



Estudo de Processos Produtivos e Tempos Padrão de Produção

CARLA SOFIA PEREIRA DIAS

novembro de 2020

Estudo de Processos Produtivos e Tempos Padrão de Produção

Carla Sofia Pereira Dias



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Sistemas e Planeamento Industrial

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2020

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Unidade Curricular de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Candidato: Carla Sofia Pereira Dias, N°1150378, 1150378@isep.ipp.pt

Orientação científica: Engº Manuel Silva, mss@isep.ipp.pt

Empresa: NEFAB RA Podutos De Embalagem SA

Supervisão: Nuno Carvalho, nuno.carvalho@nefab.com



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Área de Especialização de Sistemas e Planeamento Industrial

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

25 de Novembro de 2020

Agradecimentos

A realização desta dissertação de mestrado contou com importantes apoios e incentivos sem os quais não se teria tornado uma realidade e aos quais estarei profundamente grata. Desse modo, expresso algumas palavras de apreço.

Em primeiro lugar, quero agradecer à NEFAB RA pela oportunidade dada para realizar este projeto, contribuindo para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. Agradecer ao Nuno Carvalho por toda a disponibilidade, orientação, conhecimento e compreensão ao longo de todo o estágio. Agradeço ainda a todos os meus colegas pelo companheirismo e interajuda. A todos os colaboradores de fábrica, gostaria de agradecer pela paciência e pelo auxílio prestado, tanto no estudo como na implementação.

Agradecer ao orientador desta dissertação, o Engenheiro Manuel Silva por ter acreditado em mim, pela orientação prestada, pela sua clareza e rigor, disponibilidade, conhecimento partilhado e apoio que sempre demonstrou na elaboração da dissertação. Aqui exprimo a minha gratidão.

Aos meus amigos, Cláudia Gonçalves, Diogo Laroca e Diogo João, um agradecimento especial, pelo companheirismo, força, apoio em todos os momentos e por todas as aventuras.

Ao Filipe, obrigada pelo apoio incondicional, por me ter feito sempre sentir capaz de superar qualquer adversidade, pela paciência e por toda a ajuda na realização desta dissertação.

Agradeço especialmente aos meus pais, por todo o apoio e incentivos em todas as fases da minha vida, por toda a confiança depositada e principalmente por serem os principais culpados por proporcionarem o meu sucesso. Aos meus restantes familiares agradeço pela compreensão, suporte, apoio e carinho demonstrado.

Resumo

No âmbito da realização da dissertação em ambiente empresarial, no ramo de Sistemas e Planeamento Industrial do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores do Instituto Superior de Engenharia do Porto, foi proposto realizar um projeto na empresa NEFAB RA Produtos de Embalagem SA.

O principal objetivo baseou-se no estudo dos tempos padrão de vários produtos utilizados na empresa, esse estudo de tempos teve como principais finalidades, determinar a quantidade de mão de obra, ou seja, a carga de trabalho de cada máquina e de cada operador, assim como, determinar os padrões de custo fornecendo a base de tempo para calcular os custos de cada operação.

Na presente dissertação, encontra-se o estudo dos tempos, de forma a calcular capacidades. Nesse estudo utilizou-se o método de cronometragem, de forma a determinar o tempo padrão das atividades. Foram detetadas algumas oportunidades de melhoria, que poderiam levar a um ganho esperado e calculado. Os resultados demonstram a definição do tempo padrão para cada um dos processos variando consoante o tipo de matéria prima utilizada, agregada em famílias e subfamílias, determinação da capacidade produtiva e sugestões para a melhoria do processo produtivo. Teve-se em consideração o processo de validação estatística dos dados para um nível de confiança de 95% e um erro com variação de 10%. O tempo padrão para as atividades foi calculado tendo em conta todos os fatores de ritmo e correções necessárias.

Com base nas análises realizadas ao longo do projeto, verificou-se que em todas as fases de um processo de fabrico há possíveis melhorias a aplicar, que aumentam efectivamente a rentabilidade dos operadores. Uma destas melhorias é, precisamente, a alteração do espaço de trabalho de alguns equipamentos que promove e simplifica pequenas tarefas dos trabalhadores. As medições registadas comprovam que a supervisão é um elemento fundamental para aumentar o *output* colaboradores nas respectivas máquinas.

Palavras-Chave: cronometragem, tempo padrão, tempos de ciclo.

Abstract

As part of the dissertation on business environment, on Systems and Industrial Planning degree of Master in Electrical and Computer Engineering of ISEP, it was proposed to carry out a project in the company NEFAB RA Produtos de Embalagem SA.

The study of times has as main purposes, to determine the amount of labor needed on the production - meaning the workload of each machine and each operator, as well as, to determine the cost patterns providing the time basis to calculate the costs of each operation.

In this dissertation, can be found a study of the times, in order to calculate capacities. The timing method was used in order to determine the standard time of the activities. Some improvement opportunities were detected, which would lead to an expected and calculated gain. The results show the definition of the standard time for each of the processes according to the type of raw material used, diagnosis of productive capacity and suggestions for improvement of the productive process. It was used the statistical data validation method for a confidence level of 95 and an error with variation of 10%. The standard time for the activities was calculated taking into account all the necessary workflows and needed corrections.

Based on the analyses done during the project, on all stages of a manufacturing process there are possible improvements to be applied, which effectively increase operators' profitability. One of these improvements is the layout optimization of some equipment that promotes and simulates small tasks of the workers. The registered times prove that supervision is a fundamental element to increase the *output* employees in the respective machines.

Keywords: timing, standard time, foams, PP, cycle times

Índice

Agradecimentos	v
Índice	i
Índice de Figuras	v
Acrónimos	ix
1 Introdução	1
1.1 Contextualização	1
1.2 Motivação	2
1.3 Objetivos	2
1.4 Calendarização	2
1.5 Organização do relatório	3
2 NEFAB RA Produtos de Embalagem	5
2.1 Grupo NEFAB	5
2.1.1 Visão, missão e política de qualidade	7
2.2 Estrutura organizacional	8
2.3 Departamento de operações	8
2.3.1 Gestão de produto e fornecedores	9
2.3.2 Logística e compras	9
2.3.3 Gestão de produção	9
3 Fundamentos de estudo do trabalho	11
3.1 Estudo dos métodos	11
3.2 Estudo dos tempos	12
3.3 Medida do trabalho	12
3.3.1 Auto-estimativa	14
3.3.2 Registo de dados históricos	14

3.3.3	Cronometragem	15
3.3.4	Amostragem do trabalho	15
3.3.5	Tempos <i>standard</i>	16
3.3.6	Tempo de movimentos pré-determinados	16
3.4	Fases do estudo de tempos por cronometragem	17
3.5	Dimensão das amostras	18
3.5.1	Ciclos cronometrados	18
3.5.2	Determinar o número de cronometragens	18
3.5.3	Determinar o tempo padrão da operação	18
3.6	Representação abrangente do fluxo dos materiais	19
3.7	Fator de ritmo	20
3.8	Fator de Concessões	21
3.9	Método de trabalho	23
3.9.1	Método para decompor o trabalho em elementos	23
4	Produtos e processos produtivos	27
4.1	Produtos da NEFAB	27
4.2	Descrição dos processos da empresa	27
4.2.1	Corte	28
4.2.1.1	Serra vertical	29
4.2.2	Estampagem	31
4.2.2.1	Balancé	31
4.2.2.2	Prensa	34
4.2.3	Destaque	35
4.2.4	Montagem	37
4.2.4.1	Termosoldadura	37
4.2.4.2	Colagem	38
4.3	Registos das ordens de fabrico	40
5	Descrição da metodologia aplicada	43
5.1	Enquadramento do problema	43
5.2	<i>Template</i> do método de trabalho antigo	45
5.3	Metodologia utilizada para a definição do tempo padrão	45
5.3.1	Definir o método aplicado	45
5.3.2	Levantamento dos tempos	46
5.3.3	Definição do tamanho da amostra	48
5.4	Análise dos tempos padrão por processo produtivo	48
5.4.1	Serra	49
5.4.1.1	PP 200 g	49
5.4.1.2	EPE 23 kg	56
5.4.1.3	EPE 32 kg	58
5.4.1.4	Espuma de Poliuretano (PU) 21 kg	59

5.4.2	Balancé	63
5.4.3	Prensa	66
5.4.4	Destaque	69
5.4.5	Termosoldar	72
5.4.5.1	Espuma 23 kg	72
5.4.5.2	Espuma 32 kg	77
5.4.6	Montagem	78
5.4.7	Colagem	79
5.5	Resultados da análise dos tempos padrão	82
5.6	Melhorias propostas	82
5.6.1	Colocação de um supervisor de produção	82
6	Conclusão	85
6.1	Conclusões	85
6.2	Trabalho futuro	86
	Referências Bibliográficas	87
A	Cálculo dos metros quadrados destacados em cada tipo de material	89

Índice de Figuras

1.1	<i>Gantt chart</i> com o plano de trabalhos de TEDI.	3
2.1	Clientes e indústrias.	6
2.2	Localização da NEFAB no mundo.	6
2.3	Gestão da qualidade da NEFAB.	7
2.4	Organograma da empresa.	8
3.1	Etapas fundamentais do estudo dos tempos.	13
3.2	Notação simbólica detalhada	20
3.3	Sistema <i>Westinghouse</i> para avaliação do ritmo. [1]	21
3.4	Porcentagem de vários elementos a ter em consideração no cálculo das concessões.	22
4.1	Família de materiais.	28
4.2	Ciclo do produto.	29
4.3	Diagrama processo-operação dos processos.	30
4.4	Corte de espuma na serra.	31
4.5	Serra vertical.	32
4.6	Balancé.	33
4.7	Exemplo de cortantes usados no balancé.	33
4.8	Prensa.	34
4.9	Exemplo de cortantes da prensa.	35
4.10	Destaque de espuma.	36
4.11	Pistola de ar quente.	38
4.12	Termosoldadura de EPE com EPE.	39
4.13	Máquina de cola quente.	40
4.14	Exemplo do registo de pesquisa de uma MO.	41
5.1	Tipos de materiais e as respetivas espessuras.	44
5.2	Últimos tempos padrão definidos.	45
5.3	Cabeçalho do método.	46

5.4	Corpo da folha de registo.	46
5.5	Modelo de documento dos registos de serra.	47
5.6	Método de cálculo para determinar o tempo padrão.	49
5.7	Método de colocação da placa na serra.	50
5.8	Esboço de como é efetuado o trabalho na serra - cenário 1.	51
5.9	Fórmula do cálculo de Xi.	52
5.10	Tempo padrão do PP de 200 g em segundos por metro - cenário 1.	52
5.11	Esboço de como é efetuado o trabalho na serra - cenário 2.	53
5.12	Tempo padrão do PP de 200 g em segundos por metro - cenário 2.	53
5.13	Esboço de como é efetuado o trabalho na serra - cenário 3.	54
5.14	Tempo padrão do PP de 200 g em segundos por metro linear - cenário 3.	54
5.15	Últimas ordens de produção de PP 200 g.	55
5.16	Comparação entre os dois cenários.	55
5.17	Tempo padrão de espuma 23 kg em s/m.	56
5.18	Últimas ordens de produção de espuma de 23 kg.	57
5.19	Explicação dos cortes da espuma de 23 kg.	57
5.20	Análise das últimas MO considerando os tempos padrão cronometrados.	58
5.21	Tempo padrão cronometrado da espuma de 32 kg em s/m.	58
5.22	MO da espuma de 32 kg.	59
5.23	Explicação dos cortes das últimas MO da espuma de 32 kg.	59
5.24	Análise das últimas MO em s/m de espuma de 32 kg.	60
5.25	Espuma PU organizada na mesa de apoio antes de levar os outros cortes parciais.	60
5.26	Tempos padrão <i>versus</i> tempo padrão com melhoria aplicada.	61
5.27	MO de espuma PU de 21 kg.	61
5.28	Explicação dos cortes na espuma PU de 21 kg.	62
5.29	Comparação dos dois cenários da espuma PU 21 kg.	62
5.30	Resumo dos tempos padrão dos materiais na serra.	63
5.31	Tempo padrão do balancé - cenário 1.	64
5.32	Tempos padrão do balancé - cenário 2.	65
5.33	Tempos padrão do balancé - cenário 3.	65
5.34	Últimas MO do materiais que passaram pelo balancé.	66
5.35	Comparação dos métodos utilizados.	67
5.36	Colocação da placa na prensa e botões para ativar o funcionamento.	67
5.37	Tipos de placas e quantidades utilizadas antes e atualmente.	68
5.38	Tempos em segundo por pancada de vários materiais.	68
5.39	Método de trabalho utilizado na prensa.	69
5.40	Método sugerido para a prensa.	69
5.41	Comparação das últimas MO com os tempos padrão cronometrados.	70
5.42	Método de destaque de espuma.	71
5.43	Tempo padrão do destaque de EPE de 23 kg.	71

5.44	Tempo padrão do destaque de EPE de 32 kg.	72
5.45	Tempo padrão do destaque de PP 250 g e PP 450 g.	72
5.46	Tempo padrão do destaque de PP com tyvek.	73
5.47	Fórmula de cálculo do destaque.	73
5.48	MO de destaque dos vários materiais.	74
5.49	Comparação dos tempos padrão cronometrados com últimas MO de EPE.	74
5.50	Comparação dos tempos padrão cronometrados com últimas MO de PP.	75
5.51	Exemplos de produtos a serem termosoldados.	75
5.52	Imagem do projeto com o primeiro utensílio utilizado para o processo.	76
5.53	Gabari com aplicação numa peça.	76
5.54	Tempos padrão em s/m da EPE de 23 kg.	77
5.55	Peça em EPE 23 kg.	77
5.56	Diagrama mão direta - mão esquerda.	78
5.57	Comparação de MO de termosoldadura de EPE 23 kg.	79
5.58	Tempo padrão em s/m de EPE de 32 kg.	79
5.59	Comparação dos tempos padrão cronometrados com as MO de EPE de 32 kg.	80
5.60	Passos da montagem do projeto em PP com tyvek e respectivos tempos padrão.	80
5.61	Comparação das últimas MO com os tempos cronometrados do PP com tyvek.	81
5.62	Explicação do processo de colagem e os respectivos tempos padrão.	81
5.63	Análise das últimas MO com os tempos cronometrados.	81
5.64	Resultados dos tempos padrão de cada MP em cada processo.	82
A.1	Processo de cálculo da área de EPE 23 kg.	89
A.2	Processo de cálculo da área de EPE 32 kg.	90
A.3	Processo de cálculo da área de PP.	90
A.4	Processo de cálculo da área de PP com tyvek.	91

Acrónimos

Acrónimo	Descrição	Página
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto	1
NEC	NEFAB <i>Engeneering Center</i>	8
MP	Matéria Prima	9
MO	<i>Manufacturing Order</i>	28
PP	Polipropileno	27
EPE	<i>Expanded Polyethylene</i> (Espuma de Polietileno)	27
FT	Ficha Técnica	30
PU	Espuma de Poliuretano	59

Capítulo 1

Introdução

Este documento tem como principal objetivo a descrição do trabalho realizado durante o estágio na NEFAB. Neste primeiro capítulo está presente a contextualização deste projeto, bem como os objetivos propostos na empresa e o calendário definido. Serão ainda apresentados os vários capítulos do presente relatório.

1.1 Contextualização

Esta dissertação está inserida no Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores - Sistemas e Planeamento Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), e enquadra-se no âmbito da Unidade Curricular Tese /Dissertação. O tema proposto “Estudo de processos produtivos e tempos padrão de produção” insere-se num projeto desenvolvido na empresa NEFAB RA - Produtos De Embalagem SA.

A NEFAB foi a empresa onde este projeto foi desenvolvido. Face à crescente necessidade de implementação de tempos padrão para o desenvolvimento dos orçamentos que englobam atividades de produção. Era urgente efetuar um estudo que definisse as melhores práticas e os tempos-padrão dos processos, bem como implementar possíveis melhorias que aumentem o seu rendimento.

Este estudo é fundamental para a empresa, uma vez que a investigação destes processos possibilita a análise de elementos, como a capacidade produtiva, definição da mão-de-obra necessária e custos para projetos.

Um processo do qual se desconhece o tempo padrão associado pode tornar-se num problema para a equipa de *Pricing*, dado que não consegue prever qual o tempo de produção necessário para cada material. Os cálculos são efetivamente importantes, na medida em que permitem definir quais os tempos *standard* para

os vários processos e, deste modo concluir se o *output* de produção está ou não acima do expectável.

Face à proposta da empresa, este relatório enumera quais os tempos padrão, as ineficiências e pontos de melhoria que se podem vir a implementar ao nível produtivo.

1.2 Motivação

Ao incorporar a equipa de operações no desenvolvimento de orçamentos para clientes sentiu-se maior dificuldade na atribuição de tempos para os processos produtivos utilizados em cada projeto. A motivação deste trabalho deveu-se à necessidade de definir tempos padrão de produção consoante as diferentes matérias primas que necessitam de transformação. Desta forma, tornar-se-ia possível a avaliação consistente da *performance* dos equipamentos e operadores, que ao dia de hoje é muito pouco rigorosa (ficheiro base de requisitos desatualizado). A necessidade de redução de custos de produção e melhorias no *layout* dos espaços produtivos surgiu como uma oportunidade para a realização da dissertação sobre este tema.

1.3 Objetivos

As atividades desenvolvidas nesta dissertação de mestrado tiveram como base os seguintes objetivos:

- compreender o processo de produção das máquinas e equipamentos aplicados na fabricação dos materiais;
- identificar as várias operações de produção existentes;
- mapear o processo produtivo atual e identificar as operações que são desenvolvidas em cada posto de trabalho da linha de produção;
- definir claramente os tempos padrão das diferentes tarefas dada a natureza do tipo de produto final, matérias primas utilizadas e dimensões do produto;
- estudar a possível necessidade de alteração de *layout* e processos produtivos.

1.4 Calendarização

O trabalho foi subdividido em tarefas de curta e média duração.

O estágio no departamento de operações teve início no dia 9 de Março de 2020, com uma formação interna de acolhimento de cerca de 1 semana. As

Capítulo 2

NEFAB RA Produtos de Embalagem

Este capítulo apresenta a empresa onde foi desenvolvido o projeto de estágio, tendo sido abordados os seguintes tópicos: descrição do percurso da NEFAB, assim como identificação da missão e dos valores e estrutura organizacional da empresa.

2.1 Grupo NEFAB

A NEFAB, *Nordgrens Emballagefabrik*, é uma empresa sueca fundada em 1949 por quatro irmãos da família Nordgren. A sua atividade inicial focou na área construção de embalagem em soluções de madeira.

Ao longo dos anos transformou-se numa empresa global de soluções de embalagem com presença em todos os principais países industriais. Mais tarde, a *Wallenberg Foundation*, decidiu investir na NEFAB e ficou com 50% do seu capital.

A empresa fornece soluções de embalagem na Europa, América e Ásia a companhias multinacionais, bem como a empresas locais dos países onde se encontra [2]. Aproximadamente 50% das vendas da NEFAB advêm de clientes globais que precisam de um fornecedor que possa coordenar as suas necessidades de embalagem em vários continentes.

O Grupo é um fornecedor líder de soluções de embalagem dentro dos segmentos das telecomunicações, energia, indústria automóvel, saúde e aeroespacial, Figura 2.1.

Conta neste momento com fábricas em 34 países, 200 engenheiros de desenvolvimento de embalagem e cerca de 3000 funcionários Figura 2.2.

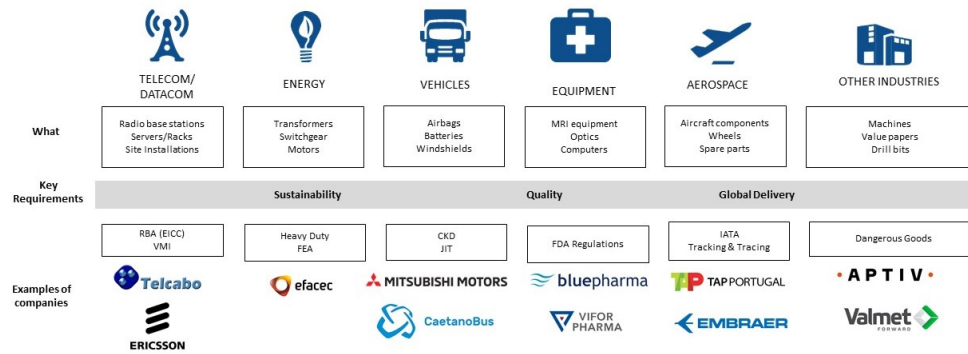


Figura 2.1: Clientes e indústrias.



Figura 2.2: Localização da NEFAB no mundo.

Tal como descrito anteriormente, o grupo NEFAB é um fabricante de embalagens industriais, especializado em soluções completas de embalagem que reduzem os custos totais para os seus clientes, ao mesmo tempo que minimizam o seu impacto ambiental. O desenho de soluções através da rede de engenharia e embalagem (*Product Development Centers*) e fornecimento de produtos, incluindo serviços específicos de logística, são as apostas do grupo para se evidenciar no seu segmento.

A NEFAB pretende ser um parceiro de referência para os seus clientes, contribuindo para a otimização dos seus custos de embalagem e logística, assegurando a qualidade dos produtos, a satisfação e fortalecimento de parcerias com os seus clientes Figura 2.3.



Figura 2.3: Gestão da qualidade da NEFAB.

Em Portugal a empresa surge através da aquisição por parte do grupo NEFAB de uma organização local que era o seu representante no mercado português, a Embalagens RA, dando assim lugar à designação em Portugal de NEFAB RA.

2.1.1 Visão, missão e política de qualidade

A empresa tem como objetivo ser o parceiro para soluções completas de embalagens, no mercado português. Fornece soluções de embalagem para clientes locais, de forma a oferecer produtos, serviços e consultoria que forneçam ao cliente soluções personalizadas, com redução de custos.

A embalagem deve garantir que os seus produtos cheguem em boas condições ao cliente com o mínimo custo possível. O conceito de análise total de custos deve basear-se em custos de logística, de transporte e embalagem.

A NEFAB, estabelece a sua política nos seguintes princípios:

- satisfação da necessidade dos clientes;
- valorização dos recursos humanos e melhoria contínua das condições de trabalho;
- atendimento das expectativas dos seus acionistas;
- melhoria contínua de processos e produtos;
- respeito pelo meio ambiente e harmonização de soluções que causam um menor impacto ecológico;

- valorização do trabalho com os seus parceiros e entidades externas.

2.2 Estrutura organizacional

A Figura 2.4 explica a hierarquia existente na empresa. As principais decisões e responsabilidades passam pela Diretora Geral, que subdivide responsabilidades pelo Diretor de Operações, o Diretor Comercial e Diretor de Administração financeira.

Para finalizar existe ainda um departamento de desenvolvimento, NEFAB *Engineering Center* (NEC), que desenvolve a embalagem para os produtos dos clientes, definindo materiais, densidades e dimensões, com vista a otimizar a solução e atingir uma redução global nos custos de transporte. Este centro de engenharia não só desenvolve projetos para a NEFAB Portugal, como também dá suporte a outras unidades do grupo (Áustria, Espanha, Hungria, Polónia, etc).

