realizar um levantamento dos processos, tanto de informação como de materiais, e a identificação, documentação e análise dos problemas existentes, recorrendo a ferramentas como o Diagrama de *Ishikawa* e *Gemba Walks*. Posteriormente, foram identificadas oportunidades de melhoria e potenciais soluções para os principais problemas encontrados, seguindo-se a implementação das soluções de melhoria propostas.

Do projeto em questão, resultou um método de lançamento de ordens de trabalho, e reorganização do fluxo de materiais no chão de fábrica, que poderá contribuir para o cumprimento dos prazos de entrega, o controlo de trabalho em curso e de *stock* intermédio, a melhoria do fluxo de informação entre seções, aumentando a agilidade e transparência deste processo e, de uma forma geral, a eficiência do planeamento da produção.

Palavras-Chave: planeamento de produção, planeamento de capacidades, workload control, job-shop

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

ABSTRACT

Continuous improvement of organizational processes ensures the firm's competitive advantage, as it increases productivity and allows costs reduction. In this way, organizations seek to eliminate every source of waste and increase efficiency and effectiveness, to achieve excellence in the service level.

This project, developed in the planning and production department of Poço – Equipamentos Industriais S.A. company, primarily aims at analyzing and improving the production planning process. In order to achieve the goal, it was carried out a survey of processes, both information and materials, and the identification, documentation and analysis of existing problems, using tools such as the Ishikawa Diagram and Gemba Walks. Subsequently, opportunities of improvement and potential solutions to the main problems were identified, followed by the implementation of the proposed solutions.

The project development resulted in a method of work orders release and reorganizing the flow of materials on the shop floor, allowing achieve delivery deadlines, controlling work in progress and stock, improving the flow of information, increasing the agility and transparency of this process and, in general, the efficiency of production planning.

Keywords: production planning, capacity planning, workload control, job-shop

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

ÍNDICE

Resumo	v
Abstract.....	vii
Índice de Figuras	xi
Índice de Quadros	xiii
Simbologia e Abreviaturas	xv
Capítulo 1 Introdução	1
1.1 - Enquadramento do tema	1
1.2 – Objetivos e Metodologia.....	2
1.3 – Estrutura da Dissertação	2
Capítulo 2 Revisão Bibliográfica.....	5
2.1 – Sistemas de Produção	5
2.2 – Planeamento e Controlo da Produção	8
2.3 – Escalonamento da Produção	12
2.4 – Planeamento de Capacidades	13
2.5 – Aplicação dos princípios do <i>lean</i> a <i>job shops</i>	14
Capítulo 3 Visão Global Sobre a Empresa	17
3.1 – Visão Global sobre a Indústria Metalomecânica em Portugal.....	17
3.2 – Grupo Poço – Equipamentos Industriais S.A.	19
3.3 – Descrição Geral dos Processos Produtivos	21
3.4 – Sistema de Informação Integrado na Poço.....	27
Capítulo 4 Análise da Situação Atual	29
4.1 – <i>Gemba Walks</i> e Desenho do Layout Atual	29
4.2 – Identificação das causas-raiz (<i>Root Cause Analysis</i>) dos problemas identificados	31
4.3 – Processo Atual do Planeamento da Produção	33
Capítulo 5 Proposta de Alteração do Procedimento de Planeamento e Controlo da Produção	39
5.1 – Construção e Implementação da Ferramenta e do seu Modelo	39
5.2 – Redimensionamento de equipas de trabalho com recurso a matriz de competências..	44
5.3 – Implementação de Medidas de Gestão Visual	45

5.4 – Reunião para Revisão do Planeamento e Registo de Alterações Efetuadas	45
Capítulo 6 Controlo de Tempos e Capacidades.....	47
6.1 – Estudo dos Tempos Previstos de Corte.....	47
6.1.1 – Estudo de Tempos Previstos de Máquinas de Corte de Chapa	48
6.1.2 – Estudo de Tempos Previstos de Máquinas de Corte de Perfis	52
6.2 – Estudo dos Tempos de Paragens.....	56
6.3 – Controlo da Capacidade de Mão-de-Obra	59
Capítulo 7 Conclusões Finais.....	61
Referências Bibliográficas	65
Anexos.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Variedade <i>versus</i> volume (adaptado de (Assis, 2002))	6
Figura 2 Fluxo de produção intermitente (<i>job-shop</i>) Fonte: (Ribeiro, 1999)	7
Figura 3 Fluxo de produção contínua (<i>flow-shop</i>) Fonte: (Ribeiro, 1999)	8
Figura 4 Framework do planeamento integrado (adaptado de (Guedes, 2011))	10
Figura 5 Composição do setor por dimensão das empresas (Banco de Portugal, 2019)	18
Figura 6 Composição do setor pelos 3 subsectores (Banco de Portugal, 2019)	18
Figura 7 Estrutura da indústria metalomecânica por setor de atividade económica, em 2017 (Banco de Portugal, 2019).	18
Figura 8 Exemplos de estruturas metálicas fabricadas pela empresa	19
Figura 9 Exemplos de equipamentos industriais fabricados pela empresa	20
Figura 10 Organograma da Poço – Equipamentos Industriais	21
Figura 11 Máquina de corte a guilhotina	22
Figura 12 Corte a plasma	22
Figura 13 Corte a Oxicorte	22
Figura 14 Máquina de corte a laser	22
Figura 15 Serrote de Fita Semiautomático	23
Figura 16 Furação com broca	23
Figura 17 Furação com punção	23
Figura 18 Processo de Quinagem	24
Figura 19 Calandra	24
Figura 20 Equipamento de Soldadura e Armação	26
Figura 21 Desenho do layout da Nave 2 da empresa	31
Figura 22 Desenho do layout da Nave 1 da empresa	32
Figura 23 Diagrama de <i>Ishikawa</i> que analisa o problema “Elevado stock intermédio”	35
Figura 24 Ferramenta de Registos Diários da Produção	37
Figura 25 Exemplo de uma folha <i>excel</i> de controlo da produção	38
Figura 26 Menu Principal da Ferramenta Desenvolvida	42
Figura 27 Output da Ferramenta Desenvolvida - Carga diária de máquina de corte	43

Figura 28 Layout Visual da Ferramenta Desenvolvida	43
Figura 29 Output da Ferramenta Desenvolvida - Carga dos postos de armação	44
Figura 30 Diagrama de <i>Gantt</i> por máquina de corte	45
Figura 31 Matriz de competências - setor Armação	46
Figura 32 Suporte de afixação idealizado para cada posto de trabalho	47
Figura 33 Resultado final do estudo de tempos de corte de chapa na MAG B	54
Figura 34 Informação retirada da base de dados do Lantek para cálculo de tempos de corte da MAG B	54
Figura 35 Resultado final do estudo de tempos de corte de chapa na Oxitom	55
Figura 36 Equação para cálculo da velocidade de corte na Ficep	56
Figura 37 Equação para cálculo da velocidade de corte na HD900	56
Figura 38 Equação para cálculo da velocidade de corte no Serrote	57
Figura 39 Resultado final do estudo de tempos de corte de perfis	59
Figura 40 Folha de Registo de Paragens	59
Figura 41 Exemplo do formulário para mover recurso	59
Figura 42 Exemplo do formulário para registo de ausências	59

ÍNDICE DE QUADROS

Tabela 1 Processos de Corte	22
Tabela 2 Processos de Furação	23
Tabela 3 Processos de Conformação	24
Tabela 4 Funcionalidades do Sistema de Gestão de Informação	27
Tabela 5 Problemas identificados e agrupados de acordo com os desperdícios do lean	32
Tabela 6 Rácios de peso cortado por hora, por máquina de corte (2019-2021)	47
Tabela 7 Tabela Resumo do CNC correspondente à chapa	49
Tabela 8 Cálculo dos tempos de furação	50
Tabela 9 Cálculo do tempo total de corte da chapa, correspondente ao CNC 2823	50
Tabela 10 Velocidades de Corte por espessura de chapa	52
Tabela 11 Tempos de corte observados na Ficep	53
Tabela 12 Tempos de corte observados na HD900	53
Tabela 13 Tempos de corte observados no Serrote	54
Tabela 14 Cálculo dos tempos de furação	55
Tabela 15 Paragens Agrupadas por Causas	57

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

CRP – *Capacity Requirements Planning*

FEFO – *First to Expire First Out*

JIT – *Just-in-time*

MPS – *Master Production Schedule*

MRP - *Material Requirements Planning*

MTO – *Make to Order*

MTS – *Make to Stock*

RCA – *Root Cause Analysis*

VBA – *Visual Basic for Applications*

WIP – *Work in Progress*

WLC – *Workload Control*

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O presente relatório foi realizado no âmbito da cadeira de Estágio inserida no Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra e descreve o projeto desenvolvido e as ações propostas e implementadas na empresa alvo de estágio. Este capítulo começa por enquadrar o estágio, apresenta os objetivos e a metodologia seguida, assim como a estrutura do relatório.

1.1 – Enquadramento do tema

A crescente competitividade na área dos negócios, faz com que as organizações procurem melhorar diariamente a sua performance. São muito os fatores considerados determinantes para atingir o sucesso, no entanto, consideram-se mais importantes a qualidade do produto produzido e do serviço prestado, a satisfação do cliente, e os baixos custos de produção e distribuição (Bashiri et al., 2012).

O planeamento da produção de uma empresa, influencia todos os fatores identificados anteriormente, tornando-se essencial que as organizações otimizem ao máximo esta atividade, e conseqüentemente, todas as outras que lhe estão relacionadas.

Seguindo esta linha de pensamento, são muitas as organizações que cada vez mais têm prestado atenção a esta temática, trabalhando e investindo para melhorar o funcionamento e a eficácia do seu Planeamento de Produção, permitindo-lhes assim obter vantagens competitivas e crescerem no seu mercado de atividade.

A Poço – Equipamentos Industriais S.A. é uma empresa metalomecânica integrada no grupo POÇO, responsável pela conceção e produção de estruturas metálicas. A empresa tem como foco as necessidades dos clientes, o que leva a uma produção de produtos personalizados, originando um sistema de produção complexo. Desta forma, não sendo exceção, a Poço encarou a oportunidade para planear, melhorar e controlar o seu processo produtivo, com objetivo de poder aumentar significativamente o seu desempenho.

Assim, a possibilidade de obter melhorias significativas nos seus processos, aumentando eficiências e reduzindo custos, e conseqüentemente, aumentar o seu posicionamento no mercado, foi a principal motivação para que esta decidisse avançar com este projeto de melhoria do processo de planeamento da produção.

O Planeamento da Produção é uma das áreas de interesse do autor dentro do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial e algo com o qual gostaria de poder trabalhar no futuro. Assim, o facto de poder desenvolver a Dissertação de Mestrado num panorama mais prático, no setor industrial e numa área de interesse, foram as principais motivações para abraçar este desafio.

1.2 – Objetivos e Metodologia

O estágio de mestrado permitiu o enquadramento do autor numa organização industrial, e o objetivo primordial deste projeto foi a implementação de um processo mais sistemático e automatizado de planeamento da produção na Poço – Equipamentos Industriais S.A.

Assim, pretendeu-se atuar num horizonte temporal de curto prazo ao nível do planeamento da produção. O projeto pressupôs quatro fases: (i) levantamento, através de *gemba walks* para conhecimento dos processos de informação e materiais, das oportunidades de melhoria, (ii) construção e implementação de uma ferramenta, através de *MS-Excel*, capaz de dar apoio, automatizar, e tornar mais rápido o processo de planeamento, bem como dar o *output* pretendido e eficaz, (iii) redimensionamento de equipas de trabalho de uma secção produtiva, e (iv) aplicação de medidas de gestão visual no chão de fábrica.

Após a sua implementação espera-se verificar melhorias significativas nas atividades da Poço, nomeadamente:

- Desenvolver um método de lançamento de ordens de trabalho que permita à empresa terminar as mesmas o mais próximo possível da data de entrega, e consequentemente diminuir a acumulação de *stocks* nas várias fases de produção (portanto, JIT, *just-in-time*) e aproveitar da melhor forma a capacidade instalada;
- Melhorar o fluxo de informação entre as diferentes seções, diminuindo também a possibilidade de perda de informação ou existência de informação errada;
- Reduzir a complexidade do processo de planeamento da produção, automatizando-o e criando métodos e procedimentos;
- Aumentar a eficiência do planeamento de produção, bem como do processo produtivo, criando uma relação muito aproximada entre o planeado e o executado;

Ao longo do estágio, o autor dedicou-se também à avaliação das vertentes de desenvolvimento com maior interesse para a empresa e, em particular, para o planeamento da produção. Neste sentido, considerou-se relevante o estudo dos tempos previstos de operações, nomeadamente os tempos de corte das máquinas de chapa e perfis presentes na empresa, e a capacidade finita de mão-de-obra, pela influência direta que têm no planeamento previsto.

1.3 – Estrutura da Dissertação

O presente relatório está dividido em sete capítulos distintos, que incluem ainda seções e subsecções. Os capítulos são descritos de seguida:

Capítulo 1 – Introdução

O presente capítulo engloba uma breve contextualização do problema, os objetivos que se pretendem alcançar com a elaboração do presente trabalho, a metodologia a aplicar durante a realização do mesmo e a estrutura da própria dissertação de mestrado (descrição dos capítulos).

Capítulo 2 – Revisão bibliográfica

No segundo capítulo é feita a revisão bibliográfica, abordando alguns dos principais conceitos relacionados à temática do planeamento de produção. Pretende-se enriquecer o presente estudo apresentando algumas abordagens sobre o tema.

Capítulo 3 – Visão global sobre a empresa

No seguinte capítulo procura-se conhecer a empresa, o mercado onde esta está inserida, a indústria metalomecânica portuguesa, e os principais problemas que enfrenta. Descreve-se também os processos produtivos existentes, e o sistema de informação presente na mesma.

Capítulo 4 – Análise da situação atual

Neste capítulo caracterizam-se e identificam-se os principais desperdícios existentes nas operações produtivas da empresa, e realiza-se uma recolha de dados de modo a qualificar e quantificar a situação inicial da mesma. Após a identificação da oportunidade de melhoria, descreve-se o processo atual a nível do planeamento da produção.

Capítulo 5 - Proposta de alteração do procedimento de planeamento e controlo da produção

No quinto capítulo, é descrita a proposta de melhorias a nível do planeamento e controlo da produção na empresa, onde são apresentadas as soluções desenvolvidas.

Capítulo 6 – Controlo de tempos e capacidades

No capítulo 6 procedeu-se à avaliação das vertentes de desenvolvimento com maior interesse para a empresa e para o planeamento da produção. Considerou-se relevante o estudo dos tempos previstos de operações, nomeadamente os tempos de corte das máquinas de chapa e perfis presentes na empresa, e a capacidade finita de mão-de-obra, pela influência direta que têm no planeamento previsto.

Capítulo 7 – Conclusões

Neste último capítulo clarificam-se as conclusões finais da dissertação de mestrado e realiza-se uma sugestão de trabalho futuro a desenvolver na empresa, de modo a dar continuidade ao trabalho desenvolvido durante o presente estágio.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com este capítulo pretende-se realizar um breve enquadramento aos temas abordados ao longo do trabalho desenvolvido. Este encontra-se estruturado em 5 secções, nas quais são discutidos conceitos acerca de sistemas de produção, planeamento e controlo da produção, escalonamento da produção e planeamento de capacidades e, finalmente, a aplicação dos princípios do *lean* a *job shops*.

2.1 – Sistemas de Produção

A natureza de um processo de planeamento e controlo da produção depende do tipo de sistema de produção a ser controlado. A literatura existente considera quatro tipos de sistemas de produção, que se distinguem segundo as seguintes características (Bertrand & Muntslag, 1993):

- (i) *Make-to-stock* – envolve produção baseada na antecipação de pedidos do cliente. Os produtos finais são mantidos em *stock* para vendas futuras que não ocorreram no momento da produção;
- (ii) *Assemble-to-order* – os fabricantes mantêm em *stock* peças de submontagem, e apenas finaliza o produto final de acordo com os requisitos do cliente, após o pedido do mesmo;
- (iii) *Make-to-order* – estratégia de produção que apenas inicia o fabrico dos produtos após o pedido do cliente;
- (iv) *Engineer-to-order* – os detalhes do produto a fabricar apenas são conhecidos após a receção do pedido do cliente e do desenvolvimento de especificações de engenharia. Todo o processo (projeto, aprovisionamento de matéria-prima, produção e montagem), iniciam-se no momento que o cliente firma a encomenda.

Dando foco aos sistemas *engineer-to-order*, estes podem caracterizar-se de acordo com as seguintes particularidades: dinâmicos, incertos e complexos (Bertrand & Muntslag, 1993).

O dinamismo do sistema refere-se à produção que pode apresentar grandes flutuações, devido ao volume de vendas, por exemplo. Bem como ao *mix* e volume de produção, resultante novamente da incerteza da procura futura. Esta é difícil de prever e antecipar, o que obriga a uma grande flexibilidade por parte da organização, para ser possível lidar com as flutuações da produção.

De acordo com (Bertrand & Muntslag, 1993), a incerteza é a diferença entre a quantidade de informações necessárias para realizar uma tarefa e a quantidade de informações já disponíveis na organização. Esta característica está presente na fase de projeto, onde não se conhece todas as especificações do produto, o que resulta em que decisões referentes a capacidade, *lead time* e preço sejam tomadas de uma forma incerta.

Outro fator de incerteza diz respeito ao processo, uma vez que cada produto resulta das especificações do cliente, o processo de cada produto no chão de fábrica é desconhecido numa fase inicial do projeto. Assim, a nível de operações pode existir um desequilíbrio entre a capacidade de produção necessária e a disponível.

Por fim, são considerados sistemas complexos devido, essencialmente, à coordenação da capacidade produtiva, produtos diferentes com “caminhos” produtivos diferentes, e tempos de operações variáveis. Para além disso, dada a montagem com diversos materiais, torna tanto a capacidade como a coordenação de materiais dentro dos postos de montagem complexas (Bertrand & Muntslag, 1993 e Kingsman & Hendry, 1989).

Para um controlo eficaz de um sistema *engineer-to-order* é necessário ter em conta as três características apresentadas.

Segundo Assis (2002), comumente caracterizam-se também os sistemas de produção tendo em conta o grau de flexibilidade de produção de uma variedade de produtos. Ribeiro (1999) considera três tipos de produção, sendo elas: produção contínua (*flow shop*), descontínua (*job shop*), e por lotes (*batch manufacturing*). O mesmo autor adiciona um sistema intermitente de produção de produtos únicos que nunca mais são repetidos (projeto).

A Figura 1 compara as principais características desta classificação com base na variedade *versus* volume.

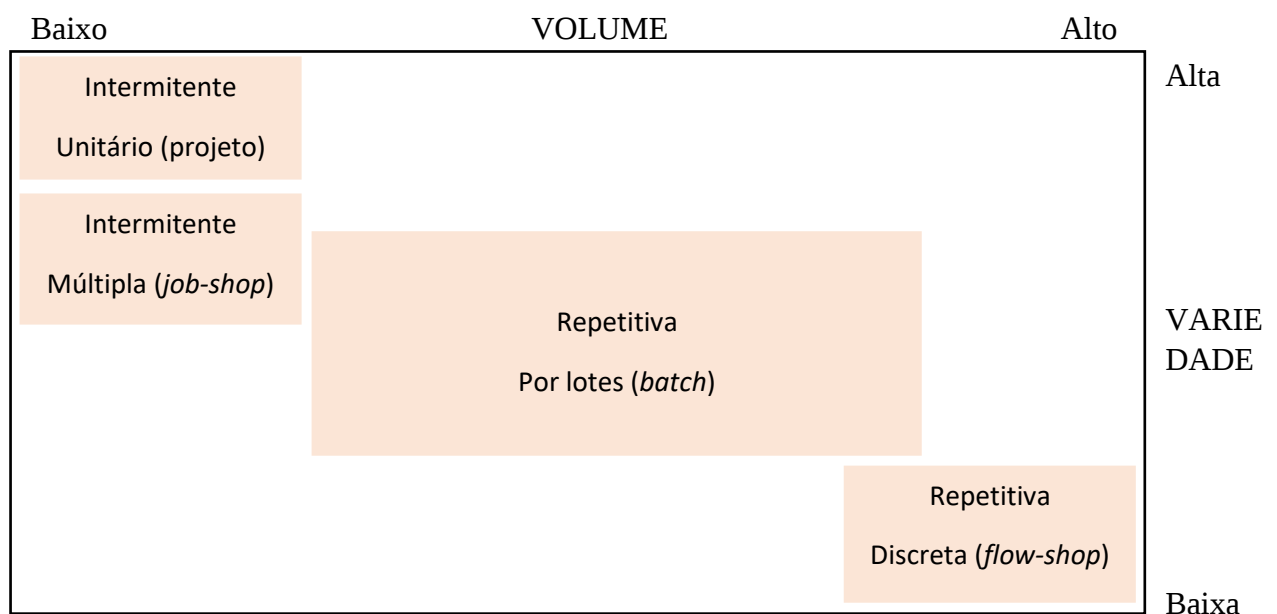


Figura 1 Variedade *versus* volume (adaptado de (Assis, 2002))

Os fluxos intermitentes referem-se à produção de lotes em intervalos de tempos descontínuos. Segundo (Ribeiro, 1999), a produção está estreitamente ligada com as especificações do cliente, de maneira que a organização se dedique à fase de projeto.

Em termos de planeamento da produção, o autor afirma que é exigido uma alta flexibilidade dos recursos produtivos, organizando-se por centros de trabalho ou departamentos com foco na

função executada. Em ambientes *job-shop* não existe nenhum percurso padrão dos materiais através das oficinas, exemplo demonstrado na Figura 2. (Tubino, 2007). Este facto, torna este tipo de produção extremamente complexa e difícil de programar, tornando o nível de ocupação dos recursos baixa.

(Assis, 2002) reforça a ideia de flexibilidade num tipo de produção intermitente múltipla, seja a nível de equipamentos de produção, para que estes possam transportar diferentes formatos, pesos e tamanhos de materiais de recurso para recurso, bem como flexibilidade na programação e coordenação de uma grande diversidade de produtos.

O mesmo autor afirma que a maior quantidade de *stock* neste tipo de ambiente, é maioritariamente na fase em curso de fabrico, ou seja, materiais de graus diferentes de transformação que se acumula entre as várias fases de fabrico, formando as denominadas “filas de espera” entre postos de trabalho.

Assim, para que haja um cumprimento dos prazos de entrega, é importante que a organização disponha de um sistema de informação baseado na capacidade finita, por exemplo, com um calendário do carregamento dos recursos, permitindo colocar um novo pedido seguido do carregamento atual do sistema e visualizar a data de conclusão. (Tubino, 2007)

Como possível de visualizar na Figura 2, a produção repetitiva por lotes posiciona-se no intermédio de variedade de produtos e de quantidades produzidas de cada produto. Cada lote segue uma série de operações que necessita ser programada à medida que as operações anteriores vão sendo realizadas. Em geral, este tipo de ambientes de produção utiliza o mesmo equipamento com ferramentas específicas para produzir um lote de um determinado produto. (Assis, 2002)

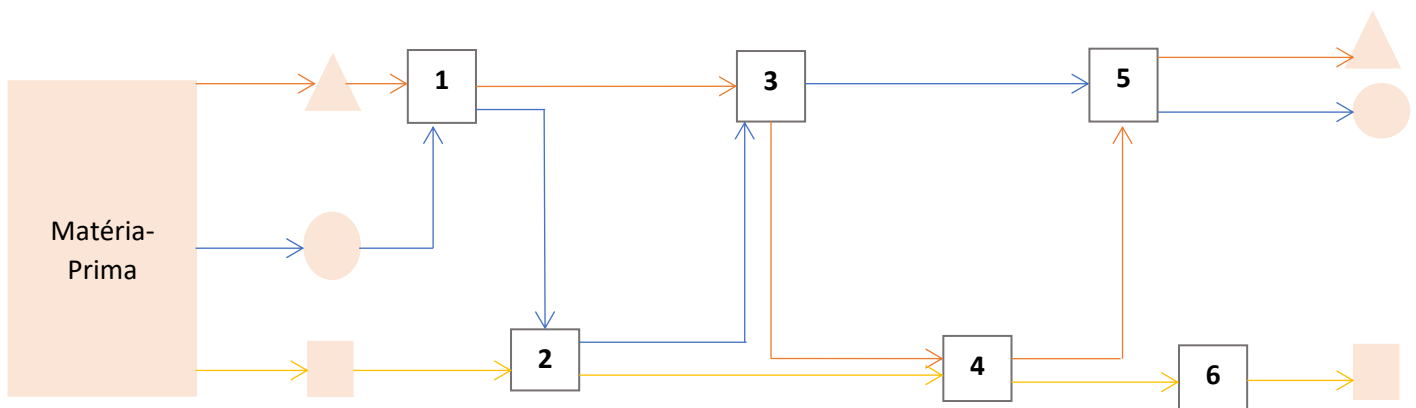


Figura 2 Fluxo de produção intermitente (job-shop) Fonte: (Ribeiro, 1999)

Os pontos a considerar neste tipo de sistema é a redução do tempo de *set up*, a rápida mudança de um equipamento e ferramentas de um produto para o outro, e os *stocks* centralizados dentro da fábrica na forma de supermercados de abastecimento.

A nível do planeamento de produção nos sistemas repetitivos em lotes tem por base previsões de encomendas de cliente, que permite planear o início da produção e montagem de todas as peças e componentes. É possível sequenciar operações em cada recurso, com objetivo de reduzir *stocks* e prazos de entrega.

Por fim, a produção repetitiva discreta (*flow shop*), segundo Suresh & Kumar (2008), desenrola-se segundo uma sequência de operações desde o primeiro posto até ao produto acabado. É um processo contínuo representado pela Figura 3.

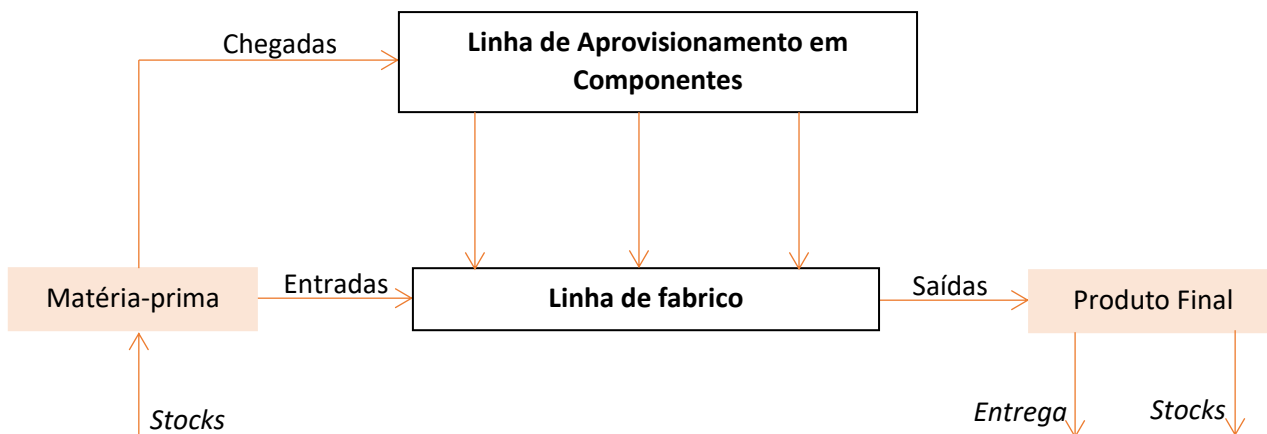


Figura 3 Fluxo de produção contínua (flow-shop) Fonte: (Ribeiro, 1999)

Contrariamente a ambientes *job shop*, as instalações e equipamentos de uma produção contínua não exige flexibilidade, devido à produção ser totalmente automatizada.

As operações estão niveladas de modo que não seja necessário a existência de supermercado de abastecimento entre as mesmas. O *stock* existe em quantidade de uma pequena variedade de matéria-prima na entrada do sistema, e à saída do sistema *stock* de uma pequena variedade de produtos acabados (Tubino, 2007).

O planeamento e a programação da produção são tarefas de rotina, este baseia-se essencialmente no cálculo das necessidades de materiais, ou seja, gerir a logística de abastecimento da matéria-prima e a distribuição do produto acabado.

2.2 – Planeamento e Controlo da Produção

A crescente competitividade e inovação dos processos produtivos, tem vindo a aumentar a exigência do mercado, obrigando as organizações a acompanhar e estar sempre próximo dos seus clientes. Neste sentido, é fulcral que as empresas tenham capacidade para reagir de forma ágil, rápida e eficaz.

Neste contexto, os conceitos de gestão de materiais, capacidade, planeamento, controlo e gestão da produção foram ganhando relevância, ao longo do tempo. Um sistema de gestão da produção numa organização consiste numa série de atividades, geralmente suportadas por um sistema de informação, com objetivos e políticas bem definidas no que concerne às operações necessárias para que a organização produza os produtos requeridos (Silva, 2020 e Sridharam & Kanet, 1995).

Assim, o planeamento e controlo da produção é determinante para o bom desempenho de um sistema produtivo. Este consiste num conjunto de funções que dão apoio e coordenam as várias atividades da produção, permitindo uma gestão eficiente dos fluxos de materiais, uma alocação eficiente de recursos humanos e equipamentos, coordenação de atividades internas com os fornecedores, e comunicação com clientes. (Ribeiro, 1999; Silva, 2020 e Chapman, 2006).

Salamati-Hormozi et al. (2018) afirmam que o responsável pelo planeamento tem como função acompanhar de perto todo o funcionamento da fábrica, percebendo como ocorrem os fluxos e os processos, de modo a conseguir entender as dinâmicas que existem e que possam impactar de uma forma direta ou indireta naquilo que é a produção e o seu planeamento. Este colaborador está, portanto, sempre ligado e em contacto com todos os departamentos da organização, por exemplo, deve estar em contacto com os responsáveis das vendas, por forma a perceber as necessidades de entrega dos clientes. Os mesmos autores assinalam ainda a importância de existir uma ligação e colaboração constante entre o planeamento e os departamentos de produção, comercial e financeiro.

Desta forma, o planeamento tem ênfase nos materiais, pessoas, máquinas e fornecedores, o que o torna num sistema eficiente que pode fornecer à empresa vantagens competitivas, aumentando a produtividade e, consequentemente, reduzindo os custos.

O planeamento da produção envolve o desenvolvimento e identificação de fluxos de ação alternativos e a respetiva seleção da alternativa ideal, realizada uma avaliação de vários cenários que possam existir, no sentido de decidir antecipadamente o que deve ser produzido, qual a sequência, quando e como. Isso pode ser feito avaliando vários requisitos, como a previsão da procura, capacidade da fábrica, políticas da empresa, nível de *stocks* e prioridades de produção (Nobari et al., 2018).

Novamente, é possível aferir que o planeamento interliga várias áreas da organização, pelo que o fluxo de informação é constante e de vital importância. Desta forma, é de extrema relevância manter todas as bases de dados permanentemente atualizadas, pois só assim se consegue, em tempo real e de forma fidedigna, obter todas as informações necessárias.

Assim, de seguida são apresentadas as principais funções e atividades de um sistema de Planeamento e Controlo da Produção (Silva, 2020 e Alves, 2019):

- Planeamento de necessidade de capacidade e recursos;
- Disponibilidade para satisfazer a procura;
- Planeamento de entrega de materiais por parte de fornecedores no momento certos e nas quantidades certas;

- Certificar a utilização dos equipamentos;
- Manter *stocks* adequados de materiais, em curso e de produtos acabados nos locais adequados;
- Ir ao encontro das necessidades dos clientes num ambiente dinâmico que pode ser difícil de prever;
- Capacidade rápida e eficaz de resposta face a problemas inesperados;

Um sistema de Planeamento e Controlo da Produção desempenha um conjunto de funções que atuam em diferentes horizontes temporais (curto, médio e longo prazo) e que vão desde o planeamento estratégico da produção até à sequenciação da mesma (Figura 4), estando os três níveis interligados entre si (Olhager, 2013).

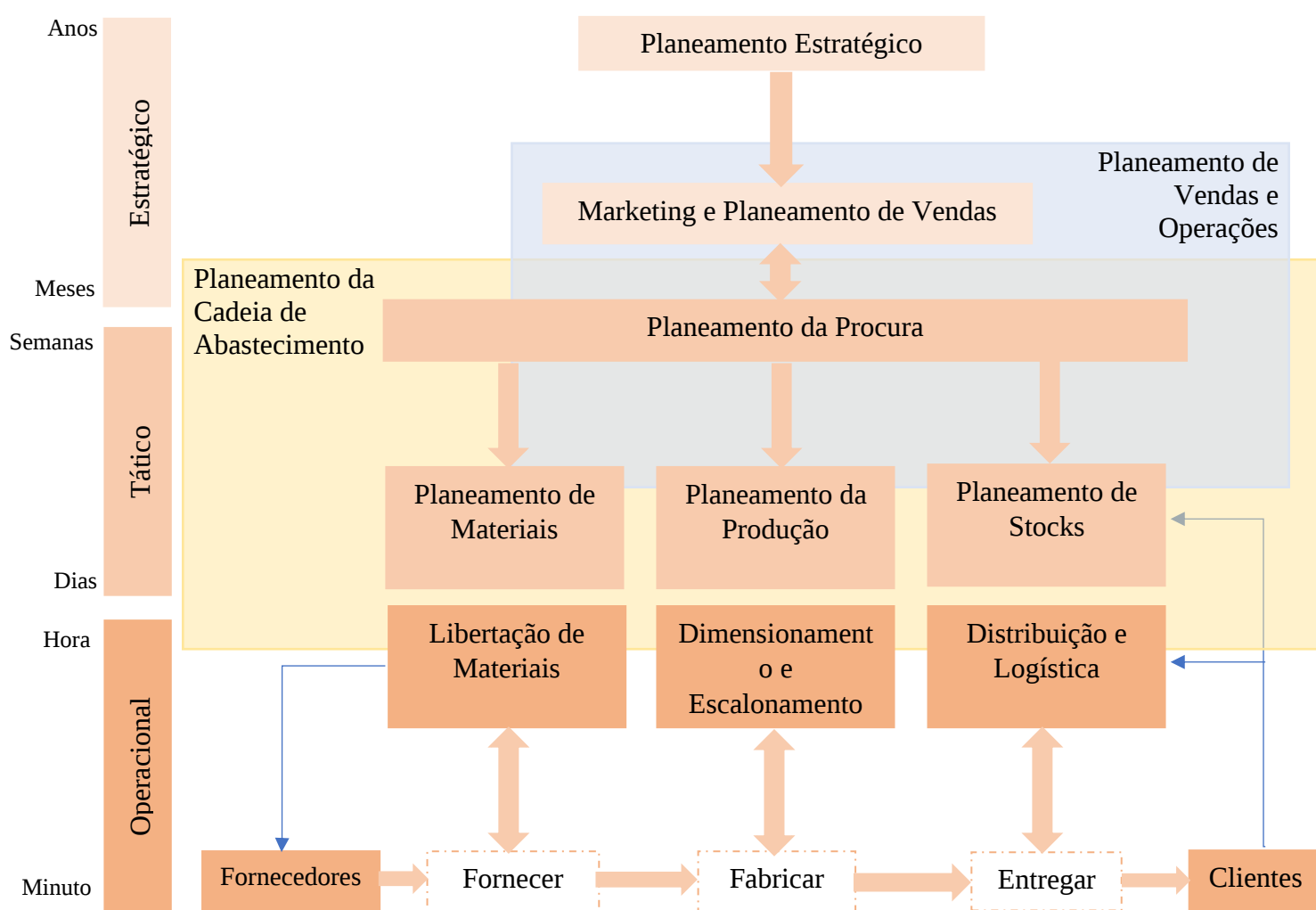


Figura 4 Framework do planeamento integrado (adaptado de (Guedes, 2011))

A hierarquização do sistema surge dada a necessidade de reduzir a complexidade do planeamento estrutural e tático presente num ambiente fabril complexo.

Planeamento a Longo Prazo

O planeamento com o horizonte temporal mais longo, entre 4 e 5 anos, é o Planeamento Estratégico, que está interligado com a estratégia corporativa de uma organização. A posição corporativa é a forma como a empresa se posiciona na indústria onde se insere, possibilitando o aumento da capacidade competitiva da mesma.

Assim sendo, a longo prazo são estabelecidos os objetivos e as políticas apropriadas aos recursos da organização que se transformem em resultados operacionais eficientes, permitindo obter vantagens competitivas (Santos & Barbosa, 2017).

Nesta fase, elabora-se o plano de negócios, com a análise de mercado e os objetivos da empresa, e com base neste, o plano de vendas e operações. Estabelecem-se os planos de operações e vendas, baseados na procura prevista, nos recursos internos disponíveis e na capacidade do sistema produtivo. Avaliando as necessidades a nível de materiais, colaboradores, e equipamentos, surge o plano diretor de produção.

Planeamento a Médio Prazo

O planeamento a médio prazo caracteriza-se por ser mais dinâmico do que o planeamento com um horizonte temporal superior, uma vez que utiliza menos informação, e demora menos tempo a ser cumprido. Inclui decisões a médio prazo no que concerne ao uso eficiente dos recursos e planeamento das atividades. É a fase inicial do planeamento da produção, planeamento de materiais e planeamento de *stocks* (Abbassi et al. 2019).

O conceito chave do planeamento a médio prazo é o MRP (*Material Requirements Planning*) que recebe a informação do plano diretor de produção, dos produtos a produzir, nas quantidades e prazos de entrega. Assim, o MRP verifica as existências em *stock* e determina as necessidades de produção ou compra.

Planeamento a Curto Prazo

O nível mais baixo do planeamento inclui decisões a curto prazo, permite planear ao detalhe as operações definidas no plano da produção do nível superior. Segundo (Abbassi et al. 2019), esta fase permite lidar com as variações da procura, disponibilidade dos recursos, e reagir a possíveis fatores destabilizadores de acordo com as decisões táticas da empresa.

As principais atividades deste nível de planeamento baseiam-se no plano de compras, plano de produção/montagem e controlo da produção.

Assim, através do processo de monitorização e controlo da produção, pretende-se garantir que as atividades realizadas ocorram de forma que o trabalho e capital investidos sejam utilizados de forma eficiente (Scavarda et al., 2016). Apesar de isto nem sempre acontecer, uma vez que as organizações funcionam em ambientes dinâmicos e com múltiplas variáveis, existindo distúrbios e situações que não são passíveis de serem previstas, sendo muitas vezes difícil que o plano de produção real seja “coincidente” com o plano original (Wang et al., 2020). Segundo a mesma fonte, o controlo da produção deve ser feito em circuito fechado, utilizando informações provenientes do planeamento, da produção e monitorização da produção.

2.3 – Escalonamento da Produção

Escalonamento da produção baseia-se no processo que atribui, ao longo de um horizonte temporal, um conjunto de operações a recursos limitados, com o objetivo de satisfazer ou otimizar vários critérios. É um planeamento ao nível operacional que faz cumprir o plano de produção definido no nível tático, permitindo cumprir as quantidades definidas no plano mestre, durante o prazo estipulado, tendo em conta todas as restrições (Abbassi et al., 2019 e Mariano, 2008). Este processo leva a um conjunto de relação de sequenciamento, descritas em termos de relações de precedências.

Segundo Graves (1981) e Abbassi et al. (2019), o processo de escalonamento assenta na colocação de tarefas ao longo do tempo, considerando restrições como atrasos, falha de matéria-prima ou restrições de precedências e capacidade. Em muitos casos, o escalonamento não é estático, havendo possibilidade de incorporar novos trabalhos, alterar datas, etc. Para se cumprir ao máximo a programação da produção definida, é necessário que seja feita uma análise prévia e haja conhecimento dos recursos existentes, das tarefas e a sua duração, as datas de início e conclusão (Mariano, 2008).

Os *inputs* para o escalonamento da produção são as informações acerca do tempo padrão das operações, a capacidade efetiva de cada centro de trabalho, conhecimento do padrão da procura e flexibilidade para pedidos urgentes, a sobreposição de operações e programações de trabalhos individuais.

As metodologias utilizadas para o sequenciamento de produção dependem do tipo de indústria, organização e produto. Mas comumente são utilizados gráficos, regras de prioridade e métodos matemáticos de programação. Os gráficos de *Gantt* são os mais usados, e fáceis de entender, utilizados para representar a programação sequencial, a carga de trabalho atribuída a um grupo de colaboradores ou máquinas, e para registar os tempos de operação reais e previstos. Como regras de prioridade e operações, podem ser utilizadas: *first come first served*, *earliest due date*, *shortest processing time*, *longest processing time*, etc. Relativamente aos métodos matemáticos, tem-se: modelo de programação linear, onde são consideradas as restrições e as funções objetivo que são formuladas segundo uma equação linear, resolvida através de otimização; e o modelo PERT/CPM que mostra a sequência de operações para um projeto e a relação de precedência entre as atividades a serem concluídas.

O tema do escalonamento e sequenciamento da produção tem sido alvo de estudo de diversos autores, pelos problemas e dificuldades envolvidos no processo, nomeadamente, os constrangimentos de atribuir tarefas a um conjunto de máquinas que seguem uma determinada e pré-definida sequência obrigatória, problema encontrado em ambientes *job-shop*. A complexidade associada a este tipo de sistemas de produção, aliada a uma ineficiente programação da produção resulta na criação de gargalos nas máquinas mais utilizadas (Reis et al., 2021 e Ho & Tay, 2008).

O principal objetivo de um correto sequenciamento da produção, independentemente do tipo de sistema de produção, é atingir as datas de entrega ao cliente, maximizar a utilização das

máquinas, minimizar o *work in progress* e os tempos de *set up*, que resultam na maximização da produtividade.

2.4 – Planeamento de Capacidades

Um sistema de planeamento de capacidades (CRP – *Capacity Requirements Planning*) destina-se ao cálculo das capacidades, tanto de mão-de-obra como de equipamentos, com o propósito de determinar os recursos necessários para cumprir o plano de produção definido. Integra a fase operacional do processo de planeamento, um plano de capacidades detalhado permite ter uma visão geral da produção e ajuda o gestor de operações a identificar todos os elementos que serão necessários para uma produção eficiente.

Para isso é necessário ter em conta o roteiro dos produtos e a capacidade de mão de obra e máquinas. Isto é, o roteiro dos produtos consiste na sequência que os materiais seguem até ao produto final, onde é necessário ter em conta dados quantitativos acerca dos tempos de processamento e tempos de *set up*. E a capacidade de mão de obra e máquinas dizem respeito ao número de trabalhadores e ao número de máquinas disponíveis e a sua taxa de produção. Naturalmente, existe uma dificuldade acrescida para quantificar os dois últimos fatores, pela existência de causas influenciadoras externas, como: o absentismo dos colaboradores, a experiência de cada um, a instabilidade da taxa de produção das máquinas, de avarias inesperadas, e dos tempos de *set up* variáveis.

O roteiro dos produtos constitui um papel importante no planeamento de capacidades, onde as informações apresentadas incluem: a ordem das operações que devem ser concluídas, os centros de trabalho que devem ser usados para realizar as várias operações e o tempo padrão para cada operação, incluindo os tempos de configuração do equipamento e o tempo de execução por peça. Um planeamento de capacidades que recorra a um roteiro de produtos com valores corretos permite chegar ao tempo de produção necessário e, a capacidade que será necessário alocar relativamente a mão de obra e equipamento. Este fornece assim a base para o sequenciamento, despacho e acompanhamento (Suresh & Kumar, 2008).

Alguns autores consideram o CRP um sistema independente, embora relacionado, do MRP. Contrariamente a outros que consideram um sistema integrante de sistemas MRP (Guedes, 2011). Os últimos defendem que o sistema de planeamento de capacidades tem tendência a ser muito complexo e a requerer muitos dados para ser usado de uma forma independente, assim facilita que este tenha em conta os requisitos da produção diretamente do MRP que já contém informações da lista de materiais, roteiro e prazos de entrega. Assim, na sua maioria os sistemas atuais incluem um módulo CRP vinculado diretamente à execução do MRP (Chapman, 2006).

Uma dificuldade acrescida de sistemas de planeamento de capacidades é o facto de este se basear em tempos padrão, que são subjetivos e podem-se alterar ao longo do tempo, devido a melhorias e/ou mudanças do processo. Isso implica que seja feita uma revisão regular a padrões de trabalho e atualização dos mesmos, sempre que necessário.

Apesar da sua complexidade e mutabilidade das informações, para se elaborar um plano de produção o mais aproximado possível à realidade, é necessário analisar e ter em conta a informação contida no CRP.

2.5 – Aplicação dos princípios do *lean* a *job shops*

Atualmente, o tema que surge quando se trata de melhorar a performance de processos industriais é o *lean production*. O principal objetivo de aplicar técnicas *lean* nas organizações é detetar e remover todos os desperdícios, de forma que o processo decorra sem interrupções, com flexibilidade, rapidez e ao mínimo custo, elementos-chave para ter sucesso no atual ambiente competitivo (Mezzogori et al, 2020).

No entanto, em ambientes *make-to-order*, com uma grande variedade de produtos em pequenos volumes, a aplicabilidade de diversos princípios e ferramentas do *lean* torna-se diferente e mais complexo. Assim, foi necessário adaptar e adotar alternativas orientadas para sistemas de planeamento e controlo da produção em ambientes de produção descontínua, para assegurar eficiência (Bertolini et al, 2015 e Mezzogori et al, 2020).

Neste sentido, surge o conceito de *Workload Control* (WLC), em 1981, uma solução de planeamento e controlo da produção com o objetivo de controlar a fila de espera de centros de trabalho e reduzir o trabalho em curso (WIP). Paralelamente, controla o cumprimento de prazos de entrega e a capacidade do sistema, problemas comuns em ambientes *job shops* (Thurer et al., 2012 e Stevenson et al., 2005).

Workload Control assenta na liberação de ordens de trabalho, quando os materiais para as mesmas estão disponíveis e o nível da carga de trabalho está abaixo de um valor limite. Segundo Cransberg et al. (2015) e Thurer et al. (2012), o método baseia-se no controlo do *input/output*, existindo três níveis: o controlo da entrada de um pedido, a liberação da ordem de trabalho, e a liberação prioritária. A finalidade do mesmo é garantir que os pedidos sejam liberados a tempo de cumprir o prazo de entrega, ao mesmo tempo que se utiliza a capacidade máxima dos recursos.

Diversos estudos através de simulação foram desenvolvidos que apoiam as diversas vantagens da aplicação do método. Stevenson et al. (2015) relatou uma implementação bem-sucedida de WLC que resultou em melhorias nos prazos de entrega e qualidade. Podem ainda ser apontados como pontos vantajosos o controlo da capacidade e o uso eficiente da mesma, os prazos de entrega curtos e atingíveis, e o controlo do inventário em curso que resulta num chão de fábrica '*lean*'.

No entanto, Thurer et al. (2012) explorou os problemas associados ao conceito, nomeadamente com o processo, o fluxo de informação, os requisitos e a incorporação do *workload control* nas organizações. Na prática verifica-se a existência de diversos fatores que podem influenciar e adicionar complexidade à sua aplicação, como:

- tempos de *set-up* dependentes e sequenciais;
- lotes sequenciais, quando diversas ordens são processadas em sequência, para evitar *set-ups*. Ponto comum na indústria metalomecânica;
- *Nesting*, processo que envolve a combinação de ordens para evitar desperdício de material (por exemplo, numa chapa metálica), isto obriga a que certas ordens tenham de ser combinadas para ser liberadas ou tenham de seguir uma determinada sequência;
- Montagem de componentes ou subconjuntos, que obriga a que o fluxo seja sincronizado para a que os mesmos estejam disponíveis ao mesmo tempo para o conjunto final.

No caso de existirem algum/alguns dos fatores acima mencionados, pode ainda levar a consequências indesejáveis em algum centro de trabalho. Assim, na prática sugere-se que os *set-ups* dependentes e sequenciais sejam considerados localmente após a liberação dos pedidos para o chão de fábrica. Contrariamente às operações de montagem, a solução passa por coordenar a chegada dos componentes para montar por meio de decisões de despacho em operações anteriores ou na coordenação da liberação de componentes para o chão de fábrica.

Um estudo relatado por Thurer et al. (2012) com uma empresa MTO de estruturas metálicas resultou na recomendação de criar uma *pool* no chão de fábrica entre dois centros de trabalho com valor agregado. Para o uso económico do aço, agir contra erros de fabricação interna e para obter vantagens semelhantes a uma empresa MTS, a empresa de estudo utilizava lotes e excesso de produção, que como consequência levaria a compra de matéria-prima em excesso e a altos níveis de WIP, devido à procura intermitente. A criação da *pool* entre centros de trabalho não exigia produção de segurança e possibilitou o controlo e a coordenação da produção a partir do recurso crítico.

Estudos recentes acerca do conceito de *lean*, mostram que uma das chaves para a implementação da produção *lean* consiste em controlar a taxa de produção da variação existente no sistema (Thürer, 2011). O WLC garante esse controlo, gerindo a capacidade, o tempo de produção e os *stocks* intermédios em simultâneo. Além disso, reduz o *stock* de produtos em vias de fabrico e torna o fluxo de produção mais visível, possibilitando uma melhoria da qualidade.

Há uma necessidade de desenvolver abordagens de planeamento e controlo da produção alinhadas com as características chave das empresas, incluindo estratégias de produção e tipos de processo. O WLC é uma das poucas abordagens existentes desenvolvida especificamente para empresas do tipo MTO, por isso, este é reconhecido como a solução chave de planeamento e controlo de produção para empresas deste tipo. No entanto, o conceito foi desenvolvido maioritariamente em teoria, uma vez que nas poucas tentativas de implementação prática do WLC, os investigadores depararam-se com sistemas mais complexos que os utilizados pelos investigadores, aos quais torna difícil a aplicação da teoria existente.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

CAPÍTULO 3

VISÃO GLOBAL SOBRE A EMPRESA

Neste capítulo apresenta-se a empresa interveniente na presente dissertação de mestrado, a Poço – Equipamentos Industriais S.A. O capítulo está então dividido em quatro secções. Na secção 3.1 procura-se fazer um apanhado da situação atual do mercado onde a empresa opera, a indústria metalomecânica, no ponto 3.2 apresenta-se a empresa, seguido na secção seguinte de uma descrição geral dos seus processos produtivos. Na secção 3.4 apresenta-se o sistema de informação implementado na empresa.

3.1 – Visão Global sobre a Indústria Metalomecânica em Portugal

Nesta secção pretende-se dar uma visão global da indústria metalomecânica em Portugal. Os dados apresentados referem-se ao ano de 2017 e foram, em grande maioria, retirados do relatório “Análise Setorial da Indústria Metalomecânica”, elaborado pelo Banco de Portugal, a 29 maio de 2019 (Banco de Portugal, 2019). O estudo analisa três grandes vetores da indústria: o volume de negócios, o número de empregados e o número de empresas.

Em 2017, a indústria metalomecânica compreendia 2% das empresas em Portugal (10 mil empresas), 6% das pessoas ao serviço (175 mil pessoas) e 7% do volume de negócios (25 mil milhões de euros). O número de empresas em atividade no setor aumentou 0,1% em relação ao ano anterior, aumento inferior ao registado para o total das empresas (1,7%).

Esta indústria pode ser dividida em três sectores, sendo eles: (1) metalurgias de base, (2) produtos metálicos e elétricos, e (3) equipamentos de transporte. A Poço S.A., por se dedicar à conceção de estruturas metálicas, está inserida no segundo setor, que engloba empresas de fabricação de produtos metálicos. Analisando-se de uma forma global os três setores, o segmento dos produtos metálicos e elétricos representa 90% das empresas, 71% das pessoas ao serviço e 50% do volume de negócios da indústria metalomecânica (ver Figura 6). Os equipamentos de transporte (7% das empresas do setor) agregavam 38% do volume de negócios do setor e 24% das pessoas ao serviço; o peso deste segmento aumentou, entre 2016 e 2017, em detrimento dos produtos metálicos e elétricos.

