



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Tiago André Alves Pereira

## **Melhoria de processos numa empresa de análises laboratoriais**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Professor Doutor Rui Manuel Alves da Silva e Sousa

## DECLARAÇÃO

Nome: Tiago André Alves Pereira

Endereço eletrónico: tiagoalvespereira@iol.pt

Telefone: 910891571

Bilhete de Identidade/Cartão do Cidadão: 14524860

Título da dissertação: Melhoria de processos numa empresa de análises laboratoriais

Orientador:

Professor Doutor Rui Manuel Alves da Silva e Sousa

Ano de conclusão: 2018

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Universidade do Minho, 31/10/2018

Assinatura: *Tiago André Alves Pereira*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a todos os que até hoje se cruzaram no meu caminho e que de alguma maneira me influenciaram positivamente e assim fazerem com que seja e o que conquistei até agora.

Particularmente, ao Professor Doutor Rui Sousa por todo o apoio técnico e ajuda prestada, estando sempre disponível para as minhas solicitações.

A todo o pessoal da empresa Eurofins, em particular ao Francisco e à Daniela, por estarem sempre prontos para o que eu precisasse e também pela forma como fui recebido e acarinhado ao longo de todo este percurso.

Aos meus pais, que me educaram e transmitiram os valores que hoje orgulhosamente tenho e que fizeram nunca abdicar de terminar com sucesso este objetivo.

À minha irmã, que sempre se mostrou capaz de me apoiar nesta fase e esteve sempre lá nos momentos mais difíceis.

E por fim, aos meus amigos e restante família, que me deram sempre palavras de incentivo e conforto ao longo de todo o meu percurso.



## RESUMO

No âmbito da dissertação em Engenharia e Gestão Industrial, foi desenvolvido nos últimos nove meses um trabalho de melhoria dos processos da empresa Eurofins, designadamente na sua produção. Este trabalho centrou-se em cinco focos principais, todos eles relacionados com o *Lean Thinking*. Assim, os objetivos foram a melhoria da alocação de processos/operações numa célula de trabalho, a melhoria da eficiência do balanceamento dos postos de trabalho, a reformulação do layout e 5S, o controlo dos níveis de WIP e a reavaliação do quadro de indicadores de desempenho da empresa.

O estudo de métodos e tempos foi realizado numa linha produtiva da empresa com quatro postos de trabalho. A mesma continha diferença substancial em termos de tempos e foi necessário executar medidas que resultaram numa melhoria de eficiência (passou 77 para 88 por cento), com um aumento de capacidade de 21%.

Quanto ao balanceamento, para além das medidas referidas e aplicadas no ponto anterior, incrementou-se um operador adicional ao posto onde as operações eram mais demoradas. Desta forma, o equilíbrio de tempos de todos os postos passou de 81 para 92 por cento, registando-se ainda um aumento de capacidade de toda a produção de 19%.

O estudo do *layout* foi feito a nível micro (em cada posto), com o recurso ao diagrama de *spaghetti*. Com as ações de melhoria posteriormente propostas, verificou-se uma diminuição de cerca de 60% de tempo gasto com movimentos na globalidade dos postos de trabalho.

No que refere a ferramentas de gestão e controlo de *stocks* intermédios, foi desenvolvido um código no software VBA que devolve os valores exatos das quantidades de trabalho em espera entre cada posto de trabalho (ao invés de os responsáveis terem de se levantar e contarem em cada local), para além de ter sido proposta marcação visual de limitação de *stocks* (devidamente calculada), inexistente à altura.

Por último, no que ao quadro de indicadores diz respeito, conseguiu-se que os responsáveis obtivessem os gráficos automaticamente em Excel (tinham de obter os valores e colocá-los no quadro). Assim, o processo ficou automatizado e ainda com a possibilidade de os gráficos serem impressos ou enviados por correio eletrónico aos operadores da empresa. Em paralelo, foi realizado um questionário aos operadores, que permitiu obter dados para reorganizar visualmente o quadro.

**Palavras-Chave:** Métodos e tempos, Balanceamento, *Layout*, *Stocks* intermédios, Indicadores de desempenho



## ABSTRACT

Within the scope of the dissertation in Engineering and Industrial Management, in the last nine months a work was done to improve the processes of the company Eurofins, namely in its production. This work was focused on five main themes, all of them related to Lean Thinking. Thus, the objectives were to improve the allocation of processes/operations in a work cell, to improve the efficiency of workstations balancing, to reshape the layout and to 5S, to control WIP levels and to re-evaluate the key performance indicators board.

The time and motion study was carried out in a productive line of the company with four jobs. It contained a substantial difference in terms of time and it was necessary to implement measures that resulted in improved efficiency (from 77% to 88%), with a capacity increase of 21%.

As for balancing, in addition to the measures referred to and applied in the previous point, an additional operator was added to the post where operations were more time consuming. In this way, the time balance of all the stations went from 81 to 92 percent, with a capacity increase of the entire production of 19%.

The study of the layout was done at the micro level (at each station), using the spaghetti diagram. With the improvement actions proposed later, there was a reduction of around 60% of the time spent with movements in the totality of jobs.

With regard to intermediate stock management and control tools, a code has been developed in the VBA software that returns the exact values of the waiting work quantities between each work station (instead of those responsible having to stand up and count in each local), in addition to having been proposed visual marking of limitation of stocks (duly calculated), non-existent to this time.

Lastly, as far as the indicators are concerned, the managers were able to get the graphs automatically in Excel (they had to get the figures and put them on the board). Thus, the process became automated and the possibility of graphics being printed or sent by e-mail to the company's operators. In parallel, a questionnaire was made to the operators, which allowed data to be rearranged visually.

**Keywords:** Time and Motion Study, Balancing, Layout, Work In Progress, Key Performance Indicators





# ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Lista de Figuras.....	xiii
Lista de Tabelas.....	xvii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xix
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	1
1.3 Metodologia de investigação.....	2
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2. Fundamentação Teórica.....	5
2.1 Produção Lean.....	5
2.2 Layout.....	12
2.3 Balanceamento da produção.....	15
2.4 Estudo de tempos e métodos.....	17
2.5 VSM.....	19
2.6 Gestão e controlo de stocks intermédios.....	20
2.7 Indicadores de desempenho (KPIs).....	21
3. Apresentação da empresa.....	23
3.1 Identificação e história.....	23
3.2 Clientes da empresa.....	24
3.3 Produto/serviço da empresa.....	25
3.4 Descrição do processo produtivo da empresa.....	26
3.4.1 Codificação.....	27
3.4.2 MOLP (Microscópio Ótico de Luz Polarizada).....	27
3.4.3 PREP (Preparação Sólida).....	28
3.4.4 MET (Microscópio Eletrónico de Transmissão).....	32
3.4.5 Validação de resultados.....	33

3.5 Controlos de qualidade .....	33
4. Diagnóstico das temáticas abordadas .....	35
4.1 Métodos e tempos da PREP .....	35
4.2 Balanceamento dos postos de trabalho.....	38
4.3 Layout da empresa.....	44
4.4 Níveis de WIP na produção .....	50
4.5 Quadro de KPIs .....	55
5. Propostas de melhoria e resultados .....	61
5.1 Mudanças na linha de PREP .....	61
5.1.1 Avaliação da utilidade do ultrassom na diluição .....	61
5.1.2 Utilização de uma máquina de apoio na diluição .....	63
5.1.3 Realocação de operações entre os postos de ataque-ácido e drenagem.....	65
5.2 Ajustamento do número de postos de trabalho.....	66
5.3 Alterações do <i>layout</i> dos postos de trabalho.....	68
5.3.1 Eliminação do controlo de qualidade <i>Check Metista</i> (MET) .....	68
5.3.2 Colocação de tubo e recipiente para resíduos (na drenagem e na diluição) .....	70
5.3.3 Colocação de furo e saco grande para o lixo (ataque-ácido, drenagem e diluição) .....	72
5.3.4 Utilização de uma folha de <i>stocks</i> em cada posto.....	76
5.3.5 Colocação de espátulas na drenagem e na diluição.....	80
5.3.6 Recolha de material depois do MET a realizar por operador específico.....	81
5.3.7 Devolução dos redrops aos metistas pelos operadores da deposição .....	82
5.3.8 Novos 5S dos postos da PREP .....	83
5.4 Controlo e gestão de stocks intermédios .....	88
5.4.1 Cálculo de stocks intermédios máximos .....	89
5.4.2 Implementação de gestão e controlo informático de WIP .....	91
5.4.3 Implementação de gestão e controlo visual de WIP.....	94
5.5 Novo quadro de KPIs.....	96
5.5.1 Principais conclusões das respostas ao questionário .....	96
5.5.2 Desenvolvimento dos gráficos em Excel .....	97
5.5.3 Novo <i>layout</i> e <i>design</i> do quadro .....	101

6. Conclusão .....	103
6.1 Considerações finais.....	103
6.2 Trabalho futuro.....	104
Bibliografia .....	107
Anexo I – Folha de observações usada para os tempos e métodos .....	111
Anexo II – Folha de observações do ataque-ácido.....	112
Anexo III – Folha de observações da drenagem.....	113
Anexo IV – Folha de observações da diluição.....	114
Anexo V – Folha de observações da deposição.....	115
Anexo VI – Diagrama de spaghetti da codificação.....	116
Anexo VII – Diagrama de spaghetti do molp.....	117
Anexo VIII – Diagrama de spaghetti do ataque-ácido.....	118
Anexo IX – Diagrama de spaghetti da drenagem .....	119
Anexo X – Diagrama de spaghetti da diluição .....	120
Anexo XI – Diagrama de spaghetti da deposição .....	121
Anexo XII – Diagrama de spaghetti do met.....	122
Anexo XIII – Resumo das respostas ao questionário .....	123
Anexo XIV – Resultados do teste ao ultrassom.....	128
Anexo XV – Folha de stocks do molp.....	129
Anexo XVI – Folha de stocks do ataque-ácido .....	130
Anexo XVII – Folha de stocks da drenagem .....	131
Anexo XVIII – Folha de stocks da diluição.....	132
Anexo XIX – Folha de stocks da deposição .....	133
Anexo XX – Folha de stocks do met .....	134
Anexo XXI – Novo layout do quadro de kpis.....	135



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Lista de clientes .....	24
Figura 2 - Lista de materiais 1 .....	25
Figura 3 - Lista de materiais 2 .....	25
Figura 4 - Amostra no saco .....	26
Figura 5 - Camada da amostra.....	26
Figura 6 - Organização das seções de trabalho na empresa.....	26
Figura 7 - Posto da codificação .....	27
Figura 8 - Posto do MOLP.....	28
Figura 9 - Fornos (dentro de uma hotte).....	29
Figura 10 - Posto de ataque-ácido .....	30
Figura 11 - Ultrassom.....	30
Figura 12 - Centrífuga.....	30
Figura 13 - Posto de drenagem.....	31
Figura 14 - Posto de diluição.....	31
Figura 15 - Posto de deposição .....	32
Figura 16 - Posto do MET .....	33
Figura 17 - Postos da PREP e respetivo fluxo.....	35
Figura 18 - Organização dos postos de trabalho .....	39
Figura 19 - Cálculo de tempos na codificação .....	41
Figura 20 - Cálculos de tempos no MOLP .....	41
Figura 21 - Cálculo de tempos na deposição .....	41
Figura 22 - Cálculo de tempos no MET.....	41
Figura 23 - Cálculo de tempos no ataque-ácido .....	42
Figura 24 - Exclusão de alguns registos.....	42
Figura 25 - Layout atual da empresa e percurso do trabalho no Lab 2 .....	45
Figura 26 - Tubos em batch.....	51
Figura 27 - Stock para o MOLP .....	52
Figura 28 - Stock para o ataque-ácido .....	53
Figura 29 - Stock para a drenagem .....	53

Figura 30 - Stock para a diluição.....	54
Figura 31 - Stock para a deposição .....	54
Figura 32 - Stock para o MET.....	54
Figura 33 - Esboço inicial do questionário .....	59
Figura 34 - Nova organização da mesa .....	65
Figura 35 - Exterior da hotte da drenagem .....	71
Figura 36 - Interior da hotte da drenagem .....	71
Figura 37 - Exterior da hotte da diluição .....	71
Figura 38 - Interior da hotte da diluição.....	71
Figura 39 - Frasco mais ajustado para os resíduos.....	72
Figura 40 - Sistema atualmente utilizado para o lixo em França.....	73
Figura 41 - Tubo a usar para ligar ao saco .....	73
Figura 42 - Tampa a usar para fechar o lixo .....	74
Figura 43 - Colocação do tubo e respetivas medidas .....	74
Figura 44 - Exterior da hotte da drenagem II.....	74
Figura 45 - Interior da hotte da drenagem II .....	74
Figura 46 - Exterior da hotte da diluição II .....	75
Figura 47 - Interior da hotte da diluição II.....	75
Figura 48 - Exterior da hotte do ataque-ácido.....	75
Figura 49 - Interior da hotte do ataque-ácido .....	75
Figura 50 - Colocação das lamelas e lâminas.....	76
Figura 51 - Colocação do papel e das toalhas.....	76
Figura 52 - Colocação do stock dentro da hotte do ataque-ácido.....	77
Figura 53 - Colocação do ácido por baixo da mesa.....	77
Figura 54 - Colocação do stock dentro da hotte da drenagem.....	78
Figura 55 - Colocação da água por baixo da mesa.....	78
Figura 56 - Colocação do stock dentro da hotte da diluição .....	78
Figura 57 - Colocação da água por baixo da mesa.....	78
Figura 58 - Colocação do stock junto à deposição .....	79
Figura 59 - Colocação do stock junto ao MET .....	80
Figura 60 - Colocação das caixas na mesa.....	80
Figura 61 - Parte de trás da hotte do lado esquerdo .....	81

Figura 62 - Espaço para banettes para lavar (6 banettes) .....	81
Figura 63 - Atual layout e 5S do ataque-ácido.....	84
Figura 64 - Novo layout e 5S do ataque-ácido.....	84
Figura 65 - Atual layout e 5S da drenagem.....	85
Figura 66 - Novo layout e 5S da drenagem.....	85
Figura 67 - Atual layout e 5S da diluição .....	86
Figura 68 - Novo layout e 5S da diluição .....	86
Figura 69 - Limitação no uso do computador na PREP .....	87
Figura 70 - Nova colocação do ecrã .....	87
Figura 71 - Colocação de teclado numérico, do rato e do scanner .....	88
Figura 72 - Resultado da macro para cálculo de WIP .....	92
Figura 73 - Filtro por nome para o Laboratório 1 .....	92
Figura 74 - Limites de stock.....	93
Figura 75 - Resultado da macro com limites de stock.....	93
Figura 76 - Atribuição dos registos ao Laboratório 1 .....	94
Figura 77 - Etiqueta e delimitação vertical do stock intermédio na diluição.....	94
Figura 78 - Delimitação horizontal do stock intermédio na diluição .....	95
Figura 79 - Delimitação de stock na estante do MET (espaço para 5 banettes).....	95
Figura 80 - Gráfico Semanal/Mensal de Amostras e respetivas tabelas de dados.....	98
Figura 81 - Gráfico Diário de Amostras e respetiva tabelas de dados.....	98
Figura 82 - Ficheiro de onde são extraídos os dados.....	99
Figura 83 - Calendário de apoio aos gráficos .....	99





## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados das amostragens dos postos da PREP .....	38
Tabela 2 - Cálculo de tempos para o MOLP .....	43
Tabela 3 - Tempos médios por posto .....	43
Tabela 4 - Movimentos na codificação.....	46
Tabela 5 - Movimentos no MOLP .....	47
Tabela 6 - Movimentos no ataque-ácido .....	47
Tabela 7 - Movimentos na drenagem .....	48
Tabela 8 - Movimentos na diluição .....	48
Tabela 9 - Movimentos na deposição .....	49
Tabela 10 - Movimentos no MET .....	49
Tabela 11 - Valores médios de stock Codificação-MOLP .....	52
Tabela 12 - Valores médios de stock MOLP-Forno .....	52
Tabela 13 - Valores médios de stock MOLP-Ataque-ácido .....	53
Tabela 14 - Valores médios de stock Ataque-ácido-Drenagem.....	53
Tabela 15 - Valores médios de stock Drenagem-Diluição .....	54
Tabela 16 - Valores médios de stock Diluição-Deposição .....	54
Tabela 17 - Valores médios de stock Deposição-MET.....	54
Tabela 18 - Valores médios de stock MET-Validação.....	55
Tabela 19 - Dados sobre as respostas ao questionário .....	59
Tabela 20 - Operações a eliminar na diluição e duração média respetiva em segundos.....	62
Tabela 21 - Tempos dos postos da PREP com alterações .....	67
Tabela 22 - Resumo de movimentos por posto.....	68
Tabela 23 - Stocks máximos com os postos sempre ocupados .....	90
Tabela 24 - Stocks máximos para 1 hora de trabalho .....	91
Tabela 25 - Ações necessárias para preencher os gráficos .....	99



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

**CQF:** Controlo de Qualidade Final

**DMAIC:** Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar

**FIFO:** *First In, First Out*

**IPAC:** Instituto Português de Acreditação

**JIT:** *Just-In-Time*

**KPI:** *Key Performance Indicators*

**MET:** Microscópio Eletrónico de Transmissão

**MOLP:** Microscópio Ótico de Luz Polarizada

**NPT:** Número de Postos de Trabalho

**PDCA:** Plan, Do, Check, Act

**PREP:** Preparação

**SMED:** *Single Minute Exchange of Die*

**TAT:** *Turn Around Time*

**TQC:** *Total Quality Control*

**TPM:** *Total Productive Maintenance*

**TPS:** Testemunho de Preparação Sólida

**TT:** *Takt Time*

**VBA:** *Visual Basic for Applications*

**VSM:** *Value Stream Mapping*

**WIP:** *Work In Progress*



# 1. INTRODUÇÃO

Neste primeiro capítulo será feita uma primeira abordagem às temáticas desenvolvidas na dissertação, tal como o enquadramento, os objetivos do projeto, a metodologia de investigação e a organização da presente dissertação. Este capítulo servirá, portanto, como suporte e explicação inicial, antes da entrada nos conceitos mais específicos e importantes que compõem o trabalho.

## 1.1 Enquadramento

O presente projeto foi desenvolvido no âmbito de um estágio de dissertação na empresa Eurofins Lab Environment Portugal, empresa especializada na análise de materiais com o intuito de detetar a presença de fibras, nomeadamente de amianto. Ele foi desenvolvido em cooperação total com todos os setores produtivos da empresa, tendo em conta ainda que o tema do projeto era bastante amplo.

Assim, o projeto teve cinco âmbitos de análise, nomeadamente, a análise de tempos e métodos de uma linha da empresa, o estudo relativo ao balanceamento atual da empresa, reformulação do *layout* atual (nomeadamente do *layout* e 5S dos postos de trabalho), melhoria da gestão e controlo do trabalho em curso e ainda uma avaliação dos KPI (*Key Performance Indicators*) atuais e ao quadro onde os mesmos se encontram apresentados aos operadores.

Este projeto foi encarado como uma oportunidade de melhorar aspetos previamente identificados na organização e trazer conhecimentos *out of the box* que poderão ser muito profícuos para a organização num futuro próximo. A análise e estudo feito a cada um dos âmbitos do projeto foram diretamente apoiados por todos os conceitos *Lean* que foram transmitidos ao longo destes anos de estudo.

## 1.2 Objetivos

Dada a abrangência de todo o projeto de dissertação, o mesmo foi assente em diversos objetivos que foram sempre devidamente acompanhados. Alguns dos objetivos desta dissertação foram o aperfeiçoamento do *layout* do laboratório da empresa e a proposta e implementação de ferramentas *Lean* de controlo e balanceamento do fluxo produtivo nos laboratórios existentes, tendo como foco o aumento da capacidade.

Outro objetivo presente neste projeto passou pela elaboração e implementação de um novo plano de gestão visual e de todo o processo produtivo da empresa, nomeadamente no que se refere ao quadro

de resultados, sendo este mais claro e comunicativo. Foi ainda necessário que se criassem formas de comunicação operacional claras e uniformes entre os diferentes níveis da empresa.

Noutro âmbito foi necessária a análise a tempos e métodos de forma a melhorar grande parte das medidas de desempenho do processo e subsequentemente obter melhores resultados operacionais (por exemplo, menos despesas e mais receitas) na organização, sendo ainda importante para promover o controlo do fluxo de informação. De forma mais geral, foi proposta a análise dos tempos registados no sistema para melhorar o balanceamento e a capacidade de produção instalada. Foi, por isso, um objetivo estudar a eficácia de distribuição das operações pelos postos.

Ao nível dos *stocks* intermédios, foi necessário encontrar melhorias no que respeita à forma como era realizada a sua gestão e controlo, quer ao nível dos operadores quer ao nível da gestão de topo, tendo-se para isso criar ferramentas mais simples e eficazes para esse efeito.

### 1.3 Metodologia de investigação

A dissertação foi desenvolvida segundo uma filosofia interpretativa, uma vez que o que foi analisado era influenciado pela visão do observador, sendo ainda utilizado um método dedutivo (construção de argumentos com base no conhecimento de um certo conjunto de premissas). A estratégia a seguir foi o *Action Research* uma vez que foram alteradas as condições existentes para verificar a reação. Os dados foram obtidos através de análise documental e observação no terreno. O processo foi dividido por fases de trabalhos bem definidas temporalmente.

Mais detalhadamente, o desenvolvimento deste projeto foi realizado com base no processo DMAIC (definir, medir, analisar, melhorar e controlar), em que segundo Takao, Woldt & Silva (2017), as fases se caracterizam por:

- Definir: desenvolver o corpo do projeto e validar a sua importância, identificando as principais necessidades;
- Medir: determinar a localização ou o foco do problema, recolher dados, verificar a validade dos próprios dados, identificar problemas prioritários e estabelecer o objetivo desses problemas;
- Analisar: determinar as causas de cada problema prioritário, analisar o processo que origina cada um desses problemas, identificar e dar prioridade às causas potenciais do problema prioritário e quantificar a importância das causas;

- Melhorar: propor, avaliar e implementar soluções para cada problema prioritário; identificar soluções para este problema; testar em pequena escala as soluções propostas; desenvolver e implementar um plano para soluções prioritárias em grande escala;
- Controlar: assegurar que o alcance do objetivo de longo prazo é mantido, implementar um plano para monitorizar o desempenho e tomar medidas corretivas em caso de emergência de anomalias, resumindo o trabalho e fazendo recomendações.

Os primeiros três passos da metodologia DMAIC são usados para estruturar a metodologia (Fourie & Umeh, 2017). Os passos finais são para a implementação no terreno e avaliação e controlo de resultados, que permitirão posteriormente validar o trabalho realizado e deixar o caminho aberto a novas melhorias.

Portanto, em termos práticos, a primeira fase foi a de definição relativamente aos assuntos a estudar (neste caso, praticamente todos os assuntos a estudar foram propostos pela própria empresa) e a consequente revisão da literatura existente.

A segunda fase foi a de medir os parâmetros necessários relativamente ao estado atual. Para isso foram realizadas várias ações tendo em conta cada questão a estudar. Relativamente ao *layout*, foi necessário identificar os processos de produção e o *layout* implementado atualmente, para proceder ao estudo dos fluxos relativamente às matérias-primas, produtos intermédios e pessoas. Posteriormente foi necessário avaliar as relações entre seções e a atribuição de valores de importância de proximidade entre elas. Dentro de cada posto houve o estudo de materiais realmente necessários e não necessários para possibilitar o dimensionamento do posto, sendo este passo conseguido com auxílio de uma das ferramentas *Lean*, os 5S. Relativamente ao balanceamento, realizou-se o estudo do histórico de tempos (existentes no programa de apoio ao processo), associando estes dados aos perfis de cargas. Teve ainda de ser feita uma análise relativamente aos indicadores de desempenho já existentes na empresa e reavaliados, sendo feito ainda o estudo das vias de comunicação usadas atualmente entre os diversos níveis da empresa. Em termos de tempos e métodos, o foco passou ainda pela análise exaustiva de ciclos de trabalho de modo a identificar de forma pormenorizada todos as operações da respetiva atividade, definindo-se posteriormente o tempo padrão das operações envolvidas no respetivo processo produtivo através de ferramentas de análise.

O terceiro passo desta metodologia foi o de analisar o que não estava de acordo com o que é pretendido ou o que era passível de ser melhorado (de entre todos os dados recolhidos), no quarto passo propuseram-se melhorias necessárias e possíveis para se solucionar os problemas observados e,

por fim, na última etapa foi feito o controlo necessário às medidas implementadas através de novas medições que atestassem a obtenção de resultados (relativamente às que foram implementadas). Esta metodologia foi importante na conclusão com sucesso do projeto, uma vez que a mesma contribuiu para a adoção de uma abordagem científica estruturada na condução do projeto, ficando confirmada a sua robustez e possibilitando ao projeto alcançar os seus objetivos de uma forma organizada, multidisciplinar e económica (Cleto & Quinteiro, 2011).

## 1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação foi desenvolvida e concebida com o apoio de 6 capítulos.

O primeiro (e presente) capítulo refere-se aos conceitos de introdução, tal como o enquadramento e âmbito do projeto e a metodologia utilizada, assim como os objetivos propostos.

O segundo capítulo refere-se à revisão bibliográfica dos conceitos a serem utilizados e relativos ao tratamento das problemáticas propostas.

No terceiro capítulo é feita a apresentação da empresa, mais concretamente dos processos e postos existentes e de outros aspetos importantes.

No capítulo 4 é realizado o diagnóstico e análise crítica da situação atual, descrevendo-se detalhadamente todos os aspetos relativos a cada questão e apresentando-se os dados que foram observados e quantificados, a fim de aferir a situação atual.

O capítulo 5 tem detalhadas todas as propostas de melhoria desenvolvidas, assim como o respetivo impacto positivo que cada proposta origina na organização. É ainda referido qual o estado em que cada uma delas ficou, nomeadamente se as mesmas foram devidamente testadas e aprovadas.

O sexto e último capítulo é relativo às conclusões finais retiradas de todo o trabalho desenvolvido ao longo do estágio na empresa. São ainda definidas diretrizes para o trabalho futuro que possa vir a ser desenvolvido relativamente a cada uma das temáticas abordadas.



## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será feita uma contextualização teórica dos temas que serão abordados ao longo da investigação. Para proporcionar o avanço num determinado campo do conhecimento é necessário primeiro conhecer o que já foi realizado por outros investigadores e quais são as fronteiras do conhecimento que eles estabeleceram (Vianna, 2001). Desta forma, a revisão bibliográfica é indispensável para a delimitação do problema do projeto, de forma a obter uma ideia precisa sobre o estado atual dos conhecimentos sobre um tema, as lacunas e a contribuição da investigação para o desenvolvimento do conhecimento (Lakatos & Marconi, 2010).

### 2.1 Produção Lean

A metodologia de produção *Lean* nasceu em meados do século passado na fábrica da Toyota com a implementação do *Toyota Production System* (Monden, 1998). O impulsionador deste sistema foi Taiichi Ohno, que não o considerou apenas como um sistema de produção, mas como algo que mostrava a capacidade de um sistema de gestão integrado. Este sistema surgiu então devido à necessidade de melhorar o sistema de produção e respetivos produtos, pois estes apresentavam baixa qualidade, e dessa forma pretendeu-se aumentar a produtividade e paralelamente obter uma redução significativa de custos através da eliminação de todo o tipo de desperdícios verificados durante a produção. Isso fez com que as empresas japonesas fossem ficando cada vez mais competitivas em relação às suas concorrentes americanas. Por esse motivo, os industriais americanos foram ‘obrigados’ a estudar esse ‘movimento’. Nesse sentido, o conceito *Lean* foi introduzido com o objetivo de apelidar a produção japonesa como sendo uma abordagem diferenciadora e capaz de excluir tudo o que envolvia o trabalho, mas que não era propriamente necessário. Resumidamente, a essência do *Lean* é fazer muito mais com muito menos (menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço), oferecendo aos clientes no exato momento os produtos que eles desejam.

Este conceito foi definido mais claramente como sendo uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar as atividades produtivas sem interrupção sempre que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz (Womack & Jones, 1997). Esses mesmos autores descreveram então em cinco princípios a produção *Lean* que segundo Moreira (2010) se caracterizam por:

- **Valor:** consiste nas características perceptíveis ao cliente, que cada produto ou serviço proporciona. São essas características que fazem a diferença no momento da decisão do cliente em adquiri-los, pois, o cliente analisará o preço e esforço que fará para adquirir o bem/serviço. Quanto maior o valor percebido pelo cliente maior será a satisfação do mesmo e deste modo acabará por existir maior fidelização;
- **Cadeia de valor:** define um processo ou um conjunto de etapas do processo que cada produto ou serviço tem que passar para ser concluído. Assim como o valor foi definido pelas características que o cliente percebe, pode-se incluir aqui esse conceito. Para analisar o valor existente na cadeia, deve-se identificar os desperdícios existentes para que estes sejam eliminados. Isto será realizado etapa a etapa ao longo de todo o processo. Assim, verificam-se tempos desnecessários, atividades inadequadas, métodos de trabalho ineficientes, padrões de qualidade indefinidos ou desajustados.
- **Fluxo:** pode referir-se quer ao fluxo de pessoas, de materiais, de informação ou de capital. Ele percorre toda a cadeia de valor e o objetivo é que seja contínuo, ou seja, sem que existam pontos de estrangulamento que impliquem a paragem ou redução da atividade em determinados pontos da cadeia. Para que o tempo de resposta aos pedidos do cliente possa ser o mais reduzido possível, os estrangulamentos detetados devem ser reduzidos ou eliminados, melhorando-se assim a capacidade de resposta e tornando a organização mais competitiva;
- **Produção puxada (*pull*):** este princípio define que a produção de um produto ou prestação de serviço deve ser iniciada apenas quando o cliente solicita, considerando as características que o mesmo estabelece. Aqui aplica-se o conceito do *just-in-time*, produzindo ou servindo no momento e nas quantidades certas, o que permite a redução do excesso de produção e consequente redução dos *stocks* (excessivos), assim como a utilização de recursos humanos de forma desnecessária;
- **Procura da perfeição:** este princípio tem adjacente a importância da qualidade e da inexistência de repetições de trabalho. Deve-se apostar na formação dos operadores, distribuir instruções de qualidade para as tarefas, definindo-se padrões e critérios de qualidade ajustados, de forma a garantir um bom acompanhamento de todas as etapas do processo. Deste modo será possível ter uma boa produtividade, custos reduzidos, melhores tempos de resposta e uma boa imagem perante o cliente.

O *Lean* nunca deve ser visto como uma forma de reduzir o número de colaboradores de uma empresa ou cortar nos custos. Deve ser visto sempre num outro prisma, nomeadamente na criação de valor através da eliminação de desperdícios. As empresas devem melhorar os seus processos e serem capazes de distribuir os recursos produtivos para uma nova perspetiva de criação de valor. É importante evitar a vontade latente de se querer implementar ferramentas demasiado simples (apesar de algumas produzirem resultados imediatos), mas sim tentar perceber o sistema em que as mesmas se encaixam.

Antes de qualquer ação, é muito importante que todos os operadores entendam a razão por detrás de cada uma das ferramentas a implementar para as eu elas sejam rentabilizadas. De modo a garantir o sucesso, os gestores devem ter conhecimento profundo do processo produtivo, baseando assim as suas ações numa profunda observação do trabalho e devem também nunca abrandar perante o eventual sucesso. A estratégia e a organização eficazes podem apenas ser alcançadas por via de uma liderança forte que, por sua vez, só será alcançada com êxito através de uma cultura organizacional positiva, receptiva à aprendizagem e ao aperfeiçoamento (Hines, Found, Griffiths & Harrison, 2008). Um dos desafios mais difíceis é o de enfrentar novos problemas que surgirão, uma vez que esta metodologia não evita o aparecimento de novas situações a resolver. Então deve existir uma consciencialização de que o trabalho deve ser mantido em padrões de exigência consideráveis.

A filosofia *Lean* deve ser introduzida com recurso à elaboração de medidas para atestar o grau de compromisso da gestão com o sistema, tais como a liderança em qualidade, a criação de grupos de melhoria, a correta preparação dos trabalhadores e a delegação de responsabilidades para os trabalhadores (Boyer, 1996). A adaptação a este sistema envolve tomar respostas adequadas às mudanças tecnológicas e por isso mesmo os colaboradores devem ser treinados em várias atividades, devendo ainda possuir capacidades variadas. O conteúdo das tarefas individuais deve ser ampliado, ao ponto de tornar a melhoria contínua das tarefas um aspeto importante do trabalho, envolvendo tanto quem nelas esteja direta ou indiretamente envolvido.

Segundo Womack & Jones (1997), existem linhas mestras na implementação do pensamento *Lean* nas empresas:

- Mapeamento dos fluxos de valor por família de produtos, para identificação de desperdícios dentro da cadeia de valor. Esses desperdícios podem e devem então ser removidos do processo de forma estruturada. A ferramenta mais comum usada para mapear fluxos de valores é o *Value Stream Mapping* (VSM), que foi impulsionado por John Shook, como forma de potenciar valor e eliminar as 'gorduras' dos processos produtivos;

- Analisar os objetivos mais fáceis de atingir, por exemplo, um departamento ou processo onde os resultados possam ser mostrados rapidamente. Os resultados rápidos transmitem a outros operadores que a nova abordagem é valor acrescentado e faz com que se potencie a melhoria de outros departamentos;
- Reorganizar o chão de fábrica, de forma a que se visualize claramente o fluxo de produtos. Os arranjos físicos aumentam a visão geral dos departamentos e reduzem a complexidade do transporte entre postos de trabalho e departamentos;
- Depois de uma melhoria, procurar melhorar novamente. Melhoria contínua significa que nunca termina, então há que continuar na procura da melhoria seguinte.
- Impedir que a organização ceda à estagnação, dado que a forma como as pessoas orientam o seu trabalho é importante e por isso deve-se não desistir quando adversidades acontecem.
- Ajustar as ferramentas *Lean* a cada situação específica, uma vez que o seguimento integral de uma definição é demasiado redutor, devendo-se pensar sempre na forma como cada ferramenta pode ou não agregar valor em cada situação.
- Preparar os funcionários para a resolução de problemas (e para a análise das causas dos mesmos), de forma a garantir que todos sejam capazes de eliminar os desperdícios.

Para a implementação ou melhoria da filosofia *Lean* usam-se maioritariamente ferramentas, técnicas e metodologias de apoio, sendo as principais assim definidas por Marchwinski & Shook (2003):

- **5S**: corresponde a cinco expressões japonesas que começam com a letra S e que descrevem práticas a utilizar em qualquer posto de trabalho. Estas expressões significam: Separação (*Seiri*), Organização (*Seiton*), Limpeza (*Seiso*), Padronização (*Seiketsu*) e Disciplina (*Shitsuke*);
- **Kanban**: termo que significa “sinais” em japonês. Possui duas funções num sistema produtivo: dar autorização aos processos para que fabriquem produtos e instruir o abastecimento de materiais ao longo do processo. É normalmente representado através de um sistema de cartões. Através desta ferramenta é possível evitar a produção em excesso e a produção ocorre de acordo com as necessidades dos clientes.
- **Fluxo Contínuo (*One Piece Flow*)**: produzir e movimentar um produto de cada vez (ou em pequenos lotes) ao longo dos processos exigidos durante a produção. As operações só devem ser realizadas quando forem solicitadas pela etapa seguinte. Esta prática permite reduzir a quantidade de material em processamento e a quantidade de material não conforme, uma vez que os defeitos são detetados antes de passarem ao processo seguinte. Resumidamente,

consegue-se um 2 em 1, evita-se produzir grandes lotes e simultaneamente deixa-se de correr o risco de os mesmos serem defeituosos;

- **Andon:** ferramenta de gestão visual (normalmente luminosa) que mostra o estado das operações em cada local de trabalho ou máquina, servindo para avisar quando problemas ocorrem nessas estações. Ela pode ser acionada por qualquer pessoa envolvida na linha de produção e todos se devem envolver na procura de uma solução para o problema o mais rápido possível;
- **Poka-yoke:** ferramentas que ajudam os operadores a evitarem erros na execução do seu trabalho através de controlos físicos ou mecânicos. Os erros que podem ser evitados são erros que acontecem com alguma regularidade tais como escolha de peças errada, montagens incorretas, troca de operações ou o esquecimento de aplicação de componentes;
- **Produção em Célula (*Layout*):** organização física dos processos de produção de um produto de modo a garantir que se produza o que é pedido no menor tempo possível. O objetivo passa pela eliminação de departamentos e a criação de células de trabalho agrupadas por produto, geralmente em forma de “U”, em vez de serem organizadas por processo;
- **SMED (*Single Minute Exchange of Die*):** técnica definida por Shigeo Shingo no Japão, utilizada para se chegar a uma troca rápida de ferramentas ou *setup* (tempo gasto para preparar uma máquina desde a última peça boa do produto anterior até a primeira peça boa do produto seguinte) rápido. Trata-se de uma ferramenta que procura na generalidade a redução desse tempo para apenas um dígito.
- **Heijunka:** trata-se de uma ferramenta que permite o nivelamento do *mix* de produtos e da quantidade de produção durante um período fixo de tempo, de modo que a produção atenda de forma eficaz à procura do cliente, garantindo a estabilidade do processo através da correta utilização de mão de obra e da redução de *stocks*;
- **TPM (*Total Productive Maintenance*):** método que tem como objetivo garantir que todas as máquinas do processo produtivo estejam sempre disponíveis para realizar as suas tarefas. O objetivo passa por maximizar a eficiência dos equipamentos através da execução de manutenções autónomas e preventivas, contribuindo-se assim para um maior tempo de utilização das máquinas;
- **TQC (*Total Quality Control*):** metodologia de gestão baseada no ciclo de melhoria PDCA, onde todos os departamentos e colaboradores de uma empresa são responsáveis por melhorar continuamente a qualidade dos produtos;

- **Kaizen:** palavra que significa melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, eliminando-se atividades que não agregam valor (desperdícios) e colocando o foco nas atividades que agregam valor, uma vez que são as que interessam na perspectiva do cliente;
- **Trabalho Padronizado:** prática de definição concreta dos procedimentos de trabalho de cada um dos operadores num processo de produção, tendo em conta o tempo disponível para execução e a sequência exata de operações;
- **VSM (*Value Stream Mapping*):** ferramenta simples que apoia a compilação da informação de todas as etapas envolvidas nos fluxos de material e informação, necessárias para atender os clientes, desde o momento em que é feito o pedido até à entrega dos produtos. O principal objetivo prende-se com a identificação de desperdícios ao longo de todo o processo e o foco no fluxo de valor sob a ótica do cliente;
- **5W:** prática de perguntar *Why* (Porquê) repetidamente sempre que um problema é encontrado para superar os sintomas óbvios e descobrir a causa raiz, através da identificação das relações causa-efeito existentes.

Como já foi referido anteriormente, o conceito *Lean* está intrinsecamente ligado a uma ideia fulcral de identificação e eliminação de desperdícios, uma vez que estes têm o ‘poder’ de apenas acrescentar custo e tempo aos produtos e processos. É importante compreender o que é um desperdício e as suas causas de forma a evitar que os mesmos se escondam por toda a produção (Liker, 2004), tomando parte dos custos diretos e indiretos, que são pontos relevantes na busca pela melhoria de uma organização.

Este conceito de desperdício foi abordado pela primeira vez por Taiichi Ohno no Japão com o termo *muda*, na fábrica da Toyota. Segundo este autor existem 7 tipos de desperdícios principais que foram assim descritos por (McBride, 2003):

- **Sobreprodução:** consiste no fabrico de um produto antes do mesmo ser realmente necessário ou em quantidades excessivas, sendo altamente dispendioso para uma organização, uma vez que impede a existência de um bom fluxo de materiais e prejudica a qualidade e produtividade. O combate a este obstáculo é feito com a abordagem JIT (*just-in-time*) porque cada produto é feito apenas exatamente quando necessário, ao contrário do que acontece num ambiente de sobreprodução, onde os tempos de execução são excessivos, resultando em altos custos de armazenamento e dificuldade na deteção de defeitos. A solução ‘simples’ para a

sobreprodução é agendar e produzir apenas o que pode ser imediatamente vendido/expedido, melhorando a capacidade de rotação/preparação das máquinas;

- **Esperas:** acontece sempre que os operadores têm de aguardar por material para produzir no seu posto. Grande parte do tempo de entrega de um produto está refletido na espera da operação seguinte e deve-se ao facto do fluxo de material ser fraco, as execuções de produção serem muito longas e as distâncias entre os centros de trabalho serem muito grandes. Uma possível solução passa por juntar processos para que um alimente diretamente o seguinte e assim reduzir drasticamente a espera;
- **Transporte:** movimentar produtos entre processos é um fator que não agrega valor ao produto. Movimentação e manuseamento excessivos causam danos e são uma oportunidade para deteriorar a qualidade. O transporte pode ser difícil de reduzir devido aos custos decorrentes de mover equipamentos e processos mais próximos. Além disso, muitas vezes é difícil determinar quais os processos que devem estar próximos uns dos outros, podendo o mapeamento dos fluxos de valor tornar isso mais fácil de visualizar;
- **Sobreprocessamento:** pode ser visto de forma mais vulgar como "usar uma marreta para quebrar uma noz". Muitas organizações usam equipamentos caros de alta precisão quando ferramentas mais simples são suficientes. Além disso, elas incentivam a alta utilização a fim de recuperar o alto custo desse equipamento. A Toyota é famosa pelo seu uso de automação de baixo custo, combinada com máquinas impecavelmente mantidas, muitas vezes antigas. Deve-se investir em equipamentos menores e mais flexíveis sempre que possível, criando-se células de fabricação a fim de reduzir o desperdício de processamento inadequado;
- **Inventário:** conhecido vulgarmente como *work in progress* (WIP), é um resultado direto de outros dois tipos de desperdício: sobreprodução e esperas. O excesso de *stock* tende a esconder problemas no chão de fábrica, que devem ser identificados e resolvidos para melhorar o desempenho operacional. O excesso de inventário aumenta os prazos de entrega, consome espaço produtivo, atrasa a identificação de problemas e inibe a comunicação. Ao conseguir um fluxo contínuo entre os centros de trabalho, as organizações conseguem melhorar o atendimento ao cliente e reduzir os *stocks* e os custos associados;
- **Movimentação:** este desperdício está relacionado com a disposição física da empresa e tudo o que a constitui e é visto também tendo em conta os aspetos físicos dos operadores. Estas são também questões de saúde e segurança, que na sociedade litigiosa de hoje tornam-se mais

um problema para as organizações. Trabalhos com movimento excessivo devem ser analisados e redesenhados para melhoria com o envolvimento dos trabalhadores.

- **Defeitos:** Tendo um impacto direto na qualidade dos produtos que resultam em retrabalho ou em 'lixo', são um enorme custo para as organizações. Os custos associados incluem o inventário de quarentena, a reinspeção, a reprogramação e a perda de capacidade produtiva. Em todas as organizações, o custo total dos defeitos é geralmente uma percentagem significativa do custo total de fabricação. Através do envolvimento dos trabalhadores e da melhoria contínua dos processos, existe uma grande oportunidade para reduzir os custos associados a este desperdício.

Ao longo da história de implementação desta metodologia nas empresas, a solução não passou por estabelecer linhas de montagem contínuas, mas sim na aposta numa completa e consistente mudança, baseando-se na simplicidade e facilidade no ajustamento. Foram inovações deste tipo que tornaram possível a existência unidades produtivas devidamente otimizadas, reduzindo-se drasticamente os custos de fabricação e aumentando a qualidade dos produtos, acabando-se com os problemas da produção artesanal que se fazia até então.

Portanto, pode-se dizer em forma de conclusão que o *Lean* envolve a criação de fluxos contínuos e sistemas puxados com base na procura real dos clientes, a análise e melhoria do fluxo de valor dos produtos e de toda a cadeia, desde as matérias-primas até aos produtos acabados, visando o desenvolvimento de produtos que constituam uma solução para o cliente. Os resultados obtidos com a utilização deste pensamento são normalmente o aumento da capacidade produtiva, dado que se produz no momento e quantidade exatos, oferecendo-se ao mesmo tempo uma qualidade superior com custos mais reduzidos, tornando assim os negócios mais rentáveis e profícuos.

## 2.2 Layout

O *layout* de um sistema produtivo é caracterizado como sendo a posição relativa dos departamentos, seções ou escritórios dentro do conjunto de uma fábrica, oficina ou área de trabalho manual ou intelectual, dos meios logísticos e acesso às áreas de armazenamento e de serviços e a relação entre todos eles dentro do fluxo de trabalho (Kanawaty, 1992). O seu estudo prende-se com o facto de se tentar obter um máximo de produção, combinando convenientemente as características físicas do trabalho e com a quantidade de trabalho existente. Neste âmbito é necessário obter uma disposição lógica, racional e que seja 'limpa' (sem grandes impedimentos) ao longo de todo o seu percurso,



necessitando-se ainda que seja flexível de modo a que seja possível fazer alterações assim que necessário.

A importância de uma correta disposição dos elementos e postos de trabalho no chão de fábrica é tão importante que tem influência em diversos aspetos no trabalho, tais como a expansão da capacidade produtiva, o aproveitamento máximo do espaço disponível e o conforto e segurança dos operadores no desempenho das suas funções. Nesse âmbito foram estabelecidos, segundo Camarotto (2006), os 6 princípios para o arranjo de um *layout*.

- **Princípio da integração:** os diversos elementos que integram a produção devem estar harmoniosamente integrados, pois a falha em qualquer um deles resultará numa ineficiência global, devendo por essa razão estar dotados de unidade absoluta. Por este princípio, deve-se estudar os pequenos pormenores da fábrica, pois esta é considerada como uma unidade composta de uma série de elementos que devem estar devidamente entrosados, visando a eficiência de produção;
- **Princípio da mínima distância:** o transporte nada acrescenta ao produto. Não é possível dizer que um produto vale mais que outro, idêntico ao primeiro, simplesmente porque tem mais movimentos. O que se pode dizer é que muito provavelmente o primeiro produto custou mais. Desse modo, a distância deve ser reduzida ao mínimo para evitar esforços inúteis, confusões e custos maiores;
- **Princípio de obediência ao fluxo de operações:** os materiais, equipamentos e pessoas devem estar dispostos e movimentar-se em fluxo contínuo e de acordo com a sequência do processo. Devem ser evitados cruzamentos, retornos e interrupções;
- **Princípio do uso das 3 dimensões:** o *layout* não deve ter em conta apenas o plano, mas o volume total do espaço. O projeto deve sempre ser orientado para usar as três dimensões, o que se traduzirá numa melhor utilização do espaço existente. Deve-se ter sempre em conta que os itens a serem arranjados ocupam um certo volume e não uma determinada área;
- **Princípio da satisfação e segurança:** quanto maior for a satisfação e segurança, melhor será o *layout*, implicando isto que o ambiente proporcione boas condições de trabalho e máxima redução do risco. Não se deve esquecer também a influência de fatores psicológicos como cores, percepção de ordem e limpeza, arrumação e iluminação, aspetos que contribuem para a satisfação no trabalho.
- **Princípio da flexibilidade:** este princípio deve ser atentamente considerado no desenvolvimento da fábrica, uma vez que são frequentes e rápidas as necessidades de mudança do projeto do

produto, de métodos e de sistema de trabalho. A falta de atenção a essas alterações pode levar uma organização ao obsoletismo. Neste princípio deve-se considerar que as condições vão mudar e que o arranjo físico deve servir às condições atuais, não descartando mudanças futuras.

O *layout* de qualquer empresa implica um estudo prévio e bastante profundo, uma vez que o mesmo vai ter influência em diversos fatores, nomeadamente os operadores, as máquinas, os materiais, entre outros aspetos. Dessa forma, devem ser considerados os objetivos gerais definidos pela organização, o espaço necessário a ser alocado para produção e para espaço administrativo, segurança adequada para evitar imprevistos e ainda políticas gerais de gestão e direção futura.

Tendo tudo o já referido anteriormente em conta, é fácil perceber que existem diversos esquemas de *layout* possíveis para uma organização, dependendo de todo o contexto e variáveis da mesma. É possível implantar e articular 2 ou mais tipos de *layout* dentro do mesmo espaço produtivo, estando isso dependente diretamente da diversidade de produtos e respetivas quantidades e dos processos produtivos. O estudo de todos estes fatores tem como objetivo assegurar escolhas que permitam maximizar a produtividade e a eficiência. Os tipos de *layout* existentes foram caracterizados por Neumann & Scalice (2017):

- **Posicional:** também conhecido como *layout* fixo ou *project shop*, é considerado o tipo de arranjo mais básico e geralmente é utilizado quando o produto tem dimensões muito grandes e não pode ser facilmente deslocado. É comum o material permanecer parado enquanto a mão-de-obra e os equipamentos se movimentam ao seu redor;
- **Por produto:** é comum existir uma máquina de cada tipo, exceto quando são necessárias máquinas em maior número para balancear a linha de produção, e quando o volume começa a tornar-se muito grande, principalmente na linha de montagem, é conhecida como produção em massa;
- **Por processo:** conhecido também como *layout* funcional ou *job shop*, é o tipo de arranjo que organiza as máquinas e equipamentos no chão de fábrica de forma a que os que desempenham a mesma função sejam colocados juntos, unidos pelo processo que desempenham;
- **Célula:** é um *layout* flexível que permite juntar no mesmo espaço as máquinas e equipamentos necessários para o fabrico de uma determinada família de produtos. Os níveis de transporte e *stock* ficam bastante reduzidos, pois desta forma cada célula tem a sua própria autonomia

para produzir os seus produtos, mas o nível de responsabilidade sobre o produto fabricado aumenta nas equipas.

O *layout* das organizações pode ser variado e pode afetar significativamente a eficácia dos sistemas de produção. A planificação eficaz de instalações industriais pode, por exemplo, reduzir o custo de manuseamento de materiais. Pode-se afirmar que cada *layout* tem como funções fulcrais a utilização máxima de mão-de-obra e do espaço, bem como proporcionar o bem-estar geral de todos os intervenientes no fluxo de trabalho.

### 2.3 Balanceamento da produção

No planeamento de qualquer sistema produtivo é necessário executar o balanceamento de produção, que consiste na distribuição das cargas de trabalho das operações da maneira mais uniforme e eficiente possível pelos vários postos de trabalho. As linhas de produção são organizadas tendo em conta os postos de trabalho que as constituem, cuja posição é fixa e cuja sequência é ditada pela lógica das sucessivas operações a realizar e descritas na gama operatória (Gama, Ramos, Teixeira, Queiroz & Oliveira, 2012). Os materiais e produtos deslocam-se assim procurando os diferentes processos, à medida que estes se tornam necessários (Peinado & Graemi, 2007). Assim, torna-se imprescindível que toda esta organização seja realizada de forma a que não existam grandes diferenças de tempo em cada posto, de forma a que o balanceamento seja o mais equilibrado e eficiente possível.

Antes de se começar a produzir um novo produto, é necessário proceder-se então ao respetivo estudo de todas as operações necessárias a executar, estimando-se ainda a respetiva duração e, tendo em conta as relações de precedência entre todas as operações. Então será possível realizar o balanceamento da linha que se vai observar para o fabrico do produto em questão.

O balanceamento permite equilibrar a duração das operações entre os operadores e ajustar o trabalho nos postos. Para além disso, um balanceamento eficaz torna um processo otimizado e aumenta a eficiência da linha.

O balanceamento pode ser efetuado segundo duas vertentes:

- A partir de um determinado tempo de ciclo previamente estabelecido, determinar o número de postos de trabalho necessários;
- A partir de um determinado número de postos de trabalho, minimizar o tempo de ciclo verificado.

Segundo Ribeiro & Roldão (2014), o problema de balanceamento das linhas é complexo de tratar devido ao número de combinações possíveis. Eles afirmam que existem 2 métodos heurísticos para solucionar esta questão.

Esses mesmos métodos são explicados por Gomes (2012), sendo que o primeiro método heurístico é o mais utilizado e consiste nas seguintes ações:

- Ordenar as tarefas por ordem decrescente de tempo de operação;
- Atribuir tarefas a um posto de trabalho, até perfazer o tempo de ciclo, respeitando as precedências das tarefas;
- Repetir a ação anterior para todas os postos seguintes.

Já o segundo método heurístico processa-se segundo as seguintes ações:

- Construir os diagramas de precedências de modo a que as tarefas com a mesma precedência sejam colocadas verticalmente em colunas. Os elementos que possam ser colocados em mais do que uma coluna, devem ser representados a tracejado;
- Listar os elementos seguindo uma ordem crescente de colunas e listar também os tempos de tarefas e o somatório dos tempos de tarefas para cada coluna;
- Atribuir elementos aos postos de trabalho, começando pela primeira coluna;
- Repetir o processo, seguindo a ordem das colunas, até atingir o tempo de ciclo.

Antes de se realizar o agrupamento das tarefas individuais segundo uma das heurísticas referidas, é necessário considerar-se o tempo disponível para produção em cada posto para responder à procura (*takt time*) e também ao número de postos que serão necessários para responder a esse mesmo tempo. O *takt time* (TT) é calculado da seguinte forma:

$$TT = \frac{\text{Tempo disponível para produção}}{\text{Procura do produto}}$$

Já o número mínimo de postos de trabalho obtém-se tendo em consideração o total de tempo gasto com as operações elementares e o tempo disponível para produção:

$$NPT = \frac{\sum \text{Tempos de operações elementares}}{TT}$$

Depois de se calcular estes valores de referência, é possível utilizar uma das heurísticas de forma a obter um agrupamento que maximize a eficiência do balanceamento que é dada da seguinte forma:

$$\text{Eficiência} = \frac{\sum \text{Tempos de operações elementares}}{NPT * TT}$$

É necessário considerar que a grande condicionante de qualquer balanceamento é o posto de trabalho conhecido como 'gargalo', que significa o local da produção que condiciona todas as restantes operações, por ser o posto onde o produto leva mais tempo a ser produzido. Na prática significa que o tempo de ciclo será ditado pelo tempo desse mesmo posto. Portanto, o importante no balanceamento é reduzir o 'gargalo' através da eliminação de operações desnecessárias no posto ou então a alocação de operações a outros postos, tendo-se o cuidado de verificar e respeitar as relações de precedência existentes. Dessa forma consegue-se reduzir o tempo de ciclo e aumenta-se a produtividade de um sistema.

Um aspeto a considerar no balanceamento relaciona-se com os atributos que devem ser considerados relativamente a um posto de trabalho, nomeadamente os parâmetros ergonómicos, a possibilidade de existirem falhas, os custos, entre outros fatores. Quando existe um desequilíbrio entre a velocidade dos trabalhadores, o trabalhador mais lento atrasa toda a linha e como resultado disso, a taxa de produção para a linha também diminuirá (Avikal, Jain, Mishra & Yadav, 2013).

A necessidade de aumentar a competitividade implica a adoção de práticas de gestão que melhorem a eficiência do processo produtivo. As empresas têm grandes dificuldades em manter a produção num nível eficiente, sendo um dos maiores problemas a maneira como as tarefas são atribuídas. O balanceamento visa, por isso, empregar eficientemente os recursos produtivos na linha de produção, de forma a nivelar a capacidade de produção dos segmentos nas suas respetivas operações (Tubino, 2007). Então, o segredo de um bom balanceamento está em agrupar as atividades de tal maneira que os tempos de produção em cada estação correspondam ao tempo de ciclo (ou a um múltiplo do tempo de ciclo se for necessário mais do que um operador) ou que estejam pouco abaixo, minimizando o tempo em vazio (Carravilla, 1998).

## 2.4 Estudo de tempos e métodos

O estudo de tempos e métodos é um aspeto bastante importante no contexto de trabalho de qualquer empresa. Tem como objetivo desenvolver e padronizar o sistema e o método escolhido, determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica e orientar o treino de trabalho no método perfeito (Barnes, 1977). O estudo é integrado, mas é feito em separado. Numa primeira fase faz-se o estudo dos métodos e quando estes estiverem suficientemente assimilados é feito um estudo dos tempos.

No estudo dos métodos é realizada uma análise ao trabalho de forma sistematizada, com o objetivo de desenvolver métodos práticos e eficientes na busca pela padronização do processo (Souto, 2004). Desta forma, existe o intuito de garantir que a utilização dos recursos seja feita do modo mais efetivo possível. Os objetivos são aumentar a eficácia da formação e do treino, melhorar os processos e (consequentemente os produtos), existindo uma fase de adaptação mais rápida e correta. Para uma correta realização de estudo dos métodos, a metodologia a utilizar deve assentar em quatro fases fundamentais que devem ser cumpridas com o máximo rigor para que o resultado final seja fiável e se evite a perda de uma melhoria. São elas: observação, registo de dados e informações, análise crítica e por último, propostas de novos métodos ou oportunidades de melhoria (Gaspar, 2016).

Depois de realizado o estudo dos métodos, é necessário fazer o respetivo estudo dos tempos. Este estudo é definido por Razmi & Shakhs-Niyae (2008) como um procedimento para a melhoria da produtividade ao estabelecer padrões de tempo e classificar os movimentos utilizados ou necessários para executar determinadas operações e atribuindo padrões de tempo predeterminados para esses movimentos. O seu domínio é fundamental para responder a questões fulcrais, permitindo saber qual a capacidade instalada, qual o custo de transformação do produto, prazos previstos de entrega e as necessidades de operadores (Gaspar, 2016). O registo dos tempos é importante, mas nunca devem ser esquecidas algumas condicionantes adjacentes a este estudo, como por exemplo a experiência do operador ou as condicionantes físicas do espaço produtivo. Os aspetos fundamentais para medir os tempos estão explicitados em 4 passos fundamentais: selecionar (escolher o que vai ser estudado), medir (trabalho efetivo de medição), avaliar (analisar os dados obtidos e verificar a quantidade de amostragens) e padronizar (estabelecer tempos padrão de operação).

A fórmula utilizada para a determinação de amostragens necessárias foi assim definida por Gomes & Arezes (2016):

$$Amostragens = \left( \frac{Z * s}{\varepsilon * m} \right)^2$$

Em que: Z: coeficiente de distribuição normal

s: desvio padrão

$\varepsilon$ : nível de confiança

m: média

Os principais focos deste estudo são os de eliminar todo o trabalho que se verifique desnecessário, combinar operações da forma mais eficaz possível, alterar a sequência das operações de forma a obter um melhor equilíbrio e ainda simplificar todas as operações que se verifiquem demasiado complexas. Assim se conseguirá aumentar a produtividade de uma organização, através da obtenção de custos

menores e da redução nos tempos para execução das atividades produtivas. Assim, as empresas ficam mais competitivas quer no seu interior quer na concorrência com os restantes *players* do setor em que estão inseridas.

## 2.5 VSM

O *Value Stream Mapping* (VSM) foi descrito como uma ferramenta capaz de adicionar valor através da eliminação de desperdícios (Rother & Shook, 1999). Em termos práticos, deve-se realizar a observação da produção, percebendo-se de que forma, quando e em que estado estão as informações e os materiais transmitidos de um posto para outro, avaliando-se o tempo que os produtos demoram em cada posto e o tempo que corresponde desde o seu início até à entrega ao cliente. O objetivo é avaliar o fluxo de valor acrescentado ao produto em cada posto que constitui a gama operatória. Por isso, é necessário dividirem-se as operações em 3 tipos de categoria: operações sem valor acrescentando, necessárias, mas sem valor acrescentando e de valor acrescentado. Desta forma se verifica o que está a mais em cada processo, encontrando-se todas as operações necessárias ao fluxo de valor e descartando-se as operações dispensáveis.

O VSM constitui-se como uma técnica de análise visual, com a informação estruturada de maneira simples, utilizando simbologia própria, que ajuda a visualizar a cadeia produtiva, detetando eventuais desperdícios para assim resolvê-los. Os mapas são desenhados com um lápis e papel, onde são projetados todos os fluxos, sendo representados através de diagramas de uma página, que descrevem o processo usado para fazer um produto (Womack & Jones, 2003). Não só os fluxos de materiais são mapeados, mas também os fluxos de informação que controlam esses mesmos fluxos de materiais (Rother & Shook, 1999).

O VSM pode ser criado usando os seguintes passos (Womack, 2006):

- Identificação da família de produtos a mapear, sendo que se define como sendo um grupo de itens semelhantes que seguem os mesmos passos e equipamentos básicos dentro da organização;
- Desenvolvimento do mapa do estado atual, idealmente conduzido por uma equipa multidisciplinar onde os participantes devem ser de toda cadeia de valor. Deve-se verificar cada processo sobre a perspetiva do cliente, tendo em atenção ainda a utilização dos equipamentos e a capacidade do próprio processo;

- Mapeamento do estado futuro, medindo o tempo necessário para responder às necessidades dos clientes e melhorando o fluxo de valor (com foco principalmente nas áreas passíveis de melhoria identificadas nos passos anteriores), para se alcançar esses mesmos objetivos.

O mapa de fluxo de valor deve ser sempre realizado de trás para a frente, ou seja, do cliente para o fornecedor, com a finalidade de eliminar as incongruências do processo, garantindo que o fluxo seja realizado em favor da produção. A grande meta é reduzir significativamente e de forma simples a complexidade do sistema produtivo e ainda oferecer um conjunto de diretrizes para a análise de possíveis melhorias (Moreira, 2011). Esta deve ser uma abordagem sistemática para possibilitar que as pessoas possam planejar como e quando vão implementar as melhorias que tornarão mais acessível atender às necessidades dos clientes. O tempo poupado traduzir-se-á em maior disponibilidade dos equipamentos de modo a executar mais trabalho, aumentando-se a capacidade da empresa com a utilização dos mesmos meios e recursos, significando isto um aumento de produtividade e execução dos produtos de forma mais eficaz e económica.

## 2.6 Gestão e controlo de stocks intermédios

Existem diversos tipos de *stocks* ligados ao processamento de bens e produtos: *stock* em espera para início de produção, trabalho em andamento (*work in progress*) e produto acabado. O *work in progress* (WIP) considera todos os produtos que estão para serem acabados e encontram-se entre dois postos de trabalho consecutivos. Normalmente é prejudicial para qualquer empresa e limitá-lo ou conseguir eliminá-lo é uma das bases para se obter um bom fluxo produtivo, sem grandes paragens (Builder, 2017).

Uma prática ágil de gestão passa então pela limitação de *stocks* intermédios, o que nem sempre é bem visto pelos operadores ou até mesmo pela gestão de topo. Quando uma organização se foca em realizá-lo, há tendência para haver mudanças no comportamento dos colaboradores e tendo em consideração que as mudanças nem sempre são bem-vindas, o que geralmente ocorre é que a limitação de WIP é difícil de implementar para muitos grupos de trabalho. Há resistência contra o mecanismo, que é entendido como uma prática corretiva, pois os operadores tendem naturalmente a pegar sempre em mais trabalho, como estão acostumados a fazer. Deve ser feito então um trabalho de sensibilização sobre os benefícios da aplicação de técnicas para redução do WIP e mostrar a todos a certeza que as mudanças melhorarão a produtividade de todos. Por isso, os novos métodos devem ser primeiro testados por algum tempo enquadrado num projeto específico antes de serem efetivados.



Os benefícios da limitação do *work in progress* são muitos e geralmente isso é perceptível aquando da sua implementação. Essa metodologia é capaz de reduzir a necessidade de realizar tarefas múltiplas e mudanças de contextos de trabalho. Os ciclos devem ser menores, o que acarreta maior capacidade de realização e fazendo com que a pressão caia exponencialmente. Isso mostra que as equipas estão mais produtivas, tendo em conta que a perceção das quantidades de trabalho em espera se reduzem. Isso tenderá a melhorar os tempos de ciclo e o rendimento.

As técnicas para limitação de WIP devem ser definidas de acordo com os tipos de processo e uma equipa deverá determiná-las antes da respetiva implementação. Quando um limite de WIP para uma determinada tarefa é alcançado, a equipa terá de parar e trabalhar em conjunto para eliminar o gargalo. O objetivo desta metodologia é trabalhar para assegurar que todos tomem parte do projeto e se alcance resultados de alta qualidade e sem atrasos.

Uma das medidas que mais impacta positivamente na redução de WIP é a aplicação de um fluxo unitário (*one piece flow*). As metodologias que reduzem os tempos de ciclo podem também ser usadas para impactar positivamente sobre os valores de WIP. Nelas se incluem a introdução de máquinas extra ou por melhorias no processo que reduzem defeitos e produzem mais em determinados momentos. As políticas da empresa também podem ser bastante importantes neste aspeto (sensibilização para uma política de incentivo a que os departamentos trabalhem juntos em prol do bem geral da organização). Ao reduzir os níveis de WIP de maneira sincronizada e controlada, os ganhos tendem a ser muito diversificados, sendo esses problemas revelados rapidamente e resolvidos de forma célere. Um projeto *Lean Six Sigma* é uma abordagem estruturada que também pode ser usada para determinar o que pode ser feito com processos e políticas para reduzir o WIP (Breyfogle, 2014).

## 2.7 Indicadores de desempenho (KPIs)

Os indicadores de desempenho servem para quantificar os processos produtivos e podem ser definidos como números que descrevem a realidade de uma organização (Fernandes, 2005). Em qualquer organização produtiva é necessário medir os processos de forma a que se torne possível identificar as prioridades de melhoria. De acordo com Fischmann & Zilber (2000), os indicadores auxiliam a gestão de uma empresa a identificar a performance do negócio, sendo assim um suporte para tomadas de decisão e planificação de possíveis investimentos.

Segundo Slack, Chambers & Johnston (2007), há cinco objetivos gerais para o desempenho: qualidade, velocidade, flexibilidade, fiabilidade e custo. Assim, torna-se necessário que os indicadores de desempenho possuam estes fatores de forma a que sejam bastante consistentes e eficientes. Os KPIs (*Key Performance Indicators*) podem ser representados pela combinação de um ou mais indicadores e resultam de um conjunto de medidas que se orientam para os aspetos mais críticos, de forma a que se obtenham bons desempenhos e assim se atinjam os objetivos da organização (Parmenter, 2007). Para a seleção de indicadores é necessário definir-se quais são os objetivos da organização. Os indicadores são assim o meio utilizado para se chegar aos objetivos previamente estabelecidos. Os indicadores permitem então avaliar a situação da organização e têm de ser de fácil medição e quantificação, de modo a estarem verdadeiramente relacionados com a estratégia estabelecida (Neves, 2012). A finalidade maior é sempre perceber se os resultados obtidos estão a ir ao encontro dos objetivos programados.

A medição e análise dos indicadores de desempenho de um processo permitem que se possa medir, atribuir responsabilidades, monitorizar e avaliar o desempenho, relacionar as pessoas, processos e o sistema e desencadear ações de melhoria (Cruz, 2009). Para uma organização forte, torna-se muito importante um sistema de monitorização do desempenho, permitindo assim controlar o presente, bem como promover medidas de melhoria para alavancar o futuro.

### 3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é realizada uma abordagem à estrutura da empresa, nomeadamente a sua identificação e história, com apresentação de dados atuais. Aqui são também apresentados os dados relativos ao sistema produtivo, tais como a exposição detalhada do processo e *layout*, assim como outros aspetos relevantes, como os produtos que são objeto de trabalho na empresa e os principais clientes da organização.

#### 3.1 Identificação e história

O grupo Eurofins nasceu em 1987 (completou 3 décadas de existência no passado ano), em França. Atualmente possui 400 laboratórios em 39 países, 30.000 funcionários e realiza cerca de 30 milhões de testes todos os meses. O grupo conta com uma vasta gama de produtos que ascende a 130 mil métodos analíticos validados, divididos por 3 áreas de atuação: área alimentar, área ambiental e área dos medicamentos (farmacêutica). O lema do grupo é: 'Estamos aqui para manter o nosso mundo seguro'.

O laboratório de testes de meio ambiente da Eurofins Portugal foi criado em Abril de 2015 e conta atualmente com cerca de 100 colaboradores. É um laboratório especializado em análises de fibras totais e de amianto em ar e materiais, credenciado pelo padrão de referência EN ISO/IEC 17025: 2005 pelo IPAC desde 17-02-2016, para 3 testes de análise de amianto em materiais de construção. Além de fornecer as análises do seu laboratório, o Departamento de Serviços Analíticos oferece uma série de análises em várias matrizes: emissão de ar, ar interior, lodos, compostos, solos, desperdícios, combustível derivado recusado, pellets, combustíveis, materiais e água. É política da empresa manter um alto padrão de qualidade usando treino, nomeadamente cursos de formação para novos colaboradores, suporte online dos vários laboratórios do grupo, bem como um acompanhamento personalizado em todas as atividades, para fornecer aos clientes o melhor serviço no mercado.

- **Visão:** Ser líder mundial em testes para a vida;
- **Missão:** Contribuir para a saúde e segurança globais, fornecendo aos clientes serviços de laboratório e de consultoria de alta qualidade, criando oportunidades para os funcionários e gerando valor sustentável para os acionistas;
- **Valores:** o cumprimento da missão baseia-se nos "valores fundamentais" da Eurofins, que se comprometem com o foco no cliente, qualidade, competência, espírito de equipa e integridade.

### 3.2 Clientes da empresa

Os principais clientes da empresa são os laboratórios franceses do grupo. Estes enviam normalmente amostras para Portugal como forma de responderem aos pedidos que lhe são feitos em França por clientes particulares, uma vez que não costumam ter capacidade para responder ao volume de negócios (estão limitados a 50 funcionários por questões legais) e ao facto de os custos produtivos serem mais baixos em Portugal. A Figura 1 refere-se à tabela afixada junto à Codificação (primeiro posto de trabalho da empresa) e nela se pode verificar a identificação dos laboratórios franceses que enviam amostras e seus respetivos clientes privados, estando as cores relacionadas com os processos por onde as amostras de cada cliente devem passar (cor de rosa atravessam todo o processo produtivo, verde fazem só análise até ao segundo posto de trabalho).

LABORATORIO	LETRA	CLIENTE	TIPO DE ANÁLISE
SAVERNE	A	BE ENERGIE	MOLP/MB
		CLNY EXPERTISES	MOLP/MB
		HOMI ALOZE	MOLP/MB
		ACER	MOLP/MB
		AGENDA CERTIFER SARL	MOLP/MB
		CABINET	MOLP/MB
		HOMI DIAGNOSTIC	MOLP/MB
		QUALICONSULT	MOLP/MB
		DIAGAL	MOLP/MB
		GRADISMAN	MOLP/MB
BORDEAUX	K	CABEX	MOLP/MB
		ADC	MOLP/MB
		HPS DIAG	MOLP/MB
		ETB Environnement	MOLP/MB
		IMMO DIAG	MOLP/MB
		QUALICONSULT	MOLP/MB
SAINT-ETIENNE	Y	DIAMCO	MOLP/MB
		AC ENVIRONNEMENT	MBT
		CIGÉDE	MOLP/MB
		CDIM	MOLP/MB
		SIGMA	MOLP/MB
VÉRGÈZE	KE	TVSP France	MOLP/MB
		EXID	MBT
		EXBER	MOLP/MB
		AMEX	MOLP/MB
		CLOVER	MOLP/MB
NANTES	W	IMMO CONTROLE	MOLP/MB
		AGENCE D-EXPERTISES	MOLP/MB
		CONTROL HAB	MOLP/MB
		SARL VPS 86	MOLP/MB
		PYRAMIDES	MOLP/MB
		DIAG HABITAT	MOLP/MB
HÉNIN BEAUMONT	N	BOSSARD DIAG IMMO	MB
		EXIM/ELIBAT	MOLP/MB
		DEMARES EXP.	MOLP/MB
		SARL VPS 86	MOLP/MB
[REDACTED]	[REDACTED]	AMIANTE DIAGNOSTIC	MOLP/MB
		ARC	MOLP/MB
MBU	UV	TODOS	MOLP/MB

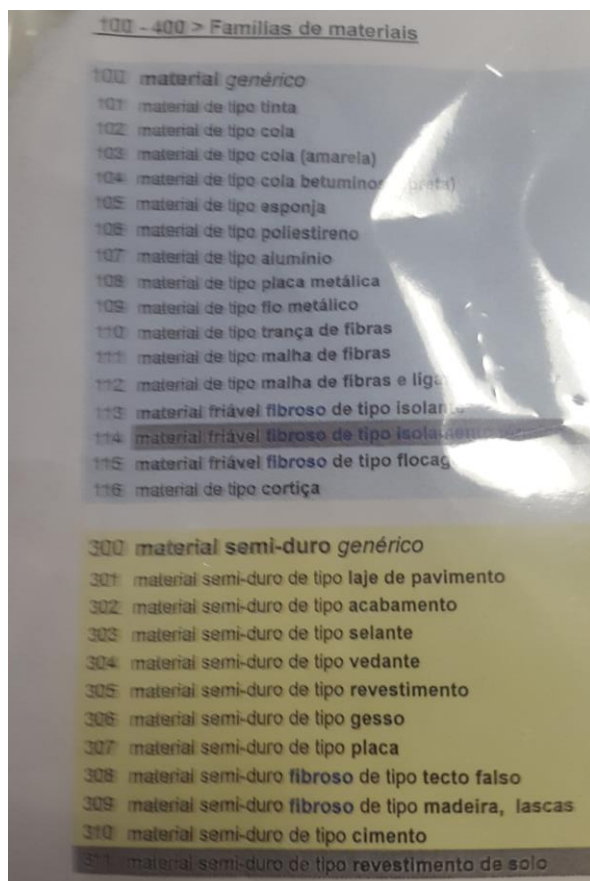
Figura 1 - Lista de clientes

O laboratório mais importante é o MBU (corresponde a cerca de metade das amostras recebidas), sendo que a outra metade é distribuída de forma mais ou menos equitativa pelos outros 6 laboratórios. A empresa recebe ainda amostras de clientes nacionais, mas em quantidades residuais.

### 3.3 Produto/serviço da empresa

O produto da Eurofins acaba por ser um serviço prestado aos seus clientes, uma vez que o que é 'produzido' consiste em relatórios com os resultados obtidos da análise às amostras de materiais de construção. Por isso mesmo a empresa possui um sistema produtivo empurrado pelas 'encomendas' existentes em cada momento. Nesse sentido, uma das grandes dificuldades do negócio é prever a quantidade de amostras que chegam diariamente para serem avaliadas.

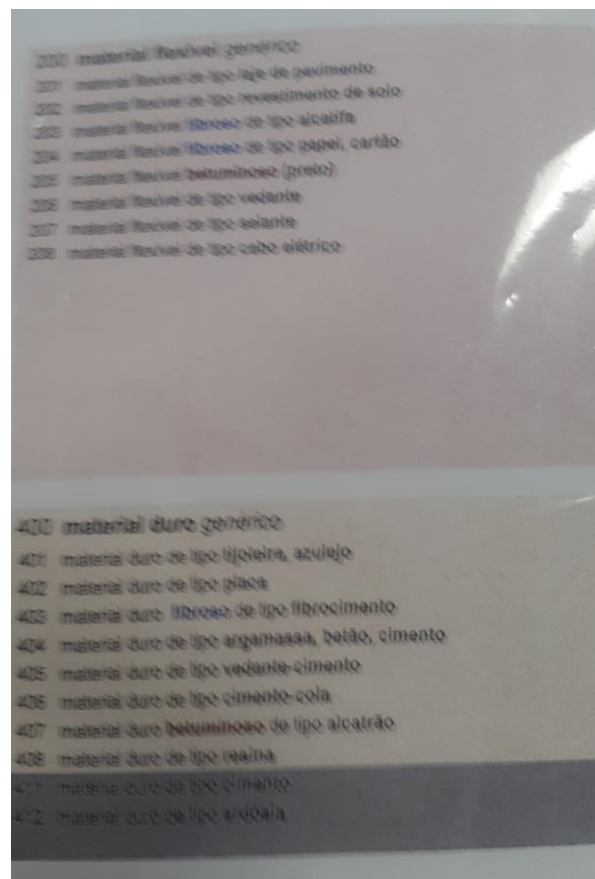
Ao nível de matérias primas, a empresa necessita para laborar das amostras enviadas pelos seus clientes e consumíveis de apoio ao processo. Assim, existe uma tabela no MOLP (segundo posto de trabalho) que identifica as várias categorias (matrizes) de materiais recebidos, como mostram as Figuras 2 e 3.



100 - 400 > Famílias de materiais

100	material genérico
101	material de tipo tinta
102	material de tipo cola
103	material de tipo cola (amarela)
104	material de tipo cola betuminosa (preta)
105	material de tipo esponja
106	material de tipo poliestireno
107	material de tipo alumínio
108	material de tipo placa metálica
109	material de tipo fio metálico
110	material de tipo trança de fibras
111	material de tipo malha de fibras
112	material de tipo malha de fibras e lig.
113	material friável fibroso de tipo isolante
114	material friável fibroso de tipo isolamento
115	material friável fibroso de tipo flocação
116	material de tipo cortiça
300	material semi-duro genérico
301	material semi-duro de tipo laje de pavimento
302	material semi-duro de tipo acabamento
303	material semi-duro de tipo selante
304	material semi-duro de tipo vedante
305	material semi-duro de tipo revestimento
306	material semi-duro de tipo gesso
307	material semi-duro de tipo placa
308	material semi-duro fibroso de tipo tecto falso
309	material semi-duro fibroso de tipo madeira, lascas
310	material semi-duro de tipo cimento
311	material semi-duro de tipo revestimento de solo

Figura 2 - Lista de materiais 1



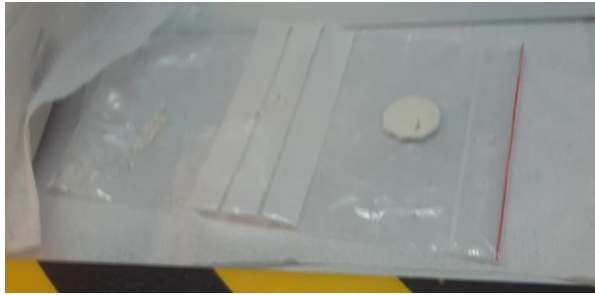
200	material fibroso genérico
201	material fibroso de tipo laje de pavimento
202	material fibroso de tipo revestimento de solo
203	material fibroso fibroso de tipo alcatifa
204	material fibroso fibroso de tipo papel, cartão
205	material fibroso betuminoso (preto)
206	material fibroso de tipo vedante
207	material fibroso de tipo selante
208	material fibroso de tipo cabo eléctrico
400	material duro genérico
401	material duro de tipo tijoleira, azulejo
402	material duro de tipo placa
403	material duro fibroso de tipo fibrocimento
404	material duro de tipo argamassa, betão, cimento
405	material duro de tipo vedante-cimento
406	material duro de tipo cimento-cola
407	material duro betuminoso de tipo alcatrão
408	material duro de tipo resina
409	material duro de tipo cimento
410	material duro de tipo ardósia

Figura 3 - Lista de materiais 2

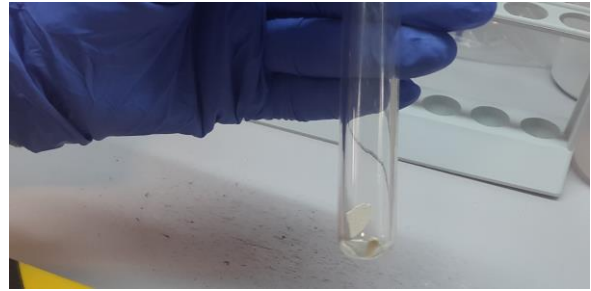
Assim, é com o apoio destas tabelas que os molpistas (operadores do MOLP) realizam a caracterização das amostras e registam no sistema o código respetivo de forma a identificá-las corretamente.

Na Figura 4 é mostrado o exemplo de uma amostra ainda no respetivo saco (neste caso, um material do tipo gesso) e na Figura 5 a mostra-se a mesma amostra já no respetivo tubo (apenas colocada a

quantidade suficiente para se fazer o restante processo), resultando neste caso apenas numa camada (as amostras podem ser divididas em várias camadas se possuírem materiais de diferentes tipos).



