



**Tiago Manuel
da Costa Santos**

**Aumento de Produtividade na Linha de
Equipamentos a *Pellets***



**Tiago Manuel
da Costa Santos**

**Aumento de Produtividade na Linha de
Equipamentos a *Pellets***

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial realizado sob a orientação científica da Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

o júri
presidente

Prof. Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor António Ernesto da Silva Carvalho Brito
Professor Auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

"It is extremely difficult to increase sales by 10 percent. But it is not so difficult to cut manufacturing costs by 10 percent to even better effect."
Masaaki Imai

agradecimentos

À Doutora Ana Luísa Ramos, pela orientação, disponibilidade e simpatia.

Ao Eng.º Rui Soares, pela oportunidade de estágio e partilha de conhecimento.

A todos os colaboradores da Solzaima, que através do profissionalismo, disponibilidade e simpatia, facilitaram a integração na equipa e a aquisição de conhecimento sobre o processo produtivo, sendo essenciais para o desenvolvimento deste projeto.

Aos colaboradores da parte técnica do departamento de produção, por serem uma excelente equipa de trabalho e pelo tempo despendido.

Aos meus pais e irmã, por todos os conselhos e apoio.

palavras-chave

Lean, KAIZEN, Kanban, Logística, Mizusumashi, Produtividade

resumo

Com uma posição consolidada no mercado e uma forte capacidade produtiva, a Solzaima é uma referência na produção de equipamentos de aquecimento a biomassa. No entanto, a exigência dos clientes e a crescente complexidade do processo produtivo geram a necessidade de procurar oportunidades de melhoria que levem a um melhor desempenho sustentado da empresa.

Neste trabalho são apresentadas algumas ferramentas *KAIZEN/Lean*, que visam a melhoria contínua e a eliminação de desperdícios, aplicadas na linha de montagem de equipamentos a *Pellets*, com vista a melhorar a sua performance. Produzindo um dos produtos chave para o sucesso da empresa, há necessidade de que esta linha aumente a sua capacidade de produção para 25 *equipamentos/ dia*, valor que até à data do projeto rondava os 16 *equipamentos/ dia*. Os resultados do projeto são bastante promissores, tendo sido verificado um aumento crescente da produtividade, do valor de partida 0,19 *equipamentos/ horas x* *homem* para 0,27 *equipamentos/ horas x homem*, sendo a produção média atual cerca de 22 *equipamentos/ dia*.

keywords

Lean, KAIZEN, Kanban, Logistic, Mizusumashi, Productivity

abstract

With a established position in the market and a high production rate capacity, Solzaima is a reference in production of biomass heating solutions. Costumer demand and the increasing complexity in the manufacturing process lead to the search of improvements, in order to achieve a sustained better perform.

This paper presents some *KAIZEN/ Lean* tools, that seek the elimination of waste and continuous improvement, applied to the *Pellets* equipments assembling line, looking to improve its performance. These products are crucial for the success of the company. In order to satisfy the demand, there's the need of producing over 25 equipments per day, value that was around 16 equipments per day until the start of the project. The results achieved are revealing. A steady growth of the productivity indicator was achieved, from 0,19 to 0,27 (equipments per hour of man work) and the actual line throughput is around 22 equipments per day.

Índice

Capítulo 1 - Introdução

1.1 - Relevância e atualidade do tema	1
1.2 - Âmbito	1
1.3 - Motivação e Objetivos	2
1.4 - Metodologia	2
1.5 - Estrutura do Relatório	3

Capítulo 2 - Estado de Arte

2.1 - <i>Lean</i>	5
2.2 - <i>KAIZEN</i>	6
2.2.1 - <i>KAIZEN</i> e Motivação	8
2.3 - Valor e Desperdício	9
2.4 - <i>Just in Time</i> e <i>Kanban</i>	11
2.5 - 5S's	12
2.6 - <i>Standard Work</i>	13
2.7 - <i>Mizusumashi</i> , <i>Kamishibai</i> e <i>Andon</i>	14

Capítulo 3 - Aumento de Produtividade na Linha de Equipamentos a *Pellets*

3.1 - Apresentação da Empresa	15
3.1.1 - Considerações Gerais - Atividade, História, Valores	15
3.1.2 - Produtos e Mercado de Atuação	15
3.1.3 - Processo produtivo	15
3.2 - Linha de Equipamentos a <i>Pellets</i> - Caracterização do estado inicial	18
3.3 - Objetivos e Metodologia do Projeto	20
3.3.1 - Objetivos do projeto	20
3.3.2 - Metodologia seguida para a implementação do projeto	21

Capítulo 4 - Resultados alcançados com o projeto

4.1 - Ferramentas de suporte implementadas	23
4.1.1 - Indicadores de Produção (KPI's)	23
4.1.1.1 - Indicador de produtividade linha <i>Pellets</i> .	23
4.1.2 - Gestão Visual - <i>KAIZEN</i> Diário equipa de Produção e Montagem	24
4.2 - Reformulação do Bordo de Linha e Logística de Abastecimento	26
4.2.1 - Reformulação do Bordo de Linha	26
4.2.2 - Reformulação da Logística de Abastecimento	29
4.3 - <i>Standard Work</i>	33
4.3.1 - Estudo de tempos e operações de montagem	33
4.3.2 - Balanceamento de operações	33
4.3.3 - Normas de montagem	34
4.3.4 - Auditorias <i>Kamishibai</i> e Matriz de Competências	35
4.3.5 - Quadro <i>Andon</i> na Linha <i>Pellets</i>	36
4.3.6 - Indicador de Produtividade	37

Capítulo 5 - Conclusão

5.1 - Reflexão sobre o trabalho realizado	39
5.2 - Desenvolvimentos futuros	41
Referências Bibliográficas	43

Índice de Figuras

Figura 1 - Benefícios <i>Lean</i> (adaptado de Melton, 2005).	5
Figura 2 - Melhorias através de Inovação vs <i>KAIZEN</i> (Fonte: Imai, 1986).....	6
Figura 3 - Transformação de <i>MUDA</i> em valor acrescentado (Fonte: Instituto <i>KAIZEN</i>).....	9
Figura 4 - Tipos de desperdício (adaptado de Hicks, 2007).....	10
Figura 5 - Fluxograma do Processo Produtivo.....	16
Figura 6 - Diagrama de Ishikawa	18
Figura 7 - Caracterização do bordo de linha no início do projeto.....	19
Figura 8 - Objetivo do projeto e potencial de poupança.....	20
Figura 9 - Metodologia seguida para a implementação do projeto.....	22
Figura 10 - Painel de acompanhamento KPI's produção	23
Figura 11 - Ficheiro usado para calcular o Indicador de Produtividade.....	24
Figura 12 - Quadros <i>KAIZEN</i> equipas de Produção e Montagem.....	25
Figura 13 - Base de dados de componentes da linha <i>Pellets</i>	26
Figura 14 - Alterações <i>no Layout</i> do bordo de linha	26
Figura 15 - Marcações ao solo no bordo de linha	27
Figura 16 - Acondicionamentos especiais no bordo de linha.	27
Figura 17 - Kit de Ferramentas.....	28
Figura 18 - Bancada sem 5S's (à esquerda) vs bancada após 5S's	28
Figura 19 - Gestão Visual no sistema de abastecimento	29
Figura 20 - Definição das rotas em ambiente de <i>workshop</i>	29
Figura 21 - Sequência de abastecimento linha <i>Pellets</i>	30
Figura 22 - Carros de abastecimento	32
Figura 23 - Gráfico de nivelamento de operações gerado no Excel	33
Figura 24 - Nivelamento de tarefas em ambiente de <i>workshop</i>	34
Figura 25 - Exemplo de uma instrução de montagem	34
Figura 26 - <i>Kamishibai</i> usado nas auditorias de posto	35
Figura 27 - Excerto matriz de competências linha <i>Pellets</i>	36
Figura 28 - Quadro <i>Andon</i> com estado da produção em tempo real	36
Figura 29 - Evolução Indicador Produtividade	37

Índice de Tabelas

Tabela 1 - <i>KAIZEN</i> vs Inovação (adaptado de Imai, 1986).	7
Tabela 2 - Regras do uso do <i>Kanban</i> (Apreutesei et al., 2010).	11
Tabela 3 - Diretrizes gerais no <i>Kick-off</i> do projeto (Fonte: <i>KAIZEN</i> Institute).....	20
Tabela 4 - Sequência de abastecimento rota 1	30
Tabela 5 - Sequência de abastecimento rota 2	31
Tabela 6 - Sequência de abastecimento rota 3.	31
Tabela 7 - Sequência de abastecimento rota 4.	32

Capítulo 1 - Introdução

1.1 - Relevância e atualidade do tema

O tema abordado neste trabalho é o *Lean Manufacturing*, sendo da maior importância no contexto industrial atual. Se há alguns anos se olhava com ceticismo e se questionavam os resultados e a validade de aplicação das novas ferramentas que buscam a melhoria contínua, hoje a credibilidade destas práticas está generalizada. Desde PME's a grandes empresas, envolvendo a parte operacional e também equipas de gestão/ projeto, a atualidade e crescente aceitação destes conceitos são visíveis. Já não se trata de uma prática apenas do setor automóvel, estando cada vez mais a tornar-se numa ferramenta de gestão comum e numa forma de obter vantagem competitiva.

1.2 - Âmbito

O presente relatório é referente ao projeto realizado para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro, fazendo parte do plano curricular do último ano deste curso. Esta etapa da formação do estudante visa uma maior aproximação entre o aluno e o mercado de trabalho, possibilitando a aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

Num mercado cada vez mais competitivo, a redução de custos e a elevada capacidade de resposta ao cliente tornam-se cruciais para o bom desempenho. É no sentido de acompanhar tendências e permanecer competitiva, bem como na oportunidade de identificar problemas e reduzir custos, que a Solzaima decidiu começar a sua jornada de implementação de práticas *KAIZEN/ Lean*. A empresa tem vindo a crescer a um ritmo considerável nos últimos anos. A grande capacidade instalada, o elevado volume de trabalho, e o facto de trabalhar com um grande número de referências, leva a alguma complexidade no planeamento e dificuldade na coordenação entre todos os departamentos e diferentes zonas de produção.

A adoção de ferramentas *Lean* e a reformulação da logística interna visam facilitar a coordenação entre setores e tornar visível as necessidades reais de produção, reduzindo o material em curso de fabrico. A implementação de ações de melhoria passa pela alteração do *layout* fabril e pela adoção de *KAIZEN* diário nos vários departamentos. Um dos projetos é focado na linha de montagem de equipamentos a *Pellets*, visto ser um produto complexo (grande número de componentes) e que tem vindo a verificar um grande aumento de procura, sendo crítico para o sucesso da empresa.

1.3 - Motivação e Objetivos

A realização deste estágio/ projeto é o principal marco no percurso de ensino do estudante. Para além de ser a etapa final e o culminar de um objetivo à tanto tempo estabelecido, é a tão esperada oportunidade de sair do mundo mais "académico" para ter contacto com o mercado de trabalho e com a realidade vivida no mundo empresarial. A participação nas atividades da empresa e a integração numa equipa de trabalho são o verdadeiro teste às competências adquiridas durante o curso. Aliado a isto, a possibilidade de participar num projeto *Lean*, com métricas estabelecidas, e conhecendo a importância para a empresa do projeto, torna este desafio estimulante para o estagiário.

O objetivo do estágio passa por uma boa integração na equipa, de forma a poder desenvolver esforços conjuntos que levem à implementação de ações de melhoria. Relativamente ao projeto para a linha de montagem, o objetivo geral é o aumento de produtividade. Para tal, será reformulado o bordo de linha e a logística de abastecimento e serão criadas ferramentas para a padronização do trabalho.

Em termos de indicadores, a meta estabelecida é uma melhoria no indicador de produtividade da linha, de 0,19 para 0,27 *equipamentos/ horas x homem*.

1.4 - Metodologia

Após a seleção do estágio, houve um período de adaptação à empresa, através da observação do processo produtivo e do diálogo com os colaboradores (produção/ equipa técnica). Aos poucos, através da realização de pequenas tarefas de auxílio aos elementos da parte técnica, o estagiário foi adquirindo algum conhecimento sobre o processo e a forma de trabalhar da empresa.