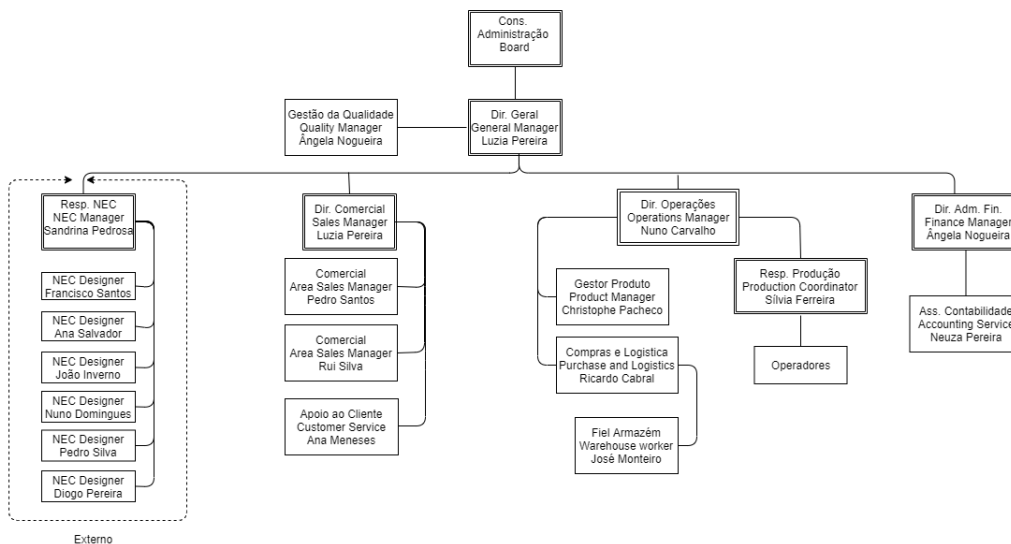


Figura 2.4: Organograma da empresa.

2.3 Departamento de operações

O departamento de operações agrega diferentes áreas de trabalho, das quais gestão de produto e fornecedores, logística e compras e gestão de produção.

Todas estas áreas estão inseridas neste departamento devido à necessidade de troca de informação entre elas.

2.3.1 Gestão de produto e fornecedores

Esta área é responsável pela gestão dos catálogos de produtos da empresa e por todas as componentes que envolvem a gestão de fornecedores. Na componente de gestão de produto é necessário avaliar a rentabilidade dos diferentes produtos, definir stocks mínimos e máximos de acordo com a rotação/vendas dos mesmos, avaliar custo de produção e sugerir preços de venda.

No que toca a gestão de fornecedores, esta é a disciplina responsável por acompanhar o preço das matérias-primas (MP) nos mercados, negociar com fornecedores, definir especificações e critérios de qualidade das MP e/ou produtos junto dos fornecedores, negociar os devidos prazos de pagamento, acompanhar e avaliar o desempenho dos fornecedores.

2.3.2 Logística e compras

Compras: O responsável de compras tem como função gerir o plano de compras com vista a otimizar rotação de stock. Quando analisadas as necessidades existentes tem de executar ordens de compra junto dos fornecedores, assim como, negociar os seus prazos de entrega.

Logística: A Logística é responsável por contratar transportes para recolha de MP no fornecedor (se necessário - acordos *Ex Works* com fornecedores), fazer a gestão do armazém, receção e controlo de qualidade de matérias primas, e juntamente com o responsável de armazém fazer a preparação e disponibilização de MP de acordo com plano de produção.

Após término das produções, o responsável de logística é encarregado pela gestão e organização de produto acabado, cria a emissão de documentação para transporte (guias e faturas) e gere as rotas de entrega a clientes no transporte da empresa, assim como a contratação de transportes para entrega aos clientes.

2.3.3 Gestão de produção

O responsável pela produção fica incumbido do planeamento de produção de acordo com pedidos de cliente e disponibilidade de MP, efetuando o controlo das ordens de produção (desvios), assim como o controlo de qualidade e, caso necessário, execução manutenções preditivas e preventivas.

Tem como função também a análise de eficiências de produção, de taxas de ocupação de produção, custos de produção e ainda, elaboração de *reports* relativos ao gasto de MP. Quando recebe as MOs dos colaboradores é responsável por lançar essa informação no sistema.

Em suma, o departamento de operações tem como função a organização, padronização e sistematização do processo, levando a empresa a produzir com maior qualidade, segurança, rapidez, facilidade, correção e menor custo.

Capítulo 3

Fundamentos de estudo do trabalho

Neste capítulo são abordados os conceitos relativos às técnicas utilizadas ao longo do projeto, de modo a demonstrar o estado das definições actuais. Estes foram agrupados por sub capítulos de modo a que o conceito não fuja à sua realidade.

Num mercado cada vez mais competitivo, as organizações têm vindo a aplicar um conjunto de metodologias para serem bem sucedidas. Uma delas é a que será utilizada ao longo deste projeto, chama-se estudo do trabalho. Esta metodologia deve a sua origem ao Engenheiro *Frederick Taylor*, que começou a desenvolver este método em 1880 [3]. O Estudo do trabalho disponibiliza um conjunto de recursos de forma a eliminar tarefas desnecessárias, a melhorar os métodos de trabalho e a criar padrões de *performance* para um dado posto de trabalho, departamento ou organização [4].

3.1 Estudo dos métodos

O estudo dos métodos é a base para se efetuar um estudo dos tempos (também designado de medida do trabalho), e consiste na identificação das melhores práticas para se desenvolver um trabalho ou processo específico [5]. Costa e Arezes identificaram os principais objetivos desta técnica [6]:

- melhorar a disposição dos postos de trabalho;
- diminuir o esforço humano necessário para realizar uma dada tarefa reduzindo assim a fadiga inútil;
- aumentar o rendimento das máquinas e da mão-de-obra;

- criar condições de trabalho favoráveis.

De forma a atingir os objetivos acima descritos, Pigage e Tucker especificam quais os pontos a seguir [7]:

- identificar como é que o trabalho está a ser feito;
- questionar cada passo que é executado quanto à sua “razão de ser”;
- eliminar todos os passos que não são completamente justificáveis;
- implementar e padronizar o novo método de trabalho.

As várias técnicas utilizadas para o estudo dos métodos relacionam-se com o tipo de trabalho e objetivo de estudo: gráficos que refletem a sequência de um processo (gráficos de análise de processo, gráfico sequência-executante, entre outros); gráficos utilizando uma escala de tempo (gráfico homem-máquina, entre outros) e, por último, diagramas que indicam movimento (diagrama de mão direita e mão esquerda, entre outros) [1].

Pigage e Tucker indicam a ordem pela qual, normalmente, se elaboram os gráficos: primeiro o gráfico do processo, seguido de um gráfico de movimento e, por último, um gráfico das operações [7].

3.2 Estudo dos tempos

O estudo dos tempos é uma técnica de medida de trabalho, indispensável a qualquer sistema de gestão de produção. O seu domínio é fundamental para responder a questões cruciais para a empresa, permitindo saber qual a capacidade da instalação, qual o custo de transformação do produto, prazos previstos de entrega e as necessidades efetivas. Na realização deste estudo é necessário registar os tempos porém, não esquecendo, fundamentalmente, os fatores circundantes nos quais a tarefa ou processo se realizam. Em termos gerais, o estudo dos tempos é definido por quatro etapas fundamentais que podem ser definidas através da Figura 3.1.

Segundo Barnes [1], o estudo de tempos e movimentos tem como finalidade desenvolver o sistema e o método mais indicado com o menor custo possível, padronizar as atividades, determinar o tempo utilizado pelo trabalhador que opera a um ritmo normal e orientar o trabalhador de acordo com o método definido.

3.3 Medida do trabalho

A medida do trabalho é usada com o intuito de criar tempos-padrão para se executar uma determinada tarefa ou operação. Os tempos-padrão são geralmente

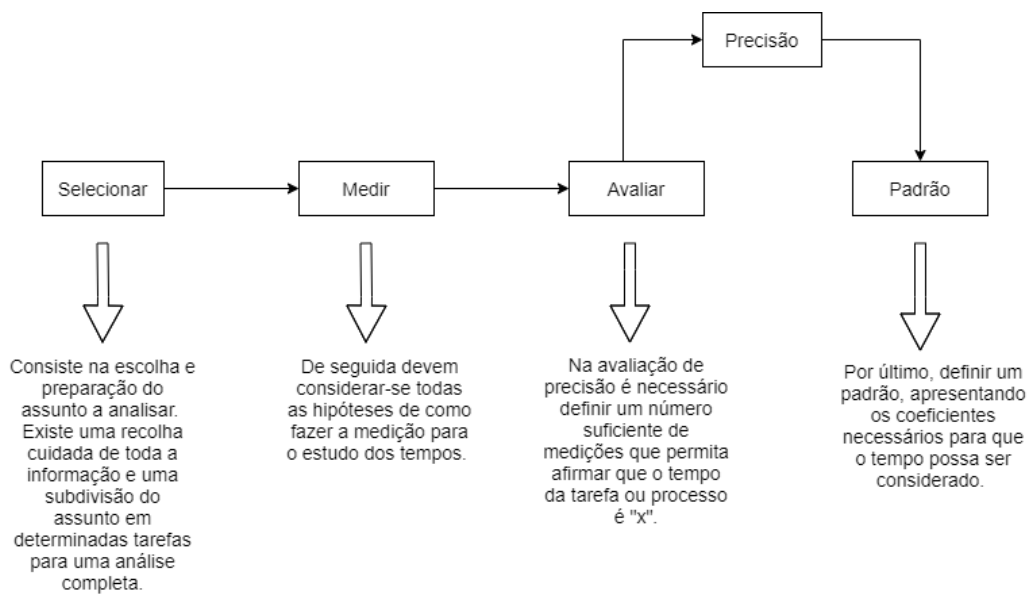


Figura 3.1: Etapas fundamentais do estudo dos tempos.

definidos do seguinte modo [1]: tempo necessário para um trabalhador médio, desempenhando um ritmo de trabalho normal, executar uma determinada tarefa seguindo um método de trabalho específico, admitindo correções de fadiga, necessidades pessoais e atrasos.

Um bom estudo da medida do trabalho possibilita a atribuição do número de colaboradores necessários para diferentes níveis de produção (necessidades de mão-de-obra), bem como uma previsão da produção mais fiável e um planeamento em sintonia com a realidade fabril [8]. O cálculo do tempo-padrão permite determinar necessidades de máquina, bem como comparar o rendimento de equipamentos alternativos, estabelecer objetivos de produção, prémios de produção e equiparar diferentes métodos de trabalho [1].

Existem seis formas diferentes de realizar um estudo dos tempos, dependendo do tipo de trabalho em questão e disponibilidade do analista [9]:

- auto-estimativa;
- registos de dados históricos;
- estudo dos tempos por cronometragem;
- amostragem do trabalho;
- tempos *standard*;
- tempos de movimentos pré-determinados.

3.3.1 Auto-estimativa

Algumas empresas utilizam listas de possíveis atividades e atribuem códigos às mesmas, utilizando uma tabela com duas colunas, uma para registo da hora e dia e outra para especificar as respetivas atividades. Para cada uma das delas, os trabalhadores indicam a hora de início e fim e, posteriormente, os dados são agrupados e analisados.

Características:

- simples;
- necessita de pouca formação para os trabalhadores;
- utilizado nos serviços e atividades de cariz intelectual;
- não considera ineficiências e atrasos que podem ter ocorrido durante o período de recolha dos dados;
- recolha de dados pode interferir com o trabalho normal (trabalhadores efetuam o registo).

3.3.2 Registo de dados históricos

Procede-se à contagem dos valores de produtos de saída de um dado departamento, pessoa ou centro de trabalho ao longo de um período de tempo durante o qual se manteve uma actividade consistente. Posteriormente, já com os dados agrupados deve-se dividir o número de unidades de saída pelo tempo necessário para se produzir esse número de unidades.

Características:

- simples, fácil estimar o tempo padrão;
- pouco preciso, não entra em consideração com o ritmo dos trabalhadores e com as concessões.

Para aumentar a precisão dos padrões determinados pelo registo de dados históricos deve analisar-se, paralelamente, a recolha dos dados e uma amostragem do trabalho, de modo a avaliar o ritmo de trabalho e estimar valores das concessões. De seguida, devem-se ajustar os dados obtidos considerando o ritmo de trabalho e as concessões.

Vantagens

- permite alguma flexibilidade;

- eficaz quando associado a um plano de pagamento de incentivos - efetuar melhorias contínuas com os dados históricos;
- útil para desenvolver estimativas de tempos em trabalhos complicados.

3.3.3 Cronometragem

O estudo de tempos por cronometragem foi originalmente desenvolvido por Taylor, esta é a técnica mais usada para executar a medição do trabalho e diz respeito a tarefas breves e repetitivas.

Passos para obter um estudo de tempos por cronometragem:

1. obter a informação relevante;
2. dividir o trabalho em elementos;
3. cronometrar e registrar os tempos;
4. avaliar o ritmo do operador;
5. considerar as concessões permitidas;
6. calcular o tempo padrão.

Thakre, Jolhe e Gawande alegam dois pontos negativos: as medições têm de ser feitas repetidamente e exaustivamente (para se obter um bom nível de confiança) e a classificação da atividade ser altamente subjetiva [10].

As medições, em vez do usual cronómetro e folha de papel, devem ser tiradas recorrendo a PDA (*Personal digital assistant*) ou *smartphones*, aumentando assim a disponibilidade do analista para observar a atividade em vez de perder tempo a registrar os dados no papel. Outra forma de aumentar a qualidade de trabalho do analista, é utilizando uma câmara de vídeo para registrar o trabalho do colaborador. Deste modo, o analista não necessita de ir ao local para fazer o levantamento dos dados. Contudo, é necessário verificar se o trabalho a ser analisado permite a utilização deste método [11].

3.3.4 Amostragem do trabalho

O estudo de tempo por amostragem permite efetuar, em momentos aleatórios, observações de trabalhadores para avaliar a proporção de tempo que ocupam a exercer diferentes tarefas, para trabalhos sem ciclos repetitivos ou com ciclos muito longos. Permite também avaliar se a percentagem do número de observações de uma dada operação, executada por uma pessoa ou equipamento, se aproxima da percentagem de tempo total despendido nessa atividade. Geralmente para esta análise é necessário um grande número de observações.

3.3.5 Tempos standard

A análise de tempos *standard* é feita apenas se as atividades reunirem elementos comuns. Sendo esses elementos executados em várias tarefas não é necessário medi-los em todos os trabalhos. Cria-se uma base de dados com a duração dos elementos registados para se obter tempos padrão por interpolação.

Na base de dados poderão já estar inseridos valores pré definidos devido ao grande número de operações repetidas, como por exemplo, tempos de furos, soldas, cortes, entre outros. Através do uso contínuo do ficheiro, os dados vão sofrendo ajustes que ajudam a assegurar uma maior precisão dos resultados.

Vantagens

- confiança na utilização dos valores, estes já foram utilizados previamente;
- poupança de custos num estudo de tempos;
- permite a avaliação de novos métodos em novos produtos ou reformulação de métodos já existentes;
- grande número de tempos padrão derivados de um pequeno conjunto de dados *standard*.

3.3.6 Tempo de movimentos pré-determinados

É uma técnica da medida do trabalho que sintetiza os tempos estabelecidos para os movimentos básicos do homem, de forma a calcular o tempo de um certo trabalho com um desempenho *standard*.

Ao efetuar o estudo, subentende-se que todos os trabalhos se reduzem a um conjunto de sete movimentos básicos, alcançar, segurar, mover, rodar, aplicação de pressão, posicionar e desligar.

Para proceder à definição do tempo padrão através de movimentos pré-determinados deve-se:

1. repartir cada elemento do trabalho nos seus movimentos básicos;
2. atribuir um grau de dificuldade a cada movimento básico;
3. determinar os tempos parciais requeridos a partir das tabelas de tempos pré-determinados;
4. somar os tempos parcelares para obter o tempo normal;
5. aplicar um factor de concessões para obter o tempo padrão.

3.4 Fases do estudo de tempos por cronometragem

A cronometragem é o método mais utilizado na indústria para medir o trabalho. Mesmo após o mundo ter sofrido consideráveis modificações desde a época em que F. W. Taylor estruturou a Administração Científica e o Estudo de Tempos Cronometrados, com o objetivo de medir a eficiência individual, essa metodologia continua a ser muito utilizada para que sejam estabelecidos padrões para a produção e para os custos industriais.

Para realizar o estudo de tempos por cronometragem é necessário seguir alguns passos:

1. obter a informação relevante sobre a operação;
2. seleccionar e / ou treinar um, ou vários, trabalhadores que estejam devidamente treinados e usem o método de trabalho correto;
3. informar o(s) trabalhador(es) do que se vai fazer;
4. observar um número suficiente de ciclos para se determinarem quais são os elementos de trabalho necessários;
5. dividir o trabalho em elementos;
6. desenvolver um método para cada elemento;
7. cronometrar e registar o tempo que um trabalhador demora a efectuar uma operação, enquanto ele a executa, tendo em conta que poderá ser um método repetitivo, contínuo ou acumulativo;
8. determinar o número de cronometragens necessárias para se garantir uma determinada precisão;
9. para cada elemento, calcular o tempo médio em vários ciclos;
10. somar os tempos para os diferentes elementos do trabalho;
11. avaliar o ritmo do operador;
12. ajustar o tempo médio observado em função da rapidez / habilidade, ou ritmo de trabalho detectado;
13. determinar as concessões para necessidades pessoais, atrasos inevitáveis e fadiga;
14. calcular o tempo padrão.

3.5 Dimensão das amostras

Deve-se determinar o número de ciclos n , necessários para uma determinada precisão do estudo.

3.5.1 Ciclos cronometrados

Quanto maior for o número de ciclos cronometrados mais exato é o estudo. O número de ciclos a cronometrar aumenta com o grau de exatidão que se pretende para o estudo e com a variabilidade dos tempos observados, ou seja, depois de se terem analisado 10 a 15 ciclos calcula-se número de ciclos a medir. Assumindo que os valores de tempos muito altos ou muito baixos devem ser ignorados uma vez que, possivelmente, representam dados mal cronometrados / registados e assume-se que é aplicável a distribuição normal.

3.5.2 Determinar o número de cronometragens

Sabendo que necessitam de ser analisados alguns ciclos, pode-se usar a equação correspondente que permite efectuar esse cálculo. Todas as expressões foram extraídas de [9]:

$$n = \left(\frac{Z \times \sigma}{A \times \bar{x}} \right)^2 \quad (3.1)$$

em que:

n - número de cronometragens a efectuar;

Z - valor da curva normal determinado para o valor do grau e confiança pretendido;

A - precisão pretendida para o resultado final;

\bar{x} - valor médio das observações já realizadas;

σ - desvio padrão das observações a realizar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n'}}{n' - 1}} \quad (3.2)$$

n' - número de cronometragens já efetuadas;

3.5.3 Determinar o tempo padrão da operação

Para o cálculo do tempo padrão deve-se ter em consideração o tempo de ciclo, o tempo normal e o tempo padrão.

O tempo de ciclo corresponde à média de ciclos cronometrados ao tempo que o operador trabalha, independentemente do ritmo de trabalho.

$$CT = \frac{\sum \text{tempo}}{\text{nciclos}} \quad (3.3)$$

O tempo normal determina-se através do produto do tempo de ciclo pelo fator de ritmo associado.

$$NT = CT \times PR \quad (3.4)$$

Determinar o tempo padrão através das concessões ao tempo normal com uma percentagem desse tempo. (VER)

$$ST = NT \times \%Atotal \quad (3.5)$$

PR – fator de ritmo; % Atotal – fator de concessões;

- Se as concessões forem uma percentagem do tempo total:

$$\%Atotal = \frac{1}{1 - \%Atrabalho} \quad (3.6)$$

- Se as concessões forem uma percentagem do tempo de trabalho:

$$\%Atotal = 1 + \%Atrabalho \quad (3.7)$$

3.6 Representação abrangente do fluxo dos materiais

Um processo (sistema de produção ou sistema operativo) baseia-se num conjunto de entradas (*inputs*) e transforma-as em saídas (*outputs*) de maior valor, utilizando nessa transformação ferramentas (em sentido lato) e estando sujeito a restrições/controlos. O conceito pode respeitar toda uma organização ou partes da organização (por ex. sector de montagem de uma fábrica ou serviço).

As entradas são agrupadas em tipos. Uma classificação corrente divide as entradas em materiais, mão-de-obra, capital, energia e informação. As saídas podem ser bens ou serviços e são também incluídos num (ou vários) dos tipos referidos para as entradas, estando a informação sempre presente. Constituem, em muitos casos, entradas de outros processos a a posteriori.

A transformação é formalizada por operações, controlos, transportes ou fluxos e armazenamentos, quer de bens, quer de informação. Desta forma, um processo não se restringe apenas às operações de fabrico e por isso justifica-se a designação de processo abrangente.

Um método simples de descrever um processo é através do diagrama do processo. A simbologia de representação das diversas actividades facilita e simplifica a compreensão das várias etapas do fluxo do processo. A simbologia mais detalhada aplicada ao processo é aquela que se encontra descrita na Figura 3.2, esses símbolos estão normalizados e não são destinados a escrever nem explicar, mas unicamente a simbolizar.

Actividade Básica	Actividade Específica	Símbolo	Significado
Operação de Transformação		○	Alteração da forma ou outras características do material, obtenção de produto semi-acabado ou produto em via de fabricação.
Transporte ou Manuseamento		⇒	Troca de lugar do material, produto acabado ou produto semi-acabado.
Inspeção ¹	Conferência de materiais	□	Contagem e conferência de materiais ou comparação de produtos de acordo com as suas especificações.
	Inspeção / controlo de qualidade	◇	Teste e inspeção visual de materiais componentes ou produtos por comparação com qualidades standard que permitem avaliar a existência de defeitos nos produtos fabricados.
Retenção	Armazenagem	▽	Acumulação agendada ou programada de materiais, componentes ou produtos.
	Atraso	D	Acumulação não esperada de materiais, componentes ou produtos.
Actividades Combinadas (exemplos)		⊙	Operação com controlo de Qualidade.
		▽	Armazenagem com transporte

Figura 3.2: Notação simbólica detalhada

3.7 Fator de ritmo

A avaliação do ritmo do operador ou a velocidade do mesmo é determinada subjetivamente por quem se encontra a cronometrar. As duas tabelas a seguir têm o objetivo de facilitar a determinação do fator de eficiência a fim de normalizar o tempo médio cronometrado.

A avaliação é feita segundo o sistema de *westinghouse*, a partir de dois fatores [1], Figura 3.3:

- habilidade competência para seguir um método.
- esforço associado a um ritmo constante durante uma operação.