*Figura 4 - Amostra no saco*

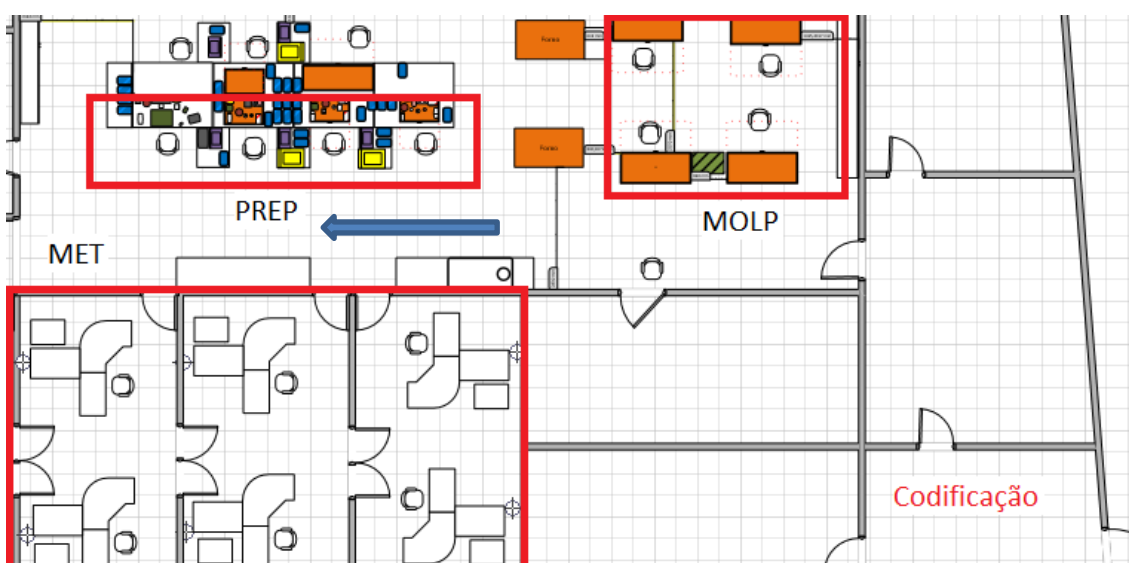


*Figura 5 - Camada da amostra*

Existem certas amostras que podem ser decompostas em até 7 camadas (máximo registado até ao momento na empresa) de acordo com a nomenclatura acima identificada. Essa divisão é feita para ser mais fácil detetar o amianto e devido às diferentes composições das amostras (tipos de materiais diferentes juntos na mesma amostra).

### 3.4 Descrição do processo produtivo da empresa

A empresa labora atualmente em três turnos de trabalho que trabalham praticamente nas mesmas condições (ou seja, divididos de igual forma). O processo produtivo encontra-se dividido em 3 grandes seções de trabalho (MOLP, PREP e MET) e 2 mais pequenas (codificação no início do processo e validação como ponto final do processo). Na Figura 6 é apresentada a forma como estão organizadas as seções de trabalho no espaço da empresa.



*Figura 6 - Organização das seções de trabalho na empresa*

### 3.4.1 Codificação

No primeiro posto de trabalho, as amostras chegam embaladas (uma em cada saqueta), sendo que um dossier (saco grande) pode conter várias amostras. Em cada caixa são colocados os dossiers de cada cliente (que normalmente são os laboratórios franceses). A empresa recebe ainda amostras nacionais, mas em muito menor quantidade. Inicialmente o operador necessita de verificar a capacidade da empresa em responder às exigências do cliente, antes de se comprometer a fornecer-lhe um resultado de análise e deve ainda priorizar as amostras urgentes. As amostras são apenas colocadas nas caixas de plástico (*banettes*) depois de serem confirmadas como conformes e codificadas com o código português (necessário para identificação interna na empresa, uma vez que as mesmas têm já um código de França). Posteriormente são acondicionadas devidamente, mantendo-se a sua integridade. É ainda de salientar que também o dossier recebe um código que tem de ser pintado de acordo com o cliente e o respetivo local onde terminam a análise (já explicado anteriormente). A Figura 7 mostra o posto da codificação.



*Figura 7 - Posto da codificação*

Deste posto as caixas seguem para uma estante onde esperam pela chegada ao processo seguinte, sendo que nesse local as primeiras amostras a chegar são as primeiras a serem processadas (FIFO).

### 3.4.2 MOLP (Microscópio Ótico de Luz Polarizada)

A atividade no MOLP consiste na pesquisa de amianto nos materiais. Após os materiais serem analisados cuidadosamente na lupa binocular de cada *hotte* (neste equipamento é analisada a textura, a cor e a homogeneidade do material), deve-se retirar um pedaço da amostra para observar a presença de fibras e, caso sejam identificáveis várias camadas na amostra, elas devem ser analisadas e descritas separadamente. A amostra é em seguida preparada (usando óleos com índices de refração

conhecidos) com vista à análise no microscópio ótico de luz polarizada (MOLP), ou seja, as fibras são depositadas sobre o óleo em pelo menos duas lâminas (de preparação). Neste equipamento será possível identificar todos os tipos de fibras existentes, tendo-se como principal objetivo a identificação de fibras de amianto. A identificação das fibras de amianto baseia-se nos princípios da lente cristalina. A identificação de uma fibra requer uma avaliação das diferentes configurações óticas de várias propriedades, mais propriamente a morfologia, a cor, um eventual pleocroísmo, a birrefringência, as características de extinção, o sinal de alongação e a avaliação do índice de refração, que permitirão definir a natureza da fibra observada, a presença de amianto e o seu tipo (para cada tipo de amianto usam-se diferentes índices de refração). Apenas e só uma característica determinante é suficiente para identificar uma fibra que não possua amianto. Este método de avaliação é semi-quantitativo e, portanto, o resultado será apenas uma estimativa, em percentagem volumétrica dos diferentes tipos de fibras presentes e do material não fibroso e evidentemente a soma das percentagens deverá corresponder a cem por cento. Poder-se-á então concluir a não existência de amianto neste posto de trabalho caso não sejam identificadas fibras suspeitas e caso o cliente o permita (uma vez que existem clientes que requerem a execução de todo o processo independentemente dos resultados obtidos neste posto). Na Figura 8 é mostrado o posto do MOLP.



*Figura 8 - Posto do MOLP*

### 3.4.3 PREP (Preparação Sólida)

Este processo consiste em libertar as fibras de amianto das diferentes matrizes da amostra. Este começa com a etapa de preparação por calcinação das amostras resultantes da operação de MOLP e consiste apenas no aquecimento das amostras num forno a 480°C durante 4 horas e meia, que consiste num tratamento térmico da amostra para eliminação da matéria orgânica presente. O forno



tem capacidade para 200 tubos com amostra (é de referir que os tubos são organizados normalmente em *banettes* de 20 tubos, podendo ser utilizados também *banettes* de 40). Os tubos entram no forno tapados com papel de alumínio que tem um pequeno furo para a saída de gases. Este posto não necessita de um operador constantemente, necessita apenas de uma pessoa responsável por colocar os tubos para aquecimento e retirar os tubos depois de aquecidos. Tendo em conta que existem 4 fornos, é necessário fazer estas operações a cada hora. A Figura 9 mostra a *hotte* onde se encontram colocados os fornos.



*Figura 9 - Fornos (dentro de uma hotte)*

Seguidamente, o restante processo consiste numa linha de produção composta por 4 processos diferentes e sequenciais: ataque-ácido, drenagem, diluição e deposição. Pode designar-se resumidamente como ataque-ácido da amostra para futura deposição numa grelha carbonada.

No primeiro destes processos é realizado o chamado ataque-ácido, que consiste num ataque químico/mecânico para libertação das fibras propriamente ditas da matéria. Para isso coloca-se ácido clorídrico no tubo e de seguida, com a ajuda de uma espátula limpa, é feita a trituração da amostra, com o intuito de diminuição da granulometria da mesma (no final coloca-se uma tampa perfurada no tubo). Pode ser necessário utilizar um almofariz e um pilão na realização deste processo, caso o material seja muito duro. Outro aspeto a considerar nesta fase é que há a possibilidade de se usar etanol em vez de ácido, caso a matéria presente no tubo seja considerada insuficiente (sendo que não é de todo desejável que isto aconteça, mas acontece normalmente por erros de perceção no MOLP). Na Figura 10 é mostrado o posto de ataque-ácido.



*Figura 10 - Posto de ataque-ácido*

No final desta operação, colocam-se os tubos num ultrassom (Figura 11) durante 3 minutos e numa centrífuga (Figura 12) durante 10 minutos, por força de requisitos do processo.



*Figura 11 - Ultrassom*



*Figura 12 - Centrífuga*

Seguidamente é realizada a drenagem da amostra a fim de eliminar os resíduos de ácido, separando a fase líquida e sólida. Para isso é necessário verter o líquido do tubo, tendo o cuidado de não se perder matéria sólida, e juntar água destilada à matéria sólida, usando-se o vortex (equipamento que faz homogeneizar a mistura), se necessário. Este processo pode ser substituído pela filtração caso a matéria resultante da centrifugação seja de má qualidade ou o depósito seja insuficiente, mas é importante dizer que este processo muito raramente acontece e é algo dispendioso em termos monetários e temporais. No final desta etapa usa-se novamente o ultrassom (desta vez apenas 30 segundos) e a centrífuga novamente durante 10 minutos. A Figura 13 mostra o posto de drenagem.



*Figura 13 - Posto de drenagem*

A diluição é a etapa seguinte e é feita para se obter uma concentração adequada de forma que seja possível ler a amostra no MET. As operações neste posto são bastante semelhantes às do posto anterior, sendo que em vez de se usar água destilada usa-se etanol depois de excluir o conteúdo líquido. Depois da homogeneização é necessária uma etapa de avaliação do conteúdo resultante a fim de verificar se a diluição efetuada foi ou não suficiente e repete-se esta etapa até se obter uma diluição conforme. Por isso, estas operações são normalmente mais difíceis e mais demoradas. Na Figura 14 é mostrado o posto de diluição.



*Figura 14 - Posto de diluição*

A última etapa é a deposição da matéria que se traduz numa transposição da mesma para uma grelha de microscopia e consiste numa quantidade de material depositado numa grelha carbonada. É necessário preparar-se uma caixa de petri com um quadrado de papel teflon próprio para depositar a grelha. Depois de tudo pronto, é necessário agitar o tubo com a matéria e recolher com uma pipeta a gota a ser depositada. Por fim, fecha-se a tampa, coloca-se uma etiqueta identificativa e espera-se que

grelha seque a fim de dar todo o processo de preparação como concluído. A Figura 15 mostra o posto de deposição.



*Figura 15 - Posto de deposição*

#### 3.4.4 MET (Microscópio Eletrónico de Transmissão)

Este é o penúltimo processo da empresa e é onde se ‘revelam’ os resultados das amostras em termos da presença de amianto e as respetivas quantidades. Ele é executado com a ajuda do microscópio eletrónico de transmissão (MET). Os processos técnicos que suportam esta fase são o princípio da difração eletrónica e o funcionamento do analisador químico. Os resultados são dados em função da análise que é feita a cerca de 20 dos 120 campos (pequenos quadrados) da grelha, sendo que essa análise permite definir a percentagem de amianto na matéria e a quantidade de cada tipo de amianto (cada um tem características diferentes que são identificáveis durante esta fase). Sempre que o resultado é abaixo de 5% (vestígios), o processo recomeça no MOLP a fim de confirmar ou não a presença de amianto (dado a quantidade estar próxima de 0). O microscópio utilizado nesta operação é capaz de fazer uma ampliação de 10 000 ou mais vezes, o que é necessário para a correta visualização do material, dado que as fibras de amianto são muito finas. A Figura 16 mostra o posto do MET.



*Figura 16 - Posto do MET*

#### 3.4.5 Validação de resultados

A validação é a última etapa do processo produtivo da empresa e normalmente é executada pelos *team leaders* (chefes de equipa por turno). No suporte informático do processo (programa Elims), o responsável acede a toda a informação de um dossier e sabe quantas amostras estão disponíveis para aprovação. Tendo em conta que os dossiers aparecem ordenados no programa por data de entrega, a pessoa que valida os relatórios tem o cuidado de os aprovar por essa mesma ordem (sempre que possível). Durante o processo de validação, o *team leader* deve comparar a descrição prévia do material feita pela pessoa do MOLP com a do cliente e caso não seja equivalente deve contactar o cliente e informar desta situação para que o mesmo reconheça que a situação é da sua responsabilidade (pelo menos isso costuma acontecer na generalidade das situações), caso contrário o cliente não aceita o resultado e essa amostra fica sem efeito. Há ainda que comparar dentro de um mesmo dossier se amostras parecidas têm resultados parecidos. Caso isso não se verifique, o responsável pede que essas amostras recomecem a análise a partir do MOLP. Tendo essas duas avaliações descritas anteriormente sido confirmadas, o documento com os resultados pode ser aprovado e entregue ao cliente de acordo com um *template* previamente definido pela empresa.

### 3.5 Controlos de qualidade

A empresa tem diversos controlos de qualidade durante todo o processo produtivo, sendo que os mais importantes são o TPS (testemunho de preparação sólida, 1 por *banette*) e o CQF (controlo de qualidade final, 1 por cada 10 amostras). O TPS consiste na introdução de um branco de preparação sólida, ou seja, um material que não contém amianto, enquanto que o CQF é o duplicado de uma

amostra que terá de ter o mesmo resultado que a respetiva amostra. Ambos são colocados em cada *banette* por um operador do MOLP sem que os operadores da PREP saibam onde estão. Isso garante que não haverá manipulação de resultados e apenas na deposição do material são identificados estes controlos para que o operador do MET confirme no início da *banette* que não há problemas com os resultados dos controlos de qualidade, e se assim acontecer, analisar as amostras que a constituem.

Existe também um controlo de qualidade no MET, com uma *banette* de um turno a ser analisada no turno seguinte (*Banette Check*), para verificar a validade dos resultados.

Há ainda controlos feitos ao nível dos laboratórios do grupo, nomeadamente amostras que chegam enviadas por outros laboratórios sem marcação definida para serem analisadas e ainda 5 amostras diferentes que chegam 3 vezes por ano (total de 15 anualmente) a todos os laboratórios para serem analisadas e comparados os resultados obtidos entre todos. Os resultados destes controlos servem para atestar junto dos gestores de topo do grupo empresarial a qualidade do trabalho no laboratório.

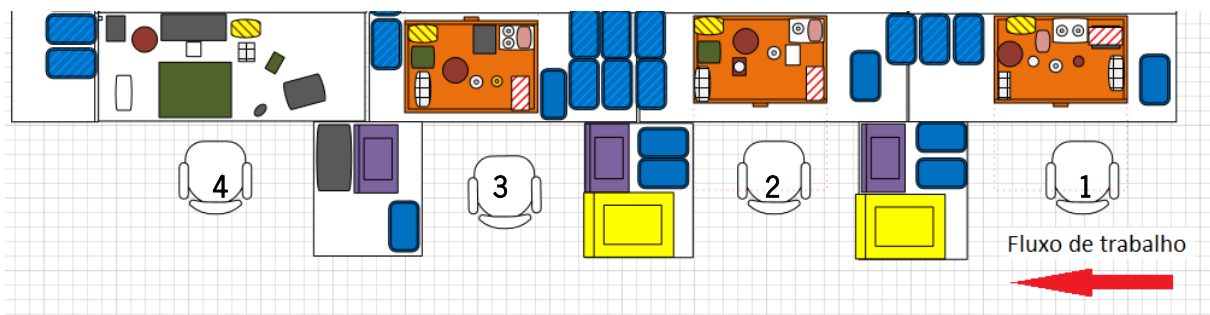
## 4. DIAGNÓSTICO DAS TEMÁTICAS ABORDADAS

Após uma fase inicial de aprendizagem e adaptação aos processos da empresa (incluindo a execução de formação na PREP), foi iniciado um estudo detalhado de todas as temáticas que foram objeto de estudo no estágio. Para isso foram utilizadas técnicas para se realizar um correto diagnóstico de cada um dos temas propostos, nomeadamente métodos para a recolha dos dados necessários. Assim, em primeiro lugar definiu-se para cada tema a ferramenta de diagnóstico a usar e depois procedeu-se à devida recolha de dados.

### 4.1 Métodos e tempos da PREP

A PREP constitui um dos pontos mais importantes da estrutura produtiva da empresa, pois é um dos pontos da produção que concentra mais pessoas e é também a única zona da produção organizada em linha. Por isso, é importante individualmente fazer-se o estudo dos métodos e tempos de todos os seus postos de forma a verificar se os métodos utilizados são os corretos e ainda se os tempos de cada posto permitem que a linha funcione com o máximo fluxo possível.

Numa contabilização de tempos, o mais importante é conhecer a estrutura da linha de produção. Sendo assim, na PREP existem 4 postos de trabalho: ataque-ácido (1), drenagem (2), diluição (3) e deposição (4), devidamente assinalados na Figura 17.



*Figura 17 - Postos da PREP e respetivo fluxo*

Para a realização deste trabalho de campo foi necessária a utilização de material de apoio, nomeadamente uma folha de registos previamente desenvolvida pelo autor, de acordo com o objetivo do trabalho, um contador de tempos (neste caso foi usado o cronómetro de um telemóvel) e um objeto de escrita para registo dos tempos verificados na folha. A folha utilizada para a realização deste trabalho encontra-se no Anexo I.

A primeira parte do trabalho consistiu na análise ao trabalho realizado em cada um dos postos, de modo a preencher a folha com as operações respetivas. Assim, visualizando vários ciclos de trabalho de diversos operadores foi possível definir um registo ordenado com a identificação das operações de cada um dos postos. Para cada posto foram efetuadas cerca de 5 observações com diferentes operadores, sendo que durante este trabalho foi sempre explicado aos operadores o que estava a ser feito, sendo que em alguns casos houve diálogo de forma a debater aspetos relacionados com o que estava a ser avaliado. Dessa primeira parte do trabalho resultou o preenchimento das operações nas respetivas folhas.

Assim, no primeiro posto (ataque-ácido), o operador necessita de recolher as amostras (um porta-tubos metálico vindo do forno, que normalmente contém 20 amostras) e ainda uma *banette* (caixa de plástico aberta em cima), que contém um porta-tubos de plástico onde serão colocados os tubos depois de atacados, que se encontra junto ao forno. Já sentado no seu posto de trabalho (*hotte* de aspiração, que permite assegurar que não há libertação de amianto para o exterior), o operador tem de retirar o alumínio que fecha os tubos, através do doseador colocar ácido clorídrico no tubo para 'atacar' a amostra (basicamente é para libertar as partículas, ou seja, dissolve-la) e tapar o tubo com uma tampa (perfurada, para libertação de gases), colocando-o na tal *banette* de plástico (que se encontra à direita na *hotte*). Quando os tubos estão todos atacados, é necessário pegar na *banette* e colocá-la no ultrassom (encontra-se na mesa ao lado, estando na imagem com a cor roxa) e depois na centrífuga (encontra-se na mesma mesa, estando na imagem acima a amarelo). Este procedimento foi colocado sob forma de operações na respetiva folha de observações, que se encontra no Anexo II.

No segundo posto (drenagem), os operadores necessitam de descartar a tampa e virar o ácido em que se encontra dissolvida a matéria num frasco para resíduos líquidos (limpando-se a última gota para garantir de que o ácido fica completamente removido da matéria da amostra, sob pena de afetar o resultado da análise que será feita no MET). Através de um doseador deitam água destilada que servirá para 'lavar' melhor a amostra do ácido a que esteve sujeita. Depois de se lhe colocar uma nova tampa (sem furo), a amostra vai ao vortex de maneira a homogeneizar a mistura da água com amostra. Depois de tubos os tubos da *banette* passaram por estes passos, a *banette* vai ao ultrassom e à centrífuga, que estão colocados numa mesa subsequente (tal como no ataque-ácido), estando estas máquinas organizadas como na primeira mesa onde se encontram. Este procedimento foi colocado sob forma de operações na respetiva folha de observações, que se encontra no Anexo III.

No terceiro posto (diluição), os operadores começam por retirar a água da amostra para um frasco de resíduos líquidos (limpando também a última gota), deitam etanol (pois é mais rápido a secar na



deposição) no tubo para depois verificarem o nível de diluição que têm (depois do tubo ser agitado ou se necessário ao *vortex* para homogeneizar). Caso não considerem a diluição como boa, é necessário ajustar a diluição, ou seja, descartar parte da mistura (etanol e partículas da amostra), voltar a colocar etanol e verificar novamente a diluição agitando o tubo. Os aspetos a verificar são se as partículas de matéria se depositam demasiado rápido depois de agitado o tubo (garantindo-se assim que na deposição será possível recolher partículas da amostra) e a transparência da mistura (que é um indicador se está demasiado concentrada ou demasiado diluída). Assim que se obtenha uma diluição aceitável para todos os tubos da *banette*, o operador tem de colocar a *banette* 30 segundos no ultrassom (para agitar com ‘mais força’ a mistura, garantindo que as fibras se separam das partículas da amostra), o operador necessita de verificar novamente todos os tubos para comprovar que as amostras continuam bem diluídas. Caso existam alguns que não estejam, é necessário ajustar novamente a diluição, usando os passos já descritos acima. Este procedimento foi colocado sob forma de operações na respetiva folha de observações, que se encontra no Anexo IV.

O último posto de trabalho da PREP é o único que não necessita de ser ‘protegido’ por uma hotte de aspiração. Aqui, uma a uma, as amostras de uma *banette* são depositadas sobre uma grelha carbonada. Antes disso, o operador tem de colocar as caixas de petri abertas, contendo teflon, sobre a placa de aquecimento (para secar a gota que será depositada). A seguir é necessário colocar uma grelha carbonada no teflon de cada petri, elemento onde será depositada a gota. Depois passar o tubo no *scanner* (para impressão de etiqueta), é necessário pegar numa ponta (com a pipeta) para recolher a gota dentro do tubo, abanando-se de seguida o tubo e recolhendo-se então a gota. Ela é depositada então na grelha e descarta-se a ponta no lixo. Por fim, o operador pega na etiqueta da impressora colocada do lado direito e cola-a numa tampa (que coloca a fechar respetiva caixa de petri). Este procedimento foi colocado sob forma de operações na respetiva folha de observações, que se encontra no Anexo V.

Depois de finalizada a primeira parte do trabalho em relação ao modo operatório dos 4 postos da PREP, fez-se a segunda fase do estudo que incluiu o estudo relativamente aos tempos de cada uma das operações de cada posto de trabalho. Para este estudo, foi realizada a recolha de tempos para *banettes* de 20 tubos (*batch* usual na empresa), escolhendo-se para isso vários momentos do dia e por consequência operadores diversificados, de forma a tornar o estudo o mais fidedigno possível. As amostragens foram intercaladas entre os vários postos de trabalho e foram realizadas durante cerca de 3 semanas. As amostragens recolhidas encontram-se apresentadas no Anexo II (ataque-ácido), no Anexo III (drenagem), no Anexo IV (diluição) e no Anexo V (deposição).

De seguida encontra-se, na Tabela 1, o resumo dos dados obtidos de todos os postos da PREP (tempos médios para uma *banette* de 20 tubos, desvio padrão e ainda amostragens necessárias para 90% de confiança, segundo a fórmula apresentada no capítulo 2).

*Tabela 1 - Dados das amostragens dos postos da PREP*

Postos	Tempo Médio (min)	Desvio Padrão (min)	Amostragens necessárias (90%)
Ataque-ácido	8,6	1,8	12
Drenagem	6,7	0,8	4
Diluição	11,5	2,8	16
Deposição	8,7	0,9	3

Uma vez que foram realizadas 20 amostragens para cada posto e dado que o número necessário para cada posto está abaixo desse valor (para 90% de confiança), é possível concluir que se realizaram amostragens suficientes.

Com os tempos obtidos é possível verificar que a eficiência da linha de PREP atualmente é:

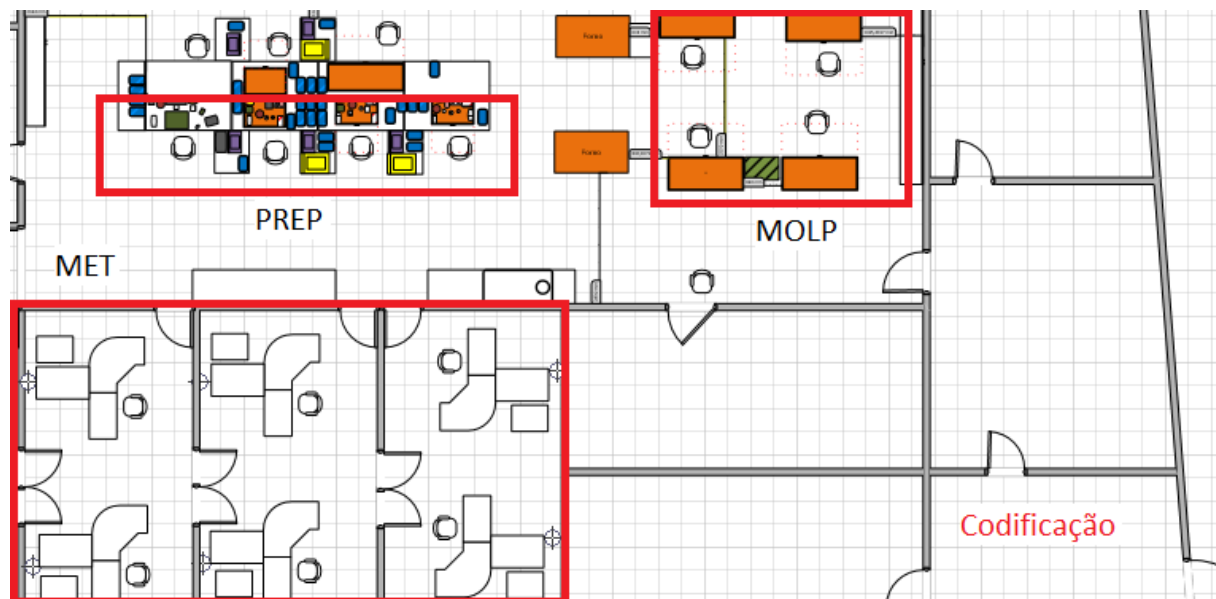
$$\frac{8,6 + 6,7 + 11,5 + 8,7}{11,5 * 4} = 77,2\%$$

O estudo dos métodos e dos tempos foi executado, em fases diferentes, na linha de PREP. Uma das grandes dificuldades foi realizar o estudo sem que se prejudicasse o trabalho dos colaboradores. Por vezes, estes ficaram um pouco desconfiados, mas nesse sentido foi útil explicar o procedimento aos *team leaders* e ainda conversar com os próprios operadores, para que eles soubessem claramente o que estava a ser feito e nesse sentido para se sentirem à vontade. Foi importante esclarecer-lhes que é vantajoso a padronização dos processos de trabalho e eles perceberem que aquilo nada tinha a ver com a própria pessoa, o importante e único objetivo era o estudo ao posto. O feedback foi positivo e as pessoas acabaram por mostrar interesse, uma vez que chegaram a colocar perguntas sobre o próprio estudo.

## 4.2 Balanceamento dos postos de trabalho

Uma das principais questões com que se debatem as organizações produtivas hoje em dia é o equilíbrio de tempos entre os diferentes postos de trabalho. No caso da empresa Eurofins, num primeiro momento foi necessário proceder ao estudo do balanceamento existente, tendo em conta os postos de trabalho existentes e a sua organização no sistema produtivo.

Assim, a empresa tem um sistema de produção organizado em 4 seções de trabalho, sendo que a primeira é apenas constituída por um posto de trabalho único (codificação), onde os operadores atribuem um código às amostras rececionadas. De seguida existe um posto de trabalho que funciona efetivamente como célula (MOLP), onde estão 4 postos organizados quadrangularmente e onde os operadores efetuam as mesmas operações de trabalho. A terceira área de trabalho é constituída por 4 postos de trabalho e organizados em linha (sequencialmente), sendo que em termos de balanceamento é mais importante considerar o posto mais lento deste conjunto para uma análise geral em termos de tempos de trabalho (através do estudo dos tempos e métodos foi efetuada uma análise dos tempos dos postos desta linha individualmente). Tendo em conta que é uma linha e será em princípio o local onde o tempo de ciclo seja menor, os restantes postos terão de ser moldados e desenhados tendo em conta esta linha. O último posto (MET) é também uma célula com 6 postos (que normalmente são apenas 4 devido às avarias dos microscópios deste posto e à disponibilidade de recursos humanos), que estão confinados a salas distribuídas paralelamente, devido a exigência do próprio posto. Assim, a Figura 18 ilustra a forma como estes mesmos postos se encontram organizados.



*Figura 18 - Organização dos postos de trabalho*

Há ainda a considerar, como já descrito anteriormente que existe um conjunto de fornos entre o MOLP e a linha de PREP que apesar de não constituir um posto de trabalho é um local em que as amostras necessitam de passar 4 horas para serem calcinadas e assim estarem prontas para serem preparadas na linha de produção, segundo estudos realizados pela célula técnica da empresa.

Tendo em conta que em cada um destes 7 postos (codificação, MOLP, 4 postos da PREP e MET) existem registos informáticos feitos pelos operadores (através de *scanners*) para atestar que as amostras foram realizadas no respetivo posto, é possível calcular o tempo que cada amostra demorou a ser realizada pela diferença temporal entre registos. Assim, considerando o TPO (ficheiro com os registos de todos os postos) de Abril de 2018, foi possível calcular os tempos de execução das amostras em cada posto de trabalho. Tendo em conta que havia diferenças que tiveram de ser descartadas uma vez que indicavam paragens, foi considerado o dia de maior produção de cada trabalhador em cada posto de trabalho para calcular esses tempos, uma vez que à partida esse dia constitui o dia em que os trabalhadores tiveram os tempos mais consistentes, uma vez que em dias de menor produção esses tempos podiam estar sujeitos a algum tipo de relaxamento, que de certa forma influenciaria os tempos. Assim nos postos em que os registos são efetuados por amostra (MOLP, Deposição e MET), o tempo de uma amostra é o tempo que vai desde o registo da amostra anterior até ao registo da própria amostra. No MET existe uma pequena diferença, apesar de os registos serem individuais são praticamente seguidos e por isso é necessário fazer a diferença entre o registo mais tardio de um *batch* e o último registo do *batch* anterior, dividindo pelo número de tubos do *batch* (no MET o porta-amostras tem capacidade para 4 amostras). Nos restantes postos e tendo em conta que as amostras a partir do MOLP seguem em *batches* (preferencialmente e maioritariamente de 20 amostras/tubos), associadas a uma lamela de vidro devidamente codificada, esta é registada quando a totalidade dos tubos associados a ela são 'produzidos' nesses postos, a saber, 3 primeiros postos da PREP, ataque-ácido, drenagem e diluição. Assim nestes postos foi necessário considerar a diferença entre o registo da lamela anterior e o registo da lamela respetiva e a esse tempo foi necessário ainda dividir pelo número de tubos que estavam associados para se obter o tempo unitário por tubo. O primeiro posto (codificação) é um posto especial em relação aos outros, uma vez que o número de produtos a processar é diferente dos restantes postos, dado que as amostras a partir do posto seguinte (MOLP) podem ser divididos em mais do que uma camada, logo é o posto com menos carga de trabalho e que por si só é bastante mais rápido em relação aos restantes. Assim os tempos para este primeiro posto foram calculados para efeitos meramente informativos uma vez que não serão considerados para efeito de balanceamento produtivo.

No caso da codificação (Figura 19) e considerando que as amostras são codificadas por dossier (amostras de um mesmo cliente surgem juntas), foi necessário considerar o tempo que ia desde o registo do dossier (neste caso 19:43:29) até ao registo do dossier seguinte (neste caso 19:45:51) e dividi-lo pelo número de amostras (neste caso 6), resultando num tempo unitário de 24 segundos.

28	2018-01-05	19:34:08	X4ED	Salomé Queirós	CODAGE MASSIF	18EK000370-026	-	00:00:22
29	2018-01-05	19:43:29	X4ED	Salomé Queirós	CODAGE MASSIF	18EK000371-001	-	00:00:24
30	2018-01-05	19:43:29	X4ED	Salomé Queirós	CODAGE MASSIF	18EK000371-002	-	00:00:24
31	2018-01-05	19:43:29	X4ED	Salomé Queirós	CODAGE MASSIF	18EK000371-003	-	00:00:24
32	2018-01-05	19:43:29	X4ED	Salomé Queirós	CODAGE MASSIF	18EK000371-004	-	00:00:24
33	2018-01-05	19:43:29	X4ED	Salomé Queirós	CODAGE MASSIF	18EK000371-005	-	00:00:24
34	2018-01-05	19:43:29	X4ED	Salomé Queirós	CODAGE MASSIF	18EK000371-006	-	00:00:24
35	2018-01-05	19:45:51	X4ED	Salomé Queirós	CODAGE MASSIF	18EK000372-001	-	00:00:30

*Figura 19 - Cálculo de tempos na codificação*

No MOLP (Figura 20) e Deposição (Figura 21) foi apenas necessário fazer a diferença entre os registos.

67869	08:32:12	W6PU	Sílvia Micaelo	MOLP	18EK001573-003-01	-	00:01:27
67870	08:33:52	W6PU	Sílvia Micaelo	MOLP	18EK001573-004-01	-	00:01:40

*Figura 20 - Cálculos de tempos no MOLP*

118955	10:34:29	W35L	Ana Isidro	PREP MASSIF: DEPOT	18EK003655-001-02	-	00:00:29
118956	10:34:58	W35L	Ana Isidro	PREP MASSIF: DEPOT	18EK003655-003-02	-	00:00:29

*Figura 21 - Cálculo de tempos na deposição*

Neste caso do MET (Figura 22), havendo 3 amostras quase consecutivas (grupo analisado ao mesmo tempo), fez-se a diferença entre a amostras mais tardia (04:58:30) e última do grupo anterior (04:51:28), dividindo-se depois pelo número de amostras do grupo (3).

187727	04:51:28	V5RJ	Hugo Moreira	MET MASSIF	18EK003404-002-01	-	00:01:49
187728	04:58:21	V5RJ	Hugo Moreira	MET MASSIF	18EK003396-001-02	-	00:02:21
187729	04:58:26	V5RJ	Hugo Moreira	MET MASSIF	18EK003396-002-01	-	00:02:21
187730	04:58:30	V5RI	Hugo Moreira	MFT MASSIF	18FK003601-105-01	TPS	00:02:21

*Figura 22 - Cálculo de tempos no MET*

O exemplo seguinte (Figura 23) mostra que foi feito um registo às 15:15:06 de um *batch* com 20 tubos. Assim, sendo que o *batch* anterior foi registado às 15:04:31, fez-se a diferença destas horas e dividiu-se por 20 para chegar ao tempo unitário no ataque-ácido. O mesmo tipo de metodologia foi utilizado para os postos 2 e 3 da PREP, a drenagem e a diluição.

67105	2018-01-03	15:04:31	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 18EK000113-051-01	CQF	00:00:18
67106	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043227-004-02	-	00:00:32
67107	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043227-005-01	-	00:00:32
67108	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043227-007-02	-	00:00:32
67109	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043235-005-01	-	00:00:32
67110	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 18EK000113-044-01	CQF	00:00:32
67111	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 18EK000113-045-01	CQF	00:00:32
67112	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043227-001-02	-	00:00:32
67113	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043227-002-02	-	00:00:32
67114	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043227-003-01	-	00:00:32
67115	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043227-005-02	-	00:00:32
67116	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043227-006-02	-	00:00:32
67117	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043227-007-01	-	00:00:32
67118	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 18EK000114-035-01	TPS	00:00:32
67119	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043227-002-01	-	00:00:32
67120	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043235-006-01	-	00:00:32
67121	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043083-001-01	-	00:00:32
67122	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043227-001-01	-	00:00:32
67123	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043227-003-02	-	00:00:32
67124	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043227-004-01	-	00:00:32
67125	2018-01-03	15:15:06	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 17EK043227-006-01	-	00:00:32
67126	2018-01-03	15:44:16	WC29	Marlene Melo	PREP MASSIF: ATTAQUE ACID 18EK000113-087-01	CQF	00:01:02

*Figura 23 - Cálculo de tempos no ataque-ácido*

O exemplo anterior mostra que foi *bipado* às 15:15:06 um *batch* com 20 tubos. Assim, sendo que o *batch* anterior foi *bipado* às 15:04:31, fez-se a diferença destas horas e dividiu-se por 20 para chegar ao tempo unitário no ataque-ácido. O mesmo tipo de metodologia foi utilizado para os postos 2 e 3 da PREP, a drenagem e a diluição.

O Figura 24 mostra um exemplo de quando foi necessário excluir registos, uma vez que os mesmos pressupõem uma paragem ou acontecimento similar.

195465	2018-01-31	01:44:12	O8IP	Pedro Lousada	MET MASSIF	18EK003797-003-01	-	00:02:14
195466	2018-01-31	01:44:21	O8IP	Pedro Lousada	MET MASSIF	18EK003797-005-01	-	00:02:14
195517	2018-01-31	02:25:34	O8IP	Pedro Lousada	MET MASSIF	18EK003771-001-01	-	
195518	2018-01-31	02:25:40	O8IP	Pedro Lousada	MET MASSIF	18EK003797-011-01	-	
195519	2018-01-31	02:25:48	O8IP	Pedro Lousada	MET MASSIF	18EK003797-007-01	-	
195520	2018-01-31	02:25:53	O8IP	Pedro Lousada	MET MASSIF	18EK003797-010-01	-	
195542	2018-01-31	02:35:01	O8IP	Pedro Lousada	MET MASSIF	18EK003950-085-01	TPS	00:02:22
195543	2018-01-31	02:35:08	O8IP	Pedro Lousada	MET MASSIF	18EK003951-136-01	CQF	00:02:22

*Figura 24 - Exclusão de alguns registos*

Dada a diferença de cerca de 40 minutos entre registos (01:44:21 para 02:25:34), foi possível concluir que esses registos depois da paragem teriam de ser descartados. Deste modo se procedeu para todos os casos semelhantes, em todos os postos.

Depois de calcular os tempos para todas as pessoas por posto foi possível obter um tempo médio por pessoa em cada um dos postos de trabalho. Foi necessário individualizar uma vez que a grande parte dos postos da empresa pressupõe tarefas que são muito dependentes do operador, logo a maioria dos postos contou com tempos bastante variados, sendo que os fatores que mais determinam essa condição é o nível de experiência do operador e o tempo que o mesmo normalmente passa em cada posto.

Depois de obtidos os tempos médios multiplicou-se pelo número de amostras que o operador realizou no posto de trabalho de forma a obter o tempo que operador despendeu no posto. Quando se obtiveram todos esses dados para um posto de trabalho foram somados a quantidade total produzida por operador no posto e o tempo total trabalhado por operador no posto. Com esses totais, dividiu-se a quantidade total de tempo pela quantidade total de amostras para se obter o gasto médio unitário de tempo com uma amostra no posto. A Tabela 2 demonstra os números de um operador e na linha de baixo o total para o posto (com a soma de todos os operadores), para o MOLP.

*Tabela 2 - Cálculo de tempos para o MOLP*

	Tempo Total	Quantidade Produzida	Tempo Médio
Operador X	27:16:12	909	00:01:48
<b>Total do posto</b>	1596:32:56	37813	00:02:32

Tendo em conta os cálculos efetuados para todos os postos, os valores de tempos médios obtidos foram os apresentados na Tabela 3.

*Tabela 3 - Tempos médios por posto*

Postos	Tempo Médio (min)
Codificação	00:18
MOLP	02:32
Ataque-ácido	00:30
Drenagem	00:24
Diluição	00:38
Deposição	00:30
MET	01:52

É necessário verificar que existem dois destes postos (MOLP e MET) que funcionam em célula de produção, postos estes que em média têm quatro operadores cada a laborar. Sendo assim é necessário dividir esses tempos por 4 (número de trabalhadores médio desses postos), de forma a verificar qual a cadência com que saem 'artigos' prontos desses mesmos postos. Assim, dividindo o tempo que um operador demora em média a produzir, no caso do MOLP é 2 minutos e 32 segundos, por 4 dará uma cadência de saída do MOLP de um 'artigo' a cada 38 segundos. Já no caso do MET,

sabendo que o número de operadores é o mesmo (4) e que o tempo médio de execução é de 1 minuto e 52 segundos, em média sai um 'artigo' deste posto a cada 28 segundos.

Tendo em consideração os tempos calculados anteriormente e os tempos médios dos restantes postos (já mostrados acima), é possível verificar qual o posto crítico (com o maior tempo médio) e a eficiência do balanceamento atual da empresa (faz sentido não considerar a codificação dada a sua especificidade relativamente aos demais postos):

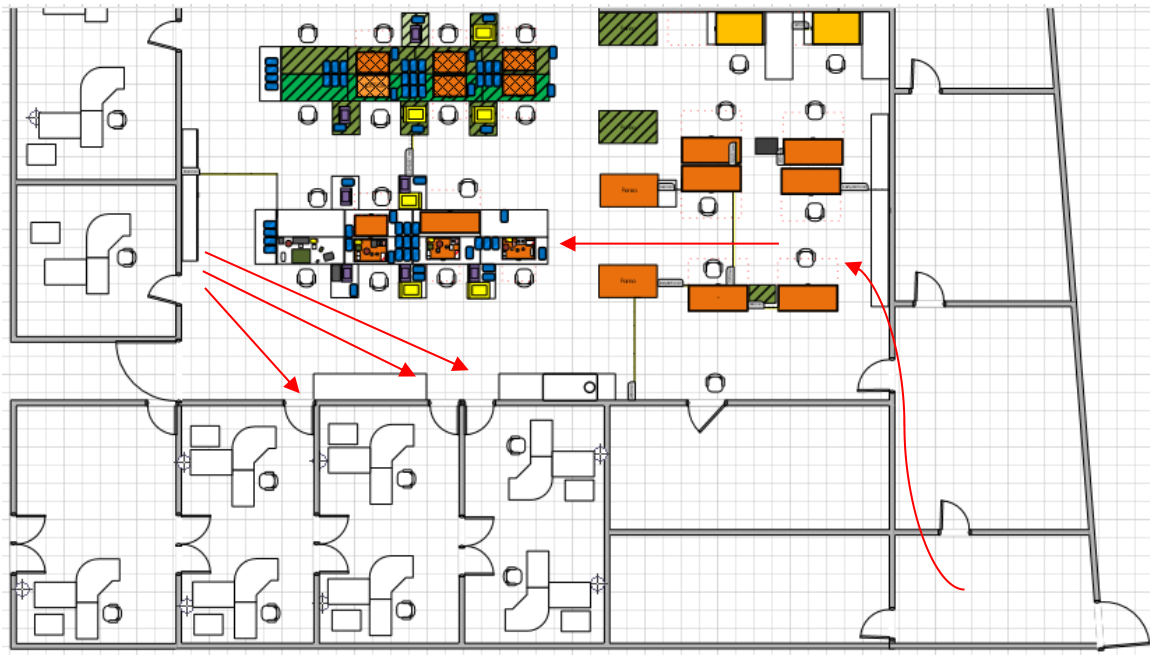
$$\frac{38 + 30 + 24 + 38 + 30 + 28}{38 * 6} = 82\%$$

Pode-se verificar que os postos que tem a cadência mais lenta de produção são o MOLP e a diluição (38 segundos), pois tem um tempo superior aos demais e influencia negativamente o balanceamento existente. É, portanto, pertinente limitar o efeito destes postos no equilíbrio de tempos de produção da empresa.

### 4.3 Layout da empresa

O diagnóstico ao *layout* da empresa foi feito sobretudo a nível micro (posto a posto), uma vez que era onde existiam mais possibilidades de implementação de melhorias. A nível interoperacional é facilmente perceptível que o espaço já se encontra bem estruturado, com a organização existente, tendo em conta a sequência lógica dos postos de trabalho que atualmente já está aplicada na empresa. Para a codificação existe uma pequena condicionante que se prende com o facto de a mesma ter de ficar um pouco longe do espaço produtivo (restrição de espaço), mas no fundo não interfere com a produção, uma vez que é um processo um pouco independente e diferente da produção propriamente dita, podendo ser considerada uma pré-produção. Entrando no espaço produtivo, vê-se que começa com uma célula produtiva (MOLP), com quatro postos para cada laboratório (Lab 1 e Lab 2), organizados em quadrado. A seguir, cada laboratório tem a sua linha de PREP (são duas linhas 'coladas', de costas uma para a outra, mas laboram em apenas uma, a não ser que haja dias com produção acentuada), com 4 postos sequenciais e que têm tipo de operações muito parecidas na forma como são executadas e no espaço de trabalho. Por fim e dada a especificidade de o último posto ter de estar confinado a salas (tem de estar sem luminosidade este espaço de trabalho), faz com que estejam menos próximos do que seria desejável do posto anterior. Assim e dada a disponibilidade de espaço, as salas dos MET 'rodeiam' o seu respetivo laboratório, fazendo com que se forme uma espécie de linha com essas mesmas salas junto ao laboratório correspondente.





*Figura 25 - Layout atual da empresa e percurso do trabalho no Lab 2*

A Figura 25 mostra o *layout* atual da empresa. O Lab 1 fica na parte superior da imagem, mas segue com o mesmo percurso que se encontra marcado a vermelho, sendo que as salas do MET desse laboratório (não se encontram na imagem) ficam também na parte superior (junto à linha de PREP do Lab 1). O MOLP e MET encontram-se também condicionados pelas tubagens que possuem e que estão colocadas nos locais específicos que agora ocupam no laboratório. Por isso, e dadas estas condicionantes, pode-se facilmente concluir que estamos perante uma boa disposição entre operações/postos. Qualquer alteração proposta teria de ser objeto de um estudo aprofundado e que não envolveria apenas conceitos *Lean*.

Assim, foi proposta uma análise a nível do *layout* intra-operacional (avaliação do *layout* ao nível de cada posto de trabalho). Nesse âmbito, uma das ferramentas de diagnóstico mais eficazes e mais usadas é o diagrama de *spaghetti*. Este diagrama, sendo uma análise feita aos movimentos sobre o posto de trabalho, fica com o registo dos percursos realizados por pessoas, equipamentos e informação ao longo desse processo. Normalmente, os colaboradores ficam espantados com o resultado obtido porque a distância percorrida e o tempo perdido em deslocações é muito superior aquilo que inicialmente pensam. Depois da análise a este diagrama, é possível melhorar o *layout* do posto de trabalho.

Assim, neste âmbito, foi então realizado o diagrama de spaghetti para cada um dos postos de trabalho da empresa. Recorrendo ao uso de linhas sobre o *layout*, foi possível retirar uma ‘fotografia aérea’ ao espaço da empresa (ficando representados todos os trajetos que o operador necessita de fazer em

cada posto). Este trabalho foi realizado durante a semana de 8 a 12 Janeiro (2018), com recurso à observação de cerca de 4 horas em cada posto de trabalho (a diferentes horas e com diferentes operadores, para deteção de possíveis diferenças), definindo-se com linhas cada um dos tipos de movimentos de deslocamento efetuados pelos diferentes operadores, fazendo-se ainda uma análise em termos de tempos despendido em cada movimento. Nos Anexos VI, VII, VIII, IX, X, XI e XII encontram-se os diagramas de *spaghetti* de cada um dos postos de trabalho, onde se encontram representados os tipos de movimentos observados para cada um deles.

Paralelamente à execução do diagrama foram também registados os tempos gastos com cada movimento (a análise poderia ter sido feita em termos de distância, mas seria mais difícil medir). Para aqueles movimentos que foram observados várias vezes, registaram-se todos os tempos e no final fez-se uma média para cada um deles.

Assim, depois da recolha de dados foi possível fazer um resumo com todos os movimentos e os respetivos tempos gastos por turno. Para isso foi necessário também um levantamento junto dos operadores de cada posto no sentido de saber quantas vezes em média efetuavam cada movimento por turno, para se verificar o impacto total em termos de tempo. As tabelas seguintes resumem os dados relativos a essa recolha para cada posto de trabalho.

*Tabela 4 - Movimentos na codificação*

Movimentos	Tempo Unitário	Frequência/ Operador/ Turno	Nº Operadores/ Turno	Total de tempo por turno	Total do posto de trabalho por turno
Levar caixa à produção	00:00:50	6	2	00:10:00	<b>00:10:00</b>

*Tabela 5 - Movimentos no MOLP*

Movimentos	Tempo Unitário	Frequência/ Operador/ Turno	Nº Operadores/ Turno	Total de tempo por turno	Total do posto de trabalho por turno
Buscar dossier à estante	00:00:12	10	8	00:16:00	<b>00:55:33</b>
Buscar porta-tubos à estante	00:00:13	6	8	00:10:24	
Procurar lamelas junto dos outros molpistas	00:00:25	1	4	00:01:40	
Deslocação ao MOLP	00:00:10	4	8	00:05:20	
Procurar amostras nas caixas de arquivo	00:00:34	16	1	00:09:04	
Procurar porta-tubos na PREP	00:00:40	1	4	00:02:40	
Buscar tubos à estufa	00:00:49	1	4	00:03:16	
Levar tubos para a mesa antes do forno	00:00:23	1	8	00:03:04	
Procurar amostras no armazém para MOLP	00:04:05	1	1	00:04:05	

*Tabela 6 - Movimentos no ataque-ácido*

Movimentos	Tempo Unitário	Frequência/ Operador/ Turno	Nº Operadores/ Turno	Total de tempo por turno	Total do posto de trabalho por turno
Buscar amostras ao forno e respetiva banette	00:00:41	10	3	00:20:30	<b>01:01:36</b>
Procurar porta-tubos no MOLP	00:00:25	1	3	00:01:15	
Descartar espátulas sujas e buscar limpas	00:00:35	4	3	00:07:00	
Levar lixo ao caixote e buscar novo saco	00:00:40	2	3	00:04:00	
Buscar ácido à codificação	00:02:02	2	3	00:12:12	
Deslocamento devido ao almofariz	00:01:04	2	3	00:06:24	
Levar embalagem de toalhas ao lixo	00:00:35	4	3	00:07:00	
Buscar tubo à estufa	00:00:42	1	3	00:02:06	
Procurar porta-tubos no MET	00:00:23	1	3	00:01:09	

*Tabela 7 - Movimentos na drenagem*

Movimentos	Tempo Unitário	Frequência/ Operador/ Turno	Nº Operadores/ Turno	Total de tempo por turno	Total do posto de trabalho por turno
Levar lixo ao caixote e buscar novo saco	00:00:40	4	3	00:08:00	<b>00:54:00</b>
Buscar tampas ao ataque-ácido	00:00:39	4	3	00:07:48	
Buscar espátula ao ataque-ácido e levá-la de volta	00:00:33	5	3	00:08:15	
Usar centrífuga do lado oposto da linha	00:00:24	1	3	00:01:12	
Descartar frasco de resíduos e buscar outro vazio	00:00:35	3	3	00:05:15	
Depositar embalagem na reciclagem e buscar toalhitas/lenços ao Ataque-ácido	00:00:35	7	3	00:12:15	
Encher água usando o garrafão colocado na zona de lavagem de tubos	00:00:45	5	3	00:11:15	

*Tabela 8 - Movimentos na diluição*

Movimentos	Tempo Unitário	Frequência/ Operador/ Turno	Nº Operadores/ Turno	Total de tempo por turno	Total do posto de trabalho por turno
Levar lixo ao caixote e buscar novo saco	00:00:40	4	3	00:08:00	<b>00:38:30</b>
Descartar frasco de resíduos e buscar outro vazio	00:00:35	3	3	00:05:15	
Depositar embalagem na reciclagem e buscar toalhitas/lenços ao Ataque-ácido	00:00:35	8	3	00:14:00	
Buscar espátula ao ataque ácido e levá-la de volta	00:00:45	5	3	00:11:15	

Tabela 9 - Movimentos na deposição

Movimentos	Tempo Unitário	Frequência/ Operador/ Turno	Nº Operadores/ Turno	Total de tempo por turno	Total do posto de trabalho por turno
Buscar consumíveis	00:00:30	3	3	00:04:30	<b>00:16:42</b>
Levar caixa para a estante	00:00:21	10	3	00:10:30	
Buscar grelhas à estante	00:00:17	2	3	00:01:42	

Tabela 10 - Movimentos no MET

Movimentos	Tempo Unitário	Frequência/ Operador/ Turno	Nº Operadores/ Turno	Total de tempo por turno	Total do posto de trabalho por turno
Levar e buscar redeposição	00:00:46	8	8	00:49:04	<b>03:24:48</b>
Buscar caixa para arquivar petris	00:00:30	4	8	00:16:00	
Entregar amostras a outro metista para ele as analisar	00:00:50	8	8	00:53:20	
Registar resultados do colega no caderno e devolver-lhe as amostras	00:01:00	8	8	01:04:00	
Buscar amostras para analisar	00:00:21	8	8	00:22:24	

A partir destes dados recolhidos é possível verificar quais os postos mais críticos no que a movimentos fora do posto de trabalho diz respeito. É, portanto, uma boa ferramenta para a determinação dos níveis de desperdício, uma vez que possibilita observar desperdícios em relação ao tempo total gasto em deslocamentos (ou tarefas repetitivas).

Depois de recolhidos estes dados, é possível partir-se para alterações ao *layout* de cada posto de trabalho, de forma a reduzir ao máximo as movimentações (que são um dos principais desperdícios em ambiente industrial). Consequentemente, o tempo disponível para produção será aumentado, sendo possível produzir mais com os mesmos recursos (efetuando-se algumas mudanças no *layout*).

#### 4.4 Níveis de WIP na produção

O termo *work in progress* refere-se ao inventário que se encontra entre os postos de trabalho e em produção nos próprios postos. O WIP é, portanto, um fator importante no seio de uma organização, porque mostra a quantidade de trabalho que já se encontra em curso, sem, no entanto, ainda ter acabado, sendo por isso essencial reduzir ao máximo esses valores de forma a que os tempos de atravessamento da linha sejam os mais baixos possíveis.

Considerando que o que se pretende neste estudo é uma redução do WIP, é importante perceber a relação então deste fator com outros fatores impactantes de uma organização. Assim, é possível concluir que uma redução no *lead time* pode ser conseguida diminuindo o WIP ou ainda através do aumento da taxa de produção. Torna-se bastante mais vantajoso abordar a questão do WIP como caminho para a redução do *lead time*, uma vez que na maior parte dos casos uma pequena melhoria do tempo de ciclo do sistema é sinónimo de investimentos e custos avultados.

Apesar de existir um grande número de causas possíveis, existem duas que sugerem um impacto maior nos níveis do WIP: o tamanho do lote produtivo e o mau balanceamento das linhas. Para reduzir os custos produtivos, tende-se a optar por um aumento no tamanho do lote, mas o que é facto é que quanto maior forem os lotes, efetuam-se menos mudanças de *setup*, diminuindo-se por consequência o tempo de paragem das máquinas e aumentando teoricamente a produtividade. O mau balanceamento das linhas é também outro fator que influencia claramente com a flutuação do WIP que, de um modo geral, causa o aumento dos níveis de *stock*, junto principalmente dos postos que desequilibram negativamente a linha. Sendo estes fatores críticos no que à questão do WIP diz respeito, ambos os problemas são relacionados com a área do planeamento de produção. Assim, se as organizações pretendem uma redução os níveis de produto em curso de fabrico entre os postos de trabalho, devem criar fluxo entre os processos, diminuir o tamanho dos lotes e equilibrar da melhor forma as atividades produtivas.

No caso da empresa em estudo, foi claramente perceptível que grande parte dos problemas enunciados se verificavam na realidade do dia a dia da empresa. Existe ainda outro problema adicional, relacionado com a falta de preenchimento de alguns postos de trabalho. Dessa forma, o *stock* para esses postos que estavam ocasionalmente vazios iam aumentando até que alguém tomasse a produção nesse posto.

Outra condicionante clara da empresa é o facto de se usar como *batch* uma quantidade ideal de cerca de 20 tubos a partir do posto do MOLP, uma vez que aqui neste posto as amostras que chegam em pequenas saquetas são parcialmente depositadas em tubos para seguirem os restantes processos de

transformação. Este facto obriga a que os tubos passem a estar acondicionados num suporte respetivo (numa primeira fase um porta-tubos metálico para ida ao forno e numa segunda fase um porta-tubos de plástico aquando da ida para a PREP), dado o seu perfil físico. Para além da questão de terem de circular em suporte, o facto é que a principal condicionante do não uso de *one piece flow* se deve em muito à ida ao forno (que levam cada cerca de 200 tubos e entra 1 de hora a hora) e à ida em *batch* a máquinas intermédias situadas entre os processos da PREP. Assim sendo, obviamente não seria exequível ir tubo a tubo à centrifuga (que tem capacidade para 40 tubos e atua durante 10 minutos). O facto de normalmente só se colocarem 20 tubos (metade do espaço disponível) serve já para empreender um maior fluxo à linha de produção e assim evitar que os níveis de *stock* tomem proporções mais elevadas. A Figura 26 mostra os tubos em *batch* dentro das *banettes*.



*Figura 26 - Tubos em batch*

Como se pôde verificar, existem ainda linhas (azuis) entre os postos da PREP que pretendem de alguma forma delimitar o *stock* desses locais (existe espaço para 3 *banettes*, que é a caixa azul onde por segurança se transportam os porta-tubos).

Considerando tudo o que foi referenciado anteriormente e de acordo com o que foi estabelecido com a empresa, foi feito um levantamento das existências de *stock* intermédio entre todos os postos da produção. O estudo foi feito durante cerca de uma semana e consistiu na recolha de dados no terreno dos *stocks* existentes (contagem manual de produto em curso de fabrico) a horas previamente determinadas e diferenciadas de forma a obter diversas realidades no que a este problema diz respeito. Para essa recolha foi utilizada uma folha de observação previamente desenvolvida pelo autor.

É necessário perceber que a recolha foi dividida entre Lab 1 e Lab 2 e foi ainda feita a análise englobando o conjunto dos dois laboratórios.

Assim, os *stocks* entre os postos existentes e os respetivos valores recolhidos estão de seguida apresentados:

1º *Stock* Codificação-MOLP (amostras)

*Tabela 11 - Valores médios de stock Codificação-MOLP*



*Figura 27 - Stock para o MOLP*

	Lab 1	Lab 2	Total
09:00 h	854	131	985
11:00 h	722	126	848
13:00 h	742	154	896
15:00 h	938	269	1207
17:00 h	1032	289	1321

2º *Stock* MOLP-Forno (camadas)

*Tabela 12 - Valores médios de stock MOLP-Forno*

	Lab 1	Lab 2	Total
09:00 h	25	8	33
11:00 h	29	0	29
13:00 h	31	14	45
15:00 h	23	13	36
17:00 h	27	0	27



### 3º Stock Forno-Ataque-ácido



Figura 28 - Stock para o ataque-ácido

Tabela 13 - Valores médios de stock MOLP-Ataque-ácido

	Lab 1	Lab 2	Total
09:00 h	146	33	179
11:00 h	121	5	126
13:00 h	124	8	132
15:00 h	145	0	145
17:00 h	147	9	156

### 4º Stock Ataque-ácido-Drenagem



Figura 29 - Stock para a drenagem

Tabela 14 - Valores médios de stock Ataque-ácido-Drenagem

	Lab 1	Lab 2	Total
09:00 h	13	4	17
11:00 h	26	0	26
13:00 h	24	4	28
15:00 h	10	0	10
17:00 h	45	0	45

### 5º Stock Drenagem-Diluição



Figura 30 - Stock para a diluição

Tabela 15 - Valores médios de stock Drenagem-Diluição

	Lab 1	Lab 2	Total
09:00 h	20	16	36
11:00 h	38	3	41
13:00 h	52	0	52
15:00 h	26	4	30
17:00 h	55	11	66

### 6º Stock Diluição-Deposição



Figura 31 - Stock para a deposição

Tabela 16 - Valores médios de stock Diluição-Deposição

	Lab 1	Lab 2	Total
09:00 h	40	24	64
11:00 h	18	22	40
13:00 h	27	8	35
15:00 h	33	12	45
17:00 h	29	0	29

### 7º Stock Deposição-MET



Figura 32 - Stock para o MET

Tabela 17 - Valores médios de stock Deposição-MET

	Lab 1	Lab 2	Total
09:00 h	110	68	178
11:00 h	115	80	195
13:00 h	110	74	184
15:00 h	98	78	176
17:00 h	78	82	160

## 8º Stock MET-Validação (stock digital em dossiers, que são conjunto de amostras do mesmo cliente)

Tabela 18 - Valores médios de stock MET-Validação

	Lab 1	Lab 2	Total
09:00 h	13	3	16
11:00 h	8	1	9
13:00 h	4	2	6
15:00 h	7	2	9
17:00 h	7	4	11

É de referir que o levantamento destes *stocks* foi feito numa altura de baixos níveis de produção. Assim, com o decorrer do ano, foi perceptível um aumento desses níveis de *stock*, diretamente relacionados com o aumento dos níveis de produção.

Independentemente de ter sido feita esta análise aos níveis de *stocks* existentes em todo o laboratório, o objetivo prendeu-se também em grande parte com a aplicação de medidas que agilisassem o controlo de *stocks*, de forma a tornar mais rápida a perceção de níveis de *stock* indesejáveis e ao mesmo tempo melhorar a reação a esse problema. Assim, o que acontecia na empresa era que os *stocks* eram praticamente só controlados pelos *team leaders* (chefes de equipa de trabalho/turno), que precisavam de se deslocar aos postos de trabalho a fim de verificar visualmente e/ou fazer a contagem de *stocks* existentes. Esse trabalho era algo demorado e obrigava a movimentações no ambiente de trabalho, com tudo o que isso acarreta de negativo. Quanto aos operadores, os mesmos não tinham grandes preocupações quanto aos *stocks* intermédios, faltando algum tipo de comprometimento com esta temática, que seria mais fácil de resolver/melhorar caso isso não acontecesse.

## 4.5 Quadro de KPIs

Os KPIs são muito importantes em qualquer organização hodiernamente, e no que respeita à empresa Eurofins o mesmo conceito se aplica. Toda a estrutura da organização está focada e ciente que um caminho assente em indicadores de desempenho fortes e adequados é bastante importante para o sucesso. Assim, os KPIs são considerados 'veículos' de comunicação que se estabelecem entre toda a

estrutura produtiva da empresa, pois são capazes de fazer com que a gestão comunique aos técnicos o quão eficiente a produção é e como está o seu desempenho ao longo de um período determinado de tempo. Assim, os mesmos facilitam a transmissão da missão e visão da empresa a todos os que não ocupam cargos mais estratégicos para assim direcionarem todos os seus esforços para cumprir os objetivos estrategicamente delineados para a empresa.

Era comum ver-se que os trabalhadores não sabiam a importância que constituía cada uma das suas atividades e não conseguiram entender o grande impacto das atividades no resultado final da empresa. Desta forma, na Eurofins, os indicadores orientam os esforços dos operadores em busca de metas previamente e cuidadosamente estabelecidas que gerem um alto desempenho competitivo da organização. Os KPIs têm ainda o condão de serem formas de medição de desempenho dos setores, quantificando de forma exata e indo em busca de compreender se os objetivos são exequíveis. O estabelecimento desses objetivos é feito na Eurofins em estreita coordenação com a gestão em França, que tem uma palavra muito importante a dizer, dado que são os principais responsáveis pelo envio de amostras. E é prática na empresa a adoção de medidas corretivas que permitam seguir no sentido de alcançar os objetivos programados.

Alguns dos objetivos da empresa para os KPIs em termos do desempenho organizacional são as características que um bom indicador de desempenho deve ter, como por exemplo:

- **Relevante e de alto impacto:** o indicador deve ter relação direta para com a área de negócio;
- **Compreensível e simples:** o indicador de desempenho deve ser facilmente entendível, para que todos na organização sejam capazes de compreender e entender a importância subjacente ao mesmo;
- **Equilibrado:** o indicador de desempenho deve ir em busca de equilíbrio para atender tanto às necessidades de curto como de longo prazo;
- **Temporal:** a medição permite o acompanhamento e a ação corretiva, tornando desta forma interessante que eles sejam medidos diariamente, semanalmente e mensalmente, sendo possível visualizar evoluções tanto a nível micro como a nível macro;

O desenvolvimento de bons KPIs faz com que a empresa possa medir de forma adequada o seu desempenho e identificar onde estão seus problemas internos, como forma de aperfeiçoar e consolidar a sua atividade. Com indicadores de desempenho claramente efetivos, é possível o aumento da eficiência e eficácia, auxiliando-se as tomadas de decisão necessárias, impulsionando-se as vendas e em algumas ocasiões conseguindo-se mesmo a redução de custos. Dessa forma, a Eurofins tem bem

presente a importância destes parâmetros de desempenho e trabalha sempre na procura de transmitir aos seus colaboradores a importância dos mesmos.

Assim, atualmente o quadro de KPIs da empresa é composto por duas partes distintas, mas ao mesmo tempo complementares, ou seja, tem uma primeira 'face' em que apresenta os KPIs diários e numa segunda parte em que apresenta os mesmos KPIs, mas com resultados semanais e anuais. Esta 'divisão' permite olhar para cada um deles com os mais diversos alcances possíveis e ter tanto um alcance a curto prazo como também a médio-longo prazo.

A Eurofins tem o seu quadro assente em 7 KPIs, que são métricas bastante impactantes no decorrer do dia a dia da empresa, quer a nível de gestão como a nível de técnicos. A saber, os indicadores utilizados são:

- **TAT-R (*turn around time* médio):** período de tempo entre o *Starting Time* e o *Ending Time* da cada amostra, ou seja, o período de tempo que começa com o recebimento da amostra e uma ordem para a sua execução (pressupondo para que a análise comece) e o término da emissão e transmissão bem-sucedida do Relatório Analítico para o Cliente. Assim, este KPI estabelece a média de tempo que todas as amostras demoram desde a entrada na empresa até à saída de um resultado para o cliente. Este indicador está diretamente relacionado com o nível de serviço da empresa (que é um pilar da empresa), uma vez que é o tempo que demora a responder aos pedidos dos clientes. Associados a este indicador existe o TAT-95 (tempo que demora a terminar as primeiras 95% das amostras alocadas ao dia) e TAT-50 (tempo que demora a terminar as primeiras 50% das amostras alocadas ao dia), sendo que estes dois KPIs são calculados, mas não colocados no quadro;
- **Taxa de bem à 1ª:** este indicador mede indiretamente a taxa de erros e retrabalho, permitindo ao mesmo tempo avaliar a quantidade de amostras que são 'produzidas' à primeira. Ele permite que a empresa tenha noção da quantidade de 'erros' (a empresa considera também para essa taxa as amostras que têm como resultado mais de 0% de amianto até 5%, que precisam de retrabalho, segundo o que está estabelecido pelos procedimentos da empresa), identificar as causas e corrigi-los. Esta taxa permite à gestão procurar causas de possíveis problemas que estejam a condicionar e provocar trabalho que é apenas desperdício e que impacta negativamente na produtividade, pois é trabalho que não traz retorno. Acima de tudo é um indicador de qualidade da empresa;
- **Número de amostras reportadas:** permite saber a quantidade de amostras que a empresa foi capaz de reportar aos clientes em determinado período de tempo. Através disto é possível a

empresa saber em que nível se encontra e estabelecer valores que pretende alcançar no futuro. Acaba por ser um indicador da capacidade da empresa, que mostra aquilo que a empresa é capaz de fazer;

- **Produtividade:** é um indicador comumente utilizado e que consiste na quantificação do tempo utilizado para executar a produção e pode ser melhorado com uma melhoria da qualidade de produtos, sem o acréscimo de mão-de-obra ou aumento dos recursos necessários. Deve ser ponto assente a manutenção da qualidade do serviço. A produtividade normalmente consegue-se melhorar através da criatividade, da formação e da melhoria contínua. Pode ser visto como o máximo de produção possível com a manutenção dos padrões de qualidade adequados;
- **Número de camadas (do MOLP, da PREP e do MET):** indica a quantidade de trabalho produzido em cada um dos postos da empresa, sendo, portanto, um indicador de comparação entre o que feito entre estes postos (é expectável que seja parecido entre PREP e MET, mas o MOLP é um pouco superior dado que há amostras que param o seu processamento logo neste posto).

O quadro avaliado foi implementado no início do presente ano. Houve uma remodelação quase total do mesmo. Antes o quadro era baseado numa tabela em que tinha os diversos KPIs como entradas horizontais e cada dia de uma semana como entradas verticais e unicamente a cada dia eram preenchidos os respetivos valores. A análise era feita a nível micro e ao final de semana os dados eram eliminados para serem preenchidos dados de uma nova semana. Para além de o quadro ser pouco diversificado (muito cheio) e difícil de retirar conclusões com uma análise mais superficial, o quadro de certa forma era pouco apelativo aos utilizadores (técnicos de laboratório).

Até que houve uma inversão na metodologia utilizada para o quadro com a introdução de gráficos para cada um dos KPIs e dividido em duas faces como já explicado em cima. O quadro ficou automaticamente mais apelativo, mais organizado e mais perceptível, sendo que as melhorias verificadas necessitavam de ser consolidadas.

A gestão da empresa pretendia perceber de que forma é que os seus colaboradores viam este novo quadro e perspetivar oportunidades de melhoria no mesmo. Assim, para além do diagnóstico já descrito em cima, ficou decidida a execução de um questionário junto dos técnicos de laboratório da empresa, a fim de perceber o conhecimento e avaliação que os mesmos faziam do quadro. O questionário foi feito em função destes objetivos, sendo que o mesmo foi enviado aos colaboradores da

empresa no início do mês de maio e esteve todo o mês disponível para resposta. A Figura 33 mostra um esboço do questionário realizado.

Questionário 'KPIs na EUROFINS'

Este questionário pretende avaliar junto de cada team leader e cada técnico de laboratório da EUROFINS a sua perceção e avaliação relativamente aos indicadores de desempenho (KPIs), nomeadamente os quadros onde os mesmos estão expostos. Os dados recolhidos são confidenciais, pelo que é garantida a descrição de todas as respostas.

\*Obrigatório

Sexo \*

Feminino

Masculino

*Figura 33 - Esboço inicial do questionário*

O questionário consistiu num conjunto de perguntas 30 perguntas, maioritariamente perguntas de escolha múltipla, de avaliação de parâmetros e algumas de resposta aberta. Na Tabela 19 estão alguns dados relativos ao inquérito efetuado.

*Tabela 19 - Dados sobre as respostas ao questionário*

<b>Tempo médio de resposta</b>
<b>8,3 dias</b>
<b>Taxa de resposta</b>
<b>44 em 80 = 55%</b>

No Anexo XIII encontram-se também as perguntas colocadas e os respetivos gráficos de resumo das respostas obtidas. Através destas respostas foi possível obter dados de diagnóstico sobre o quadro que atualmente é utilizado na empresa e partir para soluções que pudessem melhorar aspetos identificados como não tão positivos. A validade do uso dos dados deste questionário como ferramenta de desenvolvimento do quadro de KPIs é interessante, pois trata-se de uma técnica de baixo custo e de resposta ágil, características muito valorizadas, numa altura em que a informação é global e por isso circula rapidamente nas empresas.





## 5. PROPOSTAS DE MELHORIA E RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentadas todas as propostas de melhoria que foram pensadas, concebidas e testadas no sentido de melhorar os aspetos abordados no capítulo anterior, bem como os resultados alcançados ou esperados. Todas elas têm como objetivo principal melhorar o desempenho da organização, sendo que as mesmas têm cada uma um objetivo e alcance particular, que serão devidamente explanados de seguida.

### 5.1 Mudanças na linha de PREP

Depois de determinada a eficiência do balanceamento dos postos de trabalho da PREP (calculada com os tempos obtidos no estudo dos métodos e tempos), foi possível perceber que existem alguns problemas na forma como os tempos estão distribuídos nesta linha de trabalho. Por exemplo, é perceptível que o posto mais rápido demora quase metade do tempo a ser executado em relação ao posto mais lento, com a agravante de estarem subsequentes. Relativamente aos outros dois postos, encontram-se num estágio de tempo mais intermédio e não são à partida tão problemáticos, sendo, no entanto, passíveis de aspetos a melhorar. Por isso, a ideia passou por delegar melhor as operações da PREP pelos postos e notar desperdícios que possam ser removidos. Nesse sentido, foram desenvolvidas três propostas de melhoria que visam a busca de uma melhor distribuição das operações e dos tempos nos quatro postos da PREP, que são de seguida devidamente apresentadas.

#### 5.1.1 Avaliação da utilidade do ultrassom na diluição

Tendo em conta que o posto de diluição é o mais lento da PREP, o mesmo necessitou que as suas operações fossem devidamente estudadas e avaliadas para que se detetassem formas de melhorar a sua performance. Assim, foi detetado durante este estudo que a última operação deste posto é bastante demorada. Tendo em conta que a mesma só é necessária por causa do uso do ultrassom (que serve para libertar as fibras da restante matéria, alterando as características da amostra e obrigando por isso a uma nova análise às diluições obtidas) foi proposto um estudo ao efeito desse mesmo ultrassom, uma vez que o mesmo é bastante rápido (30 segundos).

Foi então planeado um estudo que avaliasse a utilidade do ultrassom nesse posto. Assim foi também posta a hipótese de eliminar a última operação da PREP, uma vez que a mesma só acontece porque

existe uma ida ao ultrassom. De seguida é apresentado em tabela o conjunto de operações que foram 'postas em causa'.

*Tabela 20 - Operações a eliminar na diluição e duração média respetiva em segundos*

8	Levar porta-tubos ao ultrassom	5,9
9	Retirar porta-tubos do ultrassom	7,3
10	Verificar as diluições para atestar que estão em condições de ser depositadas	100,5

O estudo foi planeado em estreita colaboração com a célula técnica da empresa e coordenada por uma *team leader* da empresa. O estudo passou pelo teste de um conjunto de amostras previamente escolhidas pela célula técnica que passaram todo o processo sem o ultrassom na diluição (e sem a avaliação seguinte necessária). De seguida as mesmas amostras (tubos) voltaram atrás para irem ao ultrassom e seguirem o restante processo. O objetivo final foi avaliar a diferença entre os dois resultados das diferentes amostras e assim perceber o impacto da não utilização do ultrassom. Para este estudo foi determinado que seriam testadas amostras de 5 tipos grupos de amostras mais críticas (de alguma forma têm alguma variável que as torna mais 'voláteis' e por isso necessitam do seguimento escrupuloso do processo). Assim, esses grupos (conhecidos neste meio como matrizes) foram o Alcatrão, Betuminosos, Gessos, Tintas e Cimentos. As amostras escolhidas teriam ainda de ter outra condicionante que era o facto de o seu resultado inicial aquando da sua análise no laboratório ter sido Vestígios (significa um resultado entre 0 e 5 por cento de amianto, mas neste caso usou-se apenas entre 1 e 5 por cento para não existir um limite entre amianto e não amianto muito pequeno). O facto de se escolherem apenas amostras com vestígios prendeu-se com o facto de estas serem em princípio as amostras que têm menores variações de resultados entre diferentes avaliações. Foi também só escolhida uma amostra de Alcatrão dado que foi bastante difícil encontrar amostras desse tipo com resultado entre 1 e 5 por cento de amianto.

Depois de escolhidas as amostras e segundo os critérios acima apresentados, foi então realizado o procedimento já descrito para a obtenção do par de resultados entre cada amostra. Outro aspeto importante foi o facto de para cada amostra ter sido feita a preparação de 3 diferentes tomas, de forma a verificar que não existiam grandes variações de resultados entre as mesmas para cada amostra. É

relevante salientar ainda que o processo foi em cada posto efetuado pelo mesmo operador, de forma a tentar conferir a maior coerência possível a todo este teste.

Os resultados que foram obtidos, registados no Anexo XIV, foram entregues à responsável técnica da empresa para que a mesma avaliasse os resultados obtidos no âmbito do objetivo do projeto. A verde foram colocados os resultados que não eram expectáveis (demasiado amianto, mas sem impacto no projeto em questão), a vermelho os resultados das amostras que estranhamente tinham mais amianto sem o ultrassom (dado que o ultrassom serve para libertar as fibras de amianto, também sem impacto neste projeto) e apenas um resultado (em 63) a laranja, que confirmou a utilidade do ultrassom (essa toma passou de 2 por cento para 20 por cento de amianto).

Assim sendo, foi determinado pela célula técnica que os resultados do estudo efetuado foram bastante satisfatórios, uma vez que se conseguiu provar que o ultrassom de 30 segundos na diluição é praticamente ineficaz. Por esse mesmo motivo, é possível verificar que existe a possibilidade de eliminar as 3 últimas operações. Com esta eliminação, o processo mais lento da PREP passa de 11,5 minutos para menos 2 minutos do que esse valor (duração das 3 últimas operações da diluição). Assim, o balanceamento é claramente beneficiado com esta alteração:

$$\frac{8,6 + 6,7 + 9,5 + 8,7}{9,5 * 4} = \mathbf{88,2\%}$$

Com esta alteração regista-se um aumento de cerca de 11 pontos percentuais na eficiência da PREP, o que resulta consequentemente na redução para metade do 'tempo inocupado' nestes postos.

Paralelamente e como é reduzido o tempo do posto mais lento da PREP, isso resulta num ganho de cerca de 21% em termos de capacidade desta linha, ou seja, a cada hora a PREP terá capacidade para fazer mais uma *banette* de 20 tubos.

#### 5.1.2 Utilização de uma máquina de apoio na diluição

Como já foi perceptível anteriormente, o processo de diluição é o mais crítico de toda a PREP. Isso é em grande parte devido ao facto de este processo estar muito sujeito à perceção do operador, uma vez que ele necessita de para além de efetuar as operações necessárias para diluir, avaliar a diluição que obtém. Sempre que o operador considere que não tem uma boa diluição tem de repetir os passos já feitos a fim de melhorar a diluição. Os aspetos que o operador tem de avaliar é se, agitando o tubo com a amostra, se as partículas não se depositam demasiado rápido e se a amostra não está demasiado transparente (indicará uma amostra demasiado diluída, com falta de partículas sólidas).

Tendo em conta que se pede ao operador que efetue algo que depende única e exclusivamente da sua perceção, é normal existirem diferentes sensibilidades, dependendo da pessoa que está a observar. Com isto, o que se pretende dizer é que não se definindo critérios de aceitação claros, provoca que esta avaliação seja algo ingrata para os operadores e fica sujeita a erros de avaliação (que são mais comuns uns do que outros, dependendo da sensibilidade de cada pessoa). Isto depende também do tempo que cada pessoa passa neste posto, normalmente quem passa mais tempo tem mais aptidão para esta avaliação. Para se ter uma ideia como este fator é bastante crítico, cerca de um terço do retrabalho de todo o laboratório no mês de março de 2018 foi devido a este fator. Ou seja, os operadores do MET depois de avaliarem as grelhas verificam que as mesmas não estão em condições de serem analisadas e a respetiva amostra precisava de ser concentrada ou diluída. Isso obriga a retrabalho na diluição, deposição e MET.

Tendo em conta todas estas observações, procurou-se pensar numa forma de facilitar/ajustar o processo de verificação na diluição. A certa altura foi perceptível que um *team leader* já tinha tentado desenvolver algo que ajudasse nesse processo. Verificou-se que essa mesma pessoa já tinha no laboratório uma espécie de protótipo de uma máquina que permitia avaliar as diluições. Ela era constituída por uma caixa de sapatos que no interior tinha um sistema Arduino que media a turbidez das amostras. Basicamente o tubo teria de entrar num furo na caixa e sobre ele (mais ou menos a meio) passaria um foco de luz de tungsténio. Depois, conforme a quantidade de luz que passasse no tubo (dependendo da quantidade de partículas existentes e consequentemente da diluição) e tendo em conta o sistema já referido e que está montado por dentro da caixa, existe um leitor exterior na parede da caixa que informa o operador do valor de turbidez obtido. O que foi feito foi pegar nessa máquina e acabar de a montar, uma vez que a mesma ainda se encontrava com quase todos os componentes por montar e programar.

Depois de terminar esse processo, a ideia passaria por verificar se essa máquina seria aplicável na resolução do problema em questão. Para isso seria necessário efetuar vários testes com a mesma. O objetivo principal desses testes seria verificar se existiria um intervalo de valores em que se considerassem as diluições como boas. Para isso teriam de ser testadas as amostras que já tivessem passado o processo e verificar os valores que seriam devolvidos no leitor. Teria de se considerar a família de materiais a que pertencia cada amostra por forma a verificar se os intervalos variavam muito de matriz para matriz. Se assim fosse perder-se-ia um pouco o efeito pretendido, caso contrário seria possível estabelecer medidas *standard* que podiam ser utilizadas como referência pelos operadores na diluição.

Sendo possível a utilização deste sistema, seria possível acabar com um terço do retrabalho (devido a amostras mal diluídas, para concentrar ou diluir). Outro ganho que poderia ser possivelmente observado era a redução do tempo necessário para efetuar diluições, uma vez que o processo iria ficar mais automatizado, o que tenderia a baixar o tempo necessário. Contudo esta última melhoria teria de ser observada na prática com um novo estudo dos tempos e métodos deste posto, a fim de conferir se se verificava uma redução nos tempos.

### 5.1.3 Realocação de operações entre os postos de ataque-ácido e drenagem

Uma vez que o posto da drenagem é mais rápido do que todos os outros, uma solução possível para melhorar o equilíbrio de tempos da PREP é a alocação de operações de outros postos (mais lentos) a este posto. Desta forma os outros postos ficariam menos sobrecarregados e o posto mais rápido ficaria menos tempo parado. É de reparar que uma alteração deste tipo não confere uma redução em termos totais de tempos à PREP, mas permite ‘apenas’ uma melhor distribuição das atividades necessárias pelos postos, sem nunca por em causa a ordem necessária de execução do trabalho.

Assim, a ideia passa por colocar as duas últimas operações do ataque-ácido na drenagem. Essas operações resultam num gasto de cerca de 1 minuto e consistem na colocação e tiragem dos tubos de dentro da centrífuga subsequente ao ataque-ácido. Esta alteração seria acompanhada de uma mudança do *layout* na mesa onde se encontram a centrífuga (Centri) e o ultrassom (US), de forma a tornar a organização mais ajustada a esta mudança nas operações (centrífuga ficaria virada para a drenagem). A Figura 34 mostra a nova organização da mesa.

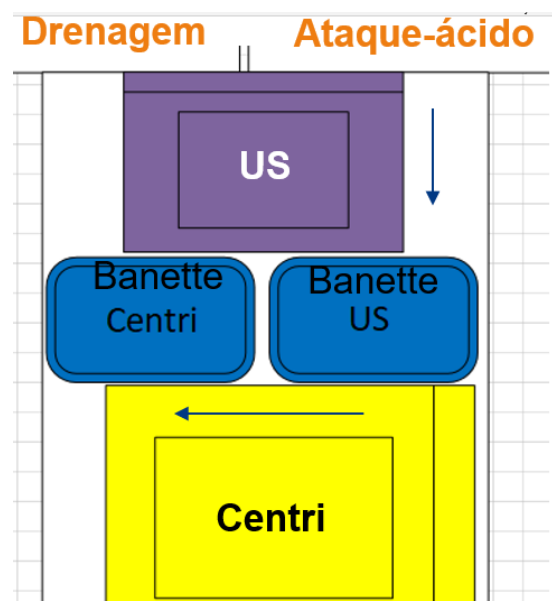


Figura 34 - Nova organização da mesa

O operador do ataque-ácido, nesta nova organização, teria de avisar o operador da drenagem assim que colocasse a *banette* na zona da *Banette Centri* para o mesmo se deslocar à mesa para colocar os tubos na centrífuga. Com a nova organização, ficaria claro onde fica cada uma das coisas e fica mais próximo de cada posto o que lhe pertence em termos de trabalho.

Esta alteração resulta que a drenagem passe a ter um tempo por *banette* de cerca de 7,7 minutos e por consequência o ataque-ácido reduza o seu tempo em 1 minuto (passaria a ter um tempo de 7,6 minutos). Praticamente com o mesmo tempo que a drenagem, o ataque-ácido ‘forneceria’ o posto subsequente com a mesma frequência que esse posto ‘consumiria’. Outra vantagem é que também o posto mais lento (diluição) receberia amostras com menor cadência (uma vez que a drenagem ficaria mais lenta), o que potenciará uma redução drástica nos níveis de *stock* entre estes dois postos. Relativamente ainda a estes dois postos, a diferença entre eles (respetivamente posto mais rápido e posto mais lento) em termos de tempo passaria dos cerca de 5 minutos (sem qualquer proposta de melhoria) para 2 minutos (redução de 3 minutos, sendo que um terço desse tempo seria conseguido graças a esta melhoria).

Para a concretização desta alteração seria necessário um teste simples que consistiria na colocação de vários operadores sujeitos à mesma, de forma a verificar possíveis constrangimentos e também de forma a perspetivar a opinião dos operadores, o que seria bastante importante uma vez que os operadores iriam ter a seu cargo duas centrífugas, sendo que ficaria uma de cada um dos seus lados. Esta mudança obrigaria a um período de adaptação e teste, que não avaliando nenhum aspeto em concreto, seria importante para confirmar a validade desta proposta.

## 5.2 Ajustamento do número de postos de trabalho

Depois de realizado o estudo aos registos informáticos de tempos da empresa, foi possível determinar o tempo médio que cada amostra demora em cada posto de trabalho. Mais importante do que isso e havendo postos que têm mais operadores do que outros, foi perceber qual a cadência com que saem amostras de cada posto (já calculado no capítulo anterior). Com esses tempos foi possível determinar a eficiência atual do balanceamento de todos os postos de trabalho. Assim, o valor calculado foi de 82%. Tendo em conta que os tempos da PREP sofreriam as alterações acima propostas, torna-se necessário perceber qual o impacto que essas mesmas propostas exercem no balanceamento atual. Assim, os tempos da PREP foram redefinidos (é de notar que os tempos obtidos com recurso aos registos são superiores aos retirados com o trabalho de campo uma vez que os mesmos possuem variáveis tais

como tarefas auxiliares, pequenas paragens que possam ocorrer durante o curso de trabalho e o facto de puder ter existido algum 'relaxamento' em alturas de menor produção, fatores que condicionam os tempos obtidos, mas ao mesmo tempo são mais abrangentes). A Tabela 21 mostra os tempos da PREP com as alterações já propostas.

*Tabela 21 - Tempos dos postos da PREP com alterações*

Postos	Tempo Médio
Ataque-ácido	00:00:27
Drenagem	00:00:27
Diluição	00:00:32
Deposição	00:00:30

Com esses novos tempos é possível e necessário calcular um novo valor para a eficiência do balanceamento de todos os postos:

$$\frac{38 + 27 + 27 + 32 + 30 + 28}{38 * 6} = \mathbf{80\%}$$

Apesar de os tempos da PREP ficarem mais equilibrados, isso não se reflete no balanceamento de todos os postos por causa do excessivo tempo do MOLP. Por isso, a ideia passa por limitar esse tempo, que agora se apresenta como mais problemático. Por isso, se se aumentar a quantidade média de operadores em uma unidade (passar de 4 para 5), a sua cadência de produção passaria de 38 segundos para 30 segundos. Assim, seria possível constatar um novo balanceamento melhorado:

$$\frac{30 + 27 + 27 + 32 + 30 + 28}{32 * 6} = \mathbf{92\%}$$

Com este número de postos de trabalho implementado (necessário acrescentar um MOLP a cada laboratório), obter-se-ia um balanceamento bastante eficaz (muito perto dos 100%). Com a passagem da cadência do posto mais lento de 38 para 32 segundos, conseguir-se-ia também aumentar a capacidade de produção do laboratório em 19%.

### 5.3 Alterações do *layout* dos postos de trabalho

Depois de se realizar o estudo dos movimentos em cada um dos postos de trabalho, foi possível perceber a quantidade de tempo que os mesmos tomavam. Na Tabela 22 é apresentado um resumo desses cálculos realizados no capítulo anterior.

*Tabela 22 - Resumo de movimentos por posto*

Postos de trabalho	Quantidade de movimentos por operador/Operadores	TEMPO TOTAL DE MOVIMENTOS NO TURNO
Codificação	6 movimentos/2 operadores <b>12 movimentos/turno</b>	10 min
MOLP	41 movimentos/8 operadores <b>328 movimentos/turno</b>	55 min e 33 seg
Ataque-ácido	27 movimentos/8 operadores <b>81 movimentos/turno</b>	1 h 1 min e 36 seg
Drenagem	28 movimentos/8 operadores <b>84 movimentos/turno</b>	57 min e 57 seg
Diluição	20 movimentos/8 operadores <b>60 movimentos/turno</b>	38 min
Deposição	15 movimentos/8 operadores <b>45 movimentos/turno</b>	16 min e 42 seg
MET	36 movimentos/8 operadores <b>288 movimentos/turno</b>	3 h 24 min e 36 seg

Agora, tendo como ponto de partida os dados acima resumidos (vindos da execução de diagramas de *spaghetti*, devidamente referidos no capítulo anterior), é possível verificar quais as situações mais críticas e planejar/desenhar alterações no sentido de apresentar reduções nestes tempos e quantidades. Para isso, é necessário recorrer a alterações nos *layouts* de cada posto. A análise ao diagrama permite, através da análise ao *layout*, otimizar fluxos, eliminando excessos que se verifiquem. As alterações planeadas serão de seguida apresentadas e no final será feita uma revisão ao novo *layout* e 5S dos postos sujeitos a essas mesmas modificações.

#### 5.3.1 Eliminação do controlo de qualidade *Check Metista* (MET)

Apesar de ser um controlo de qualidade que até há bem pouco tempo era obrigatório, o mesmo era bastante custoso em termos de tempos com movimentos. Assim, os metistas tinham de fazer dois movimentos associados a este controlo por cada 20 amostras (uma *banette*) que produziam, uma vez que estava estabelecido que em cada 20 tinham de entregar duas dessas a outro metista para ele as verificar. O primeiro movimento associado era precisamente o da deslocação para entregar as



amostras (gasto de cerca de 50 segundos) e o segundo era relacionado com o metista que as recebia para as rever. Esse metista tinha de vir à estante do *stock* para o MET de forma a apontar num caderno lá colocado os resultados por ele obtidos (cerca de 1 minuto por cada um destes movimentos). Não contabilizado, mas também associado a esta questão era que os *team leaders* tinham de pegar no caderno e comparar os resultados apontados com os iniciais (que estão colocados na plataforma informática onde ficam os registos).

Com o primeiro movimento os operadores necessitavam de um gasto de 50 segundos que multiplicado pelos 8 metistas que em média trabalham e tendo em conta que cada um deles faz 8 *banettes* por turno, significava um gasto com este movimento de cerca de 53 minutos por turno. Assim sendo, haverá mais 2 hora e 40 minutos por dia, mais 13 horas e 20 minutos por semana e mais 693 horas anuais para análise de amostras por parte dos metistas. Tendo em conta que cada amostra demora em média 1 minuto e 52 segundos a ser analisada, há a capacidade de se fazerem análises a mais 28 amostras por turno (21 840 anuais a mais).

Quanto ao segundo movimento associado, este representa um gasto de 1 minuto por movimento, sendo que o mesmo acontece o mesmo número de vezes do anterior referenciado (cada um dos 8 metistas realizava-o 8 vezes, portanto um total de 64 vezes por turno), significando um gasto total de 64 minutos no turno (3 horas por dia, 16 por semana, 832 por ano). Tendo em conta que cada amostra demora em média 1 minuto e 52 segundos a ser analisada no MET, à custa da eliminação deste movimento é possível analisar mais 34 amostras por turno (mais 26 520 amostras por ano).

Em conclusão, pode dizer-se que a eliminação deste controlo de qualidade é responsável por eliminar 2 horas de movimentos por parte dos metistas por turno, permitindo-lhes nesse tempo analisar 62 amostras. Ao longo do ano, são possíveis analisar mais 48 mil amostras.

A isto há ainda que juntar a quantidade de amostras que eram analisadas no âmbito do controlo (2 por *banette* em média). Considerando que os 8 operadores produzem cada um 8 *banettes* (64 *banettes* por turno) dará um total de 128 amostras por turno, que eram analisadas para o controlo (100 000 amostras controladas por ano). Juntando estas às cerca de 48 mil dos movimentos dará um total de mais 150 mil amostras por ano.

Se considerarmos que um metista médio produz em média 160 amostras por dia, pode-se eliminar um dos MET existentes, já que os ganhos por turno são de tempo para mais 190 amostras (128 mais 62). Por isso, haveria ainda aqui uma margem positiva de cerca de 30 amostras.

A eliminação deste controlo de qualidade aconteceu porque o mesmo se verificou bastante incoerente e sujeito a muitos erros. Por exemplo, era bastante frequente os metistas ao entregarem as amostras a

outro dizerem-lhe os resultados como forma de se protegerem e assegurarem que os resultados dados seriam iguais aos que ele deu. Por outro lado, quem as recebia, sabendo o resultado, nem tinha o trabalho de as ler e assim ficava com mais tempo para utilizar e melhorar a sua produtividade diária. Assim, juntavam-se as 'vontades' dos dois e o controlo era seriamente comprometido. Quando se começou a aperceber desse tipo de situações, a gestão decidiu abolir este controlo, o que, como já demonstrado mais acima, foi uma grande ajuda para o MET em termos de disponibilidade em termos de trabalho e corte substancial em termos de movimentos.

### 5.3.2 Colocação de tubo e recipiente para resíduos (na drenagem e na diluição)

Devido ao facto de os operadores da drenagem e da diluição terem vários movimentos derivados do facto de terem de pegar no recipiente cheio com os resíduos líquidos e colocá-lo na zona dos lixos (colocada no fim da linha de PREP), para além de terem de seguidamente buscar um novo recipiente ao ataque-ácido (frasco do ácido vazio), surge a necessidade de encontrar uma solução para limitar ou eliminar estes movimentos. Tendo em conta que em média os operadores fazem essa movimentação 4 vezes por turno (tanto na drenagem como na diluição) e que existem 3 linhas de PREP, esse movimento é efetuado 12 vezes por turno em cada um destes dois postos. Tendo em conta que o mesmo significa um gasto médio de cerca de 35 segundos, em cada turno de trabalho são desperdiçados 5 minutos e 15 segundos na drenagem e na diluição com estas deslocações.

A solução pensada passa pela criação de um pequeno buraco lateral nas *hottes* dos dois postos já referenciados que sirva para ligar um tubo que transporte os resíduos líquidos de um pequeno frasco no interior da *hotte* até a um recipiente exterior (bidão de 30 litros) colocado debaixo da *hotte*. Desta forma, fica possível o recipiente 'absorver' uma grande quantidade de resíduos e evitar demasiadas deslocações.

Em termos de *layout* dos postos, a drenagem atualmente já conta com um posto que funciona nesse sistema. Seria benéfico diminuir o comprimento do tubo, uma vez que o mesmo é algo comprido (o que às vezes provoca pequenos entupimentos e obriga a mexer no tubo), sendo que um aumento do diâmetro também não seria de desprezar, dado que o tubo é algo fino e assim impedir eventuais entupimentos com pequenos resíduos sólidos de matéria que passam junto com os líquidos. Nas Figuras 35 e 36 são mostradas as alterações no posto da drenagem.

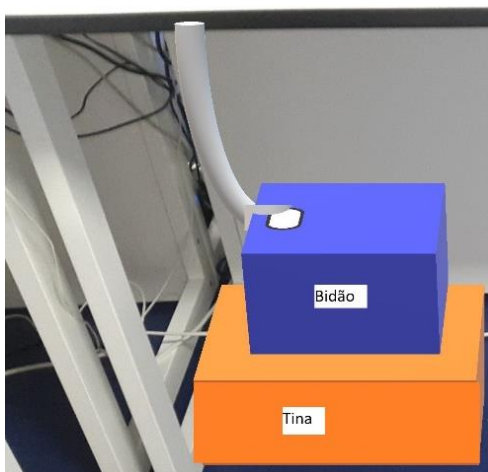


*Figura 35 - Exterior da hotte da drenagem*



*Figura 36 - Interior da hotte da drenagem*

Quanto ao posto da diluição, a ideia é replicar o mesmo sistema que acontece na drenagem. Assim, o sistema terá na mesma em baixo um bidão que será ligado ao frasco que está na *hotte* para drenar através de um tubo, saindo o mesmo da hotte através de um pequeno buraco na lateral esquerda da *hotte*. O facto de o tubo não ter um comprimento completamente ajustado à distância entre o bidão e o frasco permite ao operador puxar para a frente o frasco no interior da *hotte*, ajustando assim a colocação conforme a sua conveniência. As Figuras 37 e 38 mostram as alterações na diluição.



*Figura 37 - Exterior da hotte da diluição*



*Figura 38 - Interior da hotte da diluição*

Assim, caso esta alteração seja efetivada é de prever que a capacidade da drenagem, tendo em conta o tempo gasto com o movimento, seja aumentada em 16 camadas por turno (48 ao final do dia, 240 por semana, 12 480 por ano), sabendo que o tempo médio de drenagem de uma camada é de 20 segundos. Já na diluição e tendo em conta que o processo atualmente demora cerca de 33 segundos

por camada é de prever que o tempo poupado com esta alteração signifique a capacidade de diluir mais 10 camadas por turno (mais 30 por dia, 150 por semana e 7 800 por ano).

Uma outra questão a melhorar poderia ser o tamanho do frasco. Dado que o vidro da *hotte* tem uma abertura de cerca de 20 cm de altura em relação à mesa e o frasco tem essa altura, os operadores ficam com os braços 'colados' ao vidro da *hotte* para drenarem e diluírem. Assim, caso o frasco seja mais baixo, ergonomicamente será mais fácil aos operadores fazerem as suas atividades, uma vez que não necessitarão de levantar tanto os braços nem os ter junto ao vidro. Assim uma solução pode passar por adotar um frasco cerca de 5 cm mais pequeno que dê mais liberdade de movimentos aos operadores. A Figura 39 mostra um frasco mais ajustado.



*Figura 39 - Frasco mais ajustado para os resíduos*

Com esta alteração, será expectável que nem todas as semanas seja necessário trocar o bidão grande colocado debaixo da *hotte*, dada a sua elevada capacidade para resíduos. Só na altura de troca é necessário levar o bidão grande ao armazém e recolher um novo bidão nesse mesmo local.

### 5.3.3 Colocação de furo e saco grande para o lixo (ataque-ácido, drenagem e diluição)

Uma vez que existe uma grande quantidade de movimentos associada ao lixo comum, torna-se necessário a eliminação ou limitação desses movimentos que ocorrem durante o curso de trabalho dos 3 primeiros postos de trabalho da PREP. O operador de cada um destes postos tem de levar o lixo ao caixote colocado na zona próxima da deposição (final da linha da PREP) e buscar um novo saco ao ataque-ácido. Esse movimento tem uma frequência diferenciada de posto para posto, sendo que a sua duração é em média de 40 segundos.

Assim, no ataque-ácido este movimento é executado 2 vezes por cada operador, o que perfaz uma quantidade de 6 vezes por turno, redundando num gasto 4 minutos em todo o turno. Já na drenagem e na diluição a frequência deste movimento é precisamente o dobro do ataque-ácido (4 vezes por cada

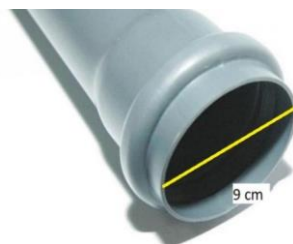
operador, 12 vezes por turno). Assim significa que em qualquer um destes postos o gasto com este movimento se situa nos 8 minutos por turno.

Por isso, a ideia para este problema passa por criar um buraco para o lixo (no local onde atualmente se encontra o saco), sendo que seria colocado um tubo que ligasse esse buraco a um saco grande que estaria colocado por baixo da *hotte*, tubo esse que seria fechado caso não se estivesse a trabalhar, de forma a não suscitar possíveis contaminações. Desta forma, as deslocações para levar e buscar o saco seriam removidas. Essa ideia já está aplicada em alguns laboratórios franceses do grupo Eurofins, como demonstra a Figura 40.



*Figura 40 - Sistema atualmente utilizado para o lixo em França*

Relativamente aos materiais necessários para implementar esta alteração, seria necessário um saco grande do lixo (já utilizado no interior dos caixotes grandes do lixo), uma tina de retenção (que serviria de base e apoio ao saco lixo fora da *hotte*) e um tubo de PVC para se prender a abertura do saco e que serve de ligação ao interior da *hotte* (sendo que o mesmo ficaria seguro na mesa da *hotte* pelo facto de ter a ponta mais alargada, podendo ainda ser preso com anilhas). O tubo com 20 cm é o suficiente, uma vez que a ponta alargada tem cerca de 5 cm de altura, sendo que 15 cm na parte exterior da *hotte* é o suficiente para se prender o saco com fita-cola. Um dos diâmetros existentes no mercado é de 9 cm, sendo suficiente para o efeito desejado. Será ainda necessário a colocação de uma tampa junto ao tubo para o mesmo ser fechado quando a *hotte* não está em funcionamento. A Figura 41 mostra o tubo a utilizar.



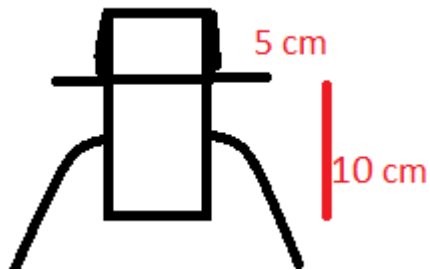
*Figura 41 - Tubo a usar para ligar ao saco*

A Figura 42 mostra a tampa a usar para fechar o tubo.



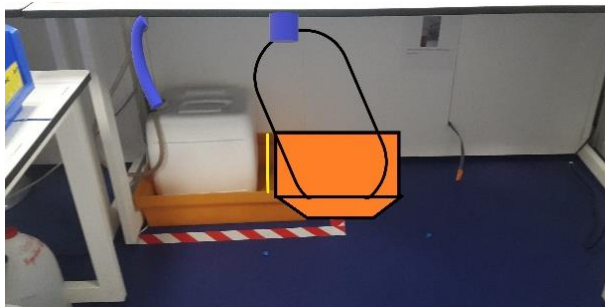
*Figura 42 - Tampa a usar para fechar o lixo*

A Figura 43 mostra a disposição final do tubo na *hotte*.

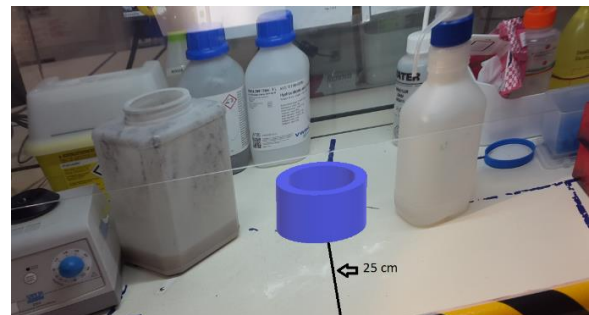


*Figura 43 - Colocação do tubo e respectivas medidas*

Quanto ao *layout* das *hottes* o mesmo sofrerá ligeiras alterações, sendo que o tubo estará colocado à direita do frasco para resíduos (no caso da drenagem e da diluição), ocupando sensivelmente o mesmo espaço dentro da *hotte* em relação ao ocupado pelo lixo atualmente. Na parte de baixo das *hottes*, o saco fica sobre uma tina de retenção, igual à utilizada para o bidão dos resíduos, que ficará à direita dessa outra tina. As Figuras 44 e 45 mostram a colocação na drenagem.

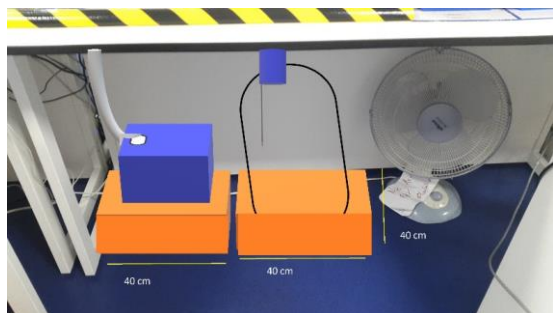


*Figura 44 - Exterior da hotte da drenagem II*



*Figura 45 - Interior da hotte da drenagem II*

As Figuras 46 e 47 mostram a colocação na diluição.



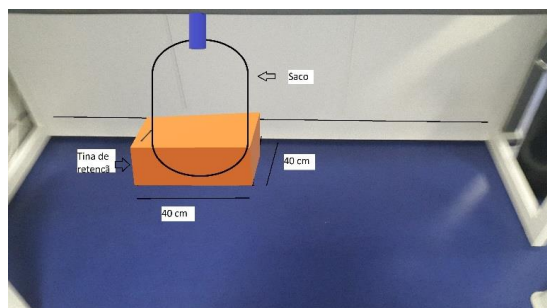
*Figura 46 - Exterior da hotte da diluição II*



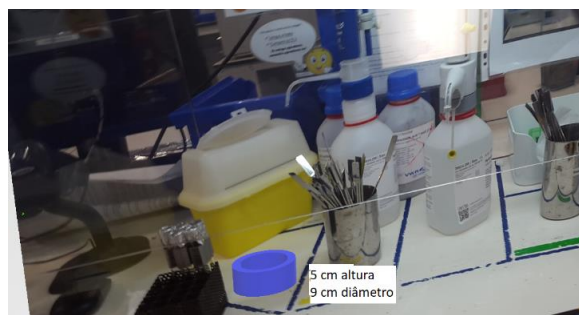
*Figura 47 - Interior da hotte da diluição II*

O facto de o saco estar ligeiramente de lado tem a ver com o sítio onde é colocado o tubo na *hotte* (ligeiramente na extremidade de um canto da tina de retenção), mas isso não implica nenhum transtorno de maior na gestão desses materiais, uma vez que o saco ficará na mesma acondicionado na tina, ficando apenas ligeiramente de lado (nos laboratórios franceses acontece algo parecido, como mostra a imagem mais acima).

Quanto à *hotte* do ataque-ácido, esse buraco será colocado junto ao lado esquerdo da *hotte*, local onde atualmente se localiza o saco para o lixo, ficando também dessa forma a tina do lado esquerdo (Figuras 48 e 49).



*Figura 48 - Exterior da hotte do ataque-ácido*



*Figura 49 - Interior da hotte do ataque-ácido*

Assim, tendo em conta a duração de ataque-ácido de uma camada (cerca de 26 segundos) e que este movimento 'rouba' 4 minutos por turno, é de esperar que se consiga atacar mais 10 camadas por turno (mais 30 por dia, 150 por semana e 7 800 por ano). Já na drenagem e na diluição o gasto com este movimento situa-se nos 8 minutos por turno. Assim, sabendo que se demora 20 segundos a drenar uma camada, é possível o ganho 20 camadas por turno (mais 60 por dia, 300 por semana e 15 600 por ano). Já no caso da diluição, diluindo-se uma camada em 33 segundos, é possível assim esperarmos a possibilidade de conseguir produzir mais 16 camadas por turno (mais 48 por dia, 240 por semana e 12 480 por ano).

Com esta alteração, será expectável que o saco grande 'dure' cerca de uma semana, deixando de ser necessário usar uma grande quantidade de sacos pequenos e de fazer os respetivos movimentos

associados. Só quando o saco enche, é necessário retirar a fita-cola e levá-lo ao armazém, assim como recolher um novo saco para colocação na *hotte*, sendo necessário perder cerca de 1 minuto para prende-lo com fita-cola ao tubo.

#### 5.3.4 Utilização de uma folha de *stocks* em cada posto

Como forma de eliminar os movimentos que os operadores dos postos executam para obterem os consumíveis do seu posto, assim que os mesmos acabam, surge a ideia de criar uma folha de *stock* por posto. Os operadores necessitavam de levar as embalagens resultantes dos consumíveis aos caixotes (colocados no final da linha de PREP) e depois recolher uma nova embalagem no supermercado (também no final da linha de PREP). Esse movimento acarretava o gasto de cerca de 35 segundos. A criação de uma folha faz com que os operadores que começam o seu turno de trabalho no respetivo posto verifiquem os *stocks* estabelecidos nessa folha (que são calculados como gastos médios por turno nesse mesmo posto) e reabasteçam com o que falta para esse mesmo posto.

No MOLP, esse tipo de movimentos não existe uma vez que os operadores já fazem a recolha dos consumíveis no início do turno. O que para já ainda não existe neste posto é quantidades de *stock* definidas, sendo feito tendo em conta a perceção de cada um dos operadores. Neste posto as quantidades definidas são de 4 caixas de toalhitas, 2 de lenços, 2 de lamelas e 2 de lâminas. As quantidades consideram que um artigo de cada consumível pode estar em uso, mas contando na mesma para a quantidade que está colocada na folha. No Anexo XV está a folha de *stocks* deste posto e de seguida apresenta-se os locais onde colocar esses consumíveis (Figuras 50 e 51).



*Figura 50 - Colocação das lamelas e lâminas*



*Figura 51 - Colocação do papel e das toalhitas*

Na PREP, esses movimentos são uma norma dada a rotatividade dos consumíveis, ou seja, existe um gasto mais acentuado nestes postos, tanto em termos dos próprios consumíveis como por consequência da movimentação associada.

Começando pelo ataque-ácido e tendo em conta que se gastam 4 embalagens de toalhitas e até dois garraões de ácido clorídrico e existem 3 pessoas a executar este movimento, a quantidade total de



vezes que é executado num turno situa-se nas 12 para as toalhitas e 6 para o ácido clorídrico. Cada um dos primeiros 12 consome 35 segundos e os outros 6 consomem em média 2 minutos cada, logo num turno serão 19 minutos (tempo para atacar mais 40 camadas por turno, 120 por dia, 600 por semana e 31 200 por ano).

No ataque ácido, as quantidades de *stock* definidas são de 4 caixas de toalhitas, 2 de lenços (porque por vezes esta *hotte* é utilizada pela drenagem) e 2 embalagens de ácido (colocado por baixo da mesa do ultrassom e centrífuga). O operador deve ainda verificar se a quantidade de tampas brancas presente na estante (colocada ao lado da *hotte*) é aceitável, ou seja, caso verifique que a mesma está a ficar vazia, deve trazer uma embalagem de tampas brancas, para além do restante *stock*. No anexo XVI está a folha de *stocks* deste posto e de seguida apresentam-se os locais onde colocar esses consumíveis (Figuras 52 e 53).



*Figura 52 - Colocação do stock dentro da hotte do ataque-ácido*



*Figura 53 - Colocação do ácido por baixo da mesa*

Na drenagem, a quantidade de movimentos é de 16 (6 do papel, 1 das toalhitas, 5 por causa da água destilada e 4 por causa das tampas quando não havia estante para as mesmas ao lado da *hotte* da drenagem) por operador. Assim, considerando 3 operadores por cada um destes postos existem 48 movimentos. Tendo em conta o tempo de 35 segundos de cada movimentação, 45 segundos para água e 39 segundos para as tampas, pode-se concluir que na drenagem o gasto com os movimentos se situa nos 31 minutos e 18 segundos por turno. Na drenagem, com esse tempo é possível executar mais 80 camadas por turno (240 por dia, 1200 por semana e 62 400 por ano).

Neste posto, os *stocks* estabelecidos são de 6 caixas de lenços, 2 de toalhitas e ainda 2 garrações de água destilada colocados por debaixo da mesa do ultrassom e da centrífuga. Tal como no ataque-ácido, devem ser verificadas as quantidades de tampas azuis e verdes presentes na estante exterior à drenagem. Caso sejam quantidades baixas devem ser abastecidas. No Anexo XVII está a folha de *stocks* deste posto e de seguida apresentam-se os locais onde colocar esses consumíveis (Figuras 54 e 55).



*Figura 54 - Colocação do stock dentro da hotte da drenagem*



*Figura 55 - Colocação da água por baixo da mesa*

Já na diluição, a quantidade de movimentos é de 8 (6 do papel, 1 das toalhitas e 1 por causa do etanol), sendo que qualquer um deles implica o gasto de 35 segundos. Assim, por turno, são gastos 14 minutos com estes movimentos. Por isso, o ganho neste posto é de 28 camadas por turno (84 ao dia, 420 por semana e 21 840 por ano).

Neste posto, os *stocks* definidos são também de 6 caixas de lenços e 2 de toalhitas (tal como na drenagem), para além de 2 garrações de etanol. No Anexo XVIII está a folha de *stocks* deste posto e de seguida apresentam-se os locais onde colocar esses consumíveis (Figuras 56 e 57).



*Figura 56 - Colocação do stock dentro da hotte da diluição*



*Figura 57 - Colocação da água por baixo da mesa*

A tina existente na figura anterior (com resíduos) será removida, no caso de se efetivar a colocação de um recipiente grande para os resíduos, por debaixo da *hotte*, tal como já demonstrado anteriormente.

Na deposição, o ganho é de 30 segundos por cada um dos movimentos para recolha de consumíveis (etiquetas, carbono e toalhitas), sendo que existindo 3 movimentos nesse sentido o ganho global por operador é de 1 minuto e meio, sendo 4 minutos e meio no conjunto de 3 operadores que trabalhem nesse posto por turno. Significa isto que por turno é possível depositar mais 10 camadas (mais 30 por dia, 150 por semana e 7 800 por ano).

Relativamente aos *stocks* neste posto, as quantidades e materiais necessários são os seguintes: 2 embalagens de toalhitas, 2 rolos de etiquetas e ainda 2 fitas de carbono. Parte desse *stock* é colocado numa gaveta da estante existente na deposição, estando o restante a ser utilizado pelo operador na

zona de trabalho. No Anexo XIX está a folha de *stocks* deste posto e de seguida apresenta-se o local onde colocar esses consumíveis (Figura 58).



*Figura 58 - Colocação do stock junto à deposição*

Neste posto há ainda a considerar que se gastam tampas vermelhas e pontas, encontrando-se as embalagens com esses consumíveis em cada uma das duas gavetas inferiores dessa mesma estante. Tendo em conta que os mesmos se consomem em quantidades que permite a baixa rotatividade dos respetivos sacos, os mesmos podem ser substituídos apenas quando terminam.

Por último, no MET, os movimentos resultantes de consumíveis são derivados apenas das caixas usadas para guardar as grelhas. Os operadores necessitam de ir buscar em média 4 vezes caixas. Tendo em conta que são 8 metistas esse movimento é repetido cerca de 32 por turno, o que resulta num total 16 minutos (30 segundos por cada movimento). Pode-se então concluir que com esse tempo é possível analisar no MET mais 6 camadas por turno (18 por dia, 90 por semana e 4 680 por ano).

Aqui neste posto os *stocks* estabelecidos são de 6 caixas (considerando nesta quantidade 1 MBU e outra dos outros laboratórios que possam estar ainda por fechar), 2 caixas de lenços e 2 de toalhetas. As caixas de consumíveis serão colocadas ao lado do microscópio, enquanto que as caixas estarão sobre a mesa/estante existente na sala e presente próxima da zona de trabalho do operador. No Anexo XX está a folha de *stocks* deste posto e de seguida apresentam-se os locais onde colocar esses consumíveis (Figuras 59 e 60).



Figura 59 - Colocação do stock junto ao MET



Figura 60 - Colocação das caixas na mesa

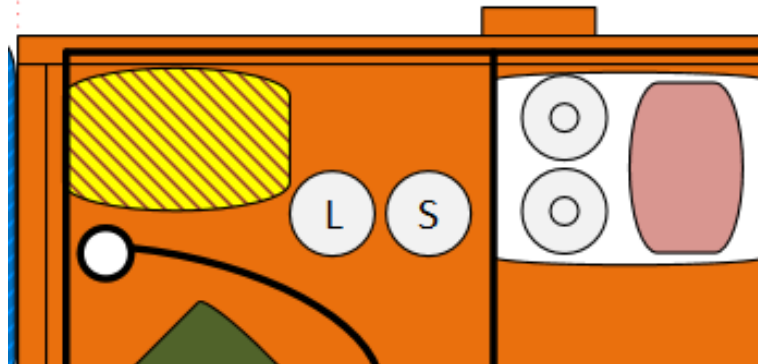
É de referir que todas as quantidades para todos os postos de trabalho resultaram do contacto que se estabeleceu junto de alguns dos operadores de cada um deles. A abordagem que lhes foi feita foi no sentido de perceber quais os consumíveis utilizados por turno e em que quantidades. A partir daí e dando uma segurança de um consumível, foi possível chegar às quantidades que se encontram expostas nas folhas de *stock* a serem introduzidas nos postos.

#### 5.3.5 Colocação de espátulas na drenagem e na diluição

Uma vez que existem ocasiões em que os operadores da drenagem e da diluição necessitam de espátulas para desprender a matéria do fundo do tubo, quando a matéria lá fica 'presa', e tendo estas *hottes* espaço para a colocação de um copo com espátulas limpas, é de salientar a importância da colocação das mesmas. É de considerar que o que acontece atualmente é que os operadores destes postos necessitam de se deslocar à *hotte* do ataque-ácido para recolher uma espátula sempre que necessitam. Ou seja, este movimento é repetido pela quantidade de vezes que os operadores necessitam de espátulas.

Tendo em conta que este movimento acontece numa média de 5 vezes por operador em cada turno e considerando 3 operadores, são 15 movimentos destes no turno em cada um destes dois postos. A duração do movimento na drenagem é inferior ao da diluição, dada a maior proximidade ao ataque-ácido. Sendo assim, na drenagem cada um destes movimentos representa um gasto de 33 segundos (cerca de 8 minutos considerando 5 vezes os 3 operadores). Sendo assim, este tempo daria para drenar mais 20 camadas por turno (mais 60 por dia, 300 por semana e 15 600 por ano). Na diluição, este movimento representa um gasto unitário superior (43 segundos), sendo que ao final de um turno será um gasto de cerca de 11 minutos (com 3 operadores a fazerem este movimento 5 vezes, em média). Com este tempo será possível diluir mais 20 camadas por turno (mais 60 por dia, 300 por semana e 15 600 por ano).

Em termos de organização destas *hottes*, os copos (um com as espátulas limpas e outro para por as sujas) seriam colocados na parte mais atrás da *hotte*, uma vez que o seu uso é normalmente ocasional (não precisando, portanto, de estar num local de tão fácil acesso para uso corrente). Nesse sentido, a solução era colocar atrás do recipiente de resíduos e do lixo, junto ao lixo de vidro, sendo que tal como no ataque-ácido, o copo com as limpas ficaria do lado esquerdo e o copo para as sujas do lado direito, tal como mostra a Figura 61.



*Figura 61 - Parte de trás da hotte do lado esquerdo*

#### 5.3.6 Recolha de material depois do MET a realizar por operador específico

Tendo em conta que existem ocasiões em que os operadores de alguns postos precisam de procurar 'consumíveis' (nomeadamente os operadores do ataque-ácido procuram sequências e porta-tubos de plástico) nas *banettes* depois do MET (estante no final da linha de PREP, numa zona identificada como para lavar), é necessário definir uma recolha destes materiais mais eficaz para evitar ruturas de *stocks* neste posto da PREP.



*Figura 62 - Espaço para banettes para lavar (6 banettes)*

Assim, a ideia passa por definir que o metista que coloque a sexta *banette* (limite máximo de espaço existente e que corresponde a mais ou menos 1 hora de trabalho do MET) avise a pessoa que está a fazer o ataque-ácido para a mesma se deslocar aquela zona para fazer a recolha do material que irá necessitar no seu posto (*banettes* e porta-tubos de plástico). Desta forma será garantido que a recolha desse material só será feita de 6 em 6 *banettes* (hora a hora) e deixa de ser necessário aos operadores da PREP irem verificar se há material disponível para levantar (apenas vão quando avisados). A quantidade de vezes que se vai recolher o material é desta forma também limitada. Assim, fica definido claramente quem faz a recolha de material e quando a faz, o que não acontece atualmente. Qualquer rutura de material que ocorra num sistema destes será sempre em princípio devido à falta de quantidade suficiente do mesmo para o nível de produção existente.

Com esta alteração é também garantido que os molpistas são fornecidos de sequências e *banettes* metálicas de hora a hora, deixando de se deslocar ao ataque-ácido à procura de *banettes* e à estante do MET à procura de sequências. Assim, quando o operador do ataque-ácido fizer a recolha do material no MET deverá distribuir as sequências e *banettes* metálicas por todos os operadores do MOLP.

Esta recolha fica assim a cargo do operador do ataque-ácido, mas isso obviamente não implica que outro operador que porventura esteja em algum momento livre possa ser ele a fazer essa recolha, evitando que outro operador pare de propósito para proceder a essa operação. Da mesma maneira, caso algum operador esteja livre pode fazer o levantamento desse material sem que a estante esteja já cheia com as 6 *banettes* para as quais possui capacidade.

#### 5.3.7 Devolução dos redrops aos metistas pelos operadores da deposição

Uma vez que os metistas já têm de trazer as amostras para redepósitar aos operadores da deposição e dado também a quantidade de tempo perdido em movimentos pelos operadores do MET ser substancialmente superior aos operadores deste posto (no MET há um volume de 3 horas e 25 minutos por turno, enquanto que na deposição é de apenas 17 minutos no turno), é proposto que sejam os operadores da deposição a efetuar a entrega das amostras redepósitadas aos metistas. Uma vez que este movimento se traduz num gasto de 46 segundos por movimento, assim seria dividido por ambos os postos, ou seja, 23 segundos para cada um deles. Ao final de um turno o MET teria menos 25 minutos em deslocações (tempo para mais 12 camadas por turno, 36 por dia, 180 por semana e 9 360 por ano), que seriam feitos pelo responsável pela deposição. Ainda assim, com este tempo a mais em movimentos (passariam de 17 minutos para 42 minutos), este continua a ser o posto com

menos tempo em movimentações e continuaria a ser mais rápido do que o posto anterior (diluição) e que o posto seguinte (MET).

Outra questão importante nesta alteração é que seriam evitados movimentações desnecessárias dos metistas, uma vez que os mesmos se deslocam fora do MET a fim de saberem o estado das redeposições que pedem e muitas das vezes elas ainda não estão prontas, o que torna esses movimentos em quebras desnecessárias no ritmo de trabalho e perdas de tempo que acabem por não se justificar.

Outro aspeto positivo nesta alteração é a de as redeposições serem entregues no MET na hora em que estão imediatamente prontas, o que não era de todo assegurado com as condições anteriores. Assim, a deposição mal tenha a amostra pronta pode de imediato entregá-la, evitando que se verifiquem mais atrasos com essa amostra, que de si já é uma amostra problemática, pelo facto de significar retrabalho.

#### 5.3.8 Novos 5S dos postos da PREP

Tendo em conta as alterações propostas nos pontos anteriores, torna-se necessária a determinação de novas disposições dos itens que constituem cada posto de trabalho. Assim sendo, e considerando que os postos de trabalho da PREP são os que têm mais alterações propostas, foram definidas algumas modificações nesses mesmos postos em termos de *layout*.

Assim, no ataque-ácido, as alterações propostas são a substituição do espaço atual (círculo grande vermelho) para o lixo por um buraco que ocupará menos espaço e ficará não tão à esquerda da *hotte*. A outra mudança é a troca de sítio entre lenços e papel (que apenas é utilizado se esta *hotte* for utilizado para drenar). Assim, as toalhas ficarão na parte de trás à direita, ficando mais acessíveis aos operadores, dado ter espaço livre à frente. Já os lenços, ficam por trás dos copos de tampas sujas e limpas e do ácido (objetos que não sofrem alterações). As Figuras 63 e 64 mostram as mudanças no *layout* do ataque-ácido.

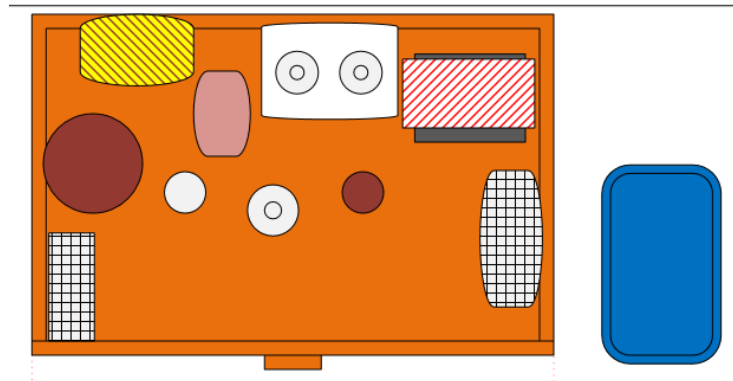


Figura 63 - Atual layout e 5S do ataque-ácido

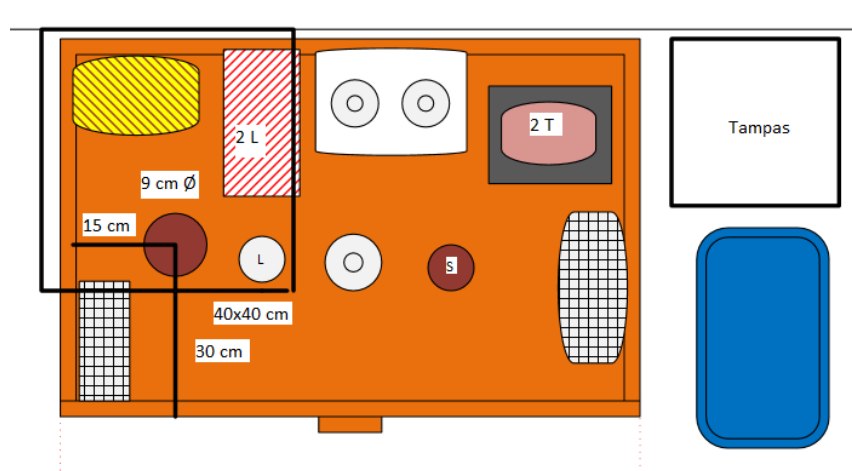


Figura 64 - Novo layout e 5S do ataque-ácido

Neste novo *layout*, estão marcadas as quantidades e distâncias a utilizar. O buraco do lixo fica com 9 cm de diâmetro, estando o seu centro localizado a 15 cm da esquerda e 30 cm da frente. O quadrado de 40 cm de lado representa a tina que ficará por baixo da *hotte* para ‘guardar’ o saco do lixo. Ainda neste posto ficarão 2 embalagens de toalhas e 2 caixas de papel em simultâneo. Exteriormente está uma ‘estante’ para as tampas brancas e junto a esse local deve ser colocado o lixo das embalagens de toalhas e lenços.

Quanto à drenagem, o lixo dará espaço a um furo que fica mais ou menos ao centro da *hotte*. Nesse sentido, o frasco para resíduos fica mais à esquerda, sendo ajustável (mais para a frente ou para trás). À direita fica o doseador da água. Assim, mantêm-se um ciclo de trabalho da esquerda para a direita. Os consumíveis ficam à direita na *hotte*, sendo que o papel fica mais à frente devido à circunstância de ser mais utilizado. Os *stocks* destes produtos ficam na parte de trás da *hotte* à direita, sendo que haverá ainda um pequeno espaço (retângulo branco) para colocar dois copos para espátulas. As



embalagens ficam colocadas junto da estante das tampas para serem depositadas no lixo no final do turno. As Figuras 65 e 66 mostram as mudanças no *layout* da drenagem.

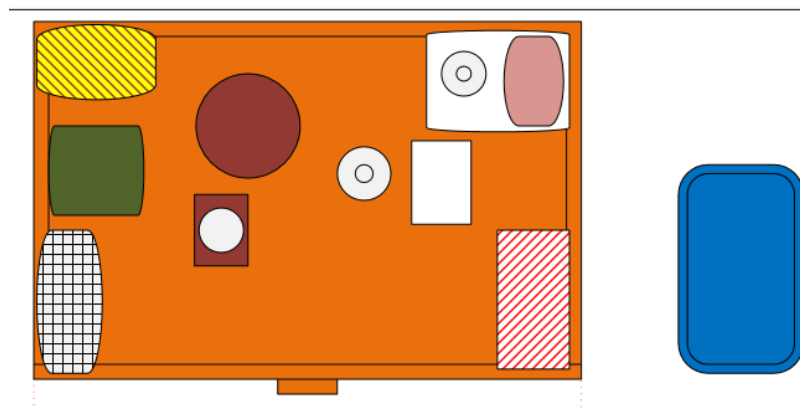


Figura 65 - Atual layout e 5S da drenagem

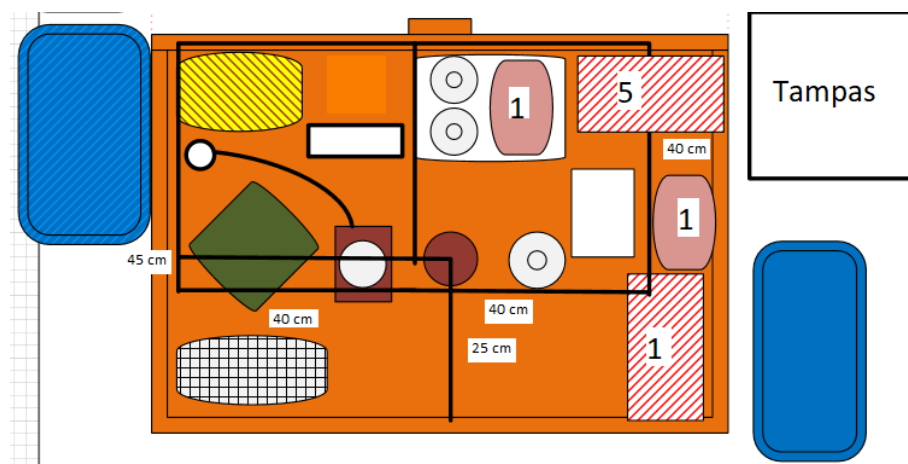


Figura 66 - Novo layout e 5S da drenagem

Relativamente à diluição, o lixo dá também lugar a um furo na *hotte*. A disposição dos itens alterará, tendo em conta que esse buraco passará a estar numa zona mais central da *hotte* (a 25 cm da frente e a 45 cm da esquerda). Dessa forma, o furo fica enquadrado com a tina de retenção, ainda que fique um pouco no canto, mas de outra forma ele ficaria muito atrás tendo em conta o alcance dos operadores. Aqui, tal como na drenagem, os resíduos são direcionados para debaixo da *hotte* através de um frasco e de um tubo que ficam do lado esquerdo. O etanol fica colocado do lado direito. Os consumíveis ficam localizados como na drenagem, sendo que o papel fica mais à frente pois é mais utilizado. O *stock* desses consumíveis é colocado atrás do lado direito e fica ainda atrás um espaço para a colocação de copos para as espátulas. O vortex (a verde), tal como no posto anterior, continua colocado mais à esquerda. Perante esta disposição, é possível verificar que o ciclo de trabalho se processa da esquerda para a direita. As Figuras 67 e 68 mostram as mudanças no *layout* da diluição.

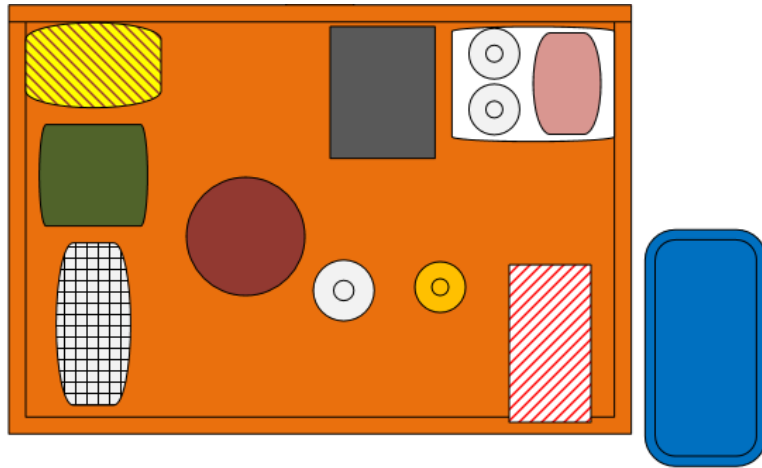


Figura 67 - Atual layout e 5S da diluição

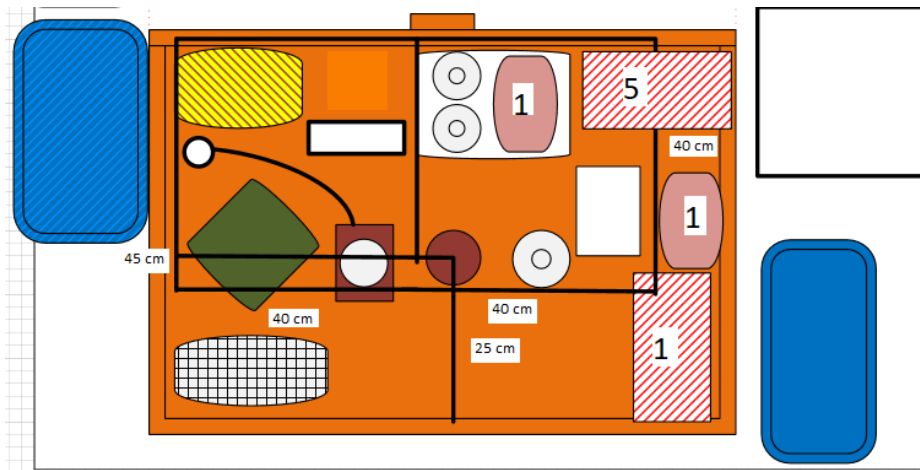


Figura 68 - Novo layout e 5S da diluição

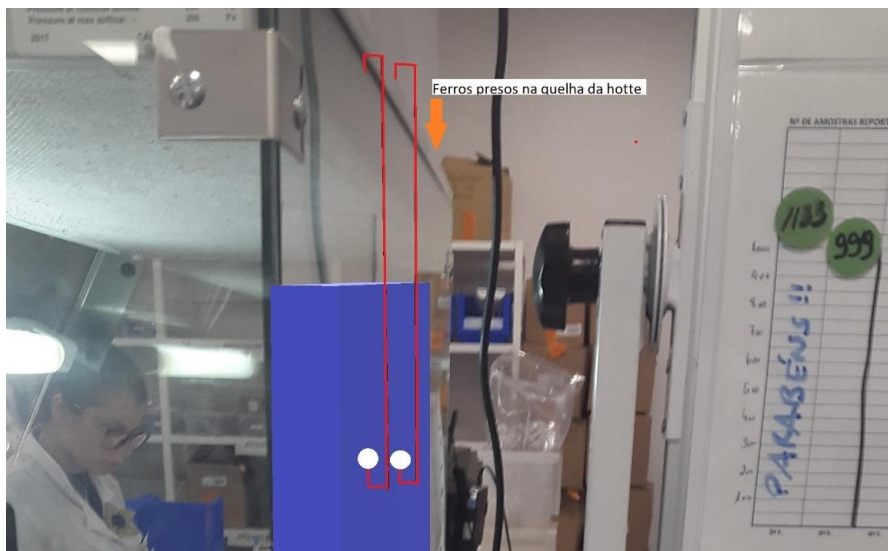
Outra alteração bastante pertinente nestes postos da PREP seria a colocação do computador atrás do vidro da *hotte*. Uma vez que os operadores destes postos necessitam de usar o computador para entrada e saída de sessão e ainda para bips das sequências (que correspondem à respetiva *banette*), torna-se importante a forma como o mesmo é colocado no ambiente de trabalho. Assim, verificou-se que quando existem níveis de WIP elevados entre os postos da PREP e dada a colocação atual do computador (atrás do espaço para WIP), os operadores têm dificuldades em fazer as operações necessárias no computador. A Figura 69 mostra a limitação no uso do computador.



*Figura 69 - Limitação no uso do computador na PREP*

A colocação de uma barreira física (trabalho em espera) obriga os operadores a terem de arrastar as *banettes* de forma a arranjam espaço para poderem utilizar o computador. Para além da limitação de espaço existente, este é também um problema que pode propiciar erros nos registos informáticos assim como com a gestão das *banettes* que se encontram neste espaço.

Assim, a solução passa pela colocação do computador num outro local. A ideia é colocar o computador suspenso na parte de trás da *hotte*, junto ao vidro da mesma. Com esta alteração os operadores ficam com o computador muito mais acessível (de frente para o local de trabalho) e não necessitam de se movimentar no sentido de arranjar espaço para o alcançar (Figura 70).



*Figura 70 - Nova colocação do ecrã*

O ecrã é colocado junto ao vidro da *hotte*, sendo que fica suspenso, preso por ferros que estão seguros na quelha da *hotte*. Na parte de trás do computador existem dois buracos que servem para prender o

suporte (que deixa de ser necessário) e neste caso passam a ser utilizados para suspender o computador, encaixando-se esses buracos no suporte de ferro. Desta maneira, o ecrã ficaria seguro neste local.

Relativamente ao rato e ao scanner, ficam colocados junto à *hotte* (do lado direito), sendo que neste caso o espaço para as *banettes* será deslocado cerca de 10 cm para a direita (sem que isso provoque qualquer transtorno, dado haver espaço para isso). O teclado será quase na totalidade substituído por um teclado numérico, que pode ser colocado no vidro frontal da hotte no canto inferior direito (bastante acessível nesse caso). Apenas será necessário o teclado normal (fica no mesmo sítio) para os operadores acederem à respetiva sessão. A Figura 71 mostra essas alterações.



*Figura 71 - Colocação de teclado numérico, do rato e do scanner*

Com estas alterações é possível ordenar o material informático indispensável aos postos de forma mais eficaz e mais acessível. Todos os componentes continuam próximos do operador, sem o afetar no decurso do seu trabalho na *hotte*.

#### 5.4 Controlo e gestão de stocks intermédios

No âmbito do projeto desenvolvido na empresa Eurofins foi realizado um estudo ao estado atual relativamente às existências em inventário de *stocks* intermédios de produto em fabrico entre todos os postos. Assim foram contabilizados esses *stocks* para se ter uma perceção de quais as reais quantidades (e subsequentemente valores que representam). Neste sentido, a principal preocupação prendeu-se com a necessidade de estabelecer formas de limitar este *stock* para diminuir quantidades de produto em circulação. É também importante que a informação relativa a esta problemática seja fácil de recolher e aceder de forma a fazer o respetivo controlo. Por isso foi também um grande

objetivo estabelecer formas mais simples e eficazes de aceder a estes valores para que as decisões sejam tomadas na hora e não se deixe o problema ‘alastrar’ na empresa. Tudo isto torna-se relevante, pois estas medidas de gestão e controlo de WIP representam normalmente grandes ganhos em termos monetários para as empresas.

#### 5.4.1 Cálculo de stocks intermédios máximos

A fim de limitar o *stock* entre postos de trabalho, surgiu a necessidade de criar mecanismos para esse mesmo efeito. Assim, uma das possibilidades passa por estabelecer *stocks* máximos entre os postos de trabalho, de forma a criar níveis a partir dos quais seja necessário reagir. Esses valores são calculados tendo em conta diversos fatores relacionados com a ambiente de trabalho, nomeadamente tendo em conta os tempos em cada estação de trabalho.

Para além de serem bastante impactantes relativamente ao espaço que ocupam no ambiente de trabalho, os *stocks* intermédios representam trabalho parado e custos associados. Assim, Aldakhilallah (2002) afirma que existem várias formas de calcular níveis máximos de *stock* entre os postos e segundo várias abordagens. Em primeiro lugar é necessário definir qual o *batch* a usar, sendo que na empresa em estudo o mais comum é de 20 tubos. Depois outra variável importante é a quantidade de *batchs* que são produzidos em média pela empresa por dia. Assim tendo em conta que o laboratório mais produtivo da empresa está com uma produção diária de 2200 camadas, constitui, portanto, uma quantidade de cerca de 110 *batchs* diários.

Existem duas variáveis que são decisivas para o estabelecimento dos *stocks* máximos entre dois postos consecutivos. Caso o primeiro seja mais lento que o segundo é suposto o *stock* máximo entre eles ser de apenas 1 *batch* uma vez que o segundo consome mais rápido do que a velocidade com que recebe. Já no caso de se passar precisamente o contrário (posto seguinte mais lento que o posto anterior), o autor referido indica uma fórmula que inclui variáveis já acima referenciadas, sendo a fórmula seguinte:

$$WIP_{max} = nQ - \frac{(n - 1) * P1 * Q}{P2}$$

Legenda: n – número de *batchs*

Q – tamanho do *batch*

P1 – tempo do posto mais lento até ao local para o qual se quer calcular o WIP

P2 – tempo do posto seguinte ao local para o qual se quer calcular o WIP

O primeiro *stock* existente é o da codificação para o MOLP, mas neste caso não fará muito sentido definir um *stock* máximo uma vez que a codificação é bastante mais rápida do que o MOLP (num dia com bastantes amostras, a codificação trabalha no máximo 10-12 horas). No caso do forno, é necessário ter-se em consideração que em geral os mesmos começam de hora a hora. Assim, o *stock* máximo para o forno será igual à produção que o MOLP consegue efetuar numa hora que, tendo em conta que existem 4 molpistas, é de 111 tubos (6 *banettes*). Tendo em conta que a cadência de saída do forno é superior à de consumo do ataque-ácido, é necessário recorrer à fórmula, sendo assim o máximo 14 *banettes*. Do ataque-ácido para a drenagem é de esperar no máximo 1 *banette* de *stock* (a drenagem tem tempo inferior), tal como acontece da diluição para a deposição (deposição com tempo menor). No caso da drenagem para a diluição, tendo em conta que o posto mais lento até aí é o ataque-ácido (12,2 minutos por *banette*) e utilizando a fórmula conclui-se que o *stock* máximo para a diluição é de 10 *banettes*. Por fim, no caso do *stock* entre a deposição e o MET, apesar de o MET ‘consumir’ em média o *stock* que lhe é destinado mais rapidamente do que lhe é fornecido, pode dar-se o caso extremo de os quatro metistas pegarem numa *banette* ao mesmo tempo e desse modo a deposição ir enchendo o *stock* enquanto os metistas ‘produzem’ a sua *banette*. Nesse caso, como o MET demora em média 47,4 minutos a analisar uma *banette* e tendo em consideração que a deposição produz uma *banette* a cada 11 minutos pode-se concluir que o *stock* máximo seria no máximo 4 *banettes*. Assim, o Tabela 23 resume os números de *WIP* máximo descritos acima, sendo que a azul aparecem os *stocks* para o novo balanceamento resultante das melhorias.

*Tabela 23 - Stocks máximos com os postos sempre ocupados*

WIP	Máx (t)	Máx (b)	NB (t)	NB (b)
MOLP - Forno	111	6	111	6
Forno - Ataque ácido	270	14	98	5
Ataque ácido - Drenagem	20	1	20	1
Drenagem - Diluição	200	10	39	2
Diluição - Deposição	20	1	20	1
Deposição - MET	80	4	80	4

Como se pode reparar, com o novo balanceamento é expectável que os *stocks* máximos se reduzam para metade no seu conjunto total, sendo que os postos com mais *stock* ficam bastante mais equilibrados em relação aos restantes.

Apesar de esta ser uma abordagem teoricamente bastante vantajosa, existe uma condicionante na empresa que a limita bastante. O facto é que na empresa os postos não estão sempre ocupados, principalmente na PREP, e por isso é necessário desenvolver outra abordagem ao problema. O que

seria ideal e é uma ambição da empresa é conseguir entrar no regime de postos sempre preenchidos. No entanto, enquanto isso não acontece, a empresa define *stocks* máximos entre postos de 1 hora de trabalho, sendo mais ou menos esse o espaço disponível para *stock* entre postos. Assim, tendo em conta os tempos determinados na análise aos registos informáticos é possível definir quais os *stocks* máximos permitidos para uma hora de trabalho (Tabela 24).

*Tabela 24 - Stocks máximos para 1 hora de trabalho*

WIP	Máx (t)	Máx (b)	NB (t)	NB (b)
MOLP - Forno	111	6	111	6
Forno - Ataque ácido	111	6	111	6
Ataque ácido - Drenagem	120	6	109	6
Drenagem - Diluição	90	5	106	6
Diluição - Deposição	109	6	109	6
Deposição - MET	101	6	126	7

O que aqui se verifica é que se os tempos são reduzidos, os *stocks* têm a oportunidade de aumentar em termos de *banettes* pois existe mais tempo para produzir. Ainda assim, em termos de tubos, os *stocks* ficam mais repartidos entre os postos de trabalho.

#### 5.4.2 Implementação de gestão e controlo informático de WIP

O *work in progress* é um fator bastante importante na empresa e existe uma preocupação patente em saber os valores em tempo real. Assim, o que acontece atualmente é que os *team leaders* têm atualmente de se deslocar aos postos de trabalho e contar os *stocks* de forma a perceberem quais as quantidades envolvidas, o que grande parte das vezes se torna bastante trabalhoso. Essa contagem que eles fazem é grande parte das vezes feita muito por alto, dado que eles em vez de fazerem uma contagem concreta de tubos contam as *banettes* e extrapolam para tubos, o que grande parte das vezes torna os cálculos incorretos e não tão aproximados como à primeira vista podem parecer.

Por isso, foi necessário pensar num mecanismo que tornasse essa contagem mais rápida e eficaz. A ideia que surgiu foi envolvendo o TPO, registo informático da passagem de amostras em cada posto (também utilizado no balanceamento). Através de uma macro em VBA, procurou-se calcular de forma exata quais os *stocks* entre cada um dos postos, sendo que houve uma limitação que se prendeu com o facto de não haver registos em dois postos da PREP: drenagem e diluição. Por esse motivo, o *stock* para a deposição engloba os *stocks* dos dois postos anteriores acima referenciados (é um aspeto em que a empresa está a trabalhar no sentido de englobar registos desses postos no TPO). A macro

calcula os *stocks* entre cada posto, sendo que para isso procura os códigos das amostras no primeiro posto e verifica se os mesmos já passaram ou não no posto seguinte. Assim, caso isso não se verifique, essa amostra conta como *stock* entre esses postos (e todas as que se encontrem na mesma situação). E procedeu-se assim para todos os *stocks*, sendo que da codificação para o MOLP teve de se comparar parte do código da codificação (código de amostra) para código da camada (mais 3 dígitos que identificam a camada). A Figura 72 mostra o resultado do código da macro.

<b>STOCK</b>		
Codificação	<b>951 amostras</b>	MOLP
MOLP	<b>2444 camadas</b>	Ataque-ácido
Ataque-ácido	<b>165 camadas</b>	Deposição
Deposição	<b>282 camadas</b>	MET
<u>Tubos em circulação</u>		
<b>2891</b>		

*Figura 72 - Resultado da macro para cálculo de WIP*

A soma dos 3 últimos *stocks* é o *stock* de tubos (camadas) em circulação em todo o laboratório 1 ou 2 (aparece também no final do quadro). É de ressaltar que cada um dos 2 laboratórios terá a sua macro, que será distinguido pelos nomes das pessoas que pertencem a cada um deles, fazendo isso sentido porque eles trabalham de maneira praticamente separada e independente. Esse é um dos dois fatores que têm de estar sempre a ser atualizados quando houver entrada de pessoas ou mudanças de laboratório (foram só usados os nomes do laboratório 2 pois é o laboratório mais pequeno, como mostra a Figura 73).

```

Sub vbn()
i = 3
Do While (Cells(i, 1) <> "")
  If (Cells(i, 4) = "Alexandre Ferreira" Or Cells(i, 4) = "Ana Isidro" Or Cells(i, 4) = "Ana Luisa Gonçalves" Or Cells(i, 4) =
    Cells(i, 4) = "Leonel Dias" Or Cells(i, 4) = "Luis Moreira" Or Cells(i, 4) = "Lurdes Silva" Or Cells(i, 4) = "Luz Meneses"
    Cells(i, 8) = ""
  Else
    Cells(i, 8) = "Lab 1"
  End If
  i = i + 1
End While

```

*Figura 73 - Filtro por nome para o Laboratório 1*

Outra questão pensada foi criar limites de *stock* tendo em conta os cálculos feitos acima, de forma a perceberem como está o estado de cada *stock*. Esse é o outro fator que deve ser atualizado conforme as mudanças que vão existindo (Figura 74).



```

limstock1 = 1000
limstock2 = 500
limstock3 = 200
limstock4 = 100

```

Figura 74 - Limites de stock

Com este incremento à macro, o resultado final apareceria bem definido de forma a ser o mais informativo possível à pessoa que a usa (Figura 75).

<b>STOCK</b>			
Codificação	<b>951 amostras</b>	MOLP	<b>-49</b>
MOLP	<b>2444 camadas</b>	Ataque-ácido	<b>1944</b>
Ataque-ácido	<b>165 camadas</b>	Deposição	<b>-35</b>
Deposição	<b>282 camadas</b>	MET	<b>182</b>
<u>Tubos em circulação</u>			
<b>2891</b>			

Figura 75 - Resultado da macro com limites de stock

Assim, a verde ficam colocados os *stocks* que se encontram dentro dos limites expectáveis e a vermelho os que estão fora de controlo, sendo ainda informado a diferença para os respetivos limites.

O *team leader* necessita, para utilizar a macro, premir um botão existente no Excel (quando tem o TPO aberto), de forma a que a mesma em cerca de 20 a 30 segundos devolva os valores numa folha à parte. A única condicionante de todo este procedimento é que é necessário retirar o TPO do sistema sempre que se quer calcular os *stocks*. O TPO necessita de ser de dois dias, pois se for tirado no início do dia ainda existem amostras que têm registo no dia anterior e ainda não passaram no posto seguinte e por isso ainda são *stock* intermédio. Se se retirasse só do dia em questão, elas não iriam aparecer.

Outra vantagem é que a macro atribui a cada registo o laboratório respetivo (através do nome do operador) e assim o *team leader* tem acesso ao que já foi feito pelo seu laboratório em cada posto, ao invés de ter de seleccionar o nome de cada um dos operadores no filtro com os nomes dos mesmos (Figura 76).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	Date	heure	tétragramme	Nom Opérateur	Poste	Code Echantillon ou Coucl	Catégorie	
3	2018-07-18	06:21:46	XG68	Catarina Faria	MOLP	18EK047726-013-01	-	Lab 1
4	2018-07-18	06:21:58	Y65V	Carlota Nunes	MOLP	18EK047846-005-01	-	
5	2018-07-18	06:22:16	DEO8	Paulo Pereira	MOLP	18EK047715-014-01	-	Lab 1
6	2018-07-18	06:22:20	QX75	José Pedro Andrade	MOLP	18EK047688-006-01	-	
7	2018-07-18	06:23:27	P333	Rosa Rocha	MOLP	18EK047702-001-01	-	Lab 1
8	2018-07-18	06:23:36	S3CK	Rita Fernandes	MOLP	18EK047876-007-03	-	

Figura 76 - Atribuição dos registos ao Laboratório 1

É assim claro que com esta macro existe muito mais facilidade, rapidez e precisão na recolha de dados sobre WIP. Os *team leaders* não necessitam sequer de sair do seu local de trabalho para aceder a estes dados, que lhes são indicados nas quantidades exatas. A macro oferece ainda outras variáveis que a tornam mais completa ainda.

#### 5.4.3 Implementação de gestão e controlo visual de WIP

Apesar de existir alguma marcação junto dos postos para limitar o *stock* intermédio, a mesma é ineficaz, uma vez que normalmente os operadores ocupam este espaço e muito mais sem darem grande importância a isso. A marcação é igual, por exemplo, à utilizada para os 5S, o que não a diferencia e provoca alguma confusão.

Por isso, independentemente dos valores a utilizar como de referência para *stock* máximo, visualmente e fisicamente, é necessário criar um sistema mais capaz. A ideia passa por afixar junto de cada posto de trabalho uma etiqueta que informe o nível máximo permitido para esse posto. Adicionalmente, devem ser adicionadas linhas vermelhas na parte exterior da *hotte* e na mesa (delimitação em duas dimensões, na vertical e na horizontal), como mostram as Figuras 77 e 78.



Figura 77 - Etiqueta e delimitação vertical do stock intermédio na diluição



*Figura 78 - Delimitação horizontal do stock intermédio na diluição*

A figura anterior é o exemplo da marcação física a utilizar no posto da diluição, que será à partida um dos menos lotados em termos de *stock* (no regime com postos por preencher, que é o que acontece atualmente na empresa), uma vez que é o posto mais demorado e, portanto, com menos *banettes* se atinge a hora de trabalho (*stock* máximo). Os operadores têm assim acesso de duas formas ao nível de *stock* máximo (através do valor indicado e das linhas marcadas). Assim, sempre que se atingem esses níveis de *stock*, os operadores serão visualmente informados e devem também informar os respetivos *team leaders* do sucedido para o mesmo tomar medidas no sentido de ‘combater’ esse problema. Adicionalmente, e na PREP (postos rotativos), aos operadores pode-se dar a liberdade também para deslocarem-se para o posto seguinte caso o mesmo não esteja ocupado e tenham abastecido esse mesmo posto até ao nível de *stock* máximo (Figura 79).



*Figura 79 - Delimitação de stock na estante do MET (espaço para 5 banettes)*

A figura anterior mostra como deve ser feita a delimitação no MET, que é diferente da PREP pois tem uma estante onde é colocado o *stock*. Esses mecanismos permitirão ter um controlo mais amplificado dos *stocks* da empresa e evitar que os mesmos atinjam níveis que se tornem prejudiciais para a própria organização. Essas medidas permitem ao mesmo tempo que esse controlo de *stocks* intermédios seja feito tanto ao nível dos operadores (que é quem está sempre em contacto com a produção) e os *team leaders* (que são os responsáveis por controlar toda a produção).

## 5.5 Novo quadro de KPIs

No âmbito do questionário realizado junto dos operadores da empresa sobre o quadro onde se encontram expostos os KPIs, foram analisadas as respostas dos mesmos para a retirada de conclusões e proceder-se à tomada de medidas de melhoria sobre o quadro existente. O foco principal foram aqueles pontos que se encontravam sob menor conhecimento dos operadores e todas as propostas vão no sentido de a informação que é prestada chegue de uma forma mais alargada, rápida e eficaz.

### 5.5.1 Principais conclusões das respostas ao questionário

Depois de analisadas e compiladas as repostas ao questionário, foi possível verificar várias e importantes conclusões no sentido de melhorar o quadro existente. Assim, de seguida, apresentam-se essas mesmas conclusões:

- A quase totalidade dos inquiridos disse ter tido formação/explicação sobre o quadro;
- 80% dos operadores sabem o significado de todos os KPIs;
- O conhecimento dos valores dos KPIs situa-se entre 3-Médio e 4-Bastante;
- Mais de 80% das pessoas sabem o valor de referência da taxa de bem à 1ª e que o quadro é atualizado diariamente, sendo que o conhecimento do valor a atingir para as amostras e para o TAT-R é apenas do conhecimento de cerca de 2/3 das pessoas;
- 50% das pessoas visualizam o quadro todos ou quase todos os dias, enquanto que 25% não veem qualquer vez;
- Os dias com mais visualizações do quadro são a segunda e a sexta (75%);
- Avaliação da localização, organização e facilidade em consultar é de 4-Concordo;
- KPIs mais importantes para os operadores: Amostras, Taxa bem 1ª, TAT-R, Produtividade e Camadas (pela ordem apresentada).

Agora, na presença destes dados que resultam do diagnóstico feito junto dos operadores é possível criar estratégias que vão no sentido de melhorar esses valores. Essas medidas podem ser suficientemente boas que consigam melhorar um conjunto de indicadores, ou então, serem focadas num só ponto a melhorar. O que importa é criar um quadro renovado que vá de encontro às expectativas dos operadores, para no final, os mesmos fiquem mais focados e interessados na informação que o mesmo presta e que é bastante importante quer para a empresa como um todo como para cada um individualmente.

#### 5.5.2 Desenvolvimento dos gráficos em Excel

Um dos pontos que, apesar de não ter diretamente relação com as respostas dados ao questionário, necessitava de ser melhorado era a forma como eram obtidos os gráficos. Basicamente o que acontecia até aqui era que os RPs (Responsáveis de Produção) consultavam o sistema informático (folha IPG, que estava preparada para dar diretamente o valor de cada KPI de cada dia) e retiravam esses valores para manualmente. Daí iam ao quadro e ‘desenhavam’ à mão as barras no gráfico de acordo com o valor. Assim, os gráficos ficavam muitas vezes não tão precisos como seria de esperar. Para além disso e como alguns operadores referiram nas respostas abertas ao questionário, gostavam de ver um aspeto mais ‘profissional’ e mais apelativo no quadro. Mesmo para quem ‘concebia’ os gráficos não ficava com os mesmos no sistema informático, ou seja, tinha só os valores que retirava das tabelas.

A partir desta circunstância, foram desenvolvidos os gráficos em Excel para os mesmos ficarem disponíveis quer em sistema informático quer em papel. Utilizando praticamente o mesmo *design* que era utilizado, foram concebidos os gráficos, sendo que os mesmos ficaram cada um numa folha diferente do Excel, mas no mesmo documento para se fazer associação de dados entre eles. Cada um deles tinha tabelas de apoio onde os dados ficaram preenchidos e guardados (Figura 80).

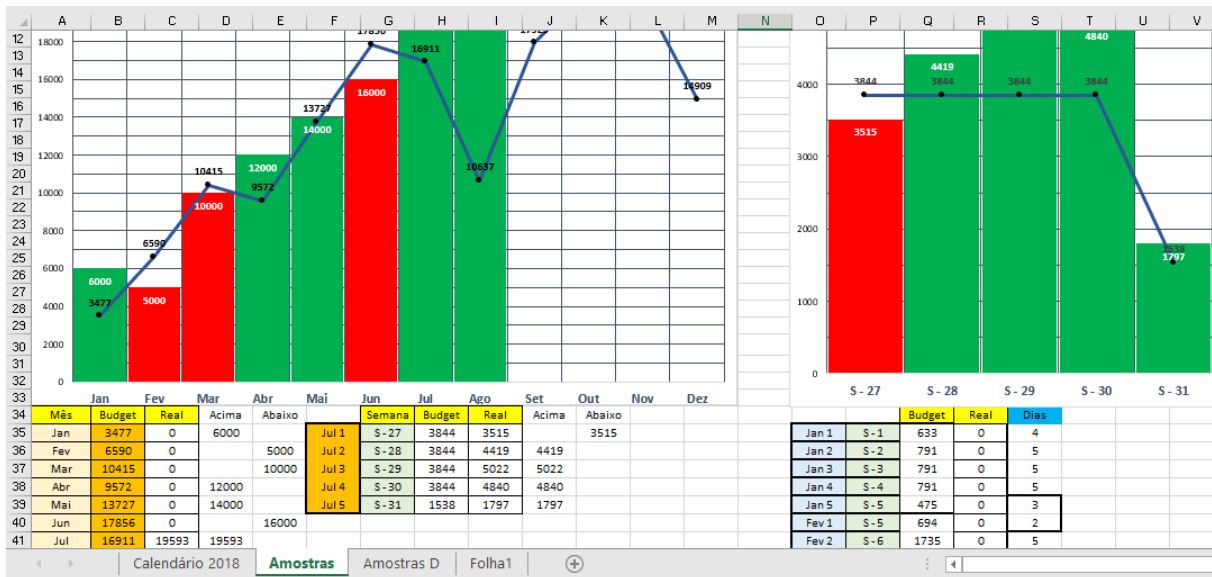


Figura 80 - Gráfico Semanal/Mensal de Amostras e respectivas tabelas de dados

Como se pode ver na figura anterior, os gráficos são executados assim que são preenchidos os dados nas tabelas. Esses mesmos dados ficam associados entre tabelas, ou seja, os gráficos mostrados vão buscar dados ao gráfico diário, como mostra a Figura 81.

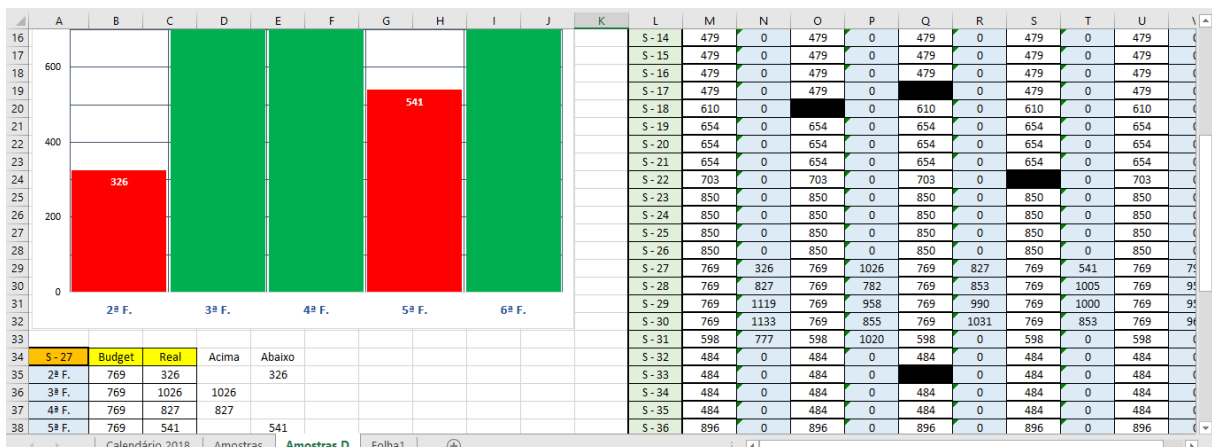


Figura 81 - Gráfico Diário de Amostras e respectiva tabelas de dados

Os dados para a tabela diária são retirados de um ficheiro da empresa chamado IPG que fornece todos os valores verificados a cada dia e apenas necessita que na barra do dia se substitua por formato S-271, que neste caso quer dizer semana 27 segunda-feira (Figura 82).

	A	B
1	jours	Nb d'échantillons massifs réceptionnés
2	EUPTPA	
3	01/07/2018	
4	S - 271	669
5	S - 272	1051
6	S - 273	762
7	S - 274	962
8	S - 275	598
9	07/07/2018	
10	08/07/2018	

Figura 82 - Ficheiro de onde são extraídos os dados

No gráfico diário encontram-se marcados a preto os dias feriados e podem-se colocar também as férias. Para isso existe também um ficheiro de apoio com o calendário onde ficam marcados os dias úteis por semana e por mês. A partir daí divide-se o *budget* mensal de amostras conforme os dias úteis do mês e os de cada semana desse mês (Figura 83).

The image shows a screenshot of a calendar application titled "Calendário 2018 - Com Feriados Nacionais Portugueses". The main area is a grid of days from January to December. Days are color-coded: green for workdays, red for national holidays, and blue for Carnival. A sidebar on the right allows selecting a month (Jan to Mai) and a week (S-1 to S-18). The bottom of the screen shows navigation options like "Calendário 2018", "Amostras", "Amostras D", and "Folha 1".

Figura 83 - Calendário de apoio aos gráficos

Com os gráficos todos associados e tendo em conta o que já foi referido, o responsável de produção necessita apenas de fazer as ações apresentadas na Tabela 25.

Tabela 25 - Ações necessárias para preencher os gráficos

Anualmente	Colocar Budget Mensal de Amostras, Número de dias por semana no calendário (AO) e apagar feriados/férias em Amostras D (preto)
Mensalmente	Mudar mês (Q4) e semanas do mês (A35 a A39) em Amostras
Semanalmente	Mudar semana (A34) em Amostras D
Diariamente	Acrescentar IPG ao Excel dos gráficos e mudar identificação do dia para o formato S - 271 (exemplo: semana 27 dia 1-segunda)

Com a introdução deste modelo de execução dos gráficos, é possível numerar um conjunto de benefícios que os mesmos são capazes de trazer:

- **Agilização** no trabalho de obtenção dos gráficos: **obtidos automaticamente**, uma vez que assim que preenchidos, os gráficos são logo desenhados em Excel, os mesmos deixam de ter associado trabalho único de preenchimento manual (mais volátil) no quadro;
- **Baixo número de dados** a serem preenchidos (é apenas necessário introduzir a folha Excel IPG e mudar identificação do dia, sendo os restantes aspetos preenchidos no início do ano, como *budget* e dias úteis), assim eles são **associados entre todos** os gráficos do mesmo KPI (mensal, semanal e diário);
- Dados de todo o ano **ficam guardados** juntos dos gráficos: as tabelas que estão colocadas junto dos gráficos armazenam todos os dados de um ano compilados de forma organizada e num mesmo documento, assim deixa de ser necessário procurar no IPG os valores, sendo que esse documento contém mais informação do que a necessária para os KPIs, e ficam ainda registadas as variações ao longo de um período de tempo;
- Possibilidade de **impressão dos gráficos**: para colocação no quadro, evita-se o trabalho de ter de os preencher à mão e criando um aspeto mais **'profissional' e atrativo** para o público alvo do quadro, que são os operadores (tal como alguns referiram no questionário), podendo-se imprimir pelo menos os semanais/mensais, uma vez que não obrigam a impressões diárias e bastante custosas;
- Enviar por **correio eletrónico** aos operadores no final de semana para eles terem **acesso digital** ao quadro: desta forma, é possível os operadores acederem por um meio alternativo aos KPIs, fora do seu local de trabalho, tendo tempo para se debruçarem sobre os mesmos sem restrições de tempo (que muitas vezes é limitado no local de trabalho).

Com este conjunto de medidas, centrado na execução dos gráficos em Excel, é possível chegar de maneiras mais variadas aos operadores (e de certa forma mais apelativas) e ao mesmo tempo consegue-se que a quantidade de trabalho com a elaboração dos gráficos seja reduzida. Assim, a tendência para o maior envolvimento das pessoas com esta questão é quase garantida.



### 5.5.3 Novo *layout* e *design* do quadro

Ao longo da análise ao quadro, foram perceptíveis certos aspetos que poderiam ser melhorados para que o alcance do mesmo fosse reforçado. Um desses aspetos foi a identificação ineficaz no que diz respeito a cada um dos gráficos e ao valor alvo/objetivo. Por isso, um dos aspetos a considerar no novo *layout* do quadro foi o aumento da identificação dos títulos de cada quadro e do respetivo objetivo. Assim, torna-se mais fácil aos técnicos saberem de que KPI se trata, não sendo assim necessário ao operador um contacto direto com o quadro para ter noção do estado. Visualizando, identificando ao longe e vendo as cores presentes nesse gráfico sabem logo se o mesmo está num “bom caminho” ou não. Assim se aumentará o nível de contacto dos operadores com o quadro e o conhecimento será reforçado, apesar de ser um contacto mais superficial. Por isso, não deixa de ser também benéfica uma análise mais profunda aos KPIs e para isso é também necessária a introdução de formas de comunicação mais aprofundadas.

Assim, a ideia passa por estabelecer *meetings* no início de cada turno (de cerca de 5 a 10 minutos) para que seja feita uma análise mais profunda dos indicadores de desempenho. Os *team leaders* ou responsáveis de produção ficam com a responsabilidade destas pequenas reuniões e onde se permita aos operadores expressarem as suas opiniões. Serão identificados aspetos mais positivos e aspetos a melhorar, sendo o *brainstorming* existente neste tipo de reuniões bastante fulcral para o estabelecimento de ações de melhoria. Os operadores sentir-se-ão mais envolvidos e capazes de terem uma voz mais ativa na organização. Ao mesmo tempo a organização tem toda a gente mais envolvida e comprometida com os objetivos a atingir em cada KPI.

Por último e não menos importante na questão do *layout*, é a questão de como organizar todos os gráficos no espaço do quadro. Para isso, e como já é utilizado atualmente, o quadro fica dividido num espaço para os gráficos mensais/semanais e do outro lado os gráficos diários. De resto, é preciso ter em atenção quais os KPIs aos quais os operadores dão maior importância, segundo as repostas dadas nos questionários. A nova ordenação coloca mais em cima os mais relevantes para os técnicos (Amostras reportadas, Taxa de bem à 1ª e TAT-R numa parte superior do quadro e Camadas MOLP, PREP, MET numa parte de baixo). Assim ao nível dos olhos os operadores terão aqueles que são os KPIs mais importantes. Tendo em conta estas considerações foi desenvolvido um novo *layout* do quadro de indicadores de desempenho que corre no sentido de absorver todos estes aspetos que melhorarão todo o quadro e o seu aspeto. No Anexo XXI está representado o novo *layout* proposto.

O novo quadro é assim capaz de transmitir a informação necessária aos operadores e de forma bastante organizada e lógica. Em suma, este quadro constitui-se como um instrumento de gestão que

oferece não só a possibilidade de identificação dos processos que não estão a seguir o rumo pretendido, como também a sua melhoria, e ao mesmo tempo permite apoiar as decisões da gestão de topo, quando houver a necessidade de optar por um rumo de negócio com perspectivas continuadas de crescimento.

## 6. CONCLUSÃO

Este capítulo servirá para apresentar as alegações finais relativamente a todo o trabalho desenvolvido na empresa Eurofins, nomeadamente qual o sucesso alcançado relativamente às propostas de melhoria realizadas, as dificuldades sentidas ao longo de todo o projeto e de que forma é que as mesmas impactam positivamente na organização. Por último, será feita uma descrição das áreas estudadas quais as que podem ainda ser alvo de melhorias.

### 6.1 Considerações finais

Ao longo de cerca de nove meses, foi desenvolvido um projeto de dissertação na empresa Eurofins que abrangia o estudo relativo a cinco áreas distintos. Para cada uma delas foram desenvolvidos planos de diagnóstico através de ferramentas reconhecidas pela sua eficiência, que resultaram em dados objetivos e claros, de forma a se proceder às respetivas propostas de melhoria.

Começando pelo estudo de métodos e tempos, foram feitas três propostas de melhoria: a primeira (eliminação do equipamento de ultrassom) foi provada como possível e com melhorias objetivas, faltando apenas começar a ser aplicada na prática; a segunda proposta (uso de máquina de apoio na diluição) foi pensada, mas houve falta de tempo da pessoa responsável por desenvolvê-la, de forma que não se conseguiu testar a mesma (no entanto, os possíveis ganhos com a proposta foram apresentados); a terceira proposta (recolocação da centrífuga) ficou a faltar apenas fazer um pequeno período em que se verificasse que os operadores se adaptavam à mudança (muito provável que acontecesse isso, uma vez que seria uma ligeira mudança), sendo que a sua eficácia foi devidamente provada. Com as medidas testadas, foi provado que se conseguiria um aumento de 77% para 88% da eficiência de balanceamento da PREP e ainda um aumento de 21% da capacidade produtiva.

Relativamente ao estudo do balanceamento de todos os postos, depois de se terem tido em conta as alterações da PREP (acima descritas) nos tempos calculados, foi proposta a colocação de mais um posto de MOLP na empresa, de forma a melhorar a eficiência. Essa medida foi aplicada num dos laboratórios, sendo que com isso a eficiência do balanceamento de todos os postos passou de 81% para 92%, aumentando-se ainda a capacidade de produção do laboratório em 19%.

No que respeita ao *layout* dos postos de trabalho, foi realizado um estudo através de diagramas de *spaghetti*. As propostas de melhoria apresentadas tiveram como único propósito reduzir os tempos utilizados em movimentos, sendo que neste campo, as propostas foram apenas projetadas não

chegando a serem aplicadas, devido principalmente à falta de tempo para o efeito. No entanto, as mesmas foram devidamente estudadas, podendo-se concluir que na sua globalidade as mesmas ‘provocam’ uma redução de cerca de 60% em termos do gasto em deslocamentos fora dos postos de trabalho.

Relativamente ao estudo do WIP, o objetivo era primeiramente fazer um levantamento dos valores globais envolvidos, para depois se proceder à aplicação de ferramentas que tornassem o controlo e gestão mais facilitado. Assim, foi proposta e aplicada uma macro VBA que no momento devolve os *stocks* entre cada um dos postos, ao invés de os responsáveis terem de ir aos locais contar esses mesmos *stocks*. A nível dos operadores, foi ainda proposta colocação de marcação visual de aviso para níveis de *stock* indesejáveis, níveis esses devidamente estudados e calculados.

Por último, relativamente ao quadro de KPIs da empresa foi realizado um questionário aos operadores, de forma a se obterem dados de diagnóstico. A partir dessas repostas e não só, foram desenvolvidas várias medidas: execução dos quadros em Excel (pronto a ser usado, obtenção dos gráficos mais facilitada e com possibilidade de envio eletrónico para os operadores), com possibilidade de impressão e a reformulação do quadro, de acordo com as respostas dadas ao questionário pelos operadores.

Apesar de algumas destas medidas não terem chegado a uma fase mais adiantada, ou seja, não serem testadas, as mesmas foram devidamente estudadas e explanadas, sendo que o tempo não se revelou o necessário para a objetivação das mesmas. Outra grande dificuldade do projeto foi o facto de as pessoas que ficaram responsáveis pela ajuda no desenvolvimento de algumas ideias estarem sobrecarregadas de trabalho e assim essas mesmas propostas se terem arrastado um pouco no tempo. Apesar de algumas dificuldades (que acabam por ser naturais), o *feedback* do trabalho é bastante positivo e fica o sentimento de que é possível continuar a trabalhar-se nestas áreas para que as mesmas sejam ainda mais eficazes.

## 6.2 Trabalho futuro

Apesar de os aspetos terem sido estudados e se terem conseguido alcançar resultados bastantes positivos, é ainda possível perspetivar no futuro melhorias e até a conclusão de algum trabalho que não se conseguiu terminar por completo.

Assim, no que ao estudo de métodos e tempos diz respeito, deverá ser feito um estudo aprofundado a uma máquina de apoio a utilizar na diluição, de modo a perceber se a mesma terá resultado e impacto positivo sobre o tempo das operações nesse posto.

Ao nível do balanceamento, poder-se-á pensar no futuro em criar uma macro VBA que obtenha os tempos produtivos de cada operador em cada posto. Dessa forma, a empresa pode ter a cada dia os registos de cada operador e ir atualizando o balanceamento de tempos dos postos.

O maior desafio ao nível do *layout* passa pela execução e verificação das medidas propostas, uma vez que as mesmas, neste campo, apenas foram estudadas e propostas.

Relativamente aos *stocks* intermédios é necessário proceder-se à colocação de marcação visual de limitação em cada posto de trabalho. Por outro lado, a macro VBA aprovada tem um pequeno problema, pois necessita que se retirem os registos produtivos sempre que se quer calcular o WIP, sendo que, no futuro, uma base de dados poderia evitar esse trabalho e fazer com que os valores estivessem sempre atualizados conforme os dados fossem mudando na base.

Por último, quanto ao quadro de KPIs, seria importante fazer um novo questionário aos operadores de forma a se confirmarem as mudanças propostas. Por outro lado, será importante, nesta área, pensar-se numa solução mais tecnológica, com a colocação de um quadro eletrónico (mais apelativo e dinâmico), de forma a que os operadores foquem mais a sua atenção no quadro.

Como se pode verificar, é sempre possível mudar-se e melhorar-se o estado atual das mais diversas áreas da empresa. É necessário é que todos estejam alinhados no sentido de nunca se acomodarem e assim promoverem um espírito de melhoria contínua.



## BIBLIOGRAFIA

- Aldakhilallah, K. (2002). The Determination of the Average WIP Inventory and Buffer Size for a Two-stage Manufacturing System. *Administrative Sciences*, 14(1), 33–47.
- Avikal, S., Jain, R., Mishra, P. K., & Yadav, H. C. (2013). A heuristic approach for U-shaped assembly line balancing to improve labor productivity. *Computers and Industrial Engineering*, 64(4), 895–901. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2013.01.001>
- Barnes, R. (1977). *Estudo de movimentos e de tempos, projeto e medida do trabalho*. Obtido de <https://pt.scribd.com/document/360088789/BARNES-R-Estudo-de-movimentos-e-de-tempos-projeto-e-medida-do-trabalho-Edgar-Blucher-2000-pdf>
- Boyer, K. (1996). An assessment of managerial commitment to lean production. *International Journal of Operations and Production Management*. <https://doi.org/10.1108/01443579610125589>
- Breyfogle, F. (2014). Five Techniques for Reducing Manufacturing WIP: Lean Six Sigma Project Opportunity. Obtido 7 de Setembro de 2018, de <https://www.qualitymag.com/blogs/14-quality-blog/post/92258-five-techniques-for-reducing-manufacturing-wip-lean-six-sigma-project-opportunity>
- Builder, P. (2017). Porque o trabalho em andamento (work in progress) pode matar sua empresa. Obtido 7 de Setembro de 2018, de <https://www.projectbuilder.com.br/blog/porque-o-trabalho-em-andamento-work-in-progress-pode-matar-sua-empresa/>
- Camarotto, J. (2006). *Projeto de Unidades Produtivas - Apostila*. Universidade Federal de São Carlos.
- Carravilla, M. (1998). *Layouts e Balanceamento de Linhas*. FEUP.
- Cleto, M., & Quinteiro, L. (2011). Gestão de projetos através do DMAIC: um estudo de caso na indústria automotiva. *Revista Produção Online*, 11, 210–239. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v11i1.640>
- Cruz, C. (2009). *Balanced Scorecard - Concentrar uma Organização no que é Essencial*. Livraria Almedina. Obtido de [https://www.almedina.net/product\\_info.php?products\\_id=5625](https://www.almedina.net/product_info.php?products_id=5625)
- Fernandes, B. H. R. (2005). Rastreado os direcionadores da performance organizacional: uma proposta metodológica. *Cadernos EBAPE.BR*, 3(1), 01–17. <https://doi.org/10.1590/S1679-39512005000100005>
- Fischmann, A., & Zilber, M. (2000). Utilização de indicadores de desempenho para a tomada de decisões estratégicas: um sistema de controle. *Revista de Administração Mackenzie*, 1(1), 9–25.
- Fourie, C., & Umeh, N. (2017). Application of lean tools in the supply chain of a maintenance

- environment. *South African Journal of Industrial Engineering*, 28(1). <https://doi.org/10.7166/28-1-1507>
- Gama, A., Ramos, D., Teixeira, C., Queiroz, V., & Oliveira, F. (2012). Balanceamento De Linha De Produção : Um Estudo De Caso Em Uma Indústria Naval. Em *XXXII Encontro Nacional De Engenharia De Produção*.
- Gaspar, V. (2016). *Análise de Tempos e Métodos numa Linha de Produção de Autocarros*. Obtido de [https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/36922/1/Vasco\\_PARTE\\_2\\_Revisto\\_1\\_finalissimo\\_ingles.pdf](https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/36922/1/Vasco_PARTE_2_Revisto_1_finalissimo_ingles.pdf)
- Gomes, L., & Arezes, P. (2016). *Introdução ao estudo do trabalho*. Universidade do Minho.
- Gomes, M. (2012). *Melhoria do Processo Produtivo*. ISEP.
- Hines, P., Found, P., Griffiths, G., & Harrison, R. (2008). *Staying Lean: Thriving, Not Just Surviving*. *Lean Enterprise Research Centre, Cardiff University*. <https://doi.org/10.1201/b10492>
- Kanawaty, G. (1992). *Introduction to Work Study*. International Labour Office. Obtido de <https://books.google.pt/books?id=IHHB-3qayLUC>
- Lakatos, E., & Marconi, M. (2010). *Fundamentos de metodologia científica*. Editora Atlas S.A. Obtido de <https://books.google.pt/books?id=Y2WFRAAACAAJ>
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way 14 Management Principles From The World Greatest Manufacturer*. *Action Learning: Research and Practice* (Vol. 4). <https://doi.org/10.1080/14767330701234002>
- Marchwinski, C., & Shook, J. (2003). *Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers*. Lean Enterprise Institute. Obtido de <https://books.google.pt/books?id=Y2myLoMlvFIC>
- McBride, D. (2003). 7 Wastes Muda Article on the Seven Wastes of Lean Manufacturing. Obtido 6 de Setembro de 2018, de <https://www.emsstrategies.com/dm090203article2.html>
- Monden, Y. (1998). Total Framework of the Toyota Production System. Em *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* (pp. 1-14-158).
- Moreira, F. (2010). Os Princípios do lean thinking. Obtido 6 de Setembro de 2018, de <https://www.portal-gestao.com/artigos/6002-os-principios-do-lean-thinking.html>
- Moreira, S. (2011). *Aplicação das Ferramentas Lean. Caso de Estudo*. ISEL.
- Neumann, C., & Scalice, R. (2017). *Projeto de Fábrica e Layout*. Elsevier Brasil. Obtido de <https://books.google.pt/books?id=M1zjBwAAQBAJ>
- Neves, A. (2012). *O uso de indicadores chave de desempenho para avaliar a eficiência dos sistemas de gestão*. ISEC.
- Parmenter, D. (2007). *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*.



- Wiley. Obtido de <https://books.google.pt/books?id=LhMKX58gzJEC>
- Peinado, J., & Graemi, A. (2007). *Administração da produção: operações industriais e de serviços*. UnicenP. Obtido de <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Administração+da+Produção+operações+industriais+e+de+serviços#0>
- Razmi, J., & Shakhs-Niyae, M. (2008). Developing a specific predetermined time study approach: an empirical study in a car industry. *Production Planning & Control*, 19(5), 454–460. <https://doi.org/10.1080/09537280802052028>
- Ribeiro, J., & Roldão, V. (2014). *Gestão das Operações - Uma Abordagem Integrada*. Monitor - Projectos e Edições. Obtido de <http://www.monitor.pt/?pt=bookdetail&i=33>
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute Brookline. <https://doi.org/10.1109/6.490058>
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2007). *Operations Management*. Prentice Hall/Financial Times. Obtido de <https://books.google.pt/books?id=PyBs8ffEDmAC>
- Souto, M. (2004). *Engenharia de Métodos*. Obtido de <https://pt.scribd.com/document/125032778/Maria-do-Socorro-Souto-Engenharia-de-Metodos>
- Takao, M., Woldt, J., & Silva, I. (2017). Six Sigma methodology advantages for small-and medium-sized enterprises: A case study in the plumbing industry in the United States. *Advances in Mechanical Engineering*, 9(10), 1687814017733248. <https://doi.org/10.1177/1687814017733248>
- Tubino, D. (2007). *Planejamento e Controle da Produção*. Obtido de [http://www.academia.edu/9537003/Livro\\_Planejamento\\_e\\_Control\\_e\\_da\\_Producao\\_Dalvio\\_Ferrari\\_Tubino](http://www.academia.edu/9537003/Livro_Planejamento_e_Control_e_da_Producao_Dalvio_Ferrari_Tubino)
- Vianna, I. (2001). *Metodologia do trabalho científico: um enfoque didático da produção científica*. E.P.U. Obtido de <https://books.google.pt/books?id=4hntAAAACAAJ>
- Womack, J. (2006). Value stream mapping. *Manufacturing Engineering*, 136(5), 145–156. <https://doi.org/10.1002/9781118592977.ch18>
- Womack, J., & Jones, D. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600967>
- Womack, J., & Jones, D. (2003). Lean Thinking. *BMJ Quality & Safety*, 21(April), 1–8. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2011-000173>





## ANEXO II – FOLHA DE OBSERVAÇÕES DO ATAQUE-ÁCIDO

Folha de observações																					
Posto de trabalho	Ataque-ácido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Operação		Tempos observados (s)																			
1	Buscar porta-tubos e banette	19	50	21	16	29	34	20	19	15	22	34	18	22	25	35	45	27	34	53	32
2	Pegar no tubo e tirar o alumínio	65	60	65	50	85	115	40	65	45	65	75	85	50	80	85	75	95	60	120	80
3	Colocar ácido clorídico (ou etanol) no tubo através do doseador	40	45	40	40	40	40	40	45	40	40	60	50	55	70	45	40	55	70	50	45
4	Pegar espátula e triturar a amostra	140	170	175	130	95	115	155	155	90	185	190	310	230	210	155	145	280	220	330	65
5	Descartar espátula e limpar a mão	40	40	45	40	40	40	40	45	40	40	40	65	40	40	40	35	60	45	50	40
6	Pegar tampa e colocá-la no tubo	70	105	100	50	70	60	60	70	65	55	60	80	75	75	90	65	85	75	80	60
7	Pegar amostras e colocá-las no ultrasom	5	6	10	5	8	5	5	10	8	5	8	14	20	6	6	8	7	12	7	6
8	Retirar amostras do ultrasom	3	4	6	5	4	9	6	11	6	9	5	14	9	6	10	6	9	6	9	6
9	Colocar amostras na centrífuga	21	28	34	25	28	28	22	50	22	21	45	20	25	41	23	20	27	52	45	29
10	Retirar amostras da centrífuga	18	30	29	37	30	36	28	23	27	25	31	37	32	31	32	24	23	20	27	27
	Por Banette (min)	7,0	9,0	8,8	6,6	7,2	8,0	6,9	8,2	6,0	7,8	9,1	11,6	9,3	9,7	8,7	7,7	11,1	9,9	12,9	6,5
	Por Amostra (s)	21,1	26,9	26,3	19,9	21,5	24,1	20,8	24,7	17,9	23,4	27,4	34,7	27,9	29,2	26,1	23,2	33,4	29,7	38,6	19,5
	Técnico	MM	SQ	SC	MM	RB	PG	MM	LS	DF	DF	LD	BL	FD	LS	SC	CM	RG	AI	FS	PG
	Hora	7:40	10:40	13:20	9:40	10:00	11:40	16:30	11:00	11:20	17:00	17:40	13:40	16:40	17:00	10:50	9:10	11:10	14:10	16:30	17:30
	Data	10/mai	10/mai	10/mai	11/mai	11/mai	14/mai	14/mai	18/mai	18/mai	21/mai	21/mai	24/mai	24/mai	24/mai	28/mai	30/mai	4/jun	4/jun	4/jun	4/jun

## ANEXO III – FOLHA DE OBSERVAÇÕES DA DRENAGEM

Posto de trabalho		Drenagem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Operação		Tempos observados (s)																				
1	Pegar tubo com uma mão e descartar a tampa	45	40	55	30	70	50	65	35	45	40	55	35	40	40	40	40	40	40	40	45	40
2	Pegar lenço com a outra mão	25	35	35	25	35	30	20	30	55	40	60	40	50	45	40	40	45	70	35	40	
3	Tirar tampa e deitar o ácido fora, limpando-se a última gota com o lenço	55	45	65	45	55	55	50	50	50	60	75	50	55	55	55	55	95	80	70	70	
4	Deitar água destilada no tubo	60	55	50	55	65	95	50	90	50	60	100	40	45	45	40	50	55	65	65	50	
5	Limpar mão e colocar tampa no tubo	65	45	50	60	65	70	70	45	55	70	60	55	55	75	45	60	70	55	55	60	
6	Levar tubo ao vortex e colocá-lo no portatubos	60	40	55	50	105	30	60	75	50	65	70	195	65	70	50	70	115	105	65	95	
7	Pegar banette e colocá-la no ultrasom	7	4	4	5	6	4	4	4	5	5	4	8	5	10	7	5	7	6	6		
8	Retirar banette do ultrasom	5	5	5	6	8	5	5	10	8	7	5	6	7	6	11	6	7	7	6	6	
9	Colocar amostras na centrífuga	44	20	37	28	29	23	26	36	30	17	21	20	29	45	43	30	24	27	18	33	
10	Retirar amostras da centrífuga	41	21	25	20	19	19	18	22	20	22	20	18	32	31	19	45	20	31	18	41	
		Por Banette (min)	6,8	5,2	6,4	5,4	7,6	6,4	6,1	6,6	6,1	6,4	7,9	7,7	6,4	7,0	5,9	6,7	7,9	8,1	6,4	7,4
		Por Amostra (s)	20,4	15,5	19,1	16,2	22,9	19,1	18,4	19,9	18,4	19,3	23,6	23,2	19,3	20,9	17,7	20,2	23,8	24,4	19,2	22,1
		Técnico	SD	SC	PS	SC	LS	DF	SD	FD	SD	RB	NM	AD	SC	SC	RB	RB	AI	AI	IC	IC
		Hora	8:10	11:10	14:10	11:00	12:00	14:00	16:50	17:20	9:40	10:00	11:10	9:50	11:30	11:50	14:30	14:50	12:20	12:40	12:40	12:40
		Data	10/mai	10/mai	10/mai	11/mai	11/mai	14/mai	14/mai	21/mai	25/mai	25/mai	28/mai	30/mai	4/jun	4/jun	4/jun	4/jun	5/jun	5/jun	5/jun	5/jun

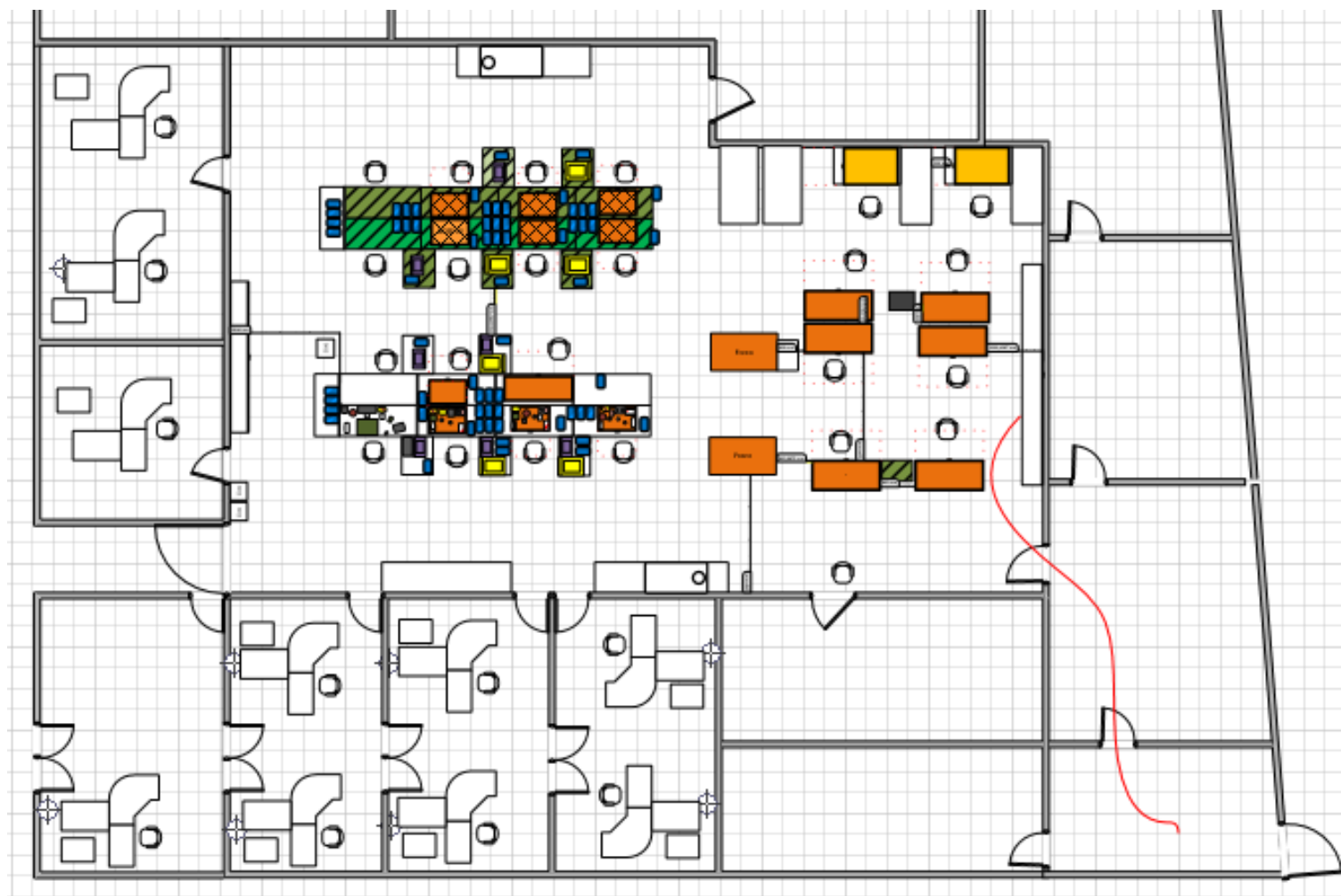
## ANEXO IV – FOLHA DE OBSERVAÇÕES DA DILUIÇÃO

Posto de trabalho	Diluição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Operação</b>		<b>Tempos observados (s)</b>																			
1	Pegar no tubo e tirar tampa	50	40	40	45	35	35	35	40	30	40	45	45	45	40	50	35	30	40	50	50
2	Pegar num lenço de papel	30	40	45	45	40	55	35	40	40	40	40	50	45	50	60	35	45	35	55	35
3	Virar parte da mistura e limpar última gota	50	60	70	55	65	75	55	60	85	55	50	75	95	85	65	60	60	80	75	70
4	Deitar etanol no tubo e colocar tampa	60	50	80	75	85	80	85	55	95	80	60	95	105	95	65	125	85	90	80	80
5	Homogeneizar solução abanando o tubo (levar tubo ao vortex, se necessário)	40	95	205	85	125	65	95	75	90	65	50	95	45	60	55	50	70	65	60	75
6	Verificação da diluição	55	60	40	45	45	45	45	35	50	40	40	60	40	50	40	40	45	35	35	70
7	Ajuste da diluição (se necessário, repetir 4 passos anteriores as vezes que for preciso)	165	135	350	100	150	250	150	210	295	85	210	510	325	425	235	265	155	45	260	70
8	Levar porta-tubos ao ultrassom	5	7	4	4	3	5	3	4	13	5	6	8	6	7	6	5	6	8	6	6
9	Retirar porta-tubos do ultrassom	6	5	7	7	6	5	6	6	7	6	6	9	9	12	7	6	6	9	12	8
10	Verificar as diluições para atestar que estão em condições de ser depositadas	135	98	110	56	58	73	69	92	77	67	163	156	80	174	83	115	168	60	54	122
	<b>Por Banette (min)</b>	9,9	9,8	15,9	8,6	10,2	11,5	9,6	10,3	13,0	8,1	11,2	18,4	13,3	16,6	11,1	12,3	11,2	7,8	11,5	9,8
	<b>Por Amostra (s)</b>	29,8	29,5	47,6	25,9	30,6	34,4	28,9	30,9	39,1	24,2	33,5	55,2	39,8	49,9	33,3	36,8	33,5	23,4	34,4	29,3
	<b>Técnico</b>	PS	PS	MM	SC	EM	PG	CJ	RS	AL	DF	RB	BL	RP	RP	NM	CM	SC	EM	NM	EM
	<b>Hora</b>	09:30	11:20	08:00	11:30	14:10	14:30	16:00	11:40	12:10	18:00	11:00	14:40	09:30	10:10	11:30	10:30	12:10	15:50	16:20	16:40
	<b>Data</b>	10/mai	10/mai	11/mai	11/mai	14/mai	14/mai	14/mai	18/mai	18/mai	21/mai	24/mai	24/mai	28/mai	28/mai	28/mai	30/mai	04/jun	04/jun	05/jun	05/jun

## ANEXO V – FOLHA DE OBSERVAÇÕES DA DEPOSIÇÃO

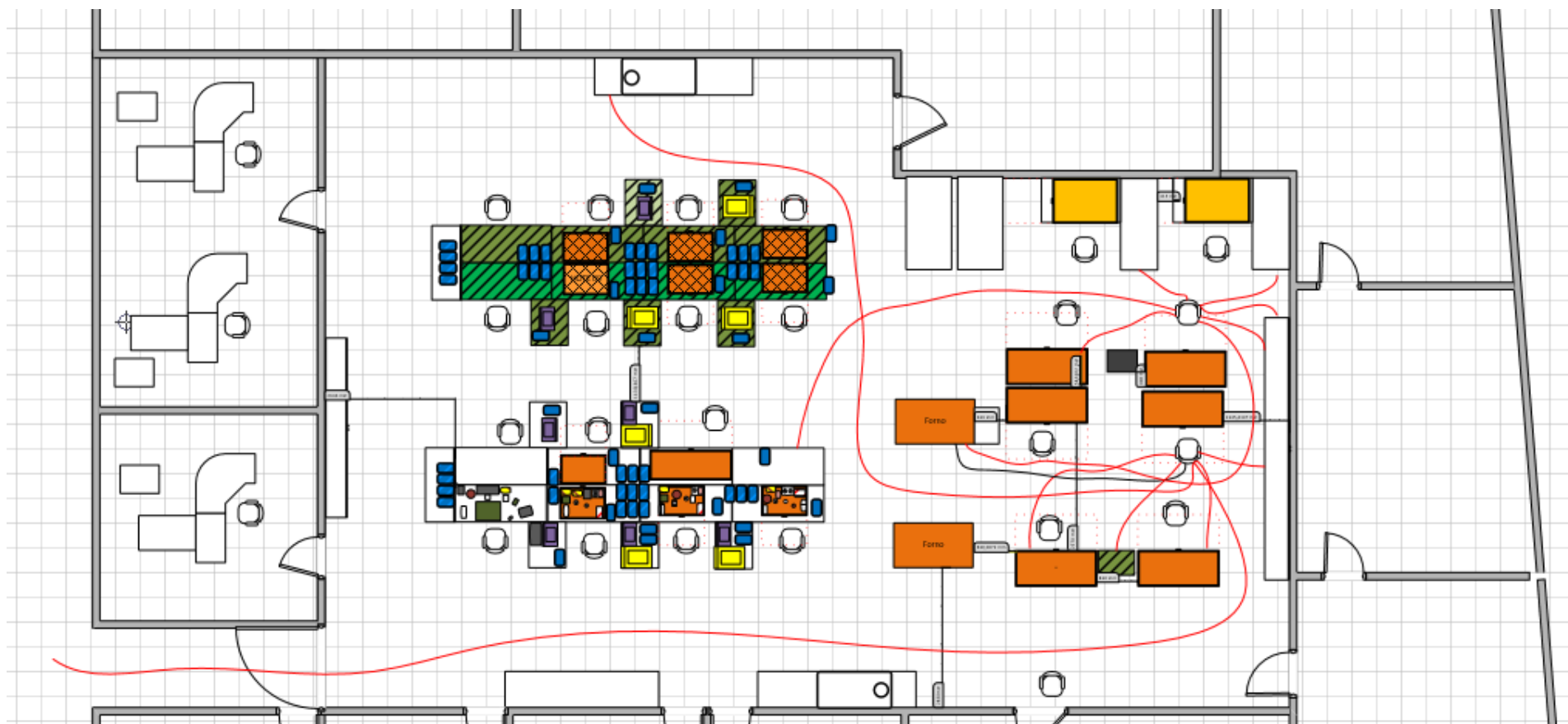
Posto de trabalho	Deposição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Operação</b>		<b>Tempos observados (s)</b>																			
1	Colocar petris abertas na placa de aquecimento	43	46	41	44	57	41	26	58	34	62	59	36	59	69	59	54	49	51	63	67
2	Colocar grelhas sobre o teflon que se encontra nas petris	41	48	91	77	46	81	63	90	38	62	99	39	60	68	60	50	39	67	66	68
3	Pegar no tubo e bipá-lo	45	45	50	35	45	40	45	60	75	40	40	50	50	55	60	55	50	40	55	60
4	Recolher ponta e abanar o tubo	45	60	75	45	30	55	55	50	40	75	45	40	55	60	65	55	45	55	45	50
5	Recolher gota da amostra	55	50	55	45	75	60	70	105	45	55	40	60	45	55	55	50	45	50	45	65
6	Depositar gota na grelha e descartar ponta	80	90	85	110	80	100	55	95	45	65	65	75	70	75	75	60	80	65	85	105
7	Colar etiqueta na tampa e colocá-la semi-aberta sobre a petri	80	125	110	95	115	130	170	145	140	140	95	140	145	140	145	195	95	150	155	155
8	Fechar placas de petri e recolhê-las para uma caixa	39	30	41	30	43	38	42	29	23	33	38	39	31	33	30	41	34	54	33	44
	Por Banette (min)	7,1	8,2	9,1	8,0	8,2	9,1	8,8	10,5	7,3	8,9	8,0	8,0	8,6	9,3	9,2	9,3	7,3	8,9	9,1	10,2
	Por Tubo (s)	21,4	24,7	27,4	24,1	24,6	27,3	26,3	31,6	22,0	26,6	24,1	24,0	25,8	27,8	27,5	28,0	21,9	26,6	27,4	30,7
	Técnico	IC	SQ	PS	PS	TC	PS	FD	AD	GS	FM	CM	EM	RP	RP	AD	RM	PS	FS	RP	LD
	Hora	10:00	11:40	08:40	11:50	15:50	16:10	10:10	18:20	11:20	11:40	15:30	16:10	09:50	10:30	11:50	10:50	12:30	16:10	17:40	18:00
	Data	10/mai	10/mai	11/mai	11/mai	14/mai	14/mai	18/mai	21/mai	24/mai	24/mai	24/mai	24/mai	28/mai	28/mai	28/mai	30/mai	04/jun	04/jun	05/jun	05/jun

## ANEXO VI – DIAGRAMA DE SPAGHETTI DA CODIFICAÇÃO

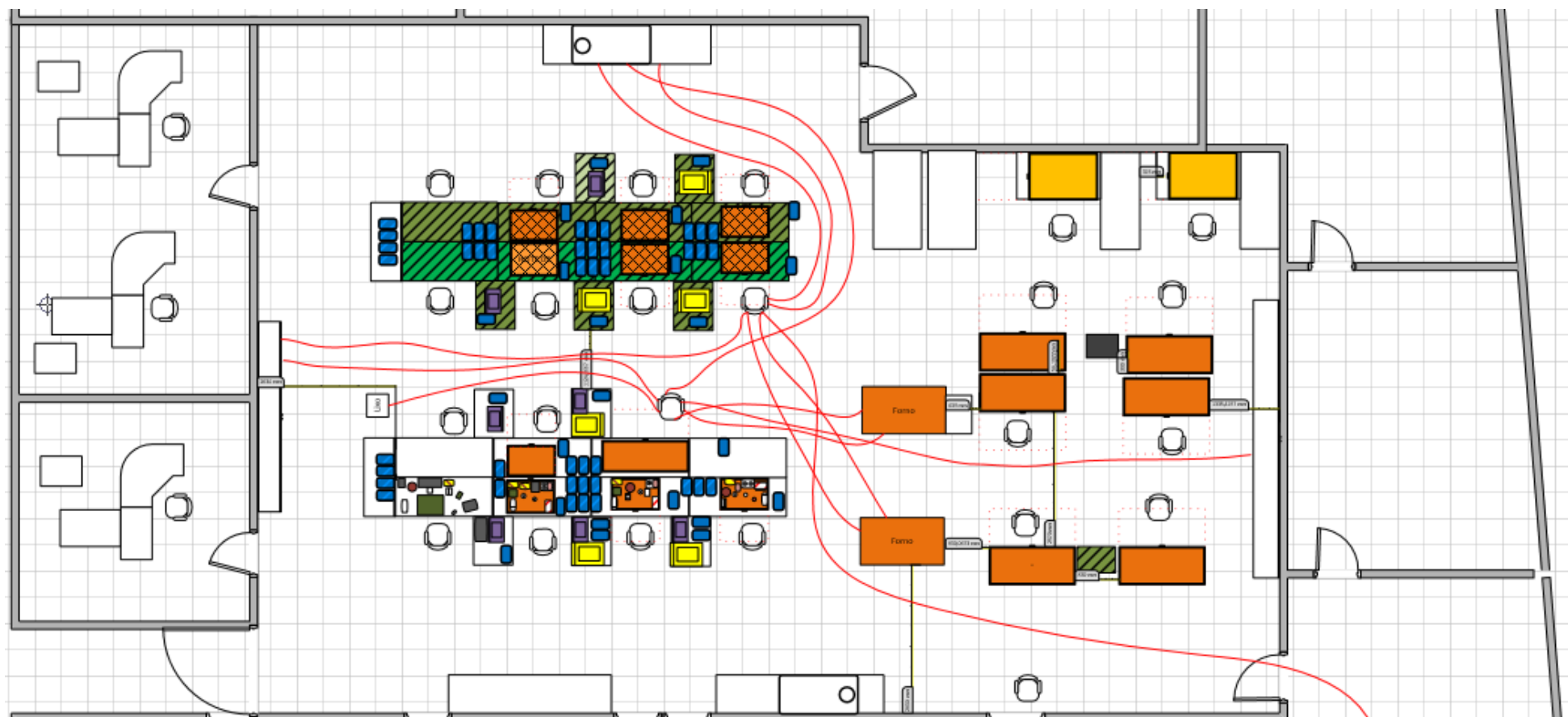




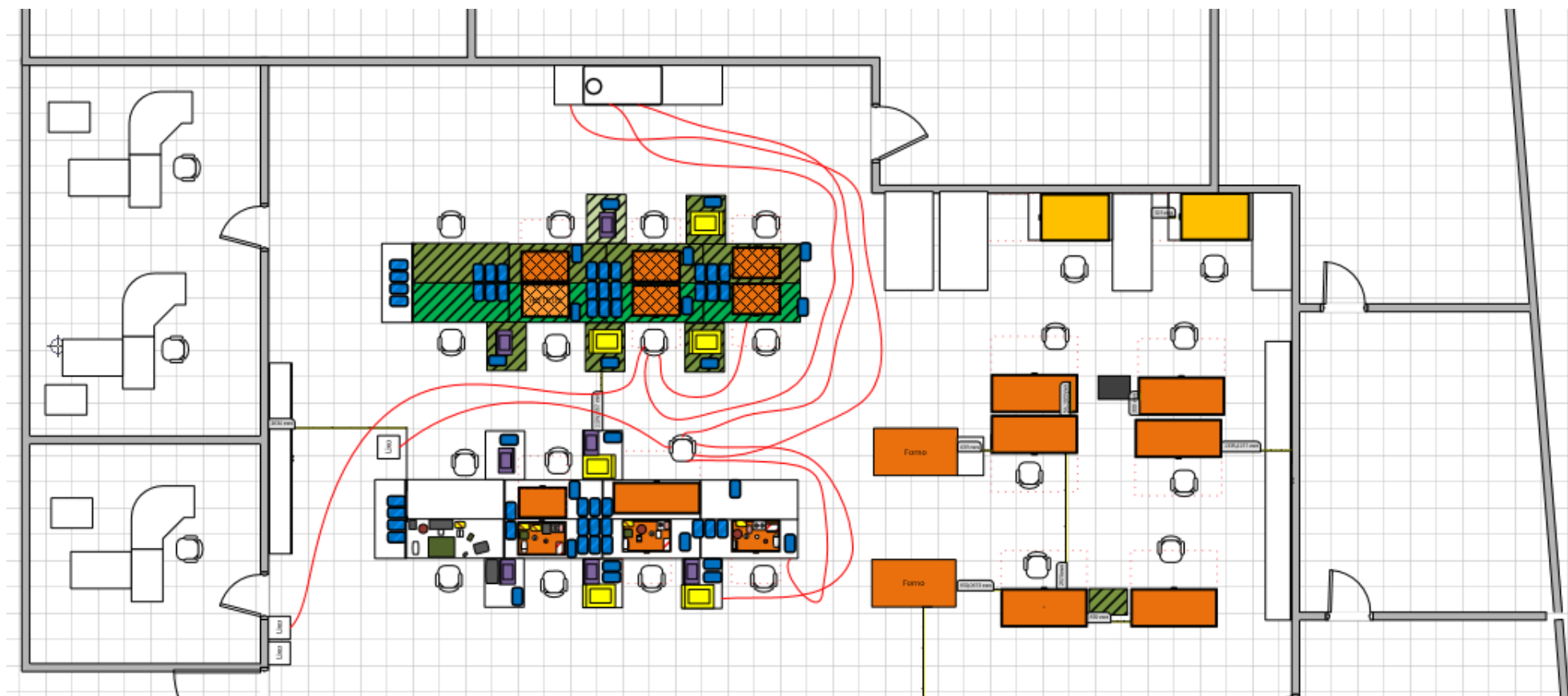
## ANEXO VII – DIAGRAMA DE SPAGHETTI DO MOLP



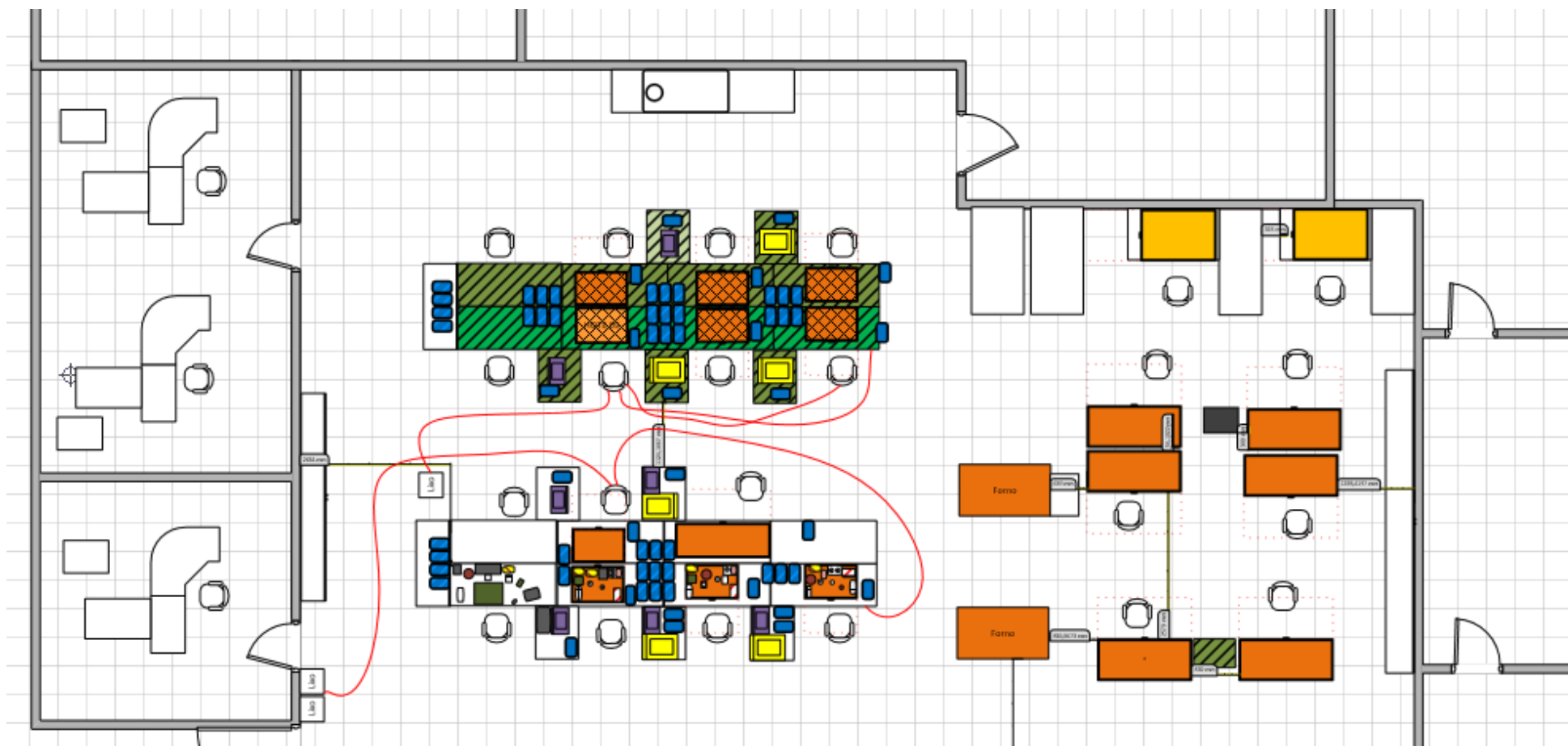
## ANEXO VIII – DIAGRAMA DE SPAGHETTI DO ATAQUE-ÁCIDO



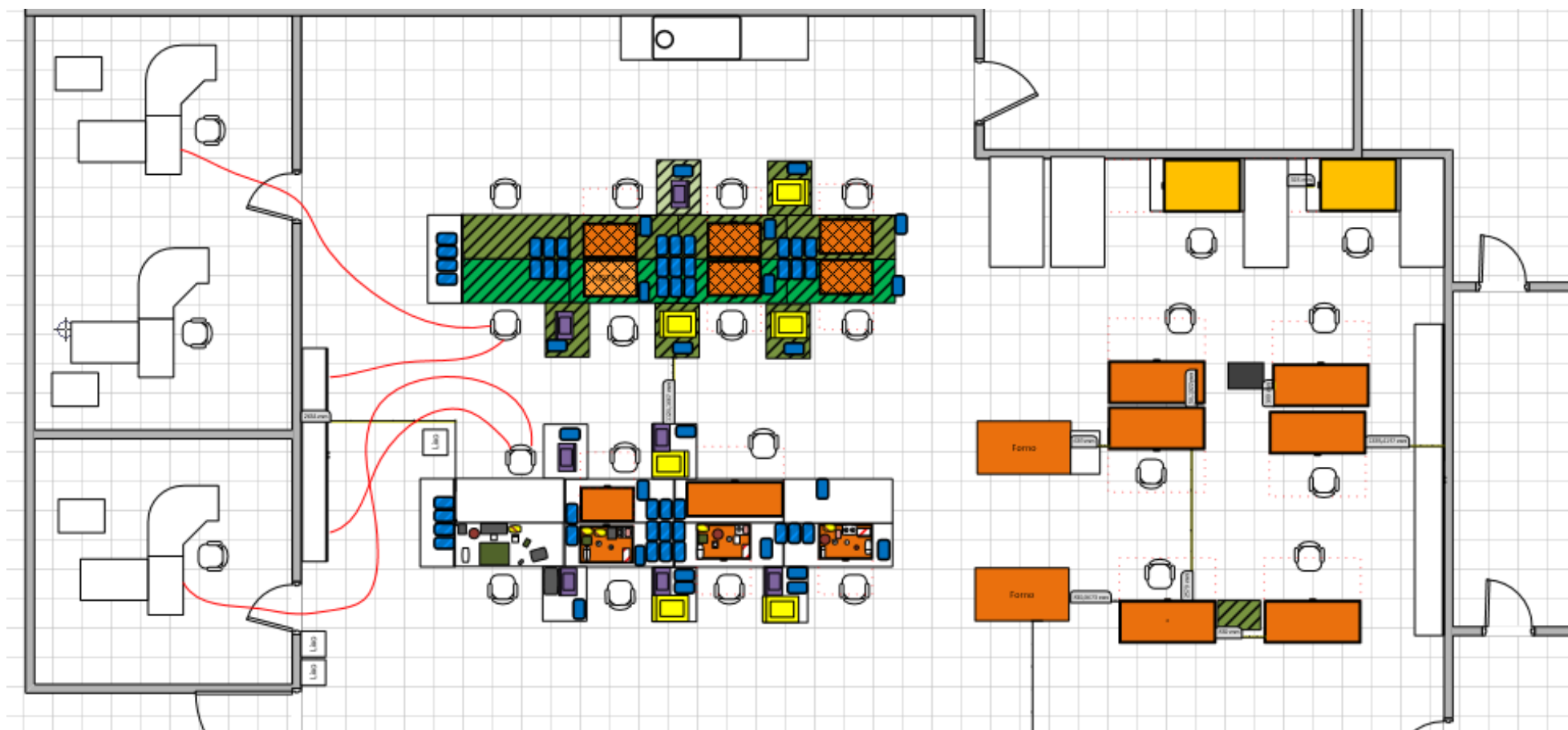
# ANEXO IX – DIAGRAMA DE SPAGHETTI DA DRENAGEM



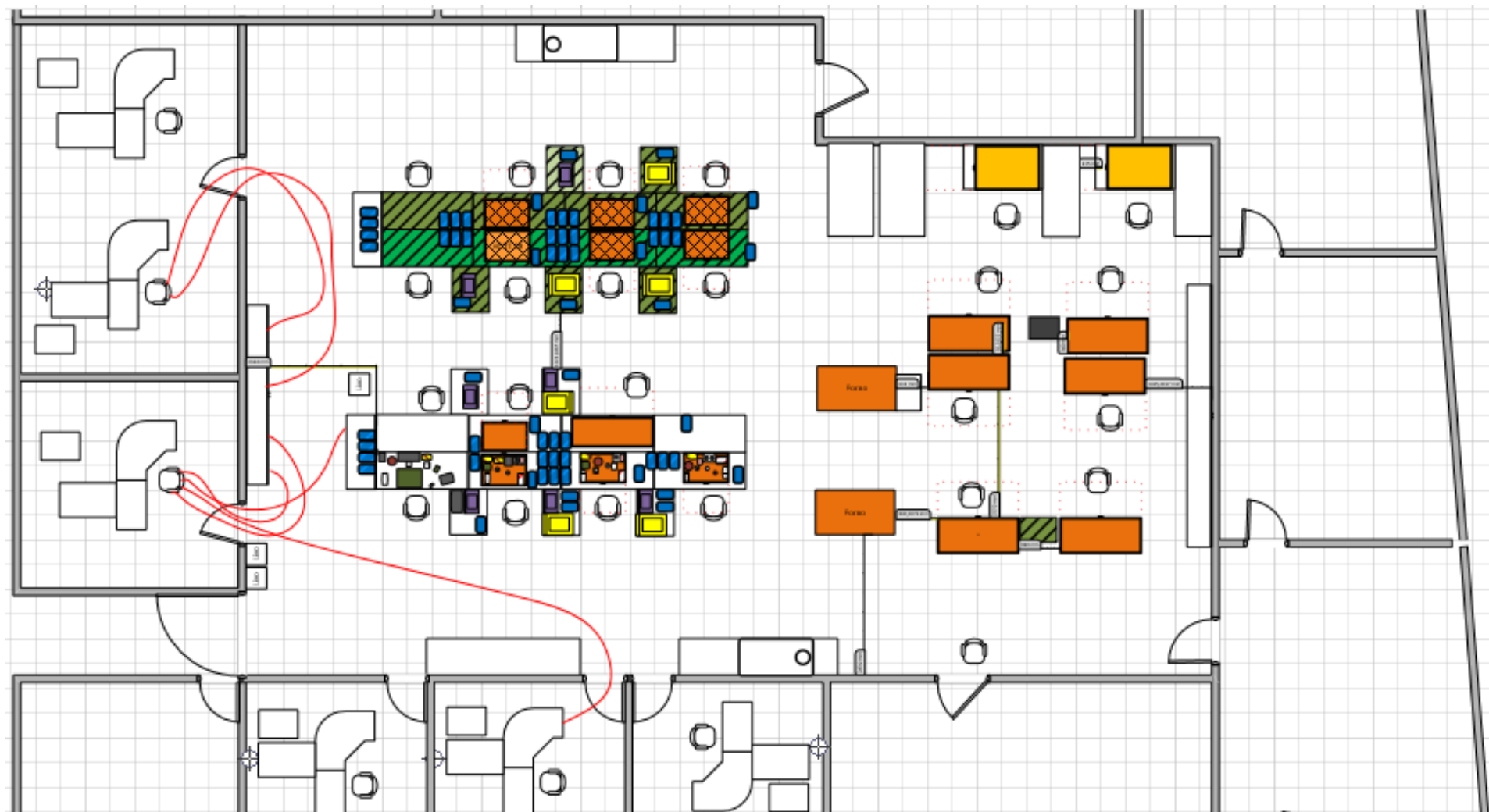
# ANEXO X – DIAGRAMA DE SPAGHETTI DA DILUIÇÃO



# ANEXO XI – DIAGRAMA DE SPAGHETTI DA DEPOSIÇÃO

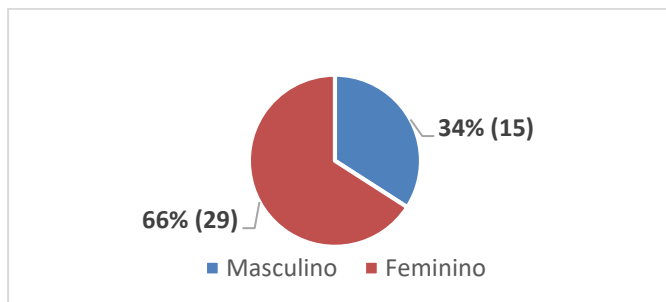


## ANEXO XII – DIAGRAMA DE SPAGHETTI DO MET

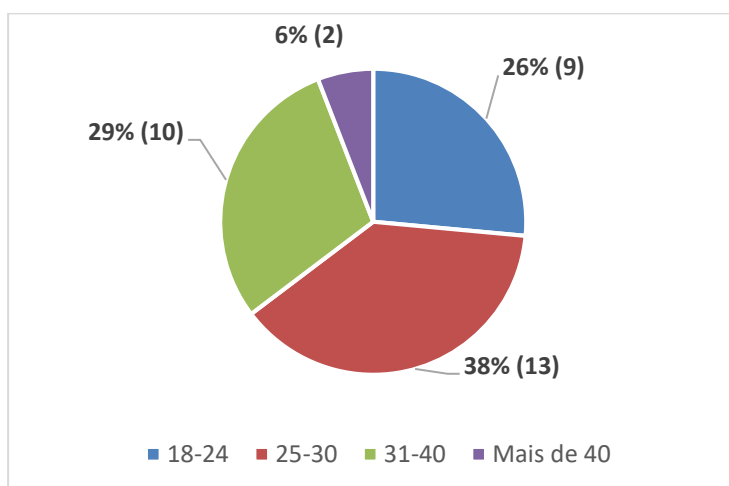


## ANEXO XIII – RESUMO DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO

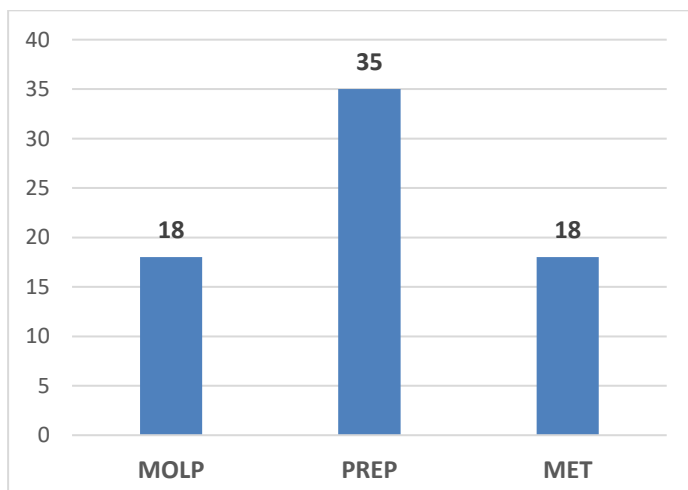
### 1. Sexo



### 2. Idade



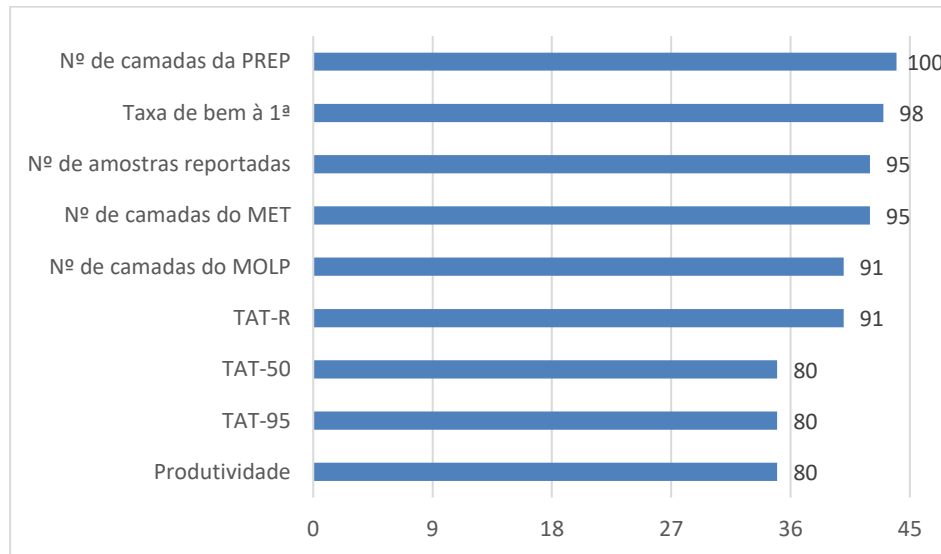
### 3. Posto(s) nos quais trabalha na empresa



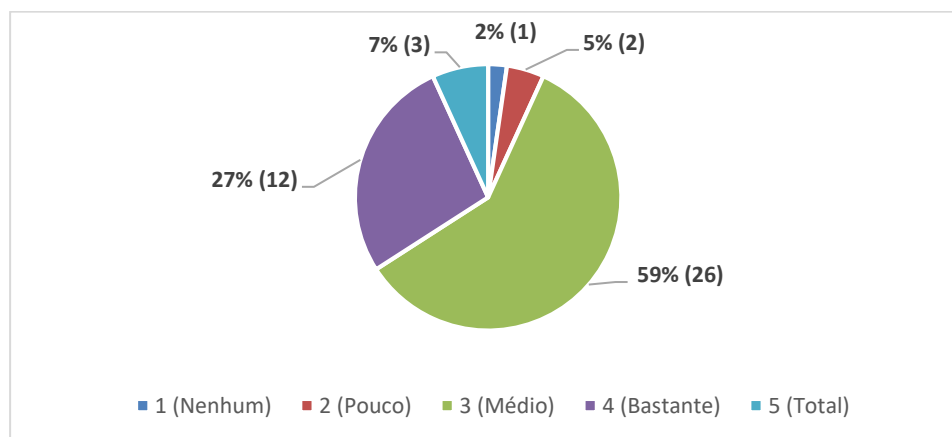
4. Há/houve algum tipo de formação/explicação sobre o quadro de KPIs?

**Formação/Explicação**  
**41 dos 44 inquiridos** afirmam terem recebido formação/explicação relativamente ao quadro

5. Dos indicadores de desempenho a seguir apresentados, quais são aqueles que sabe o respetivo significado?



6. Qual o seu conhecimento sobre os valores atuais dos indicadores de desempenho?



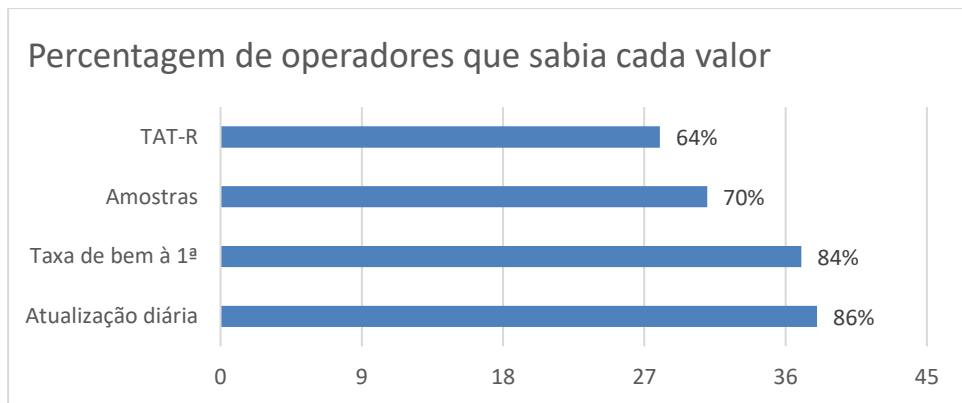
7. Qual o objetivo a atingir esta semana relativamente ao TAT-R?

8. Qual o objetivo a atingir esta semana relativamente à taxa de bem à 1ª?

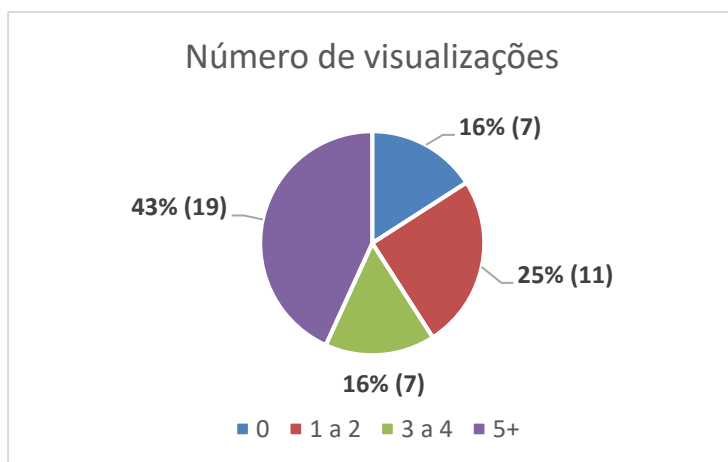
9. Qual o objetivo a atingir esta semana relativamente ao número de amostras a reportar por dia?

10. Com que periodicidade é atualizado o quadro?

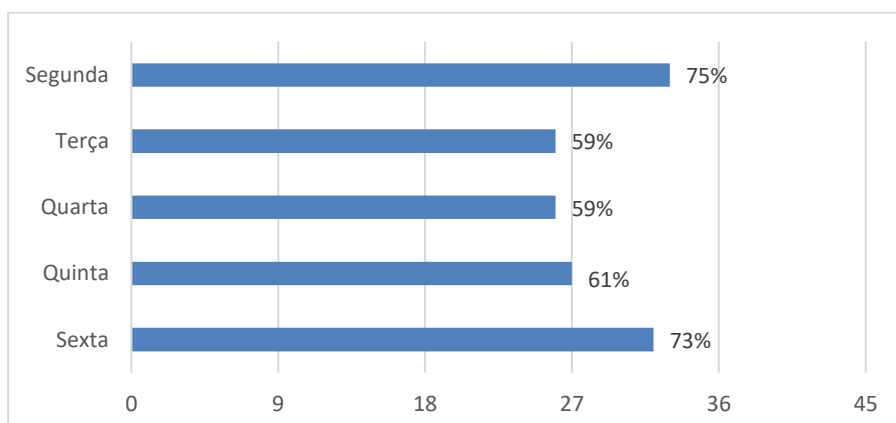




11. Em geral, quantas vezes verifica o quadro de equipa por semana?



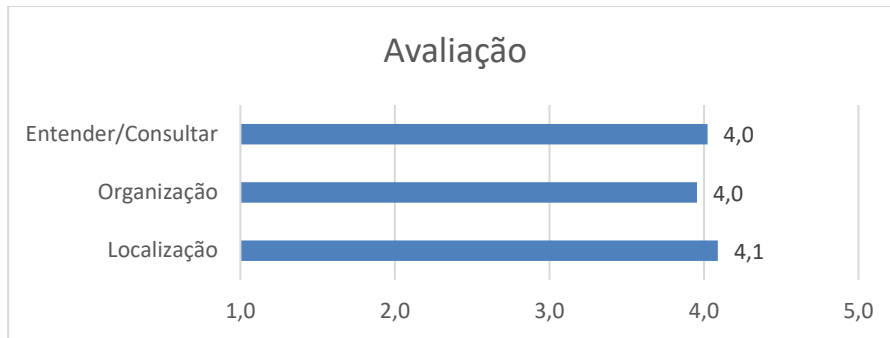
12. Em geral, em que dia(s) da semana verifica o quadro?



13. Acha que o quadro está bem localizado?

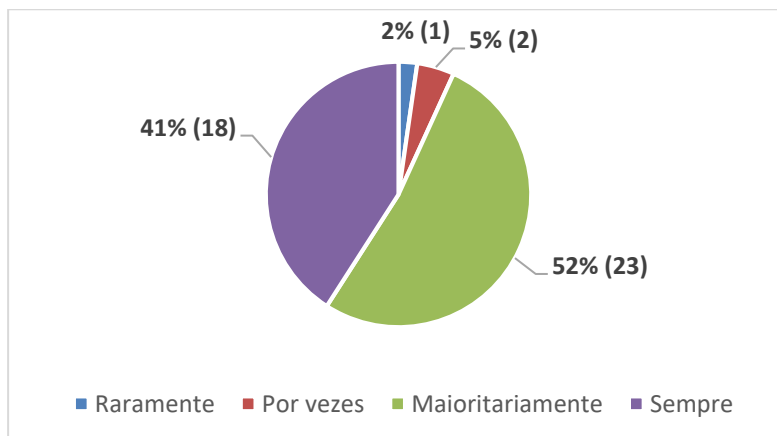
14. Acha adequada a maneira como está organizado o quadro?

15. Acha que o quadro é fácil de entender/consultar?

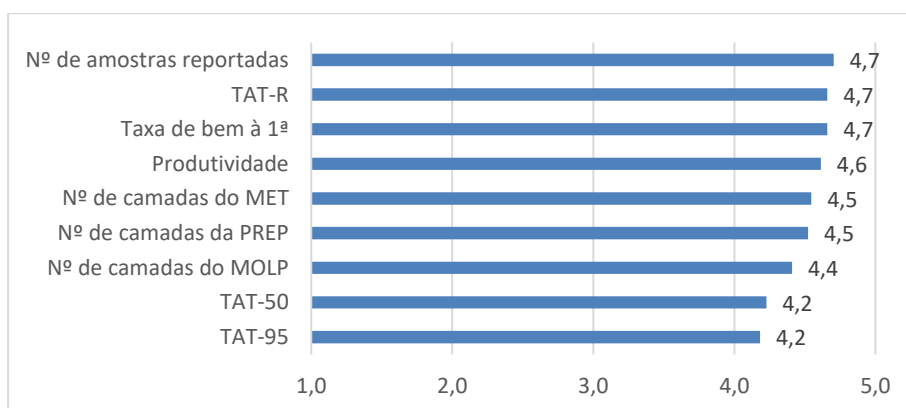


Escala
1-Discordo completamente
2-Discordo
3-Não concordo nem discordo
4-Concordo
5-Concordo completamente

16. São delineadas estratégias (de equipa) de forma a cumprir os objetivos relativamente aos KPIs?



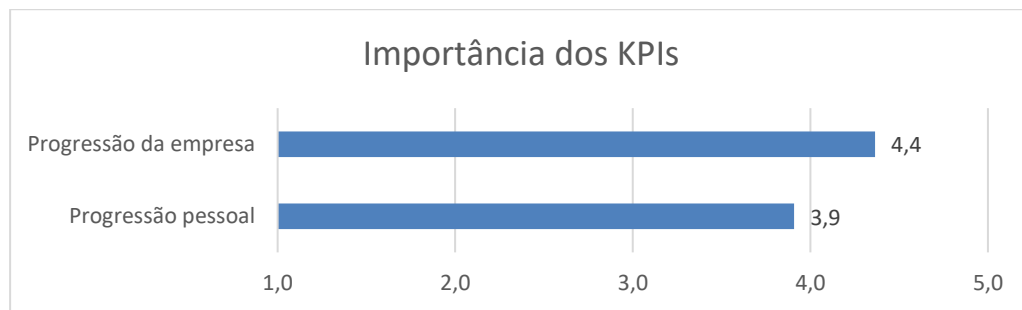
17. Qual o grau de importância dado por si aos seguintes indicadores de desempenho?



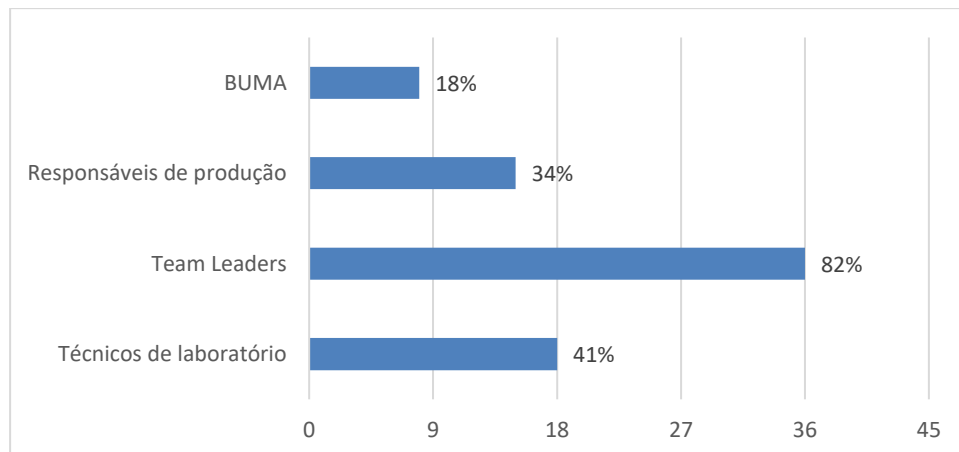
Escaia
1-Nada importante
2-Pouco importante
3-Importante
4-Bastante Importante
5-Extremamente importante

18. Qual a importância que o quadro (e os indicadores nele presente) têm na progressão na(s) atividade(s) que desenvolve?

19. Qual a importância que considera terem os indicadores de desempenho no sucesso e crescimento da organização?



20. Com quem costuma falar/debater alguns aspetos/dúvidas que surjam sobre o quadro?



## ANEXO XIV – RESULTADOS DO TESTE AO ULTRASSOM

AMOSTRA	RESULTADO INICIAL (%)	SEM ULTRASSON			COM ULTRASSON		
		Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 1	Toma 2	Toma 3
<b>Alcatrão</b>							
18EK019558-154	1	0,1	0,1	PAD	0,5	0,1	0,1
<b>Betuminosos</b>							
18EK025097-049	5	90	90	90	80	90	90
18EK050726-017	3	1	0,5	1	1	1	2
18EK041333-152	3	8	4	2	10	6	2
18EK051765-007	1	0,2	0,5	PAD	0,5	PAD	0,2
18EK051745-002	2	3	1	2	4	2	1
<b>Gessos</b>							
18EK044076-008	1	1	1	0,5	0,5	1	0,5
18EK031521-007	1	PAD	PAD	PAD	PAD	PAD	PAD
18EK017926-014	3	10	70	70	10	70	70
18EK050884-002	1	30	50	50	30	50	50
18EK051070-004	1	2	2	2	2	20	2
<b>Tintas</b>							
18EK041662-005	3	2	2	4	6	3	6
18EK042666-013	1	1	0,5	0,5	1	1	1
18EK050598-011	3	2	2	10	2	2	6
18EK050598-014	3	3	3	1	4	2	1
18EK050709-014	1	10	4	4	10	6	6
<b>Cimentos</b>							
18EK034637-001	3	PAD	PAD	0,6	0,1	0,1	0,3
18EK041333-001	3	PAD	PAD	0,5	PAD	PAD	0,1
18EK025365-007	1	0,4	0,4	PAD	0,3	0,5	0,3
18EK043889-001	1	2	1	0,7	0,2	0,5	0,4
18EK051323-019	3	Ácido	Ácido	Ácido	Ácido	Ácido	Ácido

## Stock MOLP

Toalhitas	4
Lenços	2
Lamelas	2
Lâminas	2

## ANEXO XVI – FOLHA DE STOCKS DO ATAQUE-ÁCIDO

# Stock Ataque-ácido

Toalhitas	4
Lenços	2
Ácido	2
Verificar Tampas Brancas	

## Stock Drenagem

Lenços	6
Toalhitas	2
Água	2
Verificar Tampas <b>Azuis</b>	
Verificar Tampas <b>Verdes</b>	

## ANEXO XVIII – FOLHA DE STOCKS DA DILUIÇÃO

# Stock Diluição

Lenços	6
Toalhitas	2
Etanol	2



## ANEXO XIX – FOLHA DE STOCKS DA DEPOSIÇÃO

# Stock Deposição

Toalhitas	2
Etiquetas	2
Carbono	2

## ANEXO XX – FOLHA DE STOCKS DO MET

# Stock MET

Caixas	6
Toalhitas	2
Lenços	2

# ANEXO XXI – NOVO LAYOUT DO QUADRO DE KPIS