Para o projeto da linha de montagem, foi feito um levantamento inicial de todas as etapas de montagem, componentes e ferramentas usadas, construindo uma base de dados de artigos/ operações. Em paralelo foi feita a caracterização do estado inicial do sistema e a identificação de problemas, tentando perceber oportunidades de melhoria e uma configuração futura que permita realizar as mesmas operações de forma mais simples e eficiente.

Para suportar todo o trabalho, foi feita uma análise de literatura sobre ferramentas *Lean*, analisando as técnicas e sua aplicabilidade em casos reais.

Em termos de metodologia seguida para alcançar melhorias visíveis, numa fase inicial, foi reformulado o bordo de linha e o sistema de abastecimento. Houve também um nivelamento das tarefas e a criação de *standards* de trabalho.

Na etapa final, foi observada a evolução alcançada, analisando-se a logística de linha, o treino nos *standards* e a flexibilidade na transição de modelos.

1.5 - Estrutura do Relatório

O presente relatório está dividido em quatro capítulos.

No primeiro capítulo é feita uma introdução ao projeto, explicando o seu enquadramento, objetivos e relevância do tema.

No segundo capítulo é feita uma contextualização teórica sobre as áreas essenciais de suporte ao trabalho, com enfoque nas filosofias de melhoria contínua e nas ferramentas *Lean* aplicadas. Através da revisão de literatura é caracterizado o atual *state of the art* destes temas.

No terceiro capítulo, após uma breve apresentação da empresa é apresentado o projeto, caracterizada detalhadamente a linha de montagem onde este foi realizado e descrita qual a metodologia usada para a implementação.

No quarto capítulo são retratadas as melhorias implementadas e o estado do sistema após o projeto. São retiradas as conclusões, analisadas as dificuldades/ possíveis desenvolvimentos futuros e clarificado o contributo do estagiário para o projeto.

Capítulo 2 - Estado da Arte

2.1 - Lean

Etimologicamente, "Lean" significa magro. Extrapolando para a indústria, "Lean Manufacturing" significa produção ausente de desperdício.

O pensamento *Lean* surgiu no Japão nos anos 50, pós segunda guerra mundial, derivando do *Toyota Production System* e suas variantes. O objetivo deste sistema visava a flexibilidade e a capacidade de produzir num fluxo contínuo, em que não eram necessárias grandes quantidades para o sistema ser eficiente, acreditando que apenas parte das operações geram valor para o cliente (Melton, 2005). A elevada qualidade a baixo custo e a orientação para o cliente são os pressupostos do *Lean*.

A filosofia predominante até então (no setor automóvel) era a produção em massa praticada no ocidente (Ford, G.M.). Esta minimizava o custo dos produtos através de lotes de grande dimensão, realizados por operadores não especializados em máquinas dedicadas (inflexíveis). Este sistema revelou-se incapaz de fazer frente às adaptações do mercado e crescentes exigências do consumidor, quer a nível de qualidade quer pela necessidade de uma maior oferta.

Os princípios do pensamento *Lean* são (Womack e Jones, 1996):

- A identificação de valor;
- A eliminação de desperdício;
- A criação de fluxo.

Melton (2005) resume os benefícios de uma organização *Lean* (figura 1):

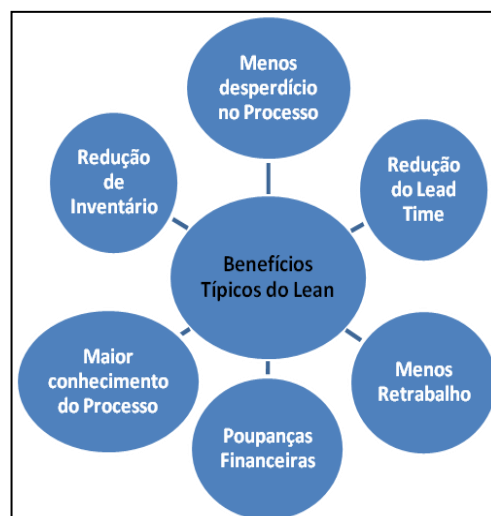


Figura 1 - Benefícios *Lean* (adaptado de Melton, 2005).

2.2 - KAIZEN

KAIZEN significa melhoria, mudança. Mais concretamente, *KAIZEN* significa melhoria contínua, envolvendo toda a gente, incluindo gestores e trabalhadores. É uma filosofia que diz que se deve tentar melhorar constantemente o estilo de vida - a nível profissional, social e familiar (Imai, 1986). Uma empresa *KAIZEN* acredita que nenhum dia deve passar sem que se tenha efetuado uma melhoria, por mais pequena que ela seja, pois pequenas melhorias no longo prazo permitem alcançar grandes resultados.

A capacidade de ser competitivo de forma sustentada não pode ser alcançada da noite para o dia, e nunca será atingida se as empresas se focarem apenas em alguns elementos das equações do processo produtivo (Giffi et al., 1990, citado por Lyu, 1996). Um novo *mindset* em relação à forma de trabalhar das organizações como um todo, em que cada um pode e é incentivado a ser um agente ativo na mudança tem vindo a sofrer uma crescente expansão: o pensamento *KAIZEN*.

Imai (1986) refere duas formas possíveis de alcançar melhorias, inovação e *KAIZEN* (figura 2):

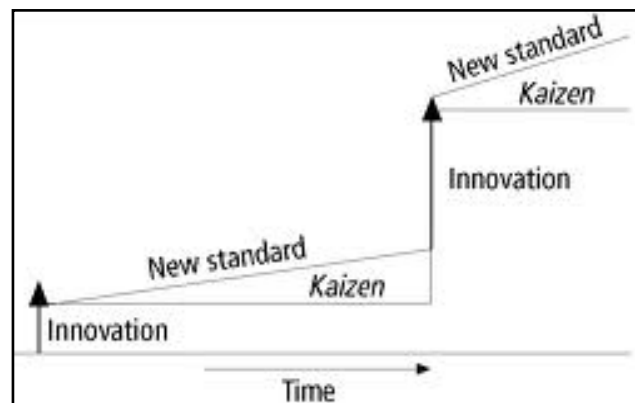


Figura 2 - Melhorias através de Inovação vs *KAIZEN* (Fonte: Imai, 1986).

As pequenas melhorias, geralmente de baixo custo, de forma contínua (*step-by-step*), contrastam com as melhorias disruptivas (inovação, aquisição de tecnologia), obtidas através da obtenção de equipamentos dispendiosos, reformulações radicais no layout, avanços científicos, etc. No entanto *KAIZEN* e inovação podem coexistir gerando resultados favoráveis.

A tabela seguinte (tabela 1) faz a distinção e indica as principais características destas duas formas de alcançar melhorias (Imai,1986):

Tabela 1 - *KAIZEN* vs Inovação (adaptado de Imai, 1986).

	KAIZEN = Melhoria Contínua	Inovação
1. Efeito	Longo prazo e duradouro, mas não dramático	Curto prazo mas dramático
2. Ritmo	Pequenos passos	Grandes passos
3. Horizonte Temporal	Contínuo e incremental	Intermitente e não incremental
4. Mudança	Gradual e constante	Abrupta e volátil
5. Envolvimento	Toda a gente	Poucos "Campeões"
6. Abordagem	Coletivismo, Esforços de Grupo, Abordagem aos Processos	Individualismo, ideias e esforços individuais
7. Modo	Manutenção e melhoria	Sucata e reconstruir
8. Desencadeador	<i>Know-how</i> convencional e estado da arte	Desenvolvimento tecnológico, novas invenções, novas teorias
9. Requisitos	Pouco investimento inicial mas elevado esforço para manter	Grande investimento mas um esforço menor para manter
10. Foco	Pessoas	Tecnologia
11. Critério de avaliação	Processo e esforços para alcançar melhores resultados	Resultados orientados para lucro
12. Vantagem	Apropriado para economias com crescimento lento	Apropriado para economias em rápido crescimento

Para que a implementação desta filosofia tenha sucesso, é necessário ter em conta alguns aspetos. Lyu (1996) defende que é importante pensar nos processos, em vez de produtos e departamentos. Este conclui ainda que é necessário uma equipa com competências transversais e boa capacidade de comunicação e salienta a importância de levar em conta os recursos humanos no redesenho de processos.

Esta filosofia não deve existir apenas para a gestão do topo, ela tem de estar presente em todas as áreas da empresa, passando pelo desenvolvimento, produção, vendas, sendo praticada quer pelos superiores quer pelos operadores no *gemba*, nas suas tarefas rotineiras. Só com o verdadeiro compromisso e envolvimento de todos será possível seguir esta filosofia, caso contrário, as ações *KAIZEN* passarão por iniciativas de grupos isolados, não gerando um impacto visível no desempenho da organização.

2.2.1- KAIZEN e Motivação

A adoção de práticas *Lean* e a transformação de empresas tradicionais em "*Lean Enterprises*", passa pelo envolvimento e mudança de cultura de todos os colaboradores, adotando uma mentalidade recetiva à melhoria contínua. Uma das grandes áreas do *Lean* é o *KAIZEN*. Por sua vez, dentro deste, o *Standard Work* é um dos pilares. Esta padronização do trabalho visa reduzir a variabilidade, indicando quais os procedimentos a seguir, quais as ferramentas a usar, tentando transformar o processo numa "receita".

Se o reconhecimento dos benefícios do *Lean* é geral a nível do aumento da qualidade e produtividade, tal não se verifica a nível das condições de trabalho. Há autores que defendem que o modelo *Lean* pode trazer desvantagens nesta área. Niepce and Molleman (citados por Saurin, 1998) defendem que os princípios *Lean*, como a produção em fluxo contínuo e a definição de limites para o *work in process* torna os processos rígidos, reduzindo a autonomia e aumentando a pressão nos colaboradores.

Outros aspetos que podem ser vistos de forma negativa são (adaptado de Berggren (1992) e Klein (1989), citados por T. Saurin):

- A padronização do tempo de ciclo, que impede os operadores de definirem o seu próprio ritmo de trabalho;
- Necessidade de polivalência de competências, o que por vezes leva apenas à intensificação do trabalho, e não ao enriquecimento deste;
- Exigências ilimitadas de performance (orientação para objetivos);
- Necessidade de fazer horas extra frequentemente e com pouco aviso prévio;
- Regulamentação excessiva no chão de fábrica e vigilância apertada;
- Preocupação na prevenção de acidentes de trabalho, porém pouco ênfase em prevenir lesões traumáticas devido a esforços repetitivos.

Womack et al. (1990), ao fazer comparação entre uma empresa americana e japonesa, defende que na última (empresa onde a filosofia *Lean* vigora), a moral da força de trabalho é superior. Apesar do ritmo e exigência do trabalho ser claramente superior na empresa japonesa, nesta existia um objetivo, um sentimento de pertença, e não apenas trabalhadores a fazer as tarefas com o pensamento a divagar, sobre o olhar atento dos supervisores. Esta motivação deve-se em parte ao facto dos operadores serem empregados de longa duração, com estabilidade, levando a uma maior dedicação e comprometimento com a empresa.

2.3 - Valor e Desperdício

A definição de valor é algo subjetiva. Para o cliente, é uma relação entre os benefícios adquiridos com a compra do produto, o grau de expectativas em relação a este e o preço/ esforço desenvolvido para a sua aquisição. O objetivo de qualquer empresa passa por criar valor para o cliente através dos seus produtos e serviços, gerando um retorno (financeiro ou não) a partir da sua atividade.

O principal princípio *Lean* é a orientação para o cliente, ou seja, em todo o processo de manufatura, desde a fase de desenvolvimento até à assistência pós-venda, devem ser levados em conta os desejos deste, de forma a maximizar o valor acrescentado e não incorrer em custos que, mesmo que tornem o produto "melhor", não se traduzem num acréscimo de valor percebido.

Como desperdício (*Muda*), pode entender-se todas as atividades pelas quais o cliente não está disposto a pagar (Ohno, 1998).

Como foi dito anteriormente, a filosofia *Lean* assenta no princípio que apenas uma parte das operações acrescentam valor para o cliente final. O desperdício é algo natural nos processos, pelo que o objetivo das práticas de melhoria contínua é reduzi-lo até um nível passível de ser aceite.