Analisando a indústria por classe de dimensão, no ano de 2017, constata-se pela Figura 5 que 72% das empresas do setor eram microempresas. As pequenas e médias empresas, 27% das empresas do sector, eram responsáveis por 40% do volume de negócios. Já as grandes empresas (1% das empresas do setor) agregavam a maior percentagem do volume de negócios.

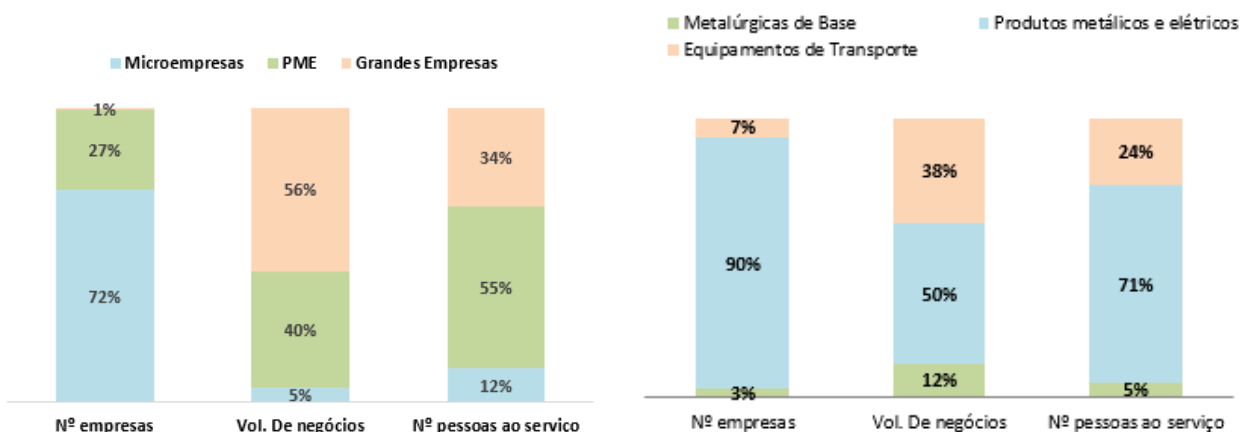


Figura 5 Composição do setor por dimensão das empresas (Banco de Portugal, 2019)

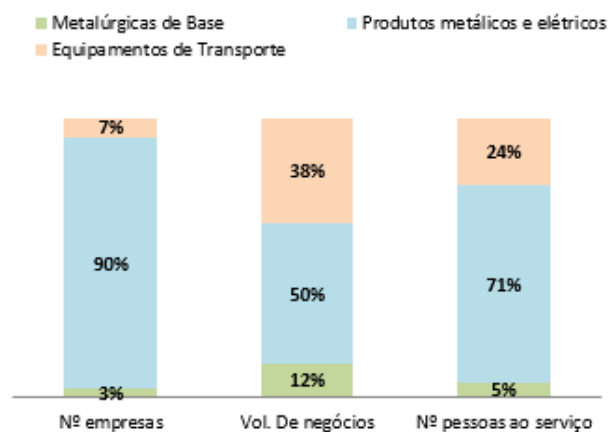


Figura 6 Composição do setor pelos 3 subsectores (Banco de Portugal, 2019)

Ao cruzar as classes de dimensão com os setores de atividade económica, conclui-se que as grandes empresas têm um impacto determinante nos setores de equipamentos de transporte e de metalurgias de base (80% e 63% do volume de negócios dos setores, respetivamente), enquanto as pequenas e médias empresas predominam no setor dos produtos metálicos e elétricos, com 56% do volume de negócios do mesmo (ver Figura 7).

Em relação à localização geográfica das sedes das empresas da indústria metalomecânica, as regiões Norte e Centro agregavam, em conjunto, 76% das empresas, 70% do volume de negócios e 79% das pessoas ao serviço do setor. Nestas regiões, a indústria metalomecânica representava 11% e 12%, respetivamente, do volume de negócios das empresas aí sediadas.

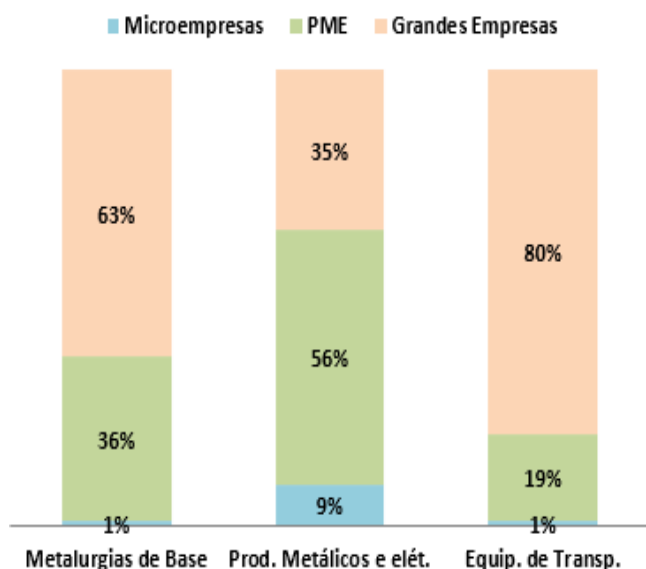


Figura 7 Estrutura da indústria metalomecânica por setor de atividade económica, em 2017 (Banco de Portugal, 2019)

O volume de negócios da indústria metalomecânica aumentou 16% em 2017, variação superior à registada em 2016 (1%) e à observada, em 2017, para o total das empresas (9%).

As evoluções do volume de negócios determinaram um aumento do EBITDA da indústria de 18% em 2017, o que demonstra o trabalho que tem vindo a ser desenvolvido no sentido do aumento da produtividade e redução do desperdício na indústria metalomecânica portuguesa. O objetivo da empresa alvo do desenvolvimento do estágio é assim seguir as pisadas da indústria a que pertence, e fazer crescer o seu negócio, com recurso ao aumento da eficiência das suas operações.

3.2 – Grupo Poço – Equipamentos Industriais SA.

A empresa iniciou a sua atividade, na Marinha Grande em 1991, sob a sigla EIP – Equipamentos Industriais Poço, no ramo do fabrico de equipamentos para indústria cerâmica, tendo alargado a sua oferta na conceção de soluções especiais, protótipos, dedicando-se ao fabrico de equipamentos de movimentação e transporte de matérias-primas e seu armazenamento. Devido à sua expansão, ampliou as suas instalações e mudou-se, em 2013, para a Zona Industrial Cova das Faias, em Leiria.

Tem ao longo dos anos, desenvolvido projetos de conceção e implementação de soluções completas para a indústria, tanto em estruturas metálicas (Figura 9), como em equipamentos industriais (Figura 8) tão diversos como de pesagem, elevação, movimentação ou automação, terminando o processo com a fábrica completa e pronta a funcionar.

Através do seu bom desempenho ao longo dos anos, a Poço alcançou o reconhecimento por parte da indústria em geral e em alguns segmentos em particular, como a indústria do vidro, reciclagem e a produção de estruturas especiais, ao conseguir fazer face à complexidade e especificidade de cada negócio, com soluções que cumprem integralmente os requisitos dos clientes e satisfazem as suas necessidades em pleno.

A experiência adquirida ao longo dos anos, conduziu a Poço ao mercado de periféricos para extrusão de polímeros. Ao adquirir 80% da participação da Periplast, empresa especialista no fabrico de periféricos para extrusão de polímeros e com a aquisição da Mecnicentro, empresa dedicada a maquinação de órgãos de máquinas, tornou-se quase independente de fornecedores externos, sendo todos os equipamentos fabricados no grupo de empresas POÇO.

A Poço tem hoje experiência e conhecimento que lhe permite executar obras de grande envergadura, como complexos industriais, fornecimento de unidades produtivas completas seguindo o conceito chave na mão, assim como centros comerciais ou outras estruturas metálicas de grandes dimensões (Figura 8 e Figura 9).

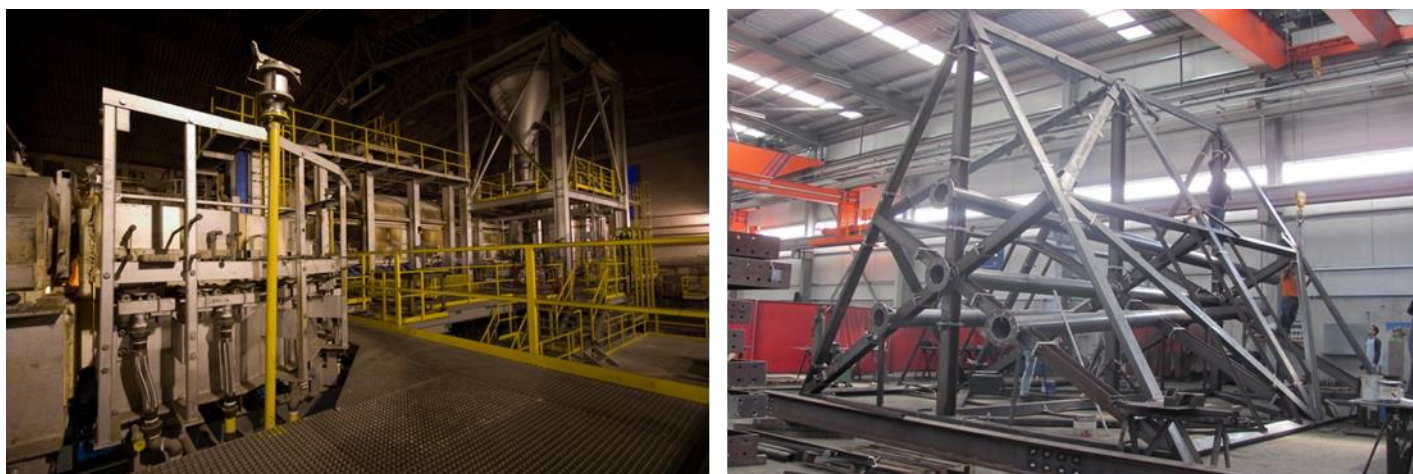


Figura 8 Exemplos de estruturas metálicas fabricadas pela empresa



Figura 9 Exemplos de equipamentos industriais fabricados pela empresa

A empresa tem como missão construir, com base na experiência acumulada, na inovação tecnológica e na criatividade, encontrar a melhor solução para satisfazer o cliente, criando valor económico, social e ambiental. O volume de negócios da Poço S.A. é cerca de 12 milhões/ano, e o grupo formado pelas três empresas conta com cerca de 135 colaboradores.

A organização da Poço está dividida em três áreas de atuação:

- Administração e serviços de apoio: Comercial, Administrativo/Financeiro – são responsáveis pelas diretrizes, direcionando o caminho da organização. Responsabilidade de captar negócios e manter a empresa com solidez financeira, de forma a satisfazer os compromissos assumidos;
- Serviços técnicos – área central da indústria de metalomecânica, têm a responsabilidade de preparar todo o processo documental, transformando projetos constituídos por desenhos memória e especificações técnicas enviadas pelos clientes, em projetos detalhados de produção e listas de materiais, para que o processo produtivo possa decorrer sem falhas;
- Departamento de produção e planeamento – tem a função prática de executar todos os projetos que são entregues pelo departamento de projeto, desde a fabricação à montagem, podendo em caso de carga de trabalho se assim se justificar, recorrer a subcontratação, tendo nesse caso de controlar e garantir a qualidade do trabalho.

A Figura 10 mostra detalhadamente a estrutura organizacional da empresa. Da estrutura organizacional, o estágio teve enfoque, no departamento de produção e montagem, descrevendo do processo de transformação matéria-prima de siderúrgica em produtos e subprodutos, como, estruturas metálicas estruturais, não estruturais, produção dos mais diversos equipamentos para produção, transporte e armazenamento de diferentes matérias-primas. Neste departamento estão presentes todas as seções produtivas (corte e conformação, mecano soldadura, tratamento de

superfície, e montagem externa e interna), bem como a área do controlo de produção e seção de preparação do processo de corte.

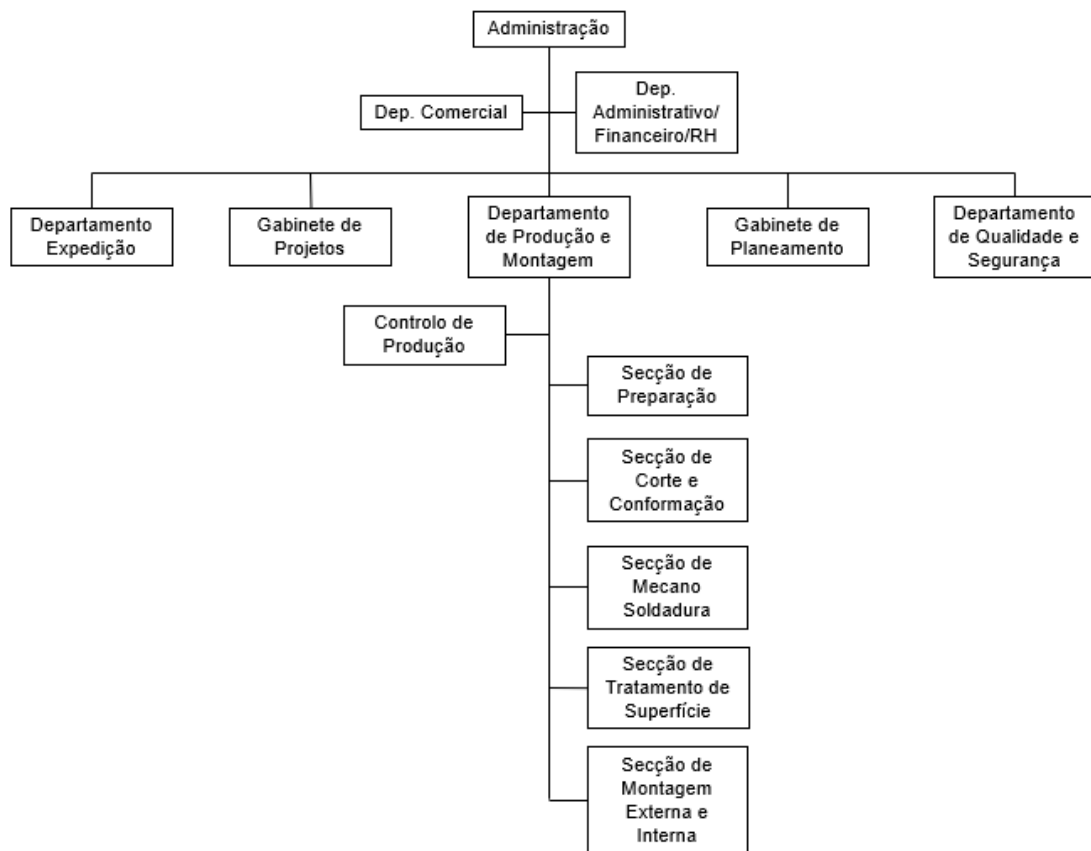


Figura 10 Organograma da Poço – Equipamentos Industriais

3.3 – Descrição Geral dos Processos Produtivos

A empresa dedica-se então à produção de estruturas metálicas através do corte e conformação, furação, montagem e soldadura, utilizando como matéria-prima o ferro, em formato chapa, tubo ou barra. Os processos utilizados são descritos de seguida:

1. Corte

O processo de corte consiste na obtenção de uma ou várias peças retiradas de uma chapa, perfil, ou tubo a partir de um determinado contorno. As máquinas de corte dependendo da peça a ser cortada, dimensões, espessuras e complexidade, têm vários métodos de corte, como por guilhotina (Figura 11), plasma (Figura 12), oxicorte (Figura 13), corte por laser (Figura 14), e corte com serrote de fita (Figura 15). Na Tabela 1, descrevem-se os processos de corte mencionados.

Tabela 1 Processos de Corte

Guilhotina	No corte com guilhotina, posiciona-se a chapa entre duas lâminas, uma fixa e outra móvel. Uma força é aplicada na lâmina superior que se desloca, e a peça metálica é atravessada até ao ponto de rutura.		Figura 11 Máquina de corte a guilhotina
Plasma	Para o corte de plasma, um arco de gás inerte emitido a partir de um elétrodo de tungsténio é constrangido e passa através de um bocal arrefecido a água. O gás inerte concentrada forma o jato que ejeta o metal fundido na zona de corte.		Figura 12 Corte a plasma
Oxicorte	Este método consiste na rutura do material através de erosão térmica, onde o objeto metálico, após ser aquecido, é submetido a um jato de oxigénio, causando a sua oxidação.		Figura 13 Corte a Oxicorte
Laser	No corte a laser o material, ao ser atingido pelo feixe de laser, aquece ao ponto de se derreter completamente. Após o feixe de laser transpassar por completo o material num determinado ponto, inicia-se o processo de corte propriamente dito.		Figura 14 Máquina de corte a laser

Serrote

O movimento é dado por um motor elétrico que aciona diretamente um volante que roda por arrastamento, sustentando a serra e guiando o movimento.



Figura 15 Serrote de Fita Semiautomático

2. Furação

O processo de furação envolve a realização de furos circulares ou oblongos em materiais metálicos, para isso utiliza métodos como furação por broca (Figura 16) ou furação por punção (Figura 17), descritos na Tabela 2.

Tabela 2 Processos de Furação

Broca

A broca é uma ferramenta de corte de extremidade rotativa, com uma ou mais lâminas e geralmente com uma ou mais ranhuras, para passagem de aparas e fluidos de corte.

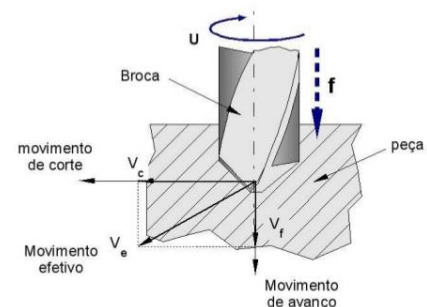


Figura 16 Furação com broca

Punção

O processo provoca a perfuração da peça através do movimento e força transmitidos pela prensa.

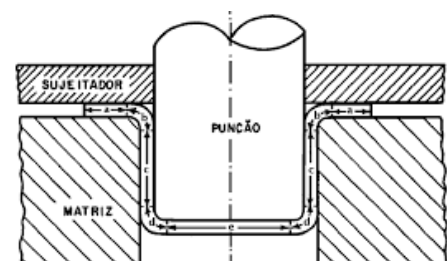


Figura 17 Furação com punção

3. Conformação

A conformação de chapas pode ser realizada por meio de dois diferentes processos (Figura 18 e Figura 19), descritos na Tabela 3, que provocam uma mudança na geometria de chapas.

Tabela 3 Processos de Conformação

Quinagem

Depois do corte e furação, segue-se, caso necessário a quinagem, processo que consiste em dobrar a peça através de esforços de tração e compressão simultâneos aplicados em lados contrários.



Figura 18 Processo de Quinagem

Calandragem

O objetivo da calandra é colocar a peça metálica num ponto de flexão, tornando a peça iônica ou cilíndrica. A calandra é composta por três rolos, sendo dois deles localizados na parte inferior, os quais podem ser movidos na horizontal, e o terceiro regulado no sentido vertical.



Figura 19 Calandra

A seção de corte, furação e conformação está equipada com os seguintes equipamentos:

- (i) Dois centros de corte e furação CNC, com processos de corte serra fita e furação por remoção de apra, para perfis e tubos quadrados e retangulares com capacidade de corte de secção mínima de 80mm e máximo 1100mm. Em furação, diâmetro mínimo de 13 mm e máximo 50mm;
- (ii) Centro de corte e furação CNC, através de processos de corte por guilhotina e furação através de punção, para perfis laminados, barras 3x5 até 200x20, cantoneiras, 30x5 até 150x16, IPE 100, HEA 100 até 200;

- (iii) Centro de malhetes em perfis e tubos quadrados/retangulares CNC, o processo de corte é com oxiacetileno, e tem a mesma capacidade de receção de perfis que o centro CNC (i);
- (iv) Centro de processamento de chapa CNC, corta a plasma de alta-definição em espessuras entre 3 a 40mm, com dimensões máximas de 6x2mts. Realiza furação por libertação de apara e por punção. Tem também capacidade de abrir roscas. As peças em chapa saem prontas deste processo, apenas se tem de efetuar remoção de escória e rebarbas;
- (v) Unidade de corte de chapa a autogéneo e plasma de alta-definição, com espessura máxima a plasma 25mm, máxima a autogéneo 200mm, e dimensão máxima da chapa 12x3mts;
- (vi) Unidade de furação CNC para furação de chapa por poncenagem, com espessura mínima 3mm, máxima 20mm, e dimensão máxima da chapa 1.3x0.8mts;
- (vii) Guilhotina para corte de chapa, com espessura mínima 1mm, máxima 16mm, e dimensão máxima da chapa 3mts;
- (viii) Quinadeira para dobragem de chapa, com espessura mínima 0.5mm, máxima 10mm, e dimensão máxima da chapa 4mts;
- (ix) Calandra, máquina de curvar chapa, com espessura mínima 0.5mm, máxima 2mm, e dimensão máxima da chapa 6 mts;
- (x) Máquina de corte longitudinal e transversal, serve para cortar chapa com dimensões não encontradas no mercado, com espessura mínima 0.5mm, máxima 2mm, e dimensão máxima da chapa 1.5mts;
- (xi) Dois serrotes de fita para corte de aço semiautomáticos;
- (xii) Máquina de corte de perfis realizado através de tecnologia laser de tubos de todos os formatos e outros perfis. Com espessura mínima 0.5mm, máxima 8mm, dimensão máxima 200mm, e comprimento máximo 9mts.

4. Armação

A armação tem como principal função a junção de chapas e perfis através de pingos de solda, criando a forma pretendida, de acordo com o desenho técnico.

5. Soldadura

Posteriormente, na soldadura MIG/MAG é utilizado um arco elétrico para fundir o material de base e de adição, a corrente é conduzida até à junta, em forma de fio, pelo próprio material de adição. Os equipamentos utilizados são os mesmos para Armação e Soldadura, representado na Figura 20.



Figura 20 Equipamento de Soldadura e Armação

6. Decapagem

Para o tratamento de superfície das peças, as estruturas passam por um processo de decapagem mecânica, que consiste na projeção de abrasivo metálico, denominado por granalhas, na superfície das peças, de forma a efetuar um tratamento de superfície, modificação dessa superfície, assim como uma preparação da mesma para processos posteriores.

A decapagem do aço é realizada numa máquina de decapar automática onde são decapadas todas as peças com dimensões máximas de 2x1x24mts (LxHxC). O grau de decapagem poderá variar em função da velocidade de passagem das peças dentro da máquina. A velocidade é regulada de forma precisa, caso as peças tenham pouca massividade, deverá ser selecionada uma velocidade adequada de processamento, para não se introduzirem deformações permanentes nas peças.

7. Pintura

A pintura não só tem propriedades decorativas, como funcionais. O processo pode oferecer proteção contra ações mecânicas, como abrasão, deterioramento, impacto e flexão, e contra ações químicas, como ácidos, solventes, combustíveis, manchas e diferentes tipos de ataques do meio ambiente. A realização do tratamento de superfície é feita de modo a cumprir os requisitos do projeto, ao nível da aplicação das tintas, como: primários, intermédios, intumescentes e selagem, de acordo com as especificações técnicas de cada encomenda.

As aplicações das tintas são realizadas, em cabine de pintura ventilada pelos seguintes processos;

- Processo *air less* - Utilizado para aplicação de grandes micragens em vigas e chapas de grande dimensão;
- Processo *air mix* - Utilizado para aplicação em estruturas médias com micragens não superiores a 80µm;
- Processo por bomba de membrana com pistola convencional - Utilizado para pintura de serralharias e outros materiais com grande consumo de tinta, como peças em série;
- Pistola convencional - Utilizado para pequenos trabalhos em que o tempo de limpeza do equipamento e o desperdício de tinta não justifique utilizar a bomba de membrana.

3.4 - Sistema de Informação Integrado na Poço

A Poço S.A. criou internamente o seu próprio ERP, o Sistema de Gestão de Informação, que foi desenvolvido totalmente ajustado à realidade da empresa para satisfazer todas as suas especificidades e necessidades, de forma a garantir a eficácia desejável dos processos e procedimentos. O SGI é um sistema com variados módulos e funcionalidades representados na Tabela 4.

Este representa um ponto positivo na atividade da empresa, possuindo características que podem potenciar inúmeras vantagens, porém não se encontra totalmente desenvolvido e otimizado, sofrendo alterações quase diariamente.

Tabela 4 Funcionalidades do Sistema de Gestão de Informação

Módulos	Funcionalidades
Parceiros	Agrupa informação a nível de clientes e potenciais clientes, registo de empresas e respetivos contactos, e registo dos vendedores.
Vendas	Contêm todos os pedidos de cotação e toda a documentação que o cliente ou potencial cliente envia. Permite fazer consultas, propostas, encomendas, e vendas diretas, e ter acesso a todos os documentos relacionados com as mesmas, bem como todas as listas associadas que são necessárias criar (obra, sub-obras, aditamentos).
Pré-Produção	Agrupa a informação relativa a listas de materiais que saem do departamento de projeto, e estabelece ligação com as peças requisitadas.
Produção	Permite criar e reúne toda a informação relativa a obras, sub-obras, ordens de trabalho e não conformidades.
Pós-Produção	Agrupa informações e documentação a nível da expedição, planeamento da expedição, <i>packing lists</i> , cargas e exportação.
Equipamentos	Gere todos os aspetos a nível do serviço e gestão de ativos que constituem a empresa.
Pós-venda	Gere intervenções, reparações, e <i>spare parts</i> .
Compras	Reúne informação sobre preços de materiais comprados anteriormente e pedidos de cotação. Permite criar e reunir informação relativa a requisições, encomendas, e registo de lotes.

Ambiente	Realiza a gestão de tudo o que tem a ver com resíduos e temperaturas.
Funcionários	Realiza a gestão dos funcionários da empresa, como dispensas e contratações.
Logística	Gere as viaturas do exterior, máquinas internas, ferramentas, e fardas/equipamentos consumíveis.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL

Neste capítulo pretende-se realizar uma análise aprofundada da situação inicial da empresa, nas áreas de maior interesse para os objetivos definidos. O capítulo está organizado em seções onde se identificam os principais problemas detetados nos processos da empresa, com uma recolha inicial de dados através de *gemba walks* e o desenho do *layout* atual. Na seção 4.3, explica-se com mais detalhe o processo atual a nível do planeamento da produção.

4.1 - *Gemba Walks* e Desenho do Layout Atual

De forma a ser possível obter uma visão global de toda a organização é necessário não só observar os processos individuais que constituem o processo produtivo, mas também observar os fluxos, quer de informação, quer das matérias.

Iniciou-se esta etapa com a realização de vários *Gemba Walks*, na companhia do diretor de produção da empresa, nas quais se aproveitou para ter algumas conversas com os colaboradores da mesma, com o intuito de conhecer o espaço de trabalho da empresa e de se identificar alguns desperdícios iniciais de modo a, posteriormente, serem levantadas algumas oportunidades de melhoria para a empresa. As instalações da Poço estão divididas em diferentes naves. Na nave 3 localizam-se os escritórios da empresa e a montagem de equipamentos da empresa do grupo, Periplast. Na nave 1 localizam-se os equipamentos de soldadura, linhas de montagem, equipamentos de pintura e expedição. Na nave 2 do mesmo edifício localizam-se os equipamentos de corte, conformação e furação e o parque da matéria-prima.

Recorrendo ao *software* AutoCAD, o autor redesenhou o *layout* atual do espaço de trabalho da Poço. Foram desenhados dois esquemas distintos, um para cada nave identificada na produção, e um esquema representativo do *layout* geral da empresa, podendo ser visualizado no Anexo 1. Durante as visitas ao *gemba* foi realizada uma breve identificação inicial de problemas em cada secção. Um dado rapidamente adquirido e comum a todos os espaços de trabalho da empresa foi a fraca gestão visual utilizada pela organização.

De seguida, são descritos os principais problemas identificados na produção durante as visitas realizadas.

Nave 2

Relativamente ao processo produtivo, este começa na Nave 2. Iniciou-se a análise com a secção assinalada como “Grupo 1” na Figura 21, onde se situa o parque das matérias-primas. Devido às grandes dimensões e diferenças dos materiais que chegam e do próprio parque não ser muito grande, existe dificuldade em manter uma organização do que vai sendo recebido, o que,

consequentemente, dificulta e torna morosa a procura dos materiais quando estes são necessários.

De momento, não existe forma de fazer uma gestão eficiente do *stock*, não estando informação integrada do que existe em *stock* e em que quantidade. Essa informação apenas está presente na cabeça de certos colaboradores, nomeadamente o colaborador responsável de fazer as requisições de material para o departamento de compras. Isto gera a que sejam requisitados materiais que já existem, ou o contrário.

Apesar de existir um projeto da empresa para implementar um sistema de código de barras no material, de forma a integrar essa informação no SGI, e uma matriz de divisão do parque de MP, este não avançou na data pretendida, ficando em *stand by* até ao fim do estágio.

Para além disso, o atual *layout* desajustado, dificulta e torna demorado o carregamento da matéria-prima para a entrada da fábrica para o abastecimento das máquinas. Outro ponto observado foi o excesso de sucata presente no parque.

Ainda na Nave 2, na seção identificada como “Grupo 2”, está a secção de corte, furação e conformação.

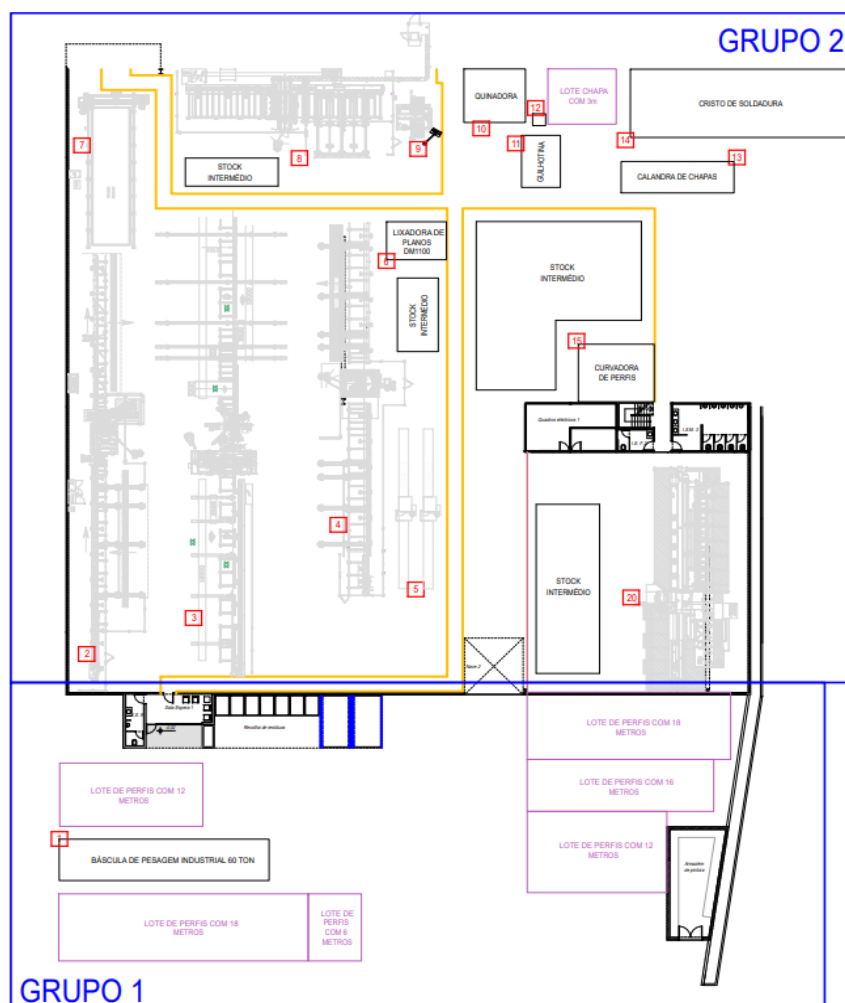


Figura 21 Desenho do layout da Nave 2 da empresa

Nesta fase foram identificados os seguintes problemas: (1) *layout* desajustado, tornava o abastecimento das máquinas difícil e demorado, representando desperdício de movimento. (2) o paradigma de um trabalhador a trabalhar por turno e por máquina. O tipo de produção por encomenda originava uma ocupação muito baixa de alguns equipamentos de corte, no entanto, tinha um colaborador exclusivo para o mesmo; (3) inexistência de planeamento de carga diária de máquinas; (4) a produção estava a ser realizada para *stock* intermédio.

Nave 1

Na Nave 1, representada na Figura 22, estão alocados as restantes seções do processo produtivo como: armação, soldadura, pintura e expedição, onde foram identificados essencialmente os seguintes problemas: (1) os colaboradores tinham de se movimentar para recolher as peças produzidas na seção anterior, o que originava desperdícios de movimentação e muitas horas improdutivas; (2) o abastecimento das linhas não estava normalizado e era realizado, de acordo com a necessidade; (3) acumulação de *stock* intermédio.

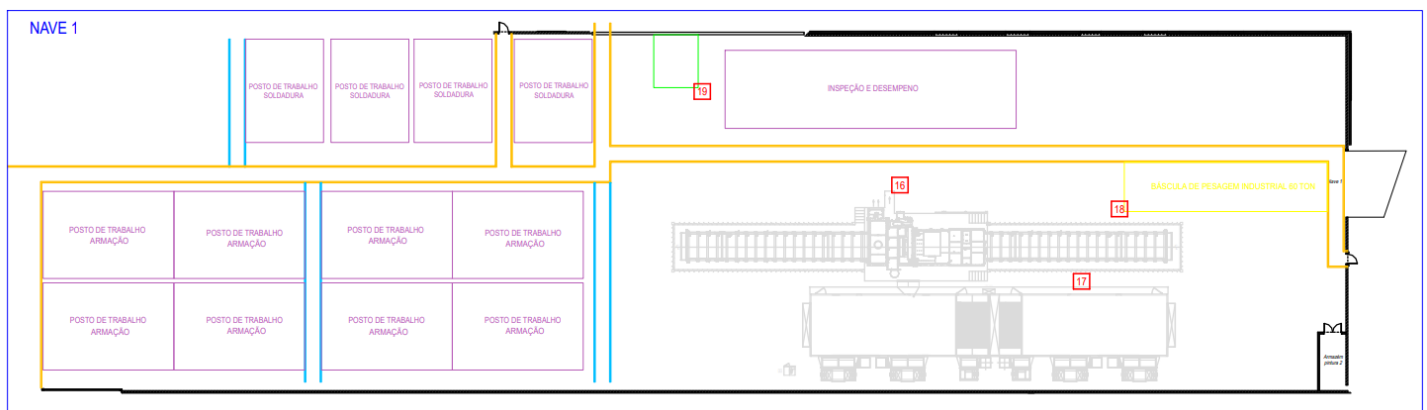


Figura 22 Desenho do layout da Nave 1 da empresa

4.2 - Identificação das causas-raiz (*Root Cause Analysis*) dos problemas identificados

Após serem efetuadas diversas visitas ao Gemba, em conjunto com a identificação dos problemas no processo produtivo, foi possível identificar e agrupar os problemas existentes na empresa com os desperdícios do *lean* (ver Tabela 5).

Tabela 5 Problemas identificados e agrupados de acordo com os desperdícios do lean

Tipo de desperdício	Descrição
Tempo de Espera	- Os colaboradores não acrescentam valor em grande parte do seu tempo. Existe muito tempo passado, sobretudo, a vigiar o processo, em movimentações ou em espera de material, tarefas que não acrescentam valor. - A cadeia de abastecimento não está normalizada entre seções.
Transporte	- Uso de diferentes meios de transporte para movimentar peças, desde que esta chega, até ser colocada nas máquinas de corte. - As peças sofrem várias movimentações entre seções.
Inventário	- Excesso de <i>stock</i> (o abastecimento não está em <i>just-in-time</i>). - Produção para <i>stock</i> intermédio, aumenta o <i>stock</i> junto das operações de valor acrescentado.
Movimento	- Abastecimento difícil e demorado das linhas de corte, devido ao <i>layout</i> desorganizado e desajustado. - Devido à desorganização e fraca gestão visual nos espaços de trabalho, os colaboradores movimentam-se em excesso para executar as suas funções. - Na seção de montagem, é necessária movimentação dos colaboradores para recolher as peças produzidas da seção anterior. - A cadeia de abastecimento não está normalizada entre seções.
Defeitos (retrabalho)	A inspeção de qualidade é um retrabalho que resulta dos defeitos que podem ocorrer nas atividades da empresa (ex. não verificação visual da rosca, não verificação dimensional, má leitura do desenho técnico).

Com a identificação dos desperdícios, foi pedido para que se identificasse o ponto mais relevante, para que este fosse estudado de uma forma mais detalhada. A equipa envolvida ao nível da produção identificou o excesso de *stock* intermédio como sendo um dos principais problemas, sendo considerado mais crítico entre a seção de corte e armação, por ter consequência na fluidez com que o trabalho era desenvolvido e no cumprimento dos prazos de entrega.

Assim, a equipa envolvida no projeto procedeu à realização de um diagrama de *Ishikawa*, representado na Figura 23, para que se pudesse aprofundar esse problema. Este diagrama permite agrupar todas as possíveis causas de um determinado problema produtivo em cinco grupos (Ishikawa, 1990):

- Máquina – todas as causas que envolvem as máquinas que estão a ser operadas, neste caso, as máquinas de corte, equipamentos de armação e soldadura existentes na Poço;
- Método – todas as causas que envolvem os métodos e formas de trabalho, no caso o abastecimento e recolha logística entre seções;
- Material – todas as causas que envolvem os materiais que são usados nas operações, neste caso, chapas metálicas, perfis, tubos, os produtos intermédios e os produtos acabados;
- Mão-de-obra – todas as causas que envolvem a atitude dos colaboradores;
- Medida – todas as causas que envolvem os instrumentos e indicadores de medição, assim como a efetividade dos mesmos para mostrar variações ou a frequência com que são utilizados.

Com a realização deste exercício foi possível concluir que o elevado *stock* intermédio presente entre muitas seções da empresa é uma consequência de muitos dos problemas identificados nas suas atividades e, como tal, deve ser um ponto a ser analisado e controlado ao longo do estágio realizado.

Aumentar a produtividade global da empresa é um dos objetivos da Poço para o ano corrente, tendo como palavra de ordem “Planear”. Assim sendo, propôs-se analisar a importância de um planeamento da produção como o ponto a ser alvo de melhorias. Depois do estudo das causas raiz dos problemas, procedeu-se à realização de uma breve descrição do todo o processo desde a receção da consulta do cliente até ao início da produção, dando ênfase ao atual planeamento e controlo da mesma.

4.3 – Processo Atual do Planeamento da Produção

Dada a especificidade da área de atuação no mercado e dos produtos, a Poço está organizada para a produção por projeto e encomenda. Todos os projetos são únicos, existindo por vezes pequenas séries e, portanto, são colocadas em produção obras apenas com encomenda firmada pelo cliente.

O processo inicia com a chegada da consulta do cliente, para a qual é realizada uma proposta comercial, pelo departamento comercial que por sua vez insere os dados desta no SGI. Após a receção dos dados da nova encomenda, a administração procede à revisão desta, tendo em conta informações a nível financeiro.

É a Administração que toma a decisão de aceitar ou não uma encomenda. Em caso de adjudicação é transformada numa encomenda, originando a abertura no SGI de um centro de

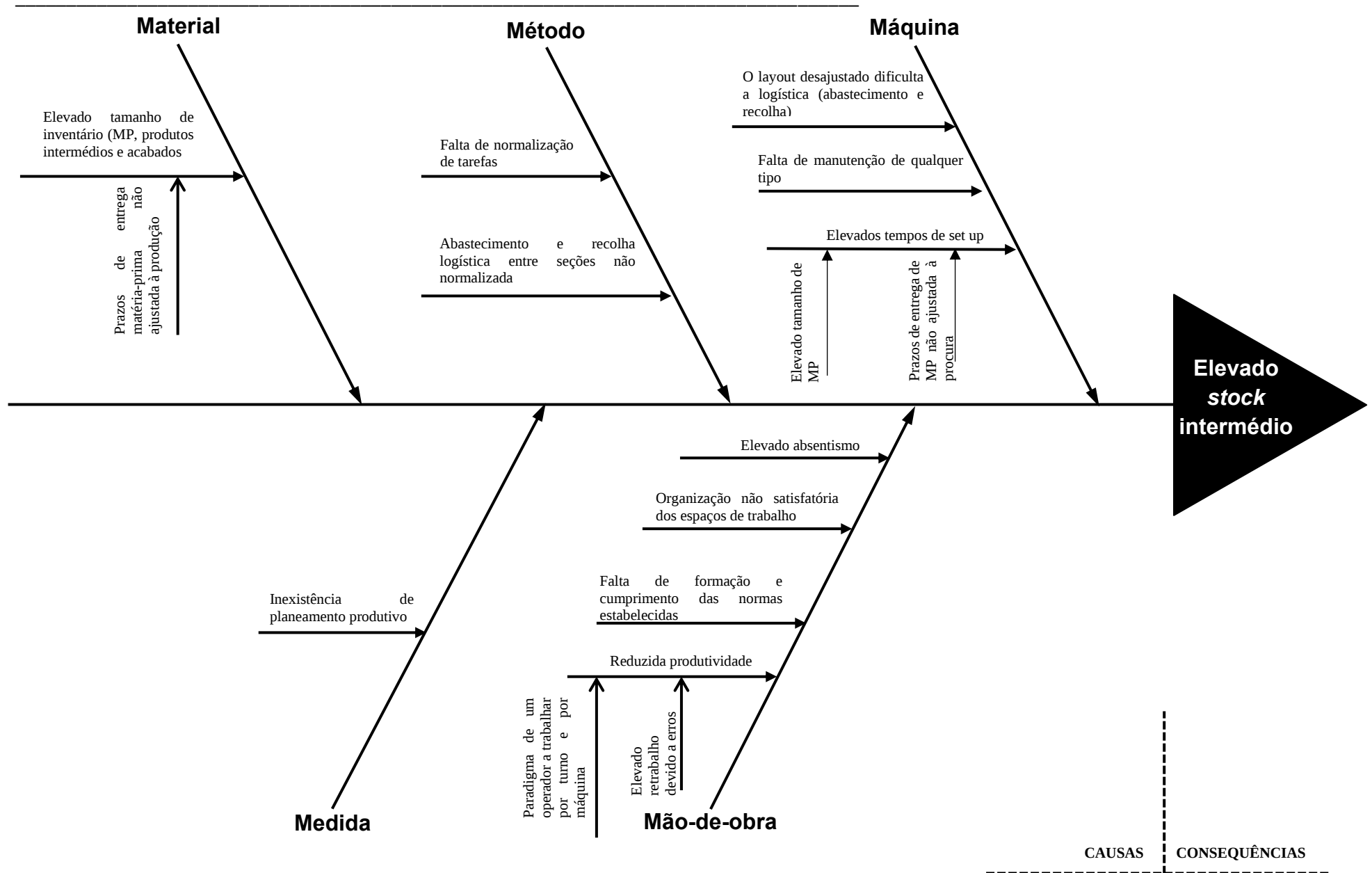


Figura 23 Diagrama de *Ishikawa* que analisa o problema “Elevado stock intermédio”

custo “Obra”, que dependendo da sua complexidade e dimensão pode ser dividida em “Sub-Obras”. O processo de encomenda realiza-se novamente no departamento comercial, onde estes são responsáveis por lançar as mesmas, e definem ainda a data de entrega ao cliente, apesar de não existir uma relação normalizada entre o comercial e a produção.

As obras na empresa são identificadas com quatro dígitos, (2615, por exemplo), sendo as sub-obras identificadas com dois dígitos seguintes depois de vírgula (2615,01 por exemplo). É nomeado um responsável pela obra, cuja função é realizar a ponte entre o cliente e o gabinete de projeto de modo a esclarecer todas as dúvidas e aprovar as telas finais, consolidando o projeto final de execução.

O prazo de entrega da encomenda oscila em função da especificidade do projeto. A duração de preparação dos desenhos de fabrico, prazos de entrega da matéria-prima e carga de trabalho da produção são fatores muito influentes no cumprimento dos prazos de entrega.

No fabrico de equipamentos, o prazo médio de entrega pode variar entre 30 a 120 dias. No fabrico de estruturas metálicas estruturais, dependendo da dimensão da obra, o tempo de fabrico de peça pode variar entre 1 e 15 dias úteis, a partir da data de entrega do processo no departamento de produção.

Os fatores externos que provocam variação do prazo de entrega ao cliente estão maioritariamente ligados ao acesso mais ou menos rápido à matéria-prima (como a existência de matéria-prima em *stock*, a inexistência no mercado nacional, e o atraso na entrega da mesma).

O tempo de ciclo de produção de peça ou equipamento varia de acordo com a sua complexidade da peça ou equipamento e a destreza do executante. Não é facilmente mensurável, e num contexto global são feitas estimativas grosseiras ao nível de planeamento de carga de trabalho.

Seguidamente, no departamento de projeto são realizados: desenhos, listas que contêm todas as peças que compõem a obra e ordens de compra para todos materiais. As listas de produção são tipicamente compostas por “Peças Soltas”, “Croquis” e “Conjuntos”, sendo que croquis armados compõem conjuntos.

Seguindo a lista proveniente do departamento de projeto, o colaborador responsável de realizar a requisição de materiais às compras, faz a verificação do que existe ou não em *stock* no parque de matérias-primas na nave 2, e requisita ao departamento de compras o necessário, na quantidade necessária. É comprada a matéria-prima para utilização em cada obra, apenas existindo *stock* de matéria-prima que se sabe ser mais utilizada, ou do que sobra de projetos antigos.

O departamento de compras procede à encomenda aos fornecedores, acordando a data de entrega entre estes, e seguindo o prazo de entrega ao cliente definido pelo departamento comercial. Novamente, sem relação com a produção e perceção da capacidade da mesma. Todo este processo é registado nos vários módulos do SGI.

Após o lançamento de encomendas, e compra da matéria-prima aos fornecedores, já com os processos no departamento de produção, estes eram colocados em fabrico tendo por base a

experiência de muitos anos do chefe do corte sem uma visibilidade real da capacidade da fábrica.

A produção na Poço era realizada em FEFO (*First to Expire First Out*), isto é, a fábrica era gerida por data de entrega ao cliente. Este paradigma origina diversos problemas numa fábrica com fluxos de produção cruzados e prazos diferentes para diversas obras, nomeadamente, urgências de produção e consequentes atrasos. Relativamente às restantes áreas produtivas, o paradigma existente era também o de se guiarem pela data de entrega ao cliente. Assim, as áreas trabalhavam, diariamente, na encomenda cuja data de entrega fosse mais próxima.

Este tipo de procedimento origina elevados *stocks* nas áreas produtivas dada a falta de nivelamento e planeamento. Em consequência, uma encomenda que entre numa área produtiva não é produzida no próprio dia dado que tem outras encomendas em fila de espera. A gestão por data ao cliente provoca urgências constantes já que uma carga de encomendas que chegue hoje, se tiver data de entrega inferior às que já se encontram em fabrico, vai passar à frente e as restantes vão ficar paradas vários dias até que a sua data chegue.

Assim, praticamente todas as operações da empresa possuíam *stock*, antes e depois das mesmas, principalmente, entre a seção de corte e a seção de montagem/armação, por ser uma atividade manual, e por isso mais demorada. Os colaboradores transportam as peças para a próxima etapa de uma forma não normalizada, sendo feito com a percepção dos colaboradores sobre a quantidade de *stock* existente ou a urgência do trabalho em curso. Este tipo de método, criava constantes atrasos na produção e, consequentemente, atrasos em relação à data de entrega ao cliente, que pode ser considerado um dos fatores mais preponderantes para a medição do desempenho da atividade operacional.

O controlo da produção é feito através de uma ferramenta presente na empresa, não integrada no SGI, possível de visualização na Figura 24.

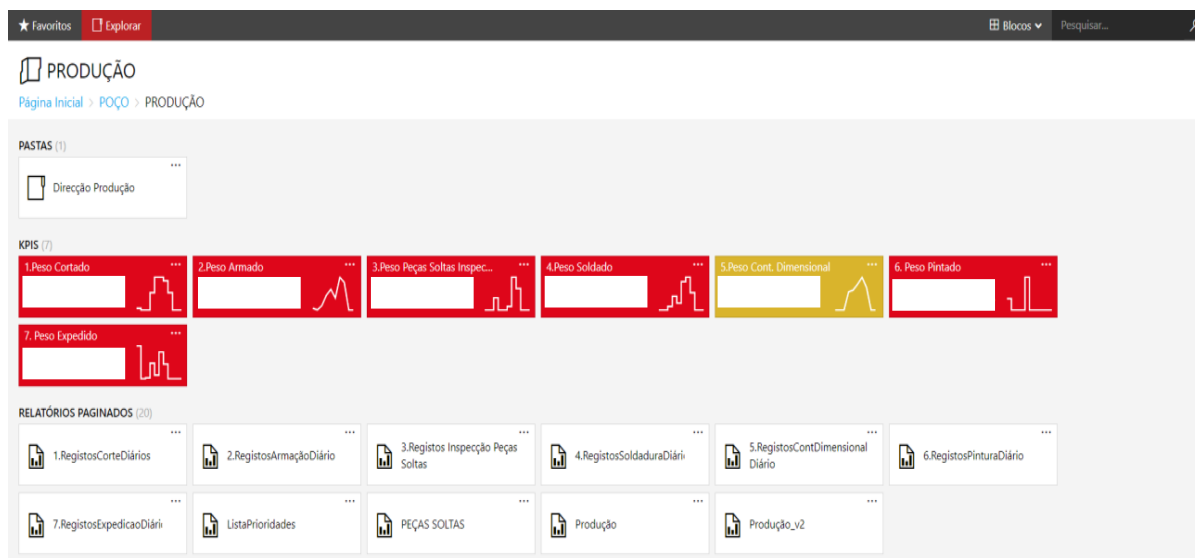


Figura 24 Ferramenta de Registos Diários da Produção

Esta permite ter acesso a registos diários de produtividade por cada seção, que são atualizados pelos próprios colaboradores no chão de fábrica através de torres de controlo, é então, o único sistema na empresa que faz a ponte e o fluxo de informação entre o chão de fábrica e o departamento. Na mesma ferramenta são apresentados também alguns indicadores de produtividade.

O *output* que resulta da ferramenta de controlo de produção é semelhante à folha de *Excel* apresentada na Figura 25, que apresenta informação de cada seção produtiva, datas de execução, colaborador responsável, quantidade e lote utilizado. O exemplo utilizado na Figura 25 apresenta, como é possível verificar, a descrição de todas as peças que compõem uma determinada obra, sejam peças soltas e conjuntos formados pelos respetivos croquis, e o seu estado atual por cada área produtiva. Tendo como exemplo, verifica-se que a “Chapa de vedação” é uma peça solta da obra em questão que foi cortada pelo colaborador número 216 na máquina de corte de chapa Vernet Mag62, utilizando o lote 15461, no dia 22/12/2020.

Apesar de esta conter informação mais ou menos atualizada, dependendo do momento em que os colaboradores fazem o seu registo, não tem informação de, por exemplo, onde estão as peças cortadas, armadas, soldadas, etc., no chão de fábrica, o que provoca como já referido na seção 4.1 constantes procuras de material para a seção seguinte.