CLASSIFICAÇÃO	HABILIDADE	ESFORÇO
FRACA	Não adaptado ao trabalho, comete erros e seus movimentos são inseguros.	Falta de interesse ao trabalho e utiliza métodos inadequados.
REGULAR	Adaptado relativamente ao trabalho, comete erros e seus movimentos são quase inseguros.	As mesmas tendências, porém com menos intensidade.
NORMAL	Trabalha com exatidão satisfatória e ritmo se mantém razoavelmente constante.	Trabalha com constância e se esforça razoavelmente.
BOA	Tem confiança em si mesmo e ritmo se mantém constante com raras hesitações.	Trabalha com constância e confiança, muito pouco ou nenhum tempo perdido.
EXCELENTE	Precisão nos movimentos, nenhuma hesitação e ausência de erros.	Trabalha com rapidez e com movimentos precisos.
SUPERIOR	Movimentos sempre iguais, mecânicos, comparáveis ao de uma máquina.	Se lança numa marcha impossível de manter. Não serve para estudo de tempos.

VALORES FE			HABILIDADE										
			S		E		B		N	R		F	
			A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E1	E2	F1	F2
ESFORÇO			0,15	0,13	0,11	0,08	0,06	0,03	0,00	-0,05	-0,10	-0,16	-0,22
S	A1	0,13	1,28	1,26	1,24	1,21	1,19	1,16	1,13	1,08	1,03	0,97	0,91
	A2	0,12	1,27	1,25	1,23	1,20	1,18	1,15	1,12	1,07	1,02	0,96	0,90
E	B1	0,10	1,25	1,23	1,21	1,18	1,16	1,13	1,10	1,05	1,00	0,94	0,88
	B2	0,08	1,23	1,21	1,19	1,16	1,14	1,11	1,08	1,03	0,98	0,92	0,86
B	C1	0,05	1,20	1,18	1,16	1,13	1,11	1,08	1,05	1,00	0,95	0,89	0,83
	C2	0,02	1,17	1,15	1,13	1,10	1,08	1,05	1,02	0,97	0,92	0,86	0,80
N	D	0,00	1,15	1,13	1,11	1,08	1,06	1,03	1,00	0,95	0,90	0,84	0,78
R	E1	-0,04	1,11	1,09	1,07	1,04	1,02	0,99	0,96	0,91	0,86	0,80	0,74
	E2	-0,08	1,07	1,05	1,03	1,00	0,98	0,95	0,92	0,87	0,82	0,76	0,70
F	F1	-0,12	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,88	0,83	0,78	0,72	0,66
	F2	-0,17	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,86	0,83	0,78	0,73	0,67	0,61

Figura 3.3: Sistema *Westinghouse* para avaliação do ritmo. [1]

3.8 Fator de Concessões

Não é possível esperar que uma pessoa trabalhe o dia inteiro sem interrupções. Assim, devem ser previstas interrupções no trabalho para que sejam atendidas as necessidades pessoais e para proporcionar um descanso, aliviando os efeitos da fadiga no trabalho.

As tolerâncias para atendimento das necessidades pessoais geralmente correspondem a 9% do dia de trabalho. A fadiga é proveniente não somente do trabalho

realizado mas também das condições ambientais do local de trabalho. Ambientes com excesso de ruído (mais que 80 db), iluminação insuficiente, condições de conforto térmico inadequadas, vibrações, desrespeito à ergonomia nos postos de trabalho, entre outros, geram fadiga.

Segue a Figura 3.4 das percentagens de concessões a adicionar ao tempo de trabalho normal.

PERCENTAGES TO BE ADDED TO THE NORMAL TIME FOR AN ELEMENT TO MAKE ALLOWANCES FOR ITS WORK CONDITIONS		
1. Constant allowances		
(a) Personal allowance	5	(b) Well below
(b) Basic fatigue allowance	4	(c) Quite inadequate
2. Variable allowances		E. Atmospheric conditions (heat and humidity)—variable
A. Standing allowance	2	F. Close attention
B. Abnormal position allowance		(a) Fairly fine work
(a) Slightly awkward	0	(b) Fine or exacting
(b) Awkward (bending)	2	(c) Very fine or exacting
(c) Very awkward (lying, stretching)	7	G. Noise level
C. Use of force or muscular energy (lifting, pulling, pushing)		(a) Continuous
Weight lifted, pounds		(b) Intermittent—loud
5	0	(c) Intermittent—very loud
10	1	(d) High-pitched—loud
15	2	H. Mental strain
20	3	(a) Fairly complex process
25	4	(b) Complex or wide span of attention ..
30	5	(c) Very complex
35	7	I. Monotony
40	9	(a) Low
45	11	(b) Medium
50	13	(c) High
60	17	J. Tediumness
70	22	(a) Rather tedious
D. Bad light		(b) Tedious
(a) Slightly below recommended	0	(c) Very tedious

Figura 3.4: Percentagem de vários elementos a ter em consideração no cálculo das concessões.

Concessão pessoal

Representa o tempo despendido com necessidades fisiológicas 5% e a esse valor acrescentam outros fatores envolventes como as condições ambientais, o tipo de trabalho executado e o estado físico da pessoa. Pode ser estimado por amostragem do trabalho ou por estudo da produção e aplicada para toda a empresa ou por secções.

Concessões técnicas

São condições não controladas pelo operador que resultam em:

- período de paragem técnica: carga e descarga de peça; defeito de ciclo (ajustes); inspeções e limpezas;
- Período de paragem da organização: interrupções; *setup*; manutenção; espera de material; intervalos.

Concessões para fadiga

É o tempo dispendido pelo operador com recuperação do desgaste físico e mental resultante do nível de atividade exercida. A composição do tempo de fadiga é bastante complexa, envolvendo conhecimentos de várias áreas (fisiologia, psicologia, sociologia, biomecânica, etc.), 4%. A estimativa é feita pelo estabelecimento de uma escala de valores representativos de tolerâncias, sendo que o mais comum, atualmente por parte das empresas, é programar períodos de descanso (de manhã e de tarde) Geralmente vai de 5% a 10%. [5]

3.9 Método de trabalho

A avaliação do método de trabalho está interligada ao estudo de tempos, é essa análise que permite identificar se o método estabelecido está a ser executado de forma correta.

Ao explorar cada operação/processo da empresa, pode existir ou não um método de trabalho já desenvolvido. Caso este esteja a ser implementado, o objetivo será melhorá-lo dividindo as operações em elementos, tornando-se mais fácil encontrar movimentos desnecessários, uso de ferramentas inadequadas ou outros defeitos comuns a qualquer tipo de tarefas. Se, pelo contrário, ainda nenhum método estiver implementado, o objetivo é determinar o método mais indicado para a tarefa e iniciar o processo de estudo dos tempos, e se necessário proceder a alterações do método.

Para a implementação de uma melhoria é necessário medir o nível de dificuldade da sua realização, se a melhoria for bastante complexa devem-se desenvolver investimentos em pesquisas e em novos equipamentos. Na hipótese de seguir com a melhoria será necessária a análise do tempo e método antigo.

As condições ambientais, das matérias primas ou dos equipamentos também têm influência no método de trabalho do operador. Nem sempre a máquina se encontra a funcionar na perfeição, mas esses tempos devem ser tido em conta para futuras melhorias.

Depois de uma primeira análise a verificar que a tarefa está a ser realizada de acordo com o método estabelecido e nas condições adequadas prossegue-se com o próximo passo - cronometragem dos tempos.

3.9.1 Método para decompor o trabalho em elementos

James A. Parton Jr. abre o primeiro capítulo de seu livro [] “Motion and time study manual” com a seguinte afirmação: “O elemento de tempo é sem dúvida alguma o fator simples de maior importância de nossa vida quotidiana, tanto doméstica como industrial”(referência ao livro). Uma filosofia predominantemente pragmática, ao ponto de a população relacionar o conceito de tempo com o conceito de dinheiro “Tempo é dinheiro!”.

O elemento tempo adquire uma importância cada vez maior num cenário nacional, maioritariamente em indústrias, onde a preocupação inicial era produzir produtos a qualquer custo, mas agora passa por reduzir ao máximo os custos evitando perdas de tempo.

Elemento

Subdivisão de um ciclo de trabalho composta por uma sequência de um ou vários movimentos fundamentais. Numa operação verificam-se, geralmente, três elementos principais:

- preparar (carregar);
- fazer (processar);
- descarregar.

Deve proceder-se à sub-divisão dos ciclos de trabalho em elementos para:

1. obter a descrição detalhada e sistemática do método cronometrado;
2. possibilitar uma reconstituição precisa do método, quando necessária;
3. verificar a regularidade dos tempos de cada elemento de ciclo para ciclo, e determinar as causas de tempos excessivos quando ocorrem;
4. avaliar o ritmo de trabalho de cada operário individualmente;
5. padronizar o tempo para uma mesma sequência de movimentos;

Elemento constante

É um elemento para o qual o tempo normalizado é sempre o mesmo, a respeito das características das peças nas quais ele é realizado, tanto quanto o método e as condições de trabalho permaneçam inalterados. É também um elemento para o qual, sobre um grupo de circunstâncias, o tempo-padrão é sempre o mesmo.

Elemento variável

É um elemento para o qual o tempo normalizado é variável, embora o método e as condições do trabalho permaneçam os mesmos. As variações são devidas às características das peças: tamanho, peso, forma, densidade, dureza, viscosidade, acabamento, etc.

Quando se inicia uma operação, considerando vários ciclos cronometrados, a duração de um elemento está sujeita a variações, quer pela deficiência da leitura do cronómetro, quer pela execução de trabalho do operário, quer ainda por motivos adjacentes à própria operação, ou à máquina. Deste modo ocorrem os chamados

elementos anormais, isto é, aqueles elementos cujos tempos registados durante uma observação são excessivamente mais longos ou mais curtos do que a maioria ou a média dos tempos decorridos. Por outro lado, são elementos normais aqueles cujos tempos registados durante a cronometragem se mantêm dentro de certa regularidade, de ciclo para ciclo.

Capítulo 4

Produtos e processos produtivos

Neste capítulo é apresentada uma descrição do sistema produtivo da empresa, assim como os materiais em estudo.

4.1 Produtos da NEFAB

A NEFAB apresenta soluções de embalagem técnicas com vista à otimização de custos logísticos sem descurar a sua principal função, a proteção do produto.

Estas soluções podem ser feitas com apenas um tipo de material ou com integração de diferentes tipos de materiais.

Tipos de materiais

A Figura 4.1 mostra os diferentes tipos de produtos com diferentes tipos de materiais e, que conferem diferentes características às embalagens. A escolha destes materiais é influenciada pelo tipo de transporte, tipo de peça a proteger e tipo de embalagem desejada, uso único ou reutilizável.

Os diferentes produtos podem integrar soluções em Polipropileno (PP), espuma de polietileno (EPE), cartão, madeira e contraplacado.

4.2 Descrição dos processos da empresa

Para a materialização do produto final oferecido pela NEFAB, existem processos a ser seguidos, tanto administrativos como produtivos.

Após a etapa de desenvolvimento de uma solução pelo NEC e aceitação do conceito e/ou protótipo por parte do cliente, avança-se para o processo de produção em série. Em termos administrativos o processo é despoletado por uma

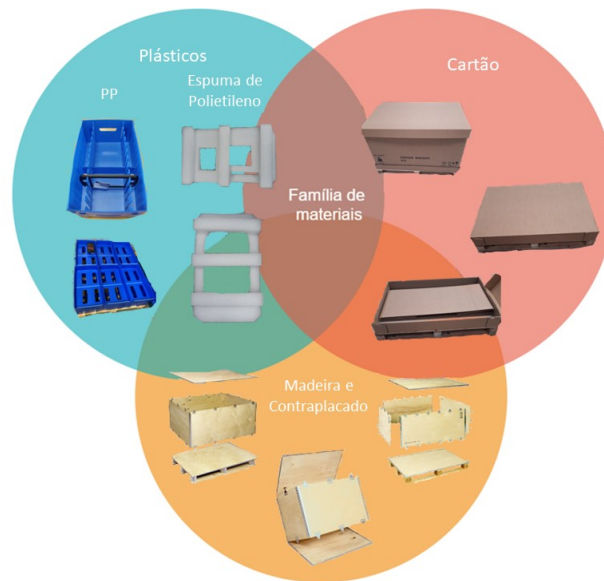


Figura 4.1: Família de materiais.

encomenda do cliente, que após registo no sistema informático gera as necessidades de compra das matérias primas. Após confirmada data de chegada da MP é gerada a produção e criada a ordem de trabalho *Manufacturing Order* (MO).

A produção dos materiais é compreendida pelas seguintes fases: Corte, Estampagem, Destaque e Montagem. A Figura 4.2 representa o ciclo produtivo dos materiais. Inicia com a entrada da matéria prima em armazém, a ordem de fabrico é entregue ao operador da secção do corte e o material segue para a serra onde é trabalhado. O produto segue diretamente para a expedição, estampagem (prensa ou balancé) ou montagem, dependendo das suas características finais.

4.2.1 Corte

É a fase que inicia a produção de um qualquer material, e implica, obviamente, o corte de cada um dos componentes. Os produtos que passam por esta etapa, nem sempre seguem para outro processo produtivo, podem originar de imediato produto acabado. Na Figura 4.3, verifica-se do lado esquerdo representado de uma forma genérica, o diagrama de processo - operação que reflete o uso de apenas um processo de transformação da matéria prima até chegar ao produto final. Já do lado direito, o diagrama mostra os vários processos de operação onde a matéria prima é trabalhada para qualquer tipo de material.

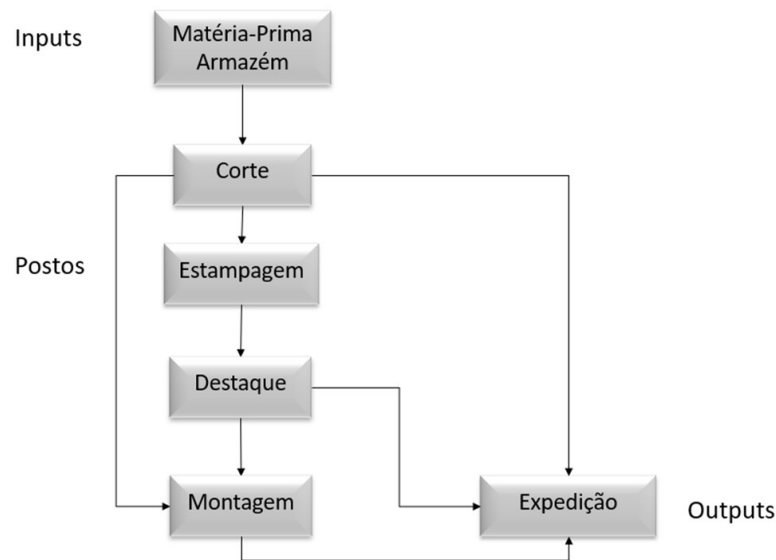


Figura 4.2: Ciclo do produto.

4.2.1.1 Serra vertical

Para finalizar a etapa de corte, recorre-se a uma máquina denominada de serra vertical.

Tipicamente, o material chega sob a forma de placa, é estendido num comprimento pré-definido e empilhado, formando um “colchão de material”, Figura 4.4. Este não é mais do que a sobreposição de várias camadas de MP, que são cortadas simultaneamente segundo uma mesma dimensão, otimizando o tempo de utilização da máquina de corte.

O corte é realizado numa máquina com uma lâmina vertical, Figura 4.5. Após a preparação e colocação das placas de material na mesa de trabalho, é definida a medida de corte pretendida e acionada a lâmina que trabalha de forma contínua. De acordo com o tamanho de corte e a espessura do material, o operador, cumprindo as tolerâncias gerais de corte, pode colocar mais que uma placa de corte em simultâneo.

Atividades principais e resultados

Como indicado anteriormente, este posto tanto serve como posto intermédio, quando o produto acaba por seguir para outros processos, como posto final, onde acaba por ser enviado diretamente para a expedição.

Para atingir esses resultados existe um conjunto de tarefas a realizar pelo operador, que são:

- verificação da MO e MP associada;

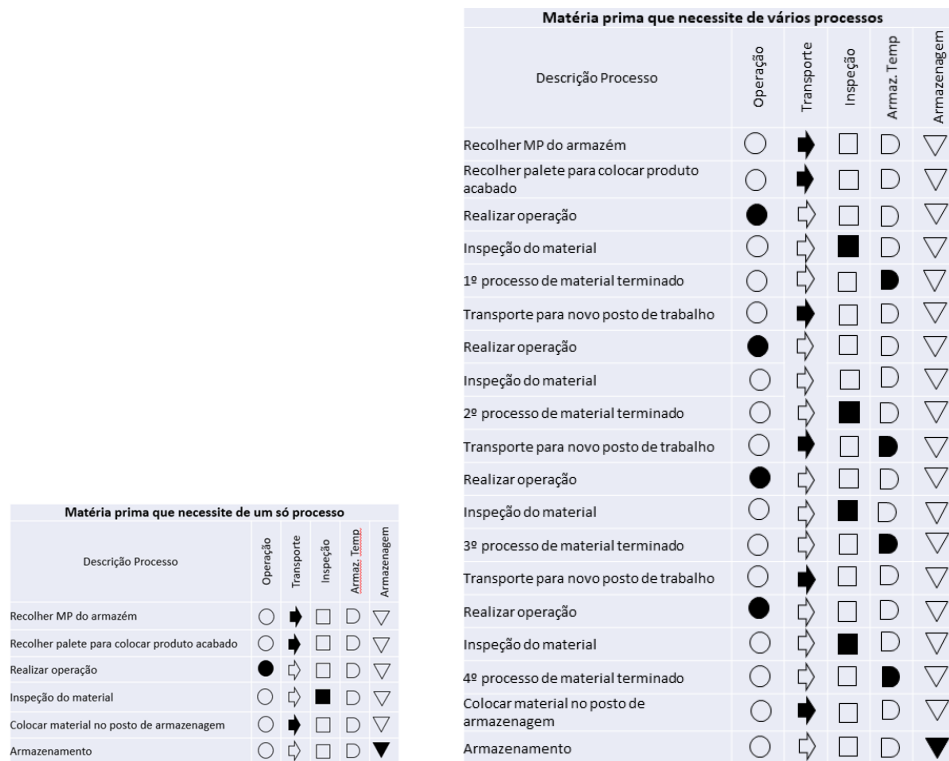


Figura 4.3: Diagrama processo-operação dos processos.

- recolha da MP da zona de abastecimento para o posto de trabalho e posicionar corretamente no lado da serra de maneira;
- verificação da Ficha Técnica (FT) e das dimensões de corte;
- ajuste da máquina para as dimensões de corte necessárias e fixar a medida com o auxílio do travão manual;
- corte da primeira peça e validação com a FT;
- após validada a primeira peça, corte da restante MP;
- verificação do produto fabricado seguindo as instruções do procedimento de controlo de qualidade correspondente;
- verificar o desvio na quantidade de matéria-prima necessária à produção;
- assinalar essa quantidade na MO e justificar esse desvio ao responsável de produção ou ao supervisor de produção;
- após termino do trabalho, limpeza e manutenção do posto seguindo as instruções de procedimento de manutenção.



Figura 4.4: Corte de espuma na serra.

4.2.2 Estampagem

Após preparação da MP no processo anterior, esta pode seguir para expedição ou para a secção seguinte, a estampagem. Este processo é executado com o auxílio de um de dois equipamentos, a prensa ou o balancé, em combinação com ferramentas de produção, cortantes, que darão à peça um determinado formato de acordo com a FT do projeto.

4.2.2.1 Balancé

No processo de estampagem do balancé, Figura 4.6, existe a necessidade de transformação com o auxílio de ferramentas de corte pequenas Figura 4.7, tendo estas uma dimensão máxima de 800x400mm.

Consoante o aproveitamento e o número de pormenores do material, este pode ser o equipamento mais adequado para realizar o processo de estampagem.

O corte pode ser feito total ou parcial dependendo da ferramenta de corte colocada na mesa de trabalho do balancé. Os materiais normalmente usados nesta máquina são: cartão canelado, placas de PP e EPE.

Método de trabalho

Para que se possa iniciar o trabalho de estampagem no balancé, é necessário proceder à sua parametrização. Isto é conseguido, através da colocação do cortante, na mesa de trabalho e da realização de um ciclo de estampagem, para que o equipamento possa memorizar a altura das lâminas do cortante.



Figura 4.5: Serra vertical.

Para o processo produtivo, o operador coloca uma placa de MP cortada na mesa de trabalho e realiza um ciclo , através do acionamento do comando bimanual da máquina, que exerce um movimento vertical para corte do material.

Atividades principais e resultados

As atividades realizadas no balancé correspondem às mesmas atividades que são executadas na serra:

- deslocação do material para o local da operação;
- verificação da FT;
- escolha do cortante correspondente;
- posicionamento correto em cada lado do balancé;
- estampagem da primeira peça e validação com a FT;
- após validada a primeira peça, estampagem da restante MP;
- verificação do produto fabricado seguindo as instruções do procedimento de controlo de qualidade correspondente;
- confirmação do desvio na quantidade de peças necessária à produção;



Figura 4.6: Balancé.



Figura 4.7: Exemplo de cortantes usados no balancé.

- sinalização dessa quantidade na MO e justificação desse desvio ao responsável de produção ou ao supervisor de produção;
- Limpeza e manutenção do posto de trabalho seguindo as instruções de procedimento de manutenção;
- Controlo do produto fabricado seguindo as instruções do procedimento de

controlo correspondente.

4.2.2.2 Prensa

Tal como o balancé, a prensa é também um equipamento de estampagem, Figura 4.8, que utiliza cortantes para atingirmos o resultado final deste processo Figura 4.9. As grandes diferenças entre a prensa e o balancé são as dimensões dos cortantes a ser utilizados, que podem ir até 1250x950mm, e o local onde se posiciona a ferramenta de corte. No balancé é posicionado na mesa inferior, ou seja, a estampagem acontece por meio de pressão do material sobre o cortante e, no caso da prensa, a ferramenta de corte é colocada nas guias superiores e a estampagem acontece por meio de aplicação de pressão do cortante sobre o material.



Figura 4.8: Prensa.

Cada ordem de trabalho é iniciada com a colocação da respetiva ferramenta de corte e parametrização do equipamento. Ao contrário do balancé, na prensa é possível controlar o tempo que a máquina exerce pressão sobre o material que está a ser estampado (esta funcionalidade é mais utilizada no caso de estampagem de materiais com maior densidade).

Depois da parametrização da máquina, é colocado o material na zona de corte, entre o cortante e a superfície da máquina, sendo de seguida acionado o comando bimanual para realizar o movimento vertical de corte. A partir daí o ciclo é repetitivo para cada produção.

Descrição detalhada das tarefas

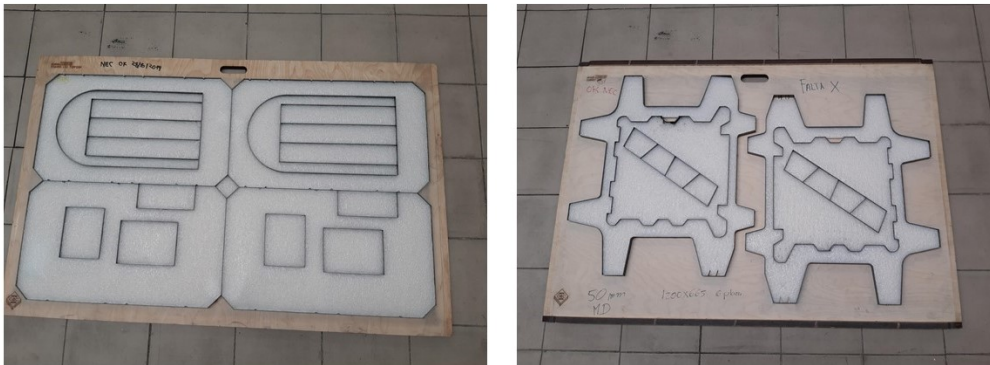


Figura 4.9: Exemplo de cortantes da prensa.

1. Deslocar o material para a zona de trabalho;
2. Colocação da ferramenta de corte e parametrização da máquina;
3. verificação da FT;
4. Fabricar uma unidade do material para acerto da profundidade do corte;
5. Após validada a primeira peça, seguir com estampagem da restante MP;
6. Avaliar se o material produzido resultante é o requerido pela ficha técnica;
7. Estando OK o requerido iniciar a produção;
8. Verificação do produto fabricado seguindo as instruções do procedimento de controlo de qualidade correspondente;
9. verificar o desvio na quantidade de peças necessária à produção;
10. assinalar essa quantidade na MO e justificar esse desvio ao responsável de produção ou ao supervisor de produção;
11. Limpeza e manutenção do posto de trabalho seguindo as instruções de procedimento de manutenção;
12. Controlo do produto fabricado seguindo as instruções do procedimento de controlo correspondente.

4.2.3 Destaque

O processo de destaque, ocorre após o processo de estampagem, Figura 4.10 . Este processo é necessário, uma vez que no a prensa, que é responsável pelo processo

de estampagem, não tem capacidade de separar o produto final ou intermédio daquilo que é o desperdício causado pelo desenho da peça.

Esta etapa produtiva tem de ser realizada manualmente pelos operadores.

O processo e o seu tempo de execução são diretamente influenciados por vários fatores, tais como: a densidade da matéria prima, quanto mais densa, mais difícil de destacar; a qualidade do processo de estampagem, se as parametrizações da prensa ou balancé não forem as corretas, não cortam a MP da forma ideal, dificultando a separação entre o lixo causado pelo design da peça e o produto acabado/intermédio; o estado da ferramenta (empeno das lâminas).



Figura 4.10: Destaque de espuma.

Descrição das tarefas do operador

1. deslocar o material para as mesas de destaque;
2. verificação da FT;
3. separar o desperdício da placa;
4. embalar e identificar a embalagem com referencia e quantidade (caso seja produto final);
5. informar o supervisor do fim da tarefa de trabalho;

6. verificar a que quantidade corresponde o pedido, se não ver se está dentro da variação de produção aceitável.

4.2.4 Montagem

Dada a natureza dos projetos e especificações do design da embalagem, pode ser necessário montar a solução final, com diferentes componentes e diferentes características. Estas diferenças podem ser de materiais, de espessuras, de densidades, de design, etc.

Para cumprir este processo, pode usar-se um de dois processos distintos: termosoldadura e colagem.

4.2.4.1 Termosoldadura

O processo de termosoldadura, como o nome sugere, realiza a fusão de duas peças diferentes através da aplicação de ar quente. Este processo é um processo crítico ao nível de qualidade, visto que é realizado manualmente pelos operadores com recurso a uma pistola de ar quente Figura 4.11 e é altamente dependente da perícia de quem o está a realizar.

O calor é aplicado na zona de união de duas peças diferentes, "derretendo"o material de ambas, transformando-as numa só, como se vê na Figura 4.12.

A ferramenta utilizada, tem um regulador de temperatura que por norma deve ser ajustada e escolhida de acordo com as características do material. Um material mais denso e/ou espesso requer uma temperatura mais alta.

Descrição detalhada das tarefas e frequência

1. Trazer o material para a mesa de trabalho e posicioná-lo corretamente;
2. Fabricar uma unidade do material;
3. Avaliar se o material produzido resultante é o requerido pela ficha técnica;
4. Estando OK o requerido, iniciar a produção;
5. Verificação no meio da produção e no final da produção,
6. Verificar a que quantidade corresponde o pedido, se não ver se está dentro da variação de produção aceitável.

A termosoldadura só ocorre em materiais com as mesmas características, ou seja, PP com PP ou EPE com EPE.



Figura 4.11: Pistola de ar quente.

4.2.4.2 Colagem

À semelhança da termosoldadura, existe outro processo capaz de unir diferentes componentes numa solução só, a colagem.

Este é o processo escolhido quando não é possível termosoldar um determinado material ou dois tipos de materiais diferentes.

Por exemplo, o cartão não é passível de ser termosoldado (esta MP não reage ao calor da mesma forma que o PP e o EPE). Quando se montam duas peças de EPE, a colagem não é um processo com um comportamento satisfatório, pois a cola entranha-se nas células dos dois componentes, deixando a superfície onde estes se deviam unir. Assim, este é um processo maioritariamente usado em cartão



Figura 4.12: Termosoldadura de EPE com EPE.

e/ou para unir soluções de embalagem que usem uma mistura de cartão/espuma, cartão/PP, espuma/PP e madeira e espuma.

Este processo é feito com recurso a uma máquina de cola quente Figura 4.13, que trabalha a 180°C e a cola é aplicada com recurso a uma pistola que distribui uniformemente um fio de cola por uma superfície.

Descrição detalhada das tarefas e frequência

1. Trazer o material para a mesa de trabalho e colocá-lo de forma correta;
2. Fabricar uma unidade do material;
3. Avaliar se o material produzido resultante é o requerido pela ficha técnica;
4. Estando OK o requerido iniciar a produção;
5. Verificação no meio da produção e no final da produção;
6. Verificar a que quantidade corresponde o pedido, se não ver se está dentro da variação de produção aceitável.

Em suma, para cada projeto são utilizados processos distintos consoante os pedidos de cada cliente. Deve-se ter em consideração o tipo de material no caso da montagem e o tamanho do mesmo no caso da estampagem.



Figura 4.13: Máquina de cola quente.

4.3 Registos das ordens de fabrico

Para efetuar o registo de produção de cada MO no sistema é necessário que as respetivas folhas estejam devidamente preenchidas. Todos os dias é entregue ao operador uma folha de produção com a MO onde é registada a hora de início e de fim de cada tarefa, o seu item e o respetivo número da MO. Esta informação é entregue ao responsável de produção que fica encarregue por registar todos estes dados em sistema.

Assim sendo, no acesso a uma MO registada em sistema é possível encontrar a data de execução da tarefa, a ordem de produção e os tempos registados em cada máquina, como se mostra na Figura 4.14.

(pt1) Production journal lines, route card - Production: MO021947, 18-03-2020, Route card journal: 098091_079

Overview										General	Setup	Report as finished	Dimension
Date	Oper. No.	Operation	Priority	Job type	Hours	Good quantity	Error quantity	Processing percentage	O	B	P		
18-03-2020	10	SAWFOAM	Primary	Process	2,00	500,00		100,00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
18-03-2020	10	MANTIME	Secondary 1	Process	2,00				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
18-03-2020	20	PRENSA	Primary	Setup	0,25			100,00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
18-03-2020	20	PRENSA	Primary	Process	2,00	500,00		64,00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
18-03-2020	20	MANTIME	Secondary 1	Setup	0,25				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
18-03-2020	20	MANTIME	Secondary 1	Process	2,00				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
18-03-2020	30	DETACH	Primary	Process	6,28	500,00		100,00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
18-03-2020	30	MANTIME	Secondary 1	Process	6,28				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
18-03-2020	40	HOTAIRMFO	Primary	Process	19,82	500,00		100,00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
18-03-2020	40	MANTIME	Secondary 1	Process	19,82				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Figura 4.14: Exemplo do registo de pesquisa de uma MO.

Capítulo 5

Descrição da metodologia aplicada

No capítulo 5 são identificados e descritos todos os passos para se atingirem os objetivos deste trabalho.

5.1 Enquadramento do problema

O departamento de operações, nomeadamente a gestão do produto, é responsável pela execução de cotações de projetos/pedidos de cliente. Para o cálculo de custo de um projeto é necessário conhecer qual o peso da mão de obra nesse mesmo custo.

Atualmente não existe nenhuma tabela atualizada dos tempos padrão dos diferentes processos produtivos para diferentes tipos de matérias primas. Estes, são a base para obter uma maior precisão nos preços apresentados ao cliente assim como conseguir obter um planeamento de produção correto, para que não ocorram problemas na organização da produção.

A falta dos tempos atualizados leva a que a empresa indique orçamentos de projetos a clientes que estejam a um valor mais alto ou mais baixo do que a realidade atual do mercado e pode originar a perda de clientes devido à falta de competitividade no mercado ou falta de rentabilidade de um projeto.

A NEFAB conta neste momento com o seu ficheiro de custeio em desenvolvimento, ainda assim a incapacidade de associar os tempos de execução de cada processo ao tipo de material obriga a empresa a preencher esses dados com valores atribuídos à produção em 2017. A empresa necessita de uma nova atualização

dos tempos padrão dos processos indicados na Secção 3.3, para possibilitar uma melhoria do fluxo produtivo da fábrica.

O intuito da minha integração parcial na equipa das operações da NEFAB, veio precisamente com o objetivo de analisar e definir todos os tempos que advêm das tarefas do departamento de produção, otimizar todo o processo melhorando assim o desempenho de toda a equipa. As atividades desenvolvidas incidiram na cronometragem de tempos, que é a base para a elaboração de planos de produção/ficheiros de custeio.

Os principais produtos produzidos pela NEFAB são os *kits* de cartão, compostos por uma base, um aro rebatível e uma tampa, assim como, interiores em espumas, com diferentes formas e espessuras, adequados ao pedido de cada cliente, e separadores e caixas em PP canelado.

Na Figura 5.1 encontram-se alguns materiais que também necessitam de transformação antes de chegarem ao cliente final.

Material \ Espesura	10	15	20	30	40	50
EPE 23Kg	x	x	x	x	x	x
EPE 32Kg	x		x		x	x
EPE 40Kg			x			
EPE 65 Kg						x

Material \ Espessura	1,5	2	2,5	3,5	5
PP 200g/m2	x				
PP 250g/m2		x			
PP 450g/m2			x		
PP 650g/m2				x	
PP 1000g/m2					x

Material \ Espessura	30	34
PU 21Kg	x	x

Figura 5.1: Tipos de materiais e as respetivas espessuras.

O enquadramento da dissertação teve como objetivos principais:

- mapeamento da situação atual – fluxo de materiais;
- *layout* atual da produção;
- cronometragem dos tempos de produção;
- definição do tempo padrão para cada tipo de material;
- implementação de melhorias e análise custo-benefício.

5.2 Template do método de trabalho antigo

A última análise dos tempos padrão de cada processo feita na NEFAB foi realizada em julho de 2017 e não há registos de como obtiveram os resultados da Figura 5.2. Sendo assim, foi criada uma nova folha de registos para obter resultados reais das atividades de cada processo.

TEMPO PADRÃO PRODUÇÃO			
Balancé	7	seg/pancada	pequenas produções considerar tempo setup
Serra	6	seg/corte	cortes grande
	4	seg/corte	cortes pequeno
	1	minuto	alimentação/corte/paleta
Pregar/agrafar	2	seg (4 agrafos - 1 canto)	pequenas produções considerar tempo setup
	40	seg (1 tampa - 4 cantos)	pequenas produções considerar tempo setup
colagem	10	seg/peça (com manuseio de gabari)	pequenas produções considerar tempo setup
	5	seg (apenas fio de cola)	pequenas produções considerar tempo setup
Prensa	25	seg/pancada	pequenas produções considerar tempo setup
	57	seg/pancada	alimentação/estampar/caixa
termosoldar	10	seg/soldagem	pequenas produções considerar tempo setup
destaque	4	seg/destaque	interiores (exterior/rebordo é mais rapido)
setup	10 minutos		(empilhador, colocação material, consulta de FT, verificação de medidas MP)

Figura 5.2: Últimos tempos padrão definidos.


5.3 Metodologia utilizada para a definição do tempo padrão

5.3.1 Definir o método aplicado

Uma vez que os processos analisados não são automáticos, foi necessário estudar as atividades que o operador executa em cada etapa da produção do projeto, de modo a que esta ocorra da melhor forma. Foi construído um método de trabalho para cada etapa da produção da MP. O *template* utilizado para o método explicita a categoria do processo, o processo, o operador em questão e a data em que foram tirados os tempos. Este método foi elaborado através de observação direta bem como através de *feedback* fornecido pelos operadores da máquina.

O método de trabalho encontra-se dividido em duas partes: uma onde se identifica o método com todas as informações importantes e outra onde se descreve o método de trabalho. A Figura 5.3 indica qual a informação que este método de trabalho tem de modo a que seja identificado.

Na segunda parte do documento descreve-se o método de trabalho através de uma lista numerada. A descrição do processo é feita desde o instante de carga até ao de descarga. Para além das tarefas a serem realizadas (e da sua ordem e tempo estimado) contém um espaço reservado para o esquema do processo em análise. Este esquema identifica as principais atividades desenvolvidas pelo



Análise de tempos
NEFAB RA Produtos de Embalagem

Categoria

Processo

Item

Data

Operador

Material

Figura 5.3: Cabeçalho do método.

operador durante a produção de uma série (uma série refere-se à produção de uma certa quantidade de material, não existindo assim atividade de *setup*), Figura 5.4.

Descrição Processo	Tempo (s)	Espaço/método de trabalho do operador
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<div style="border: 1px solid gray; border-radius: 15px; width: 90%; height: 150px; margin: 0 auto;"></div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <input style="width: 45%; height: 15px;" type="text"/> <input style="width: 10%; height: 15px;" type="text"/> </div>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Figura 5.4: Corpo da folha de registo.

5.3.2 Levantamento dos tempos

A cronometragem foi o método utilizado uma vez que se está perante um processo com ciclos muito curtos e repetitivos. Para se obter o tempo-padrão através

5.3. METODOLOGIA UTILIZADA PARA A DEFINIÇÃO DO TEMPO PADRÃO047

do processo de cronometragem, faz-se o levantamento dos tempos de cada processo. O tempo anotado é o tempo que demora a executar a atividade, quando a sua produção é isenta de qualquer perturbação. Pode-se afirmar que é o tempo referente à situação ideal.

Foi utilizado um modelo de documento para a determinação de cada tempo padrão. Houve apenas uma diferença na tarefa do corte na serra, isto porque alguns dos materiais requerem cortes parciais que em outras atividades não acontece.

No caso da serra o processo foi dividido em três elementos porque as atividades variavam tanto no início como no final do processo, Figura 5.5. O primeiro elemento representa a atividade do operador se deslocar à paleta onde se encontra a matéria prima, deslocá-la para a mesa da serra e posicioná-la de modo a que o corte seja feito da melhor forma (carga), efetua-se o corte (serra) e o material é colocado na mesa de apoio ou paleta (descarga).

O segundo elemento corresponde aos cortes parciais, ou seja, os cortes feitos no centro da placa. O operador faz o corte e desloca o lote das espumas para o seu lado ou para trás.

O terceiro elemento é semelhante ao segundo mas acresce o facto de nem todas as placas terem a mesma medida e ser necessário o acerto final onde o movimento associado se deve à colocação dos desperdícios no lixo.

Tamanho do corte (mm)	Qntt		mm	Qntt		mm	Qntt		mm	Qntt	
	Carga	Descarga		Carga	Descarga		Carga	Descarga		Carga	Descarga
	Carga			Carga			Carga			Carga	
	Serra 1ºel			Serra 1ºel			Serra 1ºel			Serra 1ºel	
	Descarga			Descarga			Descarga			Descarga	
	Carga			Carga			Carga			Carga	
	Serra 2ºel			Serra 2ºel			Serra 2ºel			Serra 2ºel	
	Descarga			Descarga			Descarga			Descarga	
	Carga			Carga			Carga			Carga	
	Serra 2ºel			Serra 2ºel			Serra 2ºel			Serra 2ºel	
	Descarga			Descarga			Descarga			Descarga	
	Carga			Carga			Carga			Carga	
	Serra 2ºel			Serra 2ºel			Serra 2ºel			Serra 2ºel	
	Descarga			Descarga			Descarga			Descarga	
	Carga			Carga			Carga			Carga	
	Serra 2ºel			Serra 2ºel			Serra 2ºel			Serra 2ºel	
	Descarga			Descarga			Descarga			Descarga	
	Carga			Carga			Carga			Carga	
	Serra 3ºel			Serra 3ºel			Serra 3ºel			Serra 3ºel	
	Descarga			Descarga			Descarga			Descarga	

Figura 5.5: Modelo de documento dos registos de serra.

Todas as outras tarefas apenas têm tempo de carga, o tipo de operação e o tempo de descarga.

5.3.3 Definição do tamanho da amostra

Na Figura 5.6 está apresentado o *template* para o cálculo do número de amostragens necessários para o primeiro elemento.

Os dados dos tempos padrão serão apresentados da seguinte forma:

- serra - segundo/m;
- balancé - segundo/pancada;
- prensa - segundo/pancada;
- destaque - segundo/m²;
- termosoldadura - segundo/m;
- montagem - segundo/peça;
- colagem - segundo/peça.

Nas colunas do lado esquerdo são preenchidos os dados retirados das cronometragens em campo, sobre cada lote de tempos é feita a soma do tempo obtido e dividido pelo número de placas sobrepostas, que por sua vez são divididos pelo número de metros que foram percorridos até terminar a operação.

Do lado esquerdo, os campos são todos preenchidos automaticamente. O n (número de observações feitas) e n amostras que faltam (número de observações necessárias), permitiam concluir se o tamanho da amostra foi ou não suficiente (quando $n > n$ amostra), através da equação 2.1 do Capítulo 2.

A média e o desvio padrão foram calculados pelo modelo previamente elaborado considerando o Z 1,96 com um nível de confiança 95% e A de 10%. Como foi dito anteriormente, só se registava os tempos de corte isentos de perturbações.

5.4 Análise dos tempos padrão por processo produtivo

Como já foi mencionado, a NEFAB conta com diferentes tipos de maquinaria para a produção específica de cada produto.

Grande parte dos produtos necessitam de passar pelas diferentes máquinas e apesar de serem sempre os mesmos colaboradores a operar, a variável das diferentes matérias primas que entram em cada uma tem grande impacto na medição dos tempos padrão.

Em todos os resultados é detalhada a rentabilidade do operador calculada através da seguinte expressão.

t - horas com a medição dos tempos cronometrados (h)

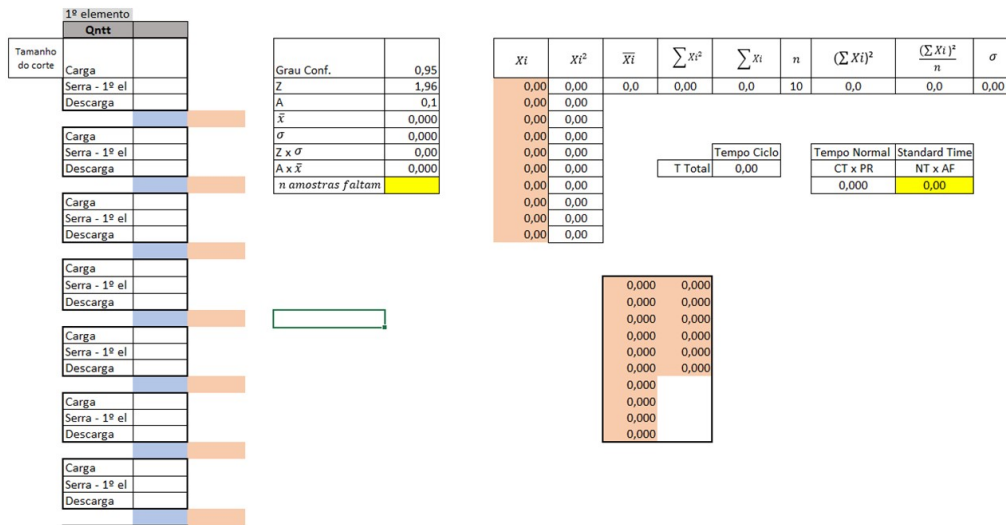


Figura 5.6: Método de cálculo para determinar o tempo padrão.

T - horas de cada MO (h)

$$Rentabilidade = \frac{t}{T} \tag{5.1}$$

Está relacionada com a percentagem de produção do operador, apenas produziu X , quando podia ter produzido Y .

5.4.1 Serra

A maioria dos materiais passam pela máquina de corte. São apresentados em detalhe os tipos de materiais e respetivos tempos padrão e identificadas as possíveis melhorias para cada um deles.

Na Figura 5.7 está presente um exemplo de uma placa colocada na serra onde o operador desloca a mesa para a frente para exercer o corte, sendo que a serra fica estática.

5.4.1.1 PP 200 g

Este material é solicitado apenas por um cliente, deste modo, faz sentido que a matéria-prima seja sempre a mesma quando há produções deste item.

Normalmente não se encontram em *stock* paletes de dimensão das placas de PP que o cliente pretende (1200 x 1050 mm), assim sendo, no envio do produto final ao cliente é reaproveitada a paleta da MP.

O processo é o seguinte:



Figura 5.7: Método de colocação da placa na serra.

1. o operador ajusta a serra na medida exata de corte;
2. abastece a máquina com lotes de 60 placas de MP;
3. é acionada a serra e realizado o primeiro corte;
4. retira-se a primeira parte da MP cortada para uma mesa de apoio;
5. o restante material não cortado dessa placa é arrastado para a zona de corte;
6. efetua-se um novo corte, originando a segunda parte da placa cortada;
7. esse lote é colocado igualmente na mesa de apoio;
8. arrasta-se a última parte da placa para a zona de corte;

9. efetua-se o último corte, que dá origem a dois lotes de peças da placa;
10. ambos os lotes são transportados para a mesa de apoio;
11. o ponto 1 ao 10 é repetido até as placas de MP estarem terminadas;
12. passagem do produto final armazenado na mesa de apoio para a paleta da MP.

Na Figura 5.8 está representado um esboço processo, de forma a ser mais fácil o entendimento.

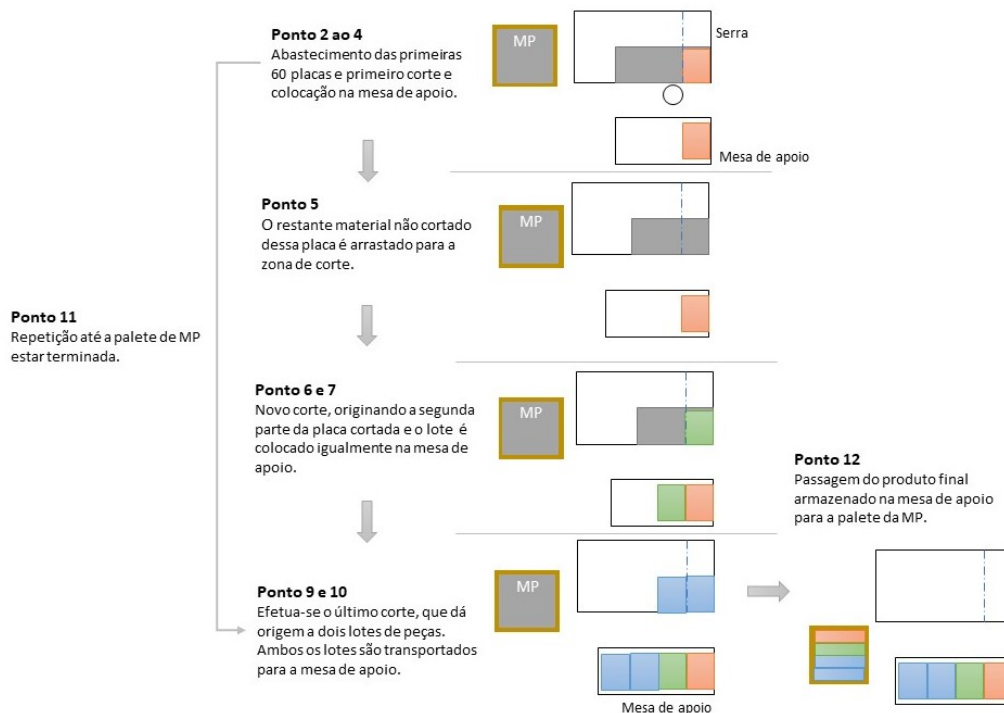


Figura 5.8: Esboço de como é efetuado o trabalho na serra - cenário 1.

Todos os passos supramencionados foram cronometrados e passados para o modelo desenvolvido de modo obter o tempo padrão por metro. Para obter o tempo de corte de um metro de placa (X_i - equação 2.2) fez-se o somatório do tempo total de cada elemento (carga, serra 1ºel, descarga), dividido pelo número de placas sobrepostas e posteriormente pelo comprimento das placas, como demonstrado na fórmula da Figura 5.9.

Para esta matéria prima foram considerados três cenários. O cenário 1 é o método que o operador sempre utilizou para o corte desta MP, descrito em cima. No cenário 2 considera-se que se usa uma paleta com as dimensões pretendidas logo de início e não se aguarda que a primeira de MP termine. O cenário 3 é

	A	B	C	D	E	F
3						
4						
5			Carga	45		
6		1,05	Serra 1ªel	4		
7			Descarga	6		
8			Qntt	60		
9				=+C9/C8/\$A\$6		

Figura 5.9: Fórmula do cálculo de X_i .

similar ao cenário 2 mas considerando que sempre que se efetua um corte esse lote da descarga é colocado diretamente na palete.

Dada a grande diferença no tempo de corte por metro de cada placa nas diferentes fases da serra subdividiu-se o corte em três elementos (1º corte com carregamento da máquina, 2º cortes parciais, 3º corte com descarga para a mesa, 4º deslocação das placas da mesa para a paleta), dos quais foram cronometrados o tempo de corte em cada um.

Para o cenário 1 obtiveram-se os tempos padrão da Figura 5.10.

1º cenário	
1º corte (carreg máq)	0,65 seg / metro
2º cortes parciais	0,23 seg / metro
3º corte com descarga para mesa	0,41 seg / metro
4º deslocação da mesa para paleta	0,13 seg / metro
Total	1,43 seg / metro

Figura 5.10: Tempo padrão do PP de 200 g em segundos por metro - cenário 1.

Para o cenário 2 considerou-se o uso do apoio da serra e de uma paleta com as dimensões pretendidas logo de início. A serra é uma máquina com uma base grande e depois de colocar lá placas ainda sobra bastante espaço.

Quando o operador cortar um lote de 60 placas, armazenar esse lote na parte de apoio da serra e quando estiverem os cortes todos efetuados transportar logo para a paleta. Depois dos cortes feitos, desloca esse material para a paleta, posicionada ao lado da serra. Na Figura 5.11 está um esquema do que foi considerado neste cenário.

Obtiveram-se os seguintes tempos padrão para o cenário 2 (Figura 5.12).

No cenário 3 optou-se por colocar o material depois de cortado diretamente na paleta, sem haver um ponto de armazenamento, Figura 5.13.

Depois dos tempos cronometrados foi possível obter o tempo padrão do terceiro cenário, Figura 5.14.

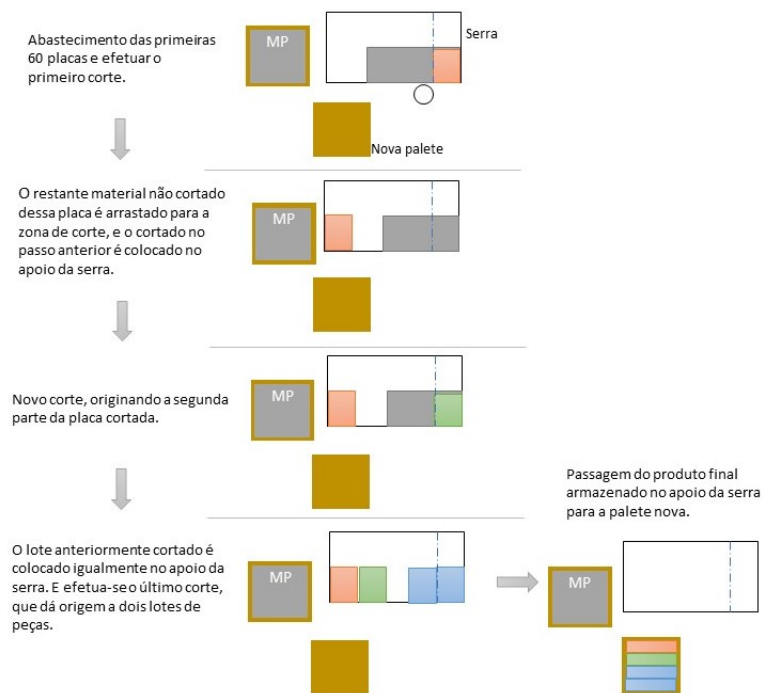


Figura 5.11: Esboço de como é efetuado o trabalho na serra - cenário 2.

2º cenário	
1º corte (carreg máq)	0,76 seg / metro
2º cortes parciais	0,20 seg / metro
3º colocação do material na paleta	0,11 seg / metro
1,07 seg / metro	

Figura 5.12: Tempo padrão do PP de 200 g em segundos por metro - cenário 2.

Deste modo, calculou-se o tempo total necessário para o corte de uma placa.

Análise e melhoria

Depois de cronometrados e registados os tempos, chegou-se à conclusão que no cenário 2 o tempo de processamento é reduzido em 0,36 s por metro. Deste modo, passou-se do tempo de processamento do cenário 1 de 1,43 s/m para 1,07 s/m. O terceiro cenário não foi analisado porque o tempo padrão era superior ao do segundo cenário, ou seja, não era o mais indicado.

Foi retirado um relatório do sistema da empresa com os dados relativos às últimas seis produções do material em estudo. Este registo contém o número de horas desse trabalho, a MP necessária para a produção, o respetivo número de cortes e dimensão. Esta placa em específico leva três cortes de dimensão 1050

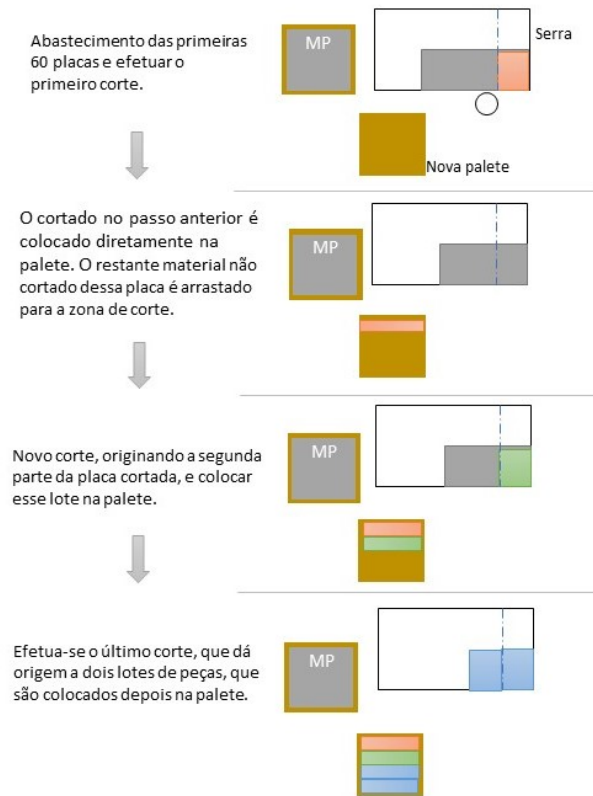


Figura 5.13: Esboço de como é efetuado o trabalho na serra - cenário 3.

3º cenário	
1º corte (carreg máq)	0,87 seg / metro
2º cortes parciais	0,30 seg / metro
3º última descarga (2 lotes)	0,43 seg / metro
1,60 seg / metro	

Figura 5.14: Tempo padrão do PP de 200 g em segundos por metro linear - cenário 3.

mm e, com base nestes valores, foi possível calcular o tempo necessário para o corte de um metro nestas condições.

No caso deste material foi possível colocar em prática a aplicação do cenário 2 em toda a produção das duas últimas ordens de fabrico, a 5 e a 6. Na Figura 5.15 verificam-se as diferenças de tempo total gasto com a prática do primeiro e segundo cenário.

Fazendo uma comparação da MO 4 com a MO 6, onde são utilizadas as

		MOs Anteriores					
		Número de placas	nº de cortes e dimensão	m cortados por placa	Total de m cortados por MO	Total de horas para cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)
1º cenário	MO 1	9500	3 cortes 1050 mm	3,15	29925	14,0	50400
	MO 2	6000	3 cortes 1050 mm	3,15	18900	8,0	28800
	MO 3	5600	3 cortes 1050 mm	3,15	17640	8,0	28800
	MO 4	14000	3 cortes 1050 mm	3,15	44100	23,1	83160
Aplicação do 2º cenário	MO 5	7000	3 cortes 1050 mm	3,15	22050	5,6	20160
	MO 6	14000	3 cortes 1050 mm	3,15	44100	14,9	53640

Figura 5.15: Últimas ordens de produção de PP 200 g.

mesmas quantidades de placas, conclui-se que com a aplicação do cenário 2, o mesmo número de placas foi cortado em menos 7,6 h.

Para confirmar que a aplicação do segundo cenário efetivamente origina melhorias a nível do tempo de processamento nesta máquina, foi analisado o tempo de produção das últimas MO.

Depois de obtidos os tempos de cada MO em segundos e metros percorridos pela serra, calculou-se o tempo padrão das primeiras quatro MO, 1,68 s/m. Porém, com a aplicação do segundo cenário, o tempo foi reduzido para 1,07 s/m, Figura 5.16.

Nas últimas linhas da Figura 5.16 foram simuladas as horas que as quatro MO do cenário 1 teriam se o tempo padrão associado fosse o do cenário 2. Esta aplicação traria melhorias significativas, visíveis na última coluna. Como exemplo, existe o caso da MO 1 onde haveria um benefício de 5,11 h e na MO 2 um ganho de 2,38 h. A rentabilidade do operador para a produção de PP 200 g pode ser melhorada em 36% aplicando o cenário 2.

		Qty (nº de placas)	Total de horas para cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	m cortados por placa	Tempo (s/m)	Média do tempo (s/m)		
1º Cenário	MO 1	9500	14,0	50400	29925	1,68	1,68		
	MO 2	6000	8,0	28800	18900	1,52			
	MO 3	5600	8,0	28800	17640	1,63			
	MO 4	14000	23,1	83160	44100	1,89			
2º Cenário	MO 5	7000	6,5	23400	22050	1,06	1,07		
	MO 6	14000	13,2	47520	44100	1,08			
	Medição Tempo Padrão das MO's do cenário 1 aplicando tempo padrão (s/m) obtido com cenário 2		9500	8,9	32020	29925	1,07		GAP
			6000	5,6	20223	18900			-5,11
			5600	5,2	18875	17640			-2,38
			14000	13,1	47187	44100			-2,76
% rentabilidade 1ª MO		64%		64%	36%				
% rentabilidade 2ª MO		70%							
% rentabilidade 3ª MO		66%							
% rentabilidade 4ª MO		57%							

Figura 5.16: Comparação entre os dois cenários.

5.4.1.2 EPE 23 kg

A espuma de 23 kg é das mais recorrentes na NEFAB, uma vez que grande parte dos projetos exigem a utilização desta matéria prima, bem como o facto de ser um material que apresenta uma relação preço-qualidade bastante razoável.

Tal como o PP de 200 g, neste material também se verificou que, desde o primeiro corte até ao último, os valores cronometrados foram bastante diferentes. O operador, ao iniciar o processo, carrega as placas de MP para a serra e efetua o primeiro corte. Seguidamente, já com as placas na mesa da serra, este apenas as desloca para a medida de corte e executa os cortes seguintes.

Assim sendo, foi necessário dividir os tempos cronometrados em vários elementos:

- 1º corte (carregamento da máquina);
- 2º cortes parciais;
- 3º cortes com duas descargas.

Foram obtidos os resultados seguintes dos tempos cronometrados em segundo por metro, Figura 5.17.

Serra - Espuma 23Kg		
1º corte (carregamento para a máquina)	8,50	seg / metro
2º cortes parciais	3,90	seg / metro
3º cortes com descarga	5,28	seg / metro

Figura 5.17: Tempo padrão de espuma 23 kg em s/m.

Depois de se obterem os tempos, foi possível analisar as últimas MO produzidas. Esta MP é utilizada para vários projetos logo os cortes em cada placa sofrem alterações dependendo da MO.

No caso, foram analisadas quatro MO, sendo que a MO 1 e 2 correspondem a uma dimensão de MP e a MO 3 e 4 corresponde a outra. Através dessas dimensões e do número de cortes feitos foi possível chegar ao número de metros cortados em cada um dos elementos cronometrados, Figura 5.18.

Na Figura 5.19 está explicado como são feitos os cortes de cada placa consoante a MO pretendida. A última coluna corresponde ao tempo de produção total em segundos das MO considerando o tempo padrão cronometrado.

Considerando o 1A um corte feito na placa de matéria prima e o 1A' o primeiro corte feito na tira da placa de matéria prima. Os cálculos para o número de metros de cada corte são feitos através das três equações a seguir descritas.

	Dimensão da MP	Quantidade de placas	Total de horas de cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	nº de cortes	m 1º corte	m 2º corte	m 3º corte	Tempo total de cada MO (tempo padrão cronometrado, s)
MO 1	2000x1500 mm	640	16	57600	4 cortes de 2000mm + em cada tira 4 cortes de 300mm	2240	4480	2240	48355,93
MO 2	2000x1500 mm	300	8,7	31320	4 cortes de 2000mm + em cada tira 4 cortes de 300mm	1050	2100	1050	22666,84
MO 3	1200x1200 mm	300	6,8	24480	3 cortes de 1200mm + em cada tira 3 cortes de 400mm	960	1320	960	18382,28
MO 4	1200x1200 mm	200	5,1	18360	3 cortes de 1200mm + em cada tira 3 cortes de 400mm	640	1280	640	13815,98

Figura 5.18: Últimas ordens de produção de espuma de 23 kg.

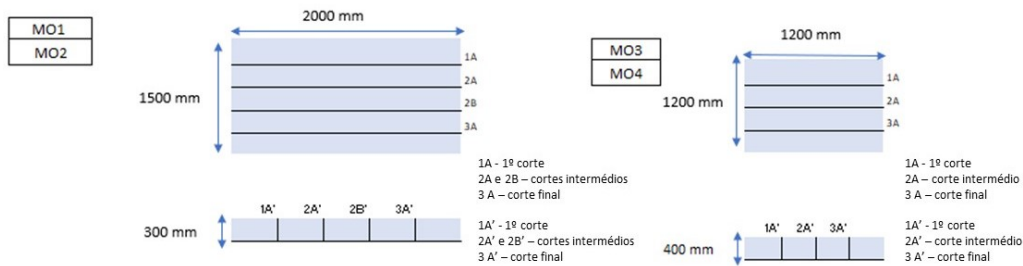


Figura 5.19: Explicação dos cortes da espuma de 23 kg.

Q - quantidade de placas;

n - nº de metros por corte;

t - nº de tiras por placa;

$1A$ e $1A'$ - primeiro corte feito em cada tira;

c - nº de cortes intermédios horizontal;

c' - nº de cortes intermédios vertical;

$3A$ e $3A'$ - último corte feito em cada tira.

$$m_{primeirocorte} = (Q \times n \times 1A) + (Q \times t \times n \times 1A') \quad (5.2)$$

$$m_{segundocorte} = (Q \times n \times \sum_{c=1}^{35} c) + (Q \times t \times n \times \sum_{c=1}^{35} c') \quad (5.3)$$

$$m_{terceirocorte} = (Q \times n \times 3A) + (Q \times t \times n \times 3A') \quad (5.4)$$

Calculou-se o número total de horas necessárias para a produção das últimas MO, considerando os valores do tempo padrão cronometrados, Figura 5.20.

Determinou-se o tempo necessário de produção para cada MO assumindo os tempos padrão cronometrados, e compararam-se aos valores reais de duração das MO, por exemplo para a MO 1 que teve uma duração total de 16 h comparada à

		Quantidade de placas	Total de horas de cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	metros percorridos	Tempo (s/m)	Média do tempo (s/m)	
Registo das MOs	MO 1	640	16,0	57600	8960	6,43	7,15	
	MO 2	300	8,7	31320	4200	7,46		
	MO 3	300	6,8	24480	3240	7,56		
	MO 4	200	5,1	18360	2560	7,17		
Medição assumindo tempo padrão cronometrado	MO 1	640	13,4	48356	8960	5,40		-2,57
	MO 2	300	6,3	22667	4200			-2,40
	MO 3	300	5,1	18382	3240			-1,69
	MO 4	200	3,8	13816	2560			-1,26
	% rentabilidade 1ª MO	84%	77%	23%				
	% rentabilidade 2ª MO	72%						
	% rentabilidade 3ª MO	75%						
	% rentabilidade 4ª MO	75%						

Figura 5.20: Análise das últimas MO considerando os tempos padrão cronometrados.

duração que teria com o tempo padrão cronometrado é visível uma melhoria de 2,57 h.

Verifica-se que estas MO com o tempo padrão cronometrado apresentam um aumento de rentabilidade do operador em 23%, o que significa que, quando este está sob supervisão (a pessoa que está retirar os tempos) a sua produtividade é maior.

5.4.1.3 EPE 32 kg

Depois da espuma de 23 kg, a seguinte é a mais utilizada em projetos.

Foi visto qual o processo que o colaborador utilizava para o corte do material e percebeu-se que é igual ao da espuma de 23 kg, então para o estudo dos tempos padrão seguiu-se o mesmo processo.

Começou por se separar a cronometragem em três elementos. Depois de todas as cronometragens para conseguir um grau de confiança de 95% foram analisadas as últimas MO produzidas e comparadas ao tempo registado. Na Figura 5.21 estão representados os tempos padrão registados para cada um dos elementos.

Serra - Espuma 32 Kg		
1º corte (carregamento para a máquina)	9,96	seg / metro
2º cortes parciais	5,47	seg / metro
3º cortes com descarga	3,50	seg / metro

Figura 5.21: Tempo padrão cronometrado da espuma de 32 kg em s/m.

Através do sistema onde é armazenada toda a informação da NEFAB, foi retirado o quadro síntese das últimas quatro MO, onde as duas primeiras ordens de produção correspondem a um produto e as duas últimas a outro.

Através das equações 5.1, 5.2 e 5.3 foi possível calcular o número de metros percorridos em cada corte e ver o tempo que demoraram a cortar a quantidade de placas de cada produção, Figura 5.22, sendo possível fazer a comparação com os tempos cronometrados da Figura 5.17.

	Dimensão da MP	Quantidade de placas	Total de horas de cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	nº de cortes	m 1º corte	m 2º corte	m 3º corte	Tempo total de cada MO (tempo padrão cronometrado, s)
MO 1	1200x2000 mm	720	21,6	77760	5 cortes de 1200mm + em cada tira 4 cortes de 333mm	2289,6	5443,2	2289,6	60606,06
MO 2	1200x2000 mm	240	7,1	25560	5 cortes de 1200mm + em cada tira 4 cortes de 333mm	763,2	1814,4	763,2	20202,02
MO 3	1200x1000 mm	760	6,3	22680	2 cortes de 1200mm + em cada tira 2 cortes de 400mm	1520	0	1520	20457,47
MO 4	1200x1000 mm	160	2,2	7920	2 cortes de 1200mm + em cada tira 2 cortes de 400mm	614,4	0	320	7238,29

Figura 5.22: MO da espuma de 32 kg.

Foram explicados também os cortes efetuados em cada MO na Figura 5.23.

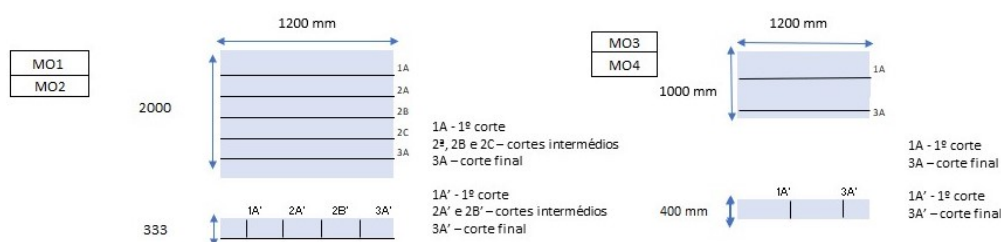


Figura 5.23: Explicação dos cortes das últimas MO da espuma de 32 kg.

Considerando os valores dos tempos padrão cronometrados, calculou-se o número total de horas necessárias para a produção das últimas MO, representados na Figura 5.24.

Compararam-se aos valores reais de duração das MO com o tempo necessário de produção para cada MO assumindo os tempos padrão cronometrados. No caso da MO 1 teve uma duração total de 21,6 h, comparada à duração que teria com o tempo padrão cronometrado é visível uma melhoria de 4,76 h.

Verifica-se que estas MO com o tempo padrão cronometrado apresentam um aumento de rentabilidade do operador em 15%, o que significa que, quando este está sob supervisão há um aumento de produção.

5.4.1.4 Espuma de Poliuretano (PU) 21 kg

Este material tem vindo a ficar em desuso para a maioria dos clientes pelo que é atualmente utilizado apenas num deles.

		Quantidade de placas	Total de horas de cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	metros percorridos	Tempo (s/m)	Média do tempo (s/m)	
Registo das MOs	MO 1	720	21,6	77760	10022,4	7,76	7,84	GAP
	MO 2	240	7,1	25560	3340,8	7,65		
	MO 3	760	6,3	22680	3040	7,46		
	MO 4	160	2,2	7920	934,4	8,48		
Medição assumindo tempo padrão cronometrado	MO 1	720	16,8	60606	10022,4	6,05		-4,76
	MO 2	240	5,6	20202	3340,8			-1,49
	MO 3	760	5,7	20457	3040			-0,62
	MO 4	160	2,0	7238	934,4			-0,19
	% rentabilidade 1ª MO	78%	85%	15%				
	% rentabilidade 2ª MO	79%						
	% rentabilidade 3ª MO	90%						
	% rentabilidade 4ª MO	91%						

Figura 5.24: Análise das últimas MO em s/m de espuma de 32 kg.

A matéria prima deste material tem dimensões 2000 x 1050 mm, para se transformar em peças de dimensões 345 x 180 mm. Cada placa leva 11 cortes no lado 2000 mm, que depois de cortadas são colocadas na mesa de apoio, Figura 5.25.



Figura 5.25: Espuma PU organizada na mesa de apoio antes de levar os outros cortes parciais.

O método é o mesmo dos materiais já analisados. Devido à dificuldade de

carregar a máquina com as várias placas sobrepostas dividiu-se a análise em três elementos.

A maior dificuldade situava-se na descarga das placas, tanto a sobrepô-las na mesa de apoio como na caixa para embalar. O arrastamento destas placas é dificultado pelas características do material e pela sua rugosidade (cenário 1). Então colocou-se em prática a utilização de uma placa de cartão fino sobre cada lote de placas para perceber se era possível melhorar o desempenho do colaborador (cenário 2).

Na Figura 5.26 estão listados os tempos padrão calculados para este tipo de espuma.

1º cenário			2º cenário - Melhoria		
1º corte (carreg máq)	16,85	seg / metro	1º corte (carreg máq)	16,85	seg / metro
2º cortes parciais	2,66	seg / metro	2º cortes parciais	2,66	seg / metro
3º colocação do material na paleta	4,96	seg / metro	3º colocação do material na paleta	3,71	seg / metro

Figura 5.26: Tempos padrão *versus* tempo padrão com melhoria aplicada.

Foram descarregados os registos das últimas quatro MO da espuma de PU para fazer a comparação dos resultados, representados na Figura 5.27. As duas últimas colunas correspondem à produção das últimas MO considerando os valores dos tempos padrão cronometrados.

	Dimensão da MP	Quantidade de placas	Total de horas de cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	nº de cortes	m 1º corte	m 2º corte	m 3º corte	Tempo total de cada MO (cenário 1, s)	Tempo total de cada MO (cenário 2, s)
MO 1	2000x1050 mm	450	16	57600	11 cortes de 1050mm + em cada tira 3 cortes de 180mm	1363,5	5143,5	1363,5	43398,11	41694,78
MO 2	2000x1050 mm	250	8,87	31932	11 cortes de 1050mm + em cada tira 3 cortes de 180mm	757,5	2857,5	757,5	24110,06	23163,77
MO 3	2000x1050 mm	250	8,5	30600	11 cortes de 1050mm + em cada tira 3 cortes de 180mm	757,5	2857,5	757,5	24110,06	23163,77
MO 4	2000x1050 mm	250	9	32400	11 cortes de 1050mm + em cada tira 3 cortes de 180mm	757,5	2857,5	757,5	24110,06	23163,77

Figura 5.27: MO de espuma PU de 21 kg.

Na Figura 5.28, do lado esquerdo, encontram-se especificados os cortes que foram feitos em cada placa e do lado direito um esquema de uma caixa cortada verticalmente, para mostrar como ficaria a placa de cartão no meio das espumas para facilitar a colocação das camadas.

Compararam-se aos valores reais de duração das MO com o tempo necessário de produção para cada MO assumindo os tempos padrão cronometrados tanto no cenário 1 como no cenário 2, e, em ambos os cenários se conseguem obter melhorias, Figura 5.29.

No caso da MO 1 teve uma duração total de 16 h. Comparada à duração que teria com o tempo padrão cronometrado no cenário 1 é visível uma melhoria de

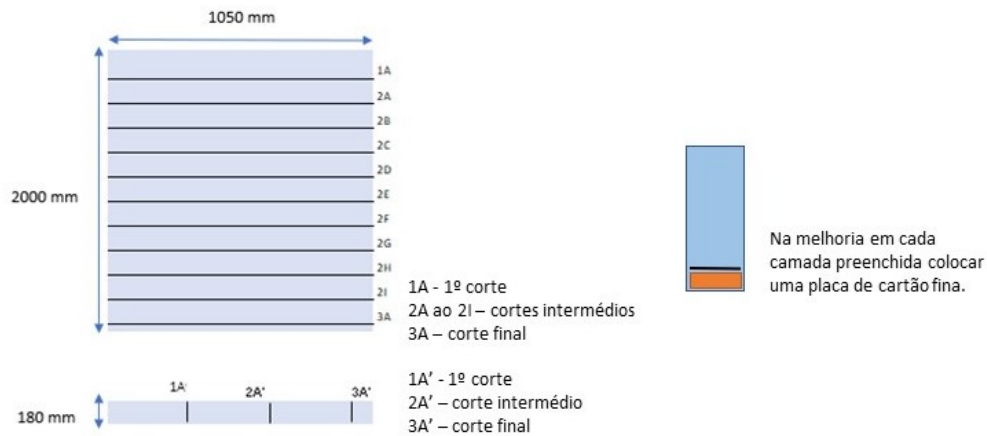


Figura 5.28: Explicação dos cortes na espuma PU de 21 kg.

		Quantidade de placas	Total de horas de cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	metros percorridos	Tempo (s/m)	Média do tempo (s/m)	
Últimas MOs	MO 1	450	16,0	57600	7870,5	7,32	7,26	
	MO 2	250	8,9	31932	4372,5	7,30		
	MO 3	250	8,5	30600	4372,5	7,00		
	MO 4	250	9,0	32400	4372,5	7,41		GAP
1º cenário -Medição Tempo Padrão cronometrados	MO 1	450	12,1	43398	7870,5	5,51	-3,94	
	MO 2	250	6,7	24110	4372,5			-2,17
	MO 3	250	6,7	24110	4372,5			-1,80
	MO 4	250	6,7	24110	4372,5			-2,30
2º cenário -Medição Tempo Padrão cronometrados	MO 1	450	11,6	41695	7870,5	5,30	-4,42	
	MO 2	250	6,4	23164	4372,5			-2,44
	MO 3	250	6,4	23164	4372,5			-2,07
	MO 4	250	6,4	23164	4372,5			-2,57
	% rentabilidade 1ª MO	72%	73%	27%				
	% rentabilidade 2ª MO	73%						
	% rentabilidade 3ª MO	76%						
	% rentabilidade 4ª MO	71%						

Figura 5.29: Comparação dos dois cenários da espuma PU 21 kg.

3,94 h, no entanto, com a utilização das placas de cartão aquando das descargas do material é possível verificar que se consegue reduzir o tempo inicial em 4,42 h.

Usando os tempos cronometrados do cenário 1 obteve-se diretamente uma melhoria no tempo percorrido por metro, 5,51 seg/metro. Mas na descarga das placas ainda se encontravam com dificuldade no deslizamento, então, depois de colocar em prática o 2º cenário (com as placas de cartão), obteve-se um resultado de 5,30 seg/metro.

Verifica-se que estas MO comparadas com o tempo padrão cronometrado no cenário 2 apresentam um aumento de rentabilidade do operador em 27%, o que significa que, quando este está sob supervisão há um aumento de produção.

Em suma, para os materiais que necessitam de transformação e passam pela serra, com um grau de confiança de 95%, um fator de ritmo que une habilidade e esforço de 98% e um fator de concessões de 9%, concluí-se que o tempo padrão em segundos por metro tendo em atenção os diferentes elementos encontra-se representado na Figura 5.30.

	PP 200g (seg/metro)	EPE 23kg (seg/metro)	EPE 32kg (seg/metro)	PU 21kg (seg/metro)
1º corte (carreg máq)	0,76	8,50	9,96	16,85
2º cortes parciais	0,2	3,90	5,47	2,66
3º colocação do material na palete	0,11	5,28	3,50	3,71

Figura 5.30: Resumo dos tempos padrão dos materiais na serra.

5.4.2 Balancé

O balancé é um equipamento que, comparado com a prensa, é utilizado poucas vezes, porque só consegue estampar peças com recurso a cortantes de dimensões até 800 x 400 mm. No período em que ocorreram as cronometragens apenas passaram por esta máquina três materiais diferentes: EPE de 40 kg, EPE de 23 kg e EPE de 32 kg.

O processo de estampagem de peças no balancé passa pelo seguinte processo:

1. o operador transporta da palete de material semi acabado um lote de 10 placas para a mesa de apoio;
2. coloca a placa no balancé e faz a primeira pancada;
3. retira a placa do cortante;
4. realiza as pancadas necessárias;
5. retira a placa do cortante e coloca o excedente no lixo.

Dependendo do tamanho da peça a ser estampada, o ponto 4 pode ser repetido.

Ao longo do período de análise foi possível verificar dois cenários diferentes e um terceiro foi simulado. No primeiro cenário o operador executa o trabalho como sempre fez. No segundo cenário foi possível alterar a disposição do *layout* e no terceiro cenário simulou-se o uso de um ajudante de produção, pedindo a outro operador que executa-se a tarefa de colocação das 10 placas na mesa de apoio.

Para o cálculo do tempo por peça para o cenário 1 e 2 utilizou-se a seguinte expressão.

C - tempo de carga das placas para a mesa de apoio;

n - n^o de placas;

Ei - tempo das estampagens intermédias;

p - n^o de pancadas;

Ue - tempo última estampagem.

$$tempototal/peca = \frac{\left(\frac{C}{n}\right) + Ei \times (p - 1) + Ue}{p} \quad (5.5)$$

No cenário 3 retirou-se o tempo de carga das placas, esse tempo é despendido por um ajudante de produção.

$$tempototal/peca = \frac{Ei \times (p - 1) + Ue}{p} \quad (5.6)$$

Cenário 1: do lado direito da Figura 5.31 está especificado o método de trabalho normal de um colaborador e do lado esquerdo os tempos cronometrados para cada um (a coluna do meio não está preenchida porque, como apenas passou uma vez pelo balancé, então considerou-se o método da melhoria).

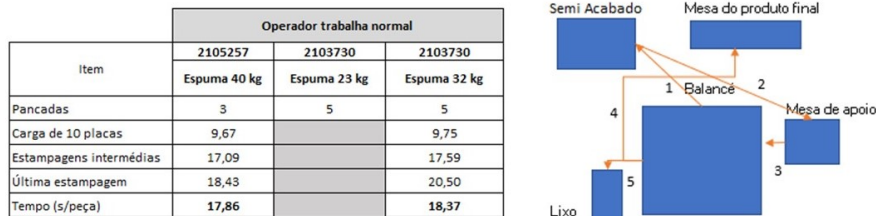


Figura 5.31: Tempo padrão do balancé - cenário 1.

Através do diagrama do lado direito percebe-se que existem movimentos que podem ser otimizados. Assim sendo, criou-se um cenário 2.

Cenário 2: para reduzir os movimentos do operador fez-se uma alteração do espaço de trabalho. Na Figura 5.32 está representado o esboço do espaço de trabalho e o quadro com os tempos padrão cronometrados.

É possível verificar que do cenário 1 para o cenário 2 no caso da espuma de 40 kg o tempo por peça foi reduzido em 3,23 s, e na espuma de 32 kg o tempo foi reduzido em 4,51 s.

Cenário 3: simulou-se ainda um último cenário, Figura 5.33, considerando a não existência da carga das placas para a mesa de apoio feita pelo operador, mas

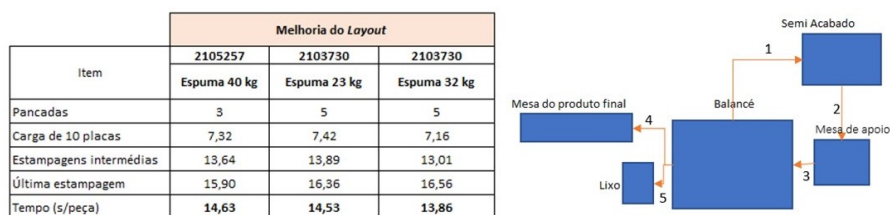


Figura 5.32: Tempos padrão do balancé - cenário 2.

sim, a possibilidade da colocação de um ajudante para essa atividade e outras que poderão facilitar o trabalho do operador, mantendo o *layout* e os tempos padrão do cenário 2 exceto o tempo de carga das placas.

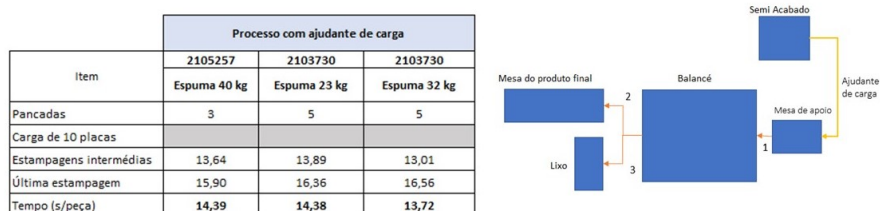


Figura 5.33: Tempos padrão do balancé - cenário 3.

Comparando o cenário 2 e 3, há uma pequena melhoria de 0,24 s no caso da espuma de 40 kg, para a produção de uma peça da espuma de 23 kg há uma melhoria de 0,15 s e para a última 0,14 s.

Conclui-se que para os três materiais em questão, tanto a alteração do *layout* como a colocação de um ajudante que evita o transporte de carga a cada 10 placas otimizam o tempo de produção no balancé. No entanto para melhorar 1% do cenário 2 para o 3, não faz sentido utilizar o recurso de um ajudante.

Transferiram-se as últimas MO do sistema de registos utilizado na NEFAB para comparar com os cenários cronometrados (Figura 5.34).

Como a diferença de tempo por peça do cenário 2 para o 3 não foi muito significativa, fez-se a comparação das últimas MOs de cada material apenas com o cenário 2.

Em suma, assumindo os tempos padrão cronometrados no segundo cenário, foi possível fazer uma comparação com as MO anteriormente produzidas, representada na Figura 5.35. É possível verificar que apenas com a alteração do espaço de trabalho o tempo de produção é reduzido.

Analisando a MO 1 de cada material, comprova-se que há uma redução do tempo total de horas. Para a espuma de 40 kg uma melhoria de 1,73 h, para a

		Quantidade de placas	Total de horas de cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	Total de pancadas por MO
Espuma 40 kg	MO 1	1920	9,53	34308	5760
	MO 2	1920	9,36	33696	5760
	MO 3	1918	8,97	32292	5754
Espuma 23 kg	MO 1	1300	6,49	23364	6500
	MO 2	1300	6,01	21636	6500
	MO 3	1300	7,25	26100	6500
Espuma 32 kg	MO 1	1300	5,96	21456	6500
	MO 2	1300	6,7	24120	6500
	MO 3	1300	6,13	22068	6500

Figura 5.34: Últimas MO do materiais que passaram pelo balancé.

espuma de 23 kg uma redução de 1,24 h e para a última espuma um benefício de 0,95 h. A rentabilidade de produção varia consoante o tipo de material a utilizar, ou seja, com a aplicação do segundo cenário é possível obter melhorias de 16% e 20%.

5.4.3 Prensa

A prensa é das máquinas mais utilizadas na NEFAB, Figura 5.36, pois é a base de muitos projetos, tem a possibilidade de usar ferramentas com dimensões até 1300 x 1000 mm o que faz com que tenha uma cadência de produção mais alta que o balancé, além de que, o seu tempo de ciclo médio é mais baixo (mais pancadas por hora e mais peças por pancada). Depois de os materiais passarem por lá poderão seguir para expedição ou para o destaque/montagem para obter o produto final pedido por cada cliente.

Dependendo dos materiais, é possível alterar o número de placas colocadas de cada vez na prensa. O quadro da Figura 5.37 explica qual o máximo de placas por pancada possíveis de colocar.

Em 2019 o número de placas sobrepostas sofreu alterações, porque depois de serem estampadas verificava-se que, nas zonas onde era aplicada a força do cortante, as placas ficavam amolgadas. Dado o número de placas ser muito alto, ao regular a profundidade da prensa para que cortasse todas as placas sobrepostas, notava-se um esmagamento da espessura das placas inferiores. Isto obrigou a que se diminuísse o número de placas sobrepostas.

O método utilizado para este equipamento é o seguinte:

1. o operador abastece a máquina com determinadas placas (consoante o tipo de material);

		Quantidade de placas	Total de horas de cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	Tempo por placa (s)	Média do tempo por placa (s)		
Espuma 40 kg	MO 1	1920	9,5	34308	17,9	17,4		
	MO 2	1920	9,4	33696	17,6			
	MO 3	1918	9,0	32292	16,8		GAP	
	2º cenário -Medição Tempo Padrão cronometrados		1920	7,8	28096	14,63		-1,73
			1920	7,8	28096			-1,56
			1918	7,8	28066			-1,17
		% rentabilidade 1ª MO	82%	84%	16%			
	% rentabilidade 2ª MO	83%						
	% rentabilidade 3ª MO	87%						
Espuma 23 kg	MO 1	1300	6,5	23364	18,0	18,2		
	MO 2	1300	6,0	21636	16,6			
	MO 3	1300	7,3	26100	20,1		GAP	
	2º cenário -Medição Tempo Padrão cronometrados		1300	5,2	18888	14,53		-1,24
			1300	5,2	18888			-0,76
			1300	5,2	18888			-2,00
		% rentabilidade 1ª MO	81%	80%	20%			
	% rentabilidade 2ª MO	87%						
	% rentabilidade 3ª MO	72%						
Espuma 32 kg	MO 1	1300	6,0	21456	16,5	17,3		
	MO 2	1300	6,7	24120	18,6			
	MO 3	1300	6,1	22068	17,0		GAP	
	2º cenário -Medição Tempo Padrão cronometrados		1300	5,0	18018	13,86		-0,95
			1300	5,0	18018			-1,69
			1300	5,0	18018			-1,12
		% rentabilidade 1ª MO	84%	80%	20%			
	% rentabilidade 2ª MO	75%						
	% rentabilidade 3ª MO	82%						

Figura 5.35: Comparação dos métodos utilizados.

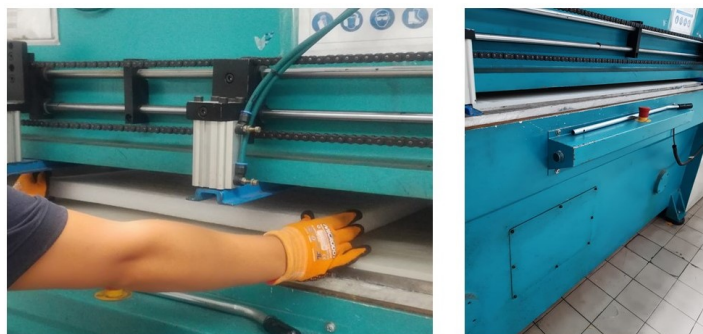


Figura 5.36: Colocação da placa na prensa e botões para ativar o funcionamento.

2. é realizada a pancada - pressionando o comando bi-manual;
3. descarrega-se o material da máquina para a paleta.

Depois de estudados os materiais que passaram na prensa, chegou-se ao quadro síntese da Figura 5.38 com os tempos padrão dos diversos materiais.

Um dos materiais está sombreado a cor diferente, porque foi um material onde foi possível testar um diferente método de trabalho.

		Espessura	Placas antes	Placas atual
PP	250g/m ²	2	4	2/3
	450g/m ²	2,5	2	1/2
	650g/m ²	3,5	1	1
	1000g/m ²	5	1	1
Outros	Peças c/vincos	-	-	1
	espumas de projeto	-	-	1

Figura 5.37: Tipos de placas e quantidades utilizadas antes e atualmente.

s/pancada	
PP 250 g	6,97
	6,44
	6,60
	6,38
Espuma 32 kg	14,86
	15,08
Espuma 23 kg	11,42
PP 450 g	12,49
PP com tyvek	22,67
	22,83

Figura 5.38: Tempos em segundo por pancada de vários materiais.

Na Figura 5.39 é possível observar o método de trabalho dos colaboradores, contudo não é o mais indicado. O trabalho é realizado da esquerda para a direita, o que significa que quando o material vai para a zona 3 ou 4, o operador tem de fazer uma maior deslocação que pode ser evitada, alterando o posicionamento do produto semi acabado.

Solicitou-se ao operador que passasse o produto semi acabado para o lado direito e que iniciasse o trabalho da direita para a esquerda (Figura 5.40). Concluiu-se que não houve uma variação significativa no tempo padrão da tarefa (6,38 s/pancada, a sombreado na Figura 5.38), porém o local de trabalho ficou desobstruído e permitiu a redução da deslocação dos materiais para os locais 3 e 4, mantendo o *layout* mais organizado.

Comparando as MO dos materiais supra mencionados produzidas na prensa com as medições dos tempos padrão cronometrados anteriormente (Figura 5.41), conclui-se que, com uma pessoa (responsável por tirar os tempos) a orientar e supervisionar o trabalho o ritmo de produção aumenta em todos os materiais. Em alguns deles a diferença não é muito significativa, no entanto, há sempre uma melhoria.

Por exemplo, o tempo de produção das últimas MO do PP 250 g é 8,2 segundos por pancada, contudo, ao utilizar o tempo padrão cronometrado verificou-se uma alteração do tempo para 6,71 segundos por pancada, o que beneficia a MO 1 em

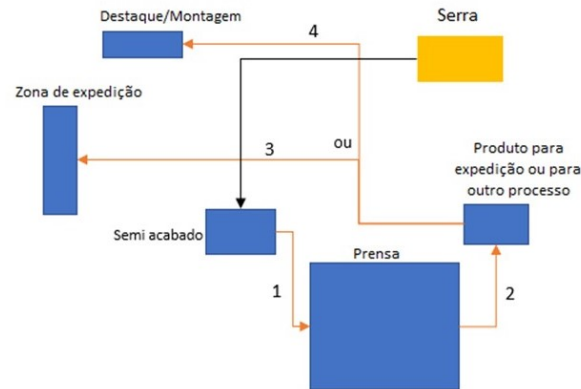


Figura 5.39: Método de trabalho utilizado na prensa.

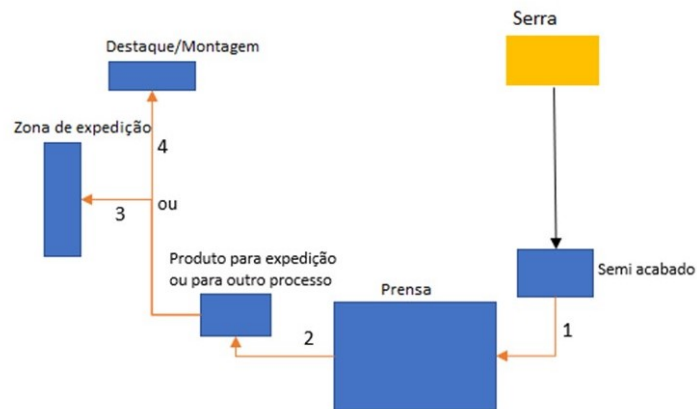


Figura 5.40: Método sugerido para a prensa.

1,49 segundos por pancada (2,56 h).

Apenas com uma pessoa a supervisionar o trabalho do operador e a controlar como este é executado, o PP 450 g consegue obter uma melhoria de 55% de produção. De todos os materiais que passam pela prensa é necessário analisar esse em particular com um nível de rentabilidade muito baixo.

5.4.4 Destaque

Quase todos os projetos passam pelo processo de destaque (Figura 5.42). Para esta análise foi considerado o tempo de destaque por metro quadrado.

Os desenhos dos projetos feitos pelo NEC vão, juntamente com a MO, para o operador saber quais as peças que tem de destacar, isto porque, algumas das peças o cliente usa para vários produtos distintos, por exemplo, no cortante da

		Quantidade de placas	Total de horas de cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	Tempo por placa (s)	Média do tempo por placa (s)	
PP 250 g	MO 1	6000	13,7	49464	8,2	8,2	
	MO 2	2000	4,5	16200	8,1		
	Medição Tempo Padrão cronometrados	6000	11,2	40242	6,97	6,71	-2,56
		2000	3,7	13414	6,44		-0,77
	% rentabilidade 1ª MO	81%	82%	18%			
% rentabilidade 2ª MO	83%						
EPE 32 kg	MO 1	400	2,2	7812	19,5	19,6	
	MO 2	396	2,2	7776	19,6		
	Medição Tempo Padrão cronometrados	400	1,7	5988	14,86	14,97	-0,51
		396	1,6	5928	15,08		-0,51
	% rentabilidade 1ª MO	77%	76%	24%			
% rentabilidade 2ª MO	76%						
EPE 23 kg	MO 1	500	2,00	7200	14,4	14,9	
	MO 2	500	2,13	7668	15,3		
	Medição Tempo Padrão cronometrados	500	1,6	5711	11,42		-0,41
		500	1,6	5711			-0,54
	% rentabilidade 1ª MO	79%	77%	23%			
% rentabilidade 2ª MO	74%						
PP 450 g	MO 1	400	3,18	11448	28,6	29,7	
	MO 2	350	3,00	10800	30,9		
	Medição Tempo Padrão cronometrados	400	1,39	4997	12,49		-1,79
		396	1,37	4947			-1,63
	% rentabilidade 1ª MO	44%	45%	55%			
% rentabilidade 2ª MO	46%						
PP com Tyvek	MO 1	2500	22,0	79200	31,7	31,8	
	MO 2	1800	16,0	57600	32,0		
	Medição Tempo Padrão cronometrados	2500	15,8	56875	22,67	22,75	-6,20
		1800	11,4	40950	22,83		-4,63
	% rentabilidade 1ª MO	72%	71%	29%			
% rentabilidade 2ª MO	71%						

Figura 5.41: Comparação das últimas MO com os tempos padrão cronometrados.

Figura 4.7. Depois de estampada a peça nem todos os furos foram destacados.

Através da ficha técnica foi possível calcular a área destacada em cada placa. (mais detalhe Anexo A)

O processo de destaque passa pelos seguintes passos:

1. agarrar na placa;
2. destacar a peça ou peças;
3. colocar os excedentes no lixo;
4. colocar a peça destacada numa palete.

Nas Figuras 5.43, 5.44, 5.45 e 5.46 são apresentadas as peças que foram cronometradas e analisadas por tipo de material. Deve-se ter em atenção que as peças em PP de 250 g e de 450 g normalmente não são destacadas pelos operadores da NEFAB. A NEFAB juntou-se a uma empresa subcontratada que oferece um baixo custo para o destaque destes materiais, mas no período em que foram



Figura 5.42: Método de destaque de espuma.

cronometrados os tempos (abril, maio e junho), essa empresa subcontratada não aceitava serviços.

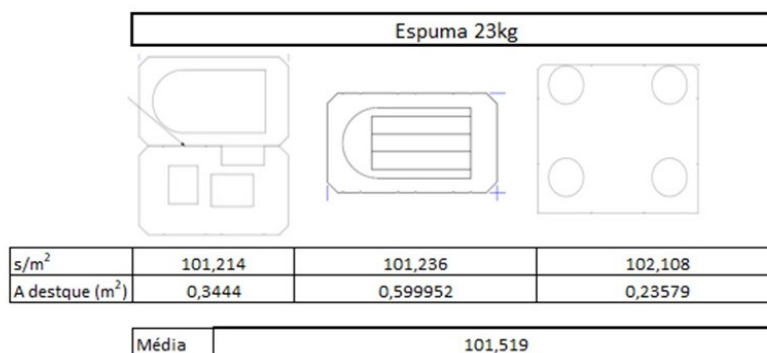


Figura 5.43: Tempo padrão do destaque de EPE de 23 kg.

Os dados foram agrupados numa folha de Excel, onde foi feito um cálculo detalhado para determinar o tempo padrão: somatório do tempo total de destaque de uma placa a dividir pela área de destaque das peças (Figura 5.47).

Depois de analisadas as fichas técnicas e calcular a área de destaque de cada placa de onde são retiradas as peças, foi possível verificar no sistema da empresa o tempo de destaque de cada peça com as respectivas quantidades (Figura 5.48).

Depois de adquiridos os dados da Figura 5.48 foi possível aplicar a essas MO as medições dos tempos padrão cronometrados. Considerando a mesma quantidade de placas e a área de destaque calculada, é possível perceber que, com um supervisor a controlar e analisar o trabalho efetuado os tempos de produção diminuem, (Figura 5.49 e 5.50).

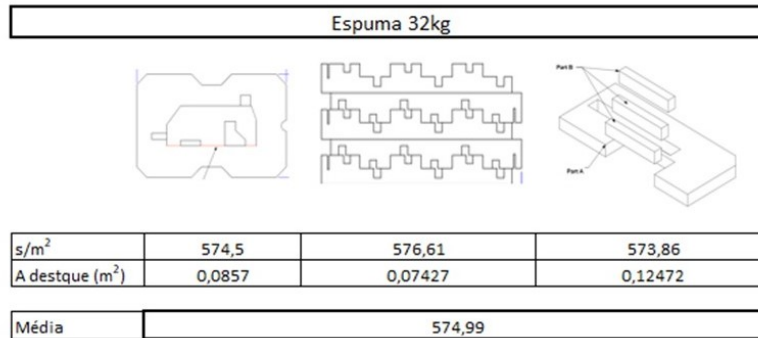


Figura 5.44: Tempo padrão do destaque de EPE de 32 kg.

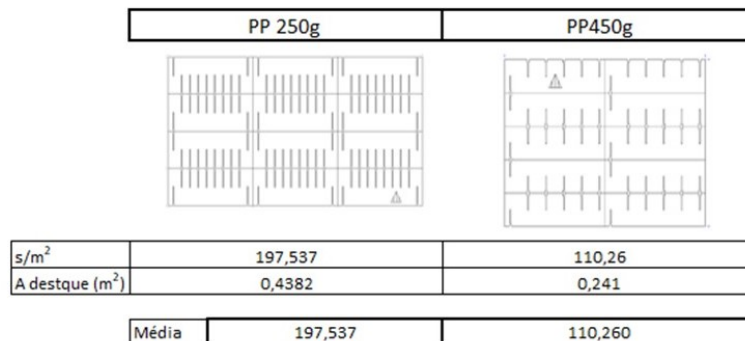


Figura 5.45: Tempo padrão do destaque de PP 250 g e PP 450 g.

5.4.5 Termosoldar

O processo de termosoldadura dos materiais é a passagem de ar quente entre dois materiais, feito com uma pistola de ar quente, Figura 5.51.

No período de cronometragens apenas passaram por este processo dois materiais, espuma de 23 kg e espuma de 32 kg, e foram definidos os seus tempos padrão em segundos por metro.

5.4.5.1 Espuma 23 kg

Um dos projetos mais recentes com a espuma de 23 kg foi feito para a proteção de ventiladores para os hospitais. Foi seguida a primeira produção desse material, no entanto o resultado dos tempos padrão (100,08 seg/metro) não foi o melhor, porque houve bastantes dificuldades na análise da ficha técnica o que interferiu com os valores cronometrados.

Particularmente numa parte da peça, havia muitas repetições desnecessárias para conseguir fazer a termosoldadura do material. A Figura 5.52 mostra do

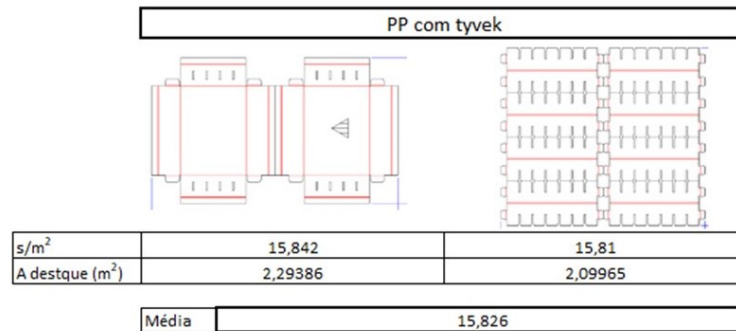


Figura 5.46: Tempo padrão do destaque de PP com tyvek.

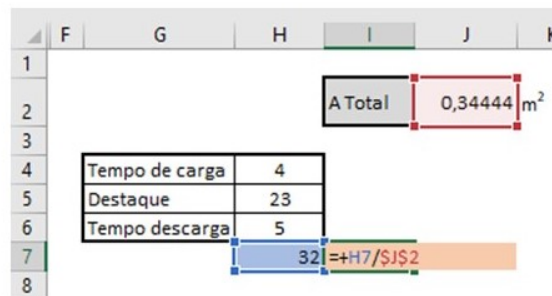


Figura 5.47: Fórmula de cálculo do destaque.

lado direito um utensílio em cartão que era utilizado para o auxílio do processo da outra parte da peça. No entanto este, tinha de ser colocado em cada um dos círculos e retas da imagem do lado direito o que demorava muito tempo.

Percebeu-se que era possível fazer uma melhoria para evitar essas repetições. Então construiu-se um *gabari*, ou seja, um modelo que servisse para traçar todos os pontos onde iria ser aplicada a termosoldadura de uma só vez (Figura 5.53). Depois da construção foram cronometrados de novo tempos de produção e chegou-se à conclusão que era possível reduzir o tempo das repetições em 56,01 seg/metro.

Chegou-se à conclusão que, qualquer que seja o projeto onde ocorram várias repetições desnecessárias dos processos, deve-se encontrar uma forma de reduzir esses movimentos, nomeadamente com a ajuda de um *gabari*. Essa utilização já teve também benefício em outros projetos que atualmente já não se encontram em produção.

Depois dos tempos cronometrados em vários projetos, obteve-se o quadro resumo da Figura 5.54, onde detalha o nome da peça e o tempo padrão em s/m das mesmas.

		Quantidade de placas	Total de horas de cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	m ² destacados em cada MO	Tempo por m ² (s)
EPE 23kg	MO 1	900	10,8	38700	310,0	124,8
	MO 2	900	18,7	67140	539,6	124,4
	MO 3	350	7,5	27000	209,8	128,7
EPE 32kg	MO 1	390	5,5	19764	29,0	682,3
	MO 2	489	8,0	28800	41,9	687,2
	MO 3	160	2,3	8100	11,9	681,6
PP 450g	MO 1	200	2,5	9000	48,2	186,7
	MO 2	400	5,0	17892	96,4	185,6
PP 250g	MO 1	200	6,4	23076	87,6	263,3
	MO 2	400	12,0	43200	175,3	246,4
PP com tyvek	MO 1	800	12,0	43200	1835,1	23,5
	MO 2	500	6,8	24480	1146,9	21,3
	MO 3	400	6,2	22428	839,9	26,7

Figura 5.48: MO de destaque dos vários materiais.

		Quantidade de placas	Total de horas de cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	m ² destacados em cada MO	Tempo por m ² (s)	
EPE 23kg	MO 1	900	10,8	38700	310,00	124,8	
	MO 2	900	18,7	67140	539,57	124,4	
	MO 3	350	7,5	27000	209,83	128,7	
	Medição tempo Padrão cronometrados	900	8,7	31471	310,00	101,52	-2,01
		900	15,2	54777	539,57		-3,43
		350	5,9	21302	209,83		-1,58
	% rentabilidade 1ª MO	81%	81%	19%			
% rentabilidade 2ª MO	82%						
% rentabilidade 3ª MO	79%						
EPE 32kg	MO 1	390	5,5	19764	28,97	682,3	
	MO 2	489	8,0	28800	41,91	687,2	
	MO 3	160	2,3	8100	11,88	681,6	
	Medição tempo Padrão cronometrados	390	4,6	16655	28,97	574,99	0,86
		489	6,7	24096	41,91		1,31
		160	1,9	6833	11,88		0,35
	% rentabilidade 1ª MO	84%	84%	16%			
% rentabilidade 2ª MO	84%						
% rentabilidade 3ª MO	84%						

Figura 5.49: Comparação dos tempos padrão cronometrados com últimas MO de EPE.

Para se conseguir chegar ao tempo padrão em s/m foi antes determinado o comprimento de termosoldadura de cada peça, ou seja, a peça tem vários lados que têm de ser passados com a pistola de calor, mas apenas se considera 60% do comprimento total calculado. Pois quando se coloca calor entre as peças, este vai-se dissipando, chegando a termosoldar 40% do material sem ser necessária a tarefa do operador.

O operador segue o seguinte processo:

1. pega na peça a termosoldar e nas mais pequenas (caso existam);

		Quantidade de placas	Total de horas de cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	m ² destacados em cada MO	Tempo por m ² (s)		
PP 450 g	MO 1	200	2,5	9000	48,20	186,7	186,2	
	MO 2	400	5,0	17892	96,40	185,6		
	Medição tempo Padrão cronometrados	200	1,5	5314	48,20	110,26		-1,02
		400	3,0	10629	96,40			-2,02
	% rentabilidade 1ª MO	59%	59%	41%				
% rentabilidade 2ª MO	59%							
PP 250 g	MO 1	200	6,4	23076	87,65	263,3	254,9	
	MO 2	400	12,0	43200	175,30	246,4		
	Medição tempo Padrão cronometrados	200	4,8	17314	87,65	197,54		-1,60
		400	9,6	34627	175,30			-2,38
	% rentabilidade 1ª MO	75%	78%	22%				
% rentabilidade 2ª MO	80%							
PP com tyvek	MO 1	800	12,0	43200	1835,09	23,5	23,9	
	MO 2	500	6,8	24480	1146,93	21,3		
	MO 3	400	6,2	22428	839,86	26,7		
	Medição tempo Padrão cronometrados	800	8,1	29042	1835,09	15,83		-3,93
		500	5,0	18151	1146,93			-1,76
		400	3,7	13292	839,86			-2,54
	% rentabilidade 1ª MO	67%	67%	33%				
% rentabilidade 2ª MO	74%							
% rentabilidade 3ª MO	59%							

Figura 5.50: Comparação dos tempos padrão cronometrados com últimas MO de PP.



Figura 5.51: Exemplos de produtos a serem termosoldados.

2. coloca uma sobre a outra e passa a pistola de ar quente no meio;
3. efetua pressão;
4. coloca a peça finalizada na paleta.

A título de exemplo, foi possível explicar o processo de termosoldadura de uma peça de 23 kg (Figura 5.55), criando-se um diagrama Mão direita - Mão esquerda, Figura 5.56. O processo é semelhante para qualquer outra peça.

Depois de descarregar os dados das últimas MO do processo em estudo, chegou-se à conclusão que, considerando apenas a termosoldadura com *gabari*, notou-se um benefício no número de horas de produção, apenas pelo facto de haver uma pessoa a cronometrar todo o processo (Figura 5.57).

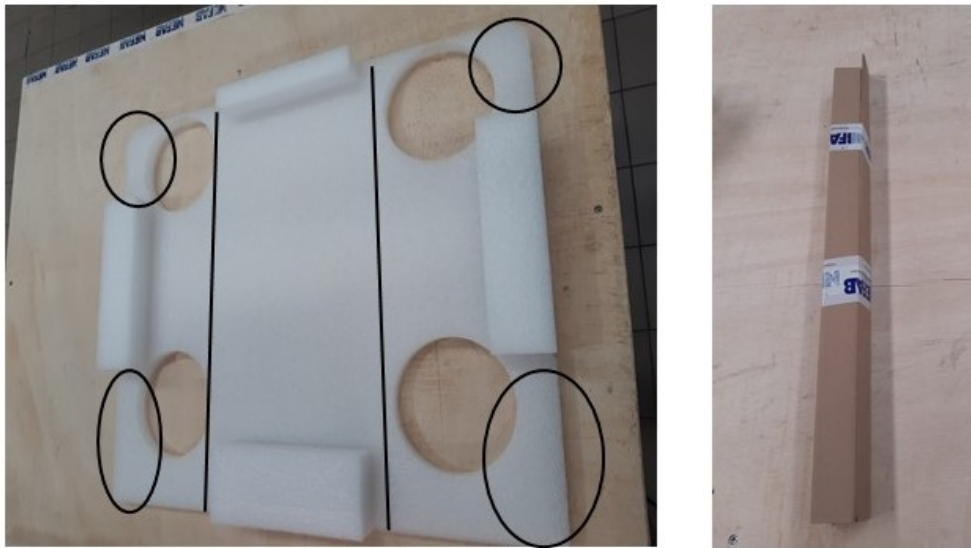


Figura 5.52: Imagem do projeto com o primeiro utensílio utilizado para o processo.

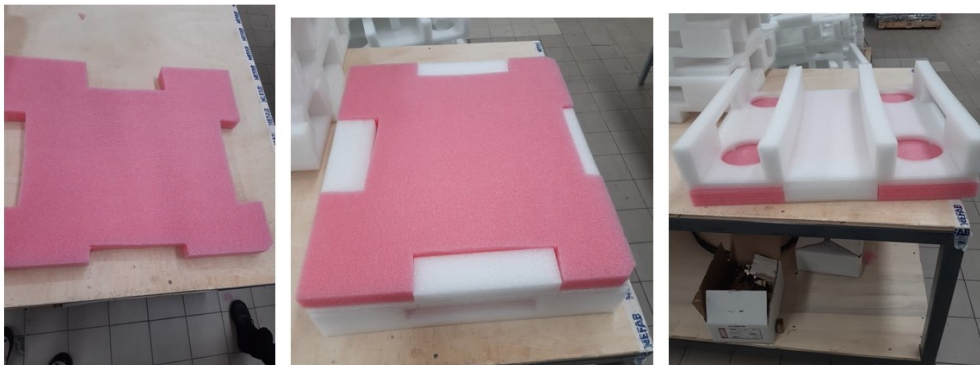


Figura 5.53: Gabari com aplicação numa peça.

De notar que, a maior descida do tempo de produção considerando os tempos padrão cronometrado, foi a MO 3, que com supervisão havia um benefício de 5,4 h de trabalho. Não considerando as duas primeiras MO, efetuadas sem o uso de *gabari* é possível perceber que a média das rentabilidades dos operadores nas outras ordens de produção se encontra nos 75%, podendo ser melhorada apenas com um supervisor a controlar o método a utilizar e coordenar todo o trabalho.

			Tempo padrão (s/m)	Média do tempo padrão (s/m)	m por peça
23 Kg	Ceia sem gabari	Parte de cima	97,33	100,08	0,93
		Parte de baixo	102,84		1,20
	Ceia com gabari	Parte de cima	44,93	44,07	0,93
		Parte de baixo	44,27		1,20
	Flama	Parte de baixo	43,49		0,51
		Parte de cima	43,59		0,92

Figura 5.54: Tempos padrão em s/m da EPE de 23 kg.

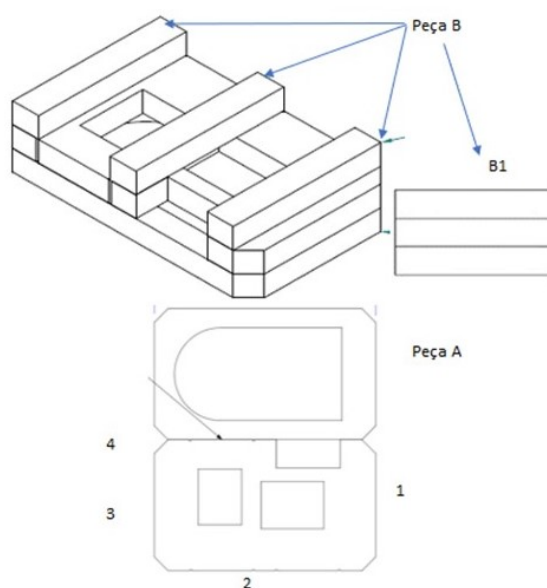


Figura 5.55: Peça em EPE 23 kg.

5.4.5.2 Espuma 32 kg

Para este material o processo é o mesmo que para a espuma de 23 kg. Cronometraram-se os tempos de cada termosoldadura de peça. De seguida mediram-se o comprimento dos espaços onde a pistola de ar quente passava e considerou-se apenas 60% desse comprimento.

Para o cálculo do tempo padrão somou-se o tempo do processo e dividiu-se pelo comprimento termosoldado.

Na Figura 5.58 seguinte encontra-se o resumo dos tempos obtidos.

Depois de agrupados esses dados foi-se verificar os tempos das últimas MO e fazer a comparação dos resultados com o tempo padrão cronometrado, Figura 5.59. Conclui-se que, como no material anterior, há uma melhoria ao colocar

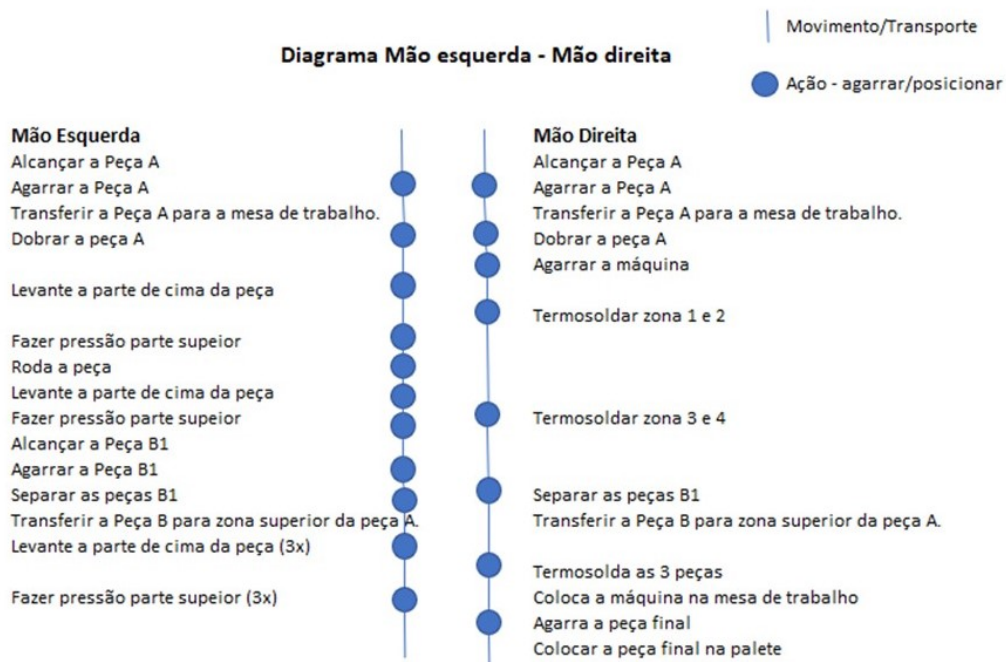


Figura 5.56: Diagrama mão direita - mão esquerda.

um supervisor para controlar todo o processo e evitar “tempos mortos”.

Percebe-se que a MO 1 foi produzida em 22,6 h, no entanto com os tempos padrão cronometrados, foi possível obter uma redução do tempo de produção em 6,86 h de trabalho. Outro exemplo é a MO 2 que foi produzida em 11,6 h, mas com as cronometragens esse tempo podia ser reduzido para 7,3 h de produção.

Tendo em conta as últimas cinco MO efetuadas, é de salientar que o nível de rentabilidade da produção pode ser melhorada em 27% apenas com um supervisor a coordenar todo o trabalho.

5.4.6 Montagem

No projeto onde é utilizado PP com tyvek foi possível obter resultados de dois processos não cronometrados em outros materiais, a montagem e a colagem.

Depois do destaque segue-se o processo de montagem. Neste caso, é inicialmente montado o separador, na primeira imagem da Figura 5.60, de seguida esse separador é colocado por cima da caixa planificada, e são encaixadas as linguetas no formato da caixa. A terceira imagem representa o resultado final do processo.

Depois dos tempos cronometrados obtiveram-se os resultados da tabela do lado direito da Figura 5.60. Conclui-se que por peça o tempo de montagem é a soma de ambos os tempos, 96,769 s/peça.

	Quantidade de placas	Total de horas de cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	m termosoldados por MO	Tempo (s/m)	
MO 1 s/gabari	650	39,6	142560	1380,60	103,26	
MO 2 s/gabari	650	39,0	140400	1380,60	101,69	
MO 3 c/gabari	500	18,4	66240	1062,00	62,37	
MO 4 c/gabari	500	18,0	64800	1062,00	61,02	
MO 5	450	10,5	37908	643,95	58,87	
MO 6	250	5,4	19440	357,75	54,34	GAP
Medição Tempo Padrão cronometrados	650	38,4	138172	1380,60	100,08	-1,2
	650	38,4	138172	1380,60		-0,6
	500	13,0	46800	1062,00	44,07	-5,4
	500	13,0	46800	1062,00		-5,0
	450	7,9	28377	643,95		-2,6
	250	4,4	15765	357,75		-1,0
% rentabilidade 3ª MO	71%	75%	25%			
% rentabilidade 4ª MO	72%					
% rentabilidade 5ª MO	75%					
% rentabilidade 6ª MO	81%					

Figura 5.57: Comparação de MO de termosoldadura de EPE 23 kg.

		Tempo padrão (s/m)	Média do tempo padrão (s/m)	m por peça
32 Kg	ATEP	43,87	44,37	1,97
	EID	44,40		1,22
	Ceia topo	44,83		1,92

Figura 5.58: Tempo padrão em s/m de EPE de 32 kg.

Comparando as duas últimas MO com os resultados cronometrados (Figura 5.61), os operadores encontram-se com uma rentabilidade de 82%, no entanto ainda pode ser melhorado com o auxílio de um supervisor a organizar e controlar o método de trabalho.

5.4.7 Colagem

Recorre-se ao processo de colagem apenas em situações onde não é possível a termosoldadura, sendo por isso, um procedimento muito pouco utilizado.

No projeto de PP com tyvek, utilizou-se a pistola de cola quente, evidenciada na Figura 5.62, para colar quatro abas. Seguidamente procedeu-se à colagem dos panos que iriam cobrir os objetos colocados no interior.

Esta última colagem teve o auxílio da pistola de cola quente e de molas para fazerem pressão sobre os panos. A caixa final está representada na última imagem.

	Quantidade de placas	Total de horas de cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	m termosoldados por MO	Tempo (s/m)	
MO 1	650	22,6	81504	1279,98	63,7	
MO 2	300	11,6	41760	590,76	70,7	
MO 3	1000	17,0	61200	1224,00	50,0	
MO 4	650	21,6	77760	1250,34	62,2	
MO 5	500	18,2	65628	961,80	68,2	GAP
Medição Tempo Padrão cronometrados	650	15,8	56791	1279,98	44,37	-6,86
	300	7,3	26211	590,76		-4,32
	1000	15,1	54307	1224,00		-1,91
	650	15,4	55476	1250,34		-6,19
	500	11,9	42674	961,80		-6,38
% rentabilidade 1ª MO	70%	73%	27%			
% rentabilidade 2ª MO	63%					
% rentabilidade 3ª MO	89%					
% rentabilidade 4ª MO	71%					
% rentabilidade 5ª MO	65%					

Figura 5.59: Comparação dos tempos padrão cronometrados com as MO de EPE de 32 kg.



Figura 5.60: Passos da montagem do projeto em PP com tyvek e respetivos tempos padrão.

A tabela do lado direito representa os tempos cronometrados por peça de cada etapa do processo, no entanto como a peça final é constituída pelas duas colagens, o tempo final de colagem por peça é 165,614 s/peça.

Posteriormente à análise dos tempos cronometrados, descarregou-se do sistema informático as duas últimas MO deste PP. Verificou-se que a produtividade dos operadores se encontra nos 78%, contudo com os tempos registados, conclui-se que poderia ser melhorado apenas com o controlo e organização necessária

	Quantidade de peças	Total de horas de cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	Tempo (s/peça)	
MO 1	715	24,4	87840	122,9	
MO 2	960	30,14	108504	113,025	GAP
Medição Tempo Padrão cronometrados	715	19,22	69189,50233	96,769	-5,18
	960	25,80	92897,79333		-4,34
% rentabilidade 1ª MO	79%	82%	18%		
% rentabilidade 2ª MO	86%				

Figura 5.61: Comparação das últimas MO com os tempos cronometrados do PP com tyvek.



Figura 5.62: Explicação do processo de colagem e os respetivos tempos padrão.

(Figura 5.63).

	Quantidade de peças	Total de horas de cada MO (h)	Tempo total de cada MO (s)	Tempo (s/peça)	
MO 1	715	43,1	155160	217,0	
MO 2	960	55,4	199440	207,75	GAP
Medição Tempo Padrão cronometrados	715	32,89	118414,01	165,614	-10,21
	960	44,16	158989,44		-11,24
% rentabilidade 1ª MO	76%	78%	22%		
% rentabilidade 2ª MO	80%				

Figura 5.63: Análise das últimas MO com os tempos cronometrados.

5.5 Resultados da análise dos tempos padrão

Através da tabela habilidade-esforço obteve-se um fator de ritmo de 98% correspondente a cada operador, assim como um fator de concessões de 9% (tolerância pessoal e de fadiga). Considerando esses valores foi possível obter os tempos padrão de cada material em cada um dos processos da NEFAB, representados na Figura 5.64.

	Serra			Balancé			Prensa	Destaque	Termosoldar	Montagem	Colar
	1º corte	2º cortes parciais	3º cortes com descarga	Carga 10 placas	Pancadas intermédias	Última pancada					
Espuma 23 kg	8,5 s/m	3,9 s/m	5,28 s/m	7,29 s/pancada	13,45 s/pancada	14,19 s/pancada	11,42 s/pancada	101,519 s/m ²	44,07 s/m		
Espuma 32 kg	9,96 s/m	5,47 s/m	3,5 s/m				14,97 s/pancada	574,99 s/m ²	44,37 s/m		
Espuma PU 21 kg	16,85 s/m	2,66 s/m	3,71 s/m								
Espuma 40 kg				7,32 s/pancada	13,64 s/pancada	14,63 s/pancada					
PP 200 g	0,76 s/m	0,2 s/m	0,11 s/m								
PP 250 g							6,60 s/pancada	197,58 s/m ²			
PP 450 g							12,49 s/pancada	110,26 s/m ²			
PP com tyek							22,75 s/pancada	15,83 s/m ²		96,77 s/peça	165,61 s/peça

Figura 5.64: Resultados dos tempos padrão de cada MP em cada processo.

Foi também possível concluir, através destes resultados, que há possíveis melhorias a implementar e, que apesar do custo adicional que representam, para além da diminuição dos desperdícios e custos de produção, influenciam diretamente na progressão e desenvolvimento de técnicas que otimizam o processo de produção.

5.6 Melhorias propostas

5.6.1 Colocação de um supervisor de produção

No decorrer deste estágio várias melhorias foram propostas, iniciando-se pelas alterações ao método de trabalho.

Durante os processos a decorrer atualmente, é necessário perceber onde é que o operador depende mais do seu tempo e tentar reduzi-lo implementando melhorias.

No caso da serra, por onde passaram vários materiais, através da análise de vários cenários, percebe-se que por vezes o método que o operador utiliza não é o mais indicado. No caso do PP de 200 g, encontraram-se benefícios na alteração de movimentos e mesmo com um gasto acrescido da primeira paleta por MO, ao fim de algum tempo acaba por compensar. Com o método habitual do operador,

este para cortar 600 placas demoraria 43,47 min, no entanto com a utilização de uma palete ao iniciar o trabalho demoraria 32,67 min, vê-se uma poupança de 10,73 min.

Já no caso da espuma PU 21 kg, não há nenhum investimento, apenas se utilizam sobras de cartão para usar como base de deslizamento e consegue-se obter um menor tempo por produção.

No caso do balancé, apenas com alterações do espaço de trabalho foi possível obter melhorias no tempo das produções, no caso da EPE 40 kg uma redução de 3,23 seg/peça, e na EPE de 32 kg o tempo foi reduzido em 4,52 seg/peça.

Na prensa, com a alteração do posicionamento do produto semi acabado, o operador consegue ter um espaço de trabalho mais organizado, assim como um deslocamento de materiais mais facilitado, não alterando o tempo padrão por pancada dos materiais.

Para o destaque, deve ter-se em consideração que a rentabilidade do PP 450 g é baixa porque este material é sempre estampado e enviado para uma empresa subcontratada que efetua esse trabalho.

Na termosoldadura dos materiais confirmou-se que, com uma grande repetição de movimentos, é possível efetuar a criação de um *gabari* que auxilie a termosoldadura e reduza todos esses movimentos. Tem-se o exemplo da EPE de 23 kg que antes de utilizar o *gabari*, o seu tempo padrão era de 100,08 seg/metro, no entanto com uma base feita em 10 minutos foi possível reduzir o tempo de termosoldadura em 56,01 seg/metro.

A montagem e a colagem são processos menos utilizados mas que, com o a presença do supervisor a cronometrar os tempos foram melhorados.

Em suma, todos estes processos foram aperfeiçoados porque foram aplicadas pequenas melhorias. No entanto, as melhorias em alguns materiais não eram visíveis no método de trabalho do operador, mas refletiam-se sobre os tempos padrão cronometrados.

Uma vez que não foram disponibilizados os custos de máquina por hora, não foi possível analisar se a colocação de um supervisor em teor da redução das horas de trabalho calculadas na presença deste seria benéfico ou não para a empresa. No entanto, caso ocorra essa colocação, é possível ver, através da rentabilidade dos operadores em cada uma das figuras resumo de cada sub secção, que os tempos de produção de cada MO foram reduzidos significativamente.

Capítulo 6

Conclusão

Neste capítulo final expõem-se as conclusões pertinentes ao trabalho realizado, retratando de forma abrangente os resultados obtidos, bem como as sugestões para trabalhos futuros.

6.1 Conclusões

O tema da dissertação consistiu na análise dos tempos padrão de produção e no estudo dos processos produtivos da NEFAB.

O objetivo inicial enquadrava-se essencialmente em compreender os processos inerentes à produção, identificar as operações e determinar os tempos padrão de cada uma delas. Permitiu entender qual o desempenho dos colaboradores na execução de cada tarefa e como podem ser melhorados.

Apesar de todo o processo de adaptação tanto à empresa e colaboradores como ao processo produtivo, a maior dificuldade constatou-se com os operadores. Por vezes, foi difícil a aceitação dos trabalhadores, quando eram pedidas modificações ao processo normal de trabalho. Porém, no final do estágio, os colaboradores começaram a mostrar-se mais recetivos a alterações, quando se aperceberam que a complexidade das tarefas reduzia, contribuindo para uma maior produtividade dos mesmos.

Perante os objetivos previamente colocados pela NEFAB, conclui-se que estes foram finalizados com sucesso, verificando-se grandes progressos na rentabilidade e controlo de produção. Apesar dos materiais que passaram pela produção serem bastante menos dos que estavam inicialmente previstos, foram calculados todos os tempos padrão para os que efetivamente foram produzidos no período em estudo.

Enquanto eram cronometrados os tempos de cada processo foi possível aplicar algumas melhorias e perceber o seu benefício para a produção. Por exemplo, na serra houve melhorias significativas com pequenas alterações do método de trabalho. Com a colocação de uma palete inicial no PP de 200 g melhorou o tempo em 0,35 seg/metro.

Em suma, todos os métodos foram melhorados com alterações do espaço de trabalho, e com a presença de um supervisor é visível uma melhoria significativa durante as produções.

6.2 Trabalho futuro

Como no período de recolha dos dados não foi possível analisar todos os materiais que passam na NEFAB, um dos trabalhos futuros será a análise do tempo padrão dos restantes materiais e se possível aplicar novas melhorias.

A contratação de um supervisor e implementação do *layout* proposto vão melhorar o método de trabalho dos operadores e consecutivamente os tempos de cada produção.

Referências Bibliográficas

- [1] R. M. Barnes, *Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho (6ª Edição)*. Blucher, 1977. [cited on p. v, 12, 13, 20, 21]
- [2] NEFAB, “Site da nefab ra produtos de embalagem, sa.” [Online; accessed 30-julho-2020]. [cited on p. 5]
- [3] J. Flynn, “Taylor to TQM: 100 years of production management. [On],” *Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE)*, vol. 30, no. 10, pp. 22–28, 1998. [cited on p. 11]
- [4] V. A. A.P. Puvanasvaran, C.Z. Mei, *Overall Equipment Efficiency Improvement Using Time Study in an Aerospace Industry*. Malaysian International Tribology Conference, MITC 2013, Kuala Lumpur, Malaysia: Elsevier Ltd, 2008. [cited on p. 11]
- [5] F. E. M. J. R. Stewart, *Motion and Time Study for Lean Manufacturing (3rd Edition)*. Pearson Education, 2001. [cited on p. 11, 23]
- [6] A. A. e. S. C. S. Alexandre Cardoso, Pedro Arezes, “Análise ergonómica de sistemas de produção orientados ao produto: Estudo de um caso industrial. [cited on p. 11]
- [7] J. L. Pigage, Leo Charles; Tucker, *Motion and time study (Institute of Labor and Industrial Relations. Bulletin No. 24)*. Urbana-Champaign: Urbana, Il: Institute of Labor and Industrial Relations. University of Illinois., 1954. [cited on p. 12]
- [8] . G. I. Elnekave, M., “Rapid video-based analysis system for advanced work measurement,” *International Journal of Production Research*, vol. 44, pp. 271–290, 2006. [cited on p. 13]
- [9] E. M. Silva, *Determinação do tempo padrão por cronometragem*. ISEP, Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2019. [cited on p. 13, 18]

- [10] A. R. Thakre, D. A. Jolhe, and A. C. Gawande, “Minimization of engine assembly time by elimination of unproductive activities through ’most’,” in *2009 Second International Conference on Emerging Trends in Engineering Technology*, pp. 785–789, 2009. [cited on p. 15]
- [11] B. Tolo, “21st-century stopwatch: powerful work measurement in retail applications,” *Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE)*, vol. 37, no. 7, 2005. [cited on p. 15]

Anexo A

Cálculo dos metros quadrados destacados em cada tipo de material

Espuma 23 kg - Figura A.1

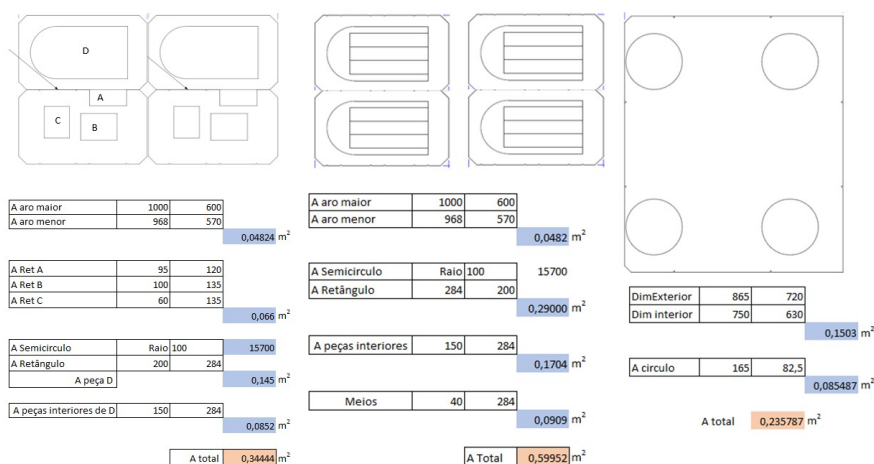


Figura A.1: Processo de cálculo da área de EPE 23 kg.

Espuma 32 kg - Figura A.2

PP 200 g e PP 450 g - Figura A.3

PP com Tyvek - Figura A.4

ANEXO A. CÁLCULO DOS METROS QUADRADOS DESTACADOS EM CADA TIPO DE MATERIAL

90

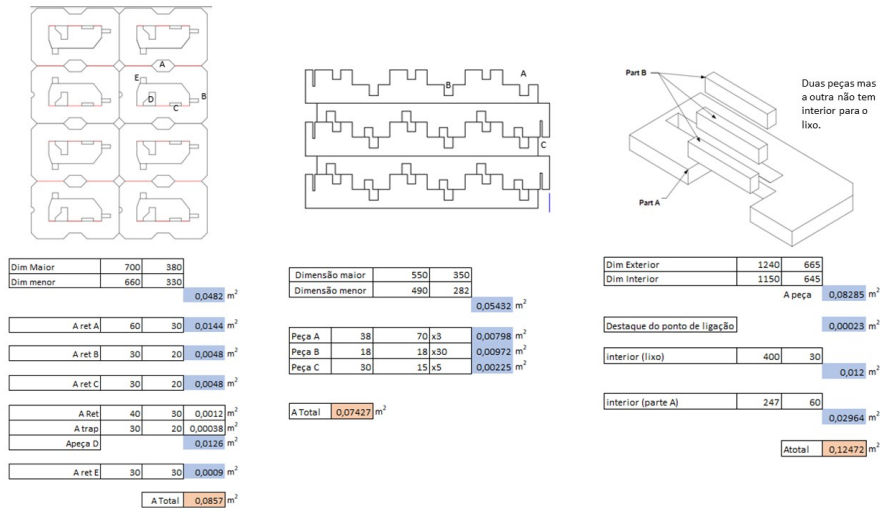


Figura A.2: Processo de cálculo da área de EPE 32 kg.

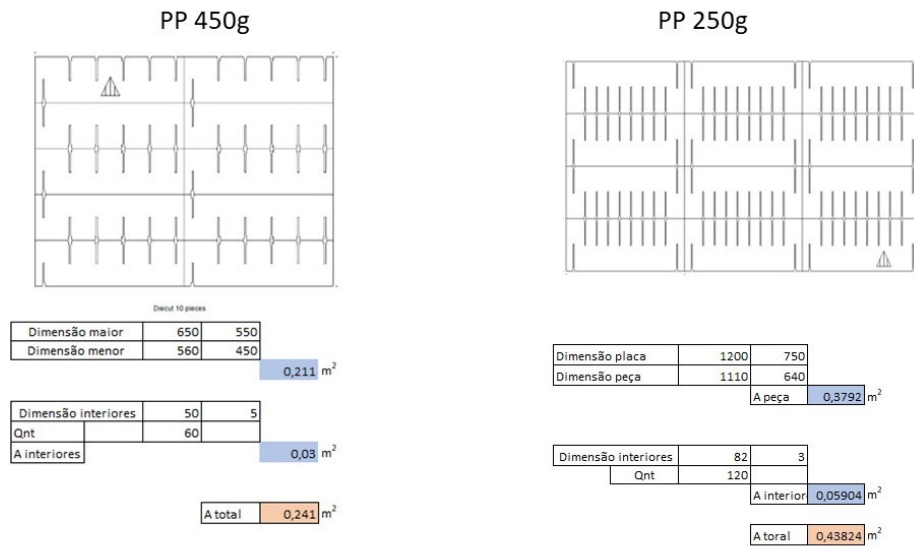


Figura A.3: Processo de cálculo da área de PP.

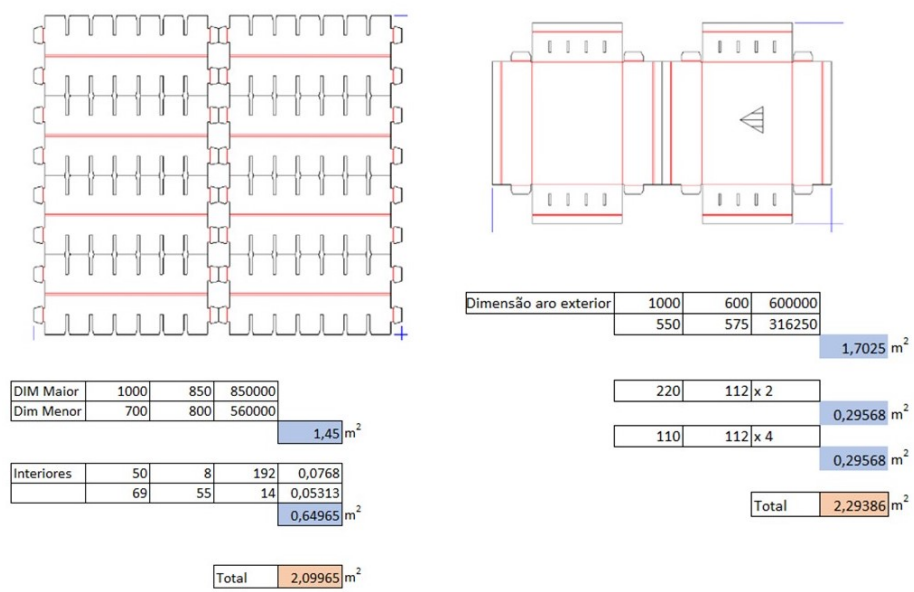


Figura A.4: Processo de cálculo da área de PP com tyvek.