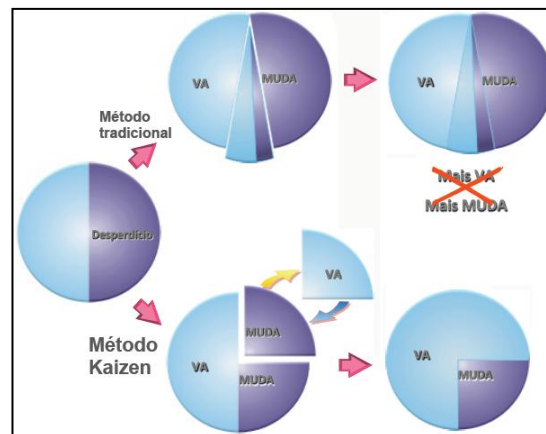


Figura 3 - Transformação de *MUDA* em valor acrescentado (Fonte: Instituto KAIZEN).

Normalmente, através da introdução de novos produtos ou novas operações é possível aumentar o valor acrescentado, mas também se aumenta o desperdício. A visão *Lean* tem como objetivo permitir o aumento do valor acrescentado através da eliminação ou transformação do desperdício.

Tipicamente são considerados sete tipos de desperdícios (figura 4) (Hicks, 2007):

- Excesso de produção - realizar operações quando já não são necessárias. Em termos práticos, leva a excesso de inventário, acumulação de stock de produto acabado (produção sem procura).
- Espera - em subprocessos, há períodos de inatividade porque o processo a montante não fez a entrega/ atividade atempadamente. Por vezes, estes recursos são usados para tarefas que não acrescentam valor ou noutras atividades, resultando em excesso de produção.
- Transporte - Movimentações desnecessárias de materiais entre operações. Para além de não adicionar valor, existe o risco de se danificarem os produtos.
- Processamento em excesso - Operações como retrabalho, manuseamento, ou armazenamento devido a defeitos, excesso de produção ou inventário.
- Inventário - Todo o inventário que não é necessário para satisfazer os atuais pedidos dos clientes é *muda*. Inclui matérias primas, trabalho em curso e produto acabado. Leva a maiores custos de manuseamento e ocupa espaço no chão de fábrica.
- Movimento - Deslocações desnecessárias feitas pelos operadores e equipamento, devido a *layouts* ineficientes, defeitos, retrabalho, excesso de produção ou inventário.
- Defeitos - Produtos ou serviços que não estão conforme as especificações ou expetativas.



Figura 4 - Tipos de desperdício (adaptado de Hicks, 2007).

2.4 - Just in Time e Kanban

Just in Time

Esta filosofia defende que nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes da hora exata em que é necessário. O principal foco do J.I.T é reduzir o inventário. Este custa dinheiro às empresas. O manuseamento de stocks gera custos, consumindo tempo de pessoas e o uso de recursos, como empilhadores, sendo por vezes movimentado várias vezes até ao destino final. Para além do transporte, o espaço ocupado também tem custos. É necessário ainda contabilizar o inventário, o que significa pessoas, programas de computador, relatórios, quase sempre com erros. A correção deste exige novamente pessoas, mais relatórios e mais reuniões. Há ainda o risco de se tornar obsoleto ou se danificar antes de ser usado. A implementação de um sistema *J.I.T* permite a redução do *lead time*, inventário mais baixo e maior qualidade.

Kanban

Kanban significa cartão, placa visual. Este sistema é a essência de um sistema *Pull*, em que o consumo de cada contentor ou quantidade de componentes gera a ordem de abastecimento. Desta forma, o sistema *kanban* tenta entregar os componentes certos, no momento certo, e nas quantidades desejadas.

Apreutesei *et al.* (2010) sugerem seis regras para o eficiente uso do *kanban*:

Tabela 2 - Regras do uso do *kanban* (Apreutesei et al., 2010).

Nº	Regra	Objetivo
1	Os processos mais à frente vão aos processos a montante e recolhem o número de itens indicados pelo <i>kanban</i> .	Cria o sistema pull, dando ordens de transporte.
2	Os processos a montante produzem os itens na quantidade e sequencia indicadas pelo <i>kanban</i> .	Criar informação sobre o que produzir e previne produção em excesso.
3	Nada é produzido ou transportado sem um <i>kanban</i> .	Previne produção em excesso e movimentações desnecessárias.
4	Os produtos estão sempre associados a um <i>kanban</i> .	Serve como ordem de trabalho.
5	Os produtos com defeito não são enviados para o processo seguinte.	Previne o avanço de peças defeituosas, identificando processos defeituosos.
6	Reduzir o número de <i>kanbans</i> aumenta a sua sensibilidade.	Reduzir inventário, desperdício e tornar o sistema mais refinado.

Para além do cartão propriamente dito, existem variantes do uso do *kanban*, como contentores (sistema de dupla caixa), carros de transporte e o mais recente *e-kanban*. No entanto todos servem a mesma finalidade: dar alerta do nível de stock de um componente e ordenar a sua produção (*kanban* de produção) ou indicar uma ordem de transporte (*kanban* de transporte). Mediante as especificidades e natureza da solução a implementar, o *kanban* pode ter informações como as quantidades a abastecer, os responsáveis, local de armazenamento, fotos, códigos internos de sistema, entre outros.

2.5 - 5S's

Os 5S's (nomenclatura atribuída das palavras japonesas) são uma ferramenta simples que serve para melhorar as condições de trabalho, através de uma melhor gestão visual e padronização de procedimentos. Dewi *et al* (2013) caracterizam as cinco fases desta metodologia:

Seiri (Separar): Significa separar tudo segundo certas regras. Nesta fase distingue-se o que é necessário do que não é, descartando os últimos. O foco é remover o que não é necessário, eliminando as causas dos problemas antes que eles apareçam.

Seiton (Organizar): Este passo tenta garantir que as coisas estão no local adequado ou com o layout certo para que sejam facilmente acessíveis. É uma forma de eliminar o tempo de procura. O ênfase é a funcionalidade e remover o processo de procura.

Seiso (Limpar): Esta etapa promove a eliminação do lixo, sujidade, e todas as coisas estranhas ao posto de trabalho. A limpeza é também uma forma de verificação. O uso de *checklists* são uma boa ferramenta para tentar garantir um ambiente de trabalho limpo.

Seiketsu (Padronizar) : A padronização significa criar mecanismos para que alterações, arrumação e limpeza sejam feitas constantemente de forma estruturada. Inclui a higiene de cada um no seu posto de trabalho. A gestão visual é um auxílio para que as práticas se fortaleçam.

Shitsuke (Disciplina): Este último passo visa que se façam as coisas da forma correta, através da criação de um local de trabalho com bons hábitos e disciplina. Ao ensinar o que fazer e acompanhando de acordo com os regulamentos estabelecidos, os maus hábitos irão desvanecer e ser transformados em bons.

Quer seja em *BackOffice* ou no *gemba*, a implementação de 5S's tenta garantir que no local de trabalho apenas existam, devidamente identificados, o material necessário, as ferramentas para realizar o processo e os outputs. Tendo isto em conta, esta ferramenta surge como um suporte à implementação da filosofia *Lean*, contribuindo para a sustentação das melhorias, melhor organização dos postos de trabalho e seguindo um dos princípios *KAIZEN*, a gestão visual.

2.6 - *Standard Work*

A padronização das tarefas/ procedimentos é um dos pilares do *Lean*. Imai defendia que "Não pode haver melhoria contínua sem padronização". O trabalho padronizado, envolve uma maneira distinta de pensar, motivando toda a organização a trabalhar de forma mais eficiente e a conseguir mais qualidade a menores custos (Johansson et al., 2013).

A implementação desta ferramenta deve seguir os seguintes passos: (MacInnes *apud* Johansson):

- 1 - Estabelecer equipas de melhoria;
- 2 - Determinar o *takt* time;
- 3 - Determinar o tempo de ciclo do processo;
- 4 - Determinar a sequência de trabalho;
- 5 - Determinar a quantidade *standard* do *work in progress*;
- 6 - Preparar um diagrama de fluxo *standard*;
- 7 - Preparar uma folha de procedimentos *standard*;
- 8 - Melhorar continuamente as operações *standard*.

Sendo o *Standard Work* um importante aspeto da mentalidade de melhoria contínua existe uma forte relação entre estes. Se esta relação for negligenciada, e se tentar ter um sem o outro poderão surgir problemas graves:

Standard Work sem *KAIZEN*

- A motivação dos empregados é morta e a criatividade desperdiçada;
- Os problemas repetem-se, não são identificados, resolvidos ou discutidos;
- Os colaboradores não tomam iniciativa, as melhorias param.

KAIZEN sem *Standard Work*

- Mudança caótica;
- Não é possível identificar o progresso, as melhorias param;
- Os problemas repetem-se, o ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) não é cumprido, não se encontram as causas raiz dos problemas.

2.7 - Mizusumashi, Kamishibai e Andon

Mizusumashi

O termo *Mizusumashi*, usualmente descrito como comboio logístico, refere-se ao operador responsável pelo abastecimento dos componentes às diversas áreas. Neste operador é concentrado todo o desperdício de transporte de materiais, fazendo este, com meios, rotas e horários definidos a reposição de stocks, de forma a otimizar as atividades associadas à logística. Também designado por "homem aranha", devido à necessidade de se desdobrar e fazer as movimentações para satisfazer várias secções, este operador é essencial para a criação de fluxo e eliminação de ruturas de componentes. Os benefícios associados ao uso desta ferramenta são a diminuição do *work in progress*, o transporte de materiais na hora e quantidade certa, o abastecimento normalizado e o facto dos operadores não saírem dos seus postos para ir abastecer as suas necessidades em falta.

Kamishibai

Kamishibai significa teatro de papel, sendo uma forma de contar histórias no antigo Japão. Este conceito, adaptado de uma forma mais visual e dinâmica comparativamente às tradicionais *checklists* que ficam "escondidas" de todos, passou a ser usado pela Toyota como forma de auditoria. Esta ferramenta incentiva os coordenadores de processo a passar tempo no *gemba*, e a verificar, de uma forma simples, se os operadores estão a proceder conforme as normas. Esta verificação deve ter um carácter formativo, e não ser uma forma de humilhação e de "achar culpados".

Andon

Andon significa lanterna, sendo, em primeira análise, esta a sua função inicial. Este sinal luminoso é um dos princípios da gestão visual e está ligado ao conceito de *Jidoka*, enfatizando a ligação e importância da componente humana em processos automatizados. Através do uso de sistemas *andon* é possível aos operadores acompanharem a eficiência do seu contributo para o processo e alertar de forma rápida para eventuais problemas/ paragens da produção, que ficam rapidamente visíveis no chão de fábrica. Os sistemas que evoluíram a partir deste conceito permitem não apenas um controle visual, mas também gerir aspetos relacionados com o processo, guardar histórico de dados, calcular indicadores, entre outros.

Capítulo 3 - Aumento de Produtividade na Linha de Equipamentos a *Pellets*

3.1 - Apresentação Geral da Empresa

Neste subcapítulo será feita uma breve apresentação da Solzaima: a sua história, área de atividade, produtos oferecidos, valores e o mercado em que compete, dando ao leitor uma pequena ideia sobre o que faz a empresa. Será também feita a descrição do estado inicial da linha de montagem onde se realizou o projeto.

3.1.1 - Considerações Gerais - Atividade, História, Valores

A Solzaima S.A é uma empresa nacional especializada na produção de equipamentos para aquecimento doméstico. Com sede em Belazaima do Chão e 35 anos de existência, a empresa integra cerca de 120 colaboradores, sendo uma forte dinamizadora de emprego na região.

Reconhecida como líder no seu setor, a empresa dispõe de uma unidade fabril com equipamento industrial moderno, que lhe confere uma grande capacidade produtiva, e de uma equipa de desenvolvimento que permite acompanhar a evolução de mercado e lançar novos produtos regularmente.

A empresa aposta na valorização da qualidade e da sustentabilidade ambiental, sendo certificada pelas normas ISO 9001:2008 (2003) e ISO 14001:2004 (2006).

3.1.2 - Produtos e Mercado de Atuação

De forma resumida, os produtos oferecidos pela Solzaima dividem-se essencialmente nas seguintes famílias: recuperadores de calor a ar, recuperadores de calor a água, salamandras e equipamentos a *Pellets*. No entanto, cada uma destas linhas apresenta várias referências com diferentes características e potências, e, para além da marca Solzaima, são produzidas na fábrica equipamentos Fogo Montanha e RedPod.

O principal mercado de atuação é o nacional, no qual é líder. Em 2008, a empresa familiar fundada por Ivo Domingues foi adquirida pela Explorer Investments, uma sociedade gestora de fundos de *Private Equity*, por uma verba que rondou os 15 milhões de euros. A partir de então a empresa reforçou a aposta no *design* e na inovação como forma de promover o crescimento sustentado da empresa, com o objetivo de reforçar a liderança nacional e apostar crescentemente na exportação.

