



Instituto Superior de Contabilidade e Administração

Politécnico de Coimbra



Kobetsu Kaizen/ Práticas empresariais de melhoria contínua Caso de Estudo: Altri Florestal S.A

Tiago Ferreira N. S Cordeiro

ISCAC | 2022



**Instituto Superior
de Contabilidade
e Administração**

Politécnico de Coimbra

Tiago Ferreira Nunes dos Santos Cordeiro

**Kobetsu Kaizen/ Práticas empresariais de melhoria contínua
Caso de Estudo: ALTRI Florestal S.A**

Coimbra, julho de 2022



**Instituto Superior
de Contabilidade
e Administração**

Politécnico de Coimbra

Tiago Ferreira Nunes dos Santos Cordeiro

**Kobetsu Kaizen/Práticas empresariais de melhoria
contínua**

Caso de Estudo: ALTRI Florestal S.A

Trabalho de dissertação submetido ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de **Mestre em Gestão Empresarial**, realizado sob a orientação da Professora Ana Cristina dos Santos Amaro.

Coimbra, julho de 2022

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Declaro ser o autor deste trabalho de dissertação, que constitui um trabalho original e inédito, que nunca foi submetido a outra Instituição de ensino superior para obtenção de um grau acadêmico ou outra habilitação. Atesto ainda que todas as citações estão devidamente identificadas e que tenho consciência de que o plágio constitui uma grave falta de ética, que poderá resultar na anulação do presente projeto.

Enquanto houver vontade de lutar haverá esperança de vencer.

Santo Agostinho

Dedico este trabalho à minha filha e aos meus pais, por estarem sempre ao meu lado e por me terem ensinado a não desistir.

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação é o culminar de um sonho e de uma ambição pessoal. Uma fase da minha vida alcançada com muito sacrifício, coragem e dedicação. Foi também uma oportunidade de refúgio num momento menos bom da minha vida e onde tive a possibilidade estimular o meu autoconhecimento. Foi também um privilégio gratificante conhecer professores e colegas fantásticos, numa instituição que considero referência na área dos negócios.

Todo este percurso não teria sido possível sem o apoio de algumas pessoas, possivelmente sem elas, não teria realizado o meu sonho. Desta forma, não poderia deixar de lhes agradecer.

Gostaria de começar por agradecer à minha orientadora, o Professora Doutora Ana Cristina dos Santos Amaro, por todo o apoio, disponibilidade e ensinamentos, ingredientes imprescindíveis para a concretização desta dissertação.

Quero agradecer também à minha equipa de trabalho, pelo espírito incrível, com que sempre superaram as dificuldades do dia-a-dia, foi uma base importante para ter força anímica para enfrentar este desafio.

Por último, ainda que não menos importante, quero agradecer à Administração da ALTRI Florestal S.A, e parabenizo-a pela excelência da sua visão estratégica.

RESUMO

O abastecimento de matérias-primas à indústria é um dos principais pontos de vantagem competitiva para seu foco de negócio. O *Kaizen*, enquanto prática da melhoria contínua, “*hoje melhor que ontem*”, apresenta-se como uma metodologia eficaz e transversal a toda a organização.

O presente trabalho analisa algumas das técnicas e ferramentas *Kaizen*, que podem contribuir de forma significativa para uma melhor gestão de processos empresariais. Adicionalmente pretende-se averiguar o sucesso da aplicabilidade da metodologia *Kaizen* no contexto de uma empresa do sector florestal, assim como avaliar a magnitude e impacto desta forma de gestão. Neste domínio considerou-se o caso da ALTRI Florestal, S.A., que seguindo os bons exemplos das suas congéneres do grupo ALTRI SGPS, implementou o programa de melhoria contínua.

Com a investigação realizada, foi possível concluir, que a aplicação da metodologia de melhoria contínua, e em particular o *Kobetsu Kaizen* é uma mais valia para a ALTRI Florestal.

A metodologia *Kobetsu* veio demonstrar que o trabalho em equipa, o desejo de melhorar e a capacidade de aprender com os erros, são fundamentais para o crescimento das organizações, assim como das pessoas que delas fazem parte. Prova disso foram as inovações e os impactos operacionais e financeiros alcançados pela organização.

Palavras-chave: Biomassa; Gestão *Lean*; *Kaizen*; *Kobetsu*; Melhoria contínua.

ABSTRACT

The supply of raw materials to industry is one of the main competitive advantages for the Business focus. Kaizen, as a practice of continuous improvement, "*today better than yesterday*", presents itself as an effective methodology that applies across the entire organisation.

This study analyses some of the Kaizen tools and techniques that can make a major contribution to improve the management of corporate processes. In addition, it aims to investigate the application success of the Kaizen methodology in the context of a forestry industry company, as well as to assess the impact of this management approach. In this domain the case of ALTRI Florestal, S.A. was considered, which, following the good examples of its counterparts from the ALTRI SGPS group, implemented the continuous improvement program.

With this investigation it was possible to conclude that the application of the continuous improvement methodology, and *Kobetsu* Kaizen, is an advantage for ALTRI Florestal.

The *Kobetsu* methodology has shown that teamwork, the wish to improve and the ability to learn from mistakes are crucial for the growth of the organisations, as well as for the people who are part of them. Proof of this were the innovations and the operational and economic impacts that were generated in the company.

Keywords: *Biomass; Lean management; Kaizen; Kobetsu; Continuous Improvement.*

ÍNDICE GERAL

TERMO DE RESPONSABILIDADE.....	ii
AGRADECIMENTOS	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
Introdução	1
Motivação e Contexto.....	2
Questões de Investigação.....	3
Objetivos e Metodologia.....	4
Objetivos Geral	4
Objetivos Específicos	4
Metodologia de investigação	5
Estrutura do trabalho	5
1. Enquadramento Teórico.....	6
1.1 Princípios <i>Kaizen e Lean</i>	6
1.2 Práticas e Ferramentas de Melhoria nas Organizações.....	10
1.3 Biomassa – da Investigação ao Negócio.....	22
1.4 <i>Data Analytics e Kaizen</i>	25
1.5 Síntese	32
2. Metodologia de investigação	33
2.1 Análise de conteúdos e bibliometria	34
2.2 Resultados e evidências	35
2.3 Procedimentos metodológicos	38
2.4 As questões da Biomassa no Estudo.....	40
2.5 Síntese	42
3. Kaizen nas Práticas empresariais da ALTRI, S.A.	43

3.1	Caracterização da ALTRI, S.A	43
3.2	O problema Organizacional de Gestão da Biomassa	45
3.3	Avaliação e priorização de estratégias	46
3.4	Arquitetura do <i>Kobetsu Kaizen</i>	51
3.5	Design de Soluções	59
3.6	Síntese	65
4.	Análise Crítica da Implementação e dos Resultados	66
4.1	Apreciação da implementação	66
4.2	Resultados Operacionais	67
4.3	Resultados Financeiros	73
4.4	Aprendizagens.....	77
4.5	Síntese	81
	Conclusões	82
	- Análise Crítica	83
	- Perspetivas de trabalho futuro.....	85
	Referências Bibliográficas	87
	ANEXOS	93
	ANEXO 1 - Exemplo de <i>VSM</i>	94
	ANEXO 2 – Estrutura operacional de produção de biomassa.....	95
	ANEXO 3 – A3 de Follow-up do <i>Kobetsu Kaizen</i>	97
	ANEXO 4 – Mapa de priorização de soluções de melhoria - <i>Kickoff</i>	99
	ANEXO 5 – Análise <i>SWOT</i> setor da biomassa	100
	ANEXO 6 – <i>Dashboards Power BI</i>	101

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz de Gestão de Tensões elaborado para o abastecimento de biomassa	21
Tabela 2- Tipologia de biomassa analisadas.	61
Tabela 3 - Resultados das amostragens realizadas durante o ensaio.....	70
Tabela 4 –Estados “as is”; “Should be” and “To be”	74
Tabela 5 - Comparação de performance situação “ <i>as is</i> ” e “ <i>To be</i> ”.....	75
Tabela 6 - Resultados entre o consumo de cepos crivados vs biomassa convencional.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Casa do <i>Lean</i>	7
Figura 2- Os cinco princípios <i>Kaizen</i> para as Organizações	9
Figura 3- Exemplo de um Quadro de <i>Kaizen</i> Diário.....	12
Figura 4 - Estrutura de um projeto <i>Kobetsu Kaizen</i>	14
Figura 5- Ciclo PDCA.....	16
Figura 6 - Programa 5 S (Senso).....	17
Figura 7- Ciclo produtivo da biomassa florestal	23
Figura 8- Esquema de funcionamento de uma Caldeira Termoelétrica a Biomassa Florestal	24
Figura 9- Equação que diferencia a metodologia <i>Kaizen</i>	26
Figura 10 - Exemplo de fluxo de dados num sistema de modelação <i>Power BI</i>	27
Figura 11 - VOSviewer para a palavra-chave <i>Kaizen</i>	36
Figura 12 - VOSviewer para a palavra-chave <i>kobetsu</i>	36
Figura 13 - VOSviewer para a palavra-chave <i>forest biomass</i>	37
Figura 14 – Localização das Centrais de Biomassa geridas pelo Grupo Altri	40
Figura 15 - Metodologia utilizada no projeto.....	47
Figura 16 - VSM elaborado no âmbito deste projeto.	49
Figura 17 – Motivos impactantes no consumo específico de biomassa.....	50
Figura 18 - Análise Causas Raiz – Elevado Teor Inertes.....	52
Figura 19 - Análise Causas Raiz – Elevado Teor Humidade.....	53
Figura 20 - Análise Causas Raiz – PCI.....	53
Figura 21 – Caraterização do estado inicial “as is”.....	54
Figura 22– Cronograma do plano de ação definido para o projeto.	55
Figura 23 – Caraterização do estado desejado “ <i>should be</i> ”.....	55
Figura 24 – Diagrama de esquematização do plano de ação do projeto.	60
Figura 24 – Amostra de Biomassa Florestal.	61
Figura 26 – Processo de crivagem de cepos em ensaio de campo.	63
Figura 27– Vistoria técnica realizada por técnico da ALTRI Florestal	64
Figura 28 – Exemplo de uma equipa durante uma reunião de <i>Kaizen</i> Diário.....	65

Figura 29 – <i>Repport</i> com a quantificação em peso e energia da biomassa rececionada	68
Figura 29 – Crivo <i>Kleemann</i> em operação de crivagem de cepos	69
Figura 31 – Novo modelo operacional de trituração de cepos com crivagem.	71
Figura 31 – Exemplo do formulário da <i>App</i> desenvolvida para as vistorias de qualidade.....	72
Figura 33 – Resíduos inertes provenientes da crivagem de cepos.	76
Figura 34 – <i>Microsoft Power Apps</i> no desenvolvimento da APP das vistorias de qualidade.....	80

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Exemplo de Diagrama de <i>pareto</i> elaborado para o abastecimento de biomassa.	20
Gráfico 2 – Evolução da percentagem de humidade durante o período de caraterização.....	57
Gráfico 3- Evolução da percentagem de inertes durante o período de caraterização.....	58
Gráfico 4– Resultados consolidados do processo de crivagem de cepos.....	70
Gráfico 5 – Evolução do custo da energia da biomassa adquirida e consumo específico.....	74

Lista de abreviaturas, acrónimos e siglas

BFR – Biomassa Florestal Residual

BI – *Business Intelligence*

CTB – Central Termoelétrica a Biomassa

Gj – Gigajoule

IT - Informação Tecnológica

JIT – *Just in time*

Kg – Quilograma

KPI - *Key Performance Indicator*

MJ - Megajoule

MWh - Megawatt-hora

MWe – Megawatt elétrico

PCI – Poder calorífico inferior

PCS – Poder calorífico superior

SBM – Sociedade Bioelétrica do Mondego

TON – Tonelada

TPM - *Total Productive Maintenance*

TPS - *Toyota Production System*

VSM - *Value Stream Mapping*

Introdução

O presente trabalho surge no âmbito da dissertação de Mestrado em Gestão Empresarial, da Coimbra Business School | ISCAC, intitulada “*Kobetsu Kaizen/ Práticas empresariais de melhoria contínua – Caso de estudo: ALTRI Florestal S.A*”. Neste capítulo descreve-se de forma sumária o enquadramento do trabalho, a sua justificação, as motivações associadas, e apresenta-se ainda as questões de investigação, os objetivos da dissertação e a estrutura do documento escrito.

O trabalho de investigação proposto tem como foco a área da gestão de processos, mais concretamente a gestão assente nos pilares da melhoria contínua, que visam aprimorar processos, transformar procedimentos, reduzir recursos e aumentar a produtividade, de forma a alcançar uma gestão cada vez mais eficaz e confiável.

A dissertação de mestrado foi realizada com base na investigação sobre a metodologia *Kaizen* e o seu potencial de sucesso em implementação industrial. A título de concretização e ilustração da metodologia foi acompanhado o processo de melhoria contínua levado a cabo pela ALTRI Florestal, S.A, um grupo de referência a nível mundial na gestão florestal. Assim, o trabalho descreve e avalia a aplicação, em contexto real, do *Kaizen* aos processos de uma empresa de base florestal.

Por outro lado, o foco no *Kobetsu*, enquanto ferramenta *Kaizen*, resulta do facto de se tratar de um importante suporte nos projetos de melhoria contínua dentro das organizações, estando presente em diversos sectores de atividade.

Neste contexto, o acompanhamento da implementação do *Kobetsu Kaizen* representou uma nova e importante oportunidade de investigação aplicada, no trabalho de dissertação. A aprendizagem proporcionada pelo seguimento da implementação numa organização industrial, e pelo contexto real da análise, criam condições para o desenvolvimento de uma investigação de cariz aplicado. Adicionalmente, procurou-se reunir informações e dados para avaliar o impacto da implementação do *Kobetsu* na organização.

Motivação e Contexto

A energia representa, desde a antiguidade, um papel fundamental no desenvolvimento social e económico da humanidade. Este recurso proporciona conforto individual, mobilidade e riqueza, a nível industrial e comercial (EEA, 2006).

O recente aumento dos preços do petróleo trouxe à luz a crescente dependência da Europa em relação às energias importadas. Perante esta realidade, a Europa tem sido pressionada a desenvolver o sector energético, tendo por base novas fontes, particularmente as que têm menor impacto no ambiente, que permitam reduzir a dependência energética (Carrasco, 2001).

A nível nacional tem-se assistido ao crescimento do mercado da biomassa florestal. Na verdade, embora exista uma grande área florestal em Portugal, apenas agora se começa a ter consciência das potencialidades deste recurso. Portugal sendo membro da União Europeia, é obrigado a cumprir os objetivos europeus, nomeadamente na utilização de fontes de energia renováveis.

O grupo ALTRI, SGPS, de ora em diante designado apenas por ALTRI, é um dos principais grupos económicos nacionais, que aliou a experiência na área florestal com o interesse nas potencialidades da biomassa, enquanto recurso energético, e avançou para a instalação de centrais de biomassa por ser uma boa oportunidade de negócio. Para o grupo, um dos maiores problemas inerentes à utilização de biomassa florestal é a qualidade e a variabilidade do combustível.

Assim, a necessidade de encontrar soluções para os problemas operacionais provocados pela constante variação na qualidade da biomassa, motivou a implementação do processo de melhoria contínua na ALTRI Florestal. O desafio, passa por criar uma nova forma de gerir o abastecimento de biomassa, usando uma metodologia *Kaizen*, para mitigar ou eliminar os problemas causados pela qualidade do combustível.

A este propósito importa referir que a biomassa utilizada nas maiores centrais termoelétricas em Portugal é biomassa florestal residual, maioritariamente resultante de processos de abate de árvores e limpeza das florestas e também de resíduos de preparação de madeira em

processos industriais, nomeadamente na produção de pasta de celulose, que desperdiça cascas e ramagens de árvores, principalmente, de eucalipto e pinheiro (Fernandes, 2015).

A garantia da qualidade biomassa é um dos grandes objetivos para as empresas com foco na melhoria do desempenho energético, no aumento da eficiência e na diminuição dos constrangimentos operacionais.

Questões de Investigação

O conjunto de questões de investigação que se seguem tem patente, por um lado, os princípios e fundamentos do *Kaizen*, e por outro, o contexto de implementação ao caso de estudo da ALTRI Florestal, aos seus processos e à especificidade do seu modelo de gestão.

Assim, no que reporta à metodologia *Kaizen* importa referir questões de investigação como:

Q1: Há evidência da adequação da metodologia *Kaizen* à gestão dos processos da biomassa?

Q2: Qual a estrutura e faseamento de um *kobetsu* e quais os indicadores chave de desempenho que devem ser avaliados? **Q3:** Quais as métricas mais adequadas para avaliar o impacto financeiro de um *kobetsu*? **Q4:** Que tecnologias podem suportar e potenciar a operacionalização de um *Kobetsu Kaizen*?

Adicionalmente, no que respeita à especificidade da implementação de um *Kobetsu Kaizen* no setor industrial, mais concretamente à gestão da qualidade da biomassa florestal, importa responder a questões como: **Q5:** É possível melhorar as especificações “ideais” da biomassa? **Q6:** É viável criar novos mecanismos de valorização da biomassa? **Q7:** A qualidade da biomassa sofre alterações?

E, no que reporta às questões do trabalho em equipa, importa ainda avaliar se: **Q8:** Há novas rotinas de trabalho em equipa, entre os diferentes sectores? **Q9:** Os colaboradores e a gestão de topo reconhecem a importância do *Kaizen*? **Q10:** São patrocinadas regularmente novas oportunidades de melhoria?

Objetivos e Metodologia

Objetivos Geral

O trabalho de investigação desenvolvido no âmbito da dissertação tem como objetivo central a análise crítica da gestão de processos, segundo a metodologia *Kaizen*, e avaliar o sucesso da sua aplicação industrial, numa área como a de abastecimento de biomassa florestal.

O principal objetivo desta dissertação é, então, apresentar uma apreciação crítica de vários contributos da literatura no âmbito do *Kaizen* e dos instrumentos de gestão de processos que lhe estão associados. A avaliação de requisitos e de determinantes de aplicabilidade da metodologia em contexto real de indústria (i.e., a implementação do *kobetsu Kaizen*), constitui um outro importante objetivo.

Objetivos Específicos

A título de objetivo específico, este trabalho pretende analisar o caso de aplicação industrial de um *kobetsu kaizen*, junto de uma empresa florestal líder no sector e nas cadeias de abastecimento florestal.

Assim, utilizando o exemplo de aplicação dessa metodologia, num contexto empresarial, pretende-se entender o seu impacto, e as vantagens e desvantagens de se investir na gestão *Kaizen* de processos, numa organização industrial. Para tanto, são avaliadas as mudanças efetuadas, o investimento e a mudança de mentalidade e de processos, associados à implementação da metodologia, e os “ganhos” alcançados.

Com o objetivo de melhorar e apoiar o processo de tomada de decisão, seguindo princípios de uma gestão moderna e eficaz, será também atendida a identificação de indicadores de gestão, com aplicabilidade no contexto de um *kobetsu*, e a oportunidade de utilização de ferramentas de *Business Intelligence* como o *Power BI*, no registo visual e acompanhamento da dinâmica do *Kobetsu Kaizen*.

Metodologia de investigação

Por metodologia de investigação entende-se o caminho seguido, os métodos e as técnicas utilizadas no trabalho de investigação, tendo em vista alcançar os objetivos definidos.

Assim, o presente trabalho de investigação, fundamentado na sistematização da literatura, efetua uma análise crítica de um caso de aplicação da metodologia *Kaizen*, a um processo industrial de gestão e melhoria da qualidade. Trata-se, pois, de um estudo em que a revisão da literatura que dá fundamentação científica à investigação que parte de um “paradigma” de gestão assente numa metodologia *Kaizen*.

A integração e especificidade do contexto de aplicação da metodologia *Kaizen* introduz um faseamento de etapas no trabalho de investigação, que serão apresentados em detalhe no capítulo dedicado à Metodologia.

Estrutura do trabalho

O presente trabalho está organizado em 4 capítulos, para além da presente Introdução, onde é feito um pequeno sumário do tema, apresentando o problema que motiva a realização do trabalho e respetiva dissertação, bem como os objetivos que se pretendem atingir. No capítulo 1 é feito o enquadramento teórico do trabalho, nomeadamente ao nível das metodologias de melhoria contínua. No capítulo 2 é apresentada a metodologia de investigação utilizada na dissertação. No capítulo 3 é feita a contextualização do trabalho, assim como a descrição da metodologia utilizada para a realização de cada uma das tarefas do projeto. No capítulo 4 procede-se à apresentação dos resultados assim como a sua análise crítica. Por fim, são apreciadas as principais Conclusões relativas à investigação desenvolvida, e adicionalmente são feitas algumas considerações para trabalhos futuros.

1. Enquadramento Teórico

No presente capítulo é apresentada a envolvente teórica compilada e desenvolvida em torno dos conceitos relacionados com a melhoria contínua e os seus aspetos chave para o presente trabalho, nomeadamente, a melhoria da qualidade da biomassa florestal residual. Serão apresentados vários conceitos no âmbito dos princípios *Lean* e *Kaizen*, sendo dado uma maior importância ao conceito *Kobetsu Kaizen*, pelo papel de destaque que representa na aplicação, em contexto industrial, das metodologias de gestão tratadas no presente trabalho. Por fim serão apresentados os indicadores chave, discutida a sua importância e métodos de análise. O *Business intelligence* é também apreciado no âmbito dos recursos e tecnologias disponíveis para explorar a monitorização dos processos e desencadear o seu *reporting*.

1.1 Princípios *Kaizen* e *Lean*

Muitos contributos da literatura referem, atualmente, práticas de *Kaizen* e poucas vezes explicitam esta palavra, aparecendo mais referidos os termos *Lean* e *JIT* (i.e., *Just In Time*). Sendo certo que, várias técnicas foram criadas na Toyota, pode afirmar-se que quando *Ohno*, entre outros, as desenvolveu, estava já a praticar, ou melhor, a contribuir para o *Kaizen*. Note-se, assim, que os próprios peritos na metodologia *Kaizen* têm, frequentemente, dificuldades em separar os vários conceitos e técnicas que convergiram para o *Kaizen* (Simões, 2013).

A esse propósito, Simões (2013), citando no seu trabalho Coimbra (2009), dá um exemplo, de uma visita à Toyota, no Japão,

“...um participante que perguntou a um diretor da Toyota qual era a diferença entre o Kaizen e o Lean. Esse diretor refletiu por uns minutos e depois disse que conhecia melhor o Kaizen, pois esse era o modelo que a Toyota aplicava, mas, pelo que tinha lido, no ocidente a palavra Lean era muito conhecida. Parece-me, disse ele, que a diferença é que o Kaizen é o processo e o Lean é o resultado. Ou seja, com o Kaizen envolvemos as pessoas, estabelecemos objetivos para a melhoria e vamos ao Gemba (lugar onde o valor é acrescentado) para procurar novas ideias e para as implementar na hora. O resultado podemos chamá-lo de Lean, pois no final temos mais produtividade, mais qualidade, menos stocks e mais motivação dos nossos empregados.”

Na gestão *Lean*, a melhoria da eficiência de processos é crucial. Este tipo de gestão é uma filosofia focada na redução ou eliminação de desperdícios materiais e até mesmo processuais. A gestão *Lean* é baseada no balanceamento do fluxo das operações e da produção ao mesmo tempo. Tem como objetivo a melhoria da qualidade e a redução do custo de produção, produzindo no tempo certo a qualidade certa, desejada pelo cliente (Gerger, 2018).

De acordo com Gerger (2018) o conceito *Lean* apresenta variações de empresa para empresa, confundindo-se muitas vezes o processo com as suas práticas. No entanto, a forma mais comum de resumir o *Lean* assenta nos pilares da Qualidade, da Entrega ou Distribuição e do Custo, conforme Figura 1, e procura dar resposta, a questões como:

- Qualidade: É boa o suficiente?
- Entrega/Distribuição: Consegue chegar ao cliente quando ele precisa?
- Custo: Tem o preço certo?

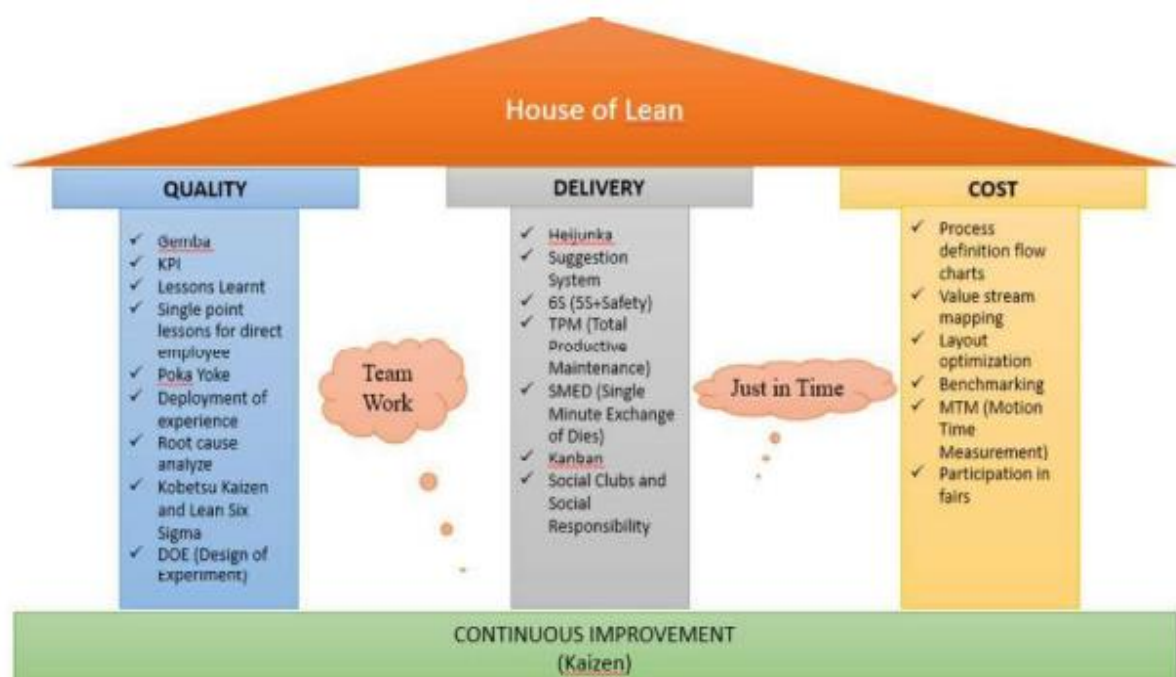


Figura 1- Casa do Lean (Gerger, 2018)

A adoção de práticas *Lean* e a transformação de empresas tradicionais em empresas *Lean*, passa pelo envolvimento e mudança de cultura de todos os colaboradores, adotando uma mentalidade receptiva à melhoria contínua (Santos, 2014).

A melhoria contínua pressupõe uma evolução gradual do desempenho, algo que acontece todos os dias de forma constante, não se coaduna com a complacência, muito menos com o cruzar de braços perante os problemas (Pinto, 2003).

Por outro lado, no que se refere ao *Kaizen*, constatamos que tem as suas origens na história da *Toyota*. Em 1902, *Sakichi Toyota* inventou uma máquina de teares de madeira à prova de erro que mudou a produção para sempre. Esta invenção introduziu um novo mecanismo-chave (*Jidoka*), que parava a máquina sempre que um fio se partia, evitando assim erros e defeitos. Este tornou-se o conceito *Jidoka* do *Toyota Production System* (TPS) que está intimamente ligado à eliminação de erro. O *Kaizen* é uma filosofia que envolve todos os colaboradores e define o papel da gestão em incentivar continuamente a implementação de pequenos ajustes que tornem o processo mais eficiente, eficaz, manejável e adaptável. Estes ajustes são geralmente realizados a pouco ou nenhum custo extra, sem técnicas sofisticadas ou equipamentos caros (Abdulmouti, 2018).

Tal como refere Pinto (2015), o conceito *Kaizen* é desenvolvido por Masaaki Imai, no Japão, e atualmente é conhecido e praticado em todo o mundo como uma filosofia de melhoria contínua.

O *Kaizen* foca-se na simplificação, dividindo processos complexos nos seus subprocessos e melhorando-os. Normalmente, *Kaizen* começa com a procura de resposta para o “como produzir eficientemente com recursos limitados (homem, material, máquina)?”. Segundo o *Kaizen*, isto significa tão somente que não é necessário utilizar todos os recursos e mão-de-obra disponíveis. Pelo contrário, a gestão deve centrar-se na poupança de mão-de-obra, espaço, equipamento, material e tempo e na eliminação de processos desnecessários, até mesmo assinaturas em papelada (Abdulmouti, 2018).

O princípio de gestão dos recursos passa, por exemplo, por removê-lo imediatamente, quando o recurso não for utilizado, em vez de tentar usá-lo. As poupanças resultantes do *Kaizen* podem geralmente ser conseguidas perguntando quanta mão-de-obra e quantos bens são necessários para atingir um nível de produtividade-alvo (Abdulmouti, 2018).

Para que qualquer pessoa na organização adote hábitos de melhoria contínua, é primeiro necessário que tenha o conhecimento e perceba o porquê de fazer melhoria contínua e o que fazer nesse sentido (Figura 2). A Melhoria contínua é uma metodologia segundo a qual as pessoas (donas dos processos, e cientes da permanente necessidade de mudar) trabalham em conjunto para melhorar o desempenho dos seus processos, aproximar o desempenho aos valores referência e, continuamente, acompanhar e responder às necessidades e expectativas dos clientes (Pinto, 2003).



Figura 2- Os cinco princípios *Kaizen* para as Organizações (Kaizen Institute, 2021)

O conceito *Kaizen* é a definição do esforço contínuo, dia após dia, que cada trabalhador desenvolve para melhorar todos os processos de uma organização. Ao analisar algumas das grandes empresas Japonesas é possível entender a importância que atribuem ao *Kaizen*. Esta forma de gerir e trabalhar tem ajudado essas empresas a afastar os competidores dos seus mercados, ao habituarem os seus clientes a níveis elevados de satisfação com a qualidade dos seus produtos (Coimbra, 2013).

O *Kaizen* estimula a melhoria contínua, tanto em grandes como em pequenos processos, conduzindo as organizações ao sucesso. Vários especialistas defendem que muitas pequenas melhorias contínuas num determinado processo produzem mais resultados efetivos que grandes melhorias pouco numerosas (Juneja, 2022).

O processo *Kaizen* procura a melhoria contínua não só nos processos de produção, mas em todos os outros processos empresariais. A implementação das ferramentas do *Kaizen* não é uma responsabilidade individual, mas sim da organização, envolvendo todos os seus membros. Todos os indivíduos independentemente do seu cargo hierárquico devem contribuir incorporando as melhorias nos seus processos de trabalho (McLoughlin & Miura, 2018).

De acordo com o Abdulmouti (2018) os princípios de uma implementação *Kaizen* (Figura 2), podem ser resumidos da seguinte forma: 1) Quando um caso anormal ocorrer, vá ao *Gemba* primeiro; 2) Consulte os dados (máquina, material, falhas, rejeições, condições de segurança, etc); 3) Tome contramedidas temporárias no local; 4) Remova as causas raiz; 5) Normalize para evitar problemas. Este foi o primeiro passo para rejuvenescer uma grande empresa como a *Toyota*, é aplicável a muitas outras empresas.

Atualmente, o *Kaizen Institute* está estabelecido em 6 continentes e em mais de 45 sectores de atividade. Têm mais de 55 escritórios por todo o mundo e já realizaram projetos de melhoria contínua em mais de 60 países, os seus consultores falam em mais de 30 línguas diferentes (Kaizen Institute, 2021).

A missão de Institutos como o *Kaizen Institute* é apoiar a mudança através do desenvolvimento das pessoas e da melhoria dos processos, levando o conhecimento à prática e estabelecendo a confiança em qualquer das organizações. A principal referência do *Kaizen Institute* é a *Toyota*, onde tem acompanhado todo o desenvolvimento das atividades *Kaizen* (Cernadas, 2008).

De acordo com a referência do próprio *Kaizen Institute*, (2021): “*Ajudamos líderes a atingir sonhos de melhoria de performance, e a implementar culturas de melhoria contínua*”.

1.2 Práticas e Ferramentas de Melhoria nas Organizações

A generalidade das metodologias fundamentadas na procura constante de melhoria contínua foram criando e descobrindo ferramentas para ajudar as organizações a atingir mais facilmente os seus objetivos, eliminando os desperdícios e maximizando os seus rendimentos.

Nesta secção são descritas resumidamente várias das ferramentas utilizadas numa gestão *Kaizen*, e relevantes para o sucesso da sua implementação.

- ***Kaizen* diário**

O *Kaizen* diário, é uma ferramenta que tem por objetivo desenvolver equipas que perpetuem a procura de melhoria contínua através de um novo comportamento e não de eventos esporádicos. Neste sentido, o *Kaizen* diário pretende acompanhar a mudança física com uma mudança comportamental para que na globalidade se dê uma mudança cultural e não se voltem a adotar os métodos de trabalho anteriores (Batista, 2013).

O *Kaizen* diário é uma ferramenta *Lean*, que serve para envolver a equipa em práticas diárias como: a) acompanhar o cumprimento de padrões de trabalho e qualidade; b) identificar potenciais melhorias; c) resolver problemas e; d) acompanhar indicadores de desempenho pelas equipas locais, para envolver mais a criatividade das pessoas (Prado, Pato, Ático, & Silva, 2019).

De acordo com o *Kaizen Institute*, (2021), o *Kaizen* diário, é capaz de transformar essas novas práticas em hábitos, sustentando o novo processo de uma mudança de orientação e atitudes, cujos benefícios podem ser: I) alinhamento dos objetivos em toda a organização, e melhor comunicação; II) criação de mecanismos de resolução rápida de problemas; III) criação e manutenção de padrões pelas equipas locais; IV) minimização do impacto de tarefas não planeadas; V) suporte das melhorias realizadas nos projetos *Kaizen* e; VI) contribuição para a criação de uma cultura de melhoria contínua.

O acompanhamento na realização de indicadores de desempenho pelas equipas locais, é importante para envolver mais a criatividade e empenho por parte dos colaboradores. À medida que essas práticas se tornam habituais, as melhorias de desempenho são sustentadas, criando um *feedback* positivo que promove o processo de mudança cultural (Pinto E. , 2015).

Normalmente uma reunião de *Kaizen* diário não excede os 15 minutos, é realizada no chão de fábrica (*gemba*) e todos os colaboradores são convidados a participar de forma organizada e sucinta.

- **Quadro *Kaizen***

O quadro de *Kaizen* deve conter toda a informação necessária à gestão e a uma comunicação eficaz entre os elementos do grupo, servindo de suporte a reuniões de equipa normalizadas. O quadro de equipa deve ser entendido como uma ferramenta de trabalho do dia-a-dia, puramente operacional, e não como um elemento complexo de gestão, sem efeito prático na rotina da equipa (Kaizen Institute, 2021).



Figura 3- Exemplo de um Quadro de *Kaizen* Diário (Altri, Altrinews, 2017)

O quadro de *Kaizen* é uma das ferramentas mais importantes para uma correta implementação do *Kaizen* diário. A utilização desta ferramenta visa monitorizar os objetivos previamente estabelecidos e assim proporcionar uma maior organização das equipas e consequentemente atribuir-lhes responsabilidades (Pinto E. , 2015).

Os quadros ajudam na gestão visual dos indicadores e são um espaço para registo dos desvios, análise de causas raiz, descrição de ações e prazos para as completar, etc. As reuniões, de curta duração, asseguram que os problemas são discutidos entre os operadores e os seus líderes e que são definidas soluções (Palma, 2017).

De referir que nestes quadros estão apenas representados os indicadores importantes para a equipa, com o objetivo de se criarem melhorias que se reflitam em valor. Os indicadores devem ser expostos de forma atrativa, visual e de fácil interpretação (Fonseca, 2020).

- ***Kobetsu***

De acordo com *Kaizen Institute* (2021), a abordagem do *Kobetsu Kaizen* é um dos principais pilares para a manutenção e maximização da eficiência de processos. Uma das suas principais valências é a unificação dos esforços dos elementos da equipa de trabalho na persecução da melhoria contínua. O *Kobetsu Kaizen* é uma ferramenta registada do *Kaizen Institute* e é um processo de resolução estruturada de problemas, sendo um dos principais pilares do sistema *TPM (Total Productive Maintenance)*.

As implementações *Kaizen* geralmente são realizadas de duas maneiras na indústria. A mais simples, com a aplicabilidade do desígnio *Kaizen* é geralmente usada em trabalhos de melhoria mais simples com base no seu objetivo e conteúdo. Os projetos *Kobetsu Kaizen* são implementados em questões mais complexas e que necessitam de sistematização. O termo *Kobetsu* refere-se a atividades que melhoram continuamente todos os processos e envolvem todos os colaboradores (Gerger, 2018).

De acordo com a literatura existem dezasseis categorias de desperdício (*Muda*), sistematizadas em 3 pilares que afetam a eficiência: o equipamento, os recursos humanos e os recursos de produção. O *Kobetsu Kaizen* atua em (Sütöová, 2012):

Perdas que afetam a eficiência do equipamento:

1. Perdas por falha do equipamento
2. Perdas no tempo de preparação e afinação
3. Perdas de arranque
4. Perda com tempos inúteis e micro paragens
5. Perda de redução da velocidade
6. Perda por defeitos e retrabalho
7. Perdas com interrupções planeadas
8. Perdas com a troca de ferramentas

Perdas que afetam a eficiência do trabalho humano:

9. Perdas de gestão
10. Perda de movimento operacional
11. Perdas devido à organização da linha
12. Perdas logísticas
13. Perdas de medição e regulação

Perdas que afetam o uso eficaz dos recursos de produção:

- 14. Perdas energéticas
- 15. Perdas consumíveis
- 16. Perdas de rendimento

Os projetos *Kobetsu Kaizen* considerados aptos para implementação são conduzidos de acordo com um faseamento estruturado de etapas (Figura 4). Esta ferramenta promove a resolução estruturada e sequencial de problemas (Kaizen Institute, 2021) .

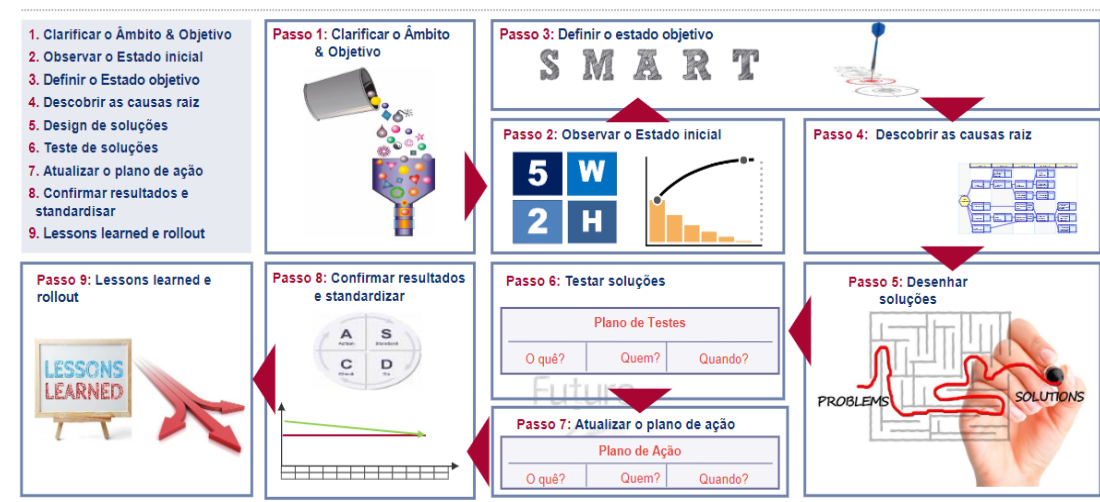


Figura 4 - Estrutura de um projeto *Kobetsu Kaizen* (Kaizen Institute, 2021)

De acordo com Quelhas (2010), esta técnica desenvolve-se de acordo com as seguintes etapas:

1. **Seleção do problema** – através da análise de dados relativos acontecimentos anómalos e outros fatores que influenciam negativamente as operações, um problema é identificado.
2. **Descrição do problema** – nesta etapa procura-se a compreensão mais detalhada do problema em questão. De modo a tornar esta tarefa eficaz recorre-se à técnica dos 5W e 2H designadamente: *What?*; *When?*; *Where?*; *Who?*; *Which?* *How much?* *How?*
3. **Definição de objetivos** – na da equipa envolvida na ferramenta, é definido um objetivo de melhoria para o problema em questão. O objetivo deve ser SMART:
 - a) **Simple** – deve ser de fácil compreensão e perçetível para os operadores;

- b) Mensurável – objetivo deve ser quantificável;
 - c) Atrativo - deve produzir um efeito estimulante para as pessoas envolvidas;
 - d) Realista – deve ser um objetivo exequível. Deve ter em consideração todas as condicionantes que envolvem o problema;
 - e) Temporal – deve ser definido um tempo limite para atingir o objetivo.
4. **Análise do problema** – esta etapa é realizada tendo como suporte o VSM (*Valeu Stream Mapping*) e o A3 de seguimento.
 5. **Plano de ações** – são desenvolvidas um conjunto de ações de melhoria, em que, para cada ação, é definido um responsável e uma data de conclusão;
 6. **Verificação** – a evolução dos resultados é constantemente atualizada tal como o estado das ações determinadas na etapa anterior;
 7. **Normalização** – de acordo com os resultados obtidos é definido um novo *standard* ou norma de trabalho que deve ser cumprido e respeitado;
 8. **Comunicação** – todos os colaboradores envolvidos no dia-a-dia devem ser informados das novas normas e alterações realizