



**isec**  
**Engenharia**

MESTRADO EM ENGENHARIA E  
GESTÃO INDUSTRIAL

**Melhoria de Processos na MOB**

Autor

**Francisco Peixeiro Figueiral**

Orientador

**José Luis Ferreira Martinho**

INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR  
DE ENGENHARIA  
DE COIMBRA

Coimbra, dezembro de 2022



# isec

## Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E  
BIOLÓGICA

### **Melhoria de Processos na MOB**

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

Autor

**Francisco Peixeiro Figueiral**

Orientador

**José Luis Ferreira Martinho**

Supervisor na empresa MOB

**Rodrigo Fernandes Abreu**

INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR  
DE ENGENHARIA  
DE COIMBRA

Coimbra, dezembro de 2022

## AGRADECIMENTOS

A redação do corrente relatório é o culminar de um longo percurso académico. É o objetivo e resultado final de tudo o que foi feito até ao presente momento. O caminho que conduziu ao atual momento foi longo, duro, contudo deveras satisfatório ao observar todo um crescimento pessoal, um elevar de maturidade, um estabelecimento de metas para o futuro.

Primeiramente, de uma forma geral, quero agradecer a todas as pessoas que, a qualquer altura, cruzaram o meu caminho. Todas as interferências, desejadas ou malqueridas, tiveram um papel único no traçado desta exorbitante viagem. De uma forma mais específica, e que merecem particular destaque, quero gratificar um conjunto de pessoas. Iniciando na organização que me recebeu para a realização do meu estágio curricular, endereço o meu agradecimento à MOB pelo acolhimento, aprendizagens transmitidas pela pessoas envolvidas no meio e pela confiança depositada na minha pessoa. Ainda em relação à empresa, o meu especial obrigado ao engenheiro Rodrigo Abreu que supervisionou a minha atividade e que me transmitiu valiosos ensinamentos que carrego comigo para o meu futuro.

Em relação a tutores, quero expressar a minha gratidão para com todos os professores que me lecionaram ao longo de todo o meu trajeto académico, que sempre transmitiram com vigor todos os conhecimentos que detêm com o objetivo de formar e informar todos os seus discentes. Em particular está o meu apreço por todo o esforço, paciência, disponibilidade e condescendência demonstrados pelo Professor Doutor José Martinho, docente que mais me acompanhou nesta fase da minha vida.

Relativamente ao meio que me rodeia, quero agradecer também aos meus amigos mais próximos, aos colegas académicos, em especial ao David Carvalho e à sua família que me acolheram desde início e me trataram como um familiar.

No que diz respeito ao contexto familiar estão os meus mais sinceros agradecimentos aos meus pais, irmão e irmã. Devo-lhes o que sou hoje e tudo o que alcancei até ao momento e espero ainda poder retribuir tudo aquilo que sempre fizeram por mim e pelos meus irmãos. Em especificidade familiar, notar ainda os meus tios e duas primas que, ainda que distantes, sempre demonstraram todo o interesse e preocupação para comigo.

Por último, resta reconhecer toda a paciência, toda a motivação transmitida, todo o auxílio prestado pela Mariana. Nunca deixou que me perdesse, conseguiu sempre que me orientasse rumo ao objetivo, e ademais sabe tudo aquilo que significa para mim.

A todos, um Bem-Haja.

## RESUMO

O presente relatório de estágio descreve a atividade laboral realizada na empresa MOB, pertencente ao grupo Visabeira, onde o contexto do trabalho é referente à área da melhoria contínua na área industrial. O estágio curricular constitui a fase de conclusão do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

As atividades planeadas inicialmente focavam-se na revitalização do sistema *Kanban* e na remodelação dos quadros de apoio à gestão. Além disso, a vertente não planeada do desempenho provinha das necessidades diárias da organização, bem como dos problemas enfrentados e de oportunidades de melhoria encontradas.

A revitalização do sistema *Kanban* constituiu um processo moroso e desafiante pela quantidade de tarefas intrínsecas a desempenhar e pontos de informação a coordenar. Contudo, a sua efetivação acartou vantagens imediatas à empresa ao nível da organização dos espaços de trabalho, da limpeza e segurança dos colaboradores. O acompanhamento da metodologia e a sua contínua atualização, são fulcrais para a sua predominância no quotidiano da empresa e de todos os indivíduos inclusos. Os quadros de apoio à gestão permitem uma fotografia geral daquilo que é o desempenho diário da empresa e das suas secções e postos de trabalho. A remodelação dos quadros existentes e a criação dos ademais necessários auxilia a gestão imediata no chão de fábrica, bem como o planeamento e metas a atingir no dia-a-dia. Fica ainda a noção de que a melhoria contínua faz jus à sua designação na medida em que a estagnação é completamente oposta às diretrizes da área. A procura constante pelo aperfeiçoamento da laboração descobre novas oportunidades de melhoria de forma continuada.

Além das atividades desempenhadas não documentadas e das descritas que não estavam inicialmente planeadas, o trabalho desenvolvido e os resultados obtidos permitem considerar que os objetivos foram alcançados. Ademais, o estágio curricular apresentou-se como uma experiência enriquecedora que funcionou como uma ponte de ligação entre a vertente teórica e prática ao abrigo do respetivo curso de mestrado.

**Palavras-chave:** Melhoria Contínua, *Kanban*, *Kaizen*

## ABSTRACT

This report describes the work carried out at the company MOB, belonging to the Visabeira group, where the work context refers to the area of continuous improvement in the industrial area. The curricular internship constitutes the conclusion phase of the Master's Degree in Engineering and Industrial Management at the Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

The initially planned activities focused on revitalizing the *Kanban* system and remodeling the management support charts. In addition, the unplanned aspect of activity came from the daily needs of the organization, as well as the problems faced and opportunities for improvement encountered.

The revitalization of the *Kanban* system was a lengthy and challenging process due to the number of intrinsic tasks to be performed and information points to be coordinated. However, its implementation brought immediate advantages to the company in terms of the organization of workspaces, cleanliness and employee safety. The follow-up of the methodology and its continuous updating are essential for its predominance in the daily life of the company and of all the individuals included. The management support charts provide an overview of the daily performance of the company and its sections and work stations. The reshuffle of the existing charts and the creation of the new additions helps immediate management on the shop floor, as well as planning and goals to be achieved on a day-to-day basis. There is still the notion that continuous improvement lives up to its designation insofar as stagnation is completely opposite to the guidelines of the area. The constant search for the improvement of the work discovers new opportunities for continuous improvement.

In addition to the undocumented activities performed and those described that were not initially planned, the work carried out and the results obtained allow the consideration that the objectives were achieved. In addition, the curricular internship was an enriching experience that served as a bridge between the theoretical and practical aspects of the respective master's course.

**Keywords:** Continuous Improvement, *Kanban*, *Kaizen*

# ÍNDICE

Agradecimentos . . . . .	i
Resumo . . . . .	ii
Abstract . . . . .	iii
Lista de Figuras . . . . .	vi
Lista de Tabelas . . . . .	ix
Abreviaturas e Simbologia . . . . .	x
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Enquadramento . . . . .	1
1.2 Objetivos . . . . .	2
1.3 Estrutura do relatório . . . . .	2
<b>2 Revisão da literatura</b>	<b>3</b>
2.1 <i>Lean Manufacturing</i> . . . . .	3
2.1.1 Princípios do <i>Lean Manufacturing</i> . . . . .	4
2.1.2 Desperdícios do <i>Lean Manufacturing</i> . . . . .	8
2.1.3 Ferramentas do <i>Lean Manufacturing</i> . . . . .	9
2.1.3.1 <i>Kanban</i> . . . . .	10
2.1.3.2 <i>Kaizen</i> . . . . .	14
2.1.3.3 5S . . . . .	16
2.1.3.4 <i>Total Productive Maintenance</i> . . . . .	18
<b>3 Empresa MOB</b>	<b>20</b>
3.1 Apresentação . . . . .	20
3.2 Processo produtivo . . . . .	21
<b>4 Trabalho desenvolvido</b>	<b>29</b>
4.1 Revitalização do <i>Kanban</i> . . . . .	29
4.1.1 Introdução . . . . .	29
4.1.2 Análise e dimensionamento . . . . .	30
4.1.3 Códigos de barras . . . . .	35

4.1.4	Fluxo geral da metodologia . . . . .	37
4.1.5	Desenho do material . . . . .	38
4.1.6	Implementação . . . . .	40
4.1.7	Resultados . . . . .	42
4.2	Otimização de corte . . . . .	46
4.2.1	Introdução . . . . .	46
4.2.2	Otimizador em Excel . . . . .	48
4.2.2.1	Funcionamento . . . . .	48
4.2.2.2	Aplicação teórica e resultados . . . . .	57
4.2.2.3	Debilidades . . . . .	61
4.2.3	Otimizador licenciado - <i>Cut Rite</i> . . . . .	62
4.3	Quadros de apoio à gestão . . . . .	67
4.3.1	Introdução . . . . .	67
4.3.2	Situação inicial e objetivos . . . . .	67
4.3.3	Reformulação do quadro geral . . . . .	70
4.3.4	Quadros específicos das secções . . . . .	72
4.3.5	Outros quadros . . . . .	75
4.4	Relatório de manutenção . . . . .	79
4.4.1	Introdução . . . . .	79
4.4.2	Recolha e tratamento da informação . . . . .	79
4.4.3	Aplicações . . . . .	84
<b>5</b>	<b>Conclusões</b>	<b>85</b>
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>87</b>

**LISTA DE FIGURAS**

2.1	Sistema de Produção Toyota . . . . .	5
2.2	Tipos de atividades numa cadeia de valor . . . . .	6
2.3	Sistema de Produção Toyota . . . . .	10
2.4	A roda <i>Kaizen</i> . . . . .	16
2.5	Os cinco passos do 5S . . . . .	17
3.1	Legenda de um caixote . . . . .	21
3.2	Fluxos de material . . . . .	23
3.3	Seccionadora Holzma . . . . .	24
3.4	Orladora Combima (dupla) . . . . .	24
3.5	Furadora Morbidelli . . . . .	24
3.6	Equipamento CNC . . . . .	24
3.7	Encavilhadora Koch . . . . .	24
3.8	Orladora Compact (simples) . . . . .	24
3.9	Exemplo de um puxador maquinado . . . . .	25
3.10	Exemplo de uma geometria maquinada . . . . .	25
3.11	Fluxo do processo nos acabamentos . . . . .	26
3.12	Furadora Alberti . . . . .	27
3.13	Prensa Elme . . . . .	27
4.1	Cartões <i>Kanban</i> antigos . . . . .	30
4.2	Quadro <i>Kanban</i> antigo . . . . .	30
4.3	<i>Kanban</i> antigo no chão de fábrica . . . . .	31
4.4	Consumos anuais e unidades de abastecimento . . . . .	32
4.5	Consumos médios diários e periodicidades de abastecimento . . . . .	33
4.6	Classes de aprovisionamento . . . . .	34
4.7	Ajustes manuais de classes . . . . .	35
4.8	Dimensionamento final . . . . .	36
4.9	Base dos materiais em <i>Kanban</i> . . . . .	36
4.10	Fluxo da metodologia . . . . .	37

4.11	Registo dos cartões recebidos no armazém . . . . .	38
4.12	Roteiro <i>Kanban</i> . . . . .	38
4.13	Cartões e quadro <i>Kanban</i> novo . . . . .	39
4.14	Movimentação dos cartões . . . . .	41
4.15	Bolsa multiplicadora . . . . .	42
4.16	<i>Kanban</i> novo no chão de fábrica . . . . .	43
4.17	Organização do local F – Gavetas . . . . .	44
4.18	Organização do local G – Móveis inf./sup. . . . .	44
4.19	Esquema da divisão do tempo total . . . . .	48
4.20	Configuração inicial do otimizador . . . . .	49
4.21	Sem cortes de inclusão . . . . .	50
4.22	Com cortes de inclusão . . . . .	50
4.23	Configuração da folha de itens . . . . .	51
4.24	Compatibilidade item-item . . . . .	52
4.25	Configuração da folha de placas . . . . .	52
4.26	Compatibilidade item-placa . . . . .	53
4.27	Configuração da folha de solução . . . . .	54
4.28	Configuração da folha de visualização da solução . . . . .	55
4.29	Relatório da solução . . . . .	56
4.30	Visualização da solução . . . . .	57
4.31	Parametrização disponível . . . . .	63
4.32	Resumo de gestão . . . . .	65
4.33	Plano de corte . . . . .	65
4.34	Quadro geral antigo . . . . .	68
4.35	Quadro geral atual . . . . .	71
4.36	Quadro geral (lado esquerdo) . . . . .	72
4.37	Quadro geral (centro) . . . . .	73
4.38	Quadro geral (lado direito) . . . . .	74
4.39	Quadro da transformação . . . . .	75
4.40	Quadro dos acabamentos . . . . .	76
4.41	Quadro da linha de montagem . . . . .	76

4.42	Quadro do plano de trabalho . . . . .	77
4.43	Quadro dos móveis altos . . . . .	78
4.44	Resumo laboral da manutenção . . . . .	80
4.45	Registo dos dados diários . . . . .	82
4.46	Análise semanal da manutenção . . . . .	82
4.47	Relatório da manutenção . . . . .	83

## LISTA DE TABELAS

2.1	Funções e regras de utilização do <i>Kanban</i> . . . . .	12
3.1	Tipos de material constituinte dos caixotes e das frentes . . . . .	22
4.1	Evolução da metodologia . . . . .	43
4.2	Informações sobre as placas de material . . . . .	57
4.3	Informações sobre a composição dos lotes testados . . . . .	58
4.4	Consumos reais . . . . .	59
4.5	Resultados do otimizador . . . . .	59
4.6	Comparação dos resultados . . . . .	60
4.7	Estimativa de redução de consumos . . . . .	61
4.8	Cenários possíveis . . . . .	61
4.9	Corte . . . . .	68
4.10	Acabamentos . . . . .	69
4.11	Ultimação . . . . .	69
4.12	Material em falta . . . . .	69
4.13	Qualidade . . . . .	70
4.14	Manutenção . . . . .	70
4.15	Paragens máquina . . . . .	71

## ABREVIATURAS E SIMBOLOGIA

<b>Acess</b>	Acessórios
<b>Cheg</b>	Chegada
<b>Con</b>	Conclusão
<b>Cot</b>	Cotação
<b>Cx</b>	Caixote(s)
<b>Dur</b>	Duração
<b>Enc</b>	Encomenda
<b>Inf</b>	Inferiores
<b>Insp</b>	Inspecionadas
<b>Inter</b>	Intervenção
<b>Máq</b>	Máquina
<b>ME</b>	Móveis Equivalentes
<b>MV</b>	Movimentação
<b>Ñ</b>	Não-conformidades
<b>OR</b>	Orladora
<b>OV</b>	Ordem de Venda
<b>PC</b>	Pedido de Compra
<b>Par</b>	Paragem
<b>Post</b>	Posto
<b>Prev</b>	Previsão
<b>Qtd</b>	Quantidade(s)
<b>Rej</b>	Rejeitadas
<b>Ret</b>	Retrabalhadas
<b>RFID</b>	<i>Radio Frequency Identification</i>
<b>Sup</b>	Superiores
<b>Temp</b>	Tempo
<b>VBA</b>	<i>Visual Basic Application</i>
<b>M</b>	Metros
<b>Mms</b>	Milímetros
<b>Δ</b>	Delta

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

O presente capítulo tem por finalidade introduzir o relatório de estágio curricular, contando com o enquadramento do documento, os objetivos do estágio, bem como a estruturação do texto.

### 1.1 Enquadramento

A evolução da indústria é algo inegável e irrevogável quando se analisa todo o trajeto que colidiu na atualidade. O acesso à tecnologia, a especialização da mão-de-obra, a acessibilidade à informação, são tudo aspetos que permitem a constante mudança no que diz respeito à indústria e ao seu papel perante as necessidades da humanidade.

A constante evolução acarta consigo as vantagens e acesso à sustentabilidade ambiental e consequentemente humanitária contudo, incita a maiores necessidades do ser humano. Essas lacunas tendem a ser preenchidas com o intuito de, paralelamente à satisfação das carências humanas, criar valor para as empresas e indústrias. Claro está que a oferta tende a ser maior que a procura e como tal, o aparecimento de novas necessidades, ainda que possam ser ilusórias, dá aso ao aparecimento de novas indústrias ou novos concorrentes ao que é já existente.

O adensar da concorrência perante uma entrega de produtos ou serviços resulta em que se origine a luta pela sobrevivência das empresas. Estas têm de ser capazes de proceder à criação de valor com a maior efetividade possível, por forma a desempenhar a sua ação e a remuneração ser tanto maior quanto possível.

A indústria é comum a todos os concorrentes, sendo que o objetivo global para a continuidade das empresas no ativo é a capacidade de fazer mais com menos. Por outras palavras, o propósito é atingir vantagens competitivas perante os demais concorrentes, ou apenas pelo crescimento interno em indústrias ainda pouco povoadas.

Atualmente, as vantagens competitivas mais comuns na indústria são o custo, a flexibilidade, a inovação e a qualidade, ainda que possam ser enumeradas muitas mais. O aparecimento de novas vantagens indica que as empresas foram capazes de se destacar por algo que ainda não tivera sido devidamente explorado anteriormente.

Por tudo o que ficou exposto até então, fica facilmente perceptível que, para a manutenção das empresas no ativo e até do seu desenvolvimento interno, é necessário que haja versatilidade

e dinâmica na procura de melhores soluções para situações do quotidiano. A melhoria contínua é um termo amplamente utilizado aquando da abordagem ao desenvolvimento das indústrias, da sustentabilidade ambiental e do progresso tecnológico.

## 1.2 Objetivos

Este relatório de estágio tem como sustento a atividade perante uma indústria de mobiliário. O desempenhar de funções no estágio curricular teve como objetivo central a melhoria contínua. Inicialmente, o grande foco a desenvolver era a renovação e reativação do sistema *Kanban* no aprovisionamento dos postos de trabalho no chão de fábrica. Em paralelo, estava a remodelação de quadros de apoio à gestão com a descentralização da informação para novos quadros e locais. Aparte disso, a finalidade era encontrar possíveis oportunidades de melhorar os processos internos à atividade da unidade industrial.

A incessante busca pela melhoria alimenta a criação de valor da empresa e como tal, o foco é a análise da atividade diária da fábrica com o intuito de detetar possíveis lacunas ou oportunidades de desenvolvimento, refinamento ou completa mudança. A perceção de oportunidades de melhoria incita a atuação perante as mesmas, aprofundando a questão, procurando soluções e testando as ditas, escolhendo, perante as informações conseguidas, aquela que garante a criação de maior valor para a organização.

## 1.3 Estrutura do relatório

Ao nível da estruturação do presente, esta encontra-se fracionada segundo 5 capítulos principais que possibilitaram a organização global do documento. O primeiro capítulo é feito o enquadramento do tema central do documento, seguindo-se o delineamento dos objetivos principais e a estruturação do relatório. No segundo capítulo é levada a cabo a revisão da literatura ou enquadramento teórico, onde se abordam os principais conceitos que serviram de base ao desenvolver do estágio e consequente relatório. O terceiro capítulo é responsável pela apresentação da empresa onde decorreu o estágio, sendo explicitada a sua história, a sua atividade e pontos fortes, e alguns dados efetivos de produção. Além disso, é ainda acoplado o seu processo produtivo e a explicação de alguns conceitos importantes para a boa compreensão deste documento. O quarto capítulo alberga as diversas atividades desempenhadas ao longo do estágio, sendo as mesmas subdivididas em secções de informação detalhada e específica. O quinto e último capítulo diz respeito às considerações finais provenientes das atividades realizadas com o decorrer do estágio, bem como propostas futuras relativas ao que foi constantemente analisado e trabalhado. Ainda que não se apresente como um capítulo, sucedem-se as referências bibliográficas que suportam a forma final do relatório de estágio.

## CAPÍTULO 2

### REVISÃO DA LITERATURA

O capítulo 2 contém a revisão do estado da arte acerca de vários conceitos importantes no âmbito do tema do relatório de estágio em questão. É primeiramente efetuado um enquadramento geral com a apresentação do *Lean Manufacturing* de forma holística, onde são abordados os desperdícios e os princípios da metodologia. Em seguida são tratadas algumas das ferramentas ao abrigo do *Lean Manufacturing*. De uma mais forma mais cuidada e aprofundada, é desenvolvido o tema sobre o *Kanban* e posteriormente o *Kaizen*. Numa perspetiva mais superficial, são ainda notadas as ferramentas do 5S e da manutenção produtiva total.

#### 2.1 *Lean Manufacturing*

A origem do *Lean Manufacturing* é consensualmente associada à Toyota. O sistema de produção Toyota (TPS – *Toyota Production System*) apareceu no início do século XX, sendo Sakichi Toyoda, os seus filhos Kiichiro Toyoda e Eiji Toyoda, e o engenheiro Taiichi Ohno responsáveis pela sua criação.

O sistema de produção Toyota brotou da necessidade da Toyota em reduzir os custos de produção. Ohno (1988) afirma que a eficiência está relacionada com a redução de custos, sendo esse o objetivo da empresa. Além disso, a necessidade de descobrir um método de produção capaz de eliminar desperdícios e fomentar a competitividade com a indústria automobilística americana foi também um impulso da mudança.

Contrariamente, segundo Manotas-Duque e Rivera (2007), o princípio do *Lean* remete a 1913 quando Henry Ford implementou um sistema de produção sustentado por ferramentas como o trabalho padronizado e/ou fluxos definidos de produção.

Foi da observação da produção levada a cabo na fábrica Ford que surgiu o sistema de produção Toyota. De acordo com Manotas-Duque e Rivera (2007), Kiichiro Toyoda e Taiichi Ohno adaptaram alguns elementos do sistema Ford à sua realidade, por forma a tornar a empresa mais competitiva no mercado automobilístico. As alterações implementadas tornaram possível a produção de vários produtos a um ritmo próximo da procura do mercado, possível com a diminuição do *lead time*<sup>1</sup> e conseqüente prescindibilidade de inventários avultados. Como afirma Wilson (2010), a redução do *lead time* aumenta a capacidade de resposta e a flexibilidade.

---

<sup>1</sup>Representa o período de tempo entre a constituição de um pedido de encomenda, por parte do cliente, e a sua entrega.

Para Durakovic et al. (2018), o *Lean Manufacturing* é o conceito que sucede ao sistema de produção Toyota. De acordo com Womack et al. (1990), a melhor forma de o caracterizar é fazendo a comparação com a produção artesanal e em massa, métodos anteriores à afirmação do *Lean Manufacturing*. Em relação à produção em massa, o *Lean* utiliza “*metade do esforço humano na fábrica, metade do espaço, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de engenharia para desenvolver um novo produto em metade do tempo*” (Womack et al., 1990, p. 13).

Como refere Ohno (1988), o sistema de produção Toyota é baseado na total eliminação do desperdício. Para Emiliani (1998) e Durakovic et al. (2018), o objetivo da metodologia é a redução do consumo de recursos que não acrescentam valor ao produto final em questão. Como é perceptível pela figura 2.1, representação habitual do sistema de produção Toyota, os dois pilares que sustentam a metodologia são o *Just In Time* e o *Jidoka*, ferramentas essenciais para o desenvolvimento do sistema:

- *Just In Time* é caracterizado por Wilson (2010) como o ato de fornecer a quantidade exata de um determinado material, no momento e local exatos. Ohno (1988) afirma que as empresas capazes de implementar a estratégia se aproximam de *stocks* nulos. Contudo, o acumular de processos e/ou fluxos distintos dificulta a sua aplicação de forma holística;
- *Jidoka* retrata “*uma série de questões culturais e técnicas relativas ao uso de máquinas e mão-de-obra em conjunto, utilizando pessoas para as tarefas únicas que são capazes de realizar e permitindo que as máquinas auto-regulem a qualidade*” (Wilson, 2010, p. 11). De acordo com Ohno (1988), este pilar do sistema de produção Toyota defende a automatização dos equipamentos ao ponto de prevenir anomalias autonomamente. Os equipamentos são dotados de dispositivos de paragem automática, de segurança, de deteção de falhas, que conferem inteligência humana à maquinaria.

Como enfatizam Deshmukh et al. (2022), o *Lean Manufacturing* é baseado em metodologias e ferramentas específicas e apropriadas. Conjuntamente com Durakovic et al. (2018), é referido que a implementação da metodologia depende também da cultura da organização, da entrega de todos os indivíduos envolvidos, bem como a disposição da gerência face aos riscos da implementação. Deshmukh et al. (2022) afirmam ainda que, atualmente, a competitividade dos mercados leva a que as organizações aspirem a entrega dos produtos com a melhor qualidade em simultâneo com os mínimos custos associados, sendo que a forma predileta de atingir tal posição é o *Lean Manufacturing*.

### **2.1.1 Princípios do *Lean Manufacturing***

O *Lean Manufacturing* é uma metodologia passível de ser aplicada na produção de produtos ou entrega de serviços. Para isso, é proveitoso perceber as linhas gerais que delimitam a sua aplicação e o modo como deve ser percebida. “*A beleza da filosofia da produção Lean é que*

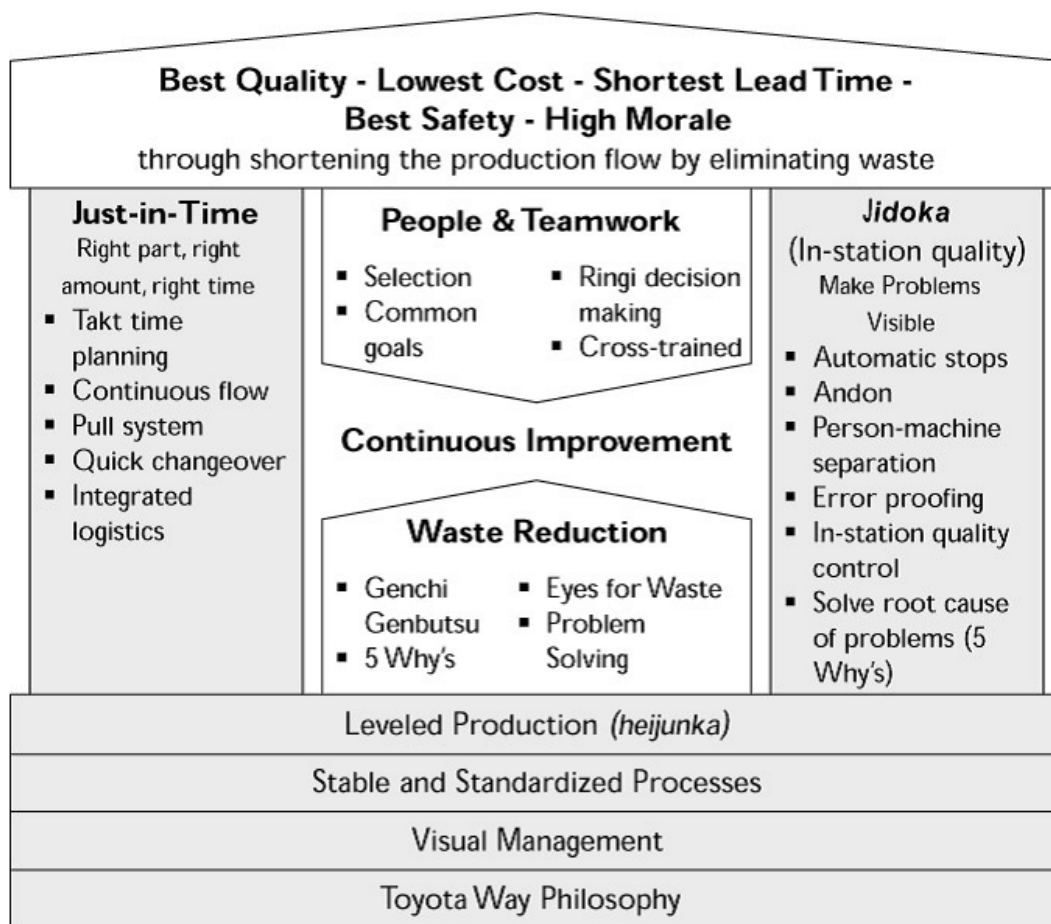


Figura 2.1: Sistema de Produção Toyota. Fonte: Liker (2004)

ela combina comportamento pessoais disciplinados com métodos de produção disciplinados” (Emiliani, 1998, p. 619). Womack e Jones (1996) apontam os 5 princípios que sustentam o *Lean Manufacturing*, os quais são abordados individualmente em seguida. Numa outra análise, Wilson (2010) não aborda diretamente o princípio da perfeição.

- Valor (*specify value*) – como refere Womack e Jones (1996), o valor é o ponto inicial de um pensamento *Lean*. Sugere que o valor de um dado produto e/ou serviço apenas pode ser definido pelo cliente final, o qual só é fidedigno se o produto e/ou serviço satisfizer as suas necessidades, ao preço certo e no momento exato. Por sua vez, Wilson (2010) indica que o objetivo é entregar o produto aos clientes ao ritmo com que se dá a sua procura, evitando sempre a sobre-produção e consequente criação de amplos inventários de produto acabado. Acrescenta ainda que é necessário saber lidar com as variações, tanto por parte dos fornecedores como da procura dos clientes, afim de conseguir sincronizar a entrega com a procura. Emiliani (1998) afirma que a maioria das organizações, ainda que de forma errada, determina o valor dos seus produtos consoante as suas finanças, o marketing ou outros departamentos internos. Conjuntamente com Womack e Jones (1996), admitem que a definição de valor interna tem o propósito dos interesses próprios das organizações, bem como a reivindicação de poder das empresas e dos indivíduos que a constituem, os equipamentos, tecnologias e conhecimentos. Contrariamente a isso, Kumar et al. (2022)

realça que a satisfação do cliente é o objetivo final, sendo que “*fornecer o produto ou serviço errado da maneira certa é desperdício*” (Womack e Jones, 1996, p. 19);

- Cadeia de valor (*identify the value stream*) – segundo Womack e Jones (1996), a cadeia de valor é composta por todas as ações necessárias na concepção, planejamento de produção e entrega do produto acabado, e produção propriamente dita. É necessário compreender todos os passos que constituem todo o processo por forma a conseguir descortinar o tipo de ações intervenientes. A maioria das análises à cadeia de valor de um produto e/ou serviço culmina em três tipos de atividades: as que acrescentam valor, as que não acrescentam valor ainda que se demonstrem inevitáveis face às tecnologias ou equipamentos utilizados no processo, e as que também não acrescentam valor mas que podem e devem ser eliminadas do processo, que representam o desperdício. Tal analogia está representada na figura 2.2. Para essa análise, Emiliani (1998) afirma que o ponto de vista do cliente também é importante uma vez que a posterior otimização do processo tem como finalidade visar a criação de valor para o mesmo. Manotas-Duque e Rivera (2007) complementam ainda que a cadeia de valor não é limitada pelo raio de ação das empresas, sendo necessária a flexibilidade das mesmas para integrar verticalmente todos os elos do fluxo, seja os fornecedores, produtores, distribuidores ou até retalhistas. De acordo com Kumar et al. (2022), este processo de busca de informação é essencial para a coordenação das operações de todos os intervenientes numa determinada cadeia de valor. Contudo, Emiliani (1998) refere que tal apenas é possível na presença de confiança entre os parceiros, bem como a disposição para a partilha de informação privilegiada e a noção de que os comportamentos interinos podem influenciar além das fronteiras da própria organização. É fulcral a “*transparência em todas as etapas da cadeia de valor para que cada elemento possa verificar que os demais se comportam de acordo com os regulamentos acordados*” (Womack e Jones, 1996, p. 21);

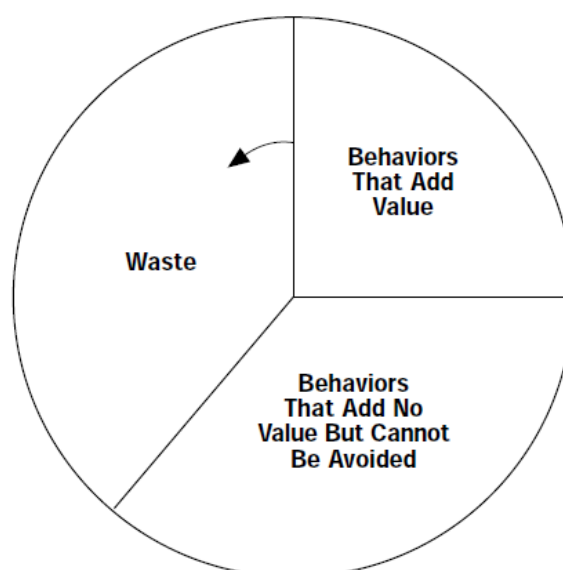


Figura 2.2: Tipos de atividades numa cadeia de valor. Fonte: Emiliani (1998)

- Fluxo (*flow*) – Wilson (2010) expõe que o fluxo de produção é atingido quando os pos-

tos de trabalho funcionam continuamente, podendo apenas haver paragens justificadas por atividades que efetivamente acrescentam valor aos produtos. Assim, de acordo com Kumar et al. (2022), o curso que os produtos percorrem entre o planeamento, a produção e a chegada ao cliente, desenrola-se sem interrupções. A criação de um fluxo de produção contraria aquilo que é o método comum de processamento sequencial de lotes de produtos semelhantes, tentando, de acordo com Manotas-Duque e Rivera (2007), alcançar o fluxo contínuo do valor. Para isso, é necessário moldar o raciocínio dos indivíduos e a forma de laborar, bem como, possivelmente, a disposição dos equipamentos no chão de fábrica. Segundo Womack e Jones (1996), o foco deve ser sempre o produto a fabricar e as consequentes necessidades ao invés da organização e dos equipamentos em específico, fomentando a eficiência e a precisão das atividades e do fluxo. Com esse propósito, Womack e Jones (1996) destaca a necessidade de repensar e redefinir o trabalho dos vários intervenientes da cadeia de valor, por forma a facilitar a contribuição positiva na criação de valor para o cliente com a atenção às necessidades reais dos funcionários ao longo do fluxo de valor. Womack e Jones (1996) afirmam que a transição do pensamento convencional para o *Lean*, com o estabelecimento do fluxo produtivo, se nota primeiramente na diminuição do tempo que decorre entre etapas sucessivas do curso de um qualquer produto;

- Produção puxada (*pull*) – Womack e Jones (1996) caracterizam-na como a capacidade das empresas aguardarem a procura dos clientes, reagindo em prol disso, com o planeamento e conceção necessária, por forma a satisfazer a necessidade no tempo certo. Em conjunto com Emiliani (1998), afirmam que a confiança que os clientes detêm nos produtores, por saberem que podem ter o que querem no momento certo, faz com que a sua procura seja mais estável, resultando num planeamento de entrega de produtos mais simplificado. Manotas-Duque e Rivera (2007) afirmam que, ao permitir que sejam os clientes a incitar a entrega de um produto e/ou serviço, se estabelece uma melhor comunicação entre os elos da cadeia de valor, havendo causalidade nas atividades desempenhadas;
- Perfeição (*perfection*) – Emiliani (1998) estabelece que os quatro princípios anteriores formam um ciclo virtuoso que sustenta a busca pela perfeição, descobrindo oportunidades de melhoria face aos recursos detidos. Como referem Womack e Jones (1996), a redução de esforço incutido na produção, bem como tempo, espaço, custos, e erros nunca tem fim. O foco é a entrega de produtos e/ou serviços cada vez mais próximos daquilo que é a vontade dos clientes. “Fazer com que o valor flua mais rápido expõe sempre o desperdício oculto na cadeia de valor. E quanto mais se puxa (a produção), mais os obstáculos ao fluxo se revelam para que possam ser removidos” (Womack e Jones, 1996, p. 25). Emiliani (1998) acrescenta ainda que, independentemente da perfeição nunca ser atingida, a busca pela mesma é sempre proveitosa porque induz numa luta constante contra as práticas ineficazes e a derivada propensão ao desperdício. O mesmo finaliza com uma analogia perante a perspetiva comportamental humana, ao afirmar que a transparência criada pelos primeiros quatro passos possibilita a perceção de procedimentos irrisórios, visando a sua eliminação. Segundo Womack e Jones (1996), o *feedback* positivo e instan-

tâneo face a melhorias possibilitadas pelos funcionários potencializa a constante atividade inovadora e perfeccionista por parte dos mesmos.

### 2.1.2 Desperdícios do *Lean Manufacturing*

Como referido anteriormente, o objetivo primordial do *Lean Manufacturing* é a eliminação do desperdício. Como referem Womack e Jones (1996), o desperdício é constituído pelas atividades humanas que consomem recursos sem resultar na criação de valor. Enfatiza ainda que, o grande antídoto para o desperdício em geral é o pensamento *Lean*, “*porque providencia uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos – menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo, e menos espaço – enquanto se aproxima mais de fornecer aos clientes exatamente aquilo que eles desejam*” (Womack e Jones, 1996, p. 15).

Ohno (1988) assume que a melhoria na eficiência é conquistada aquando da eliminação total do desperdício e se eleva a percentagem de trabalho até 100%. Com isso, procedeu à visualização da atividade produtiva com o intuito de identificar os desperdícios, da qual surgiram 7 tipos distintos do mesmo:

- Sobre-produção – para Wilson (2010), este é o desperdício mais evidente uma vez que a sua existência influencia os restantes seis. Por forma a exemplificar, o produto final sobre-produzido é transportado entre locais, é inspecionado, revelando possível material defeituoso, e é armazenado. Kumar et al. (2022) relacionam a sobre-produção à perda de dinheiro, tempo e espaço, que resulta em prejuízo para os produtores;
- Tempo de espera – Kumar et al. (2022) apontam a que 99% do tempo de produção de um qualquer produto é desperdiçado sob a forma de tempo de espera. Este representa as quebras na continuidade de um qualquer fluxo produtivo, perturbando a efetividade do processo. Pode acontecer em forma de espera por trabalho propriamente dito, planeamento, matéria-prima ou componentes de equipamentos, etc;
- Transporte – Kumar et al. (2022) afirmam que a movimentação de materiais entre locais é uma perda de tempo e dinheiro, referindo que são atividades que não agregam valor ao produto. Ainda que necessárias, devem ser minimizadas tanto quanto possível, quer em quantidade quer em distâncias efetivas de movimentação dos materiais;
- Processamento – segundo Wilson (2010) representa as atividades que geram algo não requerido pelo cliente. Kumar et al. (2022) mencionam que o processamento em demasia se traduz em desperdícios ao nível do trabalho, materiais, mão-de-obra e equipamentos. Um processamento ineficiente também pode significar desperdício;
- Inventário – é um dos desperdícios mais comuns causadas pela manufatura convencional. “*Todos os inventários são desperdício a menos que estes se traduzam diretamente*

*em vendas*” (Wilson, 2010, p. 26). Os inventários podem ser constituídos de matéria-prima, produtos em vias de fabrico ou finais, os quais requerem local de armazenamento, processamento e controlo;

- Movimentação – de acordo com Kumar et al. (2022), traduz-se pelo movimento de indivíduos ou equipamentos que não acrescentam valor ao produto ou serviço final. Embora simples de definir, a clareza de visualização e eliminação do mesmo tornam-se consideravelmente mais complexas, uma vez que depende das pessoas, da sua forma de laborar e dos processos e *layouts* dos postos de trabalho;
- Produtos defeituosos – para Kumar et al. (2022) representam fraca qualidade e descontentamento dos clientes, o que impacta na confiabilidade, redução de vendas e preços dos produtos. Subordinado à fabricação de produtos defeituosos está também o desperdício de todo o processamento dos mesmos, quer em mão-de-obra, materiais, tempo, conceção, ou qualquer outra atividade que englobe o processo de produção.

“*A procura pelo desperdício é interminável e considerada uma das poucas coisas que os trabalhadores além da produção podem fazer para acrescentar valor aos produtos*” (Emiliani, 1998, p. 618). O desperdício humano, na forma de relações interpessoais fracas ou de falta de comunicação entre indivíduos, tende a ser subvalorizado relativamente ao desperdício em termos de materiais e/ou equipamentos, algo que pode ser preponderante para o desenvolvimento pessoal dos colaboradores e da própria empresa.

### 2.1.3 Ferramentas do *Lean Manufacturing*

Como foi referido anteriormente, o sistema de produção Toyota, filosofia que precedeu a nomenclatura de *Lean Manufacturing*, é habitualmente representada por esquemas como os presentes nas figuras 2.1 e 2.3. Como se pode perceber pela análise das mesmas, a figura 2.1 aparenta ser mais complexa, na medida em que aglomera ferramentas com objetivos esperados, numa disposição de elementos cuidada e com significado prático associado. Por outro lado, a figura 2.3 apenas enumera ferramentas associadas à metodologia, sendo de qualquer das formas importante ressaltar o pormenor do empilhamento das mesmas respeitar a forma comum de uma casa, aspeto significativo na representação do *Lean Manufacturing*.

A análise profunda da figura 2.1 permite retirar várias ilações acerca do sistema de produção Toyota. Como já foi referido, a metodologia é sustentada por dois pilares, sendo eles o *Just In Time* e o *Jidoka*. Na base encontra-se a filosofia da Toyota, bem como a gestão visual, os processos padronizados e o nivelamento da produção. O coração da metodologia são as pessoas e as relações intra e interpessoais. A força de trabalho e a motivação dos indivíduos/equipas é fulcral para conseguir trabalhar ativamente, com sucesso nos objetivos traçados. A redução de desperdícios é um dos objetivos que a melhoria contínua sustenta. Por último, no telhado da casa representada, estão os vários pontos que se pretendem alcançar com toda a atividade, desde

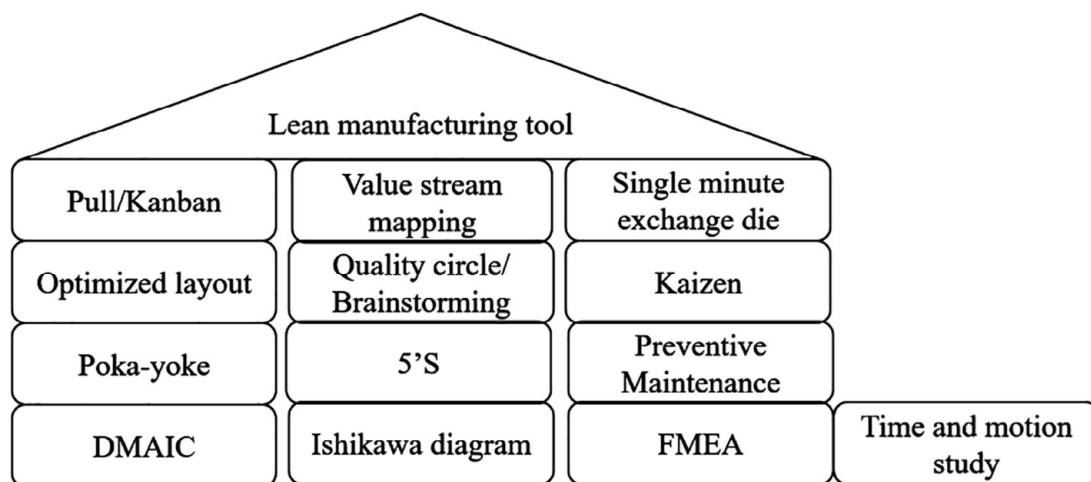


Figura 2.3: Sistema de Produção Toyota. Fonte: Palange e Dhattrak (2021)

a qualidade de excelência, os custos e *lead-times* reduzidos, a segurança do trabalho e a moral dos intervenientes.

Como referem Durakovic et al. (2018), ainda que a popularidade do *Lean Manufacturing* incite a sua implementação a não compreensão da metodologia, das ferramentas utilizadas e do seu potencial pode resultar no fracasso. O mesmo afirma ainda que os princípios ou ferramentas habituais da metodologia não são equitativamente aplicados a todos os tipos de setores e/ou indústrias, sendo fulcral um estudo prévio de cada situação por forma a proceder a um correto planeamento. Além disso, segundo Deshmukh et al. (2022), o sucesso da implementação do *Lean Manufacturing* numa qualquer empresa depende também da estrutura organizacional, quer seja da liderança ou dos colaboradores, da participação ativa dos gestores e da própria cultura da organização.

#### 2.1.3.1 *Kanban*

Segundo Womack e Jones (1996), a ferramenta *Kanban* foi implementada em 1953 proveniente da ideologia de funcionamento dos supermercados, a qual tinha como objetivo final a passagem de informação em sentido inverso e ritmo semelhante ao movimento dos produtos no fluxo de produção. Sendo assim, a informação progride no sentido do armazém de produto acabado para o primeiro componente da cadeia de valor do referido produto, e, logicamente, o produto flui no sentido inverso ao anterior.

De acordo com a ótica apresentada, tal como num supermercado, existe o cliente que retira produtos das prateleiras do estabelecimento. Os produtos apenas são reabastecidos à medida que vão sendo requeridos pelos clientes. Analogamente, numa linha produtiva e isolando de forma fictícia duas atividades ou postos de trabalho sucessivos, Womack et al. (1990) esclarecem que apenas se produzem as quantidades de uma determinada peça ou produto à medida que vão sendo requeridas pela etapa posterior. Então, Durakovic et al. (2018) afirmam que a

produção apenas acontece se existe uma procura efetiva do produto em questão.

*Kanban* é uma palavra de origem japonesa que significa placa de sinal ou cartão visual. Para Chiarini (2013), é um sistema de gestão visual que obedece a regras específicas e requer consciência. Afirma ainda que a ferramenta é capaz de interligar processos por forma a permitir uma produção coordenada e concordante com o volume da procura. De uma forma geral, *Kanban* refere-se a um qualquer tipo de sinal que despoleta uma ação pré-definida. Wilson (2010) clarifica que o sinal pode tomar diversas formas, como um cartão, um carrinho ou até um espaço marcado. Como clarificam Abdul Rahman et al. (2013), o *Kanban* é baseado na relação entre um hipotético cliente e fornecedor: o papel do cliente pode ser preenchido por um cliente efetivo de um produto acabado ou por um colaborador de um posto de trabalho posterior numa qualquer linha ou fluxo produtivo, da mesma forma que o fornecedor pode ser um provisor real de material ou um posto de trabalho anterior da mesma cadeia de valor. Já Chiarini (2013) relaciona o *Kanban* com a boa comunicação entre o cliente e o fornecedor, acrescentando ainda que funciona como uma ordem de produção que movimenta materiais. Phil (2018) acrescenta que o *Kanban* é idealizado num ciclo fechado, onde a informação apenas circula entre dois locais distintos relativos ao cliente e ao fornecedor.

“*Kanban é uma forma de alcançar o Just In Time*” (Ohno, 1988, p. 30). Segundo Wilson (2010), a finalidade do *Kanban* é facilitar o fluxo, a produção puxada e a limitação de inventários. Desta forma, a clara oposição às características da manufatura convencional, como a produção empurrada e os grandes inventários resultantes, tornou a implementação difícil, uma vez que, de acordo com Womack et al. (1990), esta visa eliminar todos os inventários e interligar as várias etapas do processo global. De acordo com Ohno (1988), a implementação do *Kanban* expõe os desperdícios, facilitando a idealização de propostas de melhoria ao nível da redução de mão-de-obra, inventários, produtos defeituosos e avarias de equipamentos.

Para Wilson (2010) e Chiarini (2013) existem dois tipos de *Kanban*: os de transporte ou movimentação e os de produção. De uma forma literal um *Kanban* de transporte provoca uma movimentação de algo enquanto que um *Kanban* de produção despoleta uma atividade ou fluxo produtivo. Além disso, Chiarini (2013) subdivide ainda os de transporte em duas categorias distintas: *Kanban* de fornecedor, o qual constitui uma ordem de abastecimento para com um fornecedor independente, e *Kanban* interno, utilizado como comunicação entre processos interinos.

Como enfatiza Ohno (1988), o sucesso da implementação da ferramenta num qualquer ambiente industrial depende do compromisso de todos os intervenientes. O mesmo apresenta ainda um conjunto de 6 funções e 6 regras que controlam a ferramenta, as quais são apresentadas na tabela 2.1.

Tabela 2.1: Funções e regras de utilização do *Kanban*. Fonte: Ohno (1988)

Funções	Regras
1. Faculta informação de recolha ou transporte.	1. O processo posterior recolhe o número de itens indicados pelo <i>Kanban</i> no processo anterior.
2. Faculta informação de produção.	2. O processo anterior produz itens na quantidade e sequência indicadas pelo <i>Kanban</i> .
3. Previne a sobre-produção e transporte excessivo.	3. Nenhum item é produzido ou transportado sem um <i>Kanban</i> .
4. Funciona como uma ordem de produção anexada aos materiais.	4. Anexar sempre um <i>Kanban</i> aos materiais.
5. Previne produtos defeituosos ao identificar o processo que os causa.	5. Produtos defeituosos não são encaminhados para o processo seguinte. O resultado é 100% de produtos exemplares.
6. Revela problemas existentes e mantém o controlo dos inventários.	6. Diminuir o número de <i>Kanbans</i> aumenta a sua sensibilidade.

A observação da informação presente na tabela 2.1 permite associar as funções e regras em pares pela numeração e conseqüente ordem da mesma. Para o alcançar de uma qualquer função listada é necessário que se cumpra a regra associada. Ohno (1988) enumera algumas das necessidades para que se possam cumprir as regras apresentadas:

- Desde logo, como já referido atrás, o empenho e compromisso de todos os intervenientes é decisivo para o sucesso da implementação. Além disso, é fundamental que todos sejam condescendentes a mudanças consideráveis relativas aos processos e à forma como se labora, bem como compreensivos e informados daquilo que se trata e do que se objetiva;
- Em indústrias que fabricam vários produtos, a mudança rápida de *setups* dos equipamentos é precisa para que se verifique a diminuição dos *lead-times* e dos lotes de produção;
- O fluxo de produção tem de ser definido e preciso para que a informação possa fluir inequivocamente de jusante a montante da cadeia de valor. Ademais, o nivelamento da produção e a criação de processos padronizados incita a flexibilidade da organização, tentando sempre minimizar o quanto possível a variabilidade interna dos processos;

“A implementação do *Kanban* sem efetivamente praticar as regras não trará o controlo es-

*perado nem a redução de custos”* (Ohno, 1988, p. 43). É fulcral que se perceba o potencial da ferramenta perante a gestão da produção, que se entendam as regras consideradas e que se trabalhe em prol de ultrapassar todos os obstáculos que possam surgir no caminho.

O dimensionamento da metodologia é um aspeto importante aquando da implementação. Wilson (2010) apresenta a equação 2.1 para calcular o número de *Kanbans* relativos a um determinado material ou produto.

$$\text{Number of Kanban} = \frac{\text{Cycle stock} + \text{Safety stock} + \text{Buffer stock}}{\text{Container size}} \quad (2.1)$$

A equação apresentada referencia três tipos de inventários: o inventário normal do ciclo produtivo (*cycle stock*), o inventário que faz face às variações internas, sejam elas relativas ao fornecimento ou de produtos em vias de fabrico (*safety stock*), e o inventário que atenua as variações externas relacionadas à procura exercida pelo mercado (*buffer stock*). A soma desses três tipos de inventário totaliza a quantidade máxima a deter, a qual é dividida pelo tamanho da palete, embalagem, ou qualquer tipo de aglomeração que defina a movimentação ou comercialização do produto em questão. Esse volume é inversamente proporcional ao número de *Kanbans* a utilizar. Segundo Wilson (2010), a diferenciação de inventários é habitualmente reforçada pela coloração apresentada nos *Kanbans*, sendo distinta nos três tipos de inventários apresentados acima. De acordo com Phil (2018), o número mínimo de *Kanbans* por material é dois. Tal deve-se à possibilidade de perda de um dos dois cartões, sendo remediada com a existência do outro. Numa situação de apenas um exemplar, a sua perda só iria ser notada aquando da rutura do inventário em questão.

Em termos de localização física do *Kanban*, Chiarini (2013) clarifica que é de boa prática o estabelecimento de locais para esse efeito, aspeto que depende da forma de sinalização da metodologia (carrinhos, cartões, paletes, caixas, etc). Também Wilson (2010) expõe que cada *Kanban* é dotada de informação ao nível do material que representa, da quantidade que requer, a sua origem e destino de reposição, local onde é depositado para a próxima etapa.

“*O sistema Kanban lida em tempo real com a realidade do que está a acontecer na linha de produção*” (Wilson, 2010, p. 51). Além disso, Ohno (1988) assume que o dever dos intervenientes perante a metodologia é de não deixar que se atinja a estagnação, fazendo uso da criatividade e potenciais carências para melhorar constantemente a ferramenta. Afirma ainda que o sistema *Kanban* não é inflexível ou rígido. Quando se trata de acionamento da produção, com o mínimo *lead-time* de planeamento, nenhum sistema se compara ao desempenho do *Kanban*. Ainda que Ohno (1988) refira que a sobre-produção seja a principal mira do *Kanban*, Chiarini (2013) enumera outras vantagens iminentes da implementação da ferramenta, tais como o aumento da flexibilidade e resposta à procura dos clientes, a redução dos lotes e variabilidade de produção em combinações de produtos, simplificação do sistema de informação da produção

e integração vertical dos processos desde o fornecedor até ao cliente final.

### 2.1.3.2 *Kaizen*

De acordo com Imai (2012), os gestores, em grande parte das ocasiões em que se deparam com problemas, focam-se em tentar resolvê-los com a aplicação de ferramentas e/ou tecnologias custosas e complexas ao invés de priorizar o bom senso e a consciência. Para tal, além de uma ferramenta a aplicar para o desenvolvimento, tanto da organização como pessoal, o *Kaizen* pode e deve ser visto como um elemento cultural presente na estratégia das empresas.

Segundo Gupta e Jain (2014), o conceito de *Kaizen* foi introduzido no Japão em 1950 em assuntos administrativos do governo, relacionados à gestão e à mão-de-obra. Desde então, a ferramenta foi propagada intensamente contribuiu para o desenvolvimento da manufatura. Por outro lado, Maarof e Mahmud (2016) atribuem o início da filosofia aos problemas encontrados pelas indústrias japonesas no final da Segunda Guerra Mundial, tal como a escassez de recursos e dificuldades na obtenção de matéria-prima.

*Kaizen* é uma palavra japonesa, a qual pode ser dividida em duas: “*Kai*” significa mudança enquanto que “*Zen*” significa bom ou melhor. Assim, conjuntamente, *Kaizen* designa a melhoria de algo. “*Significa adotar mudanças para obter bons resultados*” (Pawar, 2022, p. 224). Maurer (2004) afirma que as duas grandes estratégias para proceder a mudanças são o *Kaizen* e a inovação, onde esta última requer poderio financeiro que implica alterações radicais ao passo que o *Kaizen* funciona sobre pequenos passos em direção à melhoria. Já Emiliani (2005) refere que o *Kaizen* são ações específicas ou aquisição de conhecimento por meio da análise crítica das atividades desempenhadas para satisfazer as necessidades de clientes internos ou externos. Além disso, Jacobson et al. (2009) destaca que as melhorias propostas são pequenas, pouco custosas e cujo baixo risco facilita a sua implementação. Emiliani (2005) afirma que o valor da ferramenta está na celeridade com que se pode atingir melhorias e Durakovic et al. (2018) destacam a ação contínua e em tempo real. Pawar (2022) explica que o método de aplicação da ferramenta é a quebra do processo principal em processos menores, por forma a facilitar a interpretação das partes.

De acordo com Imai (2012), a implementação do *Kaizen* segue três regras básicas:

- *Housekeeping* – é um aspeto fulcral de uma boa gestão e resulta na educação e autodisciplina dos colaboradores para com determinadas práticas e /ou rotinas. A manutenção dos postos de trabalho organizados potencia a obtenção de maior qualidade de trabalho, bem como preserva a segurança dos indivíduos e dos bens materiais;
- Eliminação do desperdício – visa a eliminação de todas as tarefas que não acrescentam valor ao produto final. Segundo Imai (2012), esta é a maneira mais prática de aumentar a

produtividade em paralelo com a redução dos custos operacionais uma vez que os clientes não pagam por atividades que não acrescentam valor ao produto final;

- Padronização – por último, devem ser definidos processos padrão que garantem a melhor forma de desempenhar uma determinada tarefa. Tal incita também a maior flexibilidade na alocação de recursos, bem como o aumento da qualidade e diminuição de erros e produtos defeituosos.

A implementação da ferramenta *Kaizen* é sustentada por uma diversidade de elementos. Imai (2012) aponta algumas características relacionadas ao ser humano, como é o caso da dedicação, moral, comunicação, treino, trabalho em equipa, envolvimento e autodisciplina. Pawar (2022) assinala também a qualidade e as sugestões de melhoria. Além disso, Sundar et al. (2014) notam ainda a perceção/consciência, a capacidade de adaptação, a motivação e a autonomia, enquanto que Macpherson et al. (2015) referenciam a criatividade.

“*Além da influência humana, o Kaizen requer também os meios para operar – ferramentas e métodos – e gerar e implementar melhoria*” (Macpherson et al., 2015, p. 8). A figura 2.4 demonstra uma representação do *Kaizen*. Com o auxílio do esquema apresentado, Chung (2018) apresenta alguns elementos mais abstratos relativamente aos mencionados até este ponto. Não obstante, confirma também que a filosofia molda os indivíduos ao fornecer diretrizes para os pensamentos e comportamentos dos mesmos. O mesmo autor realça que a filosofia *Kaizen* é proveniente da correta integração de todos os elementos e atividades apresentadas, representando um esforço comum em prol dos mesmos objetivos finais. Em concordância com o formato circular do esquema da figura, a filosofia pode ser vista como o volante de uma qualquer organização, onde Chung (2018) afirma que não se pode omitir a presença obrigatória do ser humano por detrás do volante.

De uma forma geral, Pawar (2022) afirma que o ciclo de melhoria providenciado pela aplicação do *Kaizen* necessita do envolvimento dos colaboradores, para que se identifiquem os problemas, se encontrem soluções, sejam tomadas ações em concordância, finalizando com a mensuração e análise regular dos resultados obtidos. Gupta e Jain (2014) mencionam que o sucesso das atividades relacionadas ao *Kaizen* é altamente dependente do trabalho em equipa. Acrescenta ainda que as mesmas atividades são desempenhadas com melhor aproveitamento pelos colaboradores, uma vez que são eles quem se encontram regularmente no chão de fábrica, quem estão mais familiarizados com os processos e equipamentos, sendo dotados de maior esforço e conseqüente facilidade na resolução de problemas. Maarof e Mahmud (2016) rematam ainda com a necessidade da alta gestão potenciar a autonomia dos colaboradores, ao atribuir algum poder de decisão dos mesmos e apresentar confiança nas decisões tomadas. Para um bom desempenho dos colaboradores, Imai (2012) afirma que a gestão de uma organização, levada a cabo pelos gestores de topo, engenheiros e/ou supervisores, deve disponibilizar o suporte necessário aos postos de trabalho.

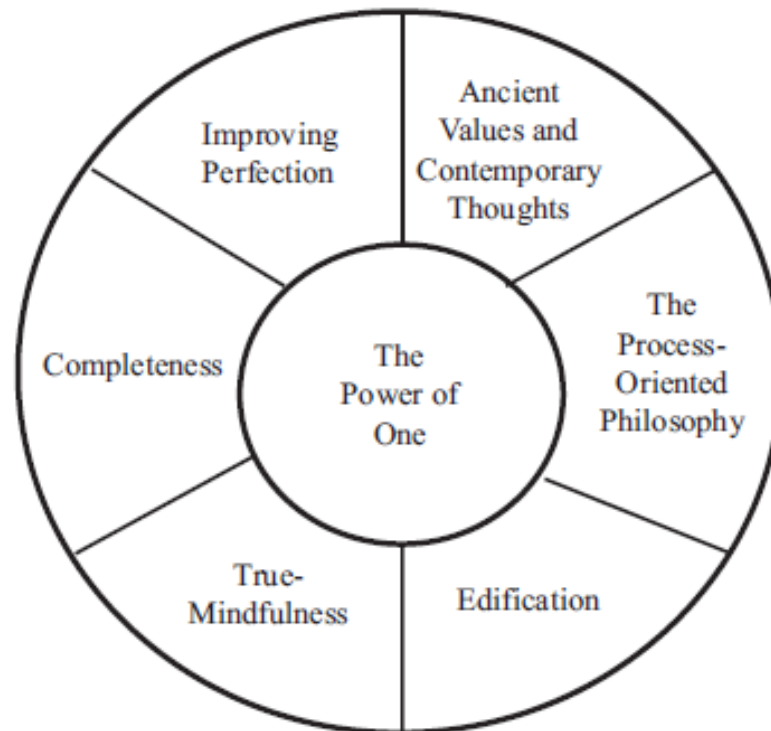


Figura 2.4: A roda Kaizen. Fonte: Chung (2018)

“Kaizen é uma forma eficaz e agradável de atingir uma meta específica, mas também estende um desafio mais profundo: atender às constantes necessidades de mudança da vida ao procurar continuamente pequenas melhorias” (Maurer, 2004, p. 11). Macpherson et al. (2015) referem que a filosofia vai além da melhoria contínua, representando uma forma de vida intrínseca da cultura japonesa. Chung (2018) afirma que todos os programas de gestão, bem como atividades, ferramentas, pesquisas ou outros eventos relacionados, deveriam tomar em consideração a fundação da filosofia Kaizen.

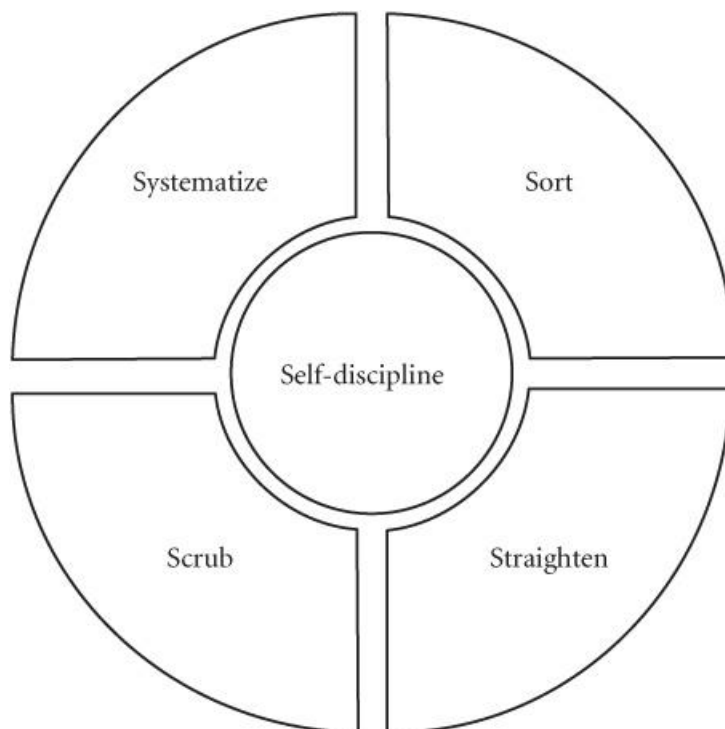
### 2.1.3.3 5S

Gupta e Jain (2014) afirmam que a ferramenta 5S é um passo importante na melhoria contínua, conseqüentemente ligada ao Kaizen. Assim, Imai (2012) aponta o 5S como um princípio fundamental da primeira regra básica da filosofia Kaizen. O mesmo declara que é a ferramenta que sustenta a boa organização dos postos de trabalho, aspecto importante relativamente primeiramente à qualidade e segurança do trabalho. A ferramenta é regulada por cinco sentidos, os quais estão implícitos na figura 2.5, pela ordem seguinte:

1. *Seiri / Sort* – distinguir os itens necessários dos desnecessários, com o objetivo de retirar todos os que não são utilizados de onde não são precisos. É importante minimizar o número de ferramentas presentes em cada posto de trabalho;
2. *Seiton / Straighten* – organizar os itens necessários de modo a privilegiar a acessibili-

dade dos mesmos por parte de quem os opera regularmente. Devem ser estabelecidas importâncias de maneira a auxiliar a disposição das ferramentas sem comprometer o fluxo produtivo;

3. *Seiso / Scrub* – limpar o posto de trabalho bem como todas as ferramentas presentes. É importante eliminar também as fontes de sujidade por forma a garantir a mínima recorrência da fuligem, salientando ainda que a limpeza dos equipamentos pode descobrir sinais de problemas funcionais dos mesmos;
4. *Seiketsu / Systematize* – criar rotinas sobre os três primeiros passos de maneira a que não sejam esquecidos ao longo do tempo e que se retorne ao ponto inicial;
5. *Shitsuke / Standardize* – padronizar e normalizar a ferramenta, inculcar o valor da limpeza e organização na disciplina e cultura organizacional. Tornar num processo contínuo e trabalhar sempre na sua melhoria. Imai (2012) aponta cinco formas de avaliar o nível de aplicação da ferramenta: autoavaliação, avaliação por um consultor especialista, avaliação por um superior, combinação das três opções anteriores e competição entre desempenhos de diferentes postos de trabalho. O objetivo é fomentar a competitividade a atingir melhores condutas perante a utilização da ferramenta e dos objetivos a atingir.



**Figura 2.5: Os cinco passos do 5S. Fonte: Imai (2012)**

De acordo com Gapp et al. (2008), a recorrência da aplicação necessária perante esta ferramenta incita a sua inclusão nas práticas de gestão, sendo peça importante aquando da maximização da eficiência e eficácia de laboração, melhorando a relação custo-benefício. Além disso, o mesmo afirma que a implementação do 5S ajuda a revelar problemas que de outra forma não seriam sequer notados. “O 5S não é uma moda esporádica, um sabor do mês, mas sim uma

*parte contínua do cotidiano”* (Imai, 2012, p. 66).

#### 2.1.3.4 *Total Productive Maintenance*

Segundo Ahuja e Khamba (2008), a função desempenhada pela manutenção é habitualmente subvalorizada, pela errada percepção do não retorno financeiro. O mesmo sugere que as organizações podem atingir reduções de até uma terça parte ao nível dos custos associados à manutenção, aquando da correta valorização e priorização das atividades desempenhadas pela secção correspondente. A manutenção é algo comum em qualquer tipo de organização, adequada ao tipo de funções e equipamentos detidos pelas mesmas. Contudo, a sua omnipresença provoca a necessidade de ações de manutenção, independentemente da sua natureza. De acordo com Singh et al. (2012), o desperdício associado à baixa qualidade é de bastante importância, uma vez que impacta em aspetos como o tempo consumido, materiais utilizados, custos associados e imagem/reputação das empresas.

A manutenção produtiva total (*Total Productive Maintenance* – TPM) é uma filosofia com origem japonesa, a qual, de acordo com Ahuja e Khamba (2008), foi desenvolvida com base nas características da manutenção produtiva. Singh et al. (2012) assumem que o objetivo primordial associado à implementação da ferramenta é o aumento da produtividade e qualidade apresentada, em uníssono com a satisfação dos colaboradores e conseqüente alta moral. O mesmo autor enumera ainda a eficácia dos equipamentos, a eliminação de avarias e a autonomia dos operadores perante ações de manutenção como alvos ao alcance de uma boa aplicação do TPM. Além disso, Brah e Chong (2004) acrescentam também a redução de custos operacionais, o aumento da reputação e coerente ganho de quota de mercado. Contudo, o mesmo assume que o campo de ação da ferramenta se estende além das áreas produtivas, visando departamentos desde a investigação, desenvolvimento até à logística.

Singh et al. (2012) assumem que a fundação do TPM é ocupada pela ferramenta 5S. Em concordância, Ahuja e Khamba (2008) afirmam que a metodologia é capaz de reduzir erros e possíveis acidentes de trabalho, algo possivelmente prevenido pela aplicação do 5S. Singh et al. (2012) declaram de igual modo que um dos pontos chave do TPM é incitar a segurança dos postos de trabalho e das áreas que o rodeiam, com especial ênfase nos equipamentos constituintes.

Segundo Brah e Chong (2004) e Ahuja e Khamba (2008), a implementação do TPM requer o envolvimento transversal da organização, desde a alta chefia aos operadores do chão de fábrica, de maneira a maximizar o desempenho global dos equipamentos e da organização como um todo. Ahuja e Khamba (2008) referenciam ainda o impacto que a ferramenta tem na motivação nos colaboradores, por meio da capacitação, treino e *feedback*, o que aumenta a participação ativa de todos os colaboradores na perseguição de metas organizacionais. Para isso é também fulcral que, de acordo com Brah e Chong (2004), os líderes da gestão sejam capazes de transmitir a im-

portância da boa aplicação da ferramenta e da sua importância para a maturidade organizacional.

## **CAPÍTULO 3**

### **EMPRESA MOB**

#### **3.1 Apresentação**

A MOB é uma empresa dedicada ao fabrico de cozinhas por medida, a qual é sediada em Viseu e pertencente ao Grupo Visabeira. Fundada em 1988, a MOB surgiu para colmatar o interesse do Grupo Visabeira em aumentar a presença no setor da construção e no desenvolvimento de projetos imobiliários na região centro do país.

Inserida no ramo industrial, a MOB começou a sua atividade exclusivamente no fabrico de cozinhas. Contudo, o passar dos anos resultou num alargar da panóplia de ofertas e, ainda que de forma residual, começou a produzir mobiliário para casa de banho, roupeiros e carpintarias de interior.

O súbito sucesso nacional da empresa resultou na rápida internacionalização. Cinco anos após a sua criação, a MOB entrou no mercado francês com o fabrico de mobiliário de casa de banho. Em 2006 deu-se a aposta no mercado angolano e 2009 ditou a entrada no mercado dos Emirados Árabes Unidos. Constituiu lojas próprias em Luanda e Paris no decorrer do ano 2013. A grande aposta na internacionalização determinou que a componente internacional represente o grosso do volume de negócios da empresa.

Em terreno nacional, a MOB conta com 1 unidade de produção e 3 lojas físicas. A unidade fabril e 1 das lojas localizam-se na cidade em que é sediada. As 2 restantes lojas estão situadas na Avenida da República, em Lisboa, e na Avenida do Brasil, no Porto. Além fronteiras, a MOB possui ainda uma segunda unidade industrial em Luanda.

A MOB possui uma estratégia vertical no que diz respeito à criação de valor, sendo responsável pelo design, desenvolvimento do produto, fabricação, comercialização e montagem. A empresa tem por lema apresentar soluções adaptadas às necessidades dos clientes e a resultante fiança é bastante variável, consoante os materiais utilizados, a dimensão das cozinhas e o tipo de acessórios incorporados. A experiência no setor, o rigor e a versatilidade que lhe é característica fazem com que a MOB esteja apta para atender a qualquer tipo de pedido, seja uma encomenda particular de uma cozinha ou uma obra de grande dimensão.

Numa ótica abrangente, um dos pontos competitivos da MOB concerne ao design dos seus produtos, alcançável graças a uma equipa interna de designers que materializam a vontade e/ou necessidades dos clientes. Por outro lado e numa ótica mais minuciosa e técnica, os lacados são

um ponto forte da empresa que utiliza robots de pintura que garantem altos níveis de acabamento e qualidade do produto.

Em termos de produção efetiva, a fábrica tem um ritmo médio de fabrico de 60 móveis diários. A cozinha tipo é composta por 15 móveis, o que equivale então a afirmar que são produzidas 4 cozinhas tipo por dia. Por outro lado, o tempo médio de produção de uma cozinha é de 15 dias úteis, 3 semanas de trabalho. Em termos monetários e referenciando o ano transato de 2021, o volume de negócios da MOB rondou os 5,4 milhões de euros.

### 3.2 Processo produtivo

A componente produtiva da fábrica MOB é dividida segundo dois fluxos de material ao longo de três grandes secções. Abordando primeiramente a divisão segundo o fluxo de material, os produtos finais podem ser caracterizados pela parte do caixote e pela(s) frente(s).

O caixote remete à estrutura do móvel da qual fazem parte as laterais (designadas de ilhargas), os cimos e fundos (parte inferior, superior e prateleiras), a costa (parte traseira) e possíveis fundos de gavetas/gavetões, régua e prumos. O caixote é a porção do móvel que apresenta menor grau de especificidade, que para além de ser algo menos visível aquando da montagem das cozinhas, em geral apenas atravessa duas das três secções produtivas. A figura 3.1 legenda os vários constituintes do exemplo de um caixote.

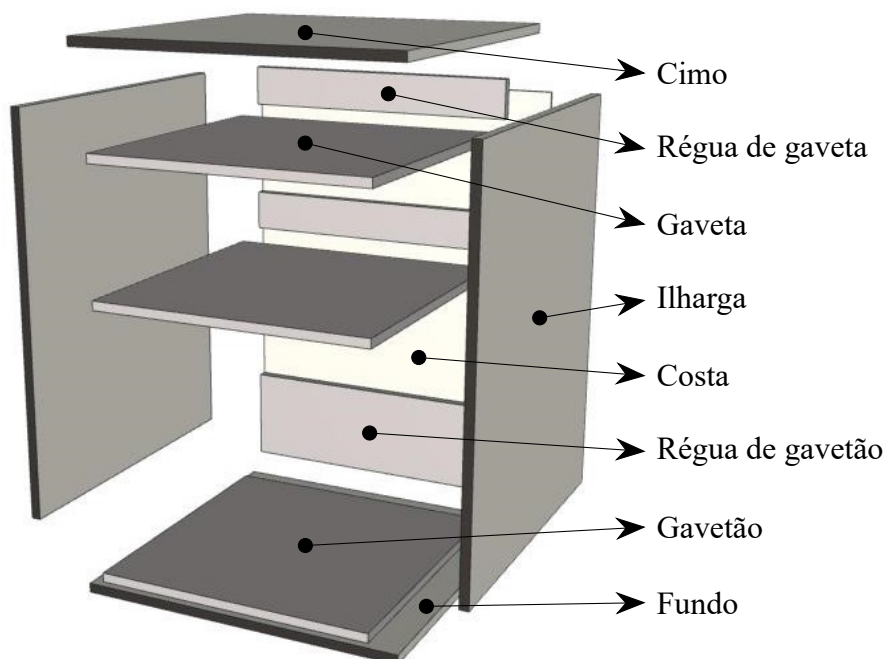


Figura 3.1: Legenda de um caixote

Por outro lado as frentes designam os elementos da face anterior como é o caso das portas e das gavetas, ou ainda outro tipo de peças que ficam visíveis como é o caso de ilhargas de acabamento, vistas, palas e tapa-tubos. Os materiais constituintes dos dois tipos de elementos estão listados na tabela 3.1 onde as opções realçadas caracterizam a grande maioria do volume de produção.

**Tabela 3.1: Tipos de material constituinte dos caixotes e das frentes**

Caixotes	Frentes
<b>Aglomerado</b> MDF	<b>MDF</b> <b>Aglomerado</b> Madeira Contraplacado

Atentando agora à divisão pelas secções da produção, os caixotes e as frentes podem ser operadas ao longo de três setores distintos. É importante salientar que as três secções produtivas foram renomeadas, onde a “transformação” substituiu os “painéis”, a “linha de montagem” sucedeu à “ultimação” e os “acabamentos” não sofreram alterações ao nível da designação. Além disso foram realocados alguns recursos humanos com o intuito de formar uma nova secção, a logística interna, responsável por fazer os materiais fluir da melhor forma possível.

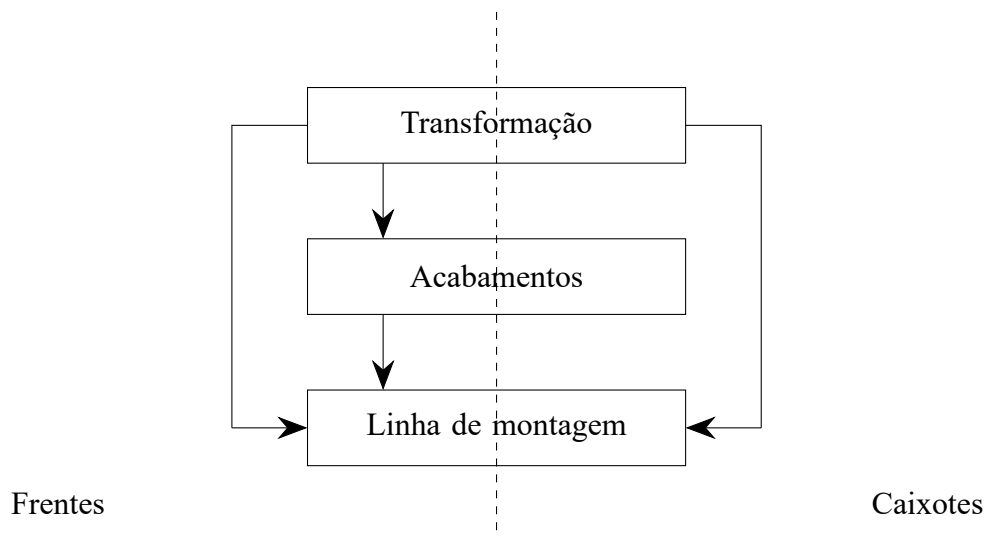
Em primeiro lugar está a “transformação” que é composta pelos equipamentos cujas funções tendem a alterar significativamente as dimensões do material. Esta secção engloba as máquinas de corte, orlagem, calibração, maquinação, furação e de acabamento. É também caracterizada por ser o ponto de início dos fluxos de caixotes e de frentes.

A secção intermédia é designada de “acabamentos” e abrange os equipamentos ou centros de trabalho responsáveis pelo tratamento superficial das peças (como é o caso das cabines de aplicação de betume, verniz, pinturas), a lixadeira automática e o robot de lacagem. Na grande maioria da produção esta secção é exclusiva do fluxo de frentes, uma vez que os caixotes necessitam de tratamento minucioso residual, sendo esse garantido pelos equipamentos da transformação.

A secção terminal é referenciada como “linha de montagem” e é o culminar do processo produtivo. É formada pelos equipamentos responsáveis pela furação das frentes, montagem das peças e embalagem dos produtos finais. É nesta secção que se dá o cruzamento dos dois fluxos de material, resultando finalmente na montagem dos móveis.

De uma forma geral, a figura 3.2 ilustra os fluxos de material (caixotes e frentes) entre as três secções de produção. Como indicado anteriormente, o material de caixotes mais utilizado é o aglomerado que resulta na omissão da secção dos acabamentos para o seu fluxo produtivo.

Em relação às frentes, no caso do material ser MDF, o fluxo percorre as três secções ao passo que as frentes de aglomerado saltam também a secção dos acabamentos. É importante referir que o esquema retrata a maioria do trabalho, havendo exceções no que diz respeito ao fluxo dos caixotes. Em situações específicas, o material constituinte dos mesmos pode fazer com que as peças tenham de atravessar a secção dos acabamentos.



**Figura 3.2: Fluxos de material**

Em termos gerais, pode sequenciar-se o fluxo de material referente aos caixotes e às frentes. O material dos caixotes dá início ao seu fluxo produtivo na transformação onde a grande maioria das peças são cortadas numa das três máquinas destinadas ao corte (seccionadora Holzma), visto que é a máquina mais adequada ao corte intensivo de material, exibida na figura 3.3.

As peças cortadas são então encaminhadas para a orladora Combima ou dupla, ilustre na figura 3.4, que se encarrega de retificar as mesmas e de aplicar a orla desejada em dois lados paralelos em simultâneo. Este equipamento é também responsável pelo acabamento das peças, levado a cabo pela lixagem das esquinas da orla, pela aspiração dos resíduos de cola e pela escovação para suavizar as superfícies. Por fim, garante ainda a maquinação de rasgos para a aplicação posterior da costa do caixote.

À saída da orladora dupla o material dos caixotes tende a seguir uma de duas direções. De forma geral, se as peças forem ilhargas de móveis técnicos (móveis altos de eletrodomésticos ou com carências específicas) seguem para a furadora Morbidelli, apresentada na figura 3.5, onde são feitas as furações para os cimos, fundos, prateleiras, gavetas e dobradiças. Por outro lado, se as peças forem cimos e fundos, a próxima etapa é a maquinação e/ou o cavilhamento. Exposta na figura 3.6, a máquina CNC é responsável pela abertura de orifícios para auxílio na refrigeração dos eletrodomésticos a aplicar no móvel. A encavilhadora Koch, evidenciada na figura 3.7, providencia a abertura de furos e a colocação de cavilhas que vão garantir a ligação das peças do caixote. A MOB substitui a utilização de parafusos por cavilhas de modo a conseguir um melhor



**Figura 3.3: Seccionadora Holzma**



**Figura 3.4: Orladora Combima (dupla)**

acabamento visual. Tanto as peças furadas na furadora como as cavilhadas estão prontas a ser assembladas e a constituir caixotes. Dessa forma são dispostas por lote na etapa da “organização”.



**Figura 3.5: Furadora Morbidelli**



**Figura 3.6: Equipamento CNC**

O material das frentes também inicia o seu fluxo produtivo na transformação. Desta feita, o corte não é integralmente desempenhado na seccionadora Holzma sendo repartido com as restantes duas máquinas destinadas a esta operação. Consoante o tipo de material que constitui as frentes estas podem seguir várias direções. Se o material for o contraplacado ou aglomerado, a próxima etapa é a aplicação de orla, desempenhada maioritariamente pela orladora Compact ou simples (apresentada na figura 3.8) que garante melhor acabamento que a orladora dupla, ainda que apenas orle uma superfície de cada vez.



**Figura 3.7: Encavilhadora Koch**

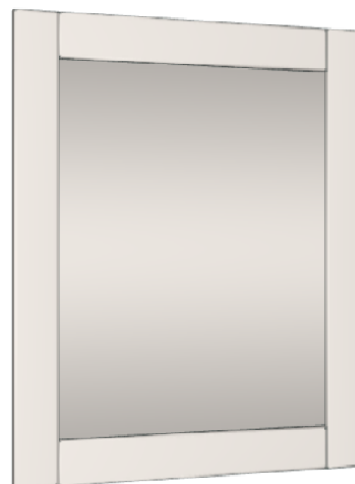


**Figura 3.8: Orladora Compact (simples)**

As peças orladas são encaminhadas para um primeiro posto de qualidade onde é avaliada a conformidade das frentes. Por outro lado, se o material for MDF ou madeira, as peças são calibradas em espessura para que a posterior aplicação de materiais de acabamento não provoque dimensões superiores às desejadas. De seguida, as frentes são maquinadas para a obtenção de puxadores específicos como é o exemplo da figura 3.9, ou de geometrias visuais como no caso da figura 3.10.



**Figura 3.9: Exemplo de um puxador maquinado: puxador 1M**

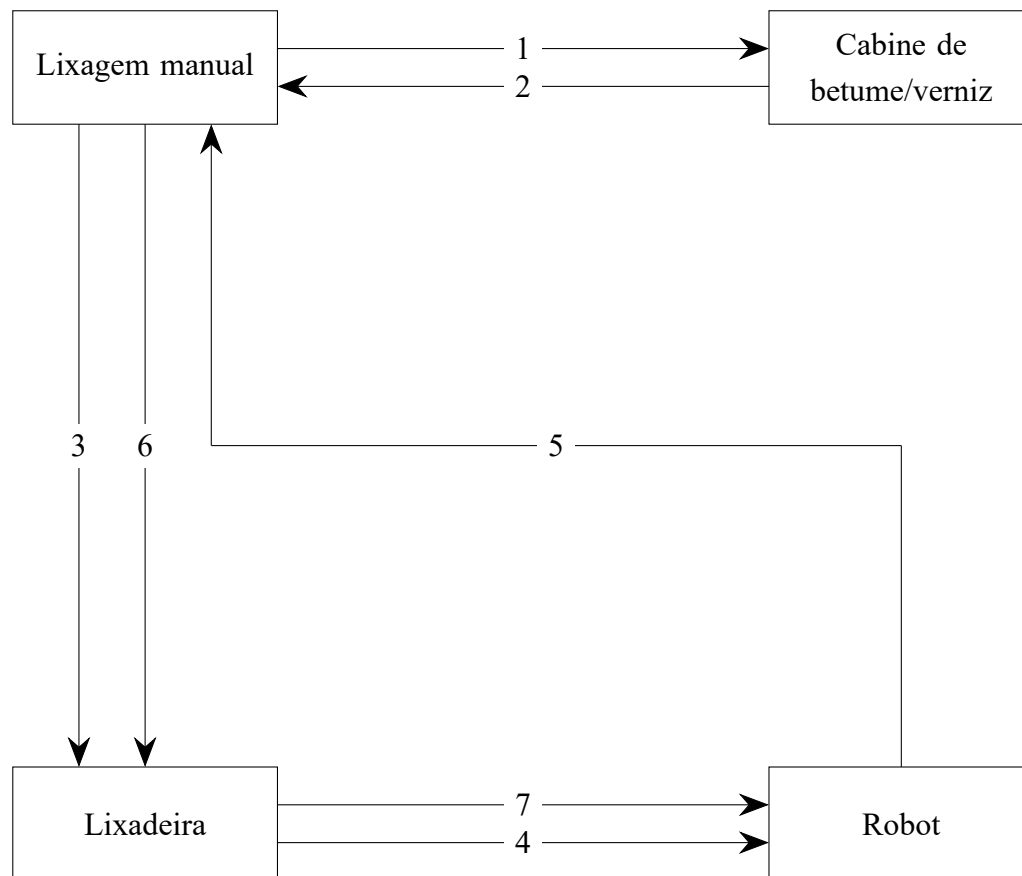


**Figura 3.10: Exemplo de uma geometria maquinada: Colônia 70**

A passagem na secção da transformação é então concluída e começa a dos acabamentos. A figura 3.11 apresenta o fluxo do material nesta secção com a numeração dos movimentos entre os diversos postos de trabalho.

As peças são primeiramente lixadas de forma manual de maneira a suavizar os bordos das maquinações feitas até então. Em seguida, estas são sujeitas à aplicação de um primário que, dependendo do material, pode ser betume ou tapa-poros/verniz. Em continuação, são de novo lixadas manualmente para remover possíveis irregularidades causadas pela acumulação do primário aplicado nos bordos. Posteriormente, a face posterior das frentes é lixada na lixadeira automática, ideal para grandes superfícies. A próxima etapa é a lacagem garantida por um robot. A aplicação da cor é primeiramente realizada na superfície posterior da frente com a particularidade de que, independentemente da face anterior ser lacada a mate ou brilho, é sempre lacada a mate uma vez que é o lado escondido das portas. As peças são lixadas pela última vez, quer manualmente (bordos e geometrias) quer automaticamente (superfície anterior), antes de serem lacadas na face frontal pelo robot. É de salientar que os tempos de secagem da cor ascendem às 24 horas, o que impacta significativamente nos tempos de execução na secção dos acabamentos.

Em seguida, a qualidade das peças é controlada e separa as conformidades das anormalidades. Pequenos defeitos são recuperados no próprio posto de controlo de qualidade se e só se a lacagem da superfície defeituosa for brilhante. A lacagem mate não permite que os defeitos



**Figura 3.11: Fluxo do processo nos acabamentos. Fonte: autor**

sejam retrabalhados sendo necessária a relacagem das peças lesadas. As peças conformes seguem para a furação de frentes e posteriormente são aplicadas as dobradiças, onde é finalizada a passagem pela secção dos acabamentos.

A secção terminal da linha de montagem é iniciada na furadora Alberti ou na prensa Elme, demonstradas respetivamente nas figuras 3.12 e 3.13. No caso de móveis comuns, as ilhargas apenas são furadas na furadora Alberti que insere também as ferragens respetivas. As ilhargas de móveis técnicos são furadas na furadora Morbidelli como referido anteriormente. Em seguida são montados os caixotes com recurso à união por cavilhas e aplicação de cola, sendo imediatamente prensados para a melhor adesão entre os materiais. São então aplicadas as gavetas (quando existentes). É importante referir que os caixotes são separados em duas linhas distintas conforme as dimensões dos mesmos: os móveis altos para um lado e os inferiores/superiores para o outro.

Por fim são assembladas as frentes e possíveis acessórios e o móvel considera-se pronto, de maneira que segue para o embalamento onde termina a secção da linha de montagem e os fluxos produtivos e por fim para a zona de expedição.

A boa compreensão deste documento é ditada pela assimilação de alguns conceitos impor-



**Figura 3.12: Furadora Alberti**



**Figura 3.13: Furadora Elme**

tantes, os quais passam a ser devidamente explanados.

As ordens de produção são, em regime normal, agrupadas com prazos de 1 semana (5 dias úteis). Ao agrupamento de todas essas ordens provenientes do mesmo intervalo de tempo dá-se a denominação de lote.

Um lote é então constituído por várias encomendas resultantes de variados clientes, as quais são inevitavelmente distintas ao nível das quantidades e definições técnicas dos produtos em questão. De maneira a facilitar o processamento da informação e a conseqüente produção, o lote é dividido em ordens de venda. Estas são então agrupamentos de produtos finais com especificidades idênticas.

Além dos lotes existem dois tipos de pedidos excepcionais. Primeiramente, os sem lotes são ordens de produção que, tal como o próprio nome indica, não foram incluídas num lote. A alta especificidade ou o momento da chegada da ordem podem ser razões pela qual se dá a denominação de um sem lote a determinada encomenda. Por outro lado existem também as ocorrências, termo usado para definir determinado tipo de móvel ou componente que regressa da entrega por reclamação, necessitando de ser retificado ou produzido um exemplar novo semelhante.

Por último carece de fundamento a noção de móveis equivalentes. Esta é uma métrica criada para relativizar todo o tipo de mobiliário produzido na fábrica, possibilitando a contagem do mesmo em determinado intervalo de tempo. Esta relação foi pensada devido às diferenças entre todos os tipos de móveis produzidos na fábrica. Diferentes móveis são manufacturados com durações distintas e então, seria pouco preciso contabilizar cada móvel por igual. Como é sabido, um móvel é constituído por um determinado número e tipo de peças independentes. Estas são produzidas por uma sequência de operações até à aglomeração do conjunto. Assim, para cada tipo de peça existente de todos os móveis foi contabilizado o tempo de produção em cada centro de trabalho ou operação. Desta maneira, ao somar os tempos de produção de todas as operações por detrás da produção de uma qualquer peça obtém-se o tempo total despendido com a mesma. Consequentemente, a soma dos tempos de todas as peças de um determinado

móvel origina um valor para esse mesmo produto. Definiu-se que um determinado móvel com um certo tempo de produção equivalia a 1 móvel equivalente e mediante essa relação, todos os restantes móveis ou peças independentes foram convertidas em valores de móveis equivalentes. De modo a uniformizar a métrica foram estabelecidos valores padrão para os quais convergem os valores calculados.

## CAPÍTULO 4

### TRABALHO DESENVOLVIDO

#### 4.1 Revitalização do *Kanban*

A presente secção é referente ao *Kanban*. É iniciada por uma breve introdução ao tema e à situação preambular em que se encontrava o tópico. Em seguida é explorado o assunto com a análise e dimensionamento de determinados parâmetros e com a criação dos novos códigos de barras. Prontamente é exposto o fluxo geral da metodologia e apresentada a nova aparência de todo o material inerente à metodologia. Posteriormente é abordada a funcionalidade do sistema em paralelo com a formação praticada, seguindo-se a pós-implementação e resultados da mesma.

##### 4.1.1 Introdução

A fábrica é constituída por diversas máquinas espalhadas pelo seu espaço físico. Cada equipamento desempenha a sua função no fluxo produtivo com uso de recursos humanos, energéticos e materiais. Estes últimos são materiais subsidiários necessários para a realização de determinada tarefa, habitualmente incorporados no produto final.

Os ditos recursos são mantidos em armazém prontos a serem movimentados para os locais aquando da sua necessidade, de forma a não haver formação de *stocks* no chão de fábrica. É preservada a ergonomia, minimizando o possível impacto visual e a ocupação de espaços potencialmente úteis aos operadores.

O sistema de aprovisionamento por *Kanban* fora outrora implementado porém, o fraco acompanhamento da implementação e utilização da metodologia causou o desuso, o esquecimento da mesma perante os intervenientes e a estagnação da metodologia. Levou a que os materiais necessários fossem requisitados por chamada telefónica ou por conversa direta com os colaboradores do armazém, o que acartava diversas desvantagens:

- Os requerimentos de material eram espontâneos e a qualquer hora do dia, o que causava inúmeras deslocações diárias do responsável pelo aprovisionamento entre o armazém e a fábrica propriamente dita, sem qualquer tipo de organização prévia ou regularidade;
- As roturas de *stock* tinham alta probabilidade de acontecimento uma vez que os pedidos eram, na grande maioria das ocasiões, de urgência visto que apenas eram feitos quando determinado material estava a escassear;
- As quantidades aprovisionadas eram variáveis consoante o que era requerido pelos operários em cada momento distinto. Essa falta de regularidade impactava também na difi-

culdade de programação das compras por parte do armazém.

Contrariamente ao fraco desempenho da primeira tentativa de aplicação do *Kanban*, foi proposto que se reformulasse a metodologia com o objetivo de tentar novamente a sua implementação. Para isso, foi disponibilizado o material que existia relacionado ao tema, como foi o caso da tipologia dos cartões e dos quadros, presentes respetivamente nas figuras 4.1 e 4.2, o roteiro de aprovisionamento criado e a listagem antiga dos materiais abrangidos pelo sistema *Kanban*. A figura 4.3 demonstra a apresentação que o sistema *Kanban* tinha quando foi aplicado pela primeira vez na fábrica.

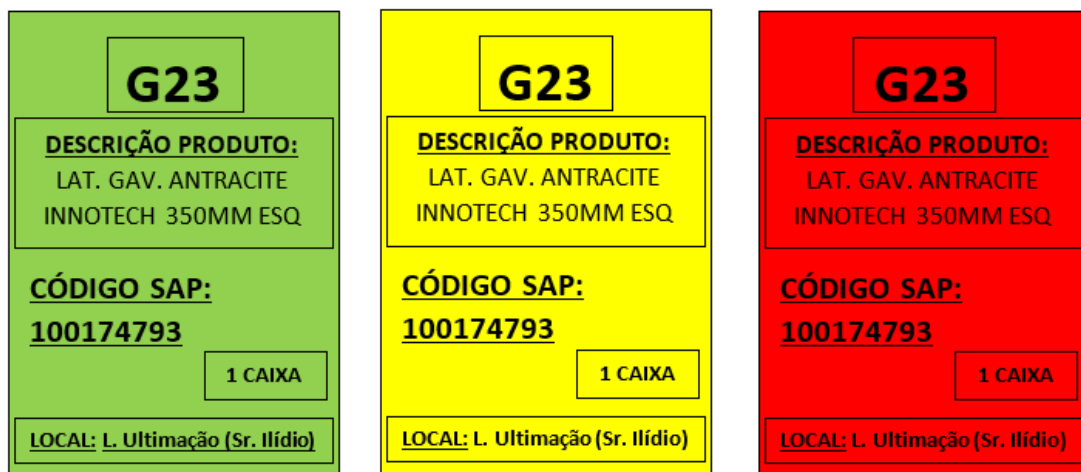


Figura 4.1: Cartões *Kanban* antigos

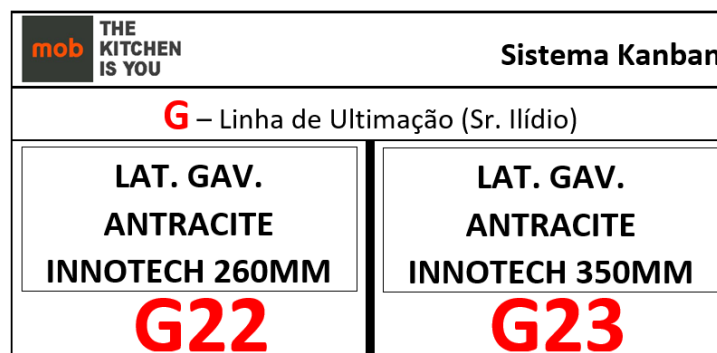


Figura 4.2: Quadro *Kanban* antigo

#### 4.1.2 Análise e dimensionamento

O primeiro passo foi a análise da listagem do material que, por ser antiga, necessitava de atualização. Havia materiais que já não se utilizam na atualidade ou que foram substituídos por outro tipo. Essa informação foi conseguida junto dos operários de cada posto de trabalho que, melhor que ninguém, sabem o que utilizam para desempenhar a(s) sua(s) tarefa(s). Uma vez atualizada a lista, esta foi enviada aos responsáveis do armazém com o intuito de se confirmar os códigos SAP e as referências de todos os materiais. A listagem estava já organizada pela

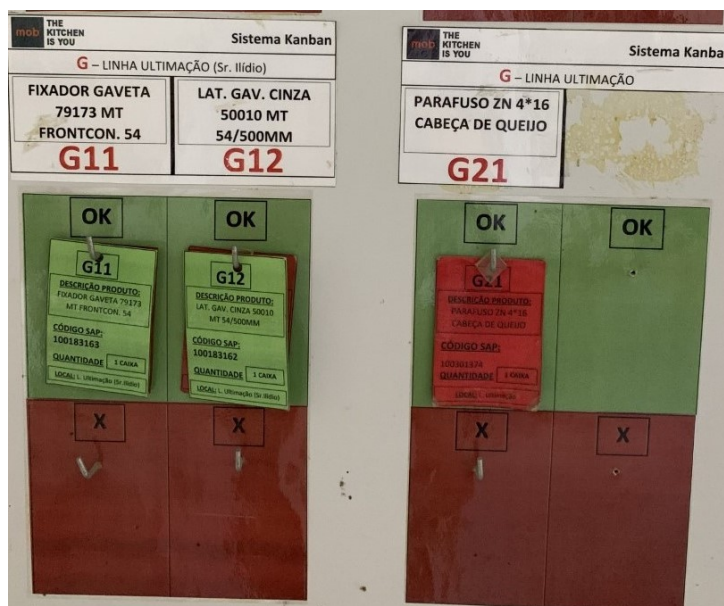


Figura 4.3: Kanban antigo no chão de fábrica

codificação do roteiro outrora criado, este que se manteve inalterado dada a boa disposição dos postos. Os códigos *Kanban* são as letras de A a K, resultando em 12 locais de cartões que seguem a seguinte ordem:

- A – Orladora Combima (dupla);
- B – Orladora Compact (simples);
- C – Furadora Omal;
- D – Dobradiças DBS;
- E – Prensa Elme;
- F – Gavetas;
- G – Móveis inf./sup.;
- H – Embaladora Termopak;
- I – Expedição;
- J – Móveis altos/acess.;
- K – Encavilhadora Koch.

Para fazer um correto dimensionamento do sistema Kanban foram apurados os consumos referentes ao ano de 2021, relativos a todos os materiais listados, que contou com 236 dias de trabalho. Além disso registaram-se também as unidades de abastecimento de cada material.

A empresa no ano de 2022 apresenta um crescimento produtivo na ordem dos 20%, valor esse que foi usado para estimar os consumos expectáveis dos materiais listados no decorrer do ano referido. Desta forma, o cálculo dos consumos médios diários aproxima-se daquilo que é a realidade atual da fábrica, dados pela equação 4.1. A figura 4.4 contém alguns materiais identificados pela sua referência e código SAP, acompanhados do consumo expectado ao longo do ano de 2022 e da respetiva unidade de abastecimento. Esta última apresenta dois formatos distintos: a quinta coluna contém as unidades em que os materiais são transportados entre o armazém e o chão de fábrica, enquanto que a sexta apresenta a subdivisão da anterior na unidade presente na sétima coluna. Para clarificar, o primeiro material presente é abastecido ao rolo, cada qual constituído por 150 metros de comprimento.

Referência	Código SAP	Consumo anual	Unidade	Unidade de abastecimento		
ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 20*1.2MM	100356022	55728	m	1 rolo	150	m
ORLA PVC CINZA 42170 (U708) 20*0.4MM	100174454	92352	m	1 rolo	300	m
ORLA PVC BRANCA 41110 20*0.4MM	100179143	74424	m	1 rolo	300	m
COLA POLIURETANO 145 INCOLOR (2KG)	100440744	485	kg	1 pote	2	kg
ORLA PVC BRANCA 1110 GB 23*0.8MM	100281959	7464	m	1 rolo	150	m
ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 23*1.2MM	100174442	1253	m	1 rolo	150	m
ORLA PVC CINZA 4217 (708) 23*1MM	100174447	144	m	1 rolo	120	m
ORLA BRANCA 1A22 ALTO BRILHO C/PL 23*1MM	100181658	17400	m	1 rolo	120	m
ORLA 3D ALUM/BRANCA BRILHO 23*1MM	100174354	16920	m	1 rolo	150	m
ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 23*1.2MM	100174442	12529	m	1 rolo	150	m
ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 20*1.2MM	100356022	5573	m	1 rolo	150	m
ORLA PVC BRANCA 04 1110 GB 23*0.4MM	100218181	7442	m	1 rolo	300	m
COLA POLIURETANO RK 219/7 20 KG	100322770	361	kg	1 pote	20	kg
ORLA PVC BRANCA 1110 GB 23*0.8MM	100281959	746	m	1 rolo	150	m
SUPORTE PRAT. FLIPER 2574 21 S14 CINZA	100175093	90464	uni.	1 saco	1000	uni.
DOBRADICA SENSYS 8645I 110º TH53/52H	100174681	39589	uni.	1 caixa	200	uni.
DOBRADICA INTERMAT 9973 HTB9043361S/MOLA	100174673	4548	uni.	1 caixa	50	uni.
DOBRADICA INTERMAT TOP 9943 110º	100149549	2880	uni.	1 caixa	200	uni.

**Figura 4.4: Consumos anuais e unidades de abastecimento**

$$\text{Consumo médio diário} = \frac{\text{Consumo anual}}{236 \text{ dias}} \quad (4.1)$$

Posteriormente calcularam-se as durações de consumo de uma unidade de abastecimento de cada material. De igual forma, a duração calculada é a periodicidade ideal de abastecimento do material em questão, isto se o aprovisionamento fosse possível de ser feito instantaneamente para todos os materiais. Evidentemente não é algo exequível e sendo assim, as periodicidades calculadas funcionam como limiares máximos para garantir a manutenção do correto funcionamento da produção. Os valores de periodicidade apresentados no quadro da figura 4.5 foram calculados pela equação 4.2. Exemplificando para o primeiro material da lista, os 150 metros que o rolo contém são integralmente consumidos em aproximadamente 0,64 dias.

$$\text{Periodicidade} = \frac{\text{Unidade de abastecimento}}{\text{Consumo médio diário}} \quad (4.2)$$

Referência	Consumo anual	Unidade	Unidade de abastecimento			Consumo médio diário	Unidades	Periodicidade[dias]
ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 20*1.2MM	55728	m	1 rolo	150	m	236,14	m	0,64
ORLA PVC CINZA 42170 (U708) 20*0.4MM	92352	m	1 rolo	300	m	391,32	m	0,77
ORLA PVC BRANCA 41110 20*0.4MM	74424	m	1 rolo	300	m	315,36	m	0,95
COLA POLIURETANO 145 INCOLOR (2KG)	485	kg	1 pote	2	kg	2,05	kg	0,97
ORLA PVC BRANCA 1110 GB 23*0.8MM	7464	m	1 rolo	150	m	31,63	m	4,74
ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 23*1.2MM	1253	m	1 rolo	150	m	5,31	m	28,25
ORLA PVC CINZA 4217 (708) 23*1MM	144	m	1 rolo	120	m	0,61	m	196,67
ORLA BRANCA 1A22 ALTO BRILHO C/PL 23*1MM	17400	m	1 rolo	120	m	73,73	m	1,63
ORLA 3D ALUM/BRANCA BRILHO 23*1MM	16920	m	1 rolo	150	m	71,69	m	2,09
ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 23*1.2MM	12529	m	1 rolo	150	m	53,09	m	2,83
ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 20*1.2MM	5573	m	1 rolo	150	m	23,61	m	6,35
ORLA PVC BRANCA 04 1110 GB 23*0.4MM	7442	m	1 rolo	300	m	31,54	m	9,51
COLA POLIURETANO RK 219/7 20 KG	361	kg	1 pote	20	kg	1,53	kg	13,07
ORLA PVC BRANCA 1110 GB 23*0.8MM	746	m	1 rolo	150	m	3,16	m	47,43
SUPORTE PRAT. FLIPER 2574 21 S14 CINZA	90464	uni.	1 saco	1000	uni.	383,32	uni.	2,61
DOBRADICA SENSYS 8645I 110º TH53/52H	39589	uni.	1 caixa	200	uni.	167,75	uni.	1,19
DOBRADICA INTERMAT 9973 HTB9043361S/MOLA	4548	uni.	1 caixa	50	uni.	19,27	uni.	2,59
DOBRADICA INTERMAT TOP 9943 110º	2880	uni.	1 caixa	200	uni.	12,20	uni.	16,39

**Figura 4.5: Consumos médios diários e periodicidades de abastecimento**

O sistema de aprovisionamento Kanban pode ser dimensionado em três vertentes distintas: o número de cores, o número de cartões por cada cor e a unidade de abastecimento de cada cartão de cada cor. Numa fase inicial, decidiu-se que de modo a simplificar e facilitar a adesão dos colaboradores à implementação da metodologia, se fixariam as cores e o número de cartões por cor utilizada. Logo, cada material é controlado por apenas 2 cartões, sendo um de cor verde e um vermelho. Essa decisão resultou em que a incógnita fosse a unidade de abastecimento de cada cartão.

Além disso, delineou-se que os materiais abrangidos pela metodologia seriam organizados por classes. Estes conjuntos foram criados mediante a periodicidade com que se dava o seu consumo. A razão pela qual se objetivou esta organização foi a facilidade de abastecimento uma vez que é impossível, para o colaborador do armazém, aprovisionar todos os materiais em simultâneo. Com esta separação, o próprio é capaz de perceber quais são os materiais com menor periodicidade de consumo e, consequentemente, mais prioritários.

A criação das ditas classes necessitou de limites de valores que fizessem a distinção das mesmas. Além disso, a organização dos materiais importa respeitar essa divisão criada e como tal definiram-se rótulos para as mesmas, os quais descrevem sensivelmente os períodos de tempo que cada qual constitui. Dessa forma determinou-se que:

- A classe 1 agrega os materiais com periodicidades de até 2 dias e é rotulada de “diário”;
- A classe 2 aglomera os que são consumidos entre 2 e 8 dias sendo denominada de “semanal”;
- A classe 3 é constituída pelos materiais com periodicidades entre 8 e 25 dias e é classificada como “mensal”;
- A classe 4 reúne os materiais que são consumidos entre 25 e 40 e designa-se por “bi-mensal”.

Decidiu-se que todos os restantes materiais com periodicidades acima dos quarenta dias se retirariam do sistema *Kanban*, uma vez que estes eram consumidos em longos prazos de tempo. Sempre que fosse necessário o seu aprovisionamento seria lançada uma requisição ao armazém. É importante referir que os limites apresentados para as classes são finais, tendo os iniciais sofrido alterações com o intuito de melhorar a efetividade das classes de aprovisionamento produzidas.

A figura 4.5 exemplifica aquilo que são as distinções dos materiais ao nível da classe em que se integram. Estes foram ordenados por ordem crescente da periodicidade dentro de cada local e seguidamente agrupados mediante os limites das quatro classes assumidas. Feito isso, foi atribuído um código *Kanban* a cada material mediante o local a que pertence e a sua posição na ordem das periodicidades.

Código	Referência	Unidade de abastecimento			Consumo médio diário	[Unidades]	Periodicidade[dias]	Classe
A1	ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 20*1.2MM	1 rolo	150	m	236,14	m	0,64	1
A2	ORLA PVC CINZA 42170 (U708) 20*0.4MM	1 rolo	300	m	391,32	m	0,77	1
A3	ORLA PVC BRANCA 41110 20*0.4MM	1 rolo	300	m	315,36	m	0,95	1
A4	COLA POLIURETANO 145 INCOLOR (2KG)	1 pote	2	kg	2,05	kg	0,97	1
A5	ORLA PVC BRANCA 1110 GB 23*0.8MM	1 rolo	150	m	31,63	m	4,74	2
A6	ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 23*1.2MM	1 rolo	150	m	5,31	m	28,25	4
	ORLA PVC CINZA 4217 (708) 23*1MM	1 rolo	120	m	0,61	m	196,67	EXCLUIR
B1	ORLA BRANCA 1A22 ALTO BRILHO C/PL 23*1MM	1 rolo	120	m	73,73	m	1,63	1
B2	ORLA 3D ALUM/BRANCA BRILHO 23*1MM	1 rolo	150	m	71,69	m	2,09	2
B3	ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 23*1.2MM	1 rolo	150	m	53,09	m	2,83	2
B4	ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 20*1.2MM	1 rolo	150	m	23,61	m	6,35	2
B5	ORLA PVC BRANCA 04 1110 GB 23*0.4MM	1 rolo	300	m	31,54	m	9,51	3
B6	COLA POLIURETANO RK 219/7 20 KG	1 pote	20	kg	1,53	kg	13,07	3
	ORLA PVC BRANCA 1110 GB 23*0.8MM	1 rolo	150	m	3,16	m	47,43	EXCLUIR
C1	SUPORTE PRAT. FLIPER 2574 21 S14 CINZA	1 saco	1000	uni.	383,32	uni.	2,61	2
D1	DOBRADICA SENSYS 8645I 110º TH53/52H	1 caixa	200	uni.	167,75	uni.	1,19	1
D2	DOBRADICA INTERMAT 9973 HTB90433615/MOLA	1 caixa	50	uni.	19,27	uni.	2,59	2
D3	DOBRADICA INTERMAT TOP 9943 110º	1 caixa	200	uni.	12,20	uni.	13,90	3

Figura 4.6: Classes de aprovisionamento

Alguns dos materiais tiveram de ser dimensionados de uma forma mais cuidadosa por diversas razões. Há materiais que, ainda que tratados e abastecidos individualmente, formam conjuntos e são aplicados em simultâneo. Contudo, os consumos e consequentes periodicidades podem ser distintos podendo resultar em classes de aprovisionamento diferentes. De forma a exemplificar, tal situação aconteceu nos materiais destacados na figura 4.7. Os quatro materiais destacados formam um conjunto necessário à montagem de gavetões (de 27 centímetros de comprimento). Ou seja, para a aplicação de um gavetão são necessárias duas laterais (uma esquerda e uma direita) e duas corredeiras (uma esquerda e uma direita). A análise destes materiais em concordância com os limites definidos para as classes resultaria em que as laterais, com uma periodicidade de aproximadamente 29 dias, integrariam a classe 4. Por outro lado, as corredeiras apresentam uma periodicidade superior a 40 e tal valor não justificaria a sua inclusão no sistema *Kanban*. Desta forma, materiais que formam um conjunto e que são aplicados simultaneamente seriam abastecidos de formas diferentes e não ficaria garantida a sua coexistência imediata no chão de fábrica. Tal adversidade resultou em que se excluísse todos os materiais do conjunto e que o seu aprovisionamento seria garantido mediante requisições ao armazém.

Código	Referência	Unidade de abastecimento			Consumo médio diário	[Unidades]	Periodicidade[dias]	Classe
F1	CORREDIÇA QUADRO L500 IW21 S/SISTEM ESQ	1 caixa	20	uni.	30,51	uni.	0,66	1
F2	CORREDIÇA QUADRO L500 IW21 S/SISTEM DTA	1 caixa	20	uni.	30,51	uni.	0,66	1
F3	LATERAL AVANTECH YOU ANT. H187 L500 ESQ	1 caixa	10	uni.	14,68	uni.	0,68	1
F4	LATERAL AVANTECH YOU ANT. H187 L500 DTA	1 caixa	10	uni.	14,68	uni.	0,68	1
F5	LATERAL AVANTECH YOU ANT. H101 L500 ESQ	1 caixa	20	uni.	15,49	uni.	1,29	1
F6	LATERAL AVANTECH YOU ANT. H101 L500 DTA	1 caixa	20	uni.	15,49	uni.	1,29	1
F7	PAINEL FRENTE GAV INT. AV YOU H101 L2000	1 caixa	1	uni.	0,69	uni.	1,44	1
F8	PAINEL FRENTE GAV INT. AV YOU H187 L2000	1 caixa	1	uni.	0,50	uni.	2,01	2
F9	KIT PUSCH TO OPEN SILENT 30 QUADRO YOU	1 caixa	1	uni.	0,47	uni.	2,14	2
F10	PARAFUSO ESTABILIZADOR PAINEL PZ 3.5X30	1 caixa	200	uni.	41,69	uni.	4,80	2
F11	LATERAL AVANTECH YOU ANT. H187 L400 ESQ	1 caixa	10	uni.	0,76	uni.	13,11	3
F12	LATERAL AVANTECH YOU ANT. H187 L400 DTA	1 caixa	10	uni.	0,76	uni.	13,11	3
F13	CORREDIÇA QUADRO L400 IW21 S/SISTEM ESQ	1 caixa	20	uni.	1,44	uni.	13,85	3
F14	CORREDIÇA QUADRO L400 IW21 S/SISTEM DTA	1 caixa	20	uni.	1,44	uni.	13,85	3
F15	LATERAL AVANTECH YOU ANT. H101 L400 ESQ	1 caixa	20	uni.	0,70	uni.	28,37	4
F16	LATERAL AVANTECH YOU ANT. H101 L400 DTA	1 caixa	20	uni.	0,70	uni.	28,37	4
	LATERAL AVANTECH YOU ANT. H187 L270 ESQ	1 caixa	10	uni.	0,35	uni.	28,84	EXCLUIR
	LATERAL AVANTECH YOU ANT. H187 L270 DTA	1 caixa	10	uni.	0,35	uni.	28,84	EXCLUIR
F17	ESTABILIZADOR FUNDO GAVETA AVANTECH YOU	1 caixa	200	uni.	5,14	uni.	38,94	4
	CORREDIÇA QUADRO L270 IW21 S/SISTEM ESQ	1 caixa	20	uni.	0,45	uni.	44,38	EXCLUIR
	CORREDIÇA QUADRO L270 IW21 S/SISTEM DTA	1 caixa	20	uni.	0,45	uni.	44,38	EXCLUIR

Figura 4.7: Ajustes manuais de classes

Como foi dito anteriormente, a incógnita do dimensionamento do sistema *Kanban* fixou-se nas unidades controladas por cada um dos dois cartões, sendo que ambos movimentam a mesma quantidade do material em questão. A equação 4.3 permite dimensionar a unidade presente nos cartões. A periodicidade mínima é a aproximação por excesso do valor da periodicidade absoluta, representando o espectro temporal mínimo de produção que uma unidade de abastecimento deve garantir segundo o consumo médio diário. O número de cartões é uma variável fixa com o valor de 2, aspeto referenciado também previamente.

$$\begin{aligned}
 \text{Unidade cartão} &\geq \frac{\text{Periodicidade mínima} \times \text{Consumo médio diário}}{\text{Número de cartões} \times \text{Unidade de abastecimento}} \\
 \text{Unidade cartão} &\geq \frac{\text{Periodicidade mínima} \times \text{Consumo médio diário}}{2 \times \text{Unidade de abastecimento}}
 \end{aligned}
 \tag{4.3}$$

A figura 4.8 contém os materiais dos primeiros quatro postos do sistema *Kanban* e toda a informação usada no cálculo presente na equação 4.3. Na última coluna constam os valores finais presentes nos cartões de cada material, os quais foram revistos individualmente por forma a perceber se haveria algum caso excecional que merecia um dimensionamento ajustado a qualquer tipo de especificidade adicional.

### 4.1.3 Códigos de barras

Os cartões do sistema *Kanban* são mensageiros de informação e, como tal, esta tem de ser interpretada de alguma forma. Aquando da primeira implementação da metodologia na fábrica, os materiais outrora presentes na listagem foram codificados segundo uma lógica criada e aplicada em seis dígitos:

- Os primeiros três dígitos constituem a ordem de entrada do material no *Kanban*;
- O quarto dígito representa a cor do cartão em questão, sendo o algarismo 0 representativo

Código	Referência	Unidade de abastecimento			Consumo médio diário	[Unidades]	Periodicidade[dias]	Classe	Unidade cartão
A1	ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 20*1.2MM	1 rolo	150	m	236,14	m	0,64	1	2
A2	ORLA PVC CINZA 42170 (U708) 20*0.4MM	1 rolo	300	m	391,32	m	0,77	1	2
A3	ORLA PVC BRANCA 41110 20*0.4MM	1 rolo	300	m	315,36	m	0,95	1	2
A4	COLA POLIURETANO 145 INCOLOR (2KG)	1 pote	2	kg	2,05	kg	0,97	1	2
A5	ORLA PVC BRANCA 1110 GB 23*0.8MM	1 rolo	150	m	31,63	m	4,74	2	1
A6	ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 23*1.2MM	1 rolo	150	m	5,31	m	28,25	4	1
	ORLA PVC CINZA 4217 (708) 23*1MM	1 rolo	120	m	0,61	m	196,67	EXCLUIR	
B1	ORLA BRANCA 1A22 ALTO BRILHO C/PL 23*1MM	1 rolo	120	m	73,73	m	1,63	1	1
B2	ORLA 3D ALUM/BRANCA BRILHO 23*1MM	1 rolo	150	m	71,69	m	2,09	2	1
B3	ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 23*1.2MM	1 rolo	150	m	53,09	m	2,83	2	1
B4	ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 20*1.2MM	1 rolo	150	m	23,61	m	6,35	2	1
B5	ORLA PVC BRANCA 04 1110 GB 23*0.4MM	1 rolo	300	m	31,54	m	9,51	3	1
B6	COLA POLIURETANO RK 219/7 20 KG	1 pote	20	kg	1,53	kg	13,07	3	1
	ORLA PVC BRANCA 1110 GB 23*0.8MM	1 rolo	150	m	3,16	m	47,43	EXCLUIR	
C1	SUPORTE PRAT. FLIPER 2574 21 S14 CINZA	1 saco	1000	uni.	383,32	uni.	2,61	2	1
D1	DOBRADICA SENSYS 8645I 110º TH53/52H	1 caixa	200	uni.	167,75	uni.	1,19	1	1
D2	DOBRADICA INTERMAT 9973 HTB9043361S/MOLA	1 caixa	50	uni.	19,27	uni.	2,59	2	1
D3	DOBRADICA INTERMAT TOP 9943 110º	1 caixa	200	uni.	12,20	uni.	13,90	3	1

Figura 4.8: Dimensionamento final

da cor verde, o 1 do amarelo e o 2 do vermelho;

- Os últimos dois dígitos simbolizam o número do cartão do referido material.

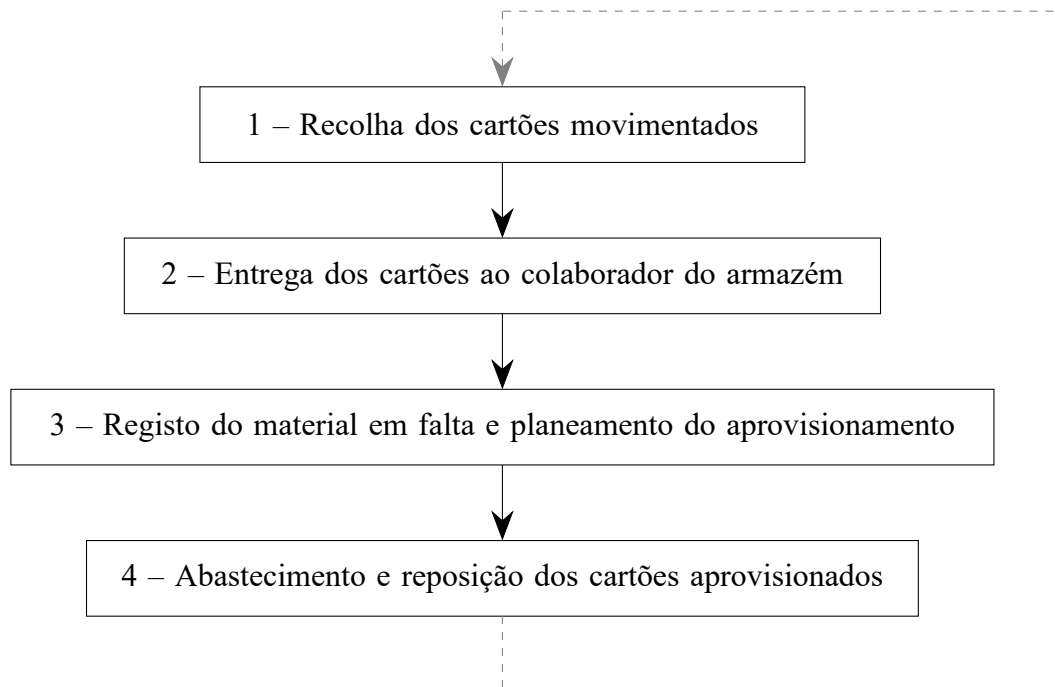
A figura 4.9 exemplifica aquilo que é a informação presente no ficheiro que possibilita a leitura dos cartões por parte dos colaboradores do armazém. A primeira coluna observada contém o código de cada material gerado pela lógica descrita anteriormente. Estes são usados para gerar códigos de barras que são integrados na parte traseira dos cartões de forma a estes poderem ser lidos por um leitor de códigos de barras presente no armazém. Este leitor, interligado com um computador, permite que qualquer leitura seja comparada com a base de dados dos materiais em *Kanban*. A comparação concretiza a procura do código lido e desta forma, o sistema informático associa a informação presente na linha da combinação lida à leitura propriamente dita. O conjunto desses dados acompanha o lançamento do consumo do material referenciado pelo código de barras, o qual pode ainda ser modificado manualmente pelo operário do armazém posteriormente à leitura do código.

Código	Código Kanban	Código SAP	Quantidade	Unid. Medida SAP	Centro Custos	Designação	cartões verdes	cartões amarelos	cartões vermelhos
001001	A01	100356022	300	M	641	ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 20*1.2MM	1		
001202									
002001	A02	100174454	600	M	641	ORLA PVC CINZA 42170 (U708) 20*0.4MM	1		1
002202									
003001	A03	100179143	600	M	641	ORLA PVC BRANCA 41110 20*0.4MM	1		1
003202									
004001	A04	100440744	4	KG	641	COLA POLIURETANO 145 INCOLOR (2KG)	1		1
004202									
005001	A05	100281959	150	M	641	ORLA PVC BRANCA 1110 GB 23*0.8MM	1		1
005202									
006001	A06	100174442	150	M	641	ORLA ABS ANTRACITE 1200/6213HG 23*1.2MM	1		1
006202									
007001	B01	100181658	120	M	641	ORLA BRANCA 1A22 ALTO BRILHO C/PL 23*1MM	1		1
007202									
008001	B02	100174354	300	M	641	ORLA 3D ALUM/BRANCA BRILHO 23*1MM	1		1
008202									

Figura 4.9: Base dos materiais em *Kanban*

#### 4.1.4 Fluxo geral da metodologia

A metodologia é praticada segundo um ciclo de quatro passos principais apresentados no fluxograma da figura 4.10.



**Figura 4.10: Fluxo da metodologia**

Ao início do dia laboral, a responsável pela logística interna percorre os doze locais onde existem cartões da metodologia, recolhendo todos aqueles que foram movimentados. Estes são aglomerados pela classe a que pertencem por forma a facilitar a organização do processo. Posteriormente, os cartões recolhidos são entregues no armazém onde o colaborador responsável pelo abastecimento do chão de fábrica começa a sua intervenção. Primeiramente este faz um registo simplificado de todos os cartões que recebe diariamente. A informação a anotar está representada na figura 4.11. É anotado o código do material seguido da classe a que pertence, a descrição do material a que se refere o cartão e a data em que o mesmo foi recebido e registado, e por último a data a que se procedeu ao seu aprovisionamento. Este registo permite historiar todo o material em *Kanban* que é aprovisionado mas o principal efeito é permitir ao responsável pelo abastecimento planear o seu trabalho. Os materiais abrangidos pela metodologia possuem diferentes tamanhos e formas e podem dificultar o seu abastecimento conjunto com outros materiais. Dessa forma, o aprovisionamento dos materiais deve ser planeado consoante a classe a que pertencem e aos dias que foi recebido o cartão no armazém. O colaborador deve ser capaz de gerir as necessidades de aprovisionamento de forma a nunca estagnar o processo produtivo por falta de material no chão de fábrica. Paralelamente ao abastecimento dos materiais dá-se a reposição dos respetivos cartões no devido lugar por forma a poderem ser novamente movimentados.

A primeira aplicação do sistema *Kanban* originou um roteiro de abastecimento, circuito esse

Registo Kanban					mob		
Código	Classe				Descrição	Data chegada cartão	Data do aprovisionamento
	Diário	Semanal	Mensal	Bi-mensal			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Figura 4.11: Registo dos cartões recebidos no armazém

que de decidiu manter dada a sua efetividade relativa ao posicionamento dos postos de cartões. O roteiro é a ordem base do aprovisionamento contudo, o tipo de materiais a abastecer e as consequentes classes podem quebrar esse fluxo pré-definido com saltos entre postos de cartões. A figura 4.12 representa o roteiro desempenhado no aprovisionamento dos materiais, o qual está esquematizado sensivelmente de acordo com a disposição real dos equipamentos e respetivos postos de cartões, de modo a facilitar a compreensão e localização.

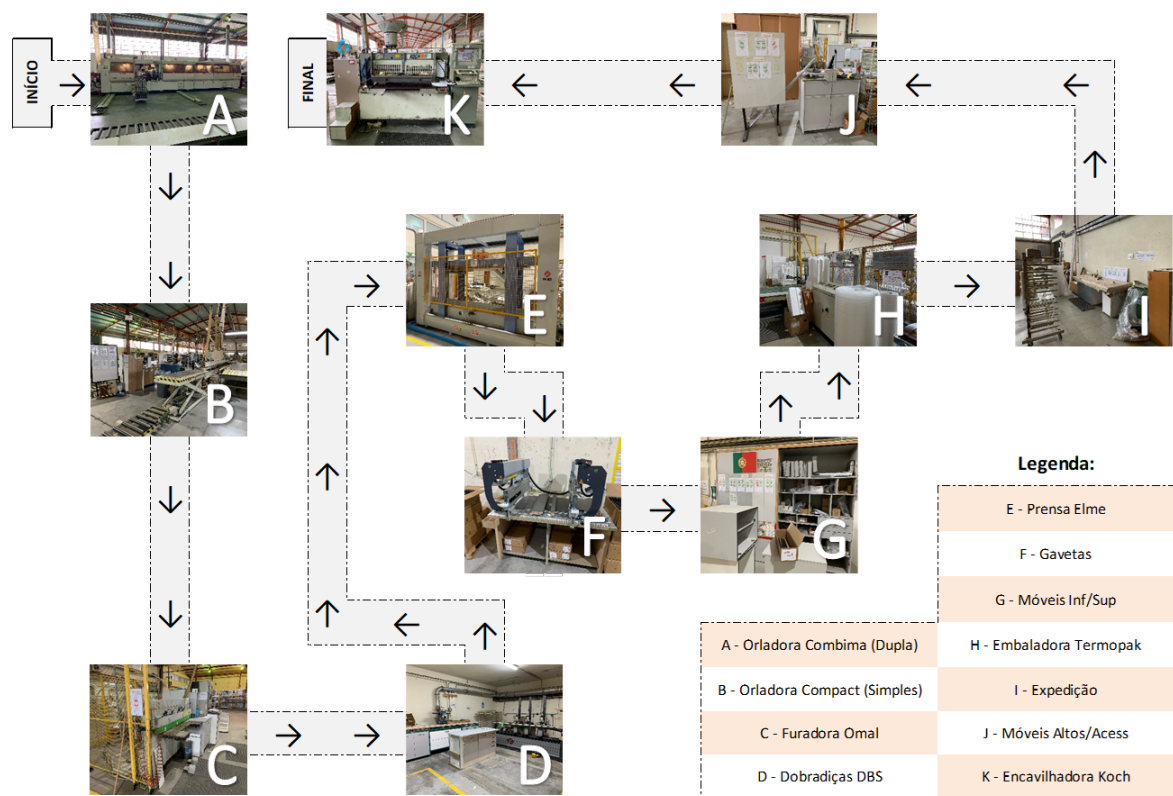



Figura 4.12: Roteiro Kanban

#### 4.1.5 Desenho do material

A aparência dos cartões e dos quadros da metodologia foi também ela alvo de mudança. O layout foi remodelado por forma a simplificar o aspeto e facilitar a leitura da informação disponível em cada qual. A figura 4.13 contém os cartões referentes ao primeiro material listado

na metodologia e o quadro referente aos dois primeiros materiais. O novo desenho dos cartões *Kanban* incidiu na longevidade dos mesmos. O esquema antigo possuía cantos vivos que propiciavam o desgaste dos cartões e diminuíam a sua durabilidade, sendo que o arredondar das esquinas previne essa questão. A utilização de duas tonalidades de vermelho e de verde em conjunto com o branco facilitam a organização da informação e conferem um melhor aspeto visual aos cartões. Como se pode observar, estes contam com o código *Kanban*, a referência e o código SAP do material, a quantidade a abastecer e o local onde é depositado. De salientar ainda que nas costas dos cartões se encontra sempre presente o código de barras codificado pelos códigos da primeira coluna da figura 4.9. Por sua vez, os quadros onde os cartões são inseridos são minimalistas ao ponto de apenas conterem o código e a referência dos materiais em questão, conjuntamente com dois espaços vazios pelos quais os cartões são movimentados.



<b>A1</b>	<b>A2</b>
Orla ABS antracite 1200/6213HG 20*1.2mm	Orla PVC cinza 42170 (U708) 20*0.4mm
STOCK	STOCK
-	-
NECESSIDADE	NECESSIDADE
-	-

Figura 4.13: Cartões e quadro *Kanban* novo

#### 4.1.6 Implementação

A metodologia, ainda que já tivesse sido em tempos implementada, foi exposta a todos os colaboradores de forma a poder explicar a funcionalidade da mesma e os objetivos mirados com a sua adoção na fábrica. Foram formados os intervenientes no processo, os quais dizem respeito aos colaboradores do armazém, nomeadamente o responsável pelo aprovisionamento dos materiais, e aos colaboradores do chão de fábrica propriamente dito. Para que o fluxo de passos apresentados na figura 4.10 se desenrole é necessário que a metodologia seja praticada ao longo dos dias. Como é conhecido, um dos grandes objetivos do sistema *Kanban* é minimizar os *stocks* de materiais nos postos de trabalho e como tal este é ditado pela soma dos cartões referentes ao mesmo material. Neste caso, e como todos os materiais são controlados por apenas dois cartões equivalentes, o *stock* máximo a manter presente no chão de fábrica é a soma das quantidades abastecidas pelos dois cartões do material em questão, ou o dobro da quantidade apresentada em cada qual visto que os montantes são iguais. A título de exemplo e por observação dos dois cartões presentes na figura 4.13, a orla designada tem 4 unidades de *stock* junto à orladora dupla.

Todos os colaboradores foram instruídos em como aplicar a metodologia no que diz respeito à funcionalidade dos cartões. Primeiramente, foi explanada a metodologia em paralelo com o objetivo primordial da minimização dos *stocks* em chão de fábrica. Daí foi coligado o início da aplicação do sistema *Kanban*, isto é, apenas se iria começar a praticar a metodologia quando todo o *stock* existente de determinado material se reduzisse ao *stock* máximo permitido pelos cartões referentes a esse caso. Interpretando novamente o exemplo da orla dado anteriormente, e supondo que no momento da implementação da metodologia e consequente formação dos colaboradores havia hipoteticamente 6 orlas, o colaborador apenas começaria a funcionar com os cartões da dita orla quando o *stock* desse material reduzisse para as 4 unidades anunciadas previamente. Nesse ponto o colaborador tem os cartões ao seu dispor para utilizar assim que necessário. Foi decidido que o movimento dos cartões ocorre aquando da finalização da unidade de abastecimento ao invés do início da mesma em prol da dita minimização de *stocks*. A figura 4.14 retrata o exemplo até agora abordado. Neste cenário, o colaborador tem no expoente máximo da metodologia 4 unidades do material em questão. Assim que finaliza 2 dessas 4 unidades iniciais movimenta o cartão verde como perceptível na imagem, deslocando-se do espaço denominado “*stock*” para a “necessidade”.

O movimento dos vários cartões dos materiais abrangidos pela metodologia respeitam a regra de movimentação elucidada acima porém há exceções a essa rotina laboral. Na grande maioria das ocasiões, a normalidade da fábrica é caracterizada pelo planeamento do dia de trabalho, tendo os colaboradores conhecimento daquilo que vão ser as suas tarefas ao longo do dia e dos materiais que vão ser utilizados para esse desempenho. Dessa forma, os colaboradores foram informados de que os cartões podem ser movimentados antes do consumo total das unidades referentes ao cartão verde. Tal significa que a assunção de um consumo posterior elevado, proveniente de um lote atípico como exemplo, pode justificar o movimento prévio dos cartões.

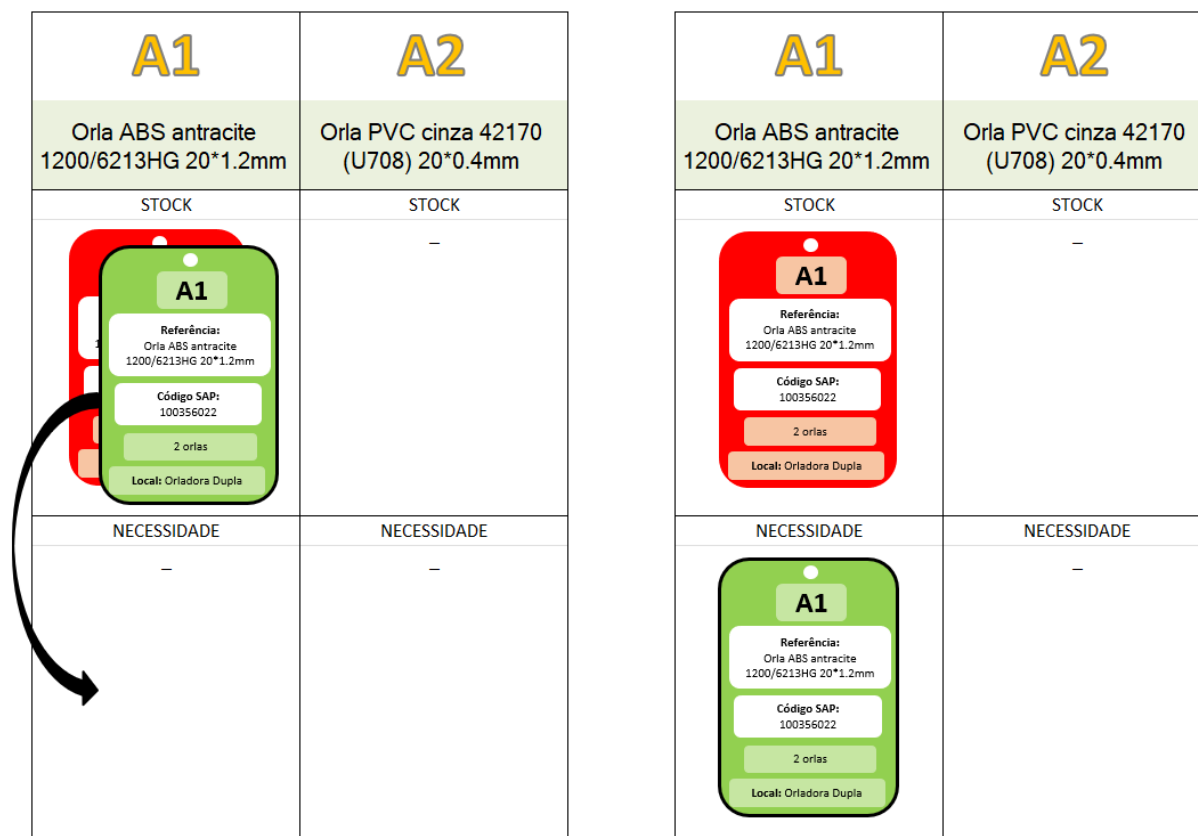


Figura 4.14: Movimentação dos cartões

Dependendo da dimensão esperada do consumo a ter em conta podem resultar três situações distintas:

- Se o consumo esperado for garantido pela unidade de aprovisionamento de 1 cartão, apenas se adianta o movimento desse mesmo;
- Se o consumo esperado for garantido pela soma das unidades de abastecimento dos 2 cartões movimentam-se os dois para o espaço inferior;
- Se o consumo esperado exceder a quantidade conjunta abastecida pelos 2 cartões utiliza-se a bolsa multiplicadora presente na figura 4.15. Este elemento é uma bolsa transparente presente em todos os postos de cartões e identificada como tal que permite que seja inserido no seu interior um cartão com a finalidade de extrapolar o pedido de abastecimento. Melhor dizendo, o colaborador ao perceber que irá ter um consumo anormal de um qualquer material, insere o cartão referente na bolsa e no retângulo vazio aponta o fator multiplicativo que lhe garante a continuidade da produção. Exemplificando com a informação presente na figura 4.15, se são necessárias 8 unidades de orla para suprir o consumo adiante o colaborador vai registar “4X” no espaço a branco da bolsa por forma ao colaborador responsável pelo aprovisionamento saber que é necessário o abastecimento de 8 orlas. Interessa ressaltar que o abastecimento dos cartões presentes nas bolsas multiplicadoras é de carácter prioritário independentemente da classe do cartão abrangido, uma vez que a própria bolsa significa um consumo singular num futuro muito próximo.

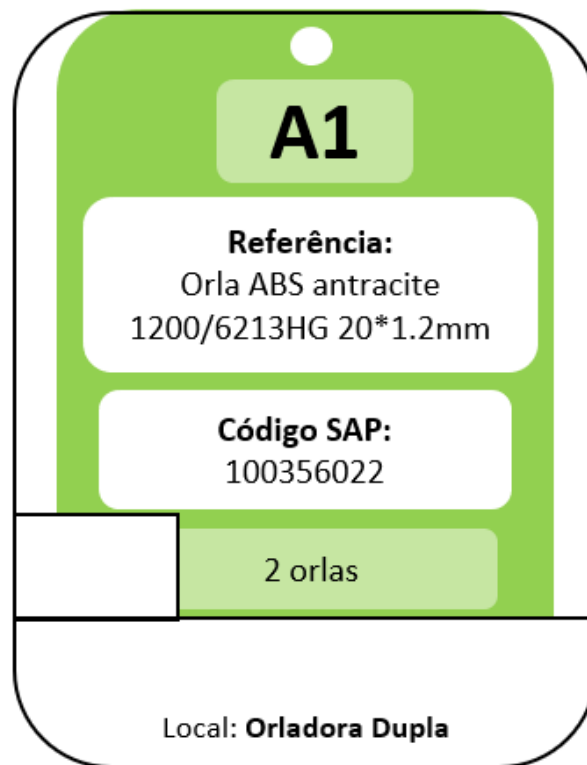


Figura 4.15: Bolsa multiplicadora

A figura 4.16 ilustra aquilo que é a nova aparência da metodologia nos variados postos de trabalho. A rotulagem das classes em que os materiais foram divididos potencializa a organização a todos os níveis como é facilmente perceptível pela imagem. A aparência simplificada da metodologia auxilia também a adesão por parte dos colaboradores, aspecto muito importante uma vez que a formação dos mesmos para qualquer tipo de mudança à rotina constitui sempre uma dificuldade.

#### 4.1.7 Resultados

A nova implementação da metodologia *Kanban* trouxe com ela fortes mudanças face àquilo que outrora teria sido efetivado, sejam elas estruturais, funcionais ou apenas visuais. A tabela 4.1 resume a evolução e conseqüentes modificações da metodologia na fábrica no que diz respeito ao volume de materiais integrados.

A análise da tabela 4.1 permite desde logo perceber a redução drástica no número de cartões. Tal deve-se tanto à redução do número de materiais incluídos na metodologia, que reduziu quase para metade, como ao número de cartões por material que em média reduziu 0,3 cartões por material. Esta redução ao nível do número de cartões deve-se, em parte, pela nova metodologia abdicar do cartão amarelo, contudo relativamente aos outros dois tipos de cartões também é perceptível a diminuição dos valores apresentados.

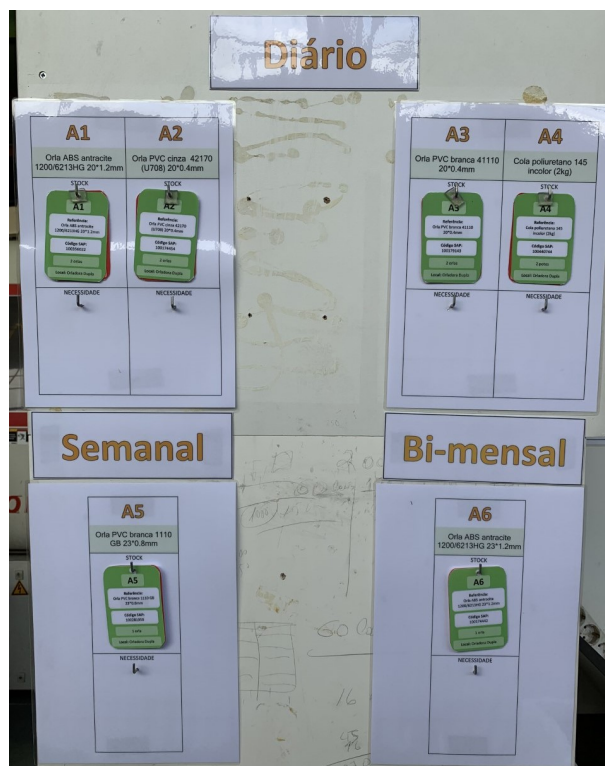

 Figura 4.16: *Kanban* novo no chão de fábrica

Tabela 4.1: Evolução da metodologia

	Antes	Depois
Número de postos de cartões	11	11
Número de materiais	145	78
Número de cartões		
Total	334	156
Verdes	142	78
Amarelos	48	—
Vermelhos	144	78
Número médio de cartões por material	≈ 2,3	2

Além da inegável simplificação que acompanhou esta nova implementação do *Kanban*, este sistema acarta grandes vantagens ao nível da organização em diversos aspetos:

- O abastecimento dos materiais inclina-se para a noção de *Just In Time*, tentando eliminar o excesso dos *stocks* no chão de fábrica. Além disso deixa de haver a necessidade do responsável pelo abastecimento proceder a constantes aprovisionamentos de emergência e consequentes percursos entre o armazém e os locais de destino dos determinados materiais. Os abastecimentos tendem a ser otimizados consoante os materiais que é necessário abastecer, montando a paleta de forma a que seja possível acondicionar o máximo de materiais possível. Claro está que a paletização é dependente das dimensões dos materiais;
- O corrente uso da metodologia fomenta a comunicação silenciosa e induz também a redução das requisições, sejam elas por sistema informática ou até por chamada telefónica

ou conversa direta (onde normalmente os colaboradores se deslocavam até ao armazém);

- A correta utilização dos cartões, quer por parte dos colaboradores das máquinas e pelos do armazém, conduz à veracidade da laboração da fábrica, na medida em que os consumos dos materiais abrangidos pela metodologia são lançados no sistema informático apenas aquando do seu aprovisionamento. Este registo em conjunto com a minimização dos *stocks* no chão de fábrica permite elaborar com maior facilidade os inventários no final do ano.

A ergonomia do trabalho é também incrementada com a redução dos *stocks* no chão de fábrica. O *Kanban* acartou melhorias nesse aspeto as quais são visíveis nas imagens adiante. As figuras 4.17 e 4.18 demonstram a evolução na organização em dois locais de cartões onde a diminuição do *stock* é notória.



Figura 4.17: Organização do local F – Gavetas



Figura 4.18: Organização do local G – Móveis inf./sup.

A organização dos diversos postos de trabalho é constante no tempo, dependendo do tipo e quantidade de materiais nos mesmos. Contudo, o objetivo é manter sempre as quantidades de *stock* anunciadas em todos os cartões (no máximo), de maneira a nunca prejudicar a qualidade e a prevenir possíveis acidentes de trabalho.

Como é expectável, o decorrer do tempo vai resultar em trocas de material, seja por mudanças de fornecedor, por alteração de consumos e periodicidades, etc. Estas mudanças carecem de

análise por forma a atualizar o sistema *Kanban*, que requer uma alimentação contínua de informação. A opinião dos colaboradores também é fundamental, uma vez que são eles que utilizam diariamente a metodologia e podem detetar aspetos que devem ser melhorados por forma a olear o fluxo da mesma.

## 4.2 Otimização de corte

A secção do documento que se segue é referente à otimização do processo de corte. É iniciado o tema com uma pequena introdução à situação que despoletou o assunto. Seguidamente é apresentado e abordado um otimizador gerado em ambiente Excel, com ênfase ao seu funcionamento, aos resultados teóricos obtidos e às suas fragilidades. Logo depois surge um outro otimizador, desta feita licenciado e mais complexo. A finalizar são expostos os resultados práticos resultantes do trabalho desenvolvido.

### 4.2.1 Introdução

A seccionadora Holzma é a máquina destinada ao corte da grande maioria do material, nomeadamente das placas. Tal como o próprio nome indica, a dita tem o propósito de seccionar placas, isto é, os cortes desempenhados pela mesma são integrais, percorrendo a placa em toda a dimensão paralelamente à serra de corte, originando assim duas secções distintas. O operador do referido equipamento recebe um impresso com a listagem de todas as peças (com as dimensões e quantidades de cada peça diferente) que deve cortar para determinado lote. Contudo, o arranjo das peças desejadas pelas várias placas de material é ao encargo do próprio operador. Este deve otimizar mentalmente a colocação das peças nas placas de forma a utilizar o menor número de placas possível, reduzindo os consumos e gastos inerentes à matéria-prima. Além disso, as ordens de venda são acompanhadas de uma estimativa do número de placas de cada referência que o lote necessita. Estes valores são estimados com base nas dimensões e quantidades de cada peça, acrescentadas de 20% de desperdício do material usado. É com base na presente aproximação que é feita a requisição ao armazém do material necessário para a produção de determinado lote. Desta forma, é importante garantir que a aglomeração que o operário da seccionadora Holzma executa não exceda o número de placas estimado inicialmente, havendo a possibilidade de falhas de *stock* e conseqüente atraso na produção e entrega dos lotes.

Quando se pensa nos operários de cada equipamento, podem ser apontados diversos fatores passíveis de influenciar o desempenho dos mesmos face à sua utilização:

- Experiência – é um fator berrante no que diz respeito ao desempenho dos operários perante as funções ou equipamentos. Habitualmente, cada tarefa é realizada pelo colaborador mais experiente na matéria em causa, garantindo, à partida, melhor qualidade de trabalho. Contudo, eventuais faltas, acidentes de trabalho ou algo que impossibilite o habitual operador de desempenhar a sua função, a organização tem que realocar recursos humanos por forma a minimizar a possível perda de produtividade nesse local;
- Estado de espírito – ainda que se deseje que todas as pessoas numa organização sejam capazes de separar a vida pessoal da profissional, isto nem sempre é possível. Nessas e noutras ocasiões semelhantes onde o operário se encontra a laborar e a pensar em coisas

adversas ao momento, a sua concentração tende a decrescer e a tendência para erros ou para piorar o desempenho é crescente. Ainda neste sentido, o trabalho eminente pode ou não ser urgente para o funcionamento das secções seguintes. No caso afirmativo, o stress pode também ser uma causa de um desempenho pior do que a normalidade;

- Volume de trabalho – de uma forma generalista, quanto maior é a quantidade a ser produzida mais complexa é a tarefa.

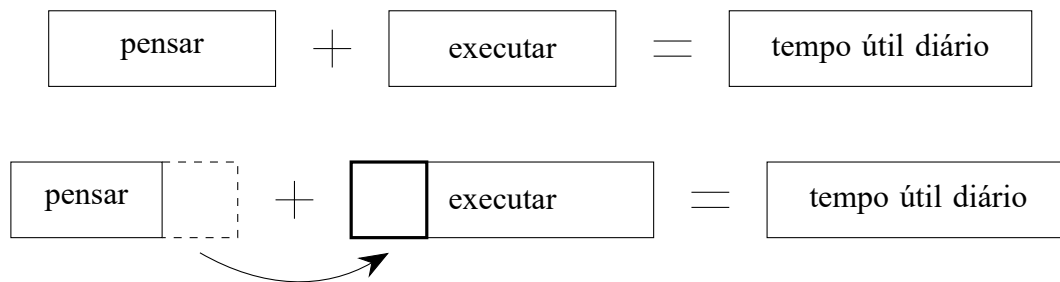
Além da ação individual dos fatores enumerados, existe também a possível combinação entre eles, o que origina novas situações de fraco aproveitamento e fraca qualidade de trabalho.

No caso específico da MOB, a seccionadora Holzma é um equipamento operado por um colaborador com mais de 25 anos de casa e muita experiência acumulada na função referida. Apesar disso, este operário tem também de fazer os arranjos de forma autónoma e espontânea. Por conseguinte, é necessário despende tempo para analisar as listagens de peças que é essencial cortar e, dessa forma, aglomerar as diversas pelas placas de material. Independentemente do tempo usado para a análise e arranjo de todas as peças, a infinidade de soluções praticáveis leva a que, de uma forma exclusivamente humana, seja quase impossível aplicar a solução ótima. Se a situação não é favorável com a presença de um operário com mais de 25 anos de experiência, com um novo é impensável um desempenho suficientemente bom. É altamente provável que este dedique demasiado tempo a analisar e a tentar fazer arranjos mentais daquilo que pode ser o esquema de corte do material. Além do tempo despendido, a pensar e a executar, a qualidade de execução é certamente distinta e provavelmente inferior.

Por último, de forma a completar a caracterização da situação que este documento pretende abordar, o operário da seccionadora Holzma está na eminência da situação de reforma. Nesse sentido, no dia em que tal acontecer, a vertente da experiência decresce consideravelmente, algo que facilmente impacta negativamente na atividade normal da empresa. Dados todos os detalhes, facilmente se percebe que se deve fazer uma prevenção da situação irrevogável descrita.

Em qualquer um dos dois cenários apresentados, a margem para melhoria do desempenho da tarefa em questão é indiscutível. A otimização pode ser vista em duas perspetivas diferentes: do tempo e do material. A existência de dois fatores de decisão pode significar o aparecimento de *trade-offs*, que devem ser favoráveis aos objetivos da organização.

Numa perspetiva temporal, o tempo útil dos operários pode ser dividido em duas ações base: pensar e executar. De uma forma lógica, e mediante a unidade temporal abordada (1 dia, 1 semana, 1 mês, ...), a soma das duas parcelas resulta na unidade temporal escolhida total (1 dia, 1 semana, 1 mês, mediante o espetro observado). A figura 4.19 esquematiza a situação descrita atrás de modo a facilitar a interpretação que se segue.



**Figura 4.19:** Esquema da divisão do tempo total

Ainda que seja necessário e imprescindível, a componente “pensar”, de uma forma prática, não origina *output* sendo a componente “executar” responsável por isso. Então, para que haja um aumento de produtividade é necessário mais tempo a realizar determinada tarefa. Logicamente, e interpretando a figura 4.19, a única forma de passar mais tempo a executar é reduzir o tempo de pensamento do trabalho aos operários (mantendo a mesma base temporal, onde 1 dia é constituído por 8 horas laborais).

Posto isto, mirou-se a diminuição do exercício mental, por parte dos colaboradores da seccionadora, relativo à aglomeração das peças a produzir pelas placas de material. A solução foi automatizar e ao mesmo tempo otimizar essa agregação dos itens necessários.

## 4.2.2 Otimizador em Excel

Primeiramente, surgiu em pesquisa pelo tema um otimizador de corte criado em ambiente Excel (<http://verolog.deis.unibo.it/bpp-spreadsheet-solver>), mais propriamente pela ferramenta VBA (*Visual Basic Application*). Esta permite codificar em Excel por forma a criar macros e automatizações de processos. Este otimizador foi moldado às necessidades do problema em mãos, mediante a alteração das macros e do subsequente código.

### 4.2.2.1 Funcionamento

O referido otimizador possui uma primeira interface de configuração da situação, visível na figura 4.20. Como se vai poder constatar ao longo da secção, toda a informação que é necessária facultar ao programa é inserida em células de cor verde. Apenas essas são passíveis de ser alteradas pelo utilizador, ao passo que a modificação de qualquer outra pode comprometer o desempenho do otimizador.

Cada situação ou problema de corte que se pretende otimizar possui características próprias que geram uma configuração inicial específica. Estes dados são necessários para a estruturação do problema no otimizador. Como pode ser observado na figura 4.20, a primeira interface do programa pretende configurar a situação, salvaguardando os seguintes aspetos:

Sequência	Parâmetro	Valor	Observações
0. Interface	Idioma	Português	Consultar o manual para modificar a interface.
1. Itens	Número de tipos de itens	3	[1,100]
2. Placas	Número de tipos de placas	1	[1,10]
3. Solução	Cortes de inclusão / ajuste?	Sim	
4. Opcional - Visualização	Legendas dos itens	Sim	
	Legendas das placas	Não	
	Zoom	Automático	
5. Solver	Algoritmo FFD baseado em:	Área	
	Mostrar progresso na barra de status?	Sim	
	Límite de tempo da CPU (segundos)	10	Pelo menos um segundo por item.

Figura 4.20: Configuração inicial do otimizador

- “0. Interface” – por forma a melhorar a acessibilidade e compreensibilidade do ficheiro, é facultada a opção de idioma. Ainda que determinada língua não esteja disponível, é possível adicionar e aplicar a mesma. Todo esse processo está explícito no manual que acompanha o ficheiro em questão;
- “1. Itens” – o primeiro dado fulcral para a montagem do problema é o número de itens distintos, ou seja, a contagem de peças com pelo menos uma dimensão diferente das demais. Peças com as duas medidas iguais representam apenas 1 tipo de item. O criador original do otimizador aponta que, para o bom funcionamento do programa e para a chegada a uma solução fidedigna, o máximo de itens diferentes a configurar são 100. Além desse valor o processo de otimização torna-se lento e a solução encontrada pode ou não ser confiável;
- “2. Placas” – o segundo dado fulcral é o número de placas distintas. Cada tipo de placa possui dimensões específicas. Novamente, o criador aconselha a que o número máximo de placas distintas a utilizar seja 10;
- “3. Solução” – este pormenor é essencial para a direção que se pretende dar à configuração do problema. O otimizador é originalmente focado em problemas de embalagem de itens, contudo para otimizar situações de corte para a seccionadora é necessário ativar este parâmetro de cortes de inclusão. Tal significa que a inclusão de um determinado item na placa crie os cortes necessários para a sua produção. As figuras 4.21 e 4.22 exempli-

ficam aquilo que é a distinção criada pelo parâmetro em questão. Os cortes de inclusão previnem que os itens sejam colocados de forma sobreposta aos cortes a desempenhar, promovendo a aplicação do otimizador a casos de seccionamento;



**Figura 4.21: Sem cortes de inclusão**



**Figura 4.22: Com cortes de inclusão**

- “4. Opcional – Visualização” – aqui estão incluídos parâmetros visuais como é o caso das legendas, tanto dos itens como das placas de material. Além disso, está também disponível o zoom na apresentação da solução. É de salientar que estes aspetos são opcionais para a configuração;
- “5. Solver” – por último, estão os parâmetros que ditam a forma como é procurada a solução do problema. É possível escolher o critério em que se baseia o algoritmo por detrás da otimização (área, circunferência, altura ou largura), sendo que o criador aconselha a que se use a área sempre que os itens sejam passíveis de rotação aquando da sua disposição nas placas. O progresso da otimização pode ou não ser acompanhado na barra inferior do Excel, algo meramente expositivo. A última informação a inserir na configuração inicial é o tempo que o programa vai utilizar para iterar soluções e procurar a ideal. Mais uma vez, o autor recomenda que seja atribuído entre meio a um segundo por cada item ou placa. De uma forma geral, quanto maior for o tempo disponibilizado para o programa correr, melhor será a solução entregue pelo mesmo.

Depois de a configuração inicial estar completa, é tempo de inserir a informação acerca do itens a acondicionar. A figura 4.23 contém a folha de configuração dos vários itens a posicionar nas placas de material.

Como pode ser observado pela coloração das células, há alguma informação a ser solicitada ao programa relativamente aos variados itens:

- “Nome” – as designações inseridas servem apenas de rotulagem das variadas peças, ficando ao critério do utilizador a forma como decide distinguir as mesmas;

ID do tipo de item	Nome	Cor / imagem do item	Largura (x)	Altura (y)	Área	Pode ser rodado?	Deve ser incluído?	Lucro	Número de itens
1	lharga		1,8000	0,8500	1,530	Sim	Deve ser incluído	0,00	2
2	Cimo/fundo		0,9000	0,8500	0,765	Sim	Deve ser incluído	0,00	2
3	Prateleira		0,6000	0,8500	0,510	Sim	Deve ser incluído	0,00	3
Área total:					6,12				

**Figura 4.23: Configuração da folha de itens**

- “Largura (x)” e “Altura (y)” – as dimensões das peças são imprescindíveis para a otimização. Uma das lacunas do presente otimizador passa pelo mesmo não considerar a espessura da serra de corte e o consequente desgaste nas placas de material. De forma a salvaguardar esse aspeto, é de boa prática inserir as duas dimensões dos itens acrescidas de 1,5 mms, que corresponde a metade da espessura da serra;
- “Pode ser rodado?” – este parâmetro permite escolher quais as peças que podem ser rodadas. É importante referir que, logicamente, as rotações das peças apenas são de 90 graus, no sentido horário ou anti-horário. Este aspeto é útil aquando do corte de peças em materiais com veios, onde se ambiciona que estes sejam visíveis em determinada direção de cada peça;
- “Deve ser incluído?” – mediante a informação escolhida nesta especificação, os itens vão receber graus de prioridade perante os demais. Isto é, se a seleção for “deve ser incluído” o item é prioritário. Se for “pode ser incluído”, o item apenas é equacionado se ajudar na otimização. Por outro lado, se a opção for “não incluir” o item não é integrado na solução;
- “Lucro” – aqui é possível atribuir uma unidade de valor à produção de cada unidade de determinado item. Este parâmetro acaba por funcionar como fator de priorização uma vez que o programa vai solucionar o problema objetivando a criação de maior valor de produção. Esta característica pode ser ignorada sem prejudicar a otimização, como vai ser percebido mais adiante;
- “Número de itens” – aqui são inseridas as contagens de itens iguais de cada tipo inserido no problema.

Além das informações, atrás descritas, necessárias ao funcionamento do programa, também existem algumas expostas pelo mesmo. Na figura 4.23 estão 3 colunas de informação criada pelo otimizador. A primeira designa os tipos de itens. A terceira atribui cores aos tipos de itens, por forma a facilitar a leitura posterior da solução. Por sua vez, a sexta calcula as áreas dos itens, bem como a área total de material necessário à produção da listagem dos itens.

Ainda relativamente à configuração dos itens, o otimizador possibilita duas funcionalidades, uma apenas visual enquanto que outra influencia a possível solução. Primeiramente e não tão

importante, é possível ordenar os itens inseridos por ordem alfabética das designações registadas na coluna denominada “Nome”. Seguidamente, é possível controlar a compatibilidade entre todos os itens da listagem, como é apresentado na figura 4.24.

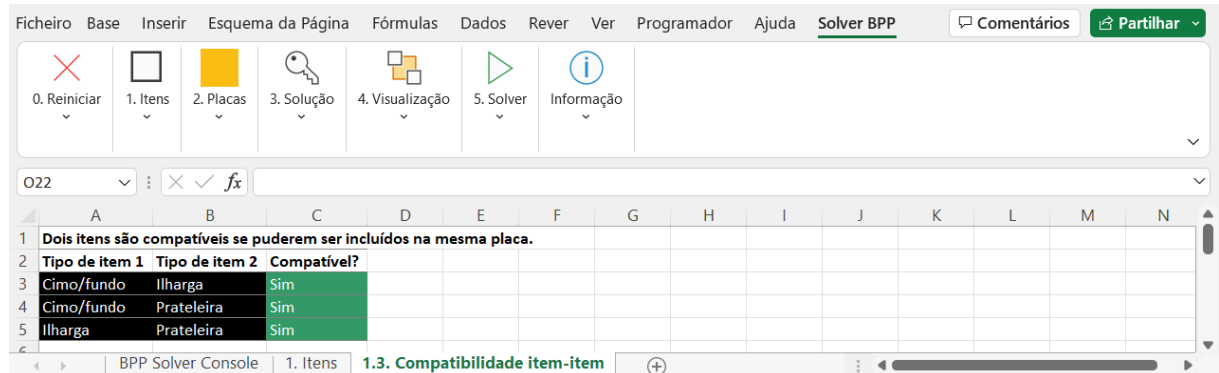


Figura 4.24: Compatibilidade item-item

Como se pode observar, a listagem de itens é sujeita a todas as combinações entre cada dois elementos distintos da mesma. Dessa forma, é possível escolher quais as combinações de peças que são compatíveis, isto é, que podem ser incluídos na mesma placa de material. Esta funcionalidade permite, por exemplo, que seja separada a produção de peças referentes a lotes diferentes.

Seguidamente, a figura 4.25 é relativa à folha de configuração das placas de material. Esta retrata a última etapa da configuração do problema.

