

Standardização no IKEA Industry de Paço de Ferreira

DIANA MARIA GARCÊS FERREIRA

Outubro de 2015

STANDARIZAÇÃO DE POSTOS DE TRABALHO NO IKEA *INDUSTRY* DE PAÇOS DE FERREIRA

Diana Maria Garcês Ferreira

Dissertação de Mestrado

Orientador: Professor Doutor Manuel Pereira Lopes



Mestrado em Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2015

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de
Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Gestão Industrial

Candidato: Diana Maria Garcês Ferreira, N° 1100709, 1100709@isep.ipp.pt

Orientação científica: Manuel Pereira Lopes, mpl@isep.ipp.pt

Empresa: *Ikea Industry* de Paços de Ferreira

Supervisão: Mário Ferreira, mario.ferreira@ikea.com



Mestrado em Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

16 de outubro de 2015

Quero dedicar este trabalho aos meus pais e há minha irmã, por todo o apoio mostrado na conclusão dos mesmos.

Agradecimentos

Aproveito este capítulo para agradecer a todas as pessoas que me acompanharam durante esta etapa.

Com especial ênfase aos meus pais, que me proporcionaram todas as condições e me deram todo o apoio para eu nunca desistir e poder sempre fazer mais e melhor, e há minha irmã pela paciência nas alturas stressantes.

Aos meus amigos, que me mostraram que um curso de engenharia não se faz sozinho e que me ajudaram a ir até ao fim, mesmo quando a vontade era nula.

Aproveito também para agradecer ao meu orientador da dissertação, Eng. Manuel Pereira Lopes, que sempre se mostrou prestável para todas as minhas dúvidas, mesmo quando algumas não faziam o menor sentido, e que sempre me deu todo o apoio para a conclusão da mesma.

No seguimento, quero agradecer aos meus orientadores do estágio curricular, Mário Ferreira e Álvaro Magalhães. O primeiro pela oportunidade e o apoio em executar um bom trabalho e pela preocupação na etapa de integração e restante tempo de estágio; e ao segundo pela passagem de conhecimento sobre a indústria, a empresa e o modo de como se trabalha, bem como se deve lidar com os vários assuntos do dia-a-dia;

À parte dos orientadores que tive, ainda houve uma pessoa que sem a qual eu não teria conseguido executar todo o trabalho a que me propôs e não teria o conhecimento sobre a *Complete Line*, área da empresa onde ocorreu o trabalho laboral, que tenho, o formador da área, Joel Teixeira; para além dele, agradeço ao especialista e a todos os operadores da *Complete Line*, porque sem eles a execução do trabalho não teria sido possível.

Resumo

Standardização de um posto de trabalho não é mais que definir o melhor método de trabalho que vai ser seguido por todos os operadores que trabalham no mesmo. Uma vez definido esse método, é importante para uma empresa ter noção da produtividade que podem alcançar, dado que pode ser retirado a partir deste método, e é no seguimento disto que surge o estudo dos métodos e tempos, mais concretamente o estudo dos tempos por cronometragem.

A aplicação deste estudo foi despoletada pela necessidade do *IKEA Industry* de Paços de Ferreira, em dar o próximo passo na standardização dos seus postos de trabalho, área a área, e da necessidade de terem uma pessoa em cada área que analisa-se o trabalho que estava a ser feito e calcula-se o tempo de cada rotina.

Neste documento, é realizada uma interligação entre os conceitos teóricos que o método exige, como todo o conjunto de fórmulas, restrições, análises e ponderações, com o contexto laboral onde o mesmo foi aplicado e a estratégia desenvolvida pelo *IKEA* na realização do estudo.

O estudo dos métodos e tempos por cronometragem, de todos os métodos existentes, pode ser considerado o mais completo e complexo, uma vez que é mais que observar, registar e retirar uma média ponderada das observações. Este método baseia-se num modelo matemático, que interliga uma série de conceitos e que tem sempre o operador em consideração, seja na avaliação e análise das tarefas que requerem mais esforço dos mesmos, físico ou psicológico, seja em termos de tempos de pausas pessoais que a lei obriga a que as empresas deem. Este detalhe, neste método, é de grande importância, uma vez que a standardização é sempre vista pelos operadores como uma punição.

As desvantagens deste método estão no grau de conhecimento e capacidade de observação exigidas ao analista para o executar. Melhor dizendo, um analista que vá executar este trabalho necessita observar muito bem a rotina de trabalho e conhecer onde começa, acaba e tudo o que a ela não pertence, antes de começar a registar seja que tempos forem. Para além disso, é exigido ao analista que perceba o ritmo de trabalho dos operadores através da observação dos mesmos, de modo a que ninguém seja prejudicado. E por fim, é necessária

uma grande disponibilidade da parte do analista para retirar o máximo de observações possíveis.

Com o intuito de facilitar esta análise, o *IKEA Industry* criou um ficheiro que compila toda a informação relacionada com o método, e uma explicação de todos os parâmetros que o analista necessita ter em atenção. Esta folha de trabalho foi validada à luz do método, como é possível verificar no decorrer do documento.

Um detalhe importante a referir, é que por muito fidedigno que seja este método, tal como qualquer método de standarização, a mínima alteração da rotina de trabalho invalida de imediato o tempo total da rotina, tornando necessário realizar o estudo novamente. Uma vantagem do documento criado pelo *IKEA*, está na rápida adaptação a estas alterações, uma vez que, caso seja acrescentado ou removido um elemento à rotina, basta alterar o documento, observar e cronometrar os operadores a executar esse novo elemento, e quase automaticamente é definido um novo tempo total padronizado na rotina.

Este documento foi criado para fins académicos e de conclusão de um grau académico, mas o estudo quando aplicado na empresa deu origem a contratações, o que só por si mostra as vantagens e impacto que o mesmo pode ter em contexto laboral. Em termos de produtividade, uma vez que a sua aplicação não foi executada a tempo de ser estudada neste documento, não foi possível avaliar a mesma.

Palavras-Chave

Standarização, Medida do Trabalho, Estudo dos métodos e tempos, Estudo por Cronometragem, *IKEA Industry*.

Abstract

The Standardization of a workstation is nothing more than defining the best work method and the best routine which will be followed by every operator that works on it.

Once that method is defined, it becomes important for a company to have a notion of the productivity such method can provide, and it's because of this that the study of methods and timings appears, more specifically the study of timing by stop watch.

This study's application was created by the need IKEA Industry of Paços Ferreira felt in taking the next step towards their workstations standardization, one area at a time, and of the necessity of having one person in each area that analyses the work and calculates the time of each routine.

In this document, an interconnection between the theoretical concepts that such method requires, like the whole set of formulas, restrictions, analyses and considerations, is made, in addition to the employment context where it was applied and the strategy developed by IKEA for the fulfilment of this study.

The study of methods and timings by stop watch can be considered the most complete and complex of them all, since it is far more than simply observing, registering and concluding a weighted average of the observations. This method is based on a mathematical model that interconnects a series of concepts and always tends to the operator's needs, be it in the evaluation and analyse of tasks that require more effort, physical or mental, or in personal breaks which are demanded by law. This detail is of high importance considering the fact that standardization is always seen as a punishment by the operators.

This method's disadvantages are in the level of knowledge and observational skills its execution demands of the analyst. Or rather, the analyst that executes this job needs to be meticulous as he observes the work routine so that he knows precisely where it starts, ends and everything that is out of place, before he can register the timings.

Furthermore, the analyst needs to understand the operators working rhythms so that no one is hindered. And finally, it's necessary an abundant availability of the analyst so that he can take as many observations as possible.

In order to simplify this analyses, the IKEA Industry created a file that compiles all the information related to this method, as well as an explication of every parameter the analyst needs to take into attention. This worksheet was also validated following this method as it is possible to verify during the document.

Nevertheless, there is a very important detail that needs to be stated, even though this is a very reliable method as is every other, the slightest alteration on the working routine, immediately disables its total timing, making it necessary to perform the study again. An advantage of the IKEA's file can be found in the fast adaption to the alterations, for example, once an element is added or taken from the routine, you just have to alter said file, observe and time the operators while they execute this new element. Therefore, it is almost automatically defined a new total time standard in the routine.

This document was created for academic purposes and to serve as a conclusion to an academic degree, but the study when applied to the company gave origin to contracting operators, which in itself shows the advantages and impact that it can have on an employment context.

In terms of productivity, once its application was not executed in time of being studied in this document, it was not possible to evaluate it.

Keywords

Standardization, Work Measurement, study of methods and timings, study of timing by stop watch, IKEA Industry.

Índice

ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XI
ÍNDICE DE EQUAÇÕES.....	XIII
SIGLAS	XV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. A EMPRESA.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. TRABALHO PADRONIZADO, MAIS CONHECIDO COMO <i>STANDARD WORK</i>	7
2.2. INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE MÉTODOS E TEMPOS	9
2.3. APRESENTAÇÃO DO MÉTODO EM ANÁLISE, CRONOMETRAGEM DE TEMPOS.....	12
3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	18
3.1. <i>IKEA INDUSTRY</i> DE PAÇOS DE FERREIRA	18
3.1.1. <i>Materiais usados pela empresa</i>	18
3.1.2. <i>Descrição do fluxo produtivo da fábrica BOF</i>	21
4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DO TRABALHO DESENVOLVIDO	23
4.1. DESCRIÇÃO DO FLUXO PRODUTIVO DA ÁREA <i>COMPLETE LINE</i>	23
4.2. ANÁLISE DO POSTO DE TRABALHO 8.....	37
4.2.1. <i>Cálculo dos Tempos padrão</i>	49
5. OUTRAS MELHORIAS INTRODUZIDAS	53
5.1. MELHORIA NA IMPRESSÃO DAS ETIQUETAS DE IDENTIFICAÇÃO DAS PALETES.....	53
5.2. MELHORIA NO PROCESSO DE FILMAGEM DA PT 12	55
5.3. MELHORIA DA ESTRUTURA DE TRANSPORTE DE ROLOS <i>FOIL</i>	57
5.4. DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO DE ENROLAMENTO DAS PONTAS DE ROLOS <i>FOIL</i>	60
5.5. MELHORIA NO TIPO DE ENTREGA DE ROLOS	61
5.6. COLOCAÇÃO DE GRADIL NA ENTRADA DA LINHA	62
6. CONCLUSÕES.....	65
6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
6.2. TRABALHOS FUTUROS	66
REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	67
ANEXO A. BALANÇO EM TEMPO E CUSTOS DA PROPOSTA DE MELHORIA DAS CINTAS PARA O PROCESSO DE FILMAGEM	69
ANEXO B. CADÊNCIA DO EQUIPAMENTO NA PRODUÇÃO DE PALETES.....	71

ANEXO C. CADÊNCIA DO OPERADOR A EXECUTAR A ATIVIDADE	72
ANEXO D. ESTUDO PARA A CONTRATAÇÃO DE NOVO OPERADOR – HIPÓTESE 1	73
ANEXO E. ESTUDO PARA A CONTRATAÇÃO DE NOVO OPERADOR – HIPÓTESE 2	74
ANEXO F. ESTUDO PARA A CONTRATAÇÃO DE NOVO OPERADOR – HIPÓTESE 3.....	75

Índice de Figuras

Figura 1 – Dados relativos ao Grupo IKEA (IKEA, Sobre o Grupo IKEA, 2015).....	2
Figura 2 - <i>Template</i> da <i>Standard Operation Sheet</i> (IKEA Group, 2014)	15
Figura 3 - <i>Template</i> da <i>Work Element Sheet</i> (IKEA Group, 2014).....	16
Figura 4 - Vista panorâmica da Fábrica IKEA de Paços de Ferreira	18
Figura 5 - Exemplar da ripa de aglomerado de madeira	19
Figura 6 - Exemplar da placa de HDF.....	19
Figura 7 - Exemplar do <i>honeycomb</i>	19
Figura 8 - Panóplia de produtos <i>Kallax</i> (catálogo IKEA, 2014).....	20
Figura 9 - Panóplia produtos <i>Besta</i> (catálogo IKA, 2014)	20
Figura 10 - Panóplia produtos <i>STUVA</i> (catálogo IKEA, 2014).....	20
Figura 11 - Panóplia produtos <i>MICKE</i> (catálogo IKEA, 2014).....	20
Figura 12 - Diagrama representativo do fluxo da fábrica BOF.....	21
Figura 13 - Diagrama representativo do fluxo produtivo da <i>Complete Line</i>	24
Figura 14 - <i>Layout</i> da área foco, com identificação dos postos de trabalho	25
Figura 15 - Equipamento utilizado no primeiro posto de trabalho.....	25
Figura 16 - Primeiro equipamento do segundo posto de trabalho.....	27
Figura 17 - Segundo equipamento do segundo posto de trabalho (à esquerda calibração por baixo e à direita calibração por cima)	28
Figura 18 – Equipamentos que compõem o terceiro posto de trabalho	29
Figura 19 - Representação do <i>buffer</i> à esquerda e à direita pormenor das prateleiras	30
Figura 20 - Início do quarto posto de trabalho	31
Figura 21 - Cabine de aplicação do endurecedor	31
Figura 22 - Gavetas das lâmpadas IR.....	31
Figura 23 - Cabine da aplicação da cola.....	31
Figura 24 - Zona de inspeção da aplicação da cola.....	31
Figura 25 - Gavetas de colocação dos rolos <i>FOIL</i>	31
Figura 26 - Zona de aplicação do papel <i>FOIL</i>	32
Figura 27 - Zona de prensa do papel contra o painel	32
Figura 28 – Ilustração representativa do conjunto de rolos que fazem a gestão da aplicação das matérias-primas	33
Figura 29 - Ilustração representativa de como se faz o <i>inlay</i>	34
Figura 30 - Equipamentos que compõem o quinto e sexto posto de trabalho.....	35
Figura 31 - Zona de Autocontrolo dos painéis.....	35
Figura 32 - Instrução de trabalho do oitavo posto de trabalho, em Março de 2015.....	38
Figura 33 - Processo de filmagem do produto PT12.....	40
Figura 34 - Processo de filmagem dos produtos da fábrica <i>FOIL</i>	40

Figura 35 - Representação ilustrativa do fluxo de movimentações associado ao posto de trabalho 8	41
Figura 36 - Instrução de trabalho para o posto de trabalho 8, em Setembro de 2015	42
Figura 37 – Continuação da Figura 36	43
Figura 38 - Instrução de trabalho do posto de trabalho 8 com os tempos padrão de cada elemento	47
Figura 39 – Continuação da Figura 38	48
Figura 40 - Diagrama ilustrativa das etapas que compuseram a resolução do problema	50
Figura 41 - Representação ilustrativa da zona de inspeção final e dos elementos que a compõem	51
Figura 42 - <i>Template</i> antigo da etiqueta de identificação em cima e <i>template</i> actual da identificação em baixo	54
Figura 43 - Representação de uma peça de PT12.....	56
Figura 44 - Representação do desempilhamento do produto PT12.....	56
Figura 45 - Demonstração do problema	56
Figura 46 - Antigo sistema de manuseamento dos rolos FOIL	58
Figura 47 - Atual sistema de manuseamento dos rolos FOIL	58
Figura 48 - Etiquetas de identificação do tamanho das estruturas	59
Figura 49 - Equipamento para enrolamento das pontas dos rolos <i>FOIL</i>	61
Figura 50 – Passadiços em gradil colocados na saída da linha	63

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Apresentação dos valores recolhidos por cronometragem em minutos	45
Tabela 2 - Tempos padrão dos restantes elementos da rotina de trabalho do posto de trabalho	46
Tabela 3 - Ganhos obtidos na mudança para a hipótese 2.....	52
Tabela 4 - Ganhos em tempo da implementação do novo sistema.....	54
Tabela 5 - Ganhos em termos de lucro com a aplicação do novo sistema de filmagem	57
Tabela 6 – Ganho em custo da utilização das estruturas de manuseamento dos rolos <i>FOIL</i>	59

Índice de Equações

Equação 1 - Determinação do tempo padronizado tendo em conta o desconto de tempos pessoais e semelhantes	9
Equação 2 - Determinação do tempo padronizado através do ritmo de trabalho e do fator de conversão	9
Equação 3 - Determinação do tempo de ciclo e do tempo normal de trabalho	9
Equação 4 - Determinação do fator de conversão	10
Equação 5 - Determinação do número mínimo de observações necessárias para validar as observações	13
Equação 6 - Demonstração do intervalo de confiança tendo em conta o nível de confiança pretendido	13
Equação 7 - Demonstração do cálculo do número mínimo de observações tendo em conta o erro relativo e o nível de confiança pretendidos	13
Equação 8 - Cálculo do número mínimo de observações necessárias para validar os tempos.....	14
Equação 9 - Calculado das paragens de linha	52

Siglas

API	– Application Programming Interface
ASCII	– American Standard Code for Information Interchange
ASN.1	– Abstract Syntax Notation - One
ASR	– Alcatel Service Router
ATM	– Asynchronous Transfer Mode
CADREDE	– Sistema de Gestão do Cadastro de Rede da PT
COTS	– Components Of The Shelf
CPU	– Communications Processor Unit
CRC	– Cyclic Redundancy Check
CRM	– Customer Relationship Management
CSMA/CD	– Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection
ER	– Elemento de Rede
eTOM	– Enhanced Telecom Operations Model
FAB	– Fulfillment, Assurance & Billing
FCAPS	– Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security
FCS	– Frame Check Sequence
FIFO	– First In First Out

1. INTRODUÇÃO

Este projeto pretende mostrar uma nova abordagem ao estudo dos métodos e tempos, no seguimento de uma proposta efetuada pelo IKEA Paços de Ferreira para a aplicação do método de cronometragem em todos os seus postos de trabalho. A aplicação do tema na empresa surgiu no âmbito das melhorias *LEAN*, como a última etapa de toda uma sequência de melhorias contínuas.

Já no que respeita ao presente capítulo, este explica como surgiu a proposta para desenvolver este trabalho, os objetivos da dissertação, os contributos que a mesma tem para os campos académicos e empresariais e a organização estrutural utilizada para a explicação de todas as partes necessárias para a exposição do assunto.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Novamente, este projeto teve origem numa proposta do IKEA ao departamento de Engenharia Mecânica do ISEP, devido à necessidade dos mesmos em standarizar todas as áreas da fábrica e avaliar os tempos de realização de cada uma das tarefas executadas pelos operadores. Este processo pretende facilitar o planeamento da produção, obter com maior precisão os indicadores de desempenho, bem como a produtividade por turno.

Em termos de trabalho executado para a própria empresa, foi necessário estudar o ambiente fabril, o método de trabalho executado pelos diferentes turnos, bem como analisar as atividades necessárias e as atividades que representam desperdício de produtividade. Após a compilação, em instruções de trabalho, das atividades de produção foi aplicado o estudo dos métodos e tempos com base no conceito teórico analisado no presente estudo.

1.2. A EMPRESA

"Perguntamos sempre: *Existe uma forma melhor? É deste modo que a oferta de produtos IKEA permanece única e é assim que tentamos melhorar o dia-a-dia para a maioria das pessoas.*", IKEA website

A empresa IKEA nasceu pelas mãos de *Ingvar Kamprad* e teve a sua primeira sede na quinta dos seus pais na aldeia onde cresceu em *Älmhult*, Suécia. Começou por ser um retalhista a vender produtos de todos os tipos, e atualmente é uma cadeia de 315 lojas em 27 países com um total de vendas na ordem dos 28.7 mil milhões de EUR, **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

O nome IKEA surgiu a partir das iniciais do criador da mesma, IK, e das iniciais do nome da quinta e da aldeia onde a ideia surgiu, EA.

O conceito IKEA nasceu com o objetivo de oferecer uma gama de produtos de decoração, sempre tendo em conta a função, qualidade, *design* e valor, que fossem o mais acessíveis possível à maioria das pessoas. Uma vez que a sustentabilidade é uma parte importante da cultura IKEA, o conceito e cultura da mesma é estendido a todas as áreas da empresa, desde o *design*, fornecedores, embalagens e distribuição, e existem penalizações seja para qualquer uma das áreas caso a cultura de sustentabilidade, pessoas, comunidade e ambiente, não esteja a ser devidamente seguida.

"Somos uma empresa orientada por valores e apaixonada pela vida em casa. Todos os produtos que criamos visam melhorar o dia-a-dia em casa. No Grupo IKEA, temos 315 lojas em 27 países*.

** A 31 de agosto de 2014", IKEA website"*



Figura 1 – Dados relativos ao Grupo IKEA (IKEA, Sobre o Grupo IKEA, 2015)

Tal como a frase promocional do *site* IKEA.com, a visão da empresa é "*Criar um melhor dia a dia para a maioria das pessoas*". A ideia de negócio passa por "*oferecer uma vasta gama de produtos funcionais e com um bom design a preços tão baixos que a maioria das pessoas pode comprá-los*".

"Decidi que a bolsa de valores não era uma opção para a IKEA. Sabia que apenas uma perspetiva a longo prazo poderia assegurar os nossos planos de crescimento e não quis que a IKEA ficasse dependente de instituições financeiras.", Ingvar Kamprad, Fundador e Conselheiro Sénior

As lojas IKEA pertencem ao Grupo IKEA. O Grupo IKEA é uma empresa que possui uma estrutura de propriedades que garantem a independência a longo prazo. A *Stichting INGKA Foundation*, com sede na Holanda, é a gestora dos fundos produzidos pelo grupo e, estes fundos só podem ser utilizados de duas formas: reinvestidos no Grupo IKEA ou doados para causas de solidariedade social através da fundação.

O Grupo IKEA opera em toda a cadeia de valor, desde a estratégia da gama e desenvolvimento de produtos à produção dos mesmos, distribuição e retalho. É composto por fábricas, as designadas *IKEA Industry*, escritórios de *trading*, centros de distribuição e lojas.

Tal como referido anteriormente, a *IKEA Industry* é o nome dado às fábricas que produzem os produtos IKEA.

1.3. OBJETIVOS

O objetivo principal deste projeto é a análise de um dos métodos de estudo dos tempos, com vista a definir o tempo necessário para cada uma das atividades executadas pelos operadores na empresa onde o estágio curricular ocorreu. Uma vez a abrangência do tema, o objetivo principal foi subdividido em múltiplos temas:

- Estudo do conceito teórico associado ao caso estudo, como e quando é aplicado, e as características do mesmo;
- Apresentação e análise do método de trabalho usado na empresa, de modo a perceber se o método está bem definido ou se existem melhorias;
- Apresentação das propostas de melhoria realizadas à empresa;
- Definição dos tempos padrão para cada uma das atividades;
- Verificação dos ganhos obtidos, tanto pelas melhorias, como pela definição do método e dos tempos padrão.

Com este estudo, pretende-se uniformizar o modo *operandus* de todos os trabalhadores da área nos diferentes turnos, bem como ter bases temporais para definir a produtividade que a

área deve ter. Já no que diz respeito à presente dissertação, pretende-se obter um estudo que explique como funciona o estudo do método e dos tempos por cronometragem.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

No Capítulo 1 é apresentado a contextualização em que surgiu a presente dissertação, a empresa onde foi analisado e aplicado o tema exposto, os objetivos pretendidos na mesma, e por fim, a organização estrutural da dissertação.

O segundo capítulo trata e analisa o tema principal desta dissertação, ou seja, o que é *Standard Work*, o que é o estudo dos métodos e tempos, como é executado um estudo por cronometragem e todos os parâmetros que têm de ser levados em consideração para que o mesmo seja válido.

Para além disto, é feita uma referência ao ficheiro que compilou todos os parâmetros necessários à validação e aos *templates* usados para transpor o trabalho teórico aos operadores.

No capítulo seguinte, 3, é apresentada a empresa, *IKEA Industry* de Paços de Ferreira, com foco na fábrica BOF. São introduzidas as matérias-primas usadas, os produtos fabricados e o fluxo produtivo da fábrica completa. Com mais pormenor, é descrita uma área específica, a *Foil&Wrap*, através de uma descrição pormenorizada do fluxo produtivo, postos de trabalho e principais problemas produtivos do próprio posto.

Já no quarto capítulo, é realizada uma análise mais precisa do trabalho desenvolvido, através da explicação de como se aplicou os conceitos teóricos nos postos de trabalho a estudo, os problemas encontrados na análise, as respetivas propostas de melhorias apresentadas, a sua implementação e, nos casos aplicáveis, os ganhos que trouxeram à empresa. Esta análise é apresentada com foco e explicação detalha num dos postos de trabalho, PT 8, mas é feita uma síntese de todas as melhorias que ocorreram na linha devido à mesma abordagem nos restantes postos de trabalho.

No penúltimo capítulo, o quinto, são apresentadas algumas melhorias desenvolvidas ao longo da análise de cada um dos postos de trabalho e, em alguns casos, os ganhos adquiridos com a melhoria.

No último capítulo, sexto, são reunidas as principais conclusões face ao método estudados; o impacto da aplicação do mesmo tendo por base o exposto no capítulo 4 e as ilações em relação a este projeto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. TRABALHO PADRONIZADO, MAIS CONHECIDO COMO *STANDARD WORK*

O trabalho padronizado, TP, é uma medida segundo a qual o desempenho é quantificado, *Abruzzi* (1952). Pode ser definido como o procedimento mais seguro, mais fácil e mais eficaz de executar um trabalho, através da definição de um método de trabalho. Segundo *Coimbra* (2009), TP, significa atingir um estado de fluidez nas atividades executadas pelos operadores, que permita a execução do trabalho no menor tempo possível e com a qualidade perfeita.

Já para *Jeffrey* (2006), o TP pode ser a ferramenta mais mal compreendida e com a pior implementação de todas as ferramentas *LEAN*. Uma vez que a ela está associada um problema que vem desde os primeiros estudos de *Frederic Taylor*, ou seja, o desejo de usar esta ferramenta para maximizar os lucros, definindo cuidadosamente o TP e responsabilizando os trabalhadores se não os atingirem. Apesar do exposto, segundo *Abruzzi* (1952), o TP pode ter o efeito positivo de permitir ao operador quantificar o seu contributo para os objetivos e desenvolvimento da empresa. Por sua vez, se o TP for entendido como uma punição ou insensato, é de esperar que os trabalhadores afetados pelo mesmo fiquem mais interessados em não cumprir com o normalizado.

Jeffrey (2006) também escreveu que o TP é uma ferramenta, e que como qualquer ferramenta, tem especificações de uso e é usada para cumprir objetivos específicos. O principal objetivo do TP é fornecer bases para melhorar as tarefas efetuadas. De acordo com *Dennis* (2007), o objetivo do TP deve ser a otimização da utilização das pessoas em vez das máquinas, uma vez que a flexibilidade das pessoas traz mais benefícios que a utilização das máquinas.

Novamente, *Jeffrey* (2006) disse que o TP não é só um conjunto de documentos que são preparados e cuidadosamente controlados, é sim um meio de criar uma performance consistente e uma ferramenta de aprendizagem. Assim sendo, as principais vantagens para as empresas são a redução da variabilidade, dos desperdícios e custos, e o aumento da qualidade. Já em termos de pessoas, destaca-se a facilidade de aprender novas tarefas, aumentando a polivalência, a facilidade de ver os problemas que geram defeitos, falhas ou mesmo sucata, e contribuir para ideias de melhoria.

Segundo *Dennis* (2007), a aplicação desta ferramenta não faz sentido se o processo for instável, ou seja, se existirem diversos problemas de qualidade, problemas com máquinas e ferramentas, ou inclusive problemas de segurança. Por norma, um estudo de TP implica a aplicação prévia de uma série de ferramentas *LEAN* como os 5S's, TPM, *Jidoka*, SMED, *Poka-Yoke*, entre outras. Inclusive a *The Production Press Development Team* (2002), define o trabalho padronizado como o compilar da Produção *LEAN*, ou seja a última etapa a executar para cumprir todos os requisitos *LEAN*.

Quando é atingida a consistência pretendida, dá-se um aumento da eficiência, medida de desempenho, que é um objetivo das empresas, *Holweg* (2007). Existem estudos que demonstram o impacto do TP nos indicadores de desempenho das empresas, *Swaminathan* (2001), devido à transparência do processo. Este impacto define o TP como uma ferramenta rentável, *Ramakumar & Cooper* (2004).

Uma vez o método de trabalho normalizado, *Liker* (2004) escreveu que a normalização só resulta se houver equilíbrio entre a rigidez, com os trabalhadores, no cumprimento do TP e a liberdade que os mesmos têm para poderem melhorar e inovar o processo. No seguimento disto, o autor propõe duas etapas para que o TP resulte, são elas (1) definir o *Standard Work* de forma clara, precisa e compreensível; (2) permitir aos colaboradores realizar melhorias, dado que são eles que possuem todo o conhecimento sobre as atividades produtivas e de execução.

2.2. INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE MÉTODOS E TEMPOS

Um dos objetivos do estudo dos métodos e tempos visa avaliar e planejar a mão-de-obra em qualquer sistema produtivo. É obtido através de uma análise metódica, estabelecem-se tempos padrão para a realização de uma tarefa, pertencente a um método anteriormente definido, medindo o conteúdo do trabalho através de um dos métodos propostos.

O tempo padrão é a quantidade de tempo requerido para a realização de uma tarefa específica, por um trabalhador qualificado, utilizando um método e trabalhando num dado ambiente. Segundo *Barnes* (1980), existem três categorias de trabalho que não podem ser considerados aquando um estudo de método e tempos, inclusive a percentagem de tempo alocada a cada uma dessas categorias tem de ser descontada quando se pretende o tempo padronizado, TP, de uma dada tarefa. São elas (1) tempo pessoal, entre 5 a 8% do horário de trabalho, (2) indisponibilidade ou avaria do equipamento, entre 0 a 10%, e (3) cansaço, entre 0 a 50%, dependendo de empresa para empresa. Assim sendo, o tempo padronizado, Equação 1, ST, é dado por:

Equação 1 - Determinação do tempo padronizado tendo em conta o desconto de tempos pessoais e semelhantes

$$T_{padronizado}(ST) = T_{normal}(NT) \times \frac{100}{100 - \% \text{ tempo a descontar}} \quad (1)$$

Ou por, Equação 2:

Equação 2 - Determinação do tempo padronizado através do ritmo de trabalho e do fator de conversão

$$ST = NT \times AF \quad (2)$$

O tempo padronizado resultante da Equação 1 e da Equação 2 representam o mesmo, são dois métodos disponíveis para a execução do cálculo.

No que diz respeito à Equação 2, é necessário perceber o que significa o NT e o AF. O NT é o tempo normal da atividade considerando o fator de ritmo do operador, Equação 3. Já o AF está associado às concessões que podem fazer parte do tempo normal ou do tempo de trabalho Equação 4.

Equação 3 - Determinação do tempo de ciclo e do tempo normal de trabalho

$$CT = \frac{\sum \text{tempos}}{n_{\text{ciclos}}} \quad (3)$$
$$NT = CT \times PR$$

Equação 4 - Determinação do fator de conversão

$$AF = \frac{1}{1 - \%A_{total}}, \text{ em que } A_{total} = \frac{t_{paragens\ definidas}}{t_{total}}. \quad (4)$$

$$AF = 1 + \%A_{trabalho}, \text{ em que } A_{trabalho} = \frac{t_{paragens\ definidas}}{t_{total} - t_{paragens\ definidas}}.$$

O fator de correção é a influência que parâmetros como “habilidade”, ”esforço”, “destreza” e “condições” têm no tempo normal de trabalho do operador, aquando a execução dos vários elementos da sua rotina de trabalho, *Douglas*.

A “habilidade” está relacionada com aquilo que o operador tem a dar, o seu contributo para a execução das tarefas, seja esse do fórum intelectual ou físico. Parâmetros como competência e inclusive, o brio profissional, também são considerados neste fator.

Já no “esforço” são analisados fatores como a disposição física, ou seja, se são de esforço físico elevado, como transporte de pesadas cargas de trabalho, e/ou tipo de trabalho metucioso ou cuidado, com um elevado nível de concentração.

A “destreza” visa analisar hesitações durante o trabalho, capacidade de executar diversas vezes a mesma tarefa sempre de acordo com o método estabelecido, desenvoltura, fluidez e agilidade na realização das atividades.

Por fim, as “condições” de trabalho é um dos tópicos de grande importância em ambiente fabril, porque delas também depende a facilidade ou dificuldade para o operador em executar determinada ação. Assim sendo, neste parâmetro avaliam-se pontos como correta luminosidade, ventilação, temperatura, postura de trabalho e segurança na execução do mesmo.

Estes parâmetros são traduzidos em proporções, PR da Equação 3, que ajusta os valores registados de modo a que nenhum operador seja prejudicado em comparação com outro.

Tal como referido anteriormente para a padronização das atividades ser executada, é necessário ter o processo de fabrico estabilizado e faz sentido que os tempos só sejam válidos até à alteração do método de trabalho ou à alteração das condições de trabalho.

Para um bom estudo da medida de trabalho é necessário primeiro escolher o método de estudo dos tempos que será usado para o estudo. Existem 6 métodos possíveis, são eles:

- **Auto estimativo**, onde o operador regista o seu próprio tempo; é um método simples, usado para tarefas onde o encarregado pelo estudo tem dificuldade em definir o início e final da tarefa, mas também o método mais sujeito a erro, uma vez que tendencialmente

o trabalho padronizado é visto como uma punição, a fiabilidade dos resultados pode ser questionada;

- **Registo de dados históricos**, calculado através do tempo total de produção a dividir pelo número de unidades produzidas; simples mas pouco preciso, e não considera o ritmo, concessões, desvios nas atividades e pausas pessoais;
- **Estudo por cronometragem**, desenvolvido originalmente por *Frank Gilberth* e a sua esposa *Lilian Gilberth*, por volta de 1885, e posteriormente no início do século XIX e XX por *F. W. Taylor*. Este método é adequado a tarefas breves e/ou tarefas repetitivas onde é feita uma observação meticulosa do operador e mede-se o tempo que o mesmo demora a executar a tarefa, seja através do uso de um cronómetro ou através de filmagem. O segundo instrumento de medição, filmagem, tem uma vantagem face ao primeiro, uma vez que permite uma análise mais cuidada *à posteriori*. É um método simples de registo, mas que exige muita disponibilidade da parte do encarregado pelo estudo. Em termos de interpretação dos resultados registados, é um método complexo e tema do estudo apresentado nesta dissertação. A medição por cronometragem é o método mais comum porque requer que o analista faça em simultâneo uma análise do processo de trabalho. De acordo com *Barnes* (1980), antes de qualquer medição do tempo das tarefas, uma análise do trabalho deve ser realizada. Com definição da unidade temporal de medida e onde as tarefas que são ineficientes, inseguras ou improdutivas devem ser analisadas e substituídas por atividades mais eficazes.
- **Amostragem do trabalho**, ou seja, em instantes aleatórios, observa-se o operador e avalia-se a proporção do tempo que leva a fazer dada tarefa; tem a desvantagem de necessitar um grande número de observações, ou seja, necessita também elevada disponibilidade do encarregado do estudo para a observação dos trabalhadores;
- **Tempos Standard**, cria-se uma base de dados com algumas atividades ou elementos de atividades em que é definido o tempo mínimo, máximo ou médio para uma dada descrição de um elemento. Estes tempos podem ser definidos com base na opinião dos colaboradores, na experiência ou se tiver relacionado com máquinas, pela velocidade de trabalho da mesma;
- **Tempos de movimentos pré-determinados**, catalogam-se as tarefas nos sete movimentos básicos que o ser humano pode executar: alcançar, segurar, mover, rodar, pressionar, desligar e aplicar pressão; e estuda-se os tempos desses movimentos, não da tarefa mas do conjunto de elementos associado à tarefa. Este estudo tem por base os estudos ergonómicos para diminuir as distâncias percorridas entre as movimentações, ou seja diminuir o tempo entre cada uma;

O trabalho laboral executado teve por base o estudo dos tempos através da extração dos tempos por cronometragem. Este método é o mais comum e exige ao analista uma análise pormenorizada com julgamento da classificação de desempenho do trabalho executado pelo operador. Uma vez a sequência de atividades já definida, torna-se possível ao analista verificar se a mesma esta a ser cumprida ou não, e se existem melhorias imediatas, bem como executar uma observação e registo imparcial dos tempos.

2.3. APRESENTAÇÃO DO MÉTODO EM ANÁLISE, CRONOMETRAGEM DE TEMPOS

Apresentados os vários métodos para o estudo dos métodos e tempos, é necessário, para executar o estudo e de acordo com *Quick* (1962), seguir uma sequência de etapas que compõem o estudo por cronometragem e que garantem a precisão do mesmo. São elas:

1. Após a definição da “melhor maneira de trabalho”, melhor método, e respectivos passos que o compõem, é executar um registo que compile a sequência de passos de modo perceptível aos operadores;
2. Apresentar os objetivos que se pretendem com o estudo dos tempos aos operadores que vão ser alvo do estudo e explicar a maneira como vai ser feito o estudo. Responder a quaisquer questões que os mesmos tenham feito ao estudo e ao método como vai ser executado. Por fim, analisar com os operadores a sequência de tarefas que o mesmo tem de executar e perceber as movimentações associadas a cada uma das tarefas, assim como os passos que dependem diretamente do operador, os passos associados a máquinas e os passos que englobam ambos.

Para além do exposto, é necessário perceber com o operador a periodicidade de cada uma das tarefas e as tarefas que são demasiado pequenas para cronometrar, e fundi-las com outras de modo a que o tempo das mesmas faça mais sentido. Após percebida a sequência de passos pelo analista do estudo, o operador é observado a executar as suas funções, em comparação com os passos que estão registados, de modo a que na cronometragem de tempos seja perceptível quando ocorrem as tarefas que não pertencem à RT, como por exemplo, deixar cair uma peça, e analisar quais os movimentos que representam o início e o fim de cada um dos passos.

3. Cronometrar e registar o tempo que o operador demora a executar um elemento;
4. Estudar se o número de observações registadas é suficiente para validar o tempo desse passo consoante o valor da curva normal determinada pelo o valor do grau de confiança pretendido e a precisão com que se pretende o resultado final;

De modo mais perceptível, para ser possível afirmar que o valor real do *standard* será +/- 3%, ou seja 19 em 20 amostras estão “corretas”, então é necessário perceber o que os 3% representam, ou seja, o que é a precisão pretendida para o resultado final e as restantes variáveis como o *N*, número mínimo de observações necessárias tendo em conta a precisão pretendida e o valor de *Z*, ou seja, o valor da curva normal determinada pelo valor do grau de confiança pretendido.

Por exemplo, assumindo que foram executadas 60 observações aleatórias, e que o tempo médio é de 2,5min, com um desvio estimado de 0,5min, e que se pretende um grau de confiança de 95%, então o número de observações mínimo é dado pela Equação 5,

Equação 5 - Determinação do número mínimo de observações necessárias para validar as observações

$$N = \left(\frac{Z \times \sigma}{\rho \times \bar{x}} \right)^2. \quad (5)$$

Para o valor da curva normal determinado para um grau de confiança de 95%, é possível apresentar o intervalo de confiança através de Equação 6:

Equação 6 - Demonstração do intervalo de confiança tendo em conta o nível de confiança pretendido

$$\bar{x} - 1,96 \times \sigma \leq \bar{x} \leq \bar{x} + 1,96 \times \sigma. \quad (6)$$

Por sua vez, se a precisão aceitável é de 3%, e uma vez que é dito que o desvio é de 0,5min, então pode-se determinar o número de observações mínimo necessário para a validação, Equação 7:

Equação 7 - Demonstração do cálculo do número mínimo de observações tendo em conta o erro relativo e o nível de confiança pretendidos

$$\begin{aligned} (\rho \times \bar{x}) \times \sqrt{N} &= 2 \times \sigma \\ (0,03 \times 2,5) \times \sqrt{N} &= 2 \times 0,5 \\ \sqrt{N} &= \frac{1}{0,075} = 13,333. \end{aligned} \quad (7)$$

Tendo em conta os cálculos, é possível afirmar que o número mínimo de observações necessárias são 178 observações, e como tal, as 60 observações preliminares não são suficientes para afirmar o exposto anteriormente. À medida que o número de observações preliminares aumenta, o desvio padrão e a média vão alterando, o que requer um recálculo da Equação 7 para que seja possível reajustar N .