				Sub-Contratação			Corte				
Descrição	Peso total	Área de pintura total	Tratamento de superfície	Req/Enc	Quant.	Data Receção	Lote	Quem	Processo	Quant	Data
Chumaceira p/ alimentação forçada	13.64 kg	0.20 m2	T1	27847/53689	1/1	19/03/2021 14:38:47				0	
Tampa da chumaceira	7.84 kg	0.14 m2	T1	27847/53689	1/1	19/03/2021 14:38:47				0	
Veio de adonamento	9.34 kg	0.10 m2	Zincar	27847/53689	1/1	19/03/2021 14:38:47				0	
Anel de fixação	0.12 kg	0.01 m2	ST	27847/53689	1/1	19/03/2021 14:38:47				0	
Manga de fixação	0.63 kg	0.02 m2	Zincar	27847/53689	1/1	19/03/2021 14:38:47				0	
Tampa p/ tremonha	77.14 kg	0.0 m2	T1				19043	216 - 1	Vernet MAG62 - Centro de chapa - 1	1	22/12/2020 - 1
Barra de corte	2.40 kg	0.09 m2	ST	27847/53689	4/4	19/03/2021 14:38:47	13732	918 - 4	Serrote 61415A Grande - 4	4	30/03/2021 - 4
Tampa de vedação	0.38 kg	0.02 m2	T1				15461	216 - 2	Vernet MAG62 - Centro de chapa - 2	2	22/12/2020 - 2
Chapa de vedação	1.75 kg	0.07 m2	T1				15461	216 - 1	Vernet MAG62 - Centro de chapa - 1	1	22/12/2020 - 1
Tremonha p/ alimentação forçada			T1	28722/54811	1/1	23/04/2021 08:29:37					
	26.06 kg	0.0 m2								0	
	0.31 kg	0.02 m2								0	
	0.16 kg	0.01 m2								0	
	13.64 kg	0.73 m2						1064 - 1	Serrote HB5500 - 1	1	18/12/2020 - 1
	26.63 kg	0.41 m2					18126	216 - 1	Vernet MAG62 - Centro de chapa - 1	1	23/12/2020 - 1
	6.45 kg	0.11 m2					17698	21 - 1	Oscorte/Plasma Novo - 1	1	23/12/2020 - 1
	7.32 kg	0.20 m2					19193	216 - 6	Vernet MAG62 - Centro de chapa - 6	6	22/12/2020 - 6
	0.70 kg	0.08 m2								0	
	0.48 kg	0.02 m2					19192	216 - 2	Vernet MAG62 - Centro de chapa - 2	2	21/12/2020 - 2

Figura 25 Exemplo de uma folha *excel* de controlo da produção

Dada a complexidade do processo produtivo da Poço, do tipo *job shop*, o processo de calendarização das operações não é tarefa de fácil resolução. Apesar da teórica importância que esta tarefa assume, não existe um mecanismo automatizado que crie ordens de fabrico e a calendarização da produção.

Resumidamente, tendo cada obra uma sequência de fabrico própria, esta está a ser executada sem nenhuma orientação. É o próprio responsável de secção que divide o trabalho pelas diferentes máquinas de corte e, após terminar essa tarefa, dá por concluída a lista que estava em

processo de corte, furação e conformação nesse momento. Este fluxo apresenta os seguintes problemas:

- O fluxo de trabalho está dependente da atitude do chefe de secção e da forma como este acompanha a produção;
- O fluxo das peças entre postos e tarefas não é contínuo, pois o operador que termina a sua tarefa não sabe para onde segue a OF, não existindo uma cadeia de abastecimento definida entre secções; Bem como, não existe um procedimento a indicar quem desloca os materiais entre as diferentes secções;
- Não é tido em conta as datas de expedição previamente definidas com o cliente e não existe nenhum tipo de planeamento de produção, fazendo com que grande parte das encomendas fique em atraso;

CAPÍTULO 5

PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE PLANEAMENTO E CONTROLO DA PRODUÇÃO

Nesta seção resume-se a estratégia de implementação de melhorias a realizar na empresa, perante os problemas identificados e as oportunidades de melhoria levantadas na seção 4, e tendo em conta os problemas a nível do planeamento, estruturou-se a implementação de melhorias em etapas distintas e consecutivas, descritas nas seguintes subseções.

5.1 – Construção e Implementação da Ferramenta e do seu Modelo

Como já identificado, o facto de não existir planeamento levava a problemas como: 1) elevado *lead time* devido à permanência de peças nos *stocks* intermédios, 2) elevado volume de *stock* total, principalmente devido ao elevado volume de *stock* intermédio, 3) incumprimento do prazo definido de entrega ao cliente, e 4) a cadeia de abastecimento entre seções funcionava de uma forma desorganizada e não normalizada.

Assim, procedeu-se à formulação de um método de planeamento da produção para a empresa, com vista a diminuir esses problemas. Essencialmente, era necessário que este processo fosse realizado de um modo mais automatizado e rápido possível, com os principais objetivos de:

- Desenvolver um método de lançamento de ordens de trabalho que permita à empresa terminar os mesmos o mais próximo possível da data de entrega, e consequentemente diminuir a acumulação de *stocks* de trabalho em curso nas várias fases de produção e aproveitar da melhor forma a capacidade instalada;
- Melhorar o fluxo de informação entre as diferentes seções, diminuindo também a possibilidade de perda de informação ou existência de informação errada;
- Reduzir a complexidade do processo de planeamento da produção, automatizando-o e criando métodos e procedimentos;
- Aumentar a eficiência do planeamento de produção, bem como do processo produtivo, criando uma relação muito aproximada entre o planeado e o executado;

Uma vez identificada a oportunidade de melhoria e um estudo da uma visão geral sobre a mesma, partiu-se então para o desenvolvimento de uma solução apta a resolver as limitações verificadas ao nível do planeamento da produção. A solução encontrada assumiu a construção de uma ferramenta em *Excel* passível de oferecer uma resposta para os problemas do planeamento da produção, e que fosse futuramente replicável no Sistema de Gestão Interno da empresa.

O objetivo era dar suporte ao planeamento da produção ao nível de um plano Execução/Operacional, ou seja, que atuasse num horizonte temporal de curto prazo, com o propósito da ferramenta ser utilizada diariamente para acompanhar e planear o dia-a-dia produtivo nos diferentes meses.

Ao longo do desenvolvimento da mesma, as constantes adaptações, funcionalidades e melhorias que se verificavam como sendo essenciais de acrescentar, resultaram num dinamismo constante do código existente. Tendo-se verificado numa tarefa que percorreu uns meses, pois, prever todas as possíveis solicitações, melhorar o *layout* visual, melhorar a organização de informação e qual informação dispor, foi uma atividade morosa, mas que pelo facto de estar presente na rotina empresarial se tornou mais perceptível o que, de facto, era pretendido constar no resultado final.

O menu principal, possível de ser observado na Figura 26, foi construído recorrendo a uma série de botões de ação e de navegação, e um número de macros VBA para importação de dados e mecanismos de funcionalidade. Compreende-se que o Menu Principal é constituído por 2 botões:

- a. **Botão Importar Produção:** Permite escolher entre importar uma produção original ou uma já planeada anteriormente. Por produção original refere-se ao documento em Excel, possível de visualizar na Figura 26, proveniente da ferramenta Controlo de Produção;
- b. **Botão Eliminar Produção:** Permite eliminar uma produção que tenha sido importada.

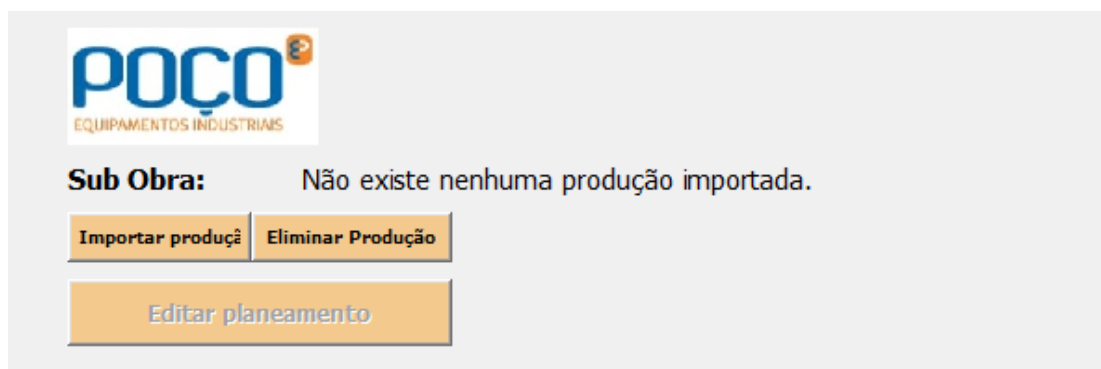


Figura 26 Menu Principal da Ferramenta Desenvolvida

Após a importação, o *layout* visual da ferramenta passa a ser igual ao apresentado na Figura 27. O layout que se considerou adequado, como é possível visualizar na figura, foi colocar todos os equipamentos de corte na mesma posição em que estes se encontram no chão de fábrica, bem como os postos de trabalho de armação identificados.

Para efeitos de planeamento da produção, considera-se que as máquinas constituem o recurso mais escasso. A fase de corte é, por isso, a primeira a ser planeada, onde são distribuídas as peças soltas e croquis pelas máquinas correspondentes, bem como definida a data de corte de cada e o tempo de produção, de forma a poder ser cumprido o prazo de entrega ao cliente definido pelo departamento de compras.



Figura 27 Layout Visual da Ferramenta Desenvolvida

Faz-se em seguida, e em função do planeamento das operações de corte, o planeamento da etapa de montagem/armação, onde são distribuídos os conjuntos a ser armados pelos diferentes postos de armação. O planeamento destas etapas consiste, fundamentalmente, na alocação de recursos humanos e numa priorização das ordens de fabrico em circulação, em função do prazo de entrega.

Assim, após a sequência de ações referida anteriormente, dá origem ao *output* do sistema, que se baseia numa ordem de fabrico diária para cada máquina de corte. As ordens de fabrico são um documento chave para o desenrolar do fluxo produtivo. Estas permitem aferir qual a sequência de operações que dará origem ao produto final pretendido, para uma dada série de peças. Esta fornece a informação necessária ao colaborador como as referências a serem produzidas, quantidade, data e para que posto deve encaminhar o material de seguida, como é possível observar da Figura 28. No caso apresentado na figura, este *output* diz respeito ao planeamento da carga diária do dia 21.04.2021 do equipamento de corte a Laser, que contém a informação das referências das peças e as respetivas quantidades a serem cortadas da sub-obra 2615.21, que seriam colocadas no posto 1 ou posto 2, conforme identificado.

Caso o planeamento estipulado não fosse cumprido para o dia em questão, o operador deveria registar isso na folha do dia correspondente. Após o fim da operação de corte, a ordem de fabrico correspondente é “fechada”, em caso de haver registo por parte do colaborador, a informação em causa é registada e guardada, para posterior tratamento e análise dos desvios. As ordens de fabrico são assim um mecanismo de passagem de informação entre as diversas secções produtivas da empresa, acompanhando o material físico correspondente nas duas etapas da produção consideradas.

POÇO
EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

Planeamento de Produção Máquinas

Máquina Corte: TRU-LASER TUBE
Data Planeada: 21.04.2021
Responsável: Ana D iogo

Data de início de corte das peças identificadas

Postos para onde devem ser dirigidas e colocadas as peças cortadas

POSTO 1			POSTO 2			POSTO 3			POSTO 4			POSTO 5		
obra	ref	qtd	obra	ref	qtd	obra	ref	qtd	obra	ref	qtd	obra	ref	qtd
2615,21	CKpaa16	14	2615,21	CKpaa16	6									
2615,21	CKpaa32	11	2615,21	CKpaa32	4									
2615,21	CKpaa21	10	2615,21	CKpaa50	3									
2615,21	CKpaa40	16	2615,21	CKpaa53	8									
2615,21	CKpaa66	16	2615,21	CKpaa66	2									
2615,21	CKpaa69	16	2615,21	CKpaa73	1									
2615,21	CKpaa62	2	2615,21	CKpaa21	2									
	Fim de Planeamento		2615,21	CKpaa40	18									
			2615,21	CKpaa66	4									
				Fim de Planeamento										

Referência das peças a serem cortadas na máquina identificada

Figura 28 Output da Ferramenta Desenvolvida - Carga diária de máquina de corte

Com a definição dos postos de trabalho e de forma a garantir a cadeia de abastecimento, a ferramenta desenvolvida, dava origem também a uma folha de rosto por posto de armação, com a informação das peças que se deveriam reunir no mesmo posto para montagem, vindas de máquinas de corte diferentes. A folha em questão é semelhante à apresentada na Figura 29.

POÇO
EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

Planeamento de Produção Postos de Armação

Posto: POSTO 2
Data Planeada: 28.04.2021
Responsável: Ana D iogo

Identificação do posto de armação

Data de início para armar as peças identificadas

Data Início: / /

Informação a preencher pelos colaboradores, referente à data de início e conclusão reais

obra	tipo	referência	quantidade	data conclusão
2615,21	Conjunto	2615.21-CKCAA12	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa16	2	
	Croqui	2615.21-CKpaa2	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa4	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa6	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa7	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa8	3	
	Conjunto	2615.21-CKCAA16	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa16	4	
	Croqui	2615.21-CKpaa2	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa3	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa4	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa7	2	
	Croqui	2615.21-CKpaa8	2	
2615,21	Conjunto	2615.21-CKCAA19	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa13	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa14	2	
	Croqui	2615.21-CKpaa17	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa18	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa20	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa21	5	
	Croqui	2615.21-CKpaa25	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa26	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa28	1	
	Croqui	2615.21-CKpaa32	2	

Referência das peças a serem reunidas no posto identificado

Figura 29 Output da Ferramenta Desenvolvida - Carga dos postos de armação

Foi também atribuído a um colaborador a função de *milk runner*, para apenas uma pessoa fazer a movimentação das peças e da respetiva informação entre as duas seções.

Em adição, foi criado um ficheiro *Excel* com um Diagrama de *Gantt* por máquina de corte (Figura 30), que deveria ser atualizado sempre que se planeava um processo, de forma a se puder ter uma visão geral da carga e capacidade de cada máquina de corte. Este diagrama deveria ser exposto todos os inícios de semana, de maneira aos colaboradores responsáveis terem também acesso a este, para terem perceção da carga de trabalho semanal.

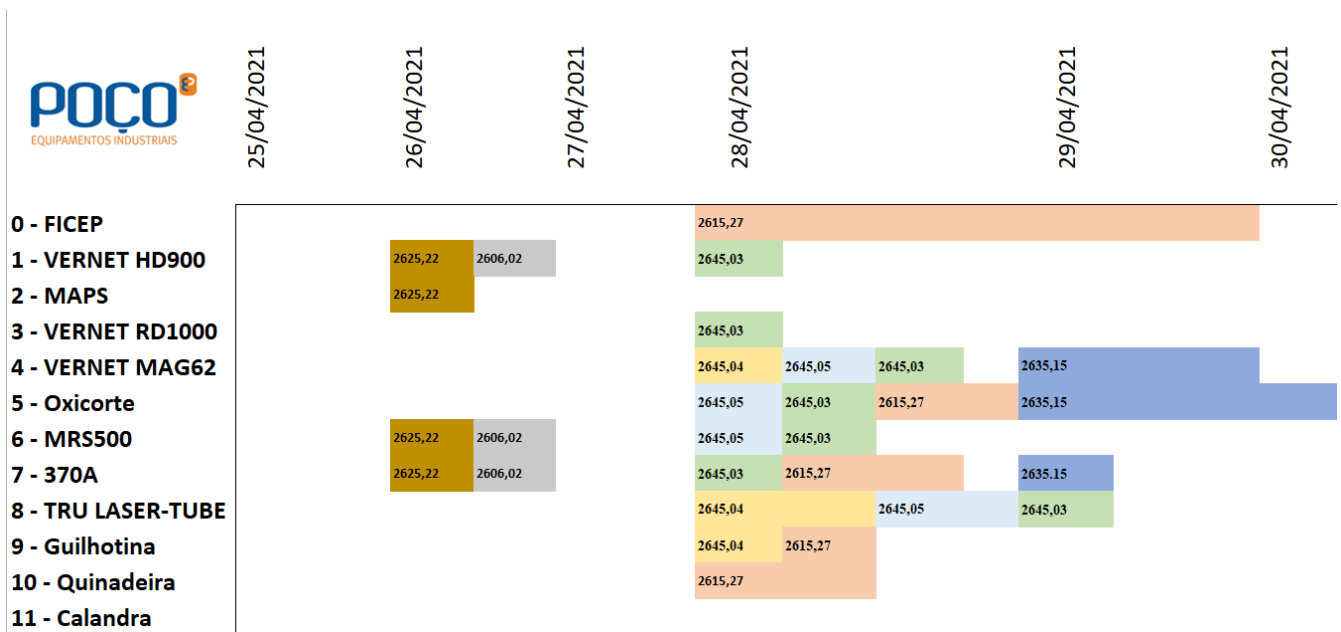


Figura 30 Diagrama de *Gantt* por máquina de corte

Assim, resumidamente, o colaborador responsável pelo planeamento e utilizador da ferramenta desenvolvida, teria de fazer o planeamento semanal da $n+1$, fazendo uma análise e controlo da disponibilidade de todos os recursos necessários para que o prazo pedido pelo cliente (e aceite pelos comerciais) fosse respeitado. Necessitando para isso do conhecimento em permanência, e em tempo real, da carga das seções fabris. O mesmo colaborador deve controlar a viabilidade de todas as ordens de fabrico planeadas antes de as transformar em ordens lançadas (controlo de materiais, do pessoal, das máquinas e das ferramentas).

Os ficheiros preparados para apoio ao planeamento permitem então, de forma simples e rápida, o acesso a informação relativa à carga dos setores de corte e armação, lançamentos diários e, ainda, possíveis atrasos. É uma ferramenta de planeamento que torna visuais os desvios, por exemplo, no caso de planeamento desajustado de exceder a carga diária da máquina, e sugere uma atuação imediata, não permitindo a propagação em caso de problemas. A instrução de trabalho referente à execução da ferramenta desenvolvida pode ser visualizada no Anexo 2.

Como consequência desta adição, o departamento de planeamento passaria a ter um papel fundamental na organização da empresa.

5.2 – Redimensionamento de equipas de trabalho com recurso a matriz de competências

A divisão dos postos de trabalho da montagem foi feita juntando colaboradores em equipas, considerando a natureza das peças a serem armadas, e as competências de cada colaborador, de forma a potenciar as capacidades dos mesmos. Para isso, foi elaborada pelo autor, em conjunto com o chefe de produção, uma matriz de competências dos trabalhadores da seção de armação, uma vez que esta nunca tinha sido elaborada na empresa. A matriz de competências é apresentada na Figura 31.

As equipas foram formadas em quantidade adequada afetas às obras em curso de modo a garantir um fluxo de material sem estrangulamentos, no processo. As equipas formadas foram divididas segundo a seguinte natureza e complexidade.

- Equipa de produção 1 (Posto 1) - Estruturas pesadas;
- Equipa de produção 2 (Posto 2) - Serralharia e estruturas pesadas e médias;
- Equipa de produção 3 (Posto 3) - Estruturas para máquinas e serralharia de média dimensão;
- Equipa de produção 4 (Posto 4) - Estruturas para máquinas e serralharia fina;

	Peças nível 1	Peças nível 2	Peças nível 3	Peças nível 4
Amadeu J.				
Dário M.				
Francisco J.				
Alvaro G.				
Jorge B.				
Luis S.				
Vitor B.				
Satnam S.				
Nuno R.				
Oleksandr P.				
Sérgio M.				
Valter G.				
Jorge M.				
Fernando J.				

Legenda

Nível 1 - Não executa

Nível 2 - Executa com supervisão

Nível 3 - Executa

Nível 4 - Capaz de treinar outros

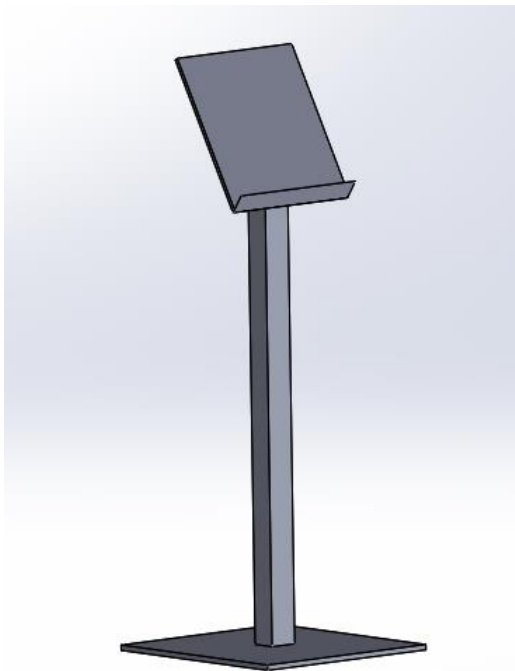
Figura 31 Matriz de competências - setor Armação

5.3 – Implementação de Medidas de Gestão Visual

De forma, a adotar uma abordagem orientada para a melhoria, e preparar as equipas para que trabalhassem continuamente para reduzir problemas de qualidade e desperdício, foi importante implementar medidas de gestão visual no chão de fábrica.

Nesta fase de implementação do projeto pretendeu-se que os colaboradores soubessem facilmente a linha de trabalho a seguir. Era importante colocar a informação nos diversos postos de trabalho dos colaboradores, de forma a ficarem adequadamente visível. No caso das folhas destinadas a cada máquina de corte foram reaproveitados quadros já existentes afixados junto à própria máquina.

Nos postos de trabalho criados no espaço entre a seção de corte e armação, não existia um bom local para afixar a folha correspondente aos diferentes postos, pelo que em conjunto com a equipa idealizou-se um suporte, semelhante ao da Figura 32, que posteriormente, foi construído



pelos próprios colaboradores da empresa, utilizando retalhos de peças.

Com esta informação e o seu afixamento, todos as ordens de trabalho que passem pelos postos de trabalho durante a semana ficam mais fáceis de visualizar e, consequentemente, de antecipar a respetiva execução, possibilitando assim um aumento na produtividade.

Desta forma, os próprios colaboradores ficam também informados acerca dos prazos de entrega e do estado das ordens de produção diárias. Com a mudança pretendida, estes adquirem maior facilidade em entender o tempo estimado para a realização da sua tarefa. De uma forma geral, esperou-se um aumento de eficiência e eficácia.

Figura 32 Suporte de afixação idealizado para cada posto de trabalho

5.4 – Reunião para Revisão do Planeamento e Registo de Alterações Efetuadas

Idealmente, o que se pretendia era que o planeamento fosse feito até sexta-feira da semana anterior para a semana seguinte. Para no final de cada semana, este ser aprovado e impresso para se dar início à produção na semana seguinte.

Todos os conceitos anteriormente apresentados têm em vista nivelar a carga da fábrica e manter um dia de trabalho em cada seção. No entanto, como já referido, existem sempre algumas

restrições, nomeadamente restrições de mercado. Na Poço exclui-se a possibilidade, devido à variabilidade do mercado, de alocar encomendas a datas superiores no caso de, na data pretendida, a fábrica se encontrar com a carga máxima já definido no planeamento. Se uma encomenda é confirmada ao cliente, tem que entrar em produção, mesmo que ultrapasse a capacidade diária.

Assim, na semana de execução do planeamento, poderiam surgir necessidades de alterações devido, por exemplo, à chegada de novas encomendas de carácter urgente de entrega ou problemas de produção de peças para as encomendas em planeamento. Para a inclusão destas novas encomendas seria necessário analisar quais as ordens de produção planeadas que possuíam um carácter menos urgente, adiando-as e fazendo as devidas substituições no planeamento semanal.

Foi assim sugerido, que fosse efetuada uma reunião todas as terças-feiras ao final da tarde para nova revisão do planeamento. Os intervenientes desta reunião deveriam ser o diretor de produção, o chefe de produção e os chefes de cada seção (essencialmente, seção de corte), que em conjunto decidiam quais as ordens de produção que poderiam ser retiradas ou movidas para outros dias da semana, incluindo dessa forma os novos processos no planeamento.

Depois de efetuadas todas as alterações necessárias, o diretor de produção ficaria encarregue de imprimir o novo planeamento para a secção de corte. Após o término da reunião, era importante que as restantes secções da empresa fossem informadas das alterações feitas, com a devida antecedência.

CAPÍTULO 6

CONTROLO DE TEMPOS E CAPACIDADES

De forma a potenciar o bom desempenho do planeamento da produção efetuado, deve-se avaliar as vertentes de desenvolvimento com maior interesse para a empresa e que têm influência direta para o projeto, como por exemplo, os tempos previstos das operações, capacidade de mão de obra, e escalonamento da produção.

6.1 – Estudo dos Tempos Previstos de Corte

O foco no estudo dos tempos recaiu sobre a seção de corte, nomeadamente tempos previstos para cada máquina de corte. Considerou-se uma seção prioritária a ser estudada, uma vez que esta dá início a toda a produção, e tem influência direta nas ordens de fabrico impressas. Conhecer os tempos de cada máquina tinha relevância para definir as datas de início da produção aquando da realização do planeamento semanal, uma vez que não era determinado o tempo previsto de nenhuma tarefa.

No início do estudo, considerou-se importante ter um tempo previsto macro, para conseguir acompanhar desde princípio a implementação da ferramenta do planeamento. Para isso, retirou-se os dados fornecidos pela ferramenta de Produção presente na empresa, dos últimos 3 anos, com rácios kg/h ou peça cortada/h. Os dados retirados estão resumidos na Tabela 6.

Tabela 6 Rácios de peso cortado por hora, por máquina de corte (2019-2021)

Máquina	Nome	Peso Cortado (ton)	Peças	Tempo (h)	Rácio (kg/h)
Ficep	Rui G.	2327,54	18542	4 538,43	512,85
Vernet HD 900	José N.	1123,69	25514	5 090,77	220,73
Vernet Mag B	Vasyl S.	872,69	92752	6 915,47	126,19
Oxitome	Mário R.	589,78	48143	5 985,32	98,54
Guilhotina GVX 1630	Toni L.; Pedro S.	8,074	2787	4 513,28	1,80
Guilhotina GVX 1630	Ângelo R.; Pedro S.; Paulo R.	77,619	31598	4 032,57	19,25
MAPS 456 /Serrote HBS 500	Ruben S.	226,28	41099	4 079,78	55,46

Máquina	Nome	Peso Cortado (ton)	Peças	Tempo (h)	Rácio (kg/h)
Serrote 370 A / Oxitome	Alberto C.	191,98	65524	5 074,05	37,84
Serrote HBS 500	Ashan S.	83,589	11474	1 812,42	46,12
Trumpf Laser / Ficep	Elton J.	279,02	39696	5 070,95	55,02
HD 900 / Trumpf Laser	Igor S.	99.3	13478	5 665,77	17,53
RD 1000 / Ficep	João O.	300,04	15747	4 694,37	63,91

Rapidamente se concluiu que os dados registados nos últimos anos, consideravam o tempo total de trabalho do colaborador, e não de máquina, ou seja, no tempo total estava considerado muito tempo inativo das máquinas. Foi reforçado a importância de os colaboradores registarem também o ponto por máquina, para ser possível futuramente haver um registo fidedigno de dados.

6.1.1 - Estudo de Tempos Previstos de Máquinas de Corte de Chapa

Posto isto, o estudo dos tempos previstos passou a fazer-se de uma forma mais detalhada, apresentada de seguida.

Relativamente às máquinas de corte de chapa, existem duas na empresa, Vernet Mag B e Oxitome. Começou-se o estudo pela Vernet Mag B, máquina de corte de chapa a plasma, com furação feita com broca ou punção.

Para o cálculo dos tempos do corte a plasma foi necessário ter em conta diversas variáveis, como: (1) velocidade de corte a plasma, (2) perímetro externo, (3) perímetro interno, e (4) número de cortes internos. As velocidades de corte a plasma estão parametrizadas de fábrica dependendo do gerador de plasma da máquina. Após várias observações do autor e do colaborador responsável da máquina, nota-se que a velocidade de corte a plasma do perímetro interno é metade da velocidade do perímetro externo e que a máquina tem um *delay* para espessuras superiores a 30mm, parametrizado em 2,6 segundos.

Em relação ao tempo de furação com broca este depende de: (1) número de furos e diâmetro dos mesmos, (2) velocidade de corte da broca, (3) velocidade de avanço (incremento), (4) rotação, e (5) tempo de marcação das peças.

Para este tipo de furação, a máquina automaticamente faz uma limpeza a cada 25 furos, que se verificou ser de aproximadamente 30 segundos cada limpeza. A velocidade de corte é escolhida dependendo do tipo de broca utilizada, tipicamente são utilizadas brocas de alta velocidade, ou seja, considerou-se sempre a mesma velocidade. Assim, com o valor da velocidade de corte

escolhida, é possível chegar ao valor da rotação, e consequentemente, do tempo (em minutos) da furação, através da (Eq.1) e (Eq.2), respetivamente.

$$rotação = \frac{v_{corte} \times 1000}{diâmetro \times \pi} \quad (Eq. 1)$$

$$t (min) = \frac{espessura}{rotação \times incremento} \quad (Eq. 2)$$

De notar que à espessura da chapa inserida na (Eq. 2), será necessário acrescentar as distâncias que correspondem à entrada e à saída da broca no eixo z, que se considerou de 5 mm cada.

Relativamente, ao processo de furação com punção, esta é utilizada em chapas com espessura entre 8mm e 15mm, e o punção tem de ser maior que a espessura da chapa. Foram feitas várias observações, e verificou-se que independentemente da espessura da chapa, o tempo de furação com punção não variava muito, sendo que se considerou como média 5,5 segundos.

Aos cálculos e tempos apresentados, seja feita furação com broca ou punção, é necessário acrescentar o *set up*, que se considerou ser o batente presente na máquina que desce quando se realiza furação, e a movimentação da chapa à medida que esta é cortada e furada, feita com umas “garras”. Para espessuras superiores a 30mm é feita uma pré furação a 8mm. Novamente, utilizando o método de observações considerou-se sempre 5% do tempo total de furação sem *set up*.

Feito o estudo anterior e consideradas todas as variáveis descritas, foi utilizado como teste o corte de uma chapa de 30 mm, correspondente ao CNC 2823 apresentado no Anexo 4, que apresentava as peças descritas na Tabela 7.

Tabela 7 Tabela Resumo do CNC correspondente à chapa

Peças	Perímetro de corte	Nº de peças	Nº de furos	Nº Caracteres	Cortes Internos
DEPA283_X64	1189	19	3	10	
DEPA114_X2	1460	2	2	9	140
DEPA110_X1	5158	1	0	9	
DEPA119_X1	4758	1	0	9	
DEPA109_X2	9036	1	0	9	
DEPA95_X2	8086	2	0	8	
DEPA115_X2	860	2	2	9	140
DEPA125_X2	7330	2	0	9	
DEPA121_X1	4640	1	0	9	

Numa primeira fase, a Tabela 7 foi toda feita à mão, olhando para o CNC em questão, para se efetuar os cálculos da Tabela 8, utilizando as (Eq. 1) e (Eq. 2). Resultando no tempo previsto total de corte com furação, em horas, de 03:19:00, apresentado na Tabela 9.

Tabela 8 Cálculo dos tempos de furação

Diâmetro	Velocidade de corte	Velocidade de avanço	Rotação	Incremento	Tempo (min)	Tempo (s)
14	100	0,4	2274	0,04	0,352	21,1
22	100	0,7	1447	0,07	0,316	19,0
8	14	0,8	557	0,08	0,718	43,1
42	150	0,6	1137	0,06	0,469	28,1

Tabela 9 Cálculo do tempo total de corte da chapa, correspondente ao CNC 2823

Chapa	32
Velocidade de corte	850
Nº total de peças	31
Perímetro total de corte	81655
Tempo de corte plasma (min.)	106
Pré furação	31
Furos 40	57
Tempo furação 8 (min.)	32
Tempo furação 40 (min.)	40
Tempo limpeza chapa (min.)	2
Marcação (min.)	7
T. corte interno a plasma (min.)	3,30
Tempo c/broca (min.)	190
Tempo c/ furação + <i>setup</i> (min.)	199
Tempo c/ furação + <i>setup</i> h	03:19:00

Comparando com o tempo real de corte, o previsto teve uma diferença de 6 minutos, o que significa que se tinha chegado a um bom cálculo de tempo previsto para as máquinas de corte de chapa, cerca de 3%.

Posto isto, era importante que este processo fosse o mais rápido, fácil e automático possível, para poder ser integrado na ferramenta do planeamento.

Assim, em conjunto com o engenheiro informático da empresa, foi recolhida toda informação necessária presente tanto na base de dados da máquina, como na base de dados do sistema de CAD/CAM utilizado para automatizar e gerenciar a programação de máquinas de corte de chapas, *Lantek* (Figura 33).

O resultado final do trabalho desenvolvido está presente nas folhas em *Excel* demonstradas, na Figura 34, onde é possível calcular o tempo de corte de qualquer chapa na Vernet MAG B, seja qual for o tipo de furação.

SGI <-> LANTEX

CNC: 2823

Job: JOBJO001132001132

Nesting: Nestings\10\10034

Tempo Marcação: 389

ProdRef	Quantidade	Perimetro
DEPA110_X1	1	4,758
DEPA121_X1	1	4,64
DEPA119_X1	1	4,758
DEPA125_X2	2	7,33
DEPA115_X2	2	1,142212
DEPA114_X2	2	1,742212
DEPA95_X2	2	8,086
DEPA109_X2	1	9,036
DEPA283_X64	19	1,576276

Figura 33 Informação retirada da base de dados do Lantek para cálculo de tempos de corte da MAG B

OB: 2635,02	Espessura:	30	inserir
CNC: 2823	Velocidade de Corte:	850	
Tempo de marcação (s):	389		
Furação Ø:	Nº de furos	Tempo (min)	
8	31	27,82	
14	0	0,00	
18	0	0,00	
19	0	0,00	
22	0	0,00	
24	0	0,00	
26	0	0,00	
28	0	0,00	
31	0	0,00	
32	0	0,00	
33	0	0,00	
35	0	0,00	
42	0	0,00	
48	0	0,00	
Referências:		Quantidades:	
DEPA110_X1		1	
DEPA121_X1		1	
DEPA119_X1		1	
DEPA125_X2		2	
DEPA115_X2		2	
DEPA114_X2		2	
DEPA95_X2		2	
DEPA109_X2		1	
DEPA283_X64		19	
Tempo Total Furação (min)		75,58	
Tempo de Limpeza de chapa (min)		2,00	
Tempo Total Corte (min)		108,88	
Tempo de marcação (min)		6,48	
Delay Plasma (min)		1,34333333	
Tempo de Corte Previsto (min)		204,00	
Tempo de Corte Previsto		03:23:00	

Figura 34 Resultado final do estudo de tempos de corte de chapa na MAG B

Relativamente à máquina de corte de chapa, Oxitom, esta realiza corte a oxicorte para espessuras superiores a 20mm, e a plasma para espessuras entre 0,5mm e 20mm.

Para o cálculo dos tempos do corte foi necessário ter em conta novamente as seguintes variáveis: (1) velocidade de corte, (2) perímetro externo, (3) perímetro interno, e (4) número de cortes internos. As velocidades de corte a oxicorte e a plasma estão tabeladas, e o operador seleciona tipicamente a velocidade mais alta, correspondente à maior produtividade. A furação é feita com a mesma tecnologia do corte, e novamente recorrendo a observações do autor e do colaborador responsável da máquina, nota-se que a velocidade de furação é aproximadamente metade da velocidade de corte. Em relação ao tempo de marcação, só se realiza quando é corte a plasma, porém não é possível saber exatamente, mas considerou-se 5s o tempo de marcação de uma linha de um caracter, somando o tempo de paragem.

Primeiramente, foi retirada a informação referente às velocidades de corte por espessura diretamente da máquina, considerando para estas sempre a velocidade de produtividade. A informação retirada é apresentada na Tabela 10. De notar que para espessuras superiores a 20mm, inclusive, considera-se a velocidade de corte de oxicorte.

Posteriormente, o procedimento realizado anteriormente para a Vernet MagB foi repetido, assim toda informação necessária presente tanto na base de dados da máquina, como na base de dados do sistema de CAD/CAM utilizado para automatizar e gerenciar a programação de máquinas de corte de chapas foi recolhida. Resultando na folha de Excel apresentada na Figura 35, onde é possível calcular o tempo de corte para qualquer chapa cortada na Oxitom.

Tabela 10 Velocidades de Corte por espessura de chapa

Espessura (mm)	Velocidade Corte (mm/min)	Delay (s)
1	7000	0
2	5500	0
3	5500	0
4	3200	0
5	2800	0
6	3000	0
8	3400	0
10	2400	0
12	2000	0
15	1400	0
16	1400	0
20	380	15
25	340	15
30	370	15
40	290	15
50	260	15
60	240	15
80	210	15
100	210	15
120	170	15

OB: XXXX.XX	Espessura:	40
CNC: 0000	Velocidade de Corte:	370
Tempo Total Corte (min)	100,00	
Marcação	0,00	
Delay Plasma (min)	3	
Tempo de Corte Previsto (min)	108,15	
Tempo de Corte Previsto	01:48:09	
Referências:	Quantidades:	
006.20+_X1	1	
006.19+_X1	1	
006.30+_X1	1	
006.26+_X2	2	
006.27+_X2	1	
006.25+_X2	2	
006.24+_X2	2	
006.28+_X1	1	
006.29+_X1	1	

Figura 35 Resultado final do estudo de tempos de corte de chapa na Oxitom

6.1.2 - Estudo de Tempos Previstos de Máquinas de Corte de Perfis

No que diz respeito ao corte de perfis, tubos e cantoneiras, este pode ser realizado na Ficep, na HD900, ou no serrote semiautomático. O tempo de corte nas máquinas referidas vai depender da área do perfil e do número de furos e o diâmetro dos mesmos.

De forma a chegar-se a um valor aproximado da velocidade de corte foram observados os cortes de vários perfis diferentes e registados os respetivos tempos de corte, ainda sem considerar furação. Os cálculos efetuados podem ser visualizados na Tabela 11, Tabela 12, e Tabela 13, sendo possível chegar a uma equação geral que permitisse calcular a velocidade de corte da Ficep da HD900, e do serrote representada na Figura 36, Figura 37 e Figura 38, respetivamente.

Tabela 11 Tempos de corte observados na Ficep

Ficep	Tempo (s)	Área (cm ²)	Velocidade (cm/s)
UPN160	44	24	0,545
UPN300	93	58,8	0,632
IPE240	88	39,1	0,444
Tubo Ø270X12	180	98,39	0,547
UPN200	63	32,2	0,511
HEA300	151	112,5	0,745
HEA360	260	142,8	0,549
UPN320	113	75,8	0,671
HEB400	382	197,8	0,518
HEA400	352	159	0,452

Velocidade de Corte Ficep

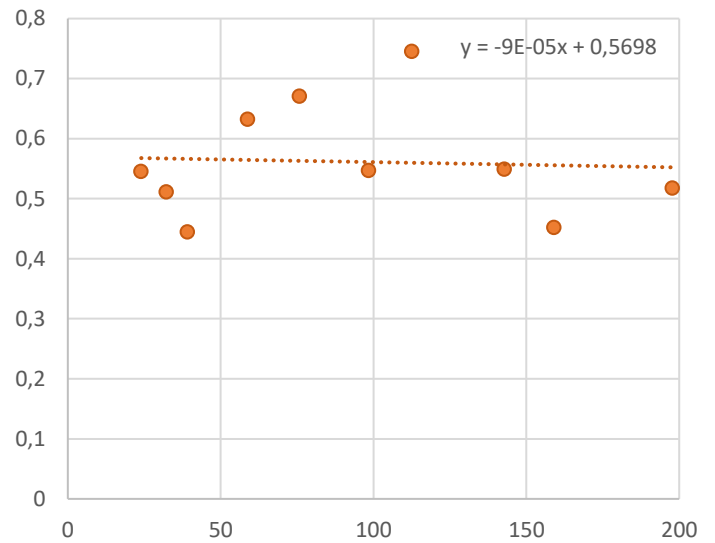


Figura 36 Equação para cálculo da velocidade de corte na Ficep

Tabela 12 Tempos de corte observados na HD900

HD900	Tempo (s)	Área (cm ²)	Velocidade (cm/s)
UPN160	77	24	0,312
UPN300	228	58,8	0,258
HEA200	198	53,8	0,272
IPE240	124	39,1	0,315
IPE140	70	16,4	0,234
HEA240	280	76,8	0,274
HEA160	141	38,8	0,275
HEA220	238	64,3	0,270
IPE160	74	20,1	0,272
IPE200	109	28,5	0,261

Velocidade de Corte HD900

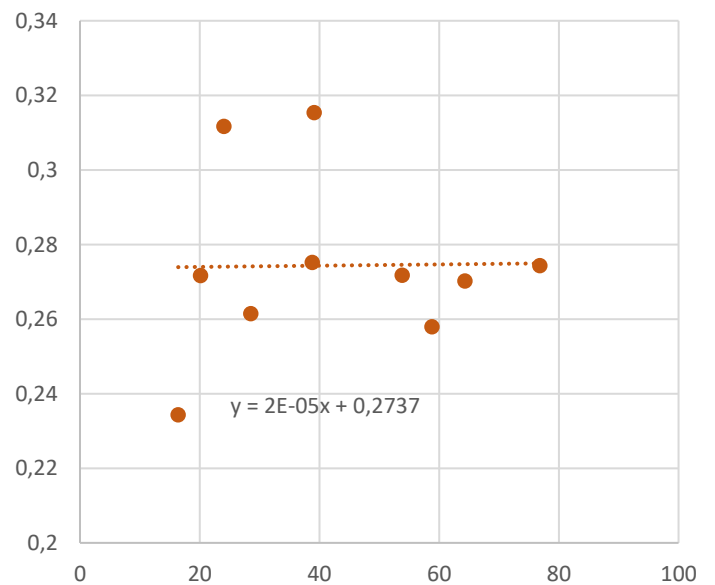
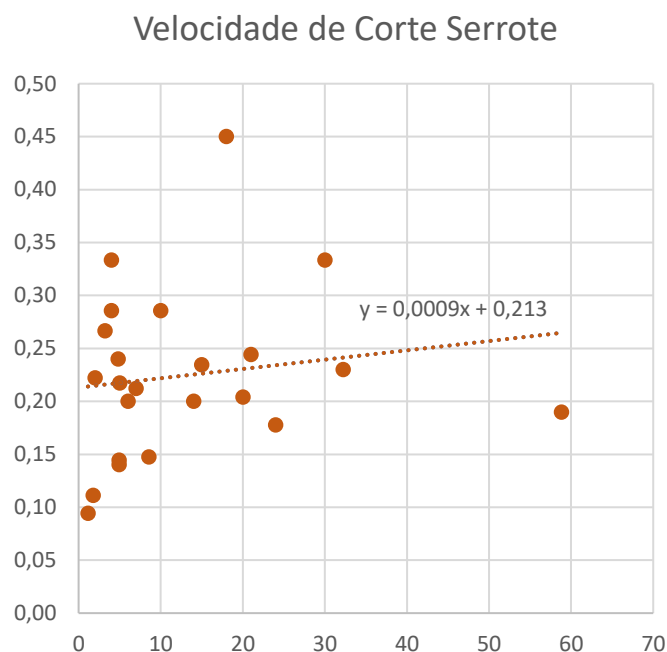


Figura 37 Equação para cálculo da velocidade de corte na HD900

Tabela 13 Tempos de corte observados no Serrote

Serrote HB500	Tempo (s)	Área (cm ²)	Velocidade (cm/s)
Varão M12	12	1,13	0,094
Tubo 26,9X2,6	16	1,778	0,111
Varão 25	34	4,91	0,144
UPN160	135	24	0,178
UPN300	310	58,8	0,190
Barra 140X10	70	14	0,200
Barra 100X20	98	20	0,204
UPN200	140	32,2	0,230
Barra 100X10	35	10	0,286
Barra 70X10	33	7	0,212
Barra 100X15	64	15	0,234
RHS 100X50X2	58	8,543	0,147
L50X5	20	4,8	0,240
Barra 50X10	23	5	0,217
Barra 50X8	14	4	0,286
Barra 180X10	40	18	0,450
Barra 140X15	86	21	0,244
Barra 200X15	90	30	0,333
Varão 24	35	4,91	0,140
Barra 40X5	9	2	0,222
Barra 100X6	30	6	0,200
Barra 40X8	12	3,2	0,267
Barra 50X8	12	4	0,333

**Figura 38 Equação para cálculo da velocidade de corte no Serrote**

Utilizando as equações que resultaram dos gráficos efetuados, considerou-se posteriormente todos os perfis possíveis de serem cortados na Poço S.A., como UPN, UPE, IPN, IPE, HEA, HEB, HEM, Varões, Vergalhões, Barras, Cantoneiras, Tubos, Tubos Quadrados, e Tubos Retangulares, de todas as dimensões existentes no mercado. De forma a se efetuar a tabela apresentada no Anexo 5, onde foi possível calcular os tempos de corte de cada um dos perfis considerados, nas três máquinas em estudo.

De forma a ser considerado o tempo de furação, foram retirados todos os diâmetros possíveis e a respectiva velocidade de corte e incremento, tabelados nos Manuais Técnicos da empresa Chagas. Para se chegar ao tempo de furação utilizando a (Eq. 4), era necessário considerar a velocidade de rotação, possível de calcular através da (Eq. 1).

$$\text{tempo de furação} = \frac{\text{diâmetro} \times n^{\circ} \text{ de furos}}{\text{rotação} \times \text{incremento}} \quad (\text{Eq. 4})$$

Fazendo os cálculos para todos os diâmetros possíveis, chegou-se a um tempo de furação apresentado na Tabela 14.

Tabela 14 Cálculo dos tempos de furação

Diâmetro (mm)	V. Corte (mm/min)	Incremento (mm/min)	Rotação (rpm)	Tempo (min)	Tempo (s)
8	80	0,03	3183	0,30	00:00:19
9	80	0,03	2830	0,34	00:00:21
10	80	0,03	2547	0,38	00:00:23
11	80	0,03	2315	0,42	00:00:26
12	80	0,04	2122	0,34	00:00:21
13	80	0,04	1959	0,37	00:00:23
14	80	0,04	1819	0,40	00:00:24
15	80	0,04	1698	0,43	00:00:26
16	80	0,06	1592	0,30	00:00:19
17	80	0,06	1498	0,32	00:00:20
18	80	0,06	1415	0,34	00:00:21
19	80	0,08	1340	0,27	00:00:17
20	80	0,08	1273	0,28	00:00:18
21	80	0,08	1213	0,30	00:00:18
22	80	0,08	1158	0,31	00:00:19
23	80	0,08	1107	0,33	00:00:20
24	80	0,08	1061	0,34	00:00:21
25	80	0,08	1019	0,36	00:00:22
26	100	0,08	1224	0,30	00:00:18
27	100	0,08	1179	0,31	00:00:19
28	100	0,08	1137	0,32	00:00:20
29	100	0,08	1098	0,33	00:00:20
30	100	0,08	1061	0,34	00:00:21
31	100	0,08	1027	0,35	00:00:22
32	100	0,08	995	0,36	00:00:22
33	100	0,08	965	0,38	00:00:23
34	100	0,08	936	0,39	00:00:24
35	100	0,08	909	0,40	00:00:24
36	100	0,08	884	0,41	00:00:25
37	100	0,08	860	0,42	00:00:26
38	100	0,08	838	0,43	00:00:26
39	100	0,08	816	0,44	00:00:27
40	100	0,08	796	0,46	00:00:28
41	100	0,08	776	0,47	00:00:29

Diâmetro (mm)	V. Corte (mm/min)	Incremento (mm/min)	Rotação (rpm)	Tempo (min)	Tempo (s)
42	100	0,08	758	0,48	00:00:29
43	100	0,08	740	0,49	00:00:30
44	100	0,08	723	0,50	00:00:31
45	100	0,08	707	0,51	00:00:31
46	100	0,08	692	0,52	00:00:32
47	100	0,08	677	0,54	00:00:33
48	100	0,08	663	0,55	00:00:33
49	100	0,08	650	0,56	00:00:34
50	100	0,08	637	0,57	00:00:35

Para o cálculo total de corte, de uma forma automática, criou-se por fim uma folha de *Excel*, possível de visualizar na Figura 39, onde apenas era necessário inserir o perfil desejado e o número de furos presente no mesmo.

Perfil:	HEB300			
Espessura:	19			
	Diâmetros		Nº furos	Tempo
	12		4	00:01:24
	22		4	00:01:16
Tempo Furação:	00:02:40			
Tempo de Corte:	00:17:28			
Total	00:18:52			

Figura 39 Resultado final do estudo de tempos de corte de perfis

De forma a se poder tirar total proveito do estudo dos tempos das máquinas consideradas, idealmente a estrutura para o cálculo dos mesmos deveria ser agregada à ferramenta desenvolvida, assim que a mesma fosse integrada no Sistema de Informação da empresa.

6.2 – Estudo dos Tempos de Paragens

O estudo feito dos tempos de corte na seção 6.1 não considerava os tempos de *set up*, uma vez que estes se verificaram ser muito variáveis, dependendo da disponibilidade do colaborador que fazia o transporte dos materiais do parque para dentro da fábrica ou da disponibilidade dos meios de transporte disponíveis para colocar a matéria-prima nas máquinas, por exemplo.

De forma, a poder ter-se uma noção mais clara e geral dos tempos de *set up* ou tempos de paragens de máquinas criou-se uma folha (ver Figura 40) onde o operador da máquina descreve as paragens da mesma, identificando a razão e a duração da mesma. Esta medida permitiu que no final do estudo, fosse possível agrupar as paragens, a ter em conta no processo de planeamento. E ainda permitir à empresa no futuro elaborar um plano de ação mais eficaz e sustentável ao longo do tempo.

Tempo		Causa
Hora Inicio	Hora Fim	
11.00	11.25	Preparação da próxima chapa (Retirar o material utilizar Joga)
14.50	15.00	problema com quantidade das pesas
15.40	15.48	
18.30	18.43	
9.30	10.30	Procura de chapa 20, colocação de programas de chapa 20mm 0.15. 0.66. 0.1
15.50	15.57	Preparação de chapa
17.55	18.09	Preparação de outra chapa
7.30	→	Limpeza da máquina, espera de técnico para arranjar
→	20.00	reparação de máquina

Figura 40 Folha de Registo das Paragens

Ao longo de 80h de laboração, considerando unicamente um turno e duas máquinas (uma de corte de chapa e uma de corte de perfis), foram identificadas várias paragens, todas devidamente anotadas pelo colaborador responsável, na folha que lhe foi disponibilizada. De seguida, é apresentada na Tabela 15 todas as paragens agrupadas por causas.

Tabela 15 Paragens Agrupadas por Causas

Descrição	Tempo (minutos)
Avaria	105
Troca de material	322
Assistência	480
Operador	85
Outros fatores	252
Total	1244

Após agrupar as paragens por causas foi possível constatar, através da análise da Tabela 15, quais os fenómenos que representam um maior tempo de paragem. De seguida foi feita uma análise desses fenómenos explicando quais os seus motivos.

- Troca de material - esta paragem acontece quando o operador tem que mudar de espessura ou de matéria-prima e não tem o material requerido pronto para corte. Em resultado, ocorre assim uma paragem para preparação da matéria-prima necessária. A troca de matéria-prima, muitas vezes, leva à troca do bico ou da lente do equipamento. Por exemplo, se o equipamento tiver de cortar uma chapa com espessura diferente e qualidade de material diferente, o operador para além de ter que libertar a matéria-prima tem que trocar a lente, o que provoca uma paragem longa.
- Outros fatores – estas paragens resultam de perdas de tempo por parte do operador, por má coordenação e preparação de trabalho e também por falta de ajuda. Uma razão para este tipo de paragem que se encontra ligado a estas perdas, está relacionado com a má organização do espaço de trabalho. A desorganização já identificada resulta em perdas de tempo por parte do operador, quando necessita por exemplo de paletes e tem de se deslocar para procurar.

A duração total das paragens foi de aproximadamente 20h, representando 1/4 de uma semana de trabalho. Em cada mês de trabalho, considerando um turno, desperdiça-se muito tempo de uma semana só em paragens. Sendo que muitas destas paragens são desnecessárias e não acrescentam qualquer valor ao processo. A recolha destes dados veio permitir a identificação de um problema encoberto e permitiu que na empresa se comesse a pensar em possíveis ações de melhoria de modo a eliminar estas paragens. Principalmente porque era visível que grande parte das paragens registadas se devia a uma má organização e gestão do trabalho e dos recursos disponíveis.

É de notar que a paragem identificada como Assistência, que como se pode verificar ser a paragem mais longa foi devido a quase 12h de espera pelo técnico externo que iria fazer a reparação da máquina em questão. Esta paragem apesar de ter sido um caso específico, possivelmente devido à má coordenação e comunicação entre a Poço e a empresa de assistência externa, é também no fundo resultado da não existência de manutenção preventiva dos equipamentos.

Esta análise não foi operacionalizada para a melhoria do processo de planeamento, uma vez que necessitaria de ter mais algum desenvolvimento, isto é, a observação e análise de todas as máquinas durante um período de tempo maior, para se obter resultados mais fidedignos e aproximados da realidade. No entanto, a empresa poderá dar continuidade ao mesmo com a utilização da folha de registo de paragens desenvolvida, e assim ter em conta as mesmas no processo de planeamento.

6.3 – Controlo da Capacidade de Mão-de-obra

Outro fator que influencia fortemente o planeamento diário da produção é a capacidade da mão-de-obra, nomeadamente contratações, dispensas, mudanças entre colaboradores de posto de trabalho, faltas programadas e não programadas.

A inexistência do controlo dos fatores referidos levava a que existissem lacunas no que estava definido no planeamento diário, mais concretamente o facto de ser planeada uma carga de trabalho para certa máquina e o colaborador responsável da mesma realizar uma falta não programada. Tendo isto em conta, foi importante criar um procedimento particular para que fosse possível controlar e adaptar as variações de capacidade de mão-de-obra no chão de fábrica.

A produção na Poço – Equipamentos Industriais S.A. funciona por turnos em algumas seções, apenas em caso de necessidade, ou seja, no caso de existir muito volume de trabalho. Nem sempre isso acontecendo, como foi o caso dos meses que acompanharam o estágio desenvolvido, o turno normal (07:30h – 16:30h) era o horário atribuído à grande maioria dos funcionários, turno esse alvo de estudo ao longo do projeto.

Foi observado que as trocas entre postos de trabalho eram facilmente permitidas e pouco controladas, bem como as faltas não programadas que não eram comunicadas e, muitas vezes, a chefia apenas tinha conhecimento no próprio dia. Isso tinha consequência no planeamento diário definido, essencialmente quando havia ordens de fabrico para uma determinada máquina de corte e o colaborador responsável pela mesma faltava sem avisar, e o seu lugar não era substituído.

Esta questão em específico, era uma lacuna a ser ultrapassada, uma vez que estava a ter consequências diretas no bom desempenho do projeto desenvolvido. Para isso, o autor desenvolveu um formulário, que deveria ser colocado num quadro informativo disposto estrategicamente para que fosse visível e acessível para todos os colaboradores do departamento de produção. O objetivo da sua colocação num local bem visível e acessível a todos é, além de implementar uma maior transparência na informação, gerar a possibilidade de discussões de hipóteses, tendo sempre em vista escolhas de forma a potenciar as capacidades dos recursos.

As folhas de registo criadas tinham como objetivo controlo de ausências programadas (Figura 41), levando à realização de uma análise antecipada dessa decisão, para haver uma mudança de recurso, que também deveria ser registado pelo formulário da Figura 42. No caso deslocar um colaborador, de um posto de trabalho onde executa uma função para outro onde irá executar uma função diferente.

Para essa tomada de decisão, em caso de necessidade, deveria ter-se em consideração a matriz de competências da empresa, que classifica as aptidões de cada um dos funcionários a realizar uma tarefa nos respetivos recursos. Após essa análise poder-se-á então deslocar o trabalhador de um posto de trabalho para outro, fazendo com que não haja paragens desnecessárias no trabalho planeado.

Era relevante que a matriz de competências se encontrasse afixada no mesmo local que as folhas de registo, de modo que toda a informação relevante se encontre no mesmo local.

Apesar de ter sido uma ideia aprovada, não avançou nos meses de estágio, no entanto considerou-se uma mais-valia para um melhor controlo da capacidade laboral, de forma a garantir um planeamento mais eficaz.

 Registos de ausências			
Recurso	Nome	Período	Check Box
		De __/__/__ a __/__/__	☐

Figura 41 Exemplo do formulário para registo de ausências

 Mover Recurso				
Nome	Período	Recurso Anterior	Novo Recurso	Check Box
	De __/__/__ a __/__/__			☐

Figura 42 Exemplo do formulário para mover recurso

CONCLUSÕES

O presente trabalho final de mestrado consistiu na elaboração de um projeto de otimização de processos, nomeadamente no processo de planeamento e controlo da produção, realizado durante o estágio numa empresa da indústria metalomecânica portuguesa. A Poço – Equipamentos Industriais S.A pertence ao setor pelo fabrico de estruturas metálicas e equipamentos industriais, uma empresa caracterizada por uma produção em ambiente *job-shop*, com uma grande variedade de produtos consoante os requisitos do cliente. Assim, a organização pretende fazer parte do conjunto de empresas de sucesso deste tipo de indústria, e para isso necessita de fazer crescer as suas vendas, melhorar a produtividade e reestruturar os seus processos.

Na revisão bibliográfica realizada, estudou-se a evolução do tema de planeamento e controlo da produção, procurando-se conhecer os principais conceitos e ferramentas usadas, atualmente. Pelas características da empresa alvo de estágio, houve também um foco de estudo acerca dos ambientes *job-shop* e sistemas produtivos *make-to-order*, e a integração dos dois temas.

Decorrente da revisão bibliográfica, criou-se uma metodologia de ação de forma a ajudar a empresa alcançar os seus objetivos. A mesma foi estruturada em etapas, identificaram-se os problemas e causas dos mesmos, através da realização de *Gemba Walks* e da utilização da *Root Cause Analysis* (RCA). Identificado o processo a ser alvo de melhoria, na segunda etapa, construiu-se e implementou-se uma ferramenta, através de *MS-Excel*, capaz de dar apoio, automatizar e tornar mais rápido o processo de planeamento de produção, bem como dar o *output* pretendido para controlo das ordens liberadas e do inventário em curso. Por fim, como melhoria a aplicar no futuro, e para integrar com o trabalho desenvolvido ao longo do estágio no âmbito do planeamento, realizou-se um estudo de tempos das máquinas e capacidades.

Relativamente ao contexto inicial do projeto, os objetivos propostos não foram totalmente atingidos, não tendo sido possível medir ou analisar as vantagens efetivas do método desenvolvido para melhorar o processo do planeamento e controlo da produção, uma vez que a sua implementação não foi cumprida durante tempo suficiente para a obtenção e análise de resultados. No entanto, ficaram os contributos deixados na empresa, como a ferramenta desenvolvida para o planeamento e o estudo dos tempos de cada máquina, que podem ser utilizados e melhorados pela mesma.

Nesse sentido, foi importante perceber os motivos que levaram à não implementação imediata do projeto, com a aplicação de questionários desenvolvidos pelo autor, a ser entregues aos intervenientes diretos e indiretos do projeto, ou seja, as chefias intermédias e os colaboradores do chão de fábrica, nomeadamente os da seção de corte. Os dois questionários e os resultados dos mesmos encontram-se em Anexo 7 e Anexo 8.

Os resultados dos dois inquéritos mostram que o projeto desenvolvido era considerado útil e necessário pelos colaboradores, com potencial e que traria vantagens com a sua correta implementação. As respostas relativas aos motivos/inconvenientes para justificar a sua não

implementação passam por: falta de colaboração e interesse por parte das chefias e alguns colaboradores, abandono do projeto na sua fase inicial por parte dos intervenientes, falta de orientação e formação, e a resistência à mudança.

As respostas à aplicação dos inquéritos e de algumas conversas com os colaboradores, fizeram o autor refletir sobre o tema de uma cultura de melhoria contínua e da sua importância para o crescimento de uma organização. Efetivamente, uma cultura orientada para melhorar continuamente é uma ferramenta preciosa para o desenvolvimento de uma organização, um processo organizado e sistemático de mudanças contínuas que englobam toda a organização e afetam os processos existentes, com o objetivo de melhorar o desempenho global da mesma. O amplo envolvimento de todos os colaboradores em todos os processos de melhoria é fulcral, considerar os mesmos não como parte dos problemas, mas sim como um meio para resolver os problemas.

O sucesso de uma empresa não depende só do grande potencial dos seus equipamentos, mas também da sua organização, que é a principal responsável por tirar a maior produtividade dos seus recursos, quer sejam eles equipamentos ou recursos humanos, que são e continuarão a ser um dos fatores mais influentes de qualquer empresa.

No que concerne ao processo de planeamento este é a base de uma boa gestão organizacional, pois com o aumento das tarefas e das informações, o planeamento torna-se essencial, pois é lá que estão mencionadas as prioridades das atividades, as tarefas que determinado colaborador terá de executar em cada instante com o intuito de toda a organização trabalhar sempre para o mesmo objetivo. A implementação do planeamento numa empresa só poderá ter sucesso se a vontade da sua implementação e execução vier da gestão de topo até aos colaboradores do chão de fábrica, e se existirem condições para que o planeamento possa ser credível e eficiente, nomeadamente o controlo eficaz dos *stocks*, elaboração de uma boa preparação e a colaboração de toda a comunidade laboral. A existência de indicadores capazes de avaliar o desempenho da produção (comparar o que está a ser executado com o que se planeou), o rendimento de cada máquina, de cada secção ou até mesmo o rendimento de cada colaborador são essenciais para que se efetue o controlo da respetiva produção e perante as adversidades, possam ser tomadas as melhores decisões.

A indústria estudada tem grande potencial, porém para que possa continuar a ser competitiva no mercado onde se insere deverá considerar algumas melhorias, a aplicar no futuro:

1. Melhorias de produção

- Aumentar a produtividade na produção, com foco nos equipamentos de soldadura e linhas de montagem, estudando e reorganização do layout dos mesmos;
- Continuação da implementação do projeto desenvolvido. Integração do mesmo no sistema de gestão interno da empresa, e interligação com os restantes módulos;
- Definir métodos de trabalho e normalização de tarefas nas restantes seções, incluindo administrativas;
- Implementação dos 5S;
- Iniciar processos de manutenção preventiva em todos os equipamentos.

2. Melhorias de logística

- Avançar com o projeto de gestão de *stocks*, com etiquetas de identificação e reorganização do parque de matéria-prima. Devido à necessidade atual, a gestão de *stocks* é imprescindível, permitindo diminuir o desperdício de tempo e material;

3. Melhorias de motivação e liderança

- Desenvolver a liderança da gestão de topo dentro da empresa, como por exemplo, com a realização de *Gemba Walks* periódicos. Ouvir os colaboradores e ter em conta a sua opinião pode aumentar a produtividade da empresa;
- Sensibilização à mudança: mudança de mentalidade de todos os colaboradores bem como incentivar o envolvimento de todos nos processos;
- Desenvolver uma cultura de melhoria contínua, definir objetivos e políticas apropriadas aos recursos da organização que se podem transformar em resultados operacionais eficientes, permitindo obter vantagens competitivas. Os vários planeamentos da empresa (estratégico, tático e operacional) devem estar em sintonia e apoiar as mudanças.

Apesar dos contratempos, obstáculos e dificuldades na realização do projeto de estágio, este serviu de aprendizagem para a área profissional, como o relacionamento com a gerência, novos processos de fabricação, como lidar com os colaboradores e ganhar a confiança dos mesmos. Foi possível também, aprender como a indústria funciona e quais os problemas que podem ocorrer na realidade, aumentando o conhecimento para tomar decisões futuramente.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbassi I., Jabri A., Barkany A., Darcherif A. & Hassani Z. (2019). *Planning and scheduling problems of production systems: review, classification and opportunities*. Int. J. Productivity and Quality Management, Vol. 28, No. 3.
- Alves R. (2019). *Análise de Requisitos de um Sistema de Planeamento e Controlo da Produção*. Dissertação de Mestrado apresentada para obtenção do grau de mestre em Engenharia e Gestão Industrial. Universidade do Minho
- Assis R. (2002). *Planeamento e controlo da produção: guia do formador*. Instituto do Emprego e Formação Profissional - Departamento de Formação Profissional, ISQ - Instituto de Soldadura e Qualidade. 1ª ed. - Lisboa: IEFP
- Banco de Portugal (2019). Nota de Informação Estatística - Análise setorial da indústria metalomecânica 2017. Acedido a 22 de fevereiro de 2021, em <https://www.bportugal.pt/comunicado/nota-de-informacao-estatistica-analise-setorial-da-industria-metalomecanica-2017>
- Bashiri M., Badri H., & Talebi J. (2012). *A new approach to tactical and strategic planning in production-distribution networks*. Applied Mathematical Modelling, 36, 1703-1717
- Bertolini M., Romagnoli G., & Zammori F. (2015). *Assessing performance of Workload Control in High Variety Low Volumes MTO job shops: a simulative analysis*. 6th IESM Conference, Seville, Spain.
- Bertrand J., & Muntslag R. (1993) *Production control in engineer-to-order firms*. International Journal of Production Economics; Vol. 30-31. DOI: [https://doi.org/doi:10.1016/0925-5273\(93\)90077-X](https://doi.org/doi:10.1016/0925-5273(93)90077-X), [https://doi.org/10.1016/0925-5273\(93\)90077-X](https://doi.org/10.1016/0925-5273(93)90077-X)
- Chagas S.A. (2011). Manuais Técnicos. Acedido a 17 de maio de 2021, em <https://chagas.pt/mv/prodsid.html>
- Chapman S. (2006). *The fundamentals of production planning and control*. Pearson Prentice Hall. ISBN 0-13-017615-X
- Cransberg V., Land MJ., Hicks C., & Steveson M. (2015). *Handling the complexities of real-life job shops when implementing workload control: A decision framework and case study*. International Journal of Production Research. Vol. 54. 1-16. DOI: 10.1080/0020543.2015.1047974.
- Feng P., Zhang J., Wu Z., Yu D. (2011). *An improved production planning method for process industries*. International Journal of Production Research, Vol. 49, No. 15, 4223-4243.
- Graves S. (1981). *A review of Production Scheduling*. Operations Research, Vol. 29, Issue 4, Operations Management, 646-675.

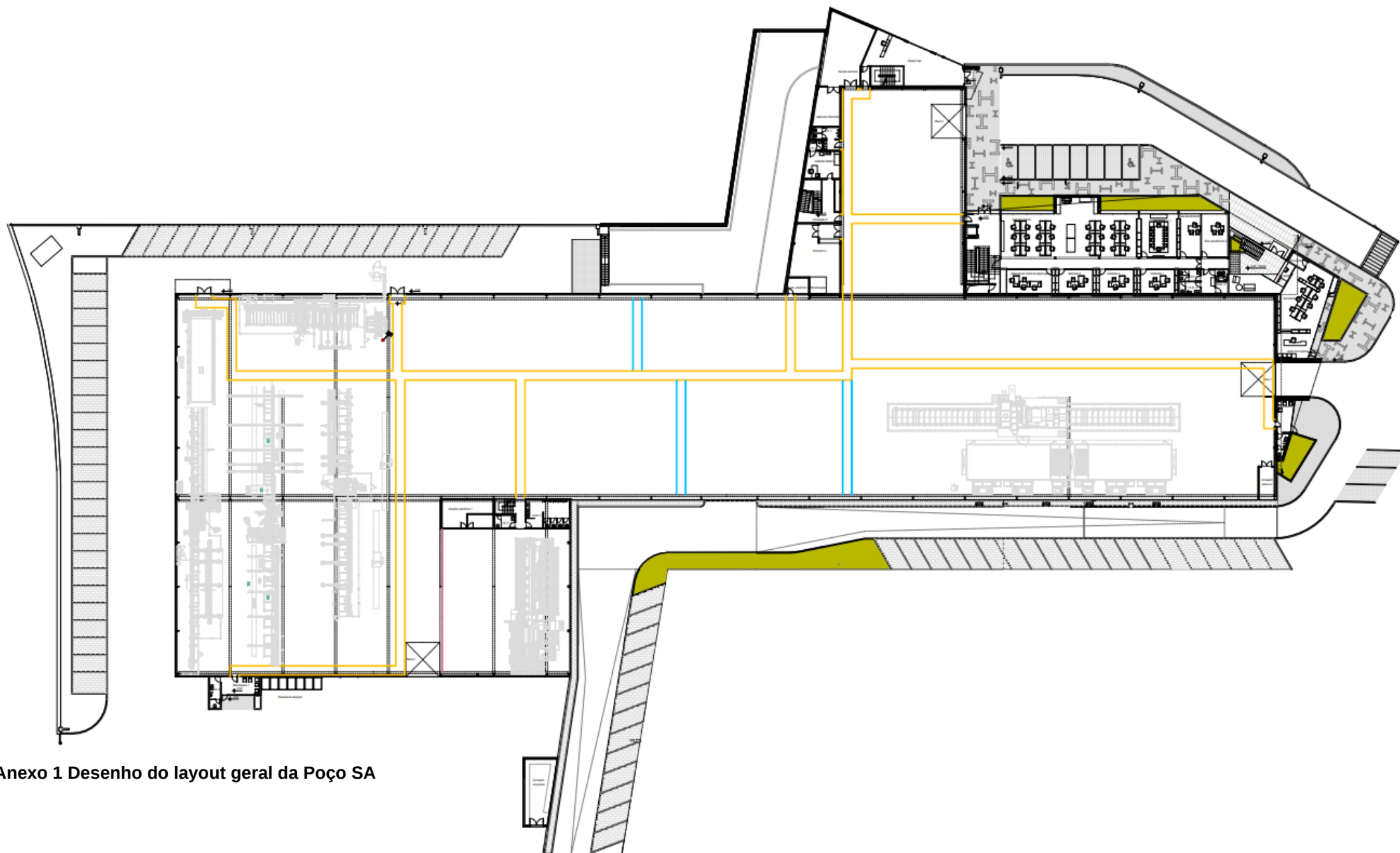
- Guedes J. (2011) *Planeamento e Controlo de produção na Euronete, S.A.* Dissertação de Mestrado apresentada para obtenção do grau de mestre em Engenharia e Gestão Industrial. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
- Ho N. & Tay J. (2008). *Solving Multiple-Objective Flexible Job Shop Problems by Evolution and Local Search*. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part C: Applications and Reviews, Vol. 38, No. 5
- Ishikawa, K. (1990). *Introduction to quality control*. New York: Productivity Press
- Kingsman B., Hendry L. (1989). *Production planning systems and their applicability to make-to-order companies*. European Journal of Operations Research 40, 1-15
- Mariano P. (2008). *Otimização do Escalonamento da Produção das Máquinas de Papel de uma Indústria Papeleira*. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial.
- Mezzogori D., Romagnoli G., & Zammori F. (2020). *Defining accurate delivery dates in make to order job-shops managed by workload control*. Flexible Services and Manufacturing Journal. Vol. 33, 956-991.
- Nobari, A., Khierkhan, A. S., & Hajipour, V. (2018). *A Pareto-based approach to optimise aggregate production planning problem considering reliable supplier selection*. International Journal of Services and Operations Management, 29(1), 59–84.
- Olhager J. (2013). *Evolution of operations planning and control: from production to supply chains*. International Journal of Production Research, Vol. 51, No. 23-24, pp. 6839-6843.
- Poço – Equipamentos Industriais S.A. (2021). Página Web Institucional. Acedido a 22 de fevereiro de 2021, em <https://www.eip.pt/eip.pt/apresentacao>
- Reis P., Santos S., Bastos J., Madureira M., Varela R. (2021). *A Production Scheduling Support Framework*. In: Abraham A., Piuri V., Gandhi N., Siarry P., Kaklauskas A., Madureira A. (eds) Intelligent Systems Design and Applications. ISDA 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1351. Springer, Cham
- Ribeiro M. (1999). *O planeamento e controlo da produção na indústria alimentar do distrito da Guarda*. Dissertação de Mestrado apresentada para obtenção do grau de mestre em gestão. Universidade da Beira Interior
- Salamati-Hormozi, H., Zhang, Z. H., Zarei, O., & Ramezani, R. (2018). *Trade-off between the costs and the fairness for a collaborative production planning problem in make-to-order manufacturing*. Computers and Industrial Engineering, 126, 421–434
- Santos, G., Barbosa, R. J., 2007. *Planejamento Estratégico da Produção*. Revista Científica Eletrônica de Administração.
- Silva C. (2020). *Informatização do Processo de Planeamento e Controlo de Produção*. Dissertação de Mestrado apresentada para obtenção do grau de mestre em Engenharia e Gestão Industrial. Universidade do Minho

- Sridharam V., & Kanet J. (1995). *Production Planning and Control Systems – State of the Art and New Directions*. Department of Management Information Systems, Operations Management, and Decision Sciences Faculty Publications.
- Stevenson M., Hendry L., Kingsman B. (2005). *A review of production planning and control: the applicability of key concepts to the make-to-order industry*. International Journal of Production Research, Vol. 43, No. 5, 869-898.
- Suresh N. & Kumar S. (2008). *Production and Operations Management*. Second Edition. New Age International Publishers. ISBN 978-81-224-2425-6
- Thomé, A. M. T., Scavarda, L. F., & Scavarda, A. J. (2016). *Conducting systematic literature review in operations management*. Production Planning and Control, 27(5), 408–420.
- Thürer M. (2011). *Workload Control: An Assessment*. Dissertação de Doutoramento apresentada para obtenção do grau de doutor em Filosofia. Universidade do Coimbra.
- Thurer M., Stevenson M., Silva C., & Land M. (2012). *Improving the applicability of workload control (WLC): the influence of sequence-dependent set-up times on workload controlled job shops*. International Journal of Production Research. Vol. 50, No. 22, 6419-6430
- Thurer M., Stevenson M., Silva C., Land M., & Fredendall L. (2012). *Workload Control and Order Release: A Lean Solution for Make-to-Order Companies*. Production and Operations Management. Vol. 21, No. 5, pp. 939-953.
- Tubino D. (2007). *Planejamento e Controle da Produção – Teórica e Prática*. Editora Atlas S.A. ISBN 978-85-224-4845-6
- Wang C., Zhou, G., & Zhu, Z. (2020). *Service perspective based production control system for smart job shop under industry 4.0*. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

ANEXOS

Anexo 1 Desenho do layout geral da Poço SA.....	70
Anexo 2 Desenho do layout da nave 1 e 2 da Poço, SA	71
Anexo 3 Instrução de Trabalho da Ferramenta do Planeamento	74
Anexo 4 Ordem de Trabalho diária para cada máquina de corte	75
Anexo 5 Exemplo de CNC - Lantek.....	76
Anexo 6 Tempos de corte para as máquinas de perfis	77
Anexo 7 Questionário de Avaliação do Projeto (colaboradores chão de fábrica).....	78
Anexo 8 Questionário de Avaliação do Projeto (chefias intermédias).....	79
Anexo 9 Resultados do Questionário de Avaliação do Projeto (colaboradores chão de fábrica)	80
Anexo 10 Resultados do Questionário de Avaliação do Projeto (chefias intermédias)	81



Anexo 1 Desenho do layout geral da Poço SA



Anexo 2 Desenho do layout da nave 1 e 2 da Poço, SA

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO Planeamento de Produção com programa PLAN_PM	INSTRUÇÃO Nº IT-PLAN_PM	
		PAG. 1/3	REV. Nº 01 01/04/2021
Âmbito de Aplicação: Planeamento de Produção por máquina e posto de amação			
Procedimento:	O PLAN_PM é um programa que permite realizar o planeamento da produção e a carga diária das máquinas de corte de forma automática. O programa recebe vários inputs (postos destino de amação, máquinas de corte, tipologia de peças, reports de produção, data início produção, tempo de produção (dias) de forma a dar o output desejado - Planeamento diário por máquina de corte e por postos de amação. Assim, para fazer o planeamento da produção devem ser seguidas as seguintes etapas.		
Restrições:	• O ficheiro a importar tem de estar sempre na mesma pasta (pasta Transferências), sempre com o mesmo nome ("Produção_v2"); • O formato do ficheiro excel com o relatório de produção proveniente dos reports tem de ser o mesmo. Sempre que é efectuada alguma alteração ao formato do ficheiro (por exemplo, colunas adicionadas ou retiradas, etc), sendo que este tem actualizações frequentes, é necessário recorrer de novo a programação; • Uma vez que existem dois directores de produção, que estarão encarregues de efectuar o planeamento, o programa apenas pode ser utilizado por um utilizador de cada vez; • Não permite planear processos intermédios de fabrico, como quinagem, furação, etc.		
Abrir o programa PLAN_PM, localizado no caminho a seguir.			
1			
1ª) Na página que é apresentada clicar em 'Abrir Programa'.	2ª) No programa, clicar em "Importar Produção", caso queira importar uma produção para planear ou em "Eliminar Produção", caso queira eliminar uma produção que esteja atualmente importada. Este passo não é obrigatório, caso a produção que quer planear já esteja importada.		
2			
No caso de "Eliminar Produção", aparecerá a seguinte mensagem de aviso:			
3			
1ª) No caso de "Importar Produção", aparecerá a seguinte mensagem:	2ª) Em caso de ser seleccionada a opção "Sim", a programa irá importar o ficheiro excel proveniente da pasta Transferências com o nome "Produção_v2.xlsx".		
4			
3ª) Em caso de ser seleccionada a opção "Não", a programa irá mostrar um histórico de sub obras já importadas e planeadas anteriormente ou em planeamento. O utilizador deve seleccionar a sub obra pretendida e pressionar "Confirmar".			
5			

Assim que uma produção é importada, o utilizador deve **(1)** selecionar um dos oito postos destino de armação, **(2)** colocar a data de início e a duração, em dias, da produção, e **(3)** selecionar a CheckBox do(s) conjunto(s) com destino para o posto selecionado.

6

Tipo Peça	Desenho	QTD	Material	Perfil	Dimensões (mm)	Processo e Data Início Corte	Data Início Armação
Peça Solta	STD109-004	1	CK 45	Varão D40	5		
Conjunto	J103108-VS2	4		Esticador das correntes			
Croqui	J103108-VS2-1	1	8,8	Vareta M16	190		
Croqui	ParaF2	1	8 Zn	M16 - Porca Sextavada - DIN 934 - 190,40x71	1		
Conjunto	J13670A-VS2	16		Dobradiça			
Croqui	J13670A-VS2-1	1	AISI 304	GN 128.2-100-A4	0		
Croqui	J13670A-VS2-2	1	AISI 304	GN 128.2-100-A4	0		
Croqui	J13670A-VS2-3	1	AISI 304	Varão Ø16	15		
Croqui	ParaF1	1	A2	M8x25 - ParaF. Cal. Emb. 4mm - 19mm - 190,40x71	1		
Conjunto	J20383B-VS2	2		Barra 35x10	90		
Croqui	J20383B-VS2-1	1	S275SR + AR	Chapa 10	97,5		
Croqui	J20383B-VS2-2	1	S275SR + AR	Chapa 10	97,5		

1ª) Após selecionar todos os conjuntos que pretende para o posto e a data selecionada, o utilizador deve submeter os dados no botão verde do canto inferior esquerdo.

2ª) Aparecerá a seguinte mensagem de aviso.

7

(1) Selecionar uma das quinze máquinas de corte disponíveis, (2) o início da produção e a duração, em dias, de produção, e (3) selecionar a CheckBox da(s) peça(s) solta(s) e do(s) croqui(s). Após selecionar todas as checkbox pretendidas para a máquina e a data selecionada anteriormente, o utilizador deve submeter os dados, repetindo o **passo 7**.

8

Tipo Peça	Desenho	QTD	Material	Perfil	Dimensões (mm)	Processo e Data Início Corte	Data Início Armação
Peça Solta	STD107-159	1	CK 45	Varão D40	6		
Peça Solta	STD107-252	1	CB1	Varão D52	5		
Peça Solta	STD107-253	2	CB1	Varão D45	5		
Peça Solta	STD107-254	4	CK 45	Varão D37	8		
Peça Solta	STD109-004	1	CK 45	Varão D40	5		
Conjunto	J103108-VS2	4		Esticador das correntes			
Croqui	J103108-VS2-1	1	8,8	Vareta M16	190		
Croqui	ParaF2	1	8 Zn	M16 - Porca Sextavada - DIN 934 - 190,40x71	1		
Conjunto	J13670A-VS2	16		Dobradiça			
Croqui	J13670A-VS2-1	1	AISI 304	GN 128.2-100-A4	0		

Em caso de serem selecionados croquis com data de conclusão superior à data de início de produção na armação, é dado o seguinte aviso com identificação dos croquis, e os dados dos mesmos não serão submetidos.

9

(2ª) Será dada uma mensagem de aviso para certificar que pretende realizar planeamento.



Tem a certeza que quer realizar o planeamento?

Sim

No

Croquis sem conjuntos planeados



Existem croquis planeados sem que estejam planeados os respetivos conjuntos. Estes croquis não serão lançados no respetivo destino.

CONJUNTOS:
- J103108
- J13670A

Pretende continuar?

Sim

NEo

12.1

> Este PC > Poco (X:) > Planeamiento > PLAN_PM > Planeamientos

Este PC > Poco (X:) > Planeamiento > PLAN_PM > Obras

X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG
Planeado	POSTO 1	POSTO 5	POSTO 4	MAPS	TRU-LASER TUBE	CD3-CORTE	VERNET RD1000	MIS 500-GLR	MECNICENTRO C.
OK								0904/2021-4	
OK								0904/2021-4	
OK					300302021-1				
OK								0904/2021-4	
OK					300302021-1				
OK									
OK									
OK								0904/2021-4	
OK								0904/2021-4	
OK				300302021-5					
OK								0904/2021-4	
OK				300302021-5					
OK				300302021-5					
OK				300302021-5					
OK								0904/2021-4	
OK				300302021-5					
OK				300302021-5					
OK									
OK				300302021-5					
OK									
OK									
OK									
OK									
OK									
OK				300302021-5					300302021-4

ELABORADO POR:	
----------------	--

Ana Diazo

DATA:

01-04-2021

APROVADO POR:	
---------------	--

DATA:



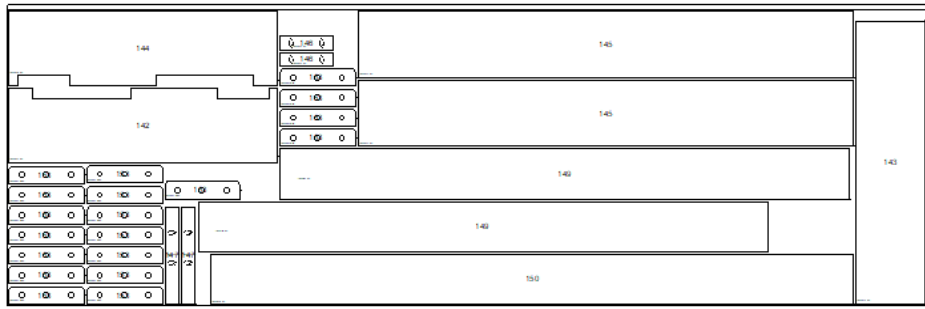
Planeamento de Produção
Máquinas

Máquina Corte:	
Data Planeada:	
Responsável:	

POSTO 1			POSTO 2			POSTO 3			POSTO 4			POSTO 5		
obra	ref	qtd	obra	ref	qtd	obra	ref	qtd	obra	ref	qtd	obra	ref	qtd
MECNICENTRO A.			RUI RAMOS A.			MÁRIO VARALONGA			PPS					
obra	ref	qtd	obra	ref	qtd	obra	ref	qtd	obra	ref	qtd			

Anexo 4 Ordem de Trabalho diária para cada máquina de corte

	Ref	08S			Quantidade 1	
	Trabalho	OB 2635.02-JOBB001132001132				
	CNC	2823	6000	x 2000	x 30	13/05/2021
	Dado de utilizador 3					11:14:43.00



Máquina	Vernet Behringer MAG B CD	Peso	2826 kg
Material	S275JR	X	5993
Tempo total	00:54:49.00	Y	1965
Dado de utilizador 1		Aproveitamento (%)	85.434
Dado de utilizador 2		Retalho (%)	88.088 96.987

#	Referência	Chapa	Total	Faltam	Peso	Dimensões
147	DEPA114_X2	2	2	0	12.912	640 x 90
142	DEPA110_X1	1	1	0	187.484	1750 x 493
144	DEPA119_X1	1	1	0	187.484	1750 x 493
150	DEPA109_X2	1	2	0	325.47	4188 x 330
149	DEPA95_X2	2	2	0	288.556	3713 x 330
148	DEPA115_X2	2	2	0	6.554	340 x 90
145	DEPA125_X2	2	2	0	334.174	3225 x 440
143	DEPA121_X1	1	1	0	196.495	1875 x 445
153	DEPA283_X64	19	68	0	12.265	489.93 x 115

Anexo 5 Exemplo de CNC - Lantek

Designação do perfil	Area	Tempo (s)	Tempo peça (s)	HD900	Tempo (s)	Tempo peça (s)	FICEP	Tempo (s)	Tempo peça (s)	HB500
UPN80	11	40,16	80,32	00:01:20	19,31	38,62	00:00:38	49,35	98,70	00:01:38
UPN100	13,5	49,28	98,55	00:01:38	23,70	47,40	00:00:47	59,96	119,92	00:01:59
UPN120	17	62,03	124,07	00:02:04	29,84	59,69	00:00:59	74,46	148,93	00:02:28
UPN140	20,4	74,42	148,85	00:02:28	35,81	71,63	00:01:11	88,17	176,35	00:02:56
UPN160	24	87,53	175,07	00:02:55	42,14	84,27	00:01:24	102,30	204,60	00:03:24
UPN180	28	102,09	204,19	00:03:24	49,16	98,32	00:01:38	117,55	235,10	00:03:55
UPN200	32,2	117,37	234,74	00:03:54	56,54	113,08	00:01:53	133,07	266,14	00:04:26
UPN220	37,4	136,27	272,55	00:04:32	65,68	131,35	00:02:11	151,63	303,25	00:05:03
UPN240	42,3	154,07	308,15	00:05:08	74,29	148,57	00:02:28	168,48	336,96	00:05:36
UPN260	48,3	175,85	351,70	00:05:51	84,83	169,66	00:02:49	188,33	376,65	00:06:16
UPN280	53,3	193,98	387,97	00:06:27	93,62	187,24	00:03:07	204,24	408,48	00:06:48
UPN300	58,8	213,91	427,83	00:07:07	103,29	206,58	00:03:26	221,12	442,24	00:07:22
UPN320	75,8	275,42	550,84	00:09:10	133,19	266,38	00:04:26	269,54	539,08	00:08:59
UPN350	77,3	280,84	561,68	00:09:21	135,83	271,65	00:04:31	273,56	547,12	00:09:07
UPN380	80,4	292,04	584,07	00:09:44	141,28	282,56	00:04:42	281,75	563,50	00:09:23
UPN400	91,5	332,09	664,17	00:11:04	160,82	321,63	00:05:21	309,80	619,60	00:10:19
UPE80	11	40,16	80,32	00:01:20	19,31	38,62	00:00:38	49,35	98,70	00:01:38
UPE100	13,5	49,28	98,55	00:01:38	23,70	47,40	00:00:47	59,96	119,92	00:01:59
UPE120	17	62,03	124,07	00:02:04	29,84	59,69	00:00:59	74,46	148,93	00:02:28
UPE140	20,4	74,42	148,85	00:02:28	35,81	71,63	00:01:11	88,17	176,35	00:02:56
UPE160	24	87,53	175,07	00:02:55	42,14	84,27	00:01:24	102,30	204,60	00:03:24
UPE180	28	102,09	204,19	00:03:24	49,16	98,32	00:01:38	117,55	235,10	00:03:55
UPE200	32,2	117,37	234,74	00:03:54	56,54	113,08	00:01:53	133,07	266,14	00:04:26
UPE220	37,4	136,27	272,55	00:04:32	65,68	131,35	00:02:11	151,63	303,25	00:05:03
UPE240	42,3	154,07	308,15	00:05:08	74,29	148,57	00:02:28	168,48	336,96	00:05:36
UPE270	53,3	193,98	387,97	00:06:27	93,62	187,24	00:03:07	204,24	408,48	00:06:48
UPE300	58,8	213,91	427,83	00:07:07	103,29	206,58	00:03:26	221,12	442,24	00:07:22
UPE330	75,8	275,42	550,84	00:09:10	133,19	266,38	00:04:26	269,54	539,08	00:08:59

Tubo Rectangular 250X150X12	88,79	322,32	644,63	00:10:44	156,05	312,09	00:05:12	303,13	606,26	00:10:06
Tubo Rectangular 250X150X14	102,1	370,27	740,55	00:12:20	179,48	358,95	00:05:58	334,87	669,75	00:11:09
Tubo Rectangular 260X180X5	42,73	155,63	311,27	00:05:11	75,04	150,08	00:02:30	169,93	339,86	00:05:39
Tubo Rectangular 260X180X6	50,97	185,53	371,07	00:06:11	89,52	179,05	00:02:59	196,89	393,78	00:06:33
Tubo Rectangular 260X180X8	67,15	244,14	488,29	00:08:08	117,97	235,95	00:03:55	245,58	491,16	00:08:11
Tubo Rectangular 260X180X10	82,93	301,17	602,34	00:10:02	145,73	291,47	00:04:51	288,31	576,63	00:09:36
Tubo Rectangular 260X180X12	98,29	356,55	713,11	00:11:53	172,77	345,53	00:05:45	326,05	652,09	00:10:52
Tubo Rectangular 260X180X14	113,3	410,56	821,12	00:13:41	199,20	398,40	00:06:38	359,72	719,43	00:11:59
Tubo Rectangular 300X100X5	38,73	141,11	282,21	00:04:42	68,01	136,03	00:02:16	156,26	312,52	00:05:12
Tubo Rectangular 300X100X6	46,17	168,12	336,24	00:05:36	81,09	162,18	00:02:42	181,38	362,75	00:06:02
Tubo Rectangular 300X100X8	60,75	220,98	441,95	00:07:21	106,72	213,44	00:03:33	226,95	453,91	00:07:33
Tubo Rectangular 300X100X10	74,93	272,28	544,55	00:09:04	131,66	263,32	00:04:23	267,19	534,38	00:08:54
Tubo Rectangular 300X100X12	88,69	321,95	643,91	00:10:43	155,87	311,74	00:05:11	302,88	605,76	00:10:05
Tubo Rectangular 300X150X5	43,73	159,26	318,53	00:05:18	76,80	153,60	00:02:33	173,29	346,57	00:05:46
Tubo Rectangular 300X150X6	52,17	189,89	379,77	00:06:19	91,63	183,27	00:03:03	200,69	401,38	00:06:41
Tubo Rectangular 300X150X8	68,75	249,93	499,86	00:08:19	120,79	241,58	00:04:01	250,11	500,23	00:08:20
Tubo Rectangular 300X150X10	84,93	308,39	616,78	00:10:16	149,25	298,51	00:04:58	293,43	586,86	00:09:46
Tubo Rectangular 300X150X12	100,7	365,23	730,47	00:12:10	177,01	354,02	00:05:54	331,65	663,31	00:11:03
Tubo Rectangular 300X200X8	76,75	278,85	557,71	00:09:17	134,86	269,72	00:04:29	272,09	544,18	00:09:04
Tubo Rectangular 300X200X10	94,93	344,45	688,90	00:11:28	166,85	333,70	00:05:33	318,09	636,18	00:10:36
Tubo Rectangular 300X200X12	112,7	408,40	816,80	00:13:36	198,14	396,28	00:06:36	358,43	716,85	00:11:56
Tubo Rectangular 300X200X14	130,1	470,86	941,72	00:15:41	228,80	457,59	00:07:37	394,13	788,27	00:13:08
Tubo Rectangular 350X150X6	58,17	211,63	423,26	00:07:03	102,18	204,36	00:03:24	219,22	438,43	00:07:18
Tubo Rectangular 350X150X8	76,75	278,85	557,71	00:09:17	134,86	269,72	00:04:29	272,09	544,18	00:09:04
Tubo Rectangular 350X150X10	94,93	344,45	688,90	00:11:28	166,85	333,70	00:05:33	318,09	636,18	00:10:36
Tubo Rectangular 350X150X12	112,7	408,40	816,80	00:13:36	198,14	396,28	00:06:36	358,43	716,85	00:11:56
Tubo Rectangular 350X150X14	130,1	470,86	941,72	00:15:41	228,80	457,59	00:07:37	394,13	788,27	00:13:08
Tubo Rectangular 350X250X6	70,17	255,07	510,14	00:08:30	123,29	246,57	00:04:06	254,10	508,20	00:08:28
Tubo Rectangular 350X250X8	92,75	336,59	673,19	00:11:13	163,02	326,03	00:05:26	312,84	625,69	00:10:25
Tubo Rectangular 350X250X10	114,9	416,31	832,61	00:13:52	202,02	404,03	00:06:44	363,14	726,27	00:12:06
Tubo Rectangular 350X250X12	136,7	494,51	989,02	00:16:29	240,43	480,86	00:08:00	406,81	813,62	00:13:33

Anexo 6 Tempos de corte para as máquinas de perfis



Questionário de Avaliação do Projeto Desenvolvido

O questionário que se segue tem como objetivo avaliar o projeto desenvolvido. Para tal, este tem como destino dois grupos: a chefias intermédias e os colaboradores do chão de fábrica, uma vez que ambos usufruiriam diretamente dos possíveis resultados obtidos.

Por favor, analise as questões seguintes, assinalando com uma cruz uma das respostas sugeridas, e respondendo às perguntas de resposta aberta.

1. Tem conhecimento do desenvolvimento de um projeto na empresa de apoio ao planeamento da produção?

☐ Sim

☐ Não

2. Se sim, recebeu algum tipo de formação para trabalhar nesse sentido?

☐ Sim

☐ Não

3. Acha que as alterações envolvidas no projeto eram de facto necessárias e iria ser uma mais-valia na otimização do processo?

☐ Sim

☐ Não

4. Pensa que os possíveis resultados obtidos tinham potencial, ou ainda era necessário otimizar este processo?

☐ Sim

☐ Não

5. Se sim, como?

6. Que motivos/inconvenientes considera relevantes a apontar para justificar a não implementação do projeto desenvolvido.

Muito obrigada pela colaboração!



Questionário de Avaliação do Projeto Desenvolvido

O questionário que se segue tem como objetivo avaliar o projeto desenvolvido. Para tal, este tem como destino dois grupos: a chefias intermédias e os colaboradores do chão de fábrica, uma vez que ambos usufruiriam diretamente dos possíveis resultados obtidos.

Por favor, analise as questões seguintes, assinalando com uma cruz uma das respostas sugeridas, e respondendo às perguntas de resposta aberta.

1. Acha que o departamento de produção já possui meios suficientes para colaborar ativamente com o planeamento da produção?

☐ Sim

☐ Não

2. Tem conhecimento do desenvolvimento de um projeto na empresa de apoio ao processo de planeamento da produção?

☐ Sim

☐ Não

3. Acha que as alterações envolvidas no projeto eram de facto necessárias e iria ser uma mais-valia na otimização do processo?

☐ Sim

☐ Não

4. Pensa que os possíveis resultados obtidos tinham potencial, ou ainda era necessário otimizar este processo?

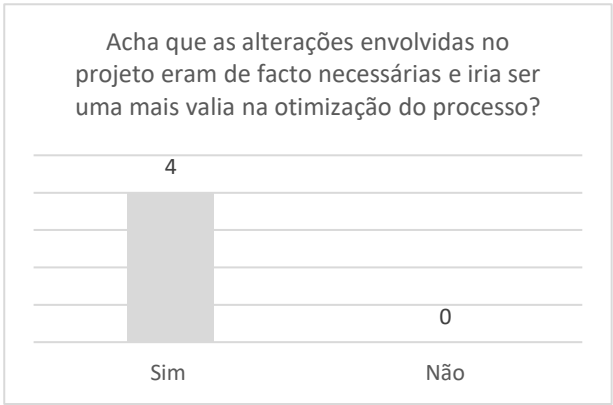
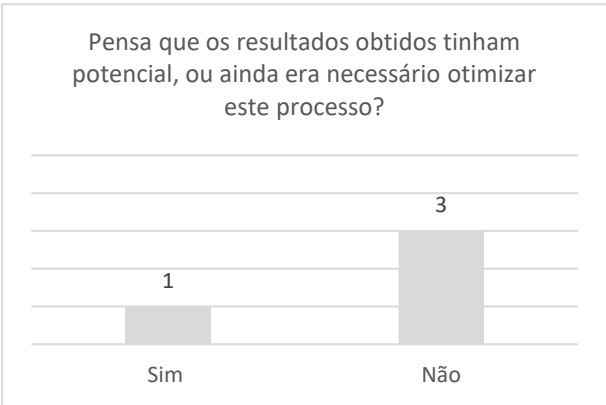
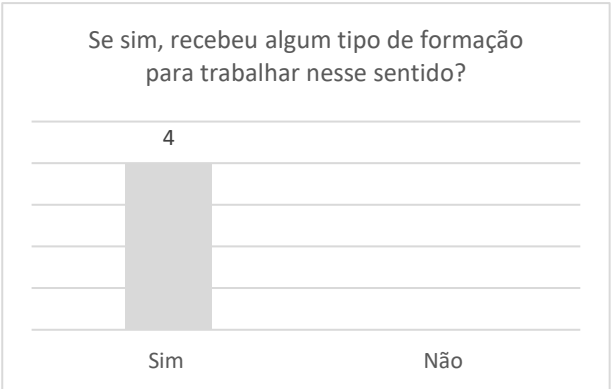
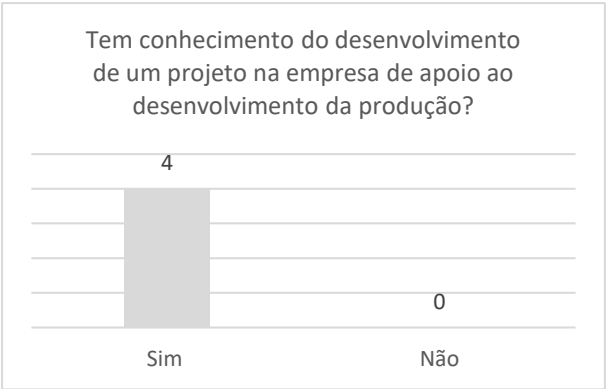
☐ Sim

☐ Não

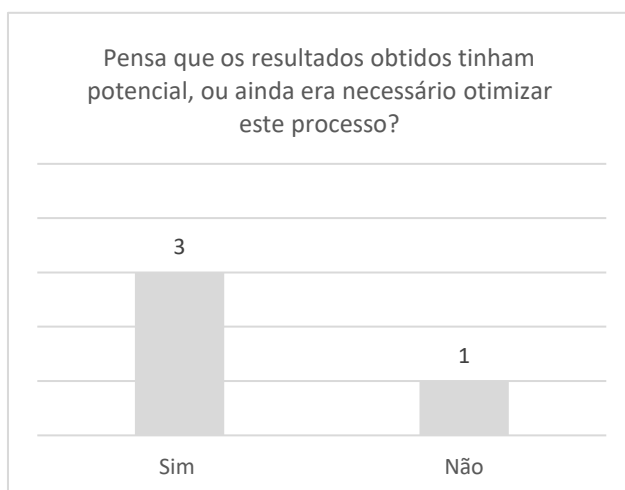
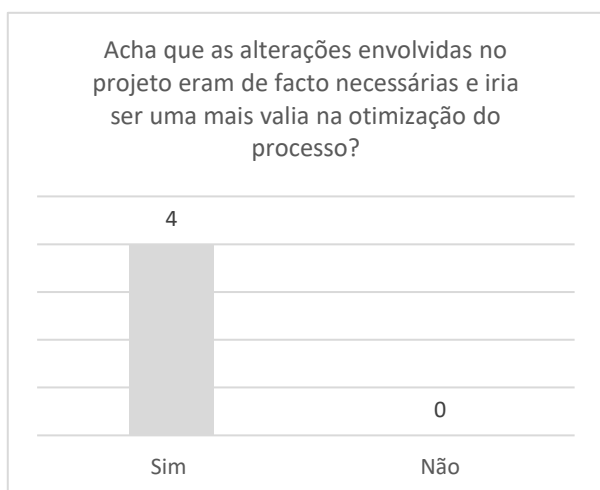
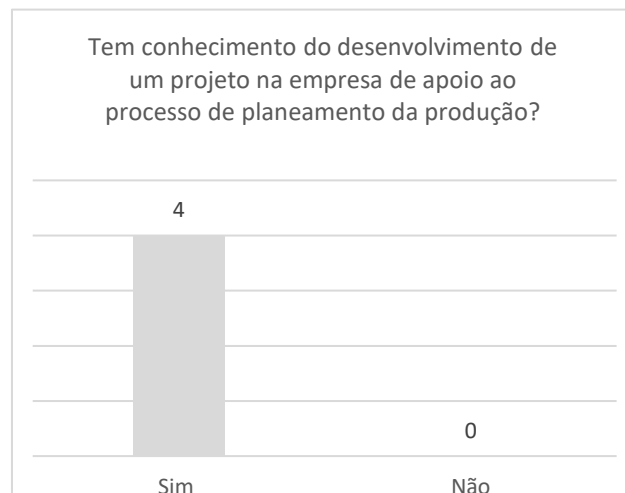
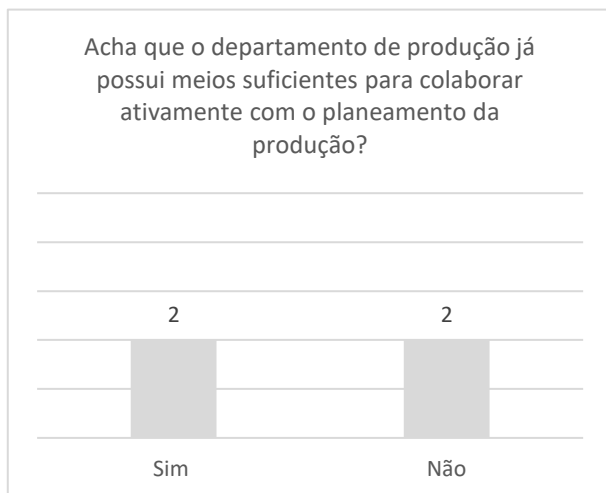
5. Se sim, como?

6. Que motivos/inconvenientes considera relevantes a apontar para justificar a não implementação do projeto desenvolvido.

Anexo 8 Questionário de Avaliação do Projeto (chefias intermédias)



Anexo 9 Resultados do Questionário de Avaliação do Projeto (colaboradores chão de fábrica)



Anexo 10 Resultados do Questionário de Avaliação do Projeto (chefias intermédias)