ID do tipo de placa	Nome	Largura (x)	Altura (y)	Área	Pode ser usado?	Custo	Número estimado de placas	Número de placas
1	Cinza HID16	2,800	2,070	5,796	Pode ser usado	1,00	1	2
Área total:				11,59				

Figura 4.25: Configuração da folha de placas

Nesta fase, a informação a adicionar é referente ao material que vai ser maquinado:

- “Nome” – serve apenas de rotulagem e auxilia a organização da informação;
- “Largura (x)” e “Altura (y)” – desta feita são necessárias as dimensões das placas de material. Os valores inseridos devem ser diminutos em 5 mms face às medidas reais, com o intuito de caucionar possíveis defeitos nas extremidades do material (provenientes do transporte, manuseio ou material defeituoso). Esta convenção garante que se possam

retificar as placas em até 5 mms a toda a volta, sem comprometer o corte das peças planeadas para as mesmas. Ademais, é importante inserir as dimensões das placas na mesma unidade que se utilizou aquando das medidas dos itens;

- “Pode ser usado?” – aqui podem ser seleccionadas as placas que se pretende utilizar para a procura da solução;
- “Custo” – neste parâmetro é possível atribuir um determinado valor de custo por cada unidade de material utilizado. Esta característica pode também ser menosprezada, deixando vigorar os valores de origem (1 unidade de custo), sem comprometer a procura da solução ideal;
- “Número de placas” – por último, é necessário inserir um montante de material para a produção dos itens. É de notar que, nesta fase, o programa executa um cálculo prévio por forma a estimar o número de placas que vão efetivamente ser necessárias. A postura perante este parâmetro pode ser uma de duas . Por um lado, o material pode ser limitado e, sendo assim, insere-se o número de placas disponível. Neste caso, a solução pode não conseguir aglomerar todos os itens presentes na listagem. Por outro lado, se o objetivo é inserir todos os itens na solução deve sempre colocar-se um valor acima do número estimado pelo otimizador, por forma a dar margem de erro ao cálculo e não afetar a solução ideal.

Tal como anteriormente, também na configuração das placas vigoram informações paralelas ao funcionamento do otimizador. Neste caso, a primeira coluna titula os tipos de placas enquanto que a quinta calcula as áreas das mesmas, bem como a área total disponível para o arranjo da solução. Além disso, e tal como na configuração dos itens, também aqui é possível ordenar as placas por ordem alfabética e desta feita, é permitido definir a compatibilidade entre os itens e as placas do problema, tal como se pode observar na figura 4.26.

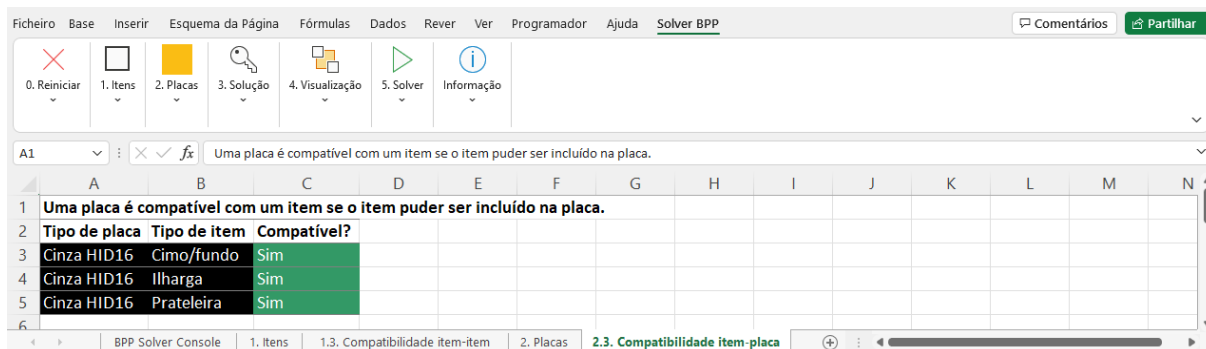


Figura 4.26: Compatibilidade item-placa

Tal como anteriormente foram combinados os itens entre si de maneira a criar todos os pares possíveis, aqui o processo interino é idêntico, com a diferença de que neste caso os pares são constituídos por uma placa e um item. Relativamente a cada par apresentado, o utilizador pode decidir quais as placas em que determinados itens podem ser ou não incluídos.

O próximo passo é a configuração da folha de solução, a qual está presente na figura 4.27. Esta é totalmente controlada pelo ficheiro, como pode ser percebido pela ausência de células coloradas a verde. Primeiramente e aquando da sua conceção, esta encontra-se incompleta. Toda a informação apenas é registada no final do processo iterativo, resultante das macros<sup>1</sup> que manipulam o ficheiro Excel.

Canto inferior esquerdo		Número máximo de itens	Utilização da área	Lucro líquido			
		7	0,00%	0,00			
Contagem de itens	Nome do tipo de item	coordenada x	coordenada y	Rodado?	Pode ser rodado?	Área	Lucro
1		0,00	0,00	Não			
2		0,00	0,00	Não			
3		0,00	0,00	Não			
4		0,00	0,00	Não			
5		0,00	0,00	Não			
6		0,00	0,00	Não			
7		0,00	0,00	Não			

Figura 4.27: Configuração da folha de solução

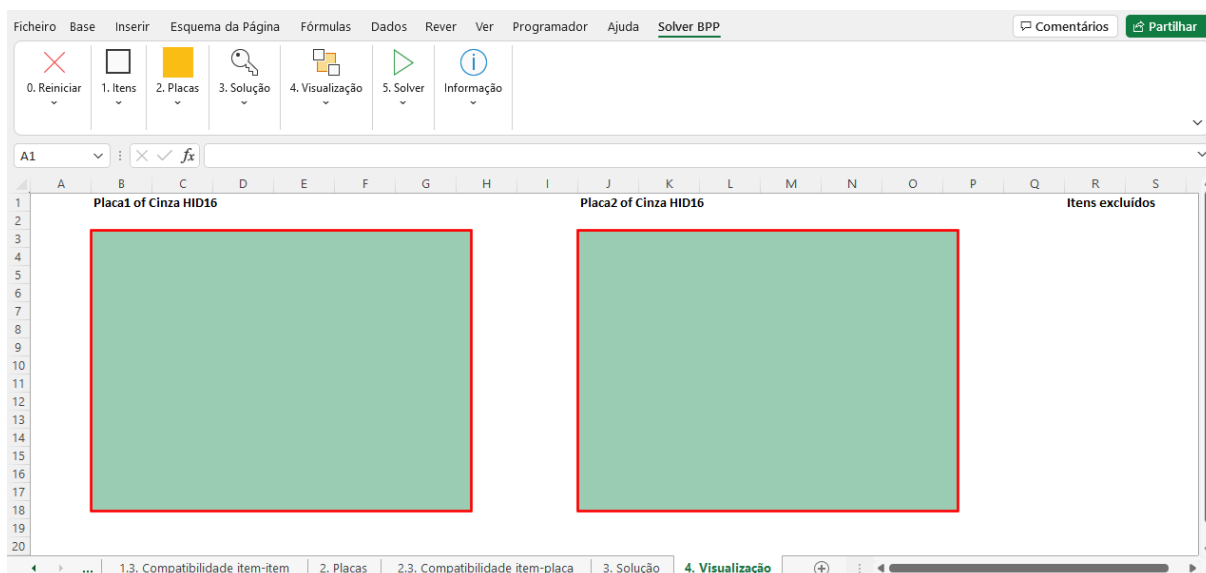
A última etapa, que precede o início propriamente dito do otimizador, é a configuração da folha de visualização da solução. A mesma está presente na figura 4.28 onde se pode observar desde logo a existência das 2 placas de material configuradas anteriormente.

Por último pode então iniciar-se o otimizador, o qual vai iterar entre sucessivas soluções, durante o tempo pré-definido inicialmente, e guardar sempre a solução ótima local encontrada. No final do processo, a solução é apresentada em formato de relatório e visual. Para o exemplo seguido ao longo da secção, as figuras 4.29 e 4.30 apresentam a solução nos dois formatos referidos, respetivamente.

Na figura 4.29 está então presente o resumo da solução de uma forma mais teórica, num formato de relatório. Como pode ser observado pela imagem, estão presentes as composições das duas placas de material. Em cada uma, são enumerados os itens acondicionados na mesma, juntamente com algumas informações relativas a cada item e seu posicionamento dentro da placa (colorada a cor azul):

- “Nome do tipo de item” – é exposto o nome que foi anteriormente atribuído ao tipo de item em questão;

<sup>1</sup>As macros são ficheiros de código que possuem toda a informação necessária para o funcionamento do ficheiro a que estão associadas.



**Figura 4.28: Configuração da folha de visualização da solução**

- “Coordenada x” e “coordenada y” – ditam a posição na placa do vértice inferior esquerdo do item;
- “Rodado?” – especifica se o item sofreu ou não rotação para o seu posicionamento;

Além disso, são ainda exibidas as informações base dos itens, como é o caso da permissão para sofrer rotação, a área do tipo de item e o lucro pela inclusão do mesmo na solução. Acima da informação descrita, específica de cada tipo de item inserido na placa, está a síntese da placa em questão onde se podem observar os valores de:

- “Número máximo de itens” – o valor apresentado é também ele previamente calculado pelo otimizador, até antes da procura pela solução (já está presente na figura 4.27). Baseia-se nas áreas dos itens e das placas envolvidas no problema;
- “Utilização da área” – é o percentual de área coberta pelos itens na placa. Permite perceber o aproveitamento do material resultante da solução criada;
- “Lucro líquido” – aqui é contabilizado o lucro proveniente do arranjo de cada placa em específico. Este é regido pela função objetivo do otimizador, a qual pretende maximizar a diferença entre os somatórios dos lucros associados aos itens cortados e do custo da placa. No exemplo apresentado e como referido anteriormente, os lucros associados à produção dos itens e os custos das placas foram ignorados, mantendo-se os valores atribuídos pelo próprio otimizador (1 unidade de valor para o custo de cada placa e valor nulo para o lucro dos itens produzidos). Dessa forma, por cada placa que albergue pelo menos 1 item, o lucro líquido é de uma unidade negativa.

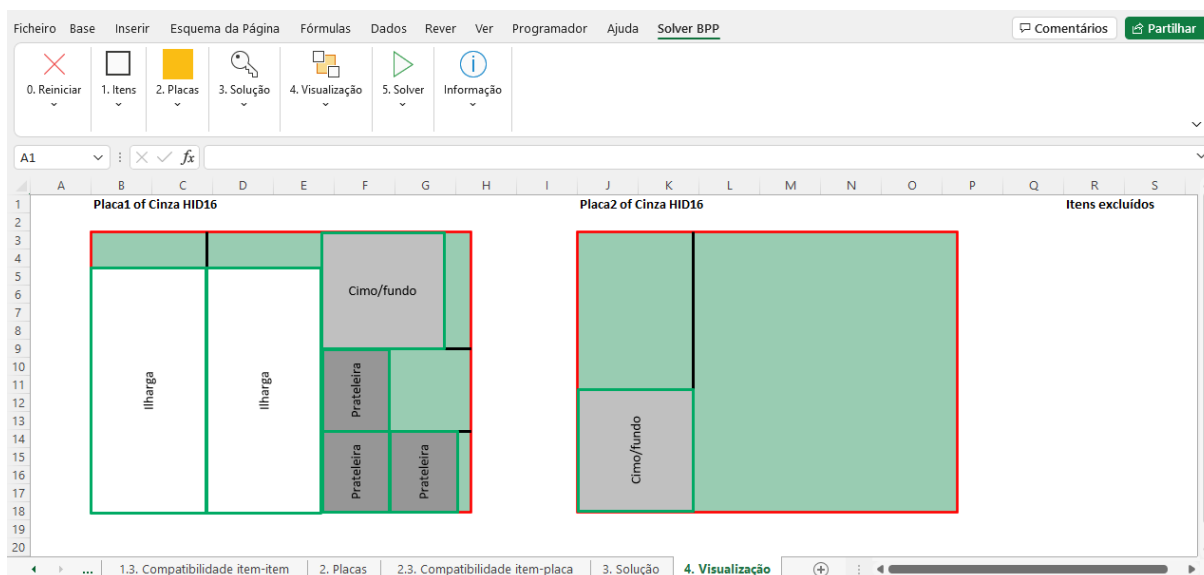
Em ocasiões onde haja contratempos na procura da solução, as inviabilidades são registadas por forma ao utilizador saber que os contornos gerais da situação não permitem a chegada a uma solução admissível. Atendendo ao que foi apresentado neste tópico, o usuário é capaz de

Lucro líquido total: -2,00									
<b>Placa1 of Cinza HID16</b>					Número máximo de itens	Utilização da área	Lucro líquido		
Canto inferior esquerdo					7	81,52%	-1,00		
Contagem de itens	Nome do tipo de item	coordenada x	coordenada y	Rodado?	Pode ser rodado?	Área	Lucro		
1	Ilharga	0,00	0,00	Sim	Sim	1,53	0,00		
2	Ilharga	0,85	0,00	Sim	Sim	1,53	0,00		
3	Prateleira	1,70	0,00	Sim	Sim	0,30	0,00		
4	Prateleira	2,20	0,00	Sim	Sim	0,30	0,00		
5	Prateleira	1,70	0,60	Sim	Sim	0,30	0,00		
6	Cimo/fundo	1,70	1,20	Não	Sim	0,77	0,00		
7									
<b>Placa2 of Cinza HID16</b>					Número máximo de itens	Utilização da área	Lucro líquido		
Canto inferior esquerdo					7	13,20%	-1,00		
Contagem de itens	Nome do tipo de item	coordenada x	coordenada y	Rodado?	Pode ser rodado?	Área	Lucro		
1	Cimo/fundo	0,00	0,00	Sim	Sim	0,77	0,00		
2									
3									
4									
5									
6									
7									
Lista de inviabilidades detectadas									

Figura 4.29: Relatório da solução

entender o que deve ser alterado para que seja possível ao otimizador calcular uma solução sem impedimentos. Por último, no canto superior esquerdo da folha é apresentado o valor associado à solução encontrada. Este é dado pelo somatório dos lucros líquidos de todas as placas presentes na solução. Para este exemplo, é então percebido que são necessárias no mínimo 2 placas de material para acondicionar todos os itens requeridos.

Em concordância com a informação analisada até agora, a figura 4.30 demonstra visualmente o resultado da solução ideal encontrada. Pela sua observação, podem ser notadas as composições das 2 placas de material e confirmadas as informações presentes no relatório da figura 4.29. A título de exemplo, a ilharga presente na primeira placa, localizada na extremidade esquerda da mesma, possui uma largura maior que a sua altura (como pode ser confirmado na figura 4.23) e como tal, a disposição da mesma na imagem indicia que esta sofreu rotação. Tal analogia pode ser confirmada no relatório da solução, onde está registada a veracidade da observação. À direita da imagem pode ainda perceber-se que não existem itens excluídos, isto é, todos aqueles que foram primeiramente registados estão acondicionados e como tal não existem inviabilidades na solução, algo que foi também identificado atrás.



**Figura 4.30: Visualização da solução**

#### 4.2.2.2 Aplicação teórica e resultados

O otimizador apresentado até então foi testado em contexto teórico de situações reais, de maneira a perceber o potencial que a sua aplicação prática teria para a empresa. A tabela 4.2 contém as informações necessárias para a configuração das placas no otimizador. Além dos vários materiais, são apresentadas as dimensões das diferentes placas e a área de cada qual.

**Tabela 4.2: Informações sobre as placas de material**

Material	Dimensões [m]		Área da placa [m <sup>2</sup> ]
Basalto SM	2,75	1,22	3,355
Cimento Antracite	3,05	1,30	3,965
Cinza HID16	2,80	2,07	5,796
Luxe Blanco	2,75	1,24	3,410
Luxe Magnolia	2,75	1,24	3,410

O otimizador foi aplicado em situações distintas para analisar o desempenho perante vários cenários. Os contextos da sua aplicação estão caracterizados na tabela 4.3, a qual conta com a referência do lote e do material das placas, o número de itens a produzir e a área total dos mesmos.

Por forma a poder comparar o desempenho do otimizador com a realidade e os consumos inerentes, foram apurados os consumos reais, assumidos pelo dimensionamento no orçamento, dos diferentes lotes e materiais apresentados na tabela 4.3. Esses valores estão apresentados na tabela 4.4, a qual expõe os dados práticos das variadas situações.

Além do lote e do material relativo aos itens em questão, são apresentadas as seguintes informações:

**Tabela 4.3: Informações sobre a composição dos lotes testados**

Lote	Material	Nº itens	Área ocupada [m <sup>2</sup> ]
2149	Cinza HID16	540	179,6
2202	Cinza HID16	477	138,1
2204	Luxe Blanco	97	35,6
2204	Luxe Magnolia	60	20,9
2207	Basalto SM	43	17,4
2208	Cimento Antracite	41	22,4

- “Consumo efetivo” – remete ao consumo assumido no orçamento da proposta de compra. O cálculo deste valor considera 20% de desperdício de material durante a operação de seccionamento, como foi referido anteriormente;
- “Área disponível [m<sup>2</sup>]” – este valor resulta do produto entre o consumo efetivo e a área da placa (presente na tabela 4.2). Representa a área total das placas necessárias segundo o orçamento;
- “Área ocupada [m<sup>2</sup>]” – este valor é proveniente das ordens de produção, as quais contam com as medidas dos itens e as quantidades a produzir de cada tipo. Representa a área total coberta por todos os itens constituintes de determinado material de certo lote;
- “Ocupação média / placa” – o percentual de ocupação das placas resulta da relação entre a área ocupada e a disponível, demonstrando o aproveitamento médio do material em questão.

Por sua vez, a tabela 4.5 conta com os resultados obtidos com a utilização do otimizador em Excel. Esta conta com a necessária caracterização da situação, facultada pelo lote e tipo de material, acompanhada do consumo de placas calculado e pela ocupação média das placas utilizadas. Por forma a comparar os valores reais com os calculados, foi elaborada a tabela 4.6.

Na tabela 4.6 estão condensados os dados que permitem comparar os desempenhos das soluções calculadas pelo otimizador face aos reais ou assumidos pelo orçamento. São apresentados os desvios absolutos e relativos dos consumos e a diferença de ocupação média das placas. A análise dos 6 cenários contidos na tabela permite apurar algumas ilações:

- De uma forma lógica, é nos cenários que necessitam de mais placas que se vê uma maior redução absoluta de material utilizado. Tal deve-se à complexidade da situação, ou seja, o aumento do número de itens a produzir induz um maior conjunto de possíveis combinações. Então, de uma maneira geral, é nos casos mais complexos que, de uma forma absoluta, se nota mais o impacto do ação do otimizador, ao encontrar uma solução ideal com maior facilidade que qualquer colaborador;
- Ao analisar os desvios relativos do consumo calculado face ao efetivo percebe-se que é um indicador bastante mais estável, como é de esperar visto ser uma relação. Todos os

**Tabela 4.4: Consumos reais**

Lote	Material	Consumo efetivo	Área disponível [m <sup>2</sup> ]	Área ocupada [m <sup>2</sup> ]	Ocupação média / placa
2149	Cinza HID16	37	214,5	179,6	83,7 %
2202	Cinza HID16	31	179,7	138,1	76,9 %
2204	Luxe Blanco	13	44,3	35,6	80,3 %
2204	Luxe Magnolia	8	27,3	20,9	76,6 %
2207	Basalto SM	7	23,5	17,4	74,1 %
2208	Cimento Antracite	9	35,7	22,4	62,8 %

**Tabela 4.5: Resultados do otimizador**

Lote	Material	Consumo calculado	Ocupação média / placa
2149	Cinza HID16	33	94,3 %
2202	Cinza HID16	26	92,0 %
2204	Luxe Blanco	12	87,6 %
2204	Luxe Magnolia	7	88,0 %
2207	Basalto SM	6	86,9 %
2208	Cimento Antracite	7	81,3 %

Tabela 4.6: Comparação dos resultados

Lote	Material	Consumo			Ocupação média		
		efetivo	calculado	$\Delta$	efetiva	calculada	$\Delta$
2149	Cinza HID16	37	33	- 4 - 10,8%	83,7%	94,3%	+ 10,6%
2202	Cinza HID16	31	26	- 5 - 16,1%	76,9%	92,0%	+ 15,1%
2204	Luxe Blanco	13	12	- 1 - 7,7%	80,3%	87,6%	+ 7,3%
2204	Luxe Magnolia	8	7	- 1 - 12,5%	76,6%	88,0%	+ 11,4%
2207	Basalto SM	7	6	- 1 - 14,3%	74,1%	86,9%	+ 12,8%
2208	Cimento Antracite	9	7	- 2 - 22,2%	62,8%	81,3%	+ 18,5%
Valores médios aproximados				- 2,3 - 13,9%	75,7%	88,4%	+ 12,6%

cenários analisados promovem a poupança de material, até mesmo o pior que “apenas” apresenta uma diminuição de 7,7%;

- Em termos médios, o otimizador permite uma redução de aproximadamente 2,3 placas por situação, o que equivale a 13,9%. Os valores referidos são aprofundados adiante, servindo de base para estimativas a longo prazo;
- Relativamente à ocupação média por placa, em média apenas 75,7% da placa resulta em itens produzidos. Quando aplicado, o otimizador apresentou um aumento de aproveitamento de 12,6%, fixando a média de ocupação em quase 90%.

Com o intuito de demonstrar o possível impacto da utilização do otimizador a longo prazo, recolheram-se certos dados acerca de alguns lotes, provenientes das respectivas propostas de compra. Calcularam-se os totais de placas utilizadas e de metros quadrados resultantes totais, relativamente a quatro lotes distintos. Como foi referido anteriormente, os lotes são agrupamento de encomendas relativas a 5 dias úteis ou 1 semana. Assim sendo, os quatro lotes em questão podem personificar 1 mês de trabalho que, com as diferenças entre si, acabam por tornar a estimativa mais fidedigna. Os valores calculados para esse mês foram extrapolados para o espectro temporal de 1 ano, que se assumiu ser constituído por 11 meses de atividade. A tabela

4.7 aglomera o conjunto da informação referida.

**Tabela 4.7: Estimativa de redução de consumos**

Lote	Placas orçamentadas	Área [m <sup>2</sup> ]	
2204	183	952,7	} Equivalente às 4 semanas
2207	187	949,5	
2208	304	1567,5	
2208	167	869,0	
Total mensal	841	4338,8	→ Equivale a 1 mês
Total anual	9251	47726,5	→ Equivale a 1 ano
Redução anual	1286	6634	

A análise da tabela 4.7 permite constatar o tamanho do possível impacto da aplicação prática do otimizador. Ainda que sejam estimativas, os valores apresentados para os totais mensal e anual são fundamentados e corretamente dimensionados. Ainda assim, podem criar-se cenários hipotéticos relacionados à estimativa inicial, numa ótica otimista e pessimista, onde se altera o valor normal em 25%. A tabela 4.8 expõe as variações causadas pelos três cenários indicados.

**Tabela 4.8: Cenários possíveis**

Cenário	Total anual em		Redução anual em	
	nº de placas	área [m <sup>2</sup> ]	nº de placas	área [m <sup>2</sup> ]
Pessimista (- 25%)	6938	35794,9	964	4975
Normal	9251	47726,5	1286	6634
Otimista (+ 25%)	11564	59658,1	1607	8292

Como é possível observar, até numa ótica mais conservadora, onde se assume um consumo anual inferior em 25% ao valor inicialmente calculado, a redução anual em número de placas atinge quase o milhar, equivalente a cerca de 5000 metros quadrados de material. Esta redução pode ser notada e contada em diversas perspetivas. Pode ser vista com a redução em tempo de laboração, em poupança financeira ou até em redução de retalhos de material e consequente armazenamento, aumentando também a ergonomia dos espaços físicos da fábrica. Os resultados teóricos obtidos foram em tudo promissores, confirmando uma oportunidade de melhoria que predeceu uma quanta relevância.

**4.2.2.3 Debilidades**

Ainda que bastante intuitivo e de acessibilidade total, o otimizador apresentado é integralmente criado em Excel, com recurso às macros criadas pela ferramenta VBA. Sendo assim, a complexidade do mesmo e a sua cobertura das características habituais ao tipo de situações a

ser tratadas não é a ideal. Como se deu a perceber previamente, o otimizador conta com algumas lacunas de informação e consideração de aspetos importantes à otimização, algo que pode tornar-se impeditivo à aplicação massiva das suas potencialidades num contexto industrial. Ainda que as falhas referenciadas tenham sido contornadas para aumentar a veracidade dos resultados, podem ser apontadas algumas fragilidades e inconvenientes à aplicação prática do mesmo:

- Necessidade de pré e pós-tratamento de informação – de modo a facilitar a inserção das informações necessárias à otimização de uma determinada situação, é essencial o tratamento prévio da mesma por forma a simplificar a sua introdução. Para o efeito, foi criado um pequeno ficheiro Excel controlado por macros, capaz de tratar automaticamente as informações relativas aos itens a produzir. Contudo, o correto tratamento depende da origem da informação, sendo fulcral que a disposição dos dados se mantenha inalterada de caso para caso. Além do processamento a montante, a jusante também é necessário o cuidado *outputs*. De novo, foi usado o ambiente Excel e suas ferramentas para conceber um outro ficheiro capaz de modelar a informação presente na figura 4.30, de maneira a facilitar a entrega da informação aos colaboradores responsáveis pela operação do equipamento em questão;
- Necessidade de capacidade cognitiva do colaborador – ainda que a informação necessária à operação seja entregue num formato cuidado e simplificado, o colaborador tem que ser dotado de autonomia e cognição para conseguir perceber a ordem das ações que tem de desempenhar. Tal acontece porque o otimizador em questão apenas apresenta a solução final, desprezando o caminho para a obter. Neste caso, o otimizador não especifica a ordem dos cortes da placa, sendo o colaborador responsável por decifrar essa sequência de operações;
- Morosidade do processo – claro está que a adição de tratamento de informação impacta ao nível da duração de todo o processo. Sendo algo necessário, a extensão de todo o procedimento tende a aumentar e dificulta também a sua coordenação e inserção no fluxo de informação.

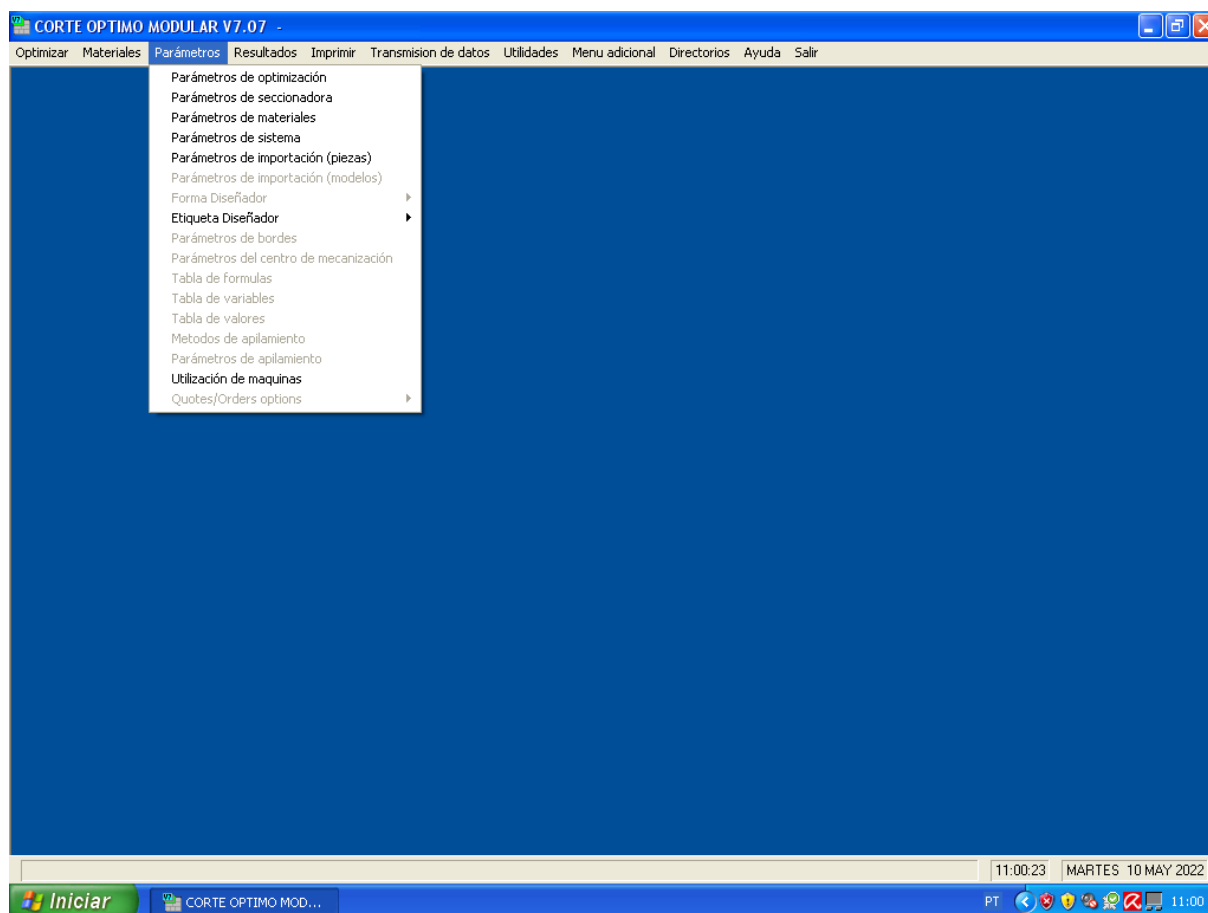
#### 4.2.3 Otimizador licenciado - *Cut Rite*

A seccionadora para a qual o otimizador seria aplicado veio acompanhada, aquando da sua aquisição, por um programa licenciado específico para a otimização do corte, denominado *Cut Rite*. Contudo, o aplicativo nunca foi devidamente aproveitado e o passar dos anos resultou em que atualmente este se encontre ultrapassado em termos de funcionalidades. Além disso, a análise do mesmo permitiu averiguar que este já se encontrava incompleto, o que impossibilitava a transferência da informação do programa, utilizado em computador, para a própria seccionadora.

Uma vez que a aplicação do programa em contextos reais foi limitada pela impossibilidade de comunicação entre o mesmo e o equipamento de corte, vale a pena resumir aquilo que é o

aplicativo e as suas capacidades perante a otimização da operação em estudo.

Pelo facto de ser um programa licenciado, adequado para o tipo de equipamento em questão, a complexidade de utilização e dos *outputs* disponibilizados ao utilizador é consideravelmente superior. A configuração da situação é muito detalhada, ao passo que o programa permite a parametrização a vários níveis. A figura 4.31 demonstra as várias gamas de parâmetros que podem ser definidos para a funcionalidade do programa.



**Figura 4.31: Parametrização disponível**

Como se pode observar, é possível inserir parâmetros de otimização, da seccionadora, dos materiais, do sistema e ainda acerca da importação das listas de peças. Todas estas funções permitem que o aplicativo se torne mais automatizado uma vez que este guarda todas as parametrizações definidas, sendo ainda possível guardar diferentes configurações para determinadas circunstâncias. Por forma a exemplificar, podem enumerar-se alguns aspetos relativos a cada um dos conjuntos de parâmetros referidos:

- Parâmetros de otimização – é possível definir a espessura da serra de corte, cortes de limpeza das extremidades das placas, quantidade máxima de peças por placa ou tira de material, etc;
- Parâmetros de seccionadora – o programa contém uma lista de equipamentos da qual se

pode selecionar o pretendido, sendo que o objetivo é ser igual ao detido ou o máximo semelhante. Essa seleção executa um preenchimento automático desta secção, podendo de qualquer das formas ser alterado pelo utilizador. Também aqui podem ser pré-definidos cortes de limpeza para retalhos (mínimos e máximos), medidas mínimas para o primeiro e último corte em determinada placa, altura mínima e máxima para a pilha de placas cortadas em simultâneo, etc;

- Parâmetros de materiais – novamente é possibilitada a definição dos cortes de limpeza associados ao material em específico, as dimensões mínimas dos retalhos aceitáveis, a permissão para a rotação das placas, a altura mínima e máxima para a pilha de placas, etc;
- Parâmetros de sistema – aqui os parâmetros são transversais à funcionalidade do programa. Contém as unidades das dimensões, o idioma, as diretrizes para os dados importados e exportados, bibliotecas de informação, o tipo de resumos a gerar como *output* da otimização, presença de arquivos adicionais, etc. Estes retratam a configuração geral do programa, algo que é executado à partida apenas uma vez, a menos que se pretenda proceder a alguma alteração importante.

Como é facilmente perceptível, o nível de detalhe e atenção a todos os possíveis aspetos potencialmente importantes à otimização é avultado, o que garante uma melhor simulação do contexto real e na chegada a soluções mais fidedignas. Uma das grandes vantagens deste otimizador é a possibilidade de comunicação com o equipamento de corte, o que elimina o pós-tratamento da informação. Conjuntamente, essa comunicação permite a automatização da ordem de operações que a máquina tem que desempenhar, sendo o colaborador responsável pela criação das condições necessárias à continuidade da operação por parte do equipamento. O colaborador apenas tem que proceder a operações residuais, como é o caso da retirada das peças finalizadas, a alimentação (carregamento do material necessário), rotação das placas, etc. A passagem entre operações é permitida pelo colaborador aquando da garantia das condições necessárias ao próximo passo do equipamento.