Além da Equação 5, e tendo em conta o significado de cada uma das variáveis, é possível deduzir outra equação, cujo significado é o mesmo mas que pede parâmetros distintos, Equação 8. Uma das vantagens desta equação é a utilização dos valores observados e registados, em vez do valor de desvio padrão, o que evita cálculos auxiliares.

Equação 8 - Cálculo do número mínimo de observações necessárias para validar os tempos

$$N = \frac{n \times Z^2 \times [n \times \sum t^2 - (\sum t)^2]}{(n - 1) \times \rho^2 \times (\sum t)^2} \quad (8)$$

Onde:

- Z , valor da curva normal determinada para o valor do grau de confiança pretendido;
 - t , observações registadas;
 - n , número total de amostras;
 - ρ , precisão pretendida para o resultado final.
5. Calcular o tempo médio para cada elemento e, para cada um desses tempos determinar o tempo médio normal, ou seja, tendo em conta o facto de correção de ritmo;
 6. Calcular para cada elemento as concessões associadas a tempos pessoais, paragens inevitáveis por falta de material, e paragens planeadas como manutenções;
 7. Determinar o tempo padronizado para cada elemento;
 8. Compilar os tempos padronizados de todos os elementos de modo a obter o TP da rotina de trabalho;
 9. Registar de modo simples e compreensível o TP na instrução de trabalho, IT, e informar os operadores da introdução dos tempos nas IT.

De modo a obter o tempo total da rotina de trabalho, passo 8, a frequência de realização de cada elemento tem de ser analisada individualmente, ou seja, tem de se perceber se esse elemento é cíclico, cíclico proporcional ou acíclico.

A frequência cíclica significa que o elemento se repete uma vez ao longo da rotina toda, o cíclico proporcional é usado para distinguir situações em que, ao longo das repetições da rotina ou se faz um elemento ou se faz outro, e por fim, a acíclica que é quando se determina de quantas em quantas repetições da rotina é que aquele elemento acontece.

Tendo estes fatores definidos, e uma vez determinado o número de vezes que os elementos acíclicos ocorrem, é possível determinar o tempo total da rotina de trabalho através do cálculo da proporção desse elemento no tempo total de trabalho, as 7h por turno.

Para facilitar o registo dos tempos e garantir que os vários elementos de uma rotina são todos medidos de acordo com a mesma escala, é definida uma métrica que contempla dois tipos de escala, temporal e à unidade.

O primeiro caso, é usado para elementos que podem ser cronometrados devido à sua extensão. Já o segundo caso é para elementos que é mais fácil cronometrar quando

associados a uma peça, ou seja elementos muito pequenos que é mais fácil agrupar em relação a uma peça e cronometrar nessa condição.

Em termos de cálculo do tempo padrão, não existe vantagem em definir a métrica, uma vez que não é considerada em parte alguma. A importância da mesma é teórica, ou seja, meramente informativa para o caso de surgir um novo passo saber-se qual a escala que deve ser usada para que todas as cronometragens sejam conformes.

Em termos de eficácia, esta está associada ao OEE, *overall equipment effectiveness*, que pode ser explicado da seguinte forma, um OEE de 100% significa que existe 0% de sucata, não ocorrem tempos mortos e a produção ocorre o mais rápido possível.

Devido às oscilações que o OEE sofre com a produção e problemas de linha, é mais fácil definir o OEE para 90% ou superior, não porque este representa a realidade da empresa mas porque é o objetivo da mesma. De acordo com Silveira (2012), os padrões a nível mundial do OEE definem que, para a disponibilidade rondar os 90%, a eficácia deve ser de 95% e a qualidade rondar os 99%.



FÁBRICA:		ÁREA:	LINHA:	POSTO TRABALHO:	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	TEMPO TOTAL ROTINA	INFORMAÇÃO ADICIONAL:	
PROCESSO Foil - Foil&Wrap - CL - PT3 - Arranque - Arranque de turno								
Nº	WES	Actividade	Variante	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulad	Pontos Chave	Layout
Notas:			Observações:					
AJUDAS EHS / AJUDAS CHAVE:  Também que se fazem constantemente  Também que se realizam ao fim de o número que se encontra na célula conjunto de actividades anteriores								

Figura 2 - Template da Standard Operation Sheet (IKEA Group, 2014)

Por fim, e tendo em conta o passo 9, modo como o estudo dos métodos e tempos é transmitido aos operadores, está definido pela empresa que as instruções de trabalho refletem-se em SOS, Figura 2, *Standard Operation Sheet*, e WES, Figura 3, *Work Element Sheet*.

As SOS descrevem a totalidade da rotina de trabalho, passo a passo. O cabeçalho da mesma compila informações gerais como Fábrica onde ocorre o estudo, Área, Linha e respetivo Posto de Trabalho, produtos no qual é usada, tempo associado à mesma, dados da pessoa que elaborou e da pessoa que aprovou e o número da mesma na base de dados.

Depois de escolhido o departamento, de introduzido o nome definido para a rotina e a que tipo de rotina está associada (arranque, fecho ou execução), encontra-se a sequência dos passos, com o número do passo e caso tenha associado, o número da WES.

Existem dois tipos de passos, que podem ser descritos de duas maneiras:

- Se forem passos sem grande complexidade nem detalhe, que uma frase curta possa descrever, então, coloca-se só – *Passo X – descrição*;
- Se forem passos que uma frase curta não descreva, ou seja um passo geral, mas que para ser executado, seja necessário percorrer vários sítios, ou usar vários materiais, ou mesmo só executar vários elementos, usa-se o *template* da WES, *Work Element Sheet*. Tal como o nome diz, *Element*, ou seja, uma folha que detalha um elemento de uma tarefa, neste caso um passo da rotina.





 IKEA Industry Paços de Ferreira		<h2 style="margin: 0;">Work Element Sheet</h2> 			Data de Aprovação _____	WES- 01
					Tempo Total _____	ELABORADO POR: _____
					APROVADO POR: _____	
FÁBRICA:	ÁREA:	LINHA/ POSTO TRABALHO:	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:		INFORMAÇÃO ADICIONAL:	
PROCESSO					EXECUÇÃO	
Nº	Símbolo	Atividade, O Quê?	Pontos chave, Como?	Porquê?	Ilustrações	
AJUDAS EHS / CHAVE:  				OBSERVAÇÕES: _____		

Figura 3 - *Template* da *Work Element Sheet* (IKEA Group, 2014)

Após serem separados os passos simples e os complexos, inicia-se o estudo dos tempos para poder preencher os restantes campos do *template*, assim como o tempo que cada passo é suposto demorar, o tempo de caminhada entre passos, a variante associada a esse tempo, ou seja, se é uma atividade cíclica, acíclica ou cíclica proporcional, e os pontos chaves de cada passo, caso hajam. Cada passo é executado numa determinada zona da linha ou do posto de trabalho, assim sendo, no campo *layout* é colocado o layout da área com respetiva legenda dos locais onde cada passo é executado.

Tal como na SOS, cada uma das quadrículas representa um passo da WES. O campo “N^o” representa a sequência de passos; o símbolo é uma representação visual do tipo de atividade que é descrita na coluna seguinte. Este campo evidencia ajustes manuais, mecânicos, limpeza com proteções de vestuário, necessidade de proteções de segurança, entre outros. Na coluna da “Palavra-chave” é descrito o modo como se executa a atividade e na coluna Porquê, a razão que leva à necessidade desse passo. Cada um dos passos pode vir acompanhado de uma ou mais imagens que o descrevam. Qualquer observação ou comentário que seja necessário como complemento é colocado no campo observações.

Neste ponto, uma vez que o registo de rotina e passos está apresentado, fica mais fácil definir o método, quando se tratam de passos simples da rotina, os mesmos são cronometrados. Já que os passos apresentados através das WES são medidos através de filmagem para que posteriormente seja mais fácil efetuar o registo final do mesmo.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

3.1. *IKEA INDUSTRY* DE PAÇOS DE FERREIRA

A fábrica *IKEA Industry* de Portugal está localizada em Paços de Ferreira, distrito do Porto, e possui instalações na ordem dos 130 000m², projetos futuros para a construção de um armazém de retalho, com o objetivo de melhorar os fluxos de distribuição e logística entre fábricas, e uma quarta fábrica para aumento da produção, Figura 4.



Figura 4 - Vista panorâmica da Fábrica IKEA de Paços de Ferreira

De momento, é composta por 2 fábricas, distintas pelo tipo de materiais que usam para os seus produtos e pelo tipo de acabamento que dão aos mesmos. A fábrica da PFF trabalha com madeira maciça enquanto a fábrica BOF trabalha com painéis compostos por HDF e *honeycomb*. O projeto desenvolvido foi realizado na fábrica BOF.

3.1.1. MATERIAIS USADOS PELA EMPRESA

Na BOF existem 3 matérias-primas usadas para a produção dos painéis, ripas de aglomerado de madeira, Figura 5, placas de HDF, Figura 6, e *Honeycomb*, Figura 7.



Figura 5 - Exemplar da ripa de aglomerado de madeira



Figura 6 - Exemplar da placa de HDF

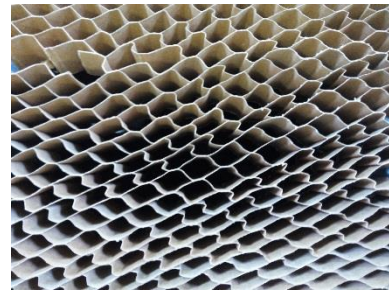


Figura 7 - Exemplar do *honeycomb*

O painel é composto por 3 ripas de madeira, uma central e uma em cada uma das extremidades, duas filas de *honeycomb* entre as ripas laterais e a central, e uma placa de HDF em cima e outra em baixo. Ou seja, para produzir um painel são necessárias 3 ripas de madeira, 2 filas de *honeycomb* e 2 placas de HDF.

Em termos de quantidade produtiva, dependendo do comprimento e da largura do painel produzido, podem ser cortadas entre 2 a 10 peças de cada painel ao comprimento por uma ou duas peças à largura.

No que diz respeito ao acabamento final do produto, este pode ser feito por aplicação de papel *FOIL*, um papel mais fino que as folhas de papel usadas para material de escritório. Atualmente fabrica-se *FOIL* em cinco cores, Branco, Preto, Cinza, Bege e Rosa. Outra opção de acabamento superficial passa pela pintura da placa de HDF com a aplicação de um primário e posteriormente a junção de duas cores de modo a obter a cor pretendida. Para além do acabamento superficial, pode ser feito um acabamento lateral com o mesmo papel descrito anteriormente ou com orlas feitas de um polímero maleável mas resistente. Após a definição do tipo de acabamento lateral pretendido, é possível executar as furações previstas para o produto, de modo a proceder à montagem do móvel final.



Figura 8 - Panóplia de produtos *Kallax* (catálogo IKEA, 2014)



Figura 9 - Panóplia produtos *Besta* (catálogo IKA, 2014)



Figura 10 - Panóplia produtos *STUVA* (catálogo IKEA, 2014)



Figura 11 - Panóplia produtos *MICKE* (catálogo IKEA, 2014)

A fábrica IKEA Paços de Ferreira não produz todos os produtos que podem ser encontradas nas lojas. Da panóplia de produtos IKEA, são fabricados cinco tipos, sendo estes, prateleiras, topos e bases dos móveis, algumas laterais e alguns fundos. Das coleções apresentadas no catálogo IKEA, só são fabricadas na fábrica em questão as *KALLAX*, Figura 8, *BESTA*, Figura 9, *STUVA*, Figura 10, e *MICKE*, Figura 11.

3.1.2. DESCRIÇÃO DO FLUXO PRODUTIVO DA FÁBRICA BOF

No que diz respeito à fábrica BOF, esta é composta por dois fluxos de produção, a linha da *EdgeBand&LaquerPrint*, EB&LP, e a linha *Foil&Wrap*, Figura 12.

O fluxo da EB&LP tem início nos *Frames&ColdPress*, avança para a EB, de seguida vai à LP e termina no *Packing*. Enquanto o fluxo da *FOIL* começa na *BOS*, vai à *Complete Line*, segue para a EB&FOIL e também termina no *Packing*.

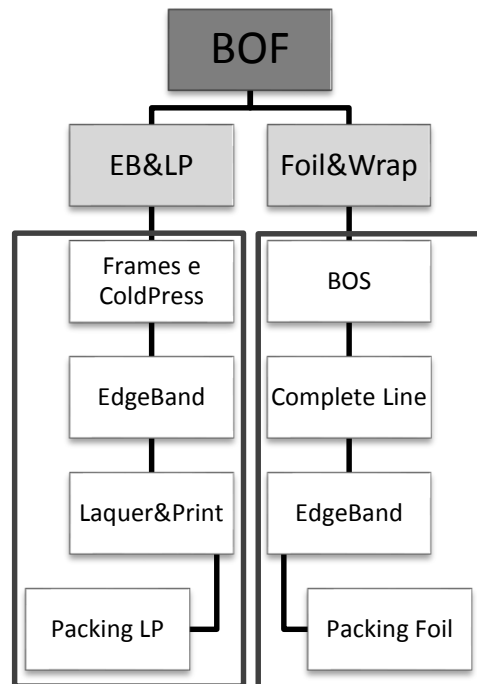


Figura 12 - Diagrama representativo do fluxo da fábrica BOF

O trabalho executado nos *Frames&ColdPress* é semelhante ao da *BOS*, uma vez que o material usado para produzir os painéis, que darão origem ao produto final, é o mesmo. A grande diferença entre estas áreas está no tipo de mão-de-obra e na dimensão do painel, já que na primeira, as peças saem à medida do produto final e no segundo, é fabricado um painel que é cortado posteriormente.

Nos *Frames*, os painéis são montados pelos operadores. Ou seja, o operador do primeiro posto de trabalho, através de um caixilho que funciona como gabarito, cola as ripas do aglomerado de madeira de modo a criar o caixilho do painel. Este segue na linha de produção para a colocação do *honeycomb* e posteriormente, dois operadores ficam responsáveis por colocar o HDF em ambos os lados do caixilho. Já na *ColdPress*, como o próprio nome indicado, as peças são prensadas para promover a adesão do HDF ao aglomerado de madeira.

No que diz respeito à BOS, todo o processo descrito anteriormente é automatizado. As placas de HDF entram na linha através de tapetes transportadores.

Um primeiro equipamento introduz as placas de HDF, uma a uma, na linha única de produção. Um segundo equipamento coloca cola nas ripas e monta as mesmas na placa de HDF. Numa terceira fase, é introduzido o *honeycomb* automaticamente no conjunto anteriormente montado e por fim, uma segunda linha de transporte de placas de HDF, que tem acoplada um virador, coloca as placas de HDF por cima do conjunto criado até aquele ponto. A partir deste momento o painel está pronto para avançar para a área seguinte de modo a obter o produto final.

A principal diferença entre os dois fluxos produtivos descritos até ao momento, começa a partir deste ponto. As peças produzidos nos *Frames&CP* passam diretamente para a EB, para a colocação das orlas nas laterais e realização das furações necessárias para a montagem do produto, e posteriormente vão à *LaquerPrint* para a pintura das superfícies.

Por sua vez, os painéis que saem da BOS vão à *Complete Line* para a aplicação do papel *FOIL* tanto nas superfícies como nas laterais, dependendo das referências do produto, e só depois vão à EB para as furações. Caso a referência necessite, é na EB que ocorre a aplicação da orla nas laterais.

Uma vez descrita a fábrica, é possível introduzir a área onde foi desenvolvido o projeto, *Complete Line*, e demonstrar a aplicação dos conceitos teóricos estudados num posto de trabalho, posto de Trabalho 8.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DO TRABALHO DESENVOLVIDO

Neste capítulo é realizada a descrição da área onde ocorreu a aplicação do método em estudo, seguido pela explicação e demonstração da aplicação do método num dos postos de trabalho, mais concretamente num dos elementos que compõem o posto de trabalho.

4.1. DESCRIÇÃO DO FLUXO PRODUTIVO DA ÁREA *COMPLETE LINE*

O fluxo produtivo da CL é o foco deste projeto, Figura 13. Este é composto por 8 postos de trabalho cada um associado a um equipamento, tal como é possível verificar no *layout* da área, Figura 14. O processo fabril associado a cada posto é apresentado ao longo da secção, posto a posto.

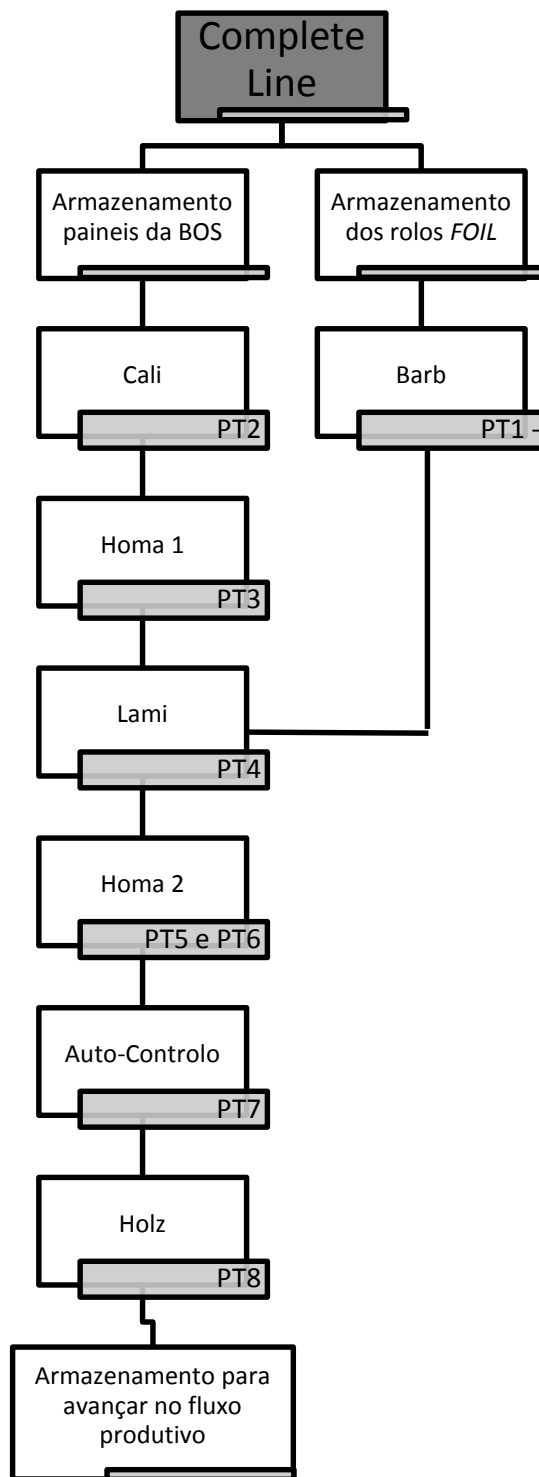


Figura 13 - Diagrama representativo do fluxo produtivo da *Complete Line*

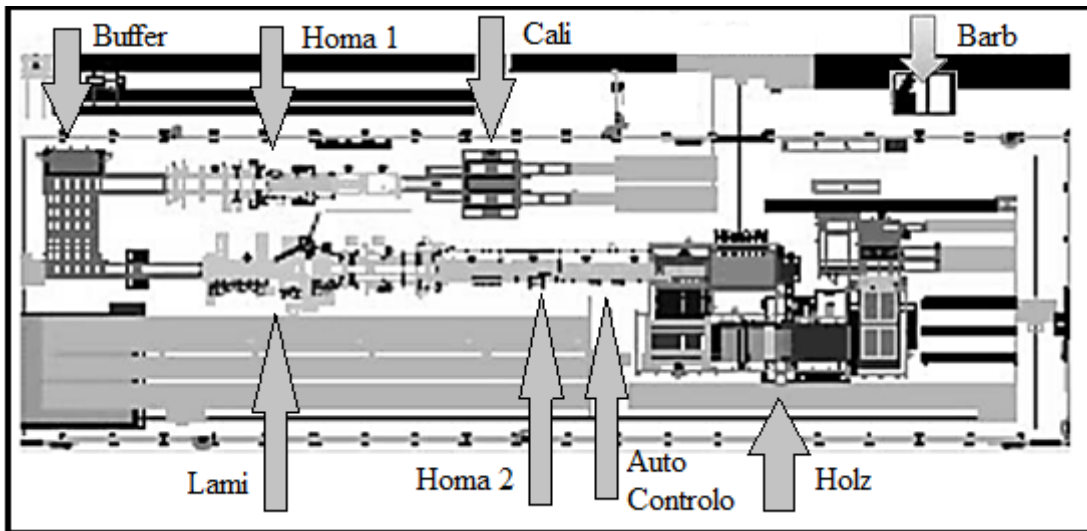


Figura 14 - *Layout* da área foco, com identificação dos postos de trabalho

O primeiro posto de trabalho, denominado Barb, Figura 15, é o local onde se cortam, à medida pretendida para cada referência, os rolos de papel *FOIL* para posterior colocação no produto. Este posto é composto meramente por uma máquina de corte que se encontra localizada ligeiramente afastada do fluxo da área, uma vez que o seu funcionamento não interfere diretamente na linha mas como um apoio à mesma. Importante frisar que apesar de não interferir na produção na hora, a produção da maioria das referências depende diretamente deste posto, uma vez que se os rolos não estiverem cortados à medida, não existem rolos para colocar na linha de produção, ou seja, ocorre paragem de produção. A este posto está associado um operador no turno central, que está responsável por cortar rolos suficientes para 24h de produção.

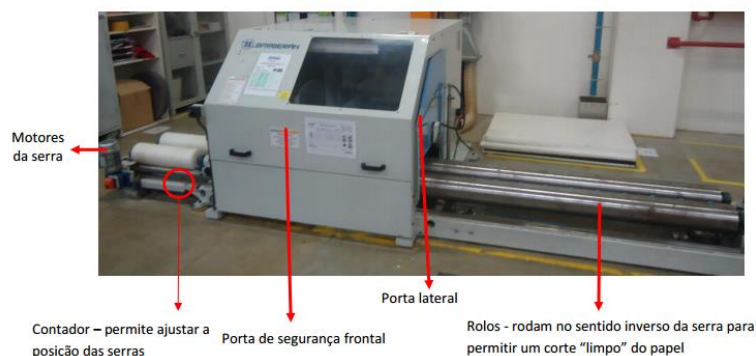


Figura 15 - Equipamento utilizado no primeiro posto de trabalho

O segundo posto de trabalho, Cali, Figura 16 e Figura 17, é onde ocorre a entrada dos painéis na linha produtiva e onde se dá o ajuste da espessura dos painéis produzidos na BOS para a espessura pretendida no produto final. É um posto composto por duas máquinas.

A primeira, igual à da BOS, permite que os painéis, que seguem em paletes nas linhas transportadoras desde a BOS até à CL, sejam separados e colocados um a um na linha. Este sistema recorre a uma sequência de ventosas que através do vácuo agarram no painel da paleta, levantam-no em direção à linha e pousam-no na mesma.

Apesar de o sistema parecer relativamente simples, existe uma série de problemas associados a este transporte.

- Se as ventosas estiverem danificadas, na movimentação do painel o mesmo pode cair.
- Se as ventosas estiverem sujas, o painel pode cair.
- Se dois painéis estiverem colados, as ventosas podem não criar vácuo suficiente para elevar os mesmos e estes podem cair.
- Se as ventosas exercerem demasiado vácuo podem elevar dois painéis a partir do *book* mas durante o movimento para a linha, o de baixo pode cair.
- Se os sensores não lerem corretamente a altura do *book*, nome associado ao conjunto de painéis que compõem a paleta, a máquina pode parar por achar que não existem mais painéis.
- Se os sensores não lerem corretamente a altura do *book*, a máquina pode autorizar a entrada de outro *book* gerando colisão e possível queda dos painéis.
- Se os sensores não lerem corretamente, quando o *book* estiver a entrar na máquina, este pode bater na rede metálica de proteção à volta da mesma e tombar.

A maioria dos problemas apresentados anteriormente refletem-se como micro paragens da linha e a estes está associado meramente o arranque da máquina. Os restantes implicam a paragem da máquina e que todos os painéis sejam apanhados manualmente, reconstruído o *book* e retirado da linha de entrada para inspeção dos painéis um a um para garantir que não ocorreram danos nos mesmos. Durante a fase de inspeção, realizada pelas inspetoras da qualidade, o operador do posto segue a sua rotina de trabalho normalmente. Os problemas apresentados são anomalias à produção.

A segunda máquina do posto Cali, Figura 17, é usada para o processo de calibração do painel. Este processo é composto por uma cabine que lixa a parte inferior do painel, seguida de outra cabine que lixa a parte superior. Esta fase é relevante porque a ela está associado o ajuste de espessura segundo as tolerâncias permitidas pelo cliente, espessura do painel com +/- 0,2mm, e o acabamento da superfície para uma correta adesão do endurecedor, da cola e posteriormente do papel *FOIL*.

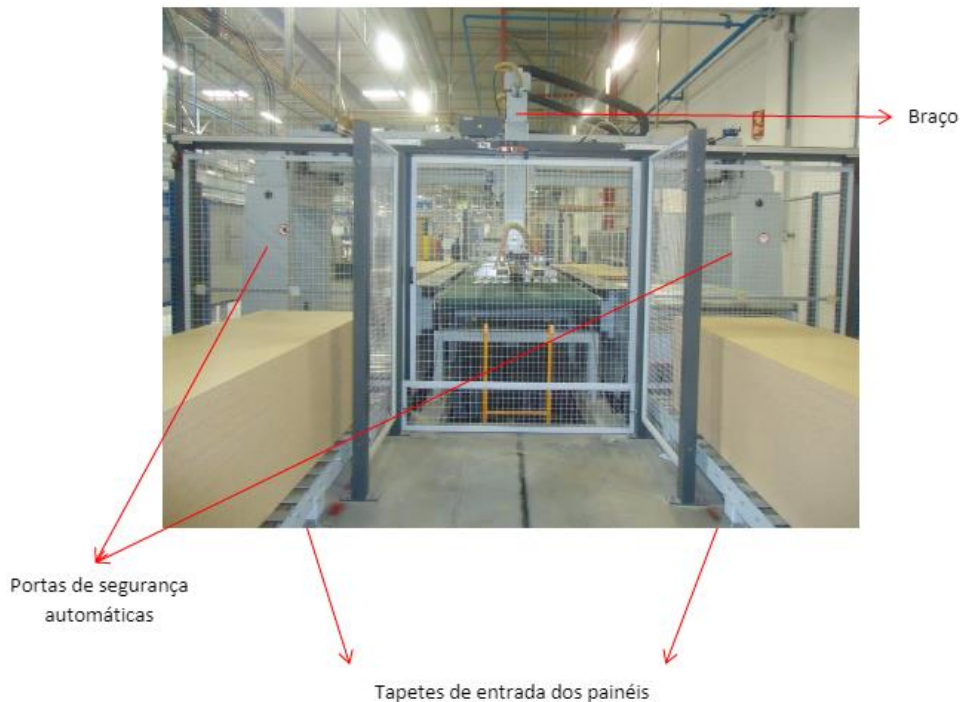


Figura 16 - Primeiro equipamento do segundo posto de trabalho

Esta máquina é constituída por 4 lixas de 3 grãos diferentes, sendo as duas primeiras do mesmo grão com o menor valor para desbaste do excesso de espessura do painel e limpeza do mesmo de todas as impurezas. A terceira com um grão ligeiramente mais alto e a quarta é a de grão maior para um acabamento mais perfeito. O conjunto destas quatro lixas também retira qualquer sujidade que possa impedir a colagem do *FOIL* ao painel, por isso é imperativo que as mesmas trabalhem nas melhores condições.

Os seguintes fatores são alguns dos problemas associados a este equipamento que podem gerar paragens de produção ou bloqueio de painéis na inspeção final. Todos estes fatores exigem uma paragem da máquina para troca da lixa ou limpeza dos sensores.

- Lixas defeituosas de origem, amassadas;
- Lixas com falta de aperto;
- Lixas com sujidade elevada;
- Lixas rasgadas;
- Sensores sujos;

O tempo associado à paragem do equipamento é de aproximadamente 5min; para uma correta troca de uma lixa é necessário 1,5min; e para arrancar com a máquina são precisos

2min, aproximadamente. Estes tempos permitem concluir que se ocorrer um problema com uma lixa, é necessário parar a linha aproximadamente 10min.

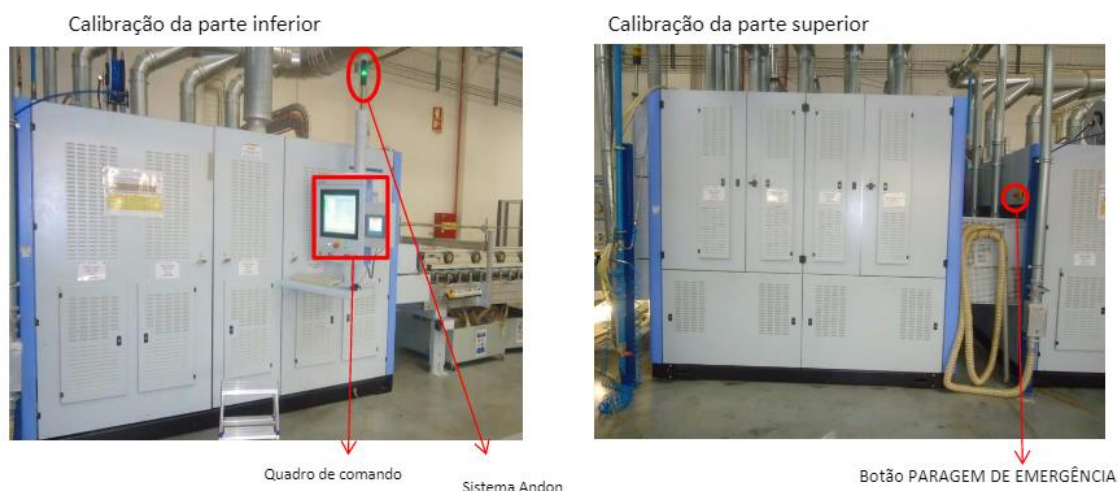


Figura 17 - Segundo equipamento do segundo posto de trabalho (à esquerda calibração por baixo e à direita calibração por cima)

O terceiro posto de trabalho é denominado de Homa 1, Figura 18, e é composto pelo mesmo equipamento que o quinto e sexto posto de trabalho, ambos denominados Homa 2.

Na Homa 1 é realizado o ajuste à largura do painel, de acordo com as especificações do cliente. Para além disto, é executado o acabamento de melhor qualidade e sem esquinas vivas, através da execução de um boleado, para que a aplicação do papel *FOIL* nas laterais não seja comprometida. A primeira aplicação de *filler*, um produto de enchimento responsável por preencher as porosidades das ripas do aglomerado de madeira, é executado neste posto e cria uma camada lisa à qual vai aderir o papel *FOIL*.

Mais concretamente, a primeira cabine da Homa 1 é composta por um sistema de serra e aspiração, responsáveis por cortar a lateral do painel consoante a largura pretendida. Este corte dá-se dos dois lados do painel. Acabada esta etapa, na segunda cabine, um conjunto de uma lixa de cada lado, lixa a lateral do painel até que as saliências desapareçam para a posterior aplicação do *filler*. O painel segue por um tapete transportador até à terceira cabine. Esta distância, entre a segunda e a terceira cabine, é necessária para que o *filler* arrefeça de modo a que o boleado seja possível de fazer sem que o *filler* seja removido.

Os painéis quando saem da terceira cabine podem ter dois destinos. Se for no início da produção os painéis vão para o *buffer*, Figura 19, até encherem pelo menos metade da altura do mesmo. Se o *buffer* estiver cheio seguem na linha até ao quarto posto de trabalho.

A este posto de trabalho estão associados problemas como:

- Corte defeituoso na lateral ou HDF esmigalhado, devido a vibrações na serra, empeno ou dentes danificados ou desgastados;
- Má aplicação de *filler*, devido à falta de fusão do mesmo, bicos de aplicação sujos ou danificados, ou lixagem defeituosa que gera acesso irregular do bico à lateral do painel;

A resolução do primeiro problema é complexa uma vez que a troca da serra demora, dependendo da experiência do operador, entre 1,5h a 2h, e exige que a linha pare. Já o segundo problema é de resolução rápida porque todas as soluções podem ser feitas com a linha em andamento. As soluções passam por reposicionamento o bico de aplicação, aumentar a quantidade de *filler* debitado pelo bico, ou ainda trocar a lixa da lateral e como existe sempre um sistema de dois equipamentos seguidos, em que um sistema é ativado quando o outro sistema falha, então nunca existe necessidade de parar a linha.

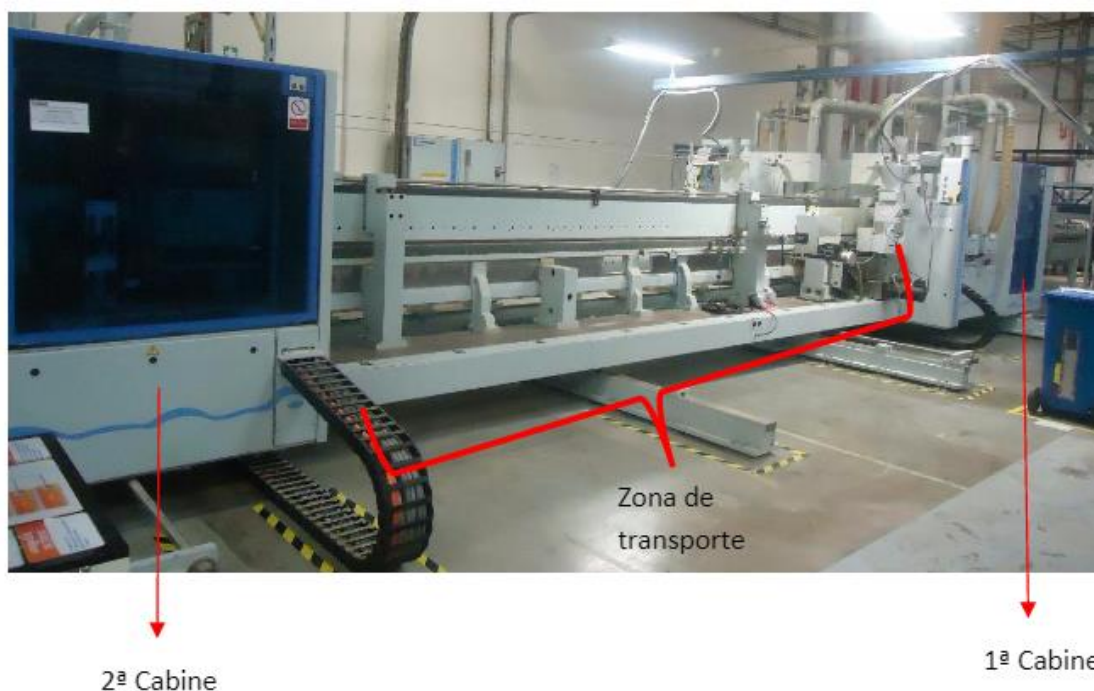


Figura 18 – Equipamentos que compõem o terceiro posto de trabalho

Nesta fase do processo produtivo, o painel está apto a receber as matérias-primas necessárias à aplicação do *FOIL*, o que remete ao próximo posto de trabalho. O PT4, Lami, Figura 20 até à Figura 27, é responsável por aplicar o endurecedor, a cola e o papel *Foil*. A aplicação, tanto do endurecedor como da cola, é feita através de um conjunto de rolos, em que um faz a aplicação da matéria-prima no painel e o outro gere a quantidade de matéria-prima que o primeiro aplica.

A Figura 28 representa visualmente o sistema descrito anteriormente. O círculo de diâmetro maior representa o rolo aplicador, enquanto o círculo de diâmetro menor representa o rolo distribuidor. As setas associadas a cada rolo demonstram o sentido de rotação dos mesmos, e a terceira seta representa o sentido da linha.



Figura 19 - Representação do *buffer* à esquerda e à direita pormenor das prateleiras

O endurecedor ou a cola, dependendo da cabine, são vertidos no ponto de contacto entre os rolos e, o movimento de rotação oposto entre os rolos, juntamente com o aperto na zona de contacto, permitem definir a quantidade de matéria-prima que fica acoplada ao rolo aplicador. Quanto maior o aperto, menor a gramagem de matéria-prima que é aplicada. Um fator a ter em consideração é que a falta de paralelismo entre os rolos ou um aperto exagerado pode levar à rutura do eixo por torção, uma vez que os rolos trabalham a velocidades distintas e sentidos opostos, mas por sua vez, a falta de aperto leva a que, no conjunto superior, o material escorra para o painel criando uma poça de matéria-prima que leva a um defeito de qualidade; ou no conjunto inferior, desperdício de material por vazamento para o chão.

Ambos os problemas descritos obrigam à paragem da linha, sendo que o caso em que o rolo parte representa uma paragem de aproximadamente 4h para a substituição do rolo partido por um novo, e o caso de falta de aperto representa uma paragem de 30min para redefinir o paralelismo dos rolos e reajustar o aperto.



Figura 20 - Início do quarto posto de trabalho



Figura 21 - Cabine de aplicação do endurecedor



Figura 22 - Gavetas das lâmpadas IR



Figura 23 - Cabine da aplicação da cola



Figura 24 - Zona de inspeção da aplicação da cola



Figura 25 - Gavetas de colocação dos rolos *FOIL*



Figura 26 - Zona de aplicação do papel *FOIL*



Figura 27 - Zona de prensa do papel contra o painel

A sequência de produção deste posto de trabalho está definido do seguinte modo. O painel entra na primeira cabine para a aplicação do endurecedor, Figura 21; segue para as quatro cabines, duas em cima e duas em baixo, das lâmpadas IR que permitem aquecer o endurecedor ao ponto de fusão em que o HDF absorve o mesmo e todos os poros deste são selados, Figura 22. Posteriormente vai à cabine da aplicação da cola, Figura 23, e segue para a aplicação do papel *FOIL*, Figura 26.

Esta última fase é atualmente composta por dois conjuntos de gavetas, uma gaveta em cima, para a aplicação do papel na superfície de cima, e outra em baixo, para a aplicação do papel na superfície de baixo. O fato de existirem duas gavetas está relacionada com as paragens para a troca do rolo *foil*.

A operação de troca do rolo *FOIL* numa das gavetas demora aproximadamente 30min, o que representava uma paragem da linha de 1h para a troca de um conjunto de gavetas, um rolo para cima e um rolo para baixo. Para evitar paragens de linha, existem dois conjuntos de gavetas idênticos, que permite a utilização alternada dos mesmos. Ou seja, enquanto a linha se encontra a produzir, é utilizado um dos conjuntos, permitindo a trocado do outro conjunto que não está em funcionamento.

Para uma correta aplicação do papel nos painéis, é necessário que este esteja o mais esticado possível, assim sendo, e como é impossível garantir que o fornecedor envia o rolo com o papel com a tensão pretendida, é necessário no desenrolar do rolo que o mesmo passe por um conjunto de eixos até chegar ao ponto de contacto com o painel. Neste ponto, o painel revestido pelo *FOIL* passa por um sistema de rolos aquecidos, um em cima e outro em baixo, que reativa a cola e prensa o papel contra o painel para que o mesmo cole.

A este posto de trabalho está associado unicamente o problema de o rolo *FOIL* vir estragado, seja diretamente do fornecedor seja devido ao transporte do posto 1 até este. Os defeitos podem ser rugas, riscos, rasgos e/ou mossa. A resolução deste problema passa por retirar o

rolo *FOIL* da linha, substituir por um novo e enviar o danificado ao fornecedor, com respetiva reclamação.

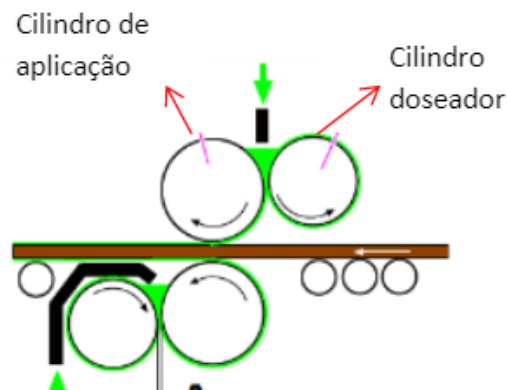


Figura 28 – Ilustração representativa do conjunto de rolos que fazem a gestão da aplicação das matérias-primas

O PT5 e PT6, Homa 2, Figura 30, são iguais e encontram-se na mesma zona da linha. Devido ao acabamento lateral, *inlay*, existe a necessidade de ter um operador de cada lado do equipamento a operar, daí existirem dois postos. De qualquer dos modos, as funções que estes dois operadores executam, são exatamente as mesmas.

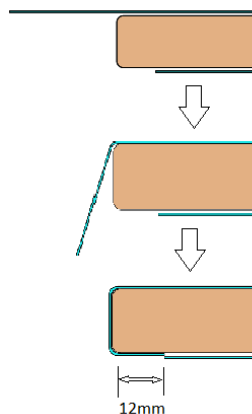
Na aplicação do papel nas superfícies do painel, a cola é aplicada diretamente em cima do painel. Quando ocorre acabamento lateral, a cola tem de ser aplicada no excedente do papel destinado a este acabamento, sendo esta a primeira fase do processo deste posto de trabalho.

Quando o papel é aplicado no painel, no posto anterior a este, por vezes é necessário centrar o mesmo em relação ao painel, o que impede que a largura do rolo de papel seja exatamente igual à largura do painel. Assim sendo, a primeira cabine deste posto de trabalho, serve para cortar o excedente de papel proveniente desse ajuste.

De seguida, no processo produtivo, a lateral do painel volta a receber *filler* e cola. O primeiro para preencher os poros, do aglomerado de madeira que compõem a lateral, que não foram preenchidos no terceiro posto de trabalho e a segunda matéria-prima para que a adesão entre a lateral do painel e o papel ocorra mais facilmente.

Depois de aplicadas as matérias-primas todas, é necessário proceder à dobragem do papel em torno da lateral. Esta etapa é feita por passos, sendo o primeiro deles a realização do boleado superior, seguido da colagem na lateral, do boleado inferior e da execução do *inlay*.

A realização destes passos é feita sempre do mesmo modo. Primeiro o papel passa por uma “campânula” de aquecimento para a reativação da cola que se encontra no mesmo. De seguida, um conjunto de rodas executa a dobragem do papel para executar o boleado. A pressão exercida por estas rodas em relação ao painel promove a colagem do papel ao mesmo. Após todas as dobragens feitas e o *inlay* colado, é necessário cortar o excesso de papel que sobrou do ajuste do *inlay*.



O *inlay* é o nome dado ao tipo de acabamento lateral escolhido pela empresa. Representa a união, na superfície inferior do painel, entre o papel que cobre a superfície superior e o papel que cobre a superfície inferior, a 12mm da lateral do mesmo em cada um dos lados, Figura 29.

Figura 29 - Ilustração representativa de como se faz o *inlay*

A cabine de fresagem do *inlay*, segunda cabine do posto de trabalho, tal como a denominação sugere, corta o papel *FOIL* excedente após o *inlay* estar executado. Este corte gera uma grande quantidade de defeitos de produção e problemas na linha, uma vez que:

- Se a posição da serra for demasiado baixa, não ocorre o corte;
- Se a posição da serra for demasiado alta, corta o *FOIL* e o painel;
- Se a serra estiver empenada, danificada ou com os dentes gastos, o corte sai irregular;
- Se a serra estiver mal distanciada face à lateral, o corte fica maior ou menor que o pretendido;

Chegada a esta fase, todas as etapas de alteração do produto estão terminadas, sendo que os dois últimos postos de trabalho estão responsáveis pela inspeção visual do painel e pelo corte do painel no número de peças pretendido de cada uma das referências.

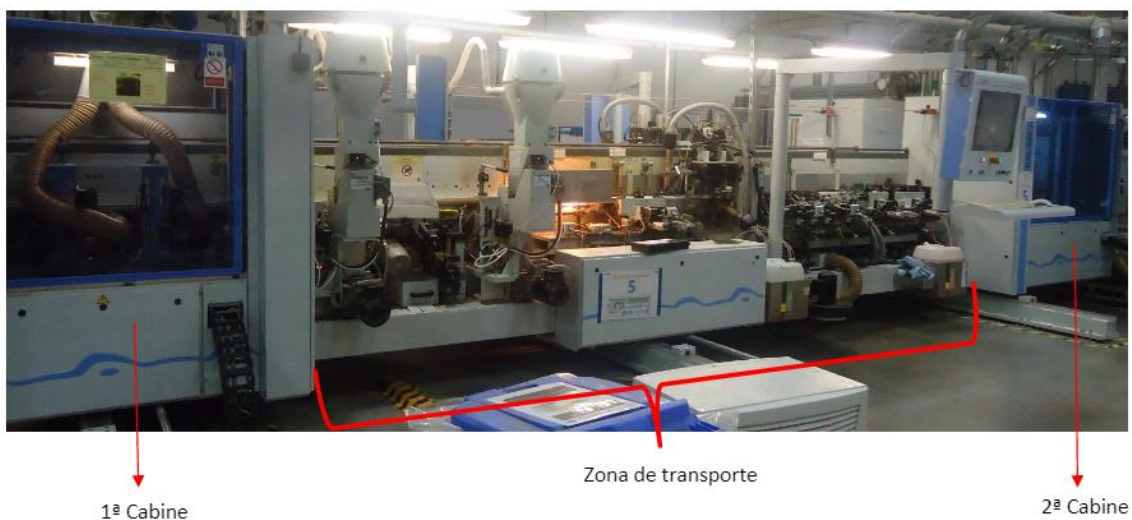


Figura 30 - Equipamentos que compõem o quinto e sexto posto de trabalho

No PT7, Figura 31, Autocontrolo, encontram-se dois operadores, um de cada lado da linha, para inspecionarem o painel em andamento. O foco deste posto é a deteção visual e imediata de bolhas ou rugas na superfície, e a deteção de irregularidades no *inlay* através do tato. Caso algum destes defeitos seja detetado é acionado um interruptor que automaticamente retira o painel identificado para a Qualidade B, zona de armazenamento de painéis que necessitaram de ser inspecionados um a um para realização de triagem de qualidade. Caso nenhum defeito seja visível, o painel segue para o Posto de Trabalho 8, Holz.



Figura 31 - Zona de Autocontrolo dos painéis

Na Holz, um dado número de painéis, dependendo da referência, é acumulado em altura em cima de um elevador. A pilha criada nesta fase do processo, caso seja necessário para esse produto, segue para a serra que corta o painel ao comprimento e posteriormente vai à serra que corta o painel à largura. Terminado o corte, é efetuado o desempilhamento das peças em paletes.

O número de peças desempilhadas depende diretamente das dimensões da mesma, e é executado através de uma máquina semelhante à da BOS e a do PT1 só que de sentido contrário. Ou seja, através de ventosas acionadas por vácuo e de pinças localizadas uma em cada um dos cantos. Um conjunto de peças empilhadas em altura são elevadas e movidas para cima da paleta. Quando a paleta está pronta, sai da máquina para ser filmada, se for o caso, e para seguir nas linhas de transporte para as restantes áreas do fluxo produtivo da fábrica.

Tal como referido anteriormente, sempre que ocorre uma etapa de corte, as serras que efetuam os mesmos tendem a gerar problemas e paragens na produção.

As serras da Holz são serras de espessura muito fina para evitar elevadas perdas do painel durante o corte mas de diâmetro elevado para que permitam cortar o máximo de painéis em altura. Estas serras devido às suas características e às dimensões da máquina, estão muito sujeitas a vibrações, o que leva ao empeno da mesma e/ou ao corte irregular do painel. No caso de os dentes estarem desgastados, o corte pode ficar imperfeito ou mesmo dar-se paragens na máquina por impossibilidade do corte dos painéis.

A este posto de trabalho está associado a menor quantidade de trabalho manual de toda a linha. Como o posto é inteiramente relacionado com o corte das peças, por questões de segurança, necessita de ser o mais automatizado possível. O ponto crítico deste posto de trabalho é a gestão das movimentações das paletes de linha para linha.

A aplicação do método em estudo foi realizada em todos os postos de trabalho que compõem a área, mas para uma melhor compreensão do exposto, o posto de trabalho 8, mais em concreto uma das rotinas de trabalho, é detalhadamente analisada na seção seguinte.

4.2. ANÁLISE DO POSTO DE TRABALHO 8

A análise de um caso estudo, pressupõe que exista um problema que necessite ser analisado, e cuja solução precise ser avaliada, implementada, validada, e se possível acompanhada para o caso de surgirem possíveis melhorias.

A empresa, onde decorreu este estudo, labora a três turnos diários, de modo a que não seja necessário ligar o equipamento todos os dias. Como não estava definido um método de trabalho, cada uma das equipas trabalhava à sua maneira, o que originou diferenças nos indicadores de produtividade. Para além do exposto, também foi perceptível que era complexo determinar a origem dos defeitos de qualidade e dos problemas que surgiam na linha, uma vez que cada equipa produzir segundo o seu método. Todas as dificuldades sentidas despoletaram a necessidade de definir um método de trabalho, que fosse seguido por todas as equipas.

No início da análise do caso estudo, o método já se encontrava definido, mas tal como foi referido na descrição dos passos que compõem o estudo dos tempos por cronometragem, teve de ser analisado em confronto com a realidade laboral dos operadores. Nesta análise, executada em conjunto com os operadores e o formador da área, foi possível perceber, que mesmo com o método definido havia diferenças de equipa para equipa.

A principal razão destas diferenças tem por base dificuldades de acesso ao produto e ao equipamento, manuseamento dos materiais, estatura dos operadores, carga laboral e plano de produção da área.

Assim sendo, o oitavo posto de trabalho da linha, Holz, tem por função realizar o corte dos painéis nas medidas pretendidas aos produtos finais. Em termos de funções realizadas pelos operadores, este posto de trabalho é dedicado à inspeção final da palete.

Tal como nos restantes posto de trabalho, já existia um método de trabalho definida para este posto, Figura 32.




 IKEA Industry Paços de Ferreira		<h1>Standard Operating Sheet</h1>				DATA Aprovação: _____	_____	_____	00
FÁBRICA:		ÁREA:		LINHA:	POSTO TRABALHO:	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	TEMPO TOTAL ROTINA	INFORMAÇÃO ADICIONAL:	
LacquerPrint e Foil		Foil& Wrap		CL	Holz	Todos			
PROCESSO		<h2>PT8 - Execução</h2>						FECHO	
Nº	WES	Actividade	Variante	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout	
1		Verificar a velocidade da serra e qualidade do corte							
2		Imprimir e preencher as etiquetas que vao ser colocadas a identificar os books							
3		Garantir a existência de baseboards, usar o carro automático para ir busca-las à linha de retorno							
4		Se a produção for para o fluxo da L&P, usar o carro automático para ir buscar as baseboards especificas deste fluxo.							
5		Executar a rotina da 1ª Peça OK							
6		Inspeccionar a qualidade do book de acordo com o IAC-254							
7		Realizar o teste do ar comprimido							
8		Se o book estiver OK, avançar o mesmo no fluxo produtivo							
9		Se o book estiver NOK, avançar o mesmo para o tapete da QB							
Notas:									
AJUDAS EHS / AJUDAS CHAVE:			Observações:						
 			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); margin-right: 5px;"></div> Tarefas que se fazem constantemente </div> <hr/> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); margin-right: 5px;"></div> Tarefas que se realizam ao fim de o numero que se encontra </div> </div>						

Figura 32 - Instrução de trabalho do oitavo posto de trabalho, em Março de 2015

O método de trabalho existente contemplava os elementos de preparação do posto de trabalho para o início da produção, ou seja, verificação da velocidade da serra e da qualidade do corte, e existência ou não de *baseboards* para o desempilhamento. Bem como os elementos de realização dos testes de inspeção final necessários para garantir a qualidade das peças, realização da 1ª peça OK, inspeção de acordo com a IAC, Instrução de Autocontrole, e teste de ar comprimido.

Durante a realização da primeira fase do estudo, aquisição da informação da operação, foi possível concluir que os elementos contemplados no método não correspondiam à totalidade das operações que têm de ser realizadas.

A inspeção final, atividade relacionada no posto de trabalho, é composta por todos os elementos apresentados anteriormente, bem como pela filmagem das paletes e encaminhamento da mesma no fluxo produto.

Dependendo do tipo de referência e da área para a qual o produto segue, existem três tipos de filmagens:

- Se o destino for o “subcontratado”, cliente externo à fábrica cuja entrega do material ocorre por transporte em caminhão, as paletes produzidas têm de ter uma cantoneira em cada um dos cantos da mesma e têm de ser filmadas no topo e nas laterais, com uma média de 5 voltas de filme em cada um dos níveis de altura. Para garantir que a filmagem esta conforme e a paleta está segura, a mesma é sujeita a testes de vibração e impacto.
- Se o destino for a fábrica da *Laquer&Print*, todas as referências têm de ser filmadas e inclusive no caso particular do produto PT12, Figura 33, o processo de filmagem é específico à referência pois o mesmo visa resolver problemas de qualidade e movimentações, devido às dimensões reduzidas das peças;
- Se o destino for a EB da fábrica *Foil*, não existe necessidade de filmar todas as referências. As que têm de ser filmadas, podem ser filmadas de dois modos:
 - Com uma a duas camadas de filme no nível mais alto da paleta, meramente para que as peças mais altas não caiam durante as movimentações;
 - Com uma a duas voltas de filme a toda a altura, quando são produtos que se pretende proteger de possível empeno, Figura 34.



Figura 33 - Processo de filmagem do produto PT12



Figura 34 - Processo de filmagem dos produtos da fábrica FOIL

Foi possível verificar na análise do método que de equipa para equipa, as referências filmadas e o modo como eram filmadas variava, uma vez que estes elementos não estavam presentes na instrução de trabalho.

A variação do processo de filmagem reflete-se em problemas de qualidade e, diretamente relacionado com este, diferenças na percentagem de produção das equipas, uma vez que as peças bloqueadas pela qualidade não entram neste valor.

Definir no método o processo de filmagem associado a cada referência sem introduzir a movimentação que a mesma tem de executar, mantinha o mesmo problema apresentado no parágrafo anterior, assim sendo, foi necessário estudar as movimentações das paletes para definir complementemente o método de trabalho do posto.

O fluxo de movimentações dos produtos, Figura 35, não é mais que o sentido para o qual as paletes são encaminhadas. Existem atualmente seis movimentações que o operador do posto 8 tem de realizar:

- Movimentação de ZK;
- Movimentação de *Hemmes*;
- Movimentação de *baseboards*;
- Movimentação da QB;
- Movimentação da produção da área.

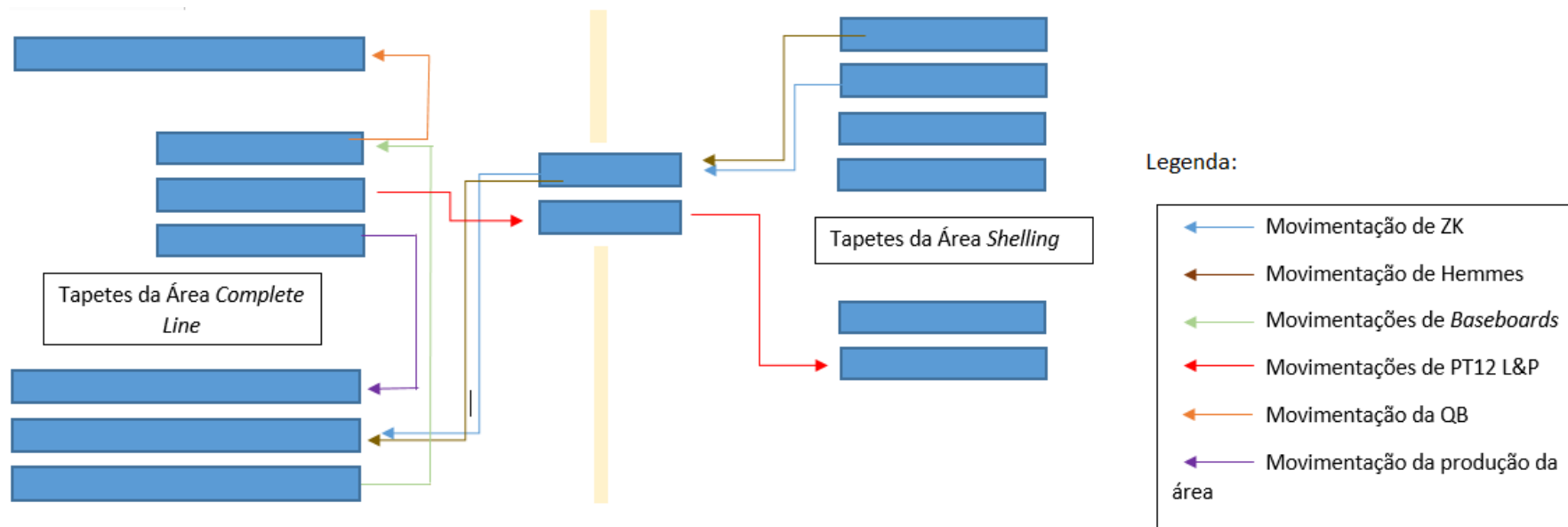


Figura 35 - Representação ilustrativa do fluxo de movimentações associado ao posto de trabalho 8












 IKEA Industry Paços de Ferreira		<h1>Standard Operating Sheet</h1>				DATA Aprovação _____	_____	00
FÁBRICA:		ÁREA:	LINHA:	POSTO TRABALHO:	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	TEMPO TOTAL ROTINA	INFORMAÇÃO ADICIONAL:	
LacquerPrint e Foil		Foil& Wrap	CL	Holz	Todos	_____	_____	
PROCESSO		<h2>PT8 - Execução</h2>						
Nº	WES	Actividade	Variante	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout
1		Verificar a velocidade da serra e qualidade do corte						
2		Imprimir e preencher as etiquetas que vao ser colocadas a identificar os books						
3		Garantir a existência de baseboards, usar o carro automático para ir busca-las à linha de retorno						
4		Se a produção for para o fluxo da L&P, usar o carro automático para ir buscar as baseboards especificas deste fluxo.						
5		Executar a rotina da 1ª Peça OK						
6		Inspeccionar a qualidade do book de acordo com o IAC-254						
7		Realizar o teste do ar comprimido						
8		Se o book estiver OK, filmar a PT12 da L&P, de acordo com as suas especificações	XX					
9		Mover a PT12 da L&P para os tapetes de rolos especificos	XX					
10		Se o book estiver OK, filmar a PT12 da Foil, de acordo com as suas especificações	XX					
11		Mover a PT12 para a EB da Foil	XX					
Notas:								
AJUDAS EHS / AJUDAS CHAVE:			Observações:					
 			 Tarefas que se fazem constantemente  Tarefas que se realizam ao fim de o numero que se encontra na oelula conjunto de actividades anteriores					

Figura 36 - Instrução de trabalho para o posto de trabalho 8, em Setembro de 2015

 IKEA Industry Paços de Ferreira		<h1>Standard Operating Sheet</h1>				DATA Aprovação: _____	_____	00
FÁBRICA:		ÁREA:	LINHA:	POSTO TRABALHO:	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	TEMPO TOTAL ROTINA	INFORMAÇÃO ADICIONAL:	
LacquerPrint e Foil		Foil& Wrap	CL	Holz	Todos			
PROCESSO		<h2>PT8 - Execução</h2>					<input type="button" value="FECHO"/>	
Nº	WES	Actividade	Variante	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout
12		Se o book estiver OK, filmar os SD com duas voltas de filme no nível mais alto da palete	XX					
13		Mover os SD para a EB da Foil	XX					
14		Mover as referências Kallax/Lappland para a EB da Foil	XX					
15		Se o bok estiver OK, filmar as referências Kallax/Lappland e Lack com duas voltas de filme em toda a altura	XX					
16		Mover as referências Lack para a EB da L&P	XX					
17		Mover as referências Kallax/Lappland para a EB da Foil	XX					
18		Se o book estiver OK, mover as referências Bestã para a EB da Foil	XX					
19		Se o book estiver OK, filmar a referência Micke de acordo com as especificações dos subcontratados	XX					
20		Mover a referência Micke para a linha dos subcontratados	XX					
21		Se o book estiver NOK, passar uma camada de filme a toda a volta e mover para a linha da QB	XX					
22		Movimentar os produtos Hemmes e ZK entre a Sheeling e a EB da Foil	XX					
Notas:								
AJUDAS EHS / AJUDAS CHAVE:			Observações:					
 			 Tarefas que se fazem constantemente					
 Tarefas que se realizam ao fim de o numero que se encontra na celula conjunto de actividades anteriores			Figura 37 – Continuação da Figura 36					

Estas movimentações representam ordens de produção completas, em média entre 30 a 40 paletes de produtos, dependendo da semana. Ao mesmo tempo que o operador tem de executar as movimentações, também tem de dar seguimento à produção que ocorre na própria área e realizar nessa produção toda a sua rotina de trabalho.

Definido o processo de filmagem para cada uma das referências e a movimentação associada à mesma, foi possível elaborar a instrução de trabalho final. O método definido nesta instrução passou de 8 elementos para 22 elementos, Figura 36 e Figura 37.

A segunda fase da aplicação do estudo dos tempos por cronometragem refere que os operadores selecionados, para serem cronometrados, devem ter formação sobre o método definido e devem aplicá-la. Uma vez que o método foi definido durante a realização do estudo, durante três semanas, uma para cada operador, os três operadores do posto de trabalho receberam formação do novo método. Assim que as formações concluíram, foi possível passar para as fases seguintes da aplicação do estudo.

De acordo com a empresa, o número mínimo de ciclos definidos foram 15 observações para cada um dos elementos. E o método usado para cronometrar os tempos foi o método repetitivo ou por retorno a zero. A escolha deste método deu-se pela dificuldade encontrada em conseguir que os operadores tivessem tempo para participarem no desenrolar deste estudo sem que essa participação afetasse o decorrer da produção.

Dos 22 elementos que estão presentes na instrução de trabalho, não foi possível cronometrar todos devido a limitações da empresa, assim sendo não foi possível determinar o tempo padrão de todos os elementos nem definir o tempo padrão da instrução de trabalho. Certas referências de produtos, como as *Mickes*, raramente são produzidas, para além disto, existe uma certa tendência em realizar alguns produtos durante a noite devido à temperatura ambiente sentida na fábrica. Assim sendo, não foi possível cronometrar os tempos dos elementos 18, 19 e 22.

O elemento 8 foi escolhido como o exemplo ilustrativo da aplicação das restantes fases do estudo, Se o *book* estiver OK, filmar a PT12 da L&P, de acordo com as especificações.

Os tempos deste elemento para os 15 ciclos, assim como o fator de ritmo, são apresentados na Tabela 1. Dos três operadores do posto, o operador selecionado para fazer parte do estudo dos tempos era o que apresentava um ritmo de trabalho mais constante, assim sendo o valor para o fator de ritmo está estipulado para 100%.

Na próxima etapa do estudo analisa-se, se o número de ciclos cronometrados são os suficientes para determinar o tempo padrão do elemento 8 dentro de um intervalo de 10% do valor médio real, com um intervalo de confiança de 95%.

Para realizar esta fase é necessário determinar o valor médio da amostra, o desvio padrão obtido a partir dos 15 ciclos e posteriormente, o número mínimo de ciclos necessários para satisfazer as condições do parágrafo anterior.

Tabela 1 - Apresentação dos valores recolhidos por cronometragem em minutos

Ciclo	Tempo registado (x _i)
1	1.833
2	2.000
3	2.017
4	1.667
5	1.967
6	1.917
7	2.033
8	2.083
9	1.900
10	1.717
11	2.000
12	1.967
13	1.833
14	2.050
15	1.917

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$= \frac{1,83 + 2,00 + 2,02 + 1,67 + 1,97 + 1,92 + 2,03 + 2,08 + 1,90 + 1,72 + 2,00 + 1,97 + 1,83 + 2,05 + 1,92}{15}$$

$$= \frac{28,90}{15} = 1,93$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}{n - 1}} = \sqrt{\frac{57,01 - \frac{(1,93)^2}{15}}{15 - 1}} = 0,307$$

$$N = \left(\frac{Z \times \sigma}{\rho \times \bar{x}} \right)^2 = \left(\frac{1,96 \times 0,307}{0,10 \times 1,93} \right)^2 = 10 \text{unidades}$$

Para garantir os parâmetros pretendidos, 10 ciclos cronometrados eram suficientes, assim sendo, e uma vez que foram cronometrados 15 ciclos, é possível iniciar a próxima fase: determinar o tempo padrão do elemento.

O tempo padrão é dado tendo em conta o fator de ritmo e as concessões dadas pela empresa. No caso do IKEA *Industry* de Paços de Ferreira, a concessão está definida para 1h de tempo de lanche, descanso e possíveis atrasos inevitáveis, das 8h diárias de trabalho.

$$A_{total} = \frac{t_{concessão}}{t_{total}} = \frac{60}{8 \times 60} = 0,125$$

$$A_{trabalho} = 1 + A_{concessão} = 1 + 0,125 = 1,125$$

$$NT = CT \times PR = 1,93 \times 1 = 1,93$$




$$ST = NT \times AF = 1,93 \times 1,125 = 2,17$$

Concluindo, o tempo padrão do elemento 8 é de 2,17min.

Uma vez já demonstrado como se obtém o tempo padrão de um elemento tendo em conta as fases que devem ser seguidas no estudo dos tempos por cronometragem, o tempo padrão dos restantes elementos é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Tempos padrão dos restantes elementos da rotina de trabalho do posto de trabalho

Elementos:	Tempo padrão determinado para o elemento (min):
Elemento 1	0,67
Elemento 2	0,08
Elemento 3	1,00
Elemento 4	2,00
Elemento 5	1,42
Elemento 6	0,92
Elemento 7	0,08
Elemento 8	2,17
Elemento 9	5,08
Elemento 10	1,17
Elemento 11	4,33
Elemento 12	4,33
Elemento 13	4,33
Elemento 14	4,33
Elemento 15	4,3
Elemento 16	5,08
Elemento 17	4,33
Elemento 18	4,33

 IKEA Industry Paços de Ferreira		<h1>Standard Operating Sheet</h1>				DATA Aprovação: _____	_____	_____	00
FÁBRICA:		ÁREA:	LINHA:	POSTO TRABALHO:	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	TEMPO TOTAL ROTINA	INFORMAÇÃO ADICIONAL:		
LacquerPrint e Foil		Foil& Wrap	CL	Holz	Todos				
PROCESSO		<h2>PT8 - Execução</h2>					FECHO		
Nº	WES	Actividade	Variante	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout	
1		Verificar a velocidade da serra e qualidade do corte		00:00:40					
2		Imprimir e preencher as etiquetas que vão ser colocadas a identificar os books		00:00:05					
3		Garantir a existência de baseboards, usar o carro automático para ir buscá-las à linha de retorno		00:01:00					
4		Se a produção for para o fluxo da L&P, usar o carro automático para ir buscar as baseboards específicas deste fluxo.		00:02:00					
5		Executar a rotina da 1ª Peça OK		00:01:25					
6		Inspeccionar a qualidade do book de acordo com o IAC-254		00:00:55					
7		Realizar o teste do ar comprimido		00:00:05					
8		Se o book estiver OK, filmar a PT12 da L&P, de acordo com as suas especificações	XX	00:02:10					
9		Mover a PT12 da L&P para os tapetes de rolos específicos	XX	00:05:05					
10		Se o book estiver OK, filmar a PT12 da Foil, de acordo com as suas especificações	XX	00:01:10					
11		Mover a PT12 para a EB da Foil	XX	00:04:20					
Notas:									
AJUDAS EHS / AJUDAS CHAVE:			Observações:						
 			<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #cccccc; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="font-size: 8px; margin-right: 5px;">Tarefas que se fazem constantemente</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #333333; color: white; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px; text-align: center; line-height: 20px;">XX</div> <div style="font-size: 8px;">Tarefas que se realizam ao fim de o número que se encontra na célula conjunto de actividades anteriores</div> </div>						
			a 38 - Instrução de trabalho do posto de trabalho 8 com os tempos padrão de cada elemento						


 IKEA Industry Paços de Ferreira		<h1>Standard Operating Sheet</h1>				DATA Aprovação: _____	00	
FÁBRICA:		ÁREA:	LINHA:	POSTO TRABALHO:	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	TEMPO TOTAL ROTINA	INFORMAÇÃO ADICIONAL:	
LacquerPrint e Foil		Foil& Wrap	CL	Holz	Todos			
PROCESSO		<h2>PT8 - Execução</h2>					<input type="button" value="FECHO"/>	
Nº	WES	Actividade	Variante	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout
12		Se o book estiver OK, filmar os SD com duas voltas de filme no nível mais alto da palete	XX	00:01:10				
13		Mover os SD para a EB da Foil	XX	00:04:20				
14		Mover as referências Kallax/Lapland para a EB da Foil	XX	00:04:20				
15		Se o bok estiver OK, filmar as referências Kallax/Lapland e Lack com duas voltas de filme em toda a altura	XX	00:04:20				
16		Mover as referências Lack para a EB da L&P	XX	00:05:05				
17		Mover as referências Kallax/Lapland para a EB da Foil	XX	00:04:20				
18		Se o book estiver OK, mover as referências Bestå para a EB da Foil	XX	00:04:20				
19		Se o book estiver OK, filmar a referência Micke de acordo com as especificações dos subcontratados	XX					
20		Mover a referência Micke para a linha dos subcontratados	XX					
21		Se o book estiver NOK, passar uma camada de filme a toda a volta e mover para a linha da QB	XX	00:03:40				
22		Movimentar os produtos Hemmes e ZK entre a Sheeling e a EB da Foil	XX					
Notas:								
A.IIIDAS EHS / A.IIIDAS CHAVE:			Observações:					

Figura 39 – Continuação da Figura 38

 na célula conjunto de actividades anteriores

A Figura 38 e a Figura 39 mostram o resultado final obtido da aplicação do estudo dos tempos no posto de trabalho 8.

4.2.1. CÁLCULO DOS TEMPOS PADRÃO

Durante o processo de observação e validação dos tempos introduzidos na instrução criada, os valores de sucata produzida na área aumentou consideravelmente. Este problema detectado pelo departamento da Qualidade despoletou uma análise completa na linha para perceber o porquê de as peças danificadas não estarem a ser detetadas na área, zona onde o seu valor comercial é menor, mas sim encontrados no final da linha de produção, zona onde o valor acrescentado é maior. Devido à política de confidencialidade em vigor na empresa, não é possível apresentar os dados que demonstrem o problema exposto.

O foco da análise descrita foi o posto de trabalho 8, posto responsável pela inspeção final de todas as peças produzidas. Com esta análise foi possível criar o diagrama, representado na Figura 40, onde é possível verificar que a razão do problema de peças sucata teve origem na impossibilidade de os operadores realizarem a totalidade das inspeções necessárias no posto de trabalho face à velocidade de produção da linha.

Para resolver este problema foi realizado um estudo que determinou a cadência da linha em comparação à cadência de trabalho de um operador, dois operadores e dois operadores em que cada um é responsável por determinados elementos da inspeção às peças necessárias.

Na análise isolada dos tempos, cada elemento individualmente, a carga de trabalho associada ao operador não parece demasiada. Por sua vez, na observação de uma produção completa, foi detectado que os operadores não estavam a cumprir com o número necessário de peças a inspecionar de acordo com o estabelecido na IAC, Instrução de Autocontrolo. A razão para esta diferença, e de acordo com os mesmos, residia no fato de a cadência da linha ser maior que o tempo que os mesmos precisam para realizar a totalidade da inspeção.

Para o cálculo da cadência da linha, foram usados dois parâmetros:

- Número de peças que compõem cada palete/referência de produto;
- Velocidade a que a linha produz/referência de produto.

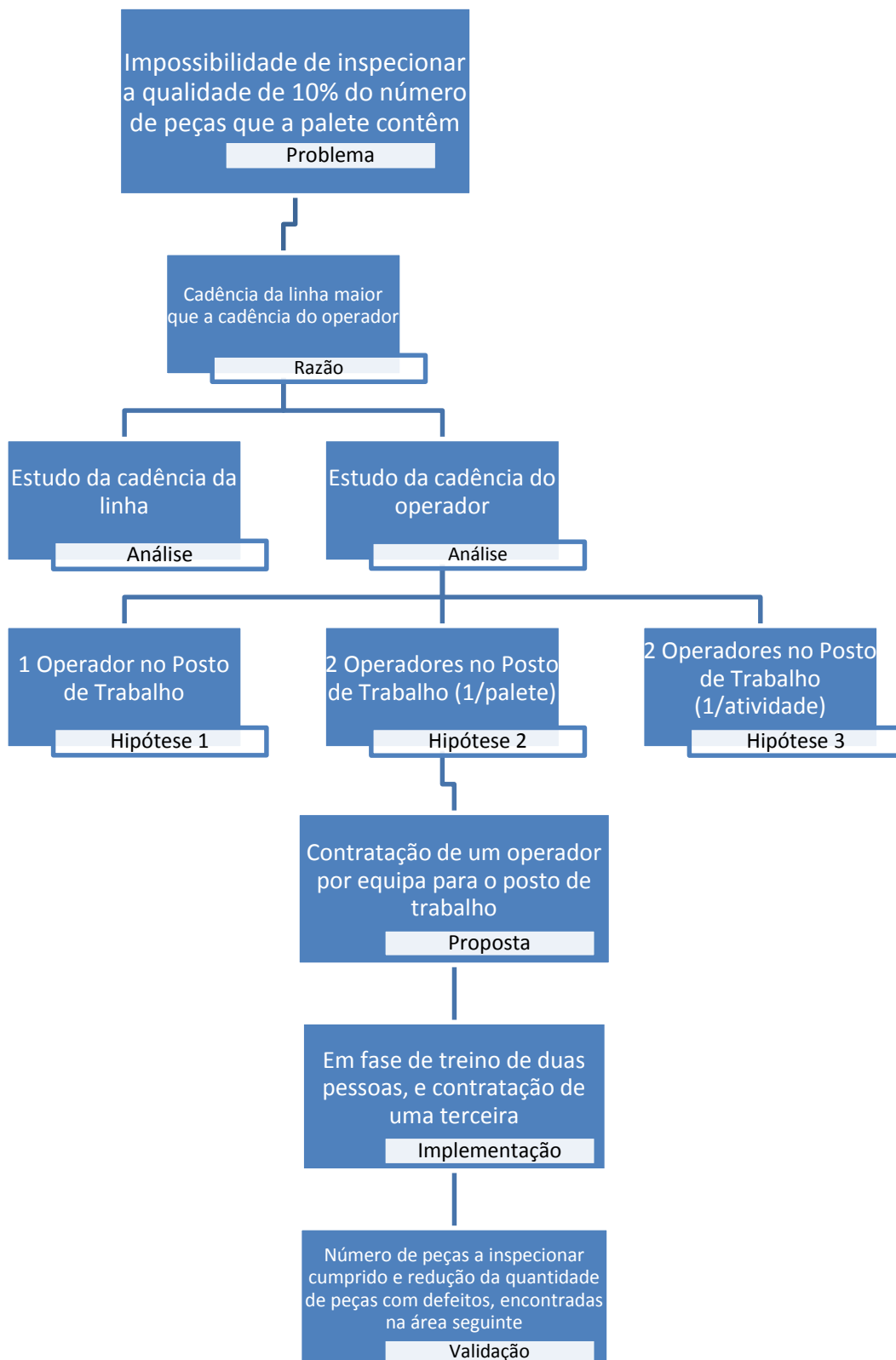


Figura 40 - Diagrama ilustrativa das etapas que compuseram a resolução do problema

De modo a poder efetuar os cálculos, o segundo ponto foi convertido no NPC do equipamento, ou seja, número de peças que o equipamento produz por unidade de tempo por referência de produto. Para além desta conversão, foi definido um OEE de 40%, para efeitos de cálculo, uma vez que a linha não se encontra preparada para produzir à velocidade máxima. O cálculo final da cadência da linha está demonstrado no Anexo B.

Por sua vez o cálculo do tempo que o operador necessita para executar a atividade, foi realizado através dos seguintes parâmetros:

- Tempo que o operador demora a realizar a inspeção de qualidade de uma peça, extrapolado para os 10% da palete;
- Tempo que o operador demora a realizar a inspeção dimensional de uma peça;
- Tempo que o operador demora a realizar a filmagem da uma palete, caso aplicável;

Todos estes tempos foram observados, cronometrados e registados, tal como é possível verificar no Anexo C.

Tal como a Figura 40 mostra, foram colocadas três hipóteses:

- O problema levantado não ser válido e um operador ser capaz de realizar a atividade completa, Anexo D;
- Dois operadores cada um a inspecionar uma palete, conseguirem executar a atividade, Anexo E;
- Dois operadores cada um com um elemento da atividade, a inspecionar uma palete, Anexo F;

Para o estudo das hipóteses foi analisado ao fim de quanto tempo de produção, o equipamento tem de parar, por o *buffer* estar cheio e o operador não conseguir dar seguimento às paletes. O cálculo deste parâmetro teve por base a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** representada pela Figura 41.

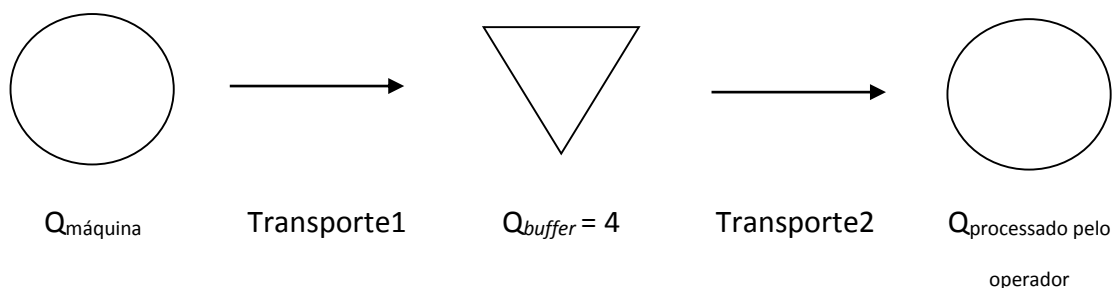


Figura 41 - Representação ilustrativa da zona de inspeção final e dos elementos que a compõem

Equação 9 - Calculado das paragens de linha

$$\frac{Q_{máquina}}{t_{produção máquina}} = \frac{Q_{buffer}}{t_{armazenamento buffer}} = \frac{Q_{processada pelo operador}}{t_{processamento}} \quad (11)$$

Os dados obtidos pela análise, estão demonstrados no ().