3.1.3 - Processo produtivo

O fluxograma apresentado na figura 5 foi elaborado pelo autor durante a primeira semana de estágio. Para tal, foi feita a observação e análise detalhada do processo produtivo, numa tentativa de compreender quais as principais matérias e processos usados, assim como os componentes, os processos tecnológicos aplicados, os fluxos de trabalho/ informação, entre outros aspetos. De seguida é explicado sumariamente o processo produtivo.

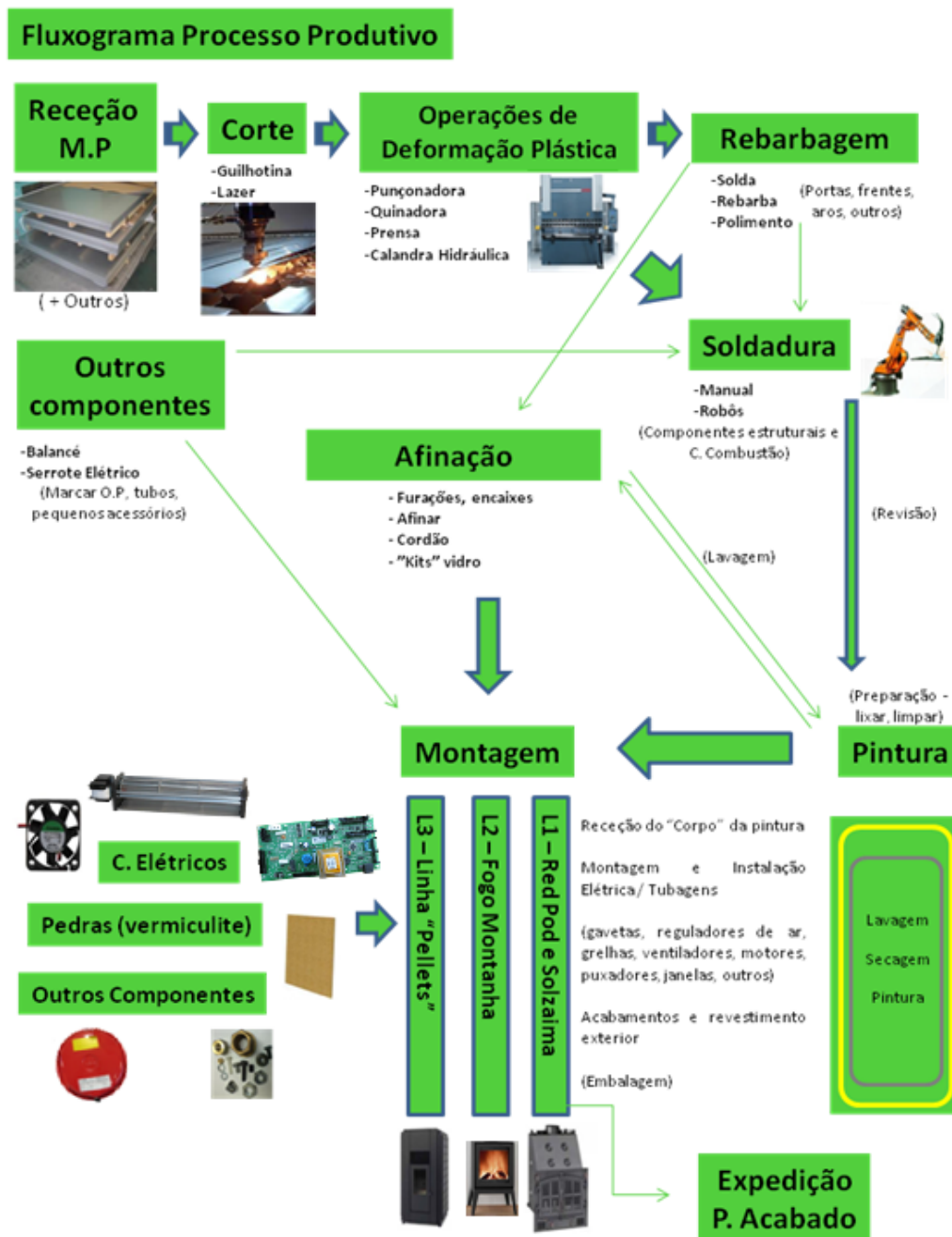


Figura 5 - Fluxograma do Processo Produtivo.

Naturalmente, todo o processo começa com a receção de matéria prima. A principal matéria transformada é chapa de aço, pois é o componente estrutural dos produtos comercializados e que confere a durabilidade aos mesmos. Dentro de outros componentes recebidos necessários à produção importa salientar os componentes elétricos, as pedras, cordão, vidro, os produtos para a pintura (tintas, diluentes, sprays) e os diversos acessórios que integram o produto final.

Numa fase inicial, consoante os modelos a fabricar, é feito o corte das chapas planas numa máquina de corte a laser, segundo planos de corte previamente definidos, que visam otimizar a área usada de chapa, minimizando ao máximo a percentagem de desperdício. Algumas chapas para peças mais simples são cortadas manualmente, numa guilhotina, de forma a aumentar a capacidade de trabalho. Em regra geral, estes componentes seguem para uma punçoadora, pois, como é natural, o corte manual não permite o grau de detalhe e as formas obtidas no corte a laser automático.

De seguida, as várias peças seguem para operações de deformação plástica. Nesta secção, através de operações de estampagem, punçoadamento e quinagem, são conferidas as formas elementares dos componentes estruturais. Nesta secção são ainda preparados alguns componentes de menor dimensão e outros pequenos acessórios (no balancé).

Existe uma secção de solda/ rebarbagem, onde são preparados, entre outros, os aros, frentes e portas, que posteriormente são enviadas para a zona de afinação. Em paralelo, os componentes estruturais ("carcaças") são produzidos na soldadura, assim como gavetas, bolsas de água, etc. Grande parte dos componentes até então mencionados seguem para a zona de pintura, sendo polidos, lavados e secados antes desta operação, para garantir a boa adesão da tinta.

Para a conclusão do processo, recebendo os componentes provenientes das várias áreas, segue-se a montagem de conjunto. Nas três linhas de montagem são assemblados os componentes, feita a instalação elétrica, acabamentos e o processo de embalagem, sendo posteriormente feito o transporte para o armazém de produtos acabados.

3.2 - Linha de Equipamentos a *Pellets* - Caraterização do estado inicial

No início do projeto, em Setembro, pelo histórico de produção de 2013 (Janeiro a Agosto) da linha *Pellets*, a produtividade da linha rondava os 0,19 equipamentos por *hora x homem*, sendo a produção média diária de cerca de 16 equipamentos.

A linha está idealizada para sete postos de montagem, auxiliados por bancadas para realizar pré-montagens para a linha (quatro pessoas). Numa fase inicial do projeto a linha não tinha um abastecedor (operador logístico) dedicado a 100%, sendo compartilhado com as outras duas linhas. Para além destes recursos, a linha está dependente de todos outros setores, com destaque para afinação e preparação de vidro, o setor de preparação de componentes elétricos, o corte de vermiculite e a pintura interna.

Nesta linha são produzidos equipamentos com bastante complexidade, envolvendo componentes hidráulicos, cablagem, dispositivos de segurança, entre outros. Existem mais de dez referências, produzidas sequencialmente em lotes pequenos, pelo que a troca de modelo em curso ocorre frequentemente. Estes fatores, associados à introdução regular de novos produtos geram dificuldades no planeamento, logística e na equipa de trabalho.

Os principais problemas sentidos e que levam à baixa produtividade da linha estão resumidos no diagrama de Ishikawa abaixo (figura 6):

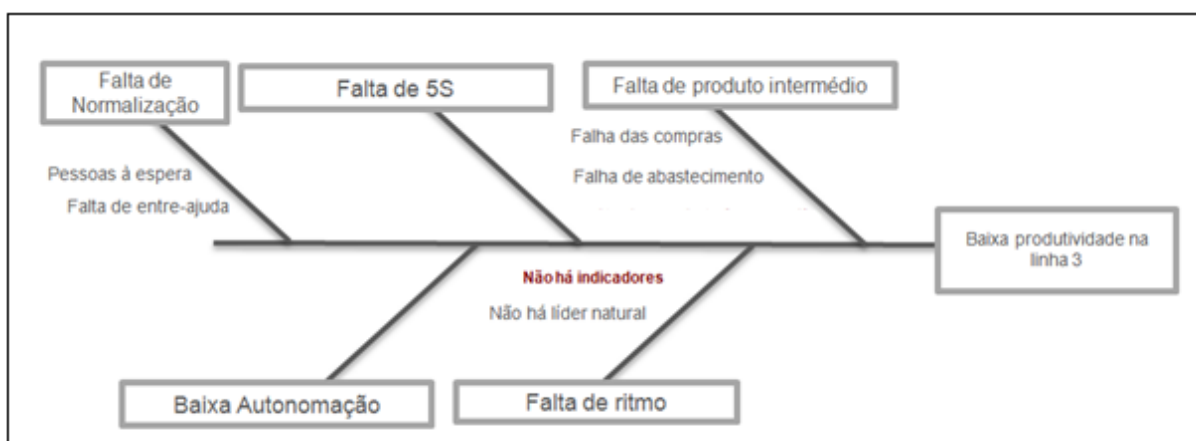


Figura 6 - Diagrama de Ishikawa.

A nível de bordo de linha, existe alguma entropia nos carros de abastecimento. As gamelas de abastecimento têm componentes misturados, objetos pessoais dos operadores, ferramentas, componentes não conformes, artigos obsoletos, lixo, etc (figura 7). Existe movimentação desnecessária dos colaboradores por partilha de ferramentas e pelo facto de o componente de um carro servir vários postos (por exemplo o operador do posto 4 tem de ir ao posto 3 buscar um tipo de parafuso).



Figura 7 - Caraterização do bordo de linha no início do projeto.

Um outro grande problema está associado com a pintura externa. A pintura dos componentes que revestem os equipamentos (pilares, laterais, tampos, grelhas, etc.) é feita a pó externamente, e as entregas são feitas em *just-in-time*, de forma a minimizar o inventário, dado o elevado volume que as paletes ocupam. O facto dos equipamentos a *Pellets* serem, na maior parte das vezes, elementos decorativos leva a uma grande exigência em termos de acabamento a nível de aspeto exterior. Tendo isto em conta, existe alguma rejeição e espera pelos componentes no processo, uma vez que estes são cortados em quantidade igual ao número de equipamentos.

Outra causa prende-se com a logística de abastecimento. A nível interno, o trabalho do abastecedor torna-se difícil, devido ao facto de não haver uma sequência de abastecimento definida e pelo atraso sistemático na entrega de componentes dos processos a montante (serralharia, pintura, etc.).

Outros fatores que afetam negativamente a produtividade são inexistência da definição de posto de trabalho, com os operadores a saírem do posto regularmente, a não existência de objetivos/ indicadores, nem de líder natural da equipa ou fluxo na linha. O projeto visa atacar estas causas de forma a tentar resolver/minimizar estes problemas.

3.3 - Objetivos e Metodologia do Projeto

3.3.1 - Objetivos do projeto

O projeto visou fazer uma análise e redesenho ao estado atual da produção na linha de montagem a *Pellets*, a nível de bordo de linha, logística de abastecimento e fluxo. Foram aplicadas ferramentas *Lean*, procurando oportunidades de melhoria. As ações desenvolvidas (tabela 3) passaram pelo desenho e construção de um novo bordo de linha, usando o sistema em dupla caixa e *kanbans*, pela padronização das tarefas (*standard work*), aplicação de 5S's, definição de indicadores e estabelecimento de objetivos, responsabilização e envolvimento dos colaboradores, entre outros.

Tabela 3 - Diretrizes gerais no *Kick-off* do projeto (Fonte: KAIZEN Institute).

Prioridade	Iniciativa	Indicador Afetado	Estado
1	Balanceamento de Linha (divisão em postos equilibrados)	Produtividade	●
2	Bordo de Linha + 5S (Incluindo Bancadas)	Produtividade	●
3	Kits de Ferramentas	Produtividade	●
4	Criação de normas de montagem	Produtividade	●
5	Indicadores para criação de ritmo na produção	Produtividade	●

A nível de indicadores, o objetivo passa pelo aumento da produtividade da linha de montagem de equipamentos a *Pellets* de 0,19 *equipamentos / horas x homem* para um valor superior a 0,27 *equipamentos / horas x homem* (corresponde a uma média diária e produção estável superior a 25 equipamentos, mantendo o mesmo número de funcionários). O valor de partida foi calculado com base nos registos de produção diários, uma vez que o indicador de produtividade só foi implementado a partir de Setembro de 2013, no entanto serve como referência inicial (o número de colaboradores foi semelhante). Para o cálculo do valor aproximado da poupança com o alcance dos objetivos, foi considerada a poupança em horas para a produção de 28 equipamentos (capacidade) com as diferentes produtividades, 0,19 e 0,27 *horas x homem*. O diferencial são 43 horas/ dia. Considerando uma média mensal de 20 dias de trabalho, e o custo de uma hora x homem de 5 euros estima-se o valor do potencial de poupança (figura 8).

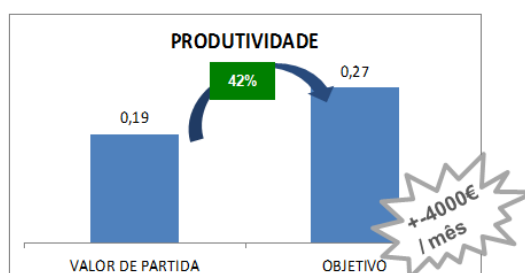


Figura 8 - Objetivo do projeto e potencial de poupança.

3.3.2 - Metodologia seguida para a implementação do projeto

Numa fase inicial, para acompanhar a evolução do projeto, foi necessário criar os indicadores de produção (*Key Performance Indicators*) para a linha de montagem. O indicador analisado foi a produtividade, sendo esta o quociente entre o número de equipamentos produzidos pelo número de pessoas dedicadas à linha a multiplicar pelo número de horas de trabalho. Nesta etapa foi estimado o valor de partida e estabelecido o *target* para 0,27 *equipamentos/ horas x homem*.

Antes da implementação de ações de melhoria, foi necessário analisar o estado inicial do sistema e ver junto dos operadores quais os principais problemas/ dificuldades que sentem no desempenho das suas funções. Esta observação inicial serviu para analisar o funcionamento da linha em termos de abastecimento e fluxo, e de que forma se cria valor na linha.

Para proceder à reformulação do bordo de linha, foi necessário fazer o levantamento dos componentes e das operações realizadas em cada posto, de forma a dimensionar as estantes, o tamanho e número de *kanbans* necessários, que componentes têm necessidades especiais de acondicionamento na linha, quais podem funcionar em sistema *kanban*, etc. Após este levantamento inicial, seguiu-se a construção do bordo de linha, preparando os carros para o novo sistema, e fazendo 5S's em paralelo. Foi também dada formação aos colaboradores, para usarem corretamente o sistema *kanban* e assegurarem a manutenção das melhorias no posto.

Após a criação do bordo de linha, e com os *kanbans* em funcionamento tornou-se *standard* a forma de abastecimento dos componentes da linha. Para tal foi necessário acompanhar o trabalho do abastecedor, e estipular para este a forma mais eficaz de realizar o abastecimento. Com a implementação de *kanbans*, criação de rotas com trajeto e horário estipulado e um carro próprio para o efeito espera-se uma melhoria nesta área e menos ruturas/ operadores de montagem à espera. Esta reformulação na logística de abastecimento inclui as bancadas afetas à linha, uniformizando assim toda a secção de montagem, facilitando o trabalho do abastecedor.

Numa fase mais avançada do projeto, foi feita a padronização das tarefas através da criação de *standards* de trabalho para os diversos equipamentos, tentando nivelar a produção (*Yamazumi*) e criar um tempo de ciclo uniforme para todos os sete postos. Para aumentar o envolvimento dos colaboradores foram também adotadas práticas de *KAIZEN* Diário, sendo realizadas reuniões diárias onde se reflete o cumprimento do plano, justificando eventuais desvios. Estas reuniões servem também para debater oportunidades de melhoria. Ainda com vista à criação de ritmo/fluxo foi criado no final de linha um Quadro *Andon*, que retrata em tempo real o estado da linha, visando a responsabilização dos operadores.

O resumo da metodologia seguida pode ser observado na figura 9:

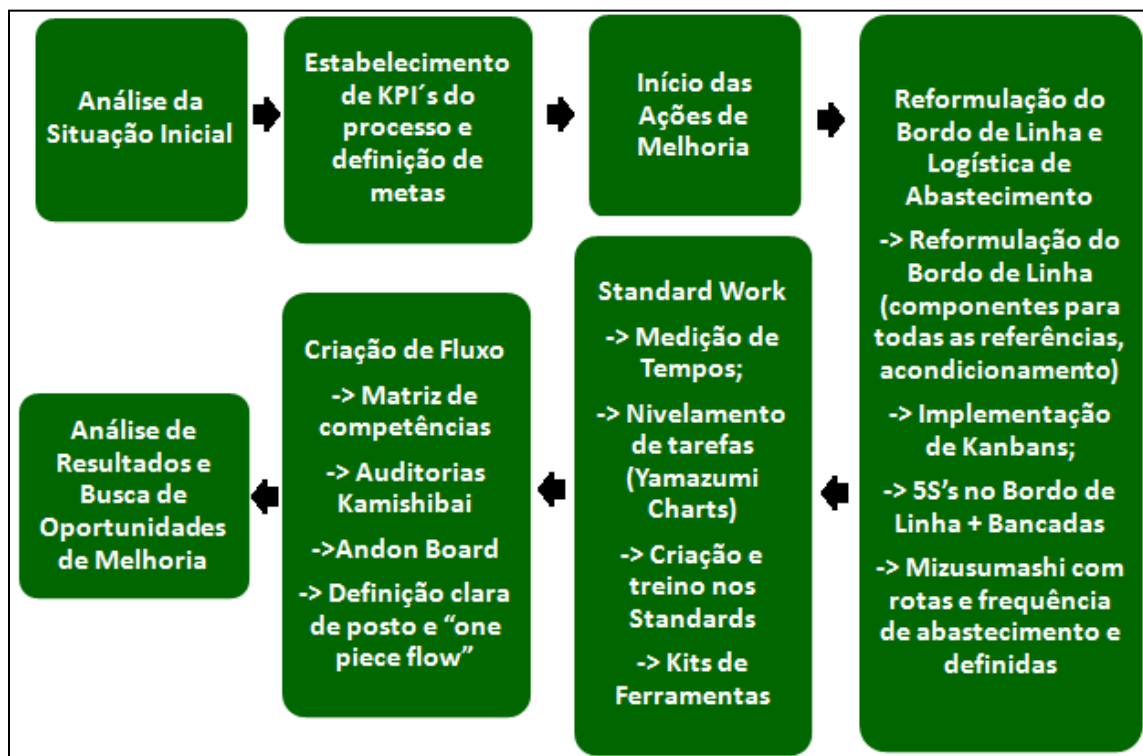


Figura 9 - Metodologia seguida para a implementação do projeto.

Capítulo 4 - Resultados alcançados com o projeto

4.1 - Ferramentas de suporte implementadas

4.1.1 - Indicadores de Produção (KPI's)

Até à data do projeto não eram monitorizados de forma sistemática e estruturada indicadores de produção. Um dos trabalhos desenvolvidos pelo estagiário foi a definição (em conjunto com os supervisores e diretor de produção) e acompanhamento de KPI's para as diferentes zonas da empresa (figura 10), passando pelo corte laser, quinagem, solda manual e robotizada, pintura, produtividade da fábrica e de cada uma das três linhas de montagem separadamente.



Figura 10 - Painel de acompanhamento KPI's produção.

4.1.1.1 - Indicador de produtividade linha *Pellets*.

Para o projeto importa salientar o indicador de produtividade associado à linha 3 (Linha *Pellets*). Este indicador é calculado dividindo a produção total do dia, em número de equipamentos, pelo número de funcionários afetos à linha (x8 horas de trabalho cada). São ainda levadas em conta eventuais horas extra/ em falta, fornecidas pelo supervisor da linha e carregadas no ficheiro onde é calculado o indicador (figura 11). A capacidade da unidade e o número de funcionários padrão servem para estipular o objetivo a atingir.

O valor deste indicador é calculado diariamente, estando disponível a todos os operadores no quadro *KAIZEN* da montagem, para discussão diária. É ainda visível no quadro *KAIZEN* da produção, onde é analisado semanalmente pela equipa de supervisores para discutir eventuais desvios. A evolução mensal deste indicador é guardada, servindo como ferramenta de *report* à gestão de topo. A evolução deste indicador ao longo do projeto será apresentada mais à frente, visto ser uma das principais ferramentas para medir o sucesso do projeto.

		4	5	6	7	8	9	10	
Montagem	Linha 3	Capacidade uni	28	28	28	28	28	28	28
		Nº Func. Padrão	12	12	12	12	12	12	12
		Nº Func. Real	10	10	10	9	9	10	10
		Horas falta	8	16	8	8	8	8	8
		Horas Extra	2	0	0	0	0	0	2
		Horas x Homem	74	64	72	64	64	72	74
		Produção dia (uni)	16	19	25	20	21	17	21
		Produtividade Real	0,22	0,30	0,35	0,31	0,33	0,24	0,28

Figura 11 - Ficheiro usado para calcular o Indicador de Produtividade.

4.1.2 - Gestão Visual - *KAIZEN* Diário equipa de Produção e Montagem

Com o objetivo de estruturar melhor a organização das equipas de trabalho, aumentar a comunicação e disseminar o *KAIZEN* como filosofia organizacional, implementou-se em toda a organização a prática de *KAIZEN* Diário, passando pelas equipas de terreno (Soldadura, Montagem, Quinagem, Corte Laser, etc.) mas também pela parte comercial, compras, qualidade e equipa de desenvolvimento. Para o projeto interessa referir as ações desenvolvidas a nível da equipa de produção e da equipa de montagem, pois têm um impacto direto.

O facto de existirem reuniões diárias, com uma estrutura definida, permite trabalhar de forma mais estruturada e orientada para objetivos. A discussão de problemas operacionais, análise de resultados e busca de oportunidades de melhoria são também o foco desta metodologia. Ao analisar os resultados diariamente, há uma maior responsabilização das equipas e comprometimento para o alcance das metas. Também a maior comunicação permite prevenir alguns problemas, pois as reuniões englobam a discussão dos fatores necessários para que o dia corra bem, levantando questões sobre pequenos pormenores que talvez fossem só discutidos numa fase em que já seriam um problema.

O acompanhamento de indicadores permite ter uma maior sensibilidade no cumprimento dos objetivos, levando a maior envolvimento dos colaboradores. Por último, o plano de ações presente nos quadros (figura 12) serve como fator motivacional para os operadores, pois todos podem dar sugestões que (caso pertinentes e validadas) serão implementadas e divulgadas a todos.

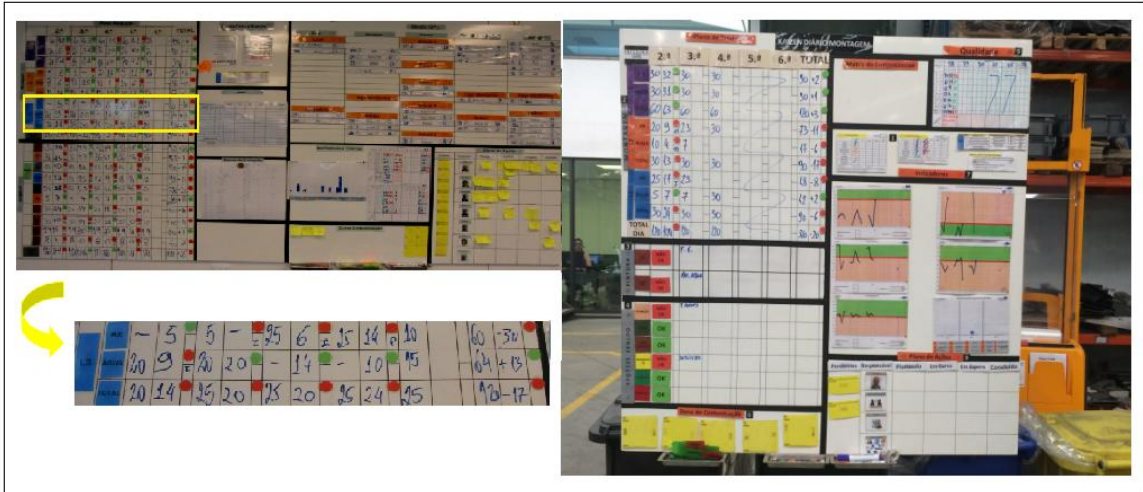


Figura 12 - Quadros *KAIZEN* equipas de Produção e Montagem.

Alguns benefícios da implementação desta ferramenta são:

- Gestão visual no acompanhamento do estado da produção;
- Partilha com os operadores do planeamento e objetivos para as equipas;
- Discussão diária do cumprimento/ desvio de objetivos;
- Aumento da comunicação entre os coordenadores, e entre estes e os operadores;
- Desenvolvimento gradual de uma mentalidade de melhoria contínua.

4.2 - Reformulação do Bordo de Linha e Logística de Abastecimento

4.2.1 - Reformulação do Bordo de Linha

O primeiro passo para que fosse possível reformular o bordo de linha foi fazer um levantamento dos componentes utilizados em cada posto (figura 13), de forma a dimensionar as estantes necessárias. Até ao momento, existiam dois tipos de estantes, que eram trocadas no bordo de linha consoante o equipamento em curso fosse a ar ou a água. O novo bordo de linha tem os componentes necessários para todas as referências, com os *kanbans* devidamente dimensionados e a desencadearem necessidades de uma forma mais visual e expedita.

Descrição	Posto	Armazém/Preparação	Embalagem Atual	Qt. Local de Armazenamento	Consumo Diário (30 Equip.)	Duração (Dias)
Bomba Grundfos UPSO 15-55 CIAO	2	MA9999(Cima)	Gamela Grande	36	30	1,20
Vazo expansão	2	BANCADA 3	Carro Kanban	24	30	0,80
Válvula segurança R140RM 1/2 M/F3bar	2	MA9999(Cima)	Kanban Médio	50	30	1,67
União latão F/F 3/4"x3/4" S/A - Junção latão M/F 3/4 X 1" S/A	2	BANCADA 2	Kanban Médio	60	30	2,00
Ligação Malha Aço M/F 1/2" X 1/2" 700mm	2	MA9999(Cima)	Lateral Carro	44	30	1,47
Parafuso Din 7981 4,5x9,2 Z/P	2	BA9999(Baixo)	Kanban Pequeno	multos	n	OK
Vedox	2	BA9999(Baixo)	Kit Ferramentas	1	n	OK
Patilha de fixação do vaso de expansão	2	PINTURA	Kanban Pequeno	140	30	4,67
Mangueira Cristal + Canhão F Latão + Canhão M Latão	2	BANCADA 2	Lateral Carro	18	30	0,60
Vedante Fibrã 3/4"	2	MA9999(Cima)	Kanban Pequeno	multos	n	OK
Tubiflon	2	BA9999(Baixo)	Kit Ferramentas	1	n	OK
Tela Extrator	2	BANCADA 4	Kanban Médio	60	30	2,00
Turbina Extrator	2	BANCADA 3	Carro Kanban	20	30	0,67
Ventilador Tang TGO 60/1 - 300/40	2	MA9999(Cima)	Carro Kanban	20	30	0,67
Chapa de suporte da placa eletrónica (alpes 8,elba, basic,plus)	2	PINTURA	Lateral Carro	60	30	2,00

Figura 13 - Base de dados de componentes da linha *Pellets*.

Esta alteração permite reduzir os tempos de *setup* entre equipamentos, aumentando a flexibilidade do bordo de linha e economizando espaço, pois muitos dos componentes utilizados nos modelos a ar e a água são comuns. Para além disto, facilita bastante o trabalho do abastecedor, pois reduz significativamente o número de locais a abastecer.

Outra das alterações feitas na reestruturação do bordo de linha foi a disposição das estantes. O novo *Layout* (figura 14) permite uma maior proximidade entre os componentes e o operador, reduzindo o número de movimentos desnecessários, aumentando a sua agilidade.

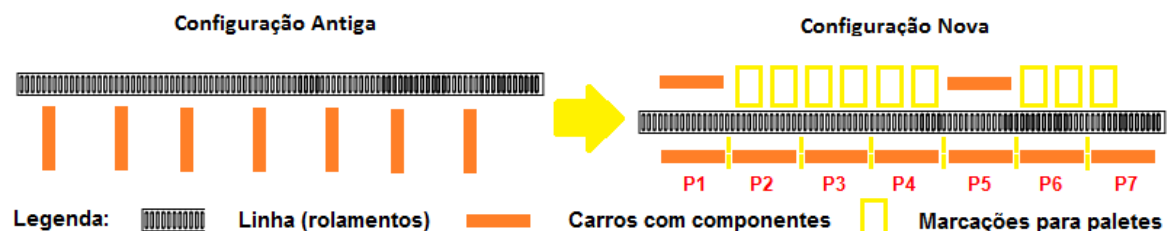


Figura 14 - Alterações no *Layout* do bordo de linha.

As marcações ao solo (figura 15), quer para as estantes, quer para zonas de outros componentes, ajudam a manutenção das melhorias, ao tentar assegurar "um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar". Também a marcação física dos postos permite uma maior noção de posto de trabalho. Este aspeto, juntamente com o *kit* de ferramentas e o correto abastecimento de componentes visa que o operador não se ausente do posto, podendo estar focado nas operações de montagem e na criação de valor.



Figura 15 - Marcações ao solo no bordo de linha.

Ao longo do bordo de linha foram criadas estruturas físicas (figura 16) que facilitam o acondicionamento e *picking* por parte do operador de alguns componentes, seja pelo seu volume ou pelo facto de serem difíceis de manusear. Salientam-se os cabos, componentes tubulares, componentes de pintura interna e algumas pré-montagens. Os carros de componentes volumosos foram duplicados, de forma a poderem integrar o sistema *kanban* e que as necessidades sejam identificadas mais facilmente.

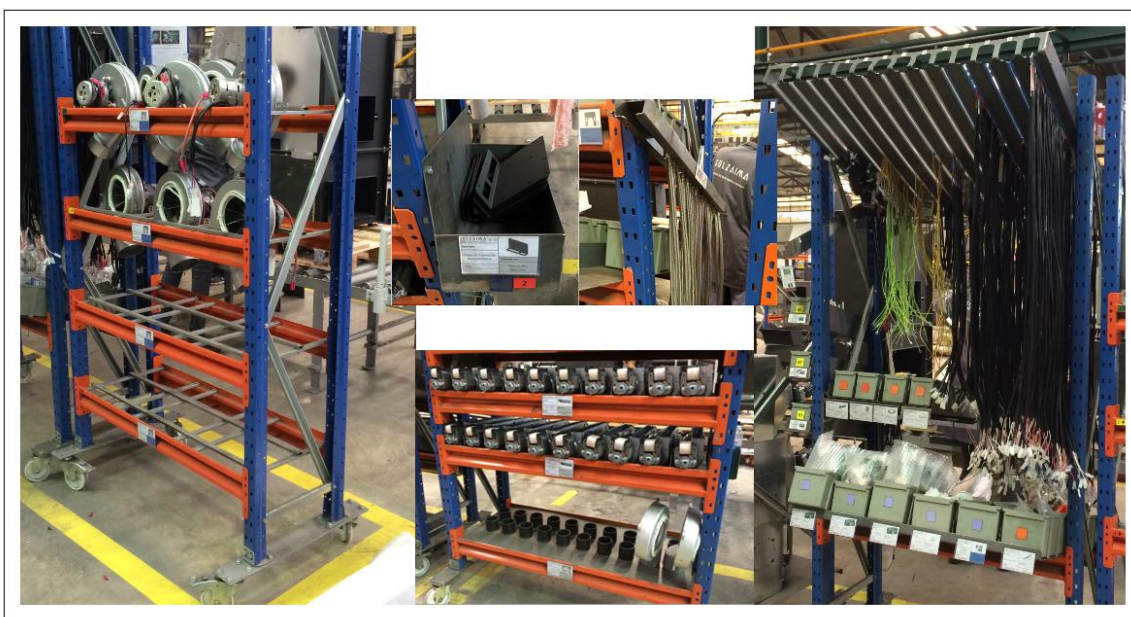


Figura 16 - Acondicionamentos especiais no bordo de linha.

Outra melhoria implementada foi a criação de *kits* de ferramentas (figura 17) personalizados para cada posto, contendo todas e apenas as ferramentas necessárias às operações de montagem realizadas naquele posto. Isto permite eliminar o tempo que o operador perde à procura de ferramenta, bem como movimentações desnecessárias devido à partilha de recursos entre postos. Seguindo o princípio da gestão visual, os *standards* de montagem estão colocados neste *kit*, de forma a que sejam de fácil consulta.



Figura 17 - Kit de Ferramentas.

A aplicação de 5S's foi estendida às bancadas de abastecimento à linha (figura 18), de forma a agilizar as operações e melhorar a limpeza nos postos de suporte. A alteração da disposição de componentes e ferramentas permite ganhos nos tempos de preparação. Também a integração dos componentes no sistema *kanban* permite facilitar o trabalho do *mizusumashi*, reduzindo o número de ruturas e períodos de espera, tendo um impacto positivo no tempo de preparação das pré-montagens.



Figura 18 - Bancada sem 5S's (à esquerda) vs bancada após 5S's.

4.2.2 - Reformulação da Logística de Abastecimento

Um dos grandes focos do projeto foi alcançar melhorias no sistema de abastecimento dos componentes à linha. Para tal, após a reestruturação do bordo de linha e aplicação de 5S's neste e nas bancadas, a cada componente a abastecer foi atribuída uma cor, correspondente ao local de abastecimento (figura 19). Os componentes provêm maioritariamente de 5 origens: armazém de matéria-prima (parafusaria - cor laranja), supermercado nas linhas de montagem (cinza), pintura interna (azul escuro), bancadas de apoio à linha (pré-montagens - amarelo) e pintura externa.



Figura 19 - Gestão Visual no sistema de abastecimento.

Após a atribuição e identificação das zonas de abastecimento, com o auxílio do *layout* (figura 20), foi feita uma reunião inicial com o supervisor e com o abastecedor logístico de forma definir as rotas e qual a melhor forma de as realizar, abastecendo todos os componentes, no menor tempo possível e da forma mais flexível.

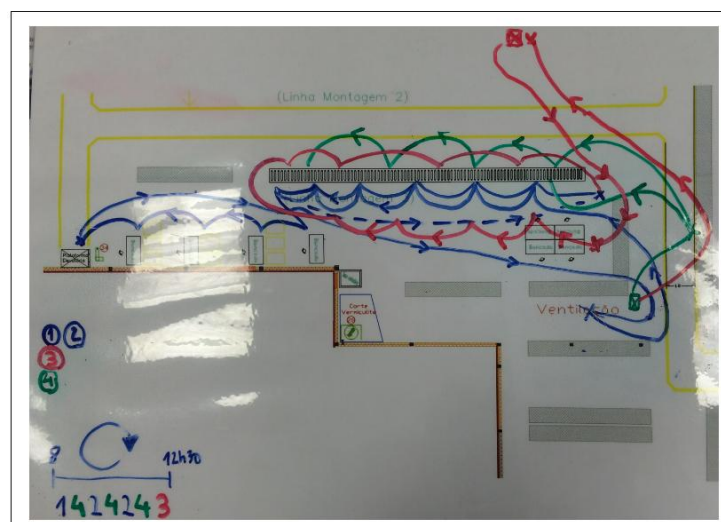


Figura 20 - Definição das rotas em ambiente de *workshop*.

A solução inicial gerada para as rotas, foi posteriormente refinada mediante as dificuldades sentidas na implementação prática, dando origem ao *standard* de trabalho para o abastecedor que é descrito resumidamente de seguida:

Existem quatro rotas de abastecimento, cuja duração individual e ordem pela qual são realizadas estão esquematizadas na figura 21:

- Rota 1 - Componentes de parafusaria (bordo de linha + bancadas) e entregar *kanbans* das pré-montagens nas bancadas.
- Rota 2 - Outros componentes (BL + bancadas) e trocar carros *kanban*.
- Rota 3 - Pintura Interna (bordo de linha + bancadas).
- Rota 4 - Pintura Externa.