Apesar da possibilidade de automatização do processo de corte das placas, o programa disponibiliza variados tipos de resumos de informação, relativos aos planos de corte, às peças, retalhos de material, placas, entre outros. A quantidade de dados disponibilizados é grande, e é tanto mais aliciante quanto maior for a utilização e preenchimento das parametrizações facultadas. Em concordância está também o nível de aproveitamento das potencialidades do programa, que dilata no mesmo sentido. A figura 4.32 demonstra aquilo que é um dos resumos disponibilizados pela otimização de uma determinada situação.

O resumo de gestão é um apanhado daquilo que é a solução calculada para determinadas circunstâncias. Pode observar-se que quantifica o desperdício, em termos absolutos e relativos, o número de placas utilizadas e de peças produzidas, o tempo e os custos da operação. No exemplo usado, o tempo de operação é nulo uma vez que a parametrização necessária para esse

CORTE OPTIMO MODULAR V7.07 JUEVES 3 ENE 2002

RESUMEN DE GESTION Peças

Peças 00002/LOTE10/LOTE10/?OTIMIZA/?HOLZMA/5

Material utilizaCtd	M2	M3	Porcentaje	Total
Piezas prod.	82	23.55	0.45	84.11%
Piezas sobre	0	0.00	0.00	0.00%
Retales	0	0.00	0.00	0.00%
Desperdicio	4.45	0.08	15.89%	
2° Corte	0.00	0.00	0.00%	
Tableros	9	28.00	0.53	100.00%

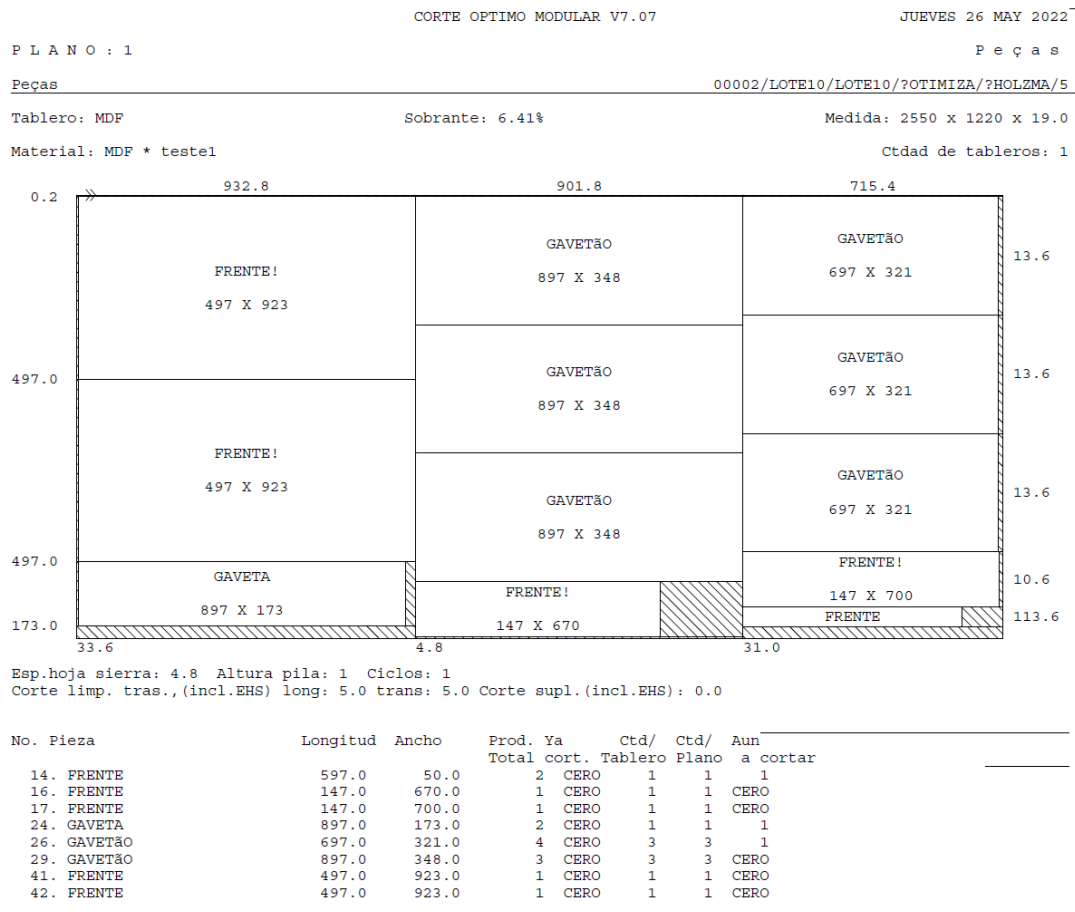
  

Costes estimados	Cantidad	Tarifa	Coste total
Material utilizado	28.00 M2	1.500	42.00
Tiempo maquina	0.00 Horas	0.00	0.00
Piezas obtenidas	23.55 M2	1.783	42.00

**Figura 4.32: Resumo de gestão**

cálculo não foi devidamente preenchida. Além disso, as tarifas de custo associadas ao material utilizado e ao tempo despendido são fictícias. O correto dimensionamento destes aspetos torna o conjunto de informação muito interessante para eventuais estudos acerca de novas oportunidades de melhoria e mudança.

Por último e para termo de comparação com o otimizador modelado em Excel, a figura 4.33 apresenta aquilo que é um plano de corte de uma placa de material.



**Figura 4.33: Plano de corte**

A comparação deste formato com o que é apresentado na figura 4.30 permite perceber o grau de complexidade que este segundo otimizador aborda. Visualmente mais atrativa, a disposição e quantidade de informação é consideravelmente maior neste segundo caso. Além da maquete da placa a seccionar, é disponibilizada a listagem de peças incluídas na mesma, bem como as dimensões, quantidades totais a produzir, as já produzidas em planos anteriores e as restantes necessárias. Além de tudo isso, a informação é toda aglomerada num ficheiro só, organizado e preparado para auxiliar a operação de seccionamento no imediato.

Com toda a análise levada a cabo, a pesquisa sobre o tema e as soluções apresentadas para o problema em mãos, a empresa decidiu adquirir a licença de um otimizador mais recente. A aquisição foi vista como um bom investimento, sustentado pelo trabalho desenvolvido e resultados experimentais apresentados. A margem de melhoria apresenta-se promissora e as reduções de consumo e conseqüente impacto económico ao nível dos custos demonstram-se inegáveis.

### 4.3 Quadros de apoio à gestão

A corrente secção aborda os quadros de apoio à gestão e a comunicação silenciosa. Primeiramente é exposta uma curta nota introdutória ao assunto. Seguidamente é apresentada a situação inicial e determinados os objetivos do trabalho a desenvolver. Logo depois é retratada a reformulação do quadro geral, seguida da apresentação dos quadros específicos das secções produtivas da unidade industrial. Por último são expostos alguns quadros de menor relevância quando comparados aos anteriores.

#### 4.3.1 Introdução

A produção de lotes de encomendas é concordante com os fluxos de material apresentados na secção 3.2. Nesse sentido, o planeamento da produção passa pela sequenciação dos equipamentos e suas operações. Contudo, essa organização não é tão linear quanto aparenta ser devido à existência de perturbações internas e/ou externas. Como perturbações internas podem considerar-se a ambiguidade de tarefas entre equipamentos distintos (equipamentos diferentes podem executar o mesmo tipo de operações), o absentismo, o retrabalho, situações especiais de produção (sem lotes e ocorrências), possíveis avarias, etc. Por outro lado, as perturbações externas podem associar-se a roturas de *stock* de fornecedores, matéria-prima defeituosa, etc.

Todos os fatores apontados acima são capazes de influenciar a normalidade da produção, sendo necessário flexibilizar o processo por forma a contornar a adversidade e a mitigar o impacto sentido ao nível da produtividade da fábrica. Cada caso é único e requer uma análise criteriosa para solucionar o problema. Como é sabido, as decisões são tomadas sob a presença de informação, de dados que sustentem as diretrizes definidas.

#### 4.3.2 Situação inicial e objetivos

A componente produtiva da empresa era regida por uma reunião Kaizen diária. Ao início de todos os dias laborais, o diretor operacional, os responsáveis pelas três secções produtivas, pela gestão da qualidade e pela manutenção reuniam-se no local onde predominava o único quadro de apoio à gestão. Este quadro contemplava a generalidade da informação relativa à produção do dia útil anterior com o intuito de perceber o desempenho produtivo da fábrica (quantitativo e qualitativo), as ações de manutenção e o material em falta. O dito quadro está presente na figura 4.34 onde se pode observar que a totalidade da superfície era preenchida por informação. Da tabela 4.9 à 4.15 a informação apresentada é referente à figura 4.34 por forma a facilitar a interpretação dos dados presentes.

O quadro era então dividido em 7 partes gerais: “corte” e “orlagem/maquinagem”, “aca-



Figura 4.34: Quadro geral antigo

bamentos”, “ultimação”, “material em falta”, “qualidade”, “manutenção” e “paragens máquina”.

- “Corte” e “orlagem/maquinagem” – contemplava a informação acerca das operações de corte, orlagem e maquinação, divididas ainda por tipo de material (caixotes, frentes de melamina e de MDF). Dentro de cada combinação entre uma operação e um tipo de material era exposta a seguinte informação (da esquerda para a direita): o dia a que se refere, o lote de produção, a quantidade concluída no final do dia, a quantidade trabalhada no dia referenciado, a quantidade total concluída e percentagem de conclusão e a duração de produção do lote em questão;

Tabela 4.9: Corte

		CORTE						
		Dia	Lote	Qtd. Atual	Varia	Total	% Con.	Dur.
Corte Cx								
		3/3	11	1100	600	2408		3
		4/3	11	1600	500	2408		4

- “Acabamentos” – aglomerava a informação relativa à lixagem, lacagem, verniz, betume, portas (furação) e separação. Os dados sobre a lixagem, lacagem e verniz eram mais específicos dadas as diferenças entre as operações porém a lógica permanecia intocável, ou seja, era registado o dia e o lote a que se refere a linha, as quantidades produzidas, a quantidade concluída e a total, a percentagem de conclusão do lote e a sua duração;
- “Ultimação” – apenas se registava a informação da prensa, a qual seguia a mesma estrutura dos dois pontos anteriores;
- “Material em falta” – continha informação sobre o dia em que faltava, o lote em que

**Tabela 4.10: Acabamentos**

**ACABAMENTOS**

	Dia	Lote	Atrás	Frente	Qtd. Atual	Total	% Con.	Dur.
Lixagem								
	3/3	10	85			403		2
	4/3	10	80	60 R31	60	403		3
	4/3	11.02	11		11	11		1

**Tabela 4.11: Ultimação**

**ULTIMAÇÃO**

	Dia	Lote	Qtd. Atual	Varia	Total	% Con.	Dur.
Prensa	3/3	9	212	48	382		5
	4/3	9	237	25+2	382		6

era necessário, o tipo de material, a previsão da sua chegada ao armazém e a chegada propriamente dita;

**Tabela 4.12: Material em falta**

**MATERIAL EM FALTA**

Dia	Lote	Material	Prev. Cheg.	Cheg.
13/12	47	OV36682 VB_PG_RG_AN30		

- “Qualidade” – a qualidade era dividida em painéis, acabamentos e inspeção final. Nos painéis era registado o dia, a quantidade de peças inspecionadas, rejeitadas, retrabalhadas, a percentagem de não-conformidades e os tipos de defeitos detetados. Nos acabamentos era aponte o dia, o tipo de acabamento e quantidade de peças inspecionadas, a quantidade relacada, polida, a percentagem de não-conformidades e os tipos de defeitos encontrados. Por último, a informação detalhada na inspeção final era igual à dos painéis com o acrescento das peças danificadas na expedição;
- “Manutenção” – aqui era especificado a máquina ou posto a que se refere a informação, o material ou componente danificado, o estado em que se encontra a ação de manutenção (cotação, pedido de compra ou encomenda), os dias da intervenção e a duração;
- “Paragens máquina” – era assinalada a máquina ou posto de trabalho e a secção em que se insere, o dia e o(s) tempo(s) de paragem.

A densidade de dados causava um elevado impacto visual e dificultava a leitura simples e imediata da informação. A vastidão de dados levava a que fosse pouco perceptível aquilo que é a finalidade de um quadro de apoio à gestão. Não era captada a atenção dos colaboradores e

Tabela 4.13: Qualidade

QUALIDADE						
	Dia	Insp.	Rej.	Ret.	% Ñ	Defeito
Painéis	3/3	72	1	1	0	OR
	4/3	77	1	3+1	0	1MV 4OR

Tabela 4.14: Manutenção

MANUTENÇÃO						
Máq./Post.	Material	Cot.	P. C.	Enc.	Dias Inter.	Dur.
Disco CNC						

responsáveis uma vez que apenas eram apresentados valores.

Inicialmente a reunião Kaizen era cronometrada com o intuito de maximizar o aproveitamento do tempo de conversa e não afetar o dia produtivo. Contudo, o passar do tempo levou a que a rotina relaxasse os intervenientes e resultou numa reunião menos concisa e objetiva onde facilmente se dispersava dos conteúdos a tratar e se aumentava o tempo despendido. A quantidade de pessoas envolvidas também propiciava a desconcentração uma vez que certos assuntos não eram diretamente orientados a todos os presentes.

Por conseguinte foi objetivado o seccionamento da dita reunião Kaizen. O objetivo era manter uma reunião mais curta e controlada com os três responsáveis pelas secções e com a responsável pela logística interna, onde se abordariam os temas e questões de uma forma mais geral e interligada a todos. A especificidade e detalhe seriam guardados para uma conversa mais breve com cada um dos três encarregados. De forma a cumprir os requisitos apontados determinou-se que o quadro existente seria remodelado, e que seriam criados mais três novos quadros, cada qual vocacionado a uma das três secções da produção.

### 4.3.3 Reformulação do quadro geral

O novo quadro geral de apoio à gestão condensa a generalidade dos dados relativos à funcionalidade da fábrica, visível na figura 4.35.

À primeira vista e comparando com o quadro presente na figura 4.34, a organização deste segundo é um fator sonante no que diz respeito à facilidade de análise do quadro em questão. Além disso, a informação contida é generalista e possibilita a interligação de todos os intervenientes na reunião Kaizen. A informação presente no quadro antigo foi integralmente transposta para o novo formato com algumas alterações ao nível do espetro observado. Em adição foram adicionados dados acerca da produtividade geral da fábrica, do absentismo da produção e da

Tabela 4.15: Paragens máquina

**PARAGENS MÁQUINA**

Máq./Post.	Secção	Dia	Temp. Par.
Robot	Acabamentos	4/2	Limpeza 1:30 Avaria 0:20

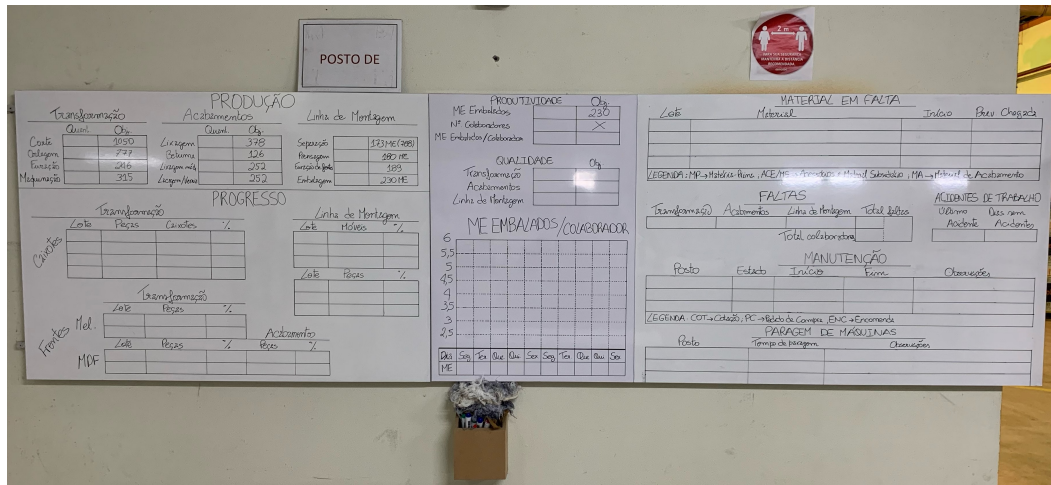


Figura 4.35: Quadro geral atual

sinistralidade do trabalho.

O preenchimento do quadro é dever da responsável pela secção da logística interna e do diretor operacional. Contudo, os responsáveis pelas três secções laborais podem também introduzir dados mediante condições espontâneas e/ou singulares. A informação necessária para o preenchimento do quadro é recolhida pelos encarregados no final do dia laboral anterior, informação essa que é relativa à produção dos equipamentos da fábrica.

O novo quadro geral está dividido em três grandes zonas: do lado esquerdo está a produtividade dos vários centros de trabalho bem como o progresso dos lotes em atividade, ao centro encontra-se a produtividade geral e a qualidade, e à direita está presente alguma informação adicional, sendo ela o material em falta, o absentismo, a sinistralidade, a manutenção e a paragem das máquinas.

A figura 4.36 apresenta primeiramente o preenchimento do lado esquerdo do quadro geral.

A parte superior da porção do quadro, apresentado na figura 4.36, conta com a produção da variada maquinaria que constitui as três secções produtivas da empresa. Os valores apresentados remetem sempre ao dia laboral anterior e são acompanhados dos objetivos de orçamento de cada operação. Abaixo do título “progresso” está o desenvolvimento de cada lote de encomendas. O lote é identificado e é registada a taxa de conclusão do mesmo em cada secção. Na transformação podem observar-se dois quadros distintos uma vez que há dois fluxos de material

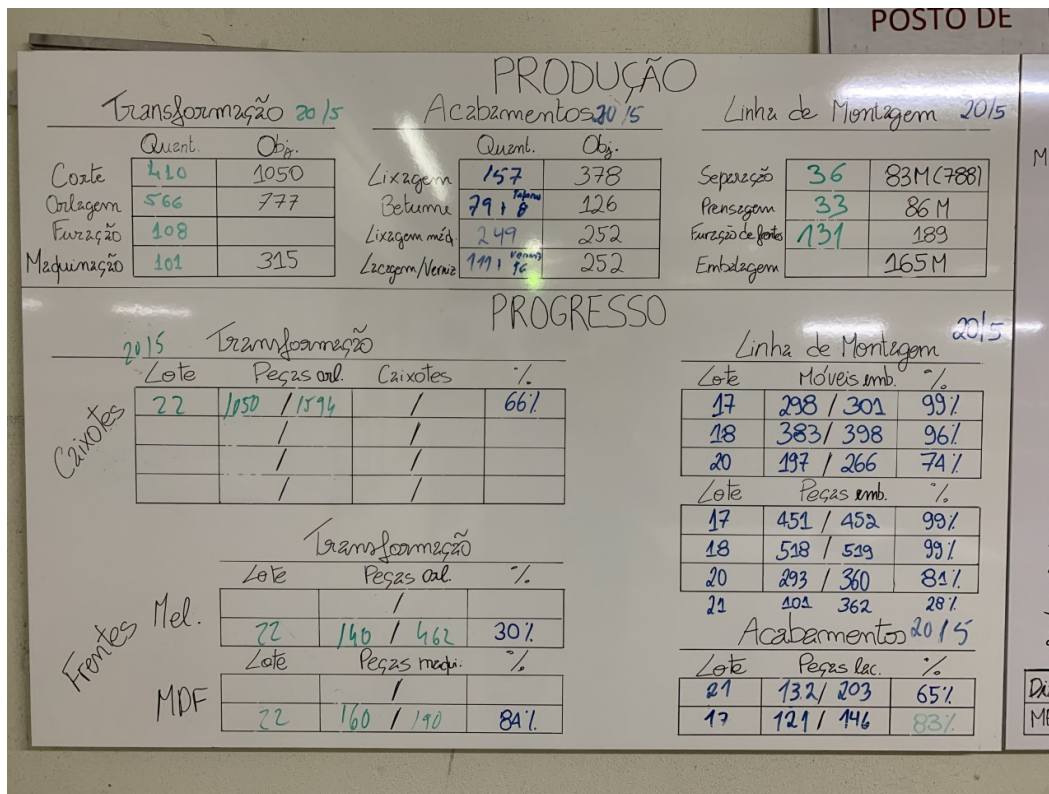


Figura 4.36: Quadro geral (lado esquerdo)

(caixotes e frentes). Na linha de montagem a situação repete-se, desta feita pela possibilidade de no lote existirem peças que são embaladas individualmente. É importante salientar que as peças são dadas como finalizadas numa determinada secção quando ultrapassam a última operação englobada nela. A título de exemplo, a grande maioria das peças que constituem os caixotes acabam a passagem na transformação ao serem orladas. Sendo assim, as peças orladas estão prontas para serem transportadas para a próxima secção.

A região central do quadro está contida na figura 4.37. Como se pode averiguar, esta parte do quadro é de cariz visual uma vez que o elemento central é um gráfico de colunas. Além da qualidade produtiva das secções, é exposta a produtividade (ME embalados/colaborador) do dia anterior e o gráfico regista esses valores por um prazo máximo de 2 semanas de forma a poder acompanhar a evolução da produtividade geral da fábrica.

Por último, o lado direito do quadro está apresentado na figura 4.38. Esta parte é constituída pela informação mais acessória mas não menos importante para a gestão da fábrica. Excluindo as “faltas” e os “acidentes de trabalho” que são preenchidos diariamente, o resto das presentes categorias de informação são atualizadas quando necessário.

#### 4.3.4 Quadros específicos das secções

Como referido anteriormente, foi programada a repartição da reunião Kaizen e a criação de três quadros de apoio à gestão referentes às três secções produtivas existentes. Os quadros específicos da transformação, dos acabamentos e da linha de montagem contêm o desenvolvimento

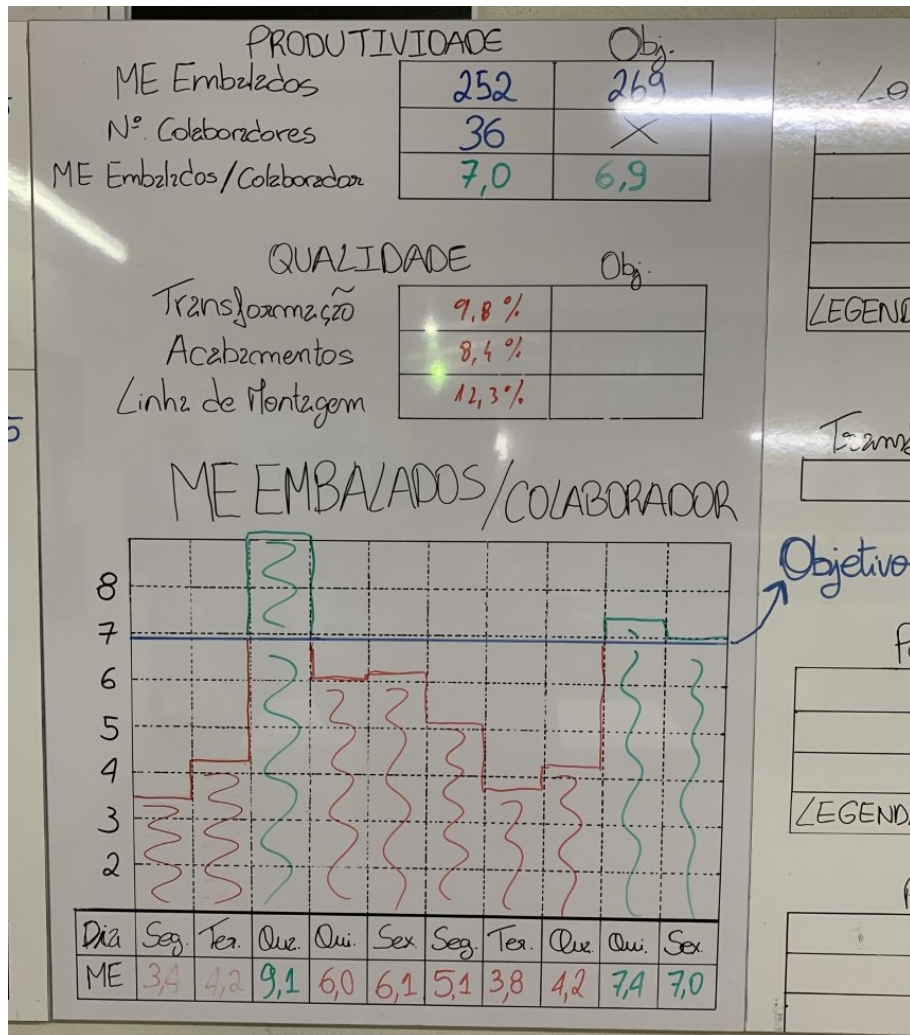


Figura 4.37: Quadro geral (centro)

do lote por operação e por tipo de fluxo (caixotes e frentes). Incluem também o plano de produção dos lotes ativos, por forma a sequenciar de forma geral os lotes, e ainda as faltas de material. No final da reunião centrada no quadro geral, o diretor operacional percorre os três quadros específicos, sem ordem pré-definida, onde aborda a especificidade da produção das secções com os respetivos responsáveis.

A figura 4.39 contém o quadro específico da secção da transformação. O seu preenchimento é responsabilidade do responsável da dita secção e é garantido ao início de cada dia laboral antes da reunião Kaizen junto do quadro geral, tal como os restantes dois quadros específicos. Como se pode observar, do lado esquerdo do quadro estão presentes as operações incluídas nesta secção da fábrica. Dentro de cada uma estão ainda os tipos de material que podem ser operados nos centros de trabalho. Depois disso, é caracterizado o lote, a quantidade finalizada perante a quantidade total a ser maquinada e o código do material. Este último é a ordem pela qual o material foi planeado ser trabalhado, a qual está presente do lado direito do quadro. Os lotes são identificados e são ordenados os materiais de caixotes e frentes presentes nessa ordem de produção. É importante referir que há certas operações ou maquinaria que não estão apresentadas em nenhum dos quadros porque o seu volume de produção é residual. Ao fundo do lado direito do

MATERIAL EM FALTA				
Lote	Material	Início	Prev. Chegada	
9	ACE/MS			
LEGENDA: MP → Matéria-Prima; ACE/MS → Acessórios e Material Subsidiário; MA → Material de Acabamento				

FALTAS				ACIDENTES DE TRABALHO	
Transformação	Acabamentos	Linha de Montagem	Total faltas	Último Acidente	Dias sem Acidentes
3		2	5	11/03/22	9
Total colaboradores			46		

MANUTENÇÃO				
Posto	Estado	Início	Fim	Observações
lameles	PC			
LEGENDA: COT → Cotação; PC → Pedido de Compra; ENC → Encerrada				

PARAGEM DE MÁQUINAS		
Posto	Tempo de paragem	Observações
HOL ZMA	3 H	AVARIA OTIMIZADOR

Figura 4.38: Quadro geral (lado direito)

quadro está ainda um espaço para analisar os sem lotes/ocorrências, onde são apenas registadas as quantidades finalizadas perante as totais de caixotes e de frentes. Por último encontram-se as faltas de material e observações que podem acompanhar esse registo de material.

A figura 4.40 apresenta o quadro específico da secção dos acabamentos. Tal como o quadro anterior, este também conta com as operações mais importantes da secção, ainda que desta feita apenas haja um fluxo de material (frentes). O princípio de preenchimento é semelhante ao retratado no quadro anterior com exceção de duas operações: o verniz e a lacagem. No verniz é identificado o lote, seguido das quantidades finalizadas em relação às totais da face posterior e anterior. Na lacagem, além dos dados iguais ao verniz, é ainda adicionada a cor do material respetivo. O resto da informação é idêntica ao quadro específico da transformação, havendo o planeamento dos lotes à direita, seguido do registo dos sem lotes/ocorrências e ao fundo do quadro as faltas de material na secção.

Por último, a figura 4.41 contém o quadro respetivo à secção da linha de montagem. A disposição e o tipo de informação presente é mais uma vez semelhante aos anteriores apenas com diferenças ao nível da operação do embalamento. A fábrica possui apenas uma antena de leitura de etiquetas RFID situada a jusante da embaladora Termopak. Os móveis embalados são então identificados pela dita antena que, além de os dar como finalizados na produção, os conta como output de produção para o dia da sua leitura. Essa informação é apenas disponibilizada ao diretor operacional e assim o preenchimento deste tipo de informação no presente quadro é da sua responsabilidade. É identificado o número do lote, a contagem de móveis finalizados (enviados à expedição) e de peças embaladas individualmente. Estas últimas são também sujeitas à leitura

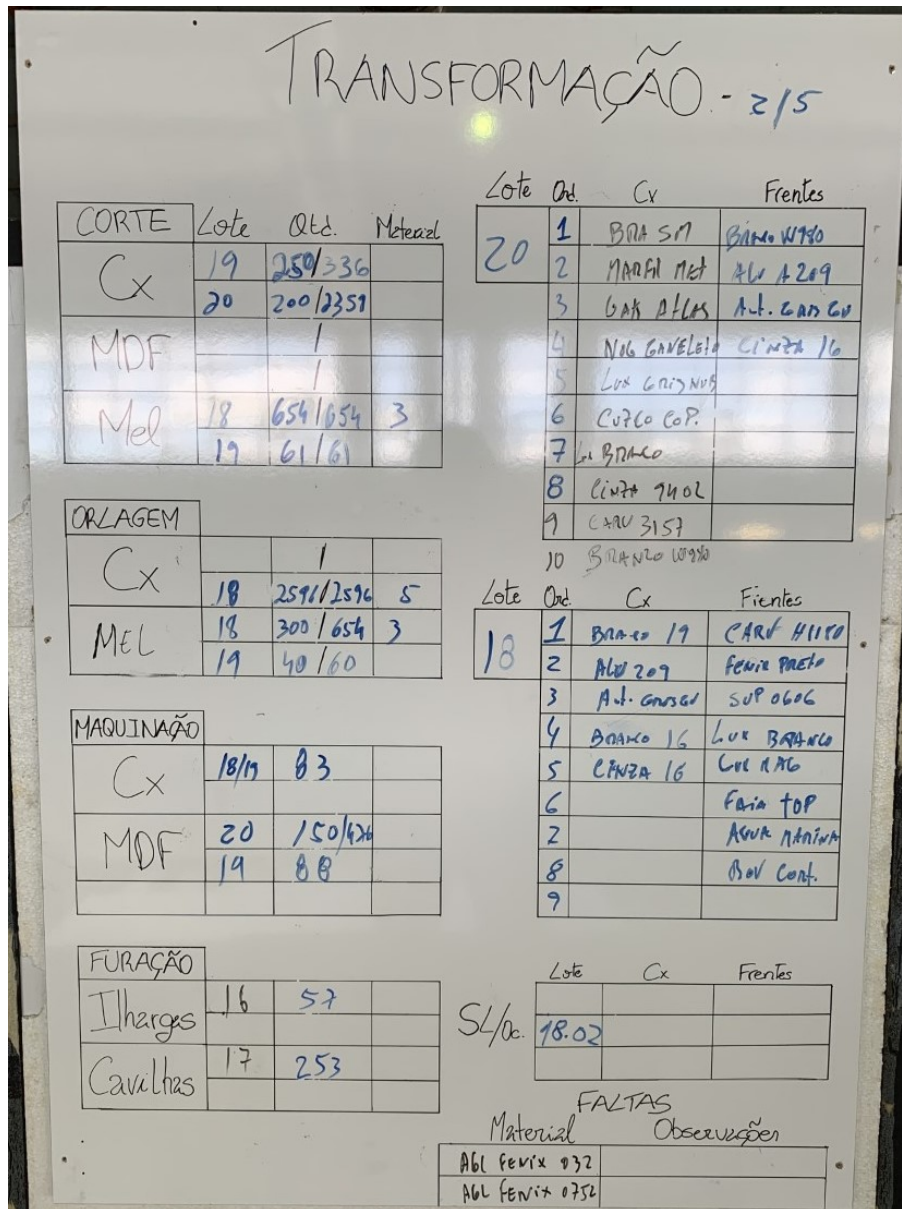


Figura 4.39: Quadro da transformação

da sua etiqueta RFID para facilitar a sua contagem em sistema informático. É importante referir que o planeamento dos lotes, encontrado à direita do quadro, se torna menos credível à medida que se avança nas três secções. O progredir do material pelas operações e respetivas secções sujeita o aparecimento de perturbações, como abordado anteriormente. Estas causam desvios face à normalidade e podem alterar aquilo que era o planeamento inicial de produção dos lotes ativos no momento. Claro está que na secção da linha de montagem, uma vez que esta é a última de todo o processo de produção, a probabilidade de ocorrência de perturbações é maior e daí se poder afirmar que o planeamento nesta secção é o menos fiável.

### 4.3.5 Outros quadros

Além dos quatro quadros apresentados até aqui que foram planeados inicialmente, outros foram brotando da necessidade diária de planeamento.

### ACABAMENTOS 2/5

LIXAGEM	Lote	Qtd.	Material	Lote	Ord.	Material	Ord.	Material
Manual	18	354 / 320		18		Brilho		
	17	124 / 146					MAIZ	
Lixadeira	18	359 / 320				LPP2582		
		1				LPP 7323 / LPP 6858		
		Lote	Qtd.	Material				
Betume TP	19	49 / 1		17	1	LAVO CREME		
		1			2	P/B LPP 2529		
Verniz	16	42 / 1	42+8	3	ANTRACITE MAIZ			
		1		4				
		Atrás		Frente				
Lixagem	19	OPP 6617	OPP 9010	18 / 1	6 / 1			
	18	OPP 530650 / LPP 2529			326 / 320			
		Lote	Qtd.	Material				
Faltas			FALTA		colônia lote 15 / lote 16			

Lote	Ord.	Material	Ord.	Material
1802		Linha de ATRAS = 10		
1802		Linha de ATRAS = 10		

Lote	Ordem	Material
17	1	Cinza Am. 16
	2	BRANCO FAIA 16
	3	BRANCO BRANCO 16
	4	BRANCO AJT 16
	5	ANTRACITE AJT. 16
	6	
18	1	BRANCO / Am. 19
	2	BRANCO / Branco 16
	3	BRANCO / Am. 16
	4	Cinza / Am. 16

Figura 4.40: Quadro dos acabamentos

### 2/5 Linha de Montagem

	Lote	Qtd.	Material	Lote	Ordem	Material
Separação	16	307 / 344	4	17	1	Cinza Am. 16
	17	243 / 301	4		2	BRANCO FAIA 16
Prensagem	15	236 / 250			3	BRANCO BRANCO 16
	16	344 / 344	12/3/4/5		4	BRANCO AJT 16
	17	282 / 301			5	ANTRACITE AJT. 16
Furação de Frentes	15	373 / 419			6	
	16	439 / 492		18	1	BRANCO / Am. 19
	17	441 / 525			2	BRANCO / Branco 16
	18	641 / 636	Peças		3	BRANCO / Am. 16
			4		Cinza / Am. 16	
Embalamento 02/05	15	230 / 252	408 / 417			
	16	322 / 344	674 / 705			
	17	242 / 301	273 / 452			
		FALTAS				
OV	Material		Observações			

Figura 4.41: Quadro da linha de montagem

O aparecimento de peças com não-conformidades provoca a necessidade do retrabalho, quer no sentido de eliminar os erros ou de replicar a peça lesada. A inserção do retrabalho deve ser feita de forma a que se sinta tão pouco quanto possível no fluxo natural da operação e por outro

lado que demore o menor tempo. Sendo assim, idealizaram-se os quadros de plano de trabalho para os equipamentos onde a quantidade de retrabalho que por lá atravessa é significativa. A figura 4.42 exemplifica aquilo que é a base dos quadros do plano de trabalho dos equipamentos. A parte esquerda deste quadro conta com o planeamento normal do trabalho a ser feito naquele equipamento enquanto que do lado direito são afixados os pedidos extraordinários à normalidade laboral que carecem de planeamento contínuo condicionado pelo objetivo. A título de exemplo, se o objetivo é executar o retrabalho de forma célere este vai ser completado de imediato. Em contrapartida, se o propósito é minorar a inevitável queda do desempenho do equipamento o retrabalho vai ser executado quando surgir uma boa oportunidade de o inserir no plano de trabalho ativo. É evidente que o melhor caso é sempre tentar um equilíbrio entre as duas condicionantes apontadas, realizando o retrabalho o quanto antes e com a menor repercussão no fluxo natural. A sua execução é normalmente planeada pelos responsáveis da secção onde reside o equipamento em questão ou pelo diretor operacional. Contudo, o próprio operador deve ser capaz de perceber qual o melhor momento para escoar os pedidos, dependendo do tipo de material ou até das dimensões das peças a operar.

PLANO DE TRABALHO				RETRABALHO		
Nb.	Lote	Material/Ref.	Tipo	Nb.	Material	Tipo
1	13	Branco		1		
2		Cinza		2		
3				3		
4				4		
5				5		
6				6		
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Figura 4.42: Quadro do plano de trabalho

Como explanado ao longo deste documento, existem dois fluxos distintos de material, o de caixotes e o de frentes. O encontro entre os dois fluxos deve ser idealmente perfeito para que



## 4.4 Relatório de manutenção

### 4.4.1 Introdução

O departamento da manutenção é responsável por manter a fábrica em operação contínua, minimizando os tempos mortos e aumentando a produtividade geral. A MOB conta com mais de uma dezena e meia de equipamentos massivos, excluindo pequenos aparelhos que carecem igualmente de ações de manutenção para aumentar o seu prazo de vida e consequente rentabilização dos ativos. Tudo aquilo que o ramo da manutenção desempenha na fábrica é da responsabilidade da equipa do departamento. Essa é constituída por apenas 2 colaboradores, dos quais um é o responsável da secção e o outro é o técnico de manutenção.

Como foi referido, a fábrica é constituída por inúmeros equipamentos que carecem de monitorização e manutenção propriamente dita. Contudo, a evidente escassez de recursos humanos alocados à secção tem como consequência a sobrecarga dos recursos existentes, possibilitando a diminuição da qualidade do trabalho e a falta de capacidade de resposta quando necessário. Ao laborar com a capacidade no limiar, o aparecimento de novas situações, que necessitam de resolução por parte da manutenção, implica a desatenção de algo que está já incluído na capacidade possuída e atribuída.

Além da capacidade laboral da manutenção estar totalmente utilizada, esta é proveniente da assunção da existência de dois colaboradores disponíveis a tempo inteiro para realizar ações de manutenção propriamente dita. Todavia tal não é verídico, uma vez que um dos dois colaboradores é o responsável pela secção e possui uma panóplia de tarefas relacionados à gestão e planeamento da manutenção. Independentemente disso, a necessidade de mão-de-obra no terreno obriga ao desprezo das ações mais burocráticas em prol das práticas e da continuidade na produção.

### 4.4.2 Recolha e tratamento da informação


Por forma a quantificar as necessidades da manutenção, bem como os tempos despendidos com determinadas tarefas, foi projetado um documento de preenchimento diário, o qual é parcialmente apresentado na figura 4.44. Por forma a facilitar a exposição do mesmo, apenas está presente um dos dias da semana, sendo a folha original composta pelos cinco dias.

Por forma a simplificar o preenchimento da informação necessária e a consumir o menor tempo possível para o efeito, foi necessário perceber, junto do responsável da manutenção, as tarefas que ocupavam a grande maioria do tempo de trabalho dos dois colaboradores da dita secção. A variedade de funções ao abrigo da atividade de ambos tornava o preenchimento moroso e pouco concreto, na medida em que a diversidade de informação não permitia a retirada

Relatório diário de manutenção				Semana
Dia	Tipo de Intervenção	Duração	Observações/comentário	
Segunda-feira				

**Legenda:** GM → Gestão de Manutenção  
 IM → Introdução de Melhoria  
 GS → Gestão de Stock  
 GRAS → Gestão de Resíduos/Ambiente/Segurança

MC → Manutenção Corretiva  
 MP → Manutenção Preventiva  
 P → Projeto  
 OT → Outras Tarefas



**Figura 4.44: Resumo laboral da manutenção**

de ilações diretas. Sendo assim, resolveu criar-se agrupamentos de tarefas semelhantes ou com a mesma finalidade, gerando categorias de intervenções da manutenção. Esses agrupamentos facilitam o preenchimento da folha apresentada e ainda a análise dos dados constituintes.

A organização das tarefas deu origem a 8 categorias ou tipos de intervenção relacionados à manutenção, observados na legenda inferior da figura 4.44. No entanto, as classes apresentadas podem ainda subdividir-se em três grupos distintos. As categorias da “introdução de melhoria”, “manutenção corretiva”, “manutenção preventiva” e “projeto” são lineares, no sentido em que apenas se distingue onde foi desempenhada a ação. No caso específico do “projeto”, traduz uma categoria especialmente criada para o momento que a empresa atravessa. Esta aguarda e planeia a implementação de um projeto em chão de fábrica, destinado a alterar significativamente o *layout* e fluxos produtivos, bem como grande parte da maquinaria inerente à produção. Seguidamente, a categoria das “outras tarefas” inclui qualquer atividade que não se adapte a nenhuma das categorias já existentes. Claro está que, a repetição contínua de uma determinada ação nesta categoria porventura justifica a criação de uma nova classe, uma vez que a atividade se apresenta recorrente nos dias de trabalho dos colaboradores. As restantes categorias são decompostas em algumas tarefas-tipo que são em seguida especificadas:

- Gestão de Manutenção (GM):
  - (i) Planeamento das intervenções/coordenação da equipa;
    - (a) Gestão da manutenção e oficina;
    - (b) Planeamento e execução das operações de manutenção corretiva, preventiva e pedidos de intervenção externa;
    - (c) Coordenar e dirigir os órgãos sob sua responsabilidade.
  - (ii) Elaboração de registos e similares – mapas de manutenção;
    - (a) Elaboração de mapas de avarias e/ou de intervenção nos meios produtivos (fichas de trabalho, etc).

- (iii) Custeio dos serviços de manutenção;
- (iv) Outras tarefas.
  - (a) Manutenção dos dossiers técnicos dos equipamentos;
  - (b) Avaliação/otimização das necessidades de novos equipamentos, visando o aumento de produtividade/qualidade.
- Gestão de Resíduos/Ambiente/Segurança (GRAS):
  - (i) Gestão de medidas de auto proteção;
  - (ii) Gestão da área ambiental, administrativa e operacional;
  - (iii) Outras tarefas.
- Gestão de *Stock* (GS):
  - (i) Gestão dos *stocks* do armazém de peças sobresselentes;
  - (ii) Sondagem no mercado das ferramentas e peças necessárias à manutenção.

Em termos do preenchimento em concreto, a folha exibida é referente a um espaço temporal de uma semana. Assim, é conveniente que, além da data específica dos cinco dias preenchidos, seja registado o número da semana relativamente ao ano em apreço. Na coluna rotulada de “tipo de intervenção”, são registadas todas as tarefas desempenhadas no dia com recurso à simbologia apresentada na legenda inferior. A acompanhar são anotadas as durações de cada intervenção, havendo ainda espaço para possíveis observações elucidativas do registo em questão. Os dados recolhidos semanalmente carecem mais tarde de tratamento. Estes devem ser carregados na ferramenta informática preparada em ambiente Excel, a seguir retratada pela figura 4.45.

O relatório diário de manutenção é sustentado por uma ferramenta criada em Excel, onde mais uma vez se retirou partido das macros e se projetou a automatização do tratamento dos dados inseridos. Primeiramente, é necessário proceder-se à alimentação do sistema. Na primeira folha, denominada de “Dados” são inscritas as informações recolhidas por meio da folha demonstrada na figura 4.44. É inserida a data da inscrição e a repartição horária do tempo de trabalho do colaborador. É importante salientar que a cada entrada de dados apenas se associa um dos dois colaboradores. Sendo assim, cada dia de trabalho, neste caso, terá associadas duas introduções de dados. Em jeito de observação, a folha permite que sejam inseridas informações adicionais importantes por meio do botão à direita da folha, rotulado de “Análise Semanal”, as quais são datadas pelo dia em que se deu a inserção dos dados. Além disso, esta primeira interface conta com três filtros de informação, remetentes aos colaboradores, ao mês e à semana.

As células do cabeçalho que contêm as abreviaturas referentes aos tipos de intervenções da manutenção incluem um pequeno comentário com o significado da sigla em questão. Em adição, a folha denominada de “Legenda” compreende a repartição das tarefas apresentadas anteriormente em relação às categorias. Esta folha serve apenas de registo da informação explicativa

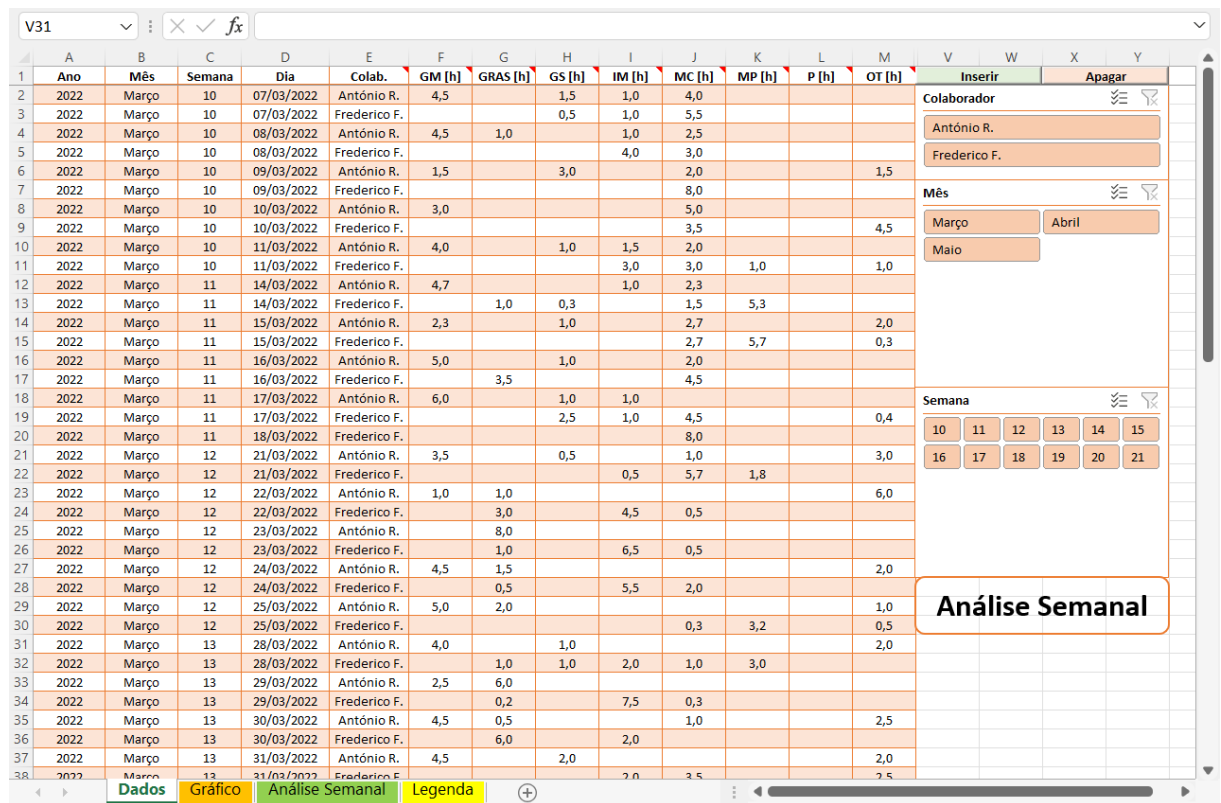


Figura 4.45: Registo dos dados diários

das aglomerações criadas, com o intuito de facilitar a adesão ao funcionamento da ferramenta por parte do utilizador.

A inserção de comentários por meio do botão atrás referido justificou uma folha própria para a apresentação dessa informação adicional. A figura 4.46 demonstra a forma como são exibidos esses elementos.

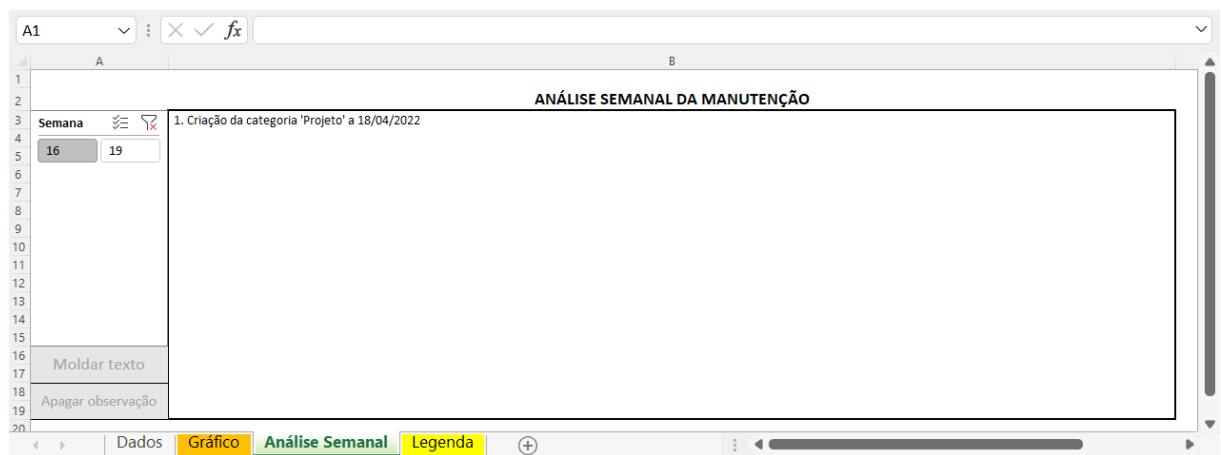


Figura 4.46: Análise semanal da manutenção

A amostragem de elementos no interior do grande retângulo branco está dependente da ativação do filtro disponível. A informação adicional apenas é visível aquando da filtragem por

semana, uma vez que os dados estão organizados pela mesma. As observações registadas na análise semanal não são controladas em termos de extensão de frase. Dessa forma, a exposição de informações descritas em sentenças longas pode ser comprometida com a omissão da parte final da frase. Para resolver essas situações, a folha possui um botão, designado por “Moldar texto”, que adapta as condições por forma ao comprimento da frase ser todo ele visível. Além disso, é também possível eliminar informações que constam na listagem, pela referência da semana e da ordem da informação na lista apresentada.

O culminar do ficheiro é a folha denominada “Gráfico”, visível na figura 4.47. Esta representa o *output* principal do tratamento da informação, do qual se podem retirar as ilações sobre a ocupação laboral dos colaboradores da manutenção.

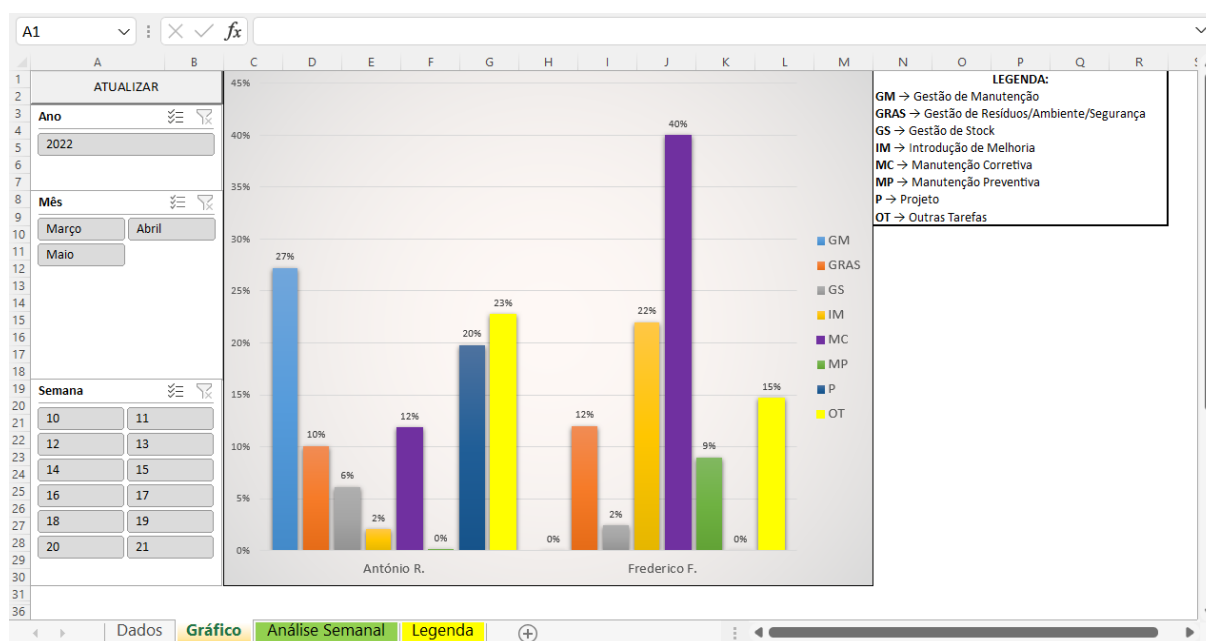


Figura 4.47: Relatório da manutenção

Como se pode observar pela imagem, o elemento central e principal da folha Excel é um gráfico de barras. Este contempla as tarefas desempenhadas por cada colaborador em formato de percentagem com relação às horas totais laboradas. À direita do gráfico está colocada a legenda de maneira a facilitar a interpretação do grafismo central. Por sua vez, à esquerda estão os controlos da informação exposta. A folha possui três filtros de dados, relativamente ao ano, mês e semana das entradas de dados gravadas no ficheiro, de forma a organizar a informação que se deseja observar. Por último, o botão “Atualizar” deve ser acionado sempre que se proceda à análise da informação depois da inserção de informação nova. Tal como o nome sugere, este induz a atualização da abrangência do gráfico, no sentido em que inclui os dados mais recentes nos cálculos interinos que resultam nos valores expostos.

Uma análise rápida do diagrama permite retirar algumas deduções acerca dos dois colaboradores da secção da manutenção. De acordo com os valores apresentados, os dois operários

revelam isenção de qualquer atividade perante pelo menos uma das categorias de tarefas consideradas. O colaborador ao qual dizem respeito os dados da parte esquerda do gráfico, sendo o responsável da manutenção, não tem registo de qualquer ação de “Manutenção Preventiva”, enquanto que o técnico da secção não atua ao nível da “Gestão de Manutenção” e do “Projeto”. Em termos de supremacia de ocupação, verifica-se que o colaborador responsável dedica quase 30% do seu tempo à “Gestão de Manutenção”, valor que tendeu a baixar com as tarefas relacionados ao projeto de investimento da empresa e outras tarefas teoricamente residuais. Relativamente ao técnico de manutenção, e tal como expectável, a categoria que mais peso tem no leque de atividades desempenhadas é a “Manutenção Corretiva”. Ainda assim, a superioridade que esta categoria apresenta sobre as demais pode ser considerada suspeita, significando que devem ser adotadas outros tipos de aproximações ao nível da manutenção propriamente dita, quer sejam preventivas ou até preditivas. Os valores da categoria das “Outras Tarefas” apresentam-se consideráveis, podendo justificar a criação de novas categorias mediante aquilo que está a ser tido como tal categoria.

#### **4.4.3 Aplicações**

A ferramenta apresentada nesta secção foi projetada com o intuito de justificar um possível aumento da capacidade da manutenção. O desempenho do ficheiro associado aos resultados obtidos depende exclusivamente do preenchimento assíduo e esclarecedor por parte dos colaboradores da manutenção, uma vez que a maior quantidade de informação torna os valores obtidos mais verídicos e próximos da atividade da secção em longos períodos de tempo.

Além disso, este recurso permite decompor a manutenção nas suas principais atividades, e referentes importâncias perante a globalidade do ofício. Essa perspetiva permite que se realizem análises como a que foi apresentada anteriormente, corrigindo anomalias e idealizando objetivos para as significâncias de cada categoria de atividades perante uma visão holística da manutenção. A informação guardada pelo ficheiro pode ainda ser consultada a qualquer momento, podendo ser útil aquando da explicação de possíveis baixas de produtividade geral ou de um equipamento em específico.

O comprometimento com a correta utilização da ferramenta pode sustentar a aplicação de planos de manutenção na fábrica. Esta é capaz de acompanhar todo esse processo, desde possibilitar uma decisão fundamentada à monitorização do desempenho, relacionado com a atividade dos colaboradores da manutenção envolvidos.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÕES

Inicialmente, o planeamento da atividade passou pela renovação do sistema *Kanban* no provisionamento de materiais ao chão de fábrica e pela remodelação da apresentação de informação nos quadros de apoio à gestão.

Relativamente ao *Kanban*, é importante salientar que a implementação do sistema descortinou uma enorme necessidade de entrosamento entre indivíduos de diferentes secções, o envolvimento dos colaboradores do chão de fábrica bem como a comunicação com os mesmos. Como se pode perceber pela apresentação do tema neste relatório, muita da informação foi conseguida através dos colaboradores dos diversos equipamentos do fluxo produtivo. Além disso, o sistema abordado constitui uma ferramenta que é globalmente utilizada pelos colaboradores, significando que foi necessária a formação dos mesmos e a educação perante uma nova rotina. Como se pode perceber pelos resultados apresentados na secção respetiva do corrente relatório, a implementação do *Kanban* veio auxiliar na organização dos postos de trabalho, algo que preserva a qualidade do trabalho e a segurança dos equipamentos e colaboradores. A longo prazo espera-se que a organização da informação dos consumos abordada pelo sistema auxilie na realização dos inventários de final do ano. No que diz respeito ao próximo passo a realizar, é claramente importante manter o sistema atual, atentando sempre à mudança de fornecedores e materiais, consumos distintos, etc. Além disso, é fulcral que se formem colaboradores recém-chegados à empresa para que estes percebam a importância e os objetivos das práticas em questão. Por último, seria vantajoso a expansão do sistema para a secção dos acabamentos. É necessária a repetição de todo o processo documentado, com a especial atenção de que nesta secção seria uma primeira implementação e não uma renovação, como foi no caso da secção da transformação.

A remodelação dos quadros de apoio à gestão apresentou-se como uma tarefa mais acessível, uma vez que está diretamente ligada a um menor número de indivíduos, havendo menos propensão a choque de opiniões, personalidades e interesses. Tal como no tema anterior, a corrente utilização da ferramenta no quotidiano dos colaboradores revelou a necessidade de uma formação morosa dos mesmos, proveniente da inflexibilidade sentida. É um processo contínuo, carente de um acompanhamento diário, de maneira a controlar a correta utilização do método e a criar uma rotina de trabalho.

Os outros temas abordados no seguimento do relatório brotaram da análise do trabalho diário e de problemas expostos por colaboradores. A presença assídua no chão de fábrica é também ela fulcral para que se entendam os processos e se denotem lacunas que impeçam o aumento da produtividade.

O trabalho desenvolvido sobre a otimização de corte permitiu a exposição de vantagens possivelmente alcançáveis com a solução apresentada, onde tal informação levou à realização do investimento referido na secção respectiva do tema. Seria importante também a aposta por parte da empresa na formação dos colaboradores para a utilização do *software*, tendo em conta a complexidade e potencial da exploração máxima das opções disponibilizadas pelo sistema operativo. Dessa forma, iria ser acelerada a curva de aprendizagem com o ganho de experiência, algo que mais rapidamente se materializaria em reduções efetivas de consumos, de custos e a inerente recuperação do investimento realizado.

Um dos maiores obstáculos ao longo do estágio curricular foi a vertente humana, a recetividade dos indivíduos, a articulação das entre-ajudas. Os colaboradores de maior idade e com um maior número de anos a representar a organização apresentam pouca tolerância a mudanças na forma de trabalhar ou de pensar. Acreditam que a experiência que detêm é suficiente para que o trabalho se desenrole e agarram-se afincadamente àquilo que foram as suas práticas na maioria do tempo. A boa comunicação é um aspeto fundamental para moldar a forma como os indivíduos olham para a melhoria contínua. É importante explicar todo o processo, envolver os colaboradores na tomada de decisões e acompanhar a implementação de mudanças para novas ideologias de trabalho.

A realização do estágio curricular permitiu uma primeira aproximação à realidade laboral de uma unidade industrial. A área em questão (melhoria contínua) acartou a necessidade de saber articular a comunicação para com diversos indivíduos, de diferentes secções e departamentos, cada qual com a sua personalidade única. Percebeu-se assim a importância da motivação, do envolvimento de todos nas tarefas, da educação perante novos desafios, para o sucesso desejado pela organização. Além disso, confirmou-se que as oportunidades de melhoria são infinitas, dependendo a sua descoberta do que se analisa e da forma como se faz. É uma área muito importante para o contínuo desenvolvimento de uma organização, para a manutenção da sua competitividade no mercado, para a satisfação dos colaboradores e clientes, e para a criação de uma cultura organizacional bem definida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul Rahman, N., Sharif, S., e Mohamed Esa, M. (2013). Lean manufacturing case study with kanban system implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7, 174 – 180. doi: 10.1016/S2212-5671(13)00232-3
- Ahuja, I., e Khamba, J. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25, 709 – 756. doi: 10.1108/02656710810890890
- Brah, S., e Chong, W. (2004). Relationship between total productive maintenance and performance. *International Journal of Production Research*, 42, 2383 – 2401. doi: 10.1080/00207540410001661418
- Chiarini, A. (2013). *Lean organization: from the tools of the toyota production system to lean office*. Springer.
- Chung, C. (2018). The kaizen wheel – an integrated philosophical foundation for total continuous improvement. *The TQM Journal*, 30. doi: 10.1108/TQM-03-2018-0029
- Deshmukh, M., Gangele, A., Gope, D., e Dewangan, S. (2022). Study and implementation of lean manufacturing strategies: A literature review. *Materials Today: Proceedings*, 62. doi: 10.1016/j.matpr.2022.02.155
- Durakovic, B., Demir, R., Abat, K., e Emek, C. (2018). Lean manufacturing: Trends and implementation issues. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 6, 130 – 139. doi: 10.21533/pen.v6i1.45
- Emiliani, M. (1998). Lean behaviors. *Management Decision*, 36, 615 – 631. doi: 10.1108/00251749810239504
- Emiliani, M. (2005). Using kaizen to improve graduate business school programs. *Quality Assurance in Education*, 13, 37 – 52. doi: 10.1108/09684880510578641
- Gapp, R., Fisher, R., e Kobayashi, K. (2008). Implementing 5s within a japanese context: An integrated management system. *Management Decision*, 46. doi: 10.1108/00251740810865067
- Gupta, S., e Jain, S. (2014). The 5s and kaizen concept for overall improvement of the organisation: a case study. *Int. J. of Lean Enterprise Research*, 1, 22 – 40. doi: 10.1504/IJLER.2014.062280
- Imai, M. (2012). *Gemba kaizen: A commonsense approach to a continuous improvement strategy*.
- Jacobson, G., McCoin, N., Lescallete, R., Russ, S., e Slovis, C. (2009). Kaizen: A method of process improvement in the emergency department. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, 16. doi: 10.1111/j.1553-2712.2009.00580.x
- Kumar, N., Hasan, S., Srivastava, K., Akhtar, R., e Choubey, V. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, 64. doi: 10.1016/j.matpr.2022.03.481
- Liker, J. K. (2004). *Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufac-*

- turer. McGraw-Hill Education.
- Maarof, M. G., e Mahmud, F. (2016). A review of contributing factors and challenges in implementing kaizen in small and medium enterprises. *Procedia Economics and Finance*, 35, 522 – 531. doi: 10.1016/S2212-5671(16)00065-4
- Macpherson, W., Lockhart, J., Kavan, H., e Iaquinto, A. (2015). Kaizen: a japanese philosophy and system for business excellence. *Journal of Business Strategy*, 36, 3 – 9. doi: 10.1108/JBS-07-2014-0083
- Manotas-Duque, D., e Rivera, L. (2007). Lean manufacturing measurement: The relationships between lean activities and lean metrics. *Estudios Gerenciales*, 36. doi: 10.1016/S0123-5923(07)70026-8
- Maurer, R. (2004). *One small step can change your life: The kaizen way*. Workman Publishing.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: Beyond large-scale production*. Productivity Press.
- Palange, A., e Dhattrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46. doi: 10.1016/j.matpr.2020.12.193
- Pawar, H. (2022). Effective applications of kaizen in the libraries. , 224 – 228.
- Phil, L. (2018). *The toyota template: The plan for just-in-time and culture change beyond lean tools*. Productivity Press.
- Singh, R., Gohil, A., Shah, D., e Desai, S. (2012). Total productive maintenance (tpm) implementation in a machine shop: A case study. *Procedia Engineering*, 51. doi: 10.1016/j.proeng.2013.01.084
- Sundar, R., Balaji, A., e Kumar, R. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97. doi: 10.1016/j.proeng.2014.12.341
- Wilson, L. (2010). *How to implement lean manufacturing*. McGraw-Hill Education.
- Womack, J. P., e Jones, D. T. (1996). *Lean thinking - banish waste and create wealth in your corporation*. Free Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T., e Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. Macmillan Publishing Company.