Na primeira hipótese, uma vez conhecida a cadência da linha e a cadência do operador, foi concluído que em 24, das 31 referências produzidas, não é possível executar a atividade corretamente. Já na segunda hipótese, o problema só ocorre em 13 de 31. Por fim, na terceira hipótese, 24 das 31 referências apresentavam o problema em estudo.

Uma vez que cada paragem de linha representa uma perda imediata de 100€, então a hipótese com menor número de paragens representa um ganho de 1100€, em comparação às restantes. Para além do exposto, a maioria das referências são produzidas semanalmente e as restantes, no máximo de duas em duas semanas, assim sendo, pelo menos de duas em duas semanas é possível poupar 1100€, no final do mês poupa-se 2200€. Este ganho refere-se unicamente a paragens, Tabela 3.

Em média, um operador em início de carreira e com as habilitações necessárias à função, ganha cerca de 600€ ou menos. A contratação de três operadores, um por turno, representa um gasto de 1800€/mês, permitindo ainda um ganho de 400€ mensais.

Tabela 3 - Ganhos obtidos na mudança para a hipótese 2

Hipóteses:	Nº paragens associadas	Gastos com paragem (€)	Ganho em custo/ 2semanas (€)	Contratação de 1 operador	Custos de 3 operadores/ mês (€)	Ganho total (€)
1	24	2400	-	-	-	-
2	13	1300	1100	600€	1800	400€
3	24	2400	-			-

A proposta de melhoria, para esta situação, passou pela contratação de três operadores, após a apresentação deste estudo às chefias da empresa.

De momento, já existem dois operadores novos em face de formação para as atividades pretendidas, mas ainda falta preencher uma vaga para completar uma equipa.

5. OUTRAS MELHORIAS INTRODUZIDAS


A análise realizada para no posto de trabalho 8, foi realizada para todos os restantes postos de trabalho. Nos capítulos seguintes são apresentadas brevemente, as melhorias realizadas através dessa análise em todos os postos de trabalho.

5.1. MELHORIA NA IMPRESSÃO DAS ETIQUETAS DE IDENTIFICAÇÃO DAS PALETES

Uma das tarefas que os operadores têm de executar passa por imprimir o *template* das etiquetas de identificação das paletes, preencher o mesmo com o nome da referência, o número da paleta de acordo com a ordem de produção, e colocar o autocolante de identificação de qualidade, OK ou NOK.

Esta tarefa, dependendo do tamanho da ordem de produção demora cerca de 25min, o que impede o operador de se dedicar a outras atividades na altura do *set-up*, arranque da produção. Para além disto, devido à complexidade do nome de cada uma das referências e inclusive, à dificuldade e ao elevado número de parâmetros a preencher, em algumas ocasiões o *template* fica mal preenchido.

Normalmente, só o nome do produto, a data e a etiqueta de qualidade é que eram preenchidos, devido à quantidade de tempo despendido a preencher as etiquetas.

 IKEA Industry Paços de Ferreira		Etiqueta de Identificação - FOIL	
Complete Line	Nome do produto: _____	Código: _____	
	Nº Ordem de produção: _____	Quantidade: _____	
	Nº Palete: _____	Nº operador: _____	<input type="checkbox"/>
	Data: ____/____/____	Line Leader: _____	<input type="checkbox"/>
	Hora: _____		


		Etiqueta de Identificação - FOIL	
Complete Line	Nome do produto: <u>PT12</u>	Código: <u>S024FWKXPT12</u>	
	Nº Ordem de produção: <u>162982</u>	Quantidade: <u>72</u>	
	Nº Palete: <u>5</u>	Nº operador: _____	
	Data: <u>30 / 08 / 2015</u>	Line Leader: _____	
Hora: <u>18:30</u>			

Figura 42 - *Template* antigo da etiqueta de identificação em cima e *template* actual da identificação em baixo

A proposta realizada ao departamento informático, no sentido de diminuir este problema, passa por criar um programa que automaticamente preenchesse as etiquetas, e onde o operador só tivesse de preencher o campo da qualidade, uma vez que esse campo depende da realização de outras atividades da instrução de trabalho, Figura 42.

O programa já está criado e implementado na linha, e encontra-se neste momento a ser acompanhado para garantir que todas as referências estão corretamente inseridas no mesmo. O ganho obtido com a implementação deste programa foi de 19min.

Como o programa faz o preenchimento automático dos campos, então cada uma das etiquetas só pode ser impressa quando a palete sai do equipamento para as linhas de inspeção. Ou seja, cada etiqueta tem de ser impressa individualmente no correr da produção.

No sistema antigo, as etiquetas podiam todas ser impressas e preenchidas antes da produção. Isto constitui a única desvantagem deste sistema, mas na opinião dos operadores, é muito mais fácil e rápido de trabalhar que o antigo.

Tabela 4 - Ganhos em tempo da implementação do novo sistema

Preenchimento:	Tempo/unid	Nº médio de unidades	Tempo total	Tempo Ganho
Manual	20s	80	25min	-
Automático	5s		6min	+ 19min

5.2. MELHORIA NO PROCESSO DE FILMAGEM DA PT 12

Um dos elementos contemplados na instrução de trabalho está relacionado com a referência de produto, PT12. Esta peça é um dos produtos fabricados que mais problemas tem associado, devido às dimensões da mesma, ao tipo de desempilhamento e ao tipo de filmagem.

No que diz respeito às dimensões, esta peça é das mais pequenas, sendo que a largura é metade do comprimento e a espessura da mesma só tem 12mm, Figura 43. O desempilhamento é feito em quatro *baseboards* agrupadas duas a duas, Figura 44. Devido às dimensões da peça, cada *baseboard* é composta por um par de peças. Aquando o processo de filmagem, cada *baseboard* é filmada individualmente, e é neste ponto que reside o principal problema analisado durante o estudo dos tempos.

Durante o processo de filmagem, as duas *baseboards* são separadas e devido a problemas no equipamento, as peças estão a sair fora das dimensões da *baseboard*, tal como a Figura 45 comprova.

Este desvio gera problemas:

- no processo de filmagem, na colocação das cantoneiras.
A atividade em causa demora 40seg mas se as peças estiverem deslocadas, a mesma atividade passa a demorar 1min porque o operador tem de reajustar as peças em relação à *baseboard*, ou seja, empurrar as peças para dentro da mesma. Este passo é de elevado esforço físico e de elevado risco, pois um movimento brusco pode levar à queda da palete em cima do operador;
- em termos de qualidade, porque como as peças não ficam corretamente assentes na *baseboard*, o plástico não é capaz de as isolar completamente, e quando sujeitas ao ar as mesmas empenam;
- e de segurança, porque na movimentação das peças, a palete está sujeita a vibrações, originando deslocação das primeiras camadas de peça, possível desabamento da palete, e embate das peças que se encontram fora da *baseboard* contra os rolos que compõem o tapete.

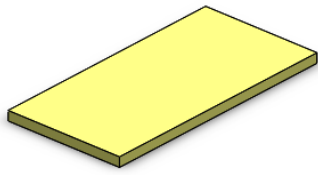


Figura 43 - Representação de uma peça de PT12

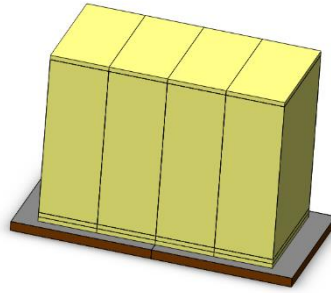


Figura 44 - Representação do desempilhamento do produto PT12

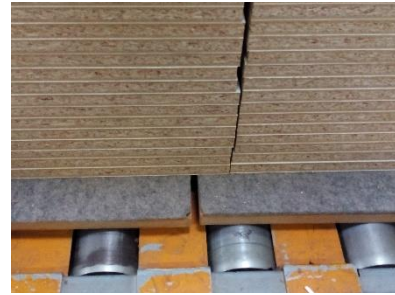


Figura 45 - Demonstração do problema

A solução principal, proposta para colmatar este problema, passa pela colocação de uns batentes na Bargs de Saída, que garantam que a *baseboard* fica bem posicionada em relação ao desempilhamento. Esta solução ainda está em análise, uma vez que para a mesma ser implementada é necessário realizar alterações no equipamento que podem não ser aceites pelo fabricante. Assim sendo, uma proposta da alteração foi feita ao fabricante da máquina e neste momento, o departamento dos equipamentos, responsável por este projeto, encontra-se à espera de orçamentação para a mesma. A implementação está prevista para a semana 52, uma vez que a linha não pode estar em funcionamento aquando a instalação.

O tempo padrão, definido para o processo de filmagem de uma paleta deste produto, estava estabelecido nos 2.5min, devido ao problema exposto anteriormente e porque, para segurar as cantoneiras e também o saco plástico, que é usado para criar o efeito vácuo à volta da paleta, utilizam-se cintas cujo aperto está diretamente relacionado com a força humana exercida sobre a mesma.

Numa tentativa de baixar este valor temporal, inicialmente foi proposto substituir as cintas por bandas plásticas, que os operadores só tivessem de puxar ligeiramente, e posteriormente foi sugerido utilizar cintas elásticas cozidas à medida pretendida para a paleta.

As bandas plásticas foram testadas em duas produções e mostraram-se uma solução em termos de tempo, viável, uma vez que o tempo de filmagem reduziu de 2.5min para 1.8min, ou seja, uma poupança de mais de 1.5h. Em contrapartida, a solução em termos de lucro era irrealizável, uma vez que o prejuízo, devido à não reutilização da cinta, é de 1.800,00€.

No que diz respeito às cintas elásticas, o ganho em tempo padrão não é tão elevado, poupa-se cerca de 1h por produção, com este tipo de ferramenta, mas em termos de custos existe uma poupança de 120€, tal como é possível confirmar na Tabela 5.

Tabela 5 - Ganhos em termos de lucro com a aplicação do novo sistema de filmagem

Elemento:	Custo/unid:	Tempo padrão:	Ganho em tempo:	Ganho em lucro:
Cinta de aperto	1.5€	2.5min	-	-
Cinta plástica	0.30€	1.8min	- 1875€	+ 105min
Cinta elástica	1.7€	2min	+ 120€	+ 75min

A implementação da proposta adotada estava prevista para a semana 43.

5.3. MELHORIA DA ESTRUTURA DE TRANSPORTE DE ROLOS *FOIL*

Na análise do método associado ao primeiro posto de trabalho, Barb, foi perceptível a presença de umas estruturas com rodas para armazenamento dos rolos, mas na instrução de trabalho, nenhum elemento remetia a essas estruturas. Ainda durante a análise do posto de trabalho, surgiram *report's* de rolos danificados na superfície devido à colocação dos mesmos em paletes, Figura 46.

Do mesmo modo, na análise do quarto posto de trabalho, Lami, os problemas reportados foram semelhantes, dificuldade no manuseamento da paleta com os rolos *Foil*, superfície do rolo danificado, e elevado tempo de espera devido à existência de um porta paletes a partilhar pelos dois postos de trabalho.

Para solucionar estes problemas, foi definido, no método de trabalho, que os rolos devem ser colocados nas estruturas, após o corte à medida no posto de trabalho 1, e após saírem da linha no posto de trabalho 3, Figura 47 **Erro! A origem da referência não foi encontrada..** Como as estruturas já eram antigas e a implementação delas não resultou na época, foi realizada uma ação de sensibilização aos operadores para lhes mostrar os gastos extras gerados pela não utilização das estruturas.



Figura 46 - Antigo sistema de manuseamento dos rolos FOIL



Figura 47 - Atual sistema de manuseamento dos rolos FOIL

Existem 28 carrinhos a duas medidas ao comprimento, metade tem 1100m a outra metade 800m. Na altura da aquisição dos mesmos, não existiam rolos maiores que 1000m, atualmente existem rolos com aproximadamente 1300m ao comprimento, ou seja, não existem estruturas para estes rolos. Para que a implementação desta proposta não fosse comprometida, todos os carros de 1100m foram mandados aumentar para um comprimento de 1500m, já com vista a garantir futuros aumentos no tamanho dos rolos.

Após a sensibilização aos operadores, a implementação deste método entrou de imediato em vigor, e a própria implementação permitiu pagar a alteração pretendida em metade dos carros e ainda poupar 184€, considerando que, por mês, só um rolo de cada referência é danificado, Tabela 6.

Tabela 6 – Ganho em custo da utilização das estruturas de manuseamento dos rolos *FOIL*

Custo da alteração dos carros:	100€/unid
Custo da sucata do papel <i>Foil</i> devido a defeitos:	0.40€/m ²
Nº médio de camadas de papel sucitado:	30
Dimensões médias da camada de papel:	3x2m
Custo médio da sucata do papel:	72€/rolo
Nº de rolos existentes:	22
Custo total considerando o dano de um só rolo de cada referência:	1584€
Nº de carros alterados:	14
Custo da alteração dos carros:	1400€
Ganho em custo:	184€

De modo a distinguir os carros dos diferentes tamanhos, foram colocadas etiquetas nos mesmos, Figura 48:

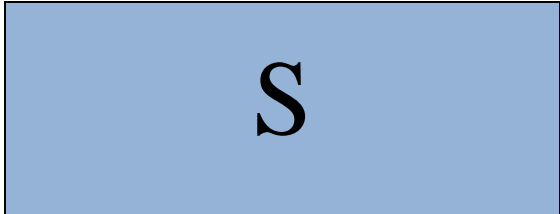

Tamanho de 800m	Tamanho de 1500m
	

Figura 48 - Etiquetas de identificação do tamanho das estruturas

5.4. DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO DE ENROLAMENTO DAS PONTAS DE ROLOS *FOIL*

Na situação em que um rolo não é completamente usado na linha de produção, o seu excedente, caso o diâmetro seja maior que 200mm, é armazenado para posterior utilização. O rolo oriundo desta situação é designado de ponta. As pontas quando saem da linha são colocadas na estrutura dos rolos *foil* para retornarem ao primeiro posto de trabalho.

Uma vez neste posto de trabalho, as pontas são armazenadas em paletes, até surgir ocasião para as introduzir na produção, porque as estruturas existentes estão contabilizadas para 24h de produção, o que não deixa espaço para armazenar as pontas. A oportunidade de utilização das pontas pode ser imediata, em poucos casos, ou demorar bastante tempo, uma vez que a utilização da mesma depende diretamente do seu diâmetro. Para além disto, o tempo necessário para trocar um par de rolos é de 10min e por vezes uma ponta é escoada em menos tempo que a troca do rolo, não justificando a utilização da mesma. Na transição entre gavetas, o painel da transição é sucata, ou seja, se numa produção forem introduzidas muitas pontas, o valor da sucata aumenta, reforçando a ideia de que introduzir uma ponta na produção nem sempre se justifica.

A quantidade de pontas existentes de momento na fábrica é elevada, aproximadamente 50 rolos só no posto de trabalho, o que impede a movimentação conforme do operador no posto. Além disto, numa zona intermédia entre o armazém e o posto de trabalho, existe um espaço destinado ao armazenamento temporário, e para as próximas 24h, dos rolos *foil* novos que necessitam ser cortados antes de ir para a linha. Devido ao número elevado de pontas, este espaço já se encontra a ser usado para armazenar as mesmas. A utilização indevida deste espaço obriga o operador do posto 1 a ficar dependente do empilhadorista que faz a ligação entre o armazém e o posto. Isto porque tem de pedir a entrega dos rolos novos de todas as vezes que realiza o corte de uma ordem de produção, e nem sempre o empilhadorista se encontra disponível para realizar a entrega.



Figura 49 - Equipamento para enrolamento das pontas dos rolos *FOIL*

A proposta realizada ao departamento da produção, para resolver este problema, passa pela criação de um equipamento que enrolasse as pontas do mesmo comprimento, de modo a criar um rolo de diâmetro maior que justificasse a sua introdução na linha.

O departamento da produção ficou responsável pelo desenvolvimento do equipamento e pela implementação do mesmo.

O equipamento já se encontra em utilização mas nos primeiros testes do mesmo conclui-se que os rolos resultantes deste processo não podem ir diretamente para a linha porque na face de enrolamento nem sempre as laterais do rolo ficam alinhadas, Figura 49. Para resolver este problema, foi definido que depois de enroladas uma série de pontas, o comprimento desse novo rolo é convertido num comprimento menor utilizado em produção, de modo a ser possível endireitar as laterais do rolo.

O enrolamento das pontas, devido ao local onde foi colocado o equipamento e ao local onde são armazenadas as mesmas, ficou a cargo do operador do posto de trabalho 1.

5.5. MELHORIA NO TIPO DE ENTREGA DE ROLOS

Na análise dos tempos no posto de trabalho 1, Barb, definiu-se que o tempo padrão para cortar um rolo à medida pretendida para a linha é de 5,5min. Assim sendo, num dia de trabalho, que implica 7h de produção, o operador é capaz de cortar aproximadamente 76 rolos.

Por turno, e em média, ocorrem 4 ordens de produção e por ordem de produção são necessários aproximadamente 3 pares de rolos, o que implica que para as 24h de trabalho da linha, o operador tem de cortar aproximadamente 72 rolos por dia, sobrando-lhe só 24min para realizar a limpeza do posto de trabalho.

Tendo em conta estes valores, que surgiram a análise dos tempos realizada no posto, foi possível concluir que o operador não era capaz de realizar o corte dos rolos necessários para as 24h e ainda enrolar as pontas que saiam da linha.

A proposta realizada para combater este problema passou por, contactar os fornecedores e questionar os mesmos sobre a possibilidade de alguns rolos serem comprados já na medida pretendida para a linha.

Devido ao modo de produção de alguns dos fornecedores, foi impossível implementar esta proposta. Para além destes, devido ao meio de transporte, aos custos de transporte e ao *lead time* de outros fornecedores, caso particular do fornecedor japonês, também foi impossível implementar esta proposta, uma vez que os custos da compra dos novos tamanhos de rolos passavam para mais do dobro.

No caso de um dos fornecedores, inclusive o fornecedor que mais referências produz para a empresa, foi possível implementar esta proposta porque o mesmo já produzia os tamanhos dos rolos pretendidos para outras fábricas do grupo. Ou seja, das 22 referências de rolos que necessitavam de ser cortadas, passaram a ser só 15.

Em termos de custos, uma vez que os rolos, nos tamanhos pretendidos, já eram produzidos pelo fornecedor para outras empresas, então não houve qualquer custo adicional associados ao mesmo, mas houve um ganho uma vez que deixou de desperdiçar o bocado de rolo resultante do corte.

5.6. COLOCAÇÃO DE GRADIL NA ENTRADA DA LINHA

No segundo posto de trabalho, um das primeiras atividades que os operadores têm de executar é retirar o filme que envolve os painéis. Devido à estatura dos operadores e às dimensões do painel, realizar esta atividade demorava aproximadamente 1.5min porque os operadores têm de ir de um dos lados soltar o filme e depois vir ao outro.

Para além disto, por vezes, devido ao posicionamento da etiqueta de identificação dos painéis que vêm da BOS, os operadores têm de se colocar em cima dos tapetes de rolos para alcançar a mesma, sujeitos a escorrer nos mesmo e embater contra a paleta de painéis, ou mesmo cair.

No sentido de diminuir o tempo exposto em cima, que por mínimo que pareça impede o operador de fazer o controlo do processo, ou seja, de controlar a espessura dos painéis à saída do posto, e no sentido de aumentar a segurança com que o mesmo realiza a atividade, foram colocados passadiços em gradil ao longo da linha, do lado de fora da mesma. Não só o operador passou a conseguir realizar a atividade de um dos lados do painel, reduzindo o tempo da mesma para metade, como a remoção da etiqueta passou a ser mais acessível.

Uma vez que esta proposta também resolveu um problema de segurança, os custos dos passadiços não foram considerados para a implementação da mesma, de qualquer os modos, cada passadiço de 0.3x1.5m custou 70€, aquisição e montagem, Figura 50.



Figura 50 – Passadiços em gradil colocados na saída da linha

6. CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais e as conclusões obtidas durante a realização deste documento, e do trabalho que apoiou o desenvolvimento do mesmo. Para além disto, são referidos pormenores que devem ser tidos em consideração daqui para a frente para que o trabalho realizado permaneça.

6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo dos métodos e tempos, parte integrante da medida do trabalho, segue uma metodologia complexa mas metódica que permite obter resultados viáveis e assertivos.

A definição de um método de trabalho e dos tempos padrão de cada elemento que compõe o método, é de elevada importância para uma empresa porque a partir dos mesmos podem ser obtidos dados como produtividade diária, objetivos de produtividade da empresa, indicadores de performance, e existe uma melhor noção da origem dos defeitos de qualidade e dos problemas que aparecem ao longo da produção.

Definir um método não é registar tudo o que os operadores realizam e compilar num documento. Definir um método é observar, ter interesse em perceber o porquê de determinada atividade ser executada, e analisar se existe maneira de melhorar o modo como a mesma se executa.

Por sua vez, definir os tempos padrão dos elementos não passa só por cronometrar as repetições em que a tarefa é executada, é necessário conhecer o método como se o próprio analista fosse capaz de ser o operador a executá-lo, é necessário definir uma escala do que se considera normal, extraordinário e fraco, e saber classificar os operadores na realização de cada uma das tarefas.

O estudo dos tempos por cronometragem têm a grande vantagem de não prejudicar nenhum operador em comparação com outro. É um estudo que considera tempos de descanso e que não obriga o operador a compensar esses tempos. É um método bastante complexo de aplicar e que para ser aplicado é necessário domínio sobre o tema em questão.

Tal como todos os métodos de cálculo do tempo padrão tem a grande desvantagem que a partir do momento em que ocorre uma alteração no método, o tempo padrão final da instrução de trabalho deixa de ser válido. Por esta razão é que as instruções de trabalho são consideradas um documento “vivo”, uma vez que para o bem da empresa e bem-estar dos operadores, as mesmas têm de estar sempre a evoluir, nem que seja nas condições dadas para a realização das mesmas.

A aplicação deste método no contexto laboral permitiu o crescimento da linha e a uniformização entre equipas. Em certos postos de trabalho foi mais fácil aplicar o método e formar os operadores a segui-lo que em outros postos, mas no final do trabalho, todos os postos de trabalho passaram a ter uma instrução de trabalho com os respetivos tempos padrão de cada elemento, que é cumprida pelos operadores e com a qual os mesmos concordam.

Em termos de opinião pessoal, as maiores dificuldades sentidas na aplicação do estudo dos tempos foi inicialmente o apoio de alguns dos operadores, a opinião deles em relação à definição de tempos padrão para as rotinas passava por uma tentativa de controlar a sua produtividade, e posteriormente, conseguir coordenar a disponibilidade da linha e dos operadores com as necessidades para realizar o estudo.

6.2. TRABALHOS FUTUROS

Tal como foi referido anteriormente, a standarização costuma ser vista como uma punição aos operadores. Através de ações de sensibilização aos operadores do que é a standarização e para que serve, foi possível realizar este processo sem que os operadores se sentissem penalizados e inclusive ter o apoio dos mesmos.

É de extrema importância que o operador esteja de acordo com o trabalho que foi desenvolvido, isto porque a standarização é um documento vivo, sempre que ocorre uma melhoria ou é necessário reajustar algum elemento, cabe aos operadores alertar para essa necessidade de modo a que posteriormente uma pessoa, com os conhecimentos necessários, possa reajustar a metodologia.

Uma vez a standarização realizada em todos os postos de trabalho da Complete Line, foi importante definir uma pessoa responsável por garantir que os operadores continuavam a cumpri-la. Esta responsabilidade ficou a cargo do formador, que não só tem de garantir o cumprimento mas também tem de garantir a continuidade e atualização das metodologias de trabalho.

Referências Documentais

- [1] ABRUZZI, A.:—*Work Measurement*, Columbia University Press, New York, 1952.
- [2] BARNES, R. M.:—*Motion and Time Study: Design and Measurement of Work*, 7th ed., John Wiley & Sons, New York, 1980.
- [3] COIMBRA, E. A.:—*Total Management Flow: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*, Kaizen Institute, 2009.
- [4] DENNIS, P.:—*Lean Production Simplified, 2th ed., A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*: Taylor & Francis, 2007.
- [5] DOUGLAS, Moura Miranda, Graduado em Engenharia de Controlo e Automação pela Unicamp, Mestrado Engenharia de Produção pela UFMG, Especializado em métodos de melhoria de processo como: 6 sigma, crono análise, *Lean,TPM, TQM*, logística e Pesquisa Operacional.
- [6] HOLWEG, M.:—*The genealogy of lean production*, Journal of Operations Management, 2007.
- [7] IKEA, *Catálogo IKEA*, consultado em Agosto de 2015, em <http://www.ikea.com/pt/pt/catalog/allproducts/alphabetical/>
- [8] IKEA, *Sobre o Grupo IKEA*, consultado em Agosto de 2015, em http://www.ikea.com/ms/pt_PT/this-is-ikea/about-the-ikea-group/#/key-figures
- [9] LIKER, J. K.:—*The Toyota Way*: McGraw-Hill Education, 2004.
- [10] QUICK, J. H., J. H. Duncan, and J. A. Malcom:—*Work-Factor Time Standards*, McGraw-Hill, New York, 1962.
- [11] RAMAKUMAR, A., & Cooper, B.:—*Process Standardization Proves Profitable*, Quality, 2004.
- [12] SWAMINATHAN, J. M.:—*Enabling customization using standardized operations*, California Management Review, 2001.
- [13] SILVEIRA, C. (2012) *OEE, cálculo de eficiência da planta e integração de sistemas*, Citisystems, Retirado de [/www.citisystems.com.br/oe-calculo-eficiencia-equipamentos-integracao-sistemas/em](http://www.citisystems.com.br/oe-calculo-eficiencia-equipamentos-integracao-sistemas/em) outubro de 2013.
- [14] PRODUCTIVITY PRESS DEVELOPMENT, T. :- *Standard Work for the Shop Floor*: Taylor & Francis Group, 2002.

Anexo A. Balanço em tempo e custos da proposta de melhoria das cintas para o processo de filmagem

Elemento:	Cinta de aperto	Cinta plástica	Cinta elástica
€/unid:	1.5	0.3	1.7
Unidades necessárias:	150		
Custos adicionais:	-	Encomendas fixas em 100unid/embalagem	-
Custo/encomenda:	225	60	255
Tempo médio de utilização:	30 Utilizações	1 Utilização	50 Utilizações
Custo total:	375€/7500 Utilizações	2250€/7500 Utilizações	255€/7500 Utilizações
Ganho em custo:	-	- 1875€	+ 120€
Tempo aplicação/unid:	2.5min	1.8min	2min
Tempo aplicação total:	375min	270min	300min
Ganho em tempo:	-	+105min	+75min

Anexo B. Cadência do equipamento na produção de paletes

NPC's Complete							
Gama	produto	pçs/min	pçs/min OEE	Peças ao Comprimento	Peças em altura	Peças/Baseboards	tempo/ baseboard (min)
Besta	S024BTFWTB01	69,9	28,0	6	45	270	9,66
	S024BTFWTB02	39,1	15,6	3	45	135	8,63
	S024BTFWSD02	128,0	51,2	11	72	792	15,47
	S024BTFWSD03	78,1	31,2	6	81	486	15,56
	S024BTFWSD04	39,1	15,6	3	72	216	14
	S024BTFWSD05	26	10,4	2	72	144	14
	S024BTFWPT02	62,5	25,0	11	36	396	16
	S024BTFWPT03	56,2	22,5	6	36	216	9,61
	S024BTFWSH01	81,3	32,5	6	72	432	13,28
Stuva	S024STFWSH18	73,8	29,5	6	72	432	15
	S024STFWSH17	73,8	29,5	6	72	432	15
	S024STFWSDBE	65,8	26,3	8	72	576	22
	S024STFWSD11	73,5	29,4	6	72	432	15
	S024STFWSD13	73,5	29,4	6	72	432	15
	S024STFWSD14	36,7	14,7	3	72	216	15
	S024STFWSD15	24,1	9,6	2	72	144	15
	S024STFWTP13	31	12,4	4	45	180	15
	S024STFWTB12	44,8	17,9	6	45	270	15
	S024STFWTB11	73	29,2	6	45	270	9
Kallax /Lappland	S024LPFWPT03	37	14,8	4	63	252	17
	S024LPFWPT12 LP	123,5	49,4	8	63	504	10
	S024LPFWPT12 Foil	123,5	49,4	6	72	432	9
	S024LPFWSH02	27,9	11,2	2	81	162	15
	S024LPFWPT02	27,9	11,2	2	81	162	15
	S024LPFWBP01	39,8	15,9	4	63	252	16
	S024LPFWSH01	60,7	24,3	5	81	405	17
	S024LPFWSH03	24	9,6	2	81	162	17
Lack	S024LKFWSH03	52,6	21,0	2	81	162	8
	S024LKFWSH04	36,6	14,6	2	81	162	11
Micke	S024MKFWDP01	140	56,0	6	48	288	5,14
	S024MKFWDP02	67,7	27,1	3	81	243	8,97
			0,4				

Anexo C. Cadência do operador a executar a atividade

Gama	produto	Peças/Baseboards	%inspeção	Tempo inspeção Qualidade/ paleta (min)	Tempo inspeção Dimensional/ paleta(s)	Tempo filmagem/ paleta(s)	Tempo da atividade/paleta (min)
Besta	S024BTFWTB01	270	0,10	11,25	90,00		12,75
	S024BTFWTB02	135		5,63	90,00		7,13
	S024BTFWSD02	792		33,00	30,00		33,50
	S024BTFWSD03	486		20,25	30,00		20,75
	S024BTFWSD04	216		9,00	30,00	105,00	11,25
	S024BTFWSD05	144		6,00	30,00	105,00	8,25
	S024BTFWPT02	396		16,50	30,00		17,00
	S024BTFWPT03	216		9,00	30,00		9,50
S024BTFWSH01	432	18,00		30,00		18,50	
Stuva	S024STFWSH18	432		18,00	30,00	100,00	20,17
	S024STFWSH17	432		18,00	30,00	100,00	20,17
	S024STFWSDBE	576		24,00	30,00		24,50
	S024STFWSD11	432		18,00	30,00	105,00	20,25
	S024STFWSD13	432		18,00	30,00	105,00	20,25
	S024STFWSD14	216		9,00	30,00	105,00	11,25
	S024STFWSD15	144		6,00	30,00	105,00	8,25
	S024STFWTP13	180		7,50	30,00		8,00
	S024STFWTB12	270		11,25	90,00		12,75
	S024STFWTB11	270		11,25	90,00		12,75
Kallax /Lappland	S024LPFWPT03	252		10,50	30,00		11,00
	S024LPFWPT12 LP	504		21,00	60,00	120,00	24,00
	S024LPFWPT12 Foil	432		18,00	30,00	70,00	19,67
	S024LPFWSH02	162		6,75	30,00	70,00	8,42
	S024LPFWPT02	162		6,75	30,00		7,25
	S024LPFWBP01	252		10,50	30,00		11,00
	S024LPFWSH01	405		16,88	30,00	70,00	18,54
	S024LPFWSH03	162	6,75	30,00	70,00	8,42	
Lack	S024LKFWSH03	162	6,75	30,00	70,00	8,42	
	S024LKFWSH04	162	6,75	30,00	70,00	8,42	
Micke	S024MKFWDP01	288	12,00	30,00	160,00	15,17	
	S024MKFWDP02	243	10,13	30,00	160,00	13,29	

Anexo D. Estudo para a contratação de novo operador – Hipótese 1

Gama	produto	tempo/ baseboard (min)	Tempo da atividade/paleta (min)	Tempo da atividade/nº paleta produzidas (min)	Desfasamento (min)	Capacidade do buffer (unid)	Tempo para a paragem forçada da máquina (h)	Tempo para novo arranque (min)
Besta	S024BTFWTB01	9,66	12,75	25,50	-15,84	4,00	1,04	102,00
	S024BTFWTB02	8,63	7,13	14,25	-5,62		1,46	57,00
	S024BTFWSD02	15,47	33,50	67,00	-51,53		1,34	268,00
	S024BTFWSD03	15,56	20,75	41,50	-25,94		1,66	166,00
	S024BTFWSD04	14	11,25	22,50	-8,69		2,38	90,00
	S024BTFWSD05	14	8,25	16,50	-2,65			
	S024BTFWPT02	16	17,00	34,00	-18,16		1,98	136,00
	S024BTFWPT03	9,61	9,50	19,00	-9,39		1,30	76,00
S024BTFWSH01	13,28	18,50	37,00	-23,72	1,38		148,00	
Stuva	S024STFWSH18	15	20,17	40,33	-25,70		1,53	161,33
	S024STFWSH17	15	20,17	40,33	-25,70		1,53	161,33
	S024STFWSDBE	22	24,50	49,00	-27,12		2,64	196,00
	S024STFWSD11	15	20,25	40,50	-25,81		1,54	162,00
	S024STFWSD13	15	20,25	40,50	-25,81		1,54	162,00
	S024STFWSD14	15	11,25	22,50	-7,79		2,83	90,00
	S024STFWSD15	15	8,25	16,50	-1,56			
	S024STFWTP13	15	8,00	16,00	-1,48			
	S024STFWTB12	15	12,75	25,50	-10,43		2,46	102,00
S024STFWTB11	9	12,75	25,50	-16,25	0,97		102,00	
Kallax /Lappland	S024LPFWPT03	17	11,00	22,00	-4,97			
	S024LPFWPT12 LP	10	24,00	96,00	-85,80		0,76	384,00
	S024LPFWPT12 Foil	9	19,67	39,33	-30,59		0,75	157,33
	S024LPFWSH02	15	8,42	16,83	-2,32			
	S024LPFWPT02	15	7,25	14,50	0,02			
	S024LPFWBP01	16	11,00	22,00	-6,17		3,76	88,00
	S024LPFWSH01	17	18,54	37,08	-20,40		2,02	148,33
	S024LPFWSH03	17	8,42	16,83	0,04			
Lack	S024LKFWSH03	8	8,42	16,83	-9,13		0,95	67,33
	S024LKFWSH04	11	8,42	16,83	-5,77	2,15	67,33	
Micke	S024MKFWDP01	5,14	15,17	30,33	-25,19	0,41	121,33	
	S024MKFWDP02	8,97	13,29	26,58	-17,61	0,90	106,33	
			2,00				24,00	

Anexo E. Estudo para a contratação de novo operador – Hipótese 2

Gama	produto	tempo/ baseboard (min)	Tempo da atividade/nº paleta produzidas (min)	Desfasamento (min)	Capacidade do buffer (unid)	Tempo para a paragem forçada da máquina (h)	Tempo para novo arranque (min)
Besta	S024BTFWTB01	9,66	12,75	-3,09	4,00	2,65	51,00
	S024BTFWTB02	8,63	7,13	1,51			
	S024BTFWSD02	15,47	33,50	-18,03		1,92	134,00
	S024BTFWSD03	15,56	20,75	-5,19		4,14	83,00
	S024BTFWSD04	14	11,25	2,56			
	S024BTFWSD05	14	8,25	5,60			
	S024BTFWPT02	16	17,00	-1,16			68,00
	S024BTFWPT03	9,61	9,50	0,11			
S024BTFWSH01	13,28	18,50	-5,22	3,14		74,00	
Stuva	S024STFWSH18	15	20,17	-5,53		3,56	80,67
	S024STFWSH17	15	20,17	-5,53		3,56	80,67
	S024STFWSDBE	22	24,50	-2,62			98,00
	S024STFWSD11	15	20,25	-5,56		3,57	81,00
	S024STFWSD13	15	20,25	-5,56		3,57	81,00
	S024STFWSD14	15	11,25	3,46			
	S024STFWSD15	15	8,25	6,69			
	S024STFWTP13	15	8,00	6,52			
	S024STFWTB12	15	12,75	2,32			
	S024STFWTB11	9	12,75	-3,50		2,24	51,00
Kallax /Lappland	S024LPFWPT03	17	11,00	6,03			
	S024LPFWPT12 LP	10	24,00	-13,80		1,18	96,00
	S024LPFWPT12 Foil	9	19,67	-10,92		1,05	78,67
	S024LPFWSH02	15	8,42	6,10			
	S024LPFWPT02	15	7,25	7,27			
	S024LPFWBP01	16	11,00	4,83			
	S024LPFWSH01	17	18,54	-1,86		74,17	
Lack	S024LKFWSH03	8	8,42	-0,72		33,67	
	S024LKFWSH04	11	8,42	2,65			
Micke	S024MKFWDPO1	5,14	15,17	-10,02	0,52	60,67	
	S024MKFWDPO2	8,97	13,29	-4,32	1,84	53,17	
						13,00	

Anexo F. Estudo para a contratação de novo operador – Hipótese 3

Gama	produto	tempo/ baseboard (min)	Tempo inspeção Qualidade/ paleta (min) - <i>Bottleneck</i>	Tempo da atividade/nº paleta produzidas (min)	Desfasamento (min)	Tempo para a paragem forçada da máquina (h)	Tempo para novo arranque (min)
Besta	S024BTFWTB01	9,66	11,25	22,50	-12,84	1,13	90,00
	S024BTFWTB02	8,63	5,63	11,25	-2,62	2,47	45,00
	S024BTFWSD02	15,47	33,00	66,00	-50,53	1,35	264,00
	S024BTFWSD03	15,56	20,25	40,50	-24,94	1,68	162,00
	S024BTFWSD04	14	9,00	18,00	-4,19	3,96	72,00
	S024BTFWSD05	14	6,00	12,00	1,85		
	S024BTFWPT02	16	16,50	33,00	-17,16	2,03	132,00
	S024BTFWPT03	9,61	9,00	18,00	-8,39	1,37	72,00
	S024BTFWSH01	13,28	18,00	36,00	-22,72	1,40	144,00
Stuva	S024STFWSH18	15	18,00	36,00	-21,37	1,64	144,00
	S024STFWSH17	15	18,00	36,00	-21,37	1,64	144,00
	S024STFWSDBE	22	24,00	48,00	-26,12	2,68	192,00
	S024STFWSD11	15	18,00	36,00	-21,31	1,66	144,00
	S024STFWSD13	15	18,00	36,00	-21,31	1,66	144,00
	S024STFWSD14	15	9,00	18,00	-3,29		
	S024STFWSD15	15	6,00	12,00	2,94		
	S024STFWTP13	15	7,50	15,00	-0,48		
	S024STFWTB12	15	11,25	22,50	-7,43	3,04	90,00
S024STFWTB11	9	11,25	22,50	-13,25	1,05	90,00	
Kallax /Lappland	S024LPFWPT03	17	10,50	21,00	-3,97		
	S024LPFWPT12 LP	10	21,00	42,00	-31,80	0,90	168,00
	S024LPFWPT12 Foil	9	18,00	36,00	-27,26	0,77	144,00
	S024LPFWSH02	15	6,75	13,50	1,02		
	S024LPFWPT02	15	6,75	13,50	1,02		
	S024LPFWBP01	16	10,50	21,00	-5,17	4,29	84,00
	S024LPFWSH01	17	16,88	33,75	-17,07	2,20	135,00
	S024LPFWSH03	17	6,75	13,50	3,38		
Lack	S024LKFWSH03	8	6,75	13,50	-5,80	1,19	54,00
	S024LKFWSH04	11	6,75	13,50	-2,43	4,09	54,00
Micke	S024MKFWDPO1	5,14	12,00	24,00	-18,86	0,44	96,00
	S024MKFWDPO2	8,97	10,13	20,25	-11,28	1,07	81,00
			2,00			23,00	