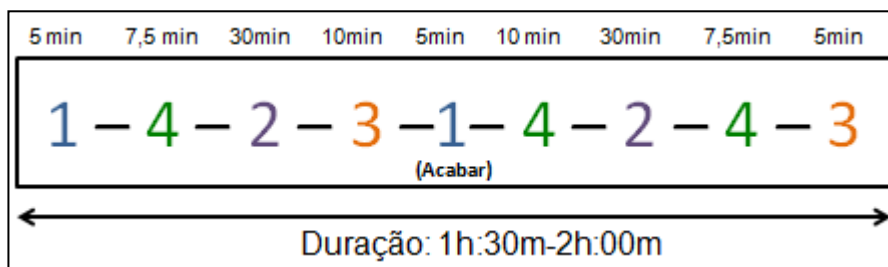


Figura 21 - Sequência de abastecimento linha *Pellets*.

Os passos a seguir para a realização de cada rota são os seguintes:

Tabela 4 - Sequência de abastecimento rota 1.

#	Descrição de tarefas Rota 1
1	Pegar no carro. Recolher <i>kanbans</i> vazios do bordo de linha (laranja + amarelo).
2	Entregar <i>kanbans</i> vazios (amarelos) nas bancadas para desencadear necessidades .
3	Recolher <i>kanbans</i> vazios (laranjas das bancadas) e recolher <i>kanbans</i> cheios (amarelos) nas bancadas.
4	Entregar <i>kanbans</i> vazios (laranja) na plataforma.
5	Abastecer <i>kanbans</i> amarelos no bordo de Linha e guardar carro no devido local. Ir fazer rota 2.
	Retomar a rota quando o armazém de baixo abastecer as gamelas.
6	Recolher <i>kanbans</i> laranja na plataforma.
7	Abastecer Bordo de Linha (<i>kanbans</i> laranja).
8	Deixar carro de abastecimento na plataforma elevatória.

Esta rota visa a reposição de componentes de parafusaria, pelo que apenas necessita de ser realizada uma vez por dia, dada a dimensão reduzida dos componentes. Para além destes, foi incluído nesta rota a entrega dos *kanbans* para as pré-montagens, de forma a despertar o mais cedo possível as necessidades de produção das bancadas e colocar os operadores a preparar as prioridades para o dia.

Tabela 5 - Sequência de abastecimento rota 2.

#	Descrição de tarefas Rota 2
1	Pegar no carro de abastecimento. Recolher gamelas cinza (bordo de linha + bancadas).
	Trocar carros vazios por cheios no bordo de linha (extratores, depósitos, esferovite, vasos, etc.) ao longo da passagem pelo bordo de linha.
2	Recolher <i>kanbans</i> (cabos).
3	Fazer <i>picking</i> no armazém de trás + supermercado dos componentes elétricos (encher gamelas cinza + recolher cabos). Dar baixas para efeitos de inventário.
4	Abastecer bordo de linha e repor <i>kanbans</i> das pré-montagens (amarelos).

Nesta passagem o operador abastece os componentes que são armazenados no supermercado das linhas, e é feita a troca dos carros *kanban* com componentes de grandes dimensões. É também feita a verificação do estado das pré-montagens, entregando/ abastecendo os *kanbans* se necessário.

Tabela 6 - Sequência de abastecimento rota 3.

#	Descrição de tarefas Rota 3
1	Trocar carros das portas.
2	Recolher <i>kanbans</i> com necessidades de pintura interna (bordo de linha + bancadas).
3	Fazer <i>picking</i> do material de pintura interna.
4	Abastecer bordo de linha + bancadas de pré-montagens.

Nesta rota são repostas as portas e os componentes de pintura interna no bordo de linha e das bancadas. Estes são abastecidos em *junjo* (abastecimento sequencial consoante o modelo em curso), sendo as necessidades pedidas no dia anterior.

O abastecimento de componentes de pintura externa é feito em paletes, através do uso de um *stacker*. Esta rota deve ter alta frequência, de forma a controlar os níveis de *stock* e baixar poucas paletes de cada vez.

Tabela 7 - Sequência de abastecimento rota 4.

#	Descrição de tarefas Rota 4
1	Dar alerta para fazer pré-montagens de pintura externa caso estejam em falta.
2	Baixar paletes dos componentes de pintura externa em falta e abastecer a linha.

Foram criados dois carros próprios para o operador logístico (figura 22), adaptados às necessidades específicas de cada rota, com espaço para as gamelas, suporte para cabos, local para os *kanbans*, etc. Assim é possível realizar o abastecimento de forma mais organizada, e há a garantia que o carro está sempre disponível para o abastecedor (até ao momento o carro de abastecimento era igual aos outros, acabando por ser usado para outros efeitos). O abastecimento dos componentes de parafusaria é feito diretamente no armazém de matéria prima, através de uma plataforma elevatória, pelo que a entrega de um carro próprio (à direita) para o efeito com os componentes a abastecer facilita a organização e o transporte dos componentes.



Figura 22 - Carros de abastecimento.

Com o operador logístico a seguir o *standard* de abastecimento e a implementação do sistema *kanban* foi possível:

- Reduzir o tempo de *setup* entre referências;
- Reduzir o inventário junto ao bordo de linha;
- Reduzir o tempo de abastecimento;
- Eliminar as deslocações de operadores para ir buscar componentes;
- Reduzir o número de ruturas e o tempo de espera entre operadores.

4.3 Standard Work

Outra das áreas de incidência do projeto foi a implementação desta ferramenta. As ações desenvolvidas são descritas de seguida.

4.3.1 - Estudo de tempos e operações de montagem

Até ao momento a sequência de montagem ficava ao critério do operador, estando por vezes mais do que uma pessoa por posto, ou a trabalhar várias máquinas em paralelo sem libertar equipamentos para o posto seguinte, entre outros problemas.

O primeiro passo para a implementação desta ferramenta foi estruturar a forma como as operações de montagem eram realizadas pelos operadores até então, e atribuir cada uma a um posto. De seguida, foi retirado o tempo de cada tarefa, de forma a poder verificar se a carga entre os operadores era equivalente e achar o tempo de ciclo.

4.3.2 - Balanceamento de operações

Posteriormente foram analisados os gráficos *Yamazumi*, gerados pela recolha dos tempos, com auxílio de uma folha de *Excel* (figura 23). Em alguns casos, foram analisadas as tarefas que não tinham precedências e feita a troca entre os postos, de forma a alinhar o mais possível o tempo de montagem do posto com o tempo de ciclo.

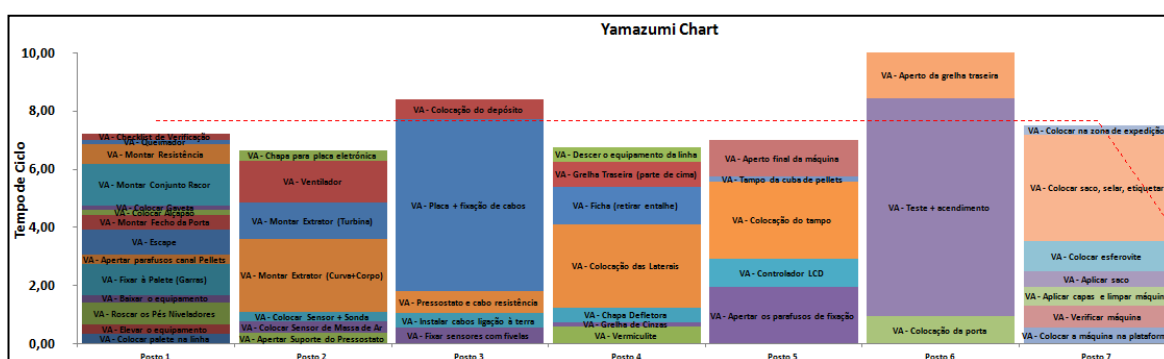


Figura 23 - Gráfico de nivelamento de operações gerado no Excel.

Na figura 24, é possível ver a diferença significativa entre os primeiros dois postos e os restantes. As mesmas operações dos dois postos eram realizadas na íntegra por operadores distintos, um em cada posto e cada máquina. Com a divisão e a separação das operações em dois postos balanceados, foi possível reduzir o tempo de montagem total de 20 minutos para cerca de 8 minutos em cada um dos dois postos. Esta melhoria é obtida essencialmente através de economias na movimentação dos operadores.



Figura 24- Nivelamento de tarefas em ambiente de workshop.

4.3.3 - Normas de montagem

De forma a normalizar a sequência de operações e facilitar a rotatividade entre postos e o treino de novos colaboradores, foram criados os passos normalizados para a montagem, para cada posto e cada equipamento (figura 25).

SGLZAIMA SOLUÇÕES DE AQUECIMENTO A BIOMASSA		INSTRUÇÃO DE MONTAGEM – DOURO 17	POSTO 7	
1	Tampo dos Turbuladores Verificar a máquina segundo pontos da Checklist (lado 1 da etiqueta de controlo final)		2	Fazer a limpeza geral da máquina
3	Colocar saco fino (800+300+300x1400x40)		4	Colocar e agrafar caixa á palete (Mod.43) Agrafos 20mm (x4)
5	Colocar placas de esferovite 50x33 cm (x7) (2 na parte da frente, 4 atrás (duas a duas sobrepostas) e 1 por cima)		6	Colocar ripas de Madeira (x4) (30x30x1240) nos cantos (interior) e agrafar à caixa Agrafos 20mm (x24) Fechar a parte superior da caixa Agrafos 18mm (x3)
7	Colocar e queimar saco retráctil (1000+250+250x1900x150)		8	Fixar estrutura de empilhamento Colocar estrado correspondente à palete P28 (800x750) e cintar a máquina (leva duas cintas).
9	Colocar etiqueta correspondente ao nº de série, declarar produção com PDA e preencher registos manuais! 		10	Colocar equipamento na zona de expedição (avançar para o fim de linha para recolha pelo empilhador)
IT08.41 Ed.1		Setor: Linha 3	Responsável: Montagem	Duração objetivo: <15 min

Figura 25 - Exemplo de uma instrução de montagem.

Este *standard* tem como objetivo reduzir a variabilidade no processo, tentando garantir que todos os operadores realizam as operações de igual forma, independentemente do posto/ modelo em que estejam a trabalhar. O tempo objetivo do *standard* é de 10 minutos para modelos a ar e 15 para máquinas a água. O tempo de ciclo calculado pela recolha de tempos ronda os 7,5 minutos para máquinas a ar e 13,5 minutos para máquina a água. É dada alguma folga, para considerar a fadiga e eventuais dificuldades do operador durante a montagem, tornando o objetivo realista, sendo esta informação clara para os operadores.

4.3.4 - Auditorias Kamishibai e Matriz de Competências

Como forma de garantir o cumprimento dos *standards* e ferramenta de sustentação das melhorias foi implementada a realização de auditorias de posto diárias, recorrendo ao cartão de controlo visível na figura 26.

KAMISHIBAI Montagem Linha 3	KAMISHIBAI Montagem Linha 3
As ferramentas e materiais estão no local definido?	As ferramentas e materiais estão no local definido? <input type="checkbox"/>
O posto encontra-se limpo?	O posto encontra-se limpo? <input type="checkbox"/>
Estão sinalizadas todas as necessidades de abastecimento?	Estão sinalizadas todas as necessidades de abastecimento? <input type="checkbox"/>
A sequência de tarefas especificada na instrução de montagem está a ser cumprida?	A sequência de tarefas especificada na instrução de montagem está a ser cumprida? <input type="checkbox"/>
O tempo de ciclo está a ser cumprido?	O tempo de ciclo está a ser cumprido? <input type="checkbox"/>
Data e Responsável:	Data e Responsável:

Figura 26 - *Kamishibai* usado nas auditorias de posto.

O supervisor vê se a forma de trabalhar do operador está de acordo com o *standard*, a nível de limpeza de posto, identificação de necessidades de abastecimento e cumprimento das normas de montagem. Caso o operador esteja a cumprir, o cartão é afixado com o lado verde no posto, sendo colocado no lado vermelho caso algum dos pontos de controlo não se verifique.

Quando um operador é auditado e cumpre o *standard*, é dado como apto para trabalhar naquele posto para aquele modelo. Esta informação é transposta para uma matriz de competências (figura 25). Esta reflete as capacidades dos operadores, servindo como auxílio à alocação de recursos e útil para situações de n-1 operadores.

Equipamentos		Posto											
ÁGUA	Douro 17	1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		6	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
AR	Alpes 8	1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		6	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Legenda: Sem formação Em formação Formado

Figura 27 - Excerto matriz de competências linha *Pellets*.

4.3.5 - Quadro Andon na Linha *Pellets*.

Como forma de acompanhamento do tempo de ciclo *standard*, e numa ótica de envolvimento e responsabilização da equipa, gestão visual e criação de fluxo, surgiu a iniciativa de implementar uma ferramenta que traduza, em tempo real, o estado do cumprimento dos objetivos na linha ao longo do dia.

Foi colocado no final de linha um televisor, que mostra o estado atual da produção diária (figura 28). A informação é calculada e gerada através de um ficheiro *Excel*, que calcula se o último equipamento foi produzido dentro do tempo de ciclo definido para esse modelo, indicando também o estado acumulado total do dia e o número total de equipamentos produzidos. Em caso de não cumprimento, o operador tem de inserir um motivo, que será depois compilado num gráfico para posterior análise. Esta informação é visível em toda a linha (e para os restantes funcionários), criando alguma pressão para o cumprimento de objetivos, pois ninguém gosta de "estar no vermelho".



Figura 28 - Quadro *Andon* com estado da produção em tempo real.

4.3.6 - Indicador de produtividade

No início do projeto foi estabelecido o indicador de produtividade de forma a medir o impacto das ações desenvolvidas. O gráfico abaixo (figura 29) retrata a evolução deste a partir de Novembro, altura em que começaram a ser implementadas as melhorias no bordo de linha e sistema de abastecimento. Foi também a partir deste período que o número de operadores afetos à linha se definiu de forma mais clara, com a inclusão do abastecedor na equipa, que até então era responsável pelo abastecimento de três linhas.

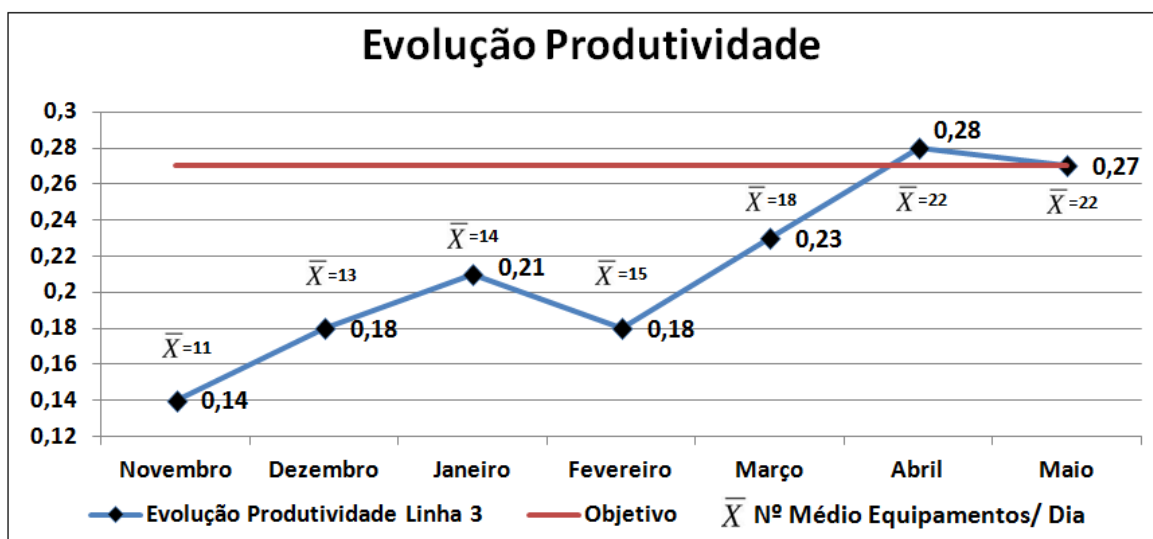


Figura 29 - Evolução Indicador Produtividade.

É possível observar uma evolução positiva ao longo do projeto, com valores a rondar o objetivo estabelecido nos últimos meses de implementação. O valor da produção diária tem vindo a estabilizar em torno dos 25 equipamentos, no entanto ainda existe alguma disparidade no *output* da linha, havendo dias abaixo e outros acima deste valor, o que dificulta o planeamento. Ao longo do projeto o número de funcionários da linha esteve um abaixo dos funcionários padrão definidos. Apesar de não afetar a produtividade (supostamente implica mais produção mas são realizadas mais horas), este fator afeta a produção real, pelo que os 25 equipamentos talvez fossem alcançáveis com um recurso adicional, pois por vezes existe a necessidade de os operadores dos postos saírem da linha para fazer pré-montagens e outras tarefas.

Capítulo 5 - Conclusão

5.1 - Reflexão sobre o trabalho realizado

Ao longo deste projeto foi possível comprovar a eficácia das ferramentas *Lean*. A definição e divulgação de indicadores e a implementação de *KAIZEN* Diário na equipa associada à linha de montagem permite um acompanhamento da evolução da performance desta. A orientação para objetivos é essencial para o bom desempenho das equipas, desde que estes sejam ambiciosos, mas passíveis de ser atingidos. A implementação de *KAIZEN* Diário e a realização de reuniões diárias permite uma maior responsabilização das equipas e um maior comprometimento dos colaboradores com os objetivos definidos. Também permite aumentar o espírito de equipa e o envolvimento nas ações de melhoria.

As linhas de montagem são lugares de alto valor acrescentado, quer pelo consumo de componentes, quer pelo número elevado de recursos que geralmente necessitam. Tendo isto em mente, é necessário dar prioridade ao bordo de linha e garantir que os operadores de montagem dispõem de condições favoráveis à correta execução do seu trabalho. Tal implica um correto armazenamento e uma eficiente logística de abastecimento de componentes. Este trabalho deve ser feito por um operador logístico dedicado, para que os elementos da montagem apenas se dediquem às operações de valor acrescentado, concentrando assim todo o *muda* no abastecedor. A limpeza do posto, o facto de apenas ter os recursos e componentes necessários para as operações e a existência de *kits* de ferramenta são também pequenos fatores que influenciam positivamente a produtividade, ao tornar o operador mais ágil.

A implementação de um *standard* de abastecimento com rotas e horário definido e o uso de *kanbans*, permite um trabalho mais estruturado e eficaz por parte dos operadores logísticos. Este fator leva a menos ruturas na linha e a uma maior celeridade no abastecimento, ao evitar movimentações desnecessárias. A integração das zonas a montante da linha (bancadas de pré-montagens) no sistema *kanban* permite um melhor sequenciamento da produção, levando ao desencadeamento automático e correspondente produção por parte dos operadores, facilitando a gestão de componentes e estruturação do trabalho. Outro benefício é, em períodos em que a cadência de trabalho seja menor, se possa adiantar e abastecer os componentes das referências que vão entrar de seguida, aumentando a flexibilidade da linha.

Embora ainda numa fase inicial de implementação, é possível observar benefícios através da implementação de *Standard Work*. O nivelamento das tarefas pelos postos e a preocupação em que os operadores trabalhem equipamento a equipamento (*one piece flow*) permitem criar fluxo na linha e diminuir o tempo de espera. A informação contida nos *standards* permite estabelecer uma ordem de montagem normalizada e auditar se as operações estão a ser realizadas da forma mais eficiente (conhecida até ao momento). Estes servem também como ferramenta de treino para novos colaboradores.

Outro aspeto observado foi que, uma vez enraizados na equipa de produção, os conceitos *Lean* tornam-se algo natural, sendo feito o uso de ferramentas de forma espontânea. Este aspeto foi visível na criação de uma nova célula de montagem, pela necessidade de uniformizar os processos a montante com a metodologia seguida na linha de montagem, pois é uma forma mais eficaz de organizar o trabalho e fazer visualmente o levantamento de necessidades.

As ferramentas *KAIZEN/ Lean* permitem um aumento significativo da produtividade com um investimento relativamente baixo. Conforme descrito no capítulo anterior é possível observar um aumento crescente do valor do indicador ao longo do projeto estando próximo do objetivo estabelecido nos meses finais de implementação. No entanto, é necessário um acompanhamento próximo por parte da gestão, e a alocação de recursos para garantir que os benefícios alcançados se mantenham e que haja continuidade no sistema de melhoria contínua.

O contributo do estagiário para o projeto passou pelo acompanhamento dos indicadores de produção, auxílio na implementação de *KAIZEN* Diário, criação de uma base de dados de componentes da linha, dimensionamento dos *kanbans*, implementação de 5S's, estudo de tempos e métodos, balanceamento das operações e criação de instruções de montagem.

No que diz respeito à logística, o contributo traduziu-se na associação de cada componente ao respetivo supermercado/ local de abastecimento, para que a recolha pelo abastecedor se torne mais fácil. Posteriormente foi feito o acompanhamento do abastecedor e auxílio na definição e otimização das rotas de abastecimento, analisando detalhadamente a rotina do operador logístico e fazendo o levantamento das dificuldades sentidas.

5.2 - Desenvolvimentos futuros

A extensão do trabalho desenvolvido a nível da logística de abastecimento às outras linhas de montagem iria criar sinergias e facilitar o trabalho dos abastecedores, permitindo uma identificação das necessidades mais rápida e eficaz. A inclusão dos componentes destas linhas nas rotas de abastecimento e no sistema *kanban* permitiria eliminar movimentações desnecessárias e libertar os abastecedores para outras tarefas.

O balanceamento das operações de montagem e a criação de normas de montagem não são suficientes para retirar todo o potencial do *standard work*. É necessário um acompanhamento mais próximo pelos supervisores e a realização de auditorias de posto periodicamente. Este aspeto e a melhoria contínua dos *standards* são um fator essencial para o sucesso desta ferramenta, para que haja motivação e entusiasmo nos colaboradores ao seguir o *standard*, tendo consciência que assim estão a ter um melhor desempenho e a retirar o potencial máximo do seu trabalho.

Os benefícios alcançados pela implementação deste tipo de projetos podem ser difíceis de "transformar em euros", especialmente no curto prazo, pelo que a sua validade pode ser questionada. As rotinas e problemas do dia-a-dia deixam pouco tempo livre aos supervisores para se focarem nos aspetos de melhoria. Só com o comprometimento da gestão de topo e uma visão de obter benefícios no longo prazo será possível alcançar e sustentar melhorias, de forma a abraçar verdadeiramente a filosofia *KAIZEN/Lean*.

Referências Bibliográficas

- Apreutesei, M., Sucio, E., Arvinte, I.R., Munteanu, D. (2010). "Application of Kanban System for Managing Inventory". Bulletin of the Transilvania University of Brasov, vol. 3, no.52, pp. 162-166;
- Chan, F.T.S. (2001); Effect of kanban size on just-in-time manufacturing systems. Journal of Materials Processing Technology, vol. 116, pp. 146-160;
- Dewi, S., Setiawan, B., Nugroho, S. (2013) "5S Program to reduce change-over time on forming department (Case study on CV piranti works temanggung)". IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, vol. 43, pp. 1-8;
- Félix, J (2013)."Uma Metodologia Kaizen para a Gestão de Equipas Operacionais". Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto;
- Hicks, B.J (2007). "Lean information management: Understanding and eliminating waste". International Journal of European Management, vol. 27, pp. 233-249;
- Imai, M. (1986)."Kaizen: The key to Japan's competitive success". McGraw-Hill;
- Johansson, P., Lezama, T., Malmsköld, L., Sjögren, B., Ahlström, L. (2013); Current State of Standardized Work in Automotive Industry in Sweden. Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems, no.56, pp. 151-156;
- Lyu, J. (1996). "Applying Kaizen and Automation to Process Reengineering". Journal of Manufacturing Systems, vol. 15, no. 2, pp. 125-132;
- Melton, T. (2005). "The Benefits of Lean Manufacturing - What Lean Thinking has to Offer the Process Industries". World Congress of Chemical Engineers, vol. 83, pp. 662-673;
- Saurin, T., Ferreira, C. (2009)."The impacts of lean production on working conditions: A case study of a harvester assembly line in Brazil". International Journal of Industrial Ergonomics, vol. 39, pp. 403-412;
- Treville, S., Antonakis, J. (2006). "Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues". Journal of Operations Management, vol. 24. pp. 99-123;
- Womack, J. P., Jones, D.T. e Ross, D. (2007) . The Machine that Changed the World. London: Simon & Schuster.
- Simon & Schuster.Five Missing Pieces in Your Standardized Work, por Lean Enterprise Institute. Disponível em: <http://www.lean.org/shook/DisplayObject.cfm?o=1320>, consultado a 5 de Maio de 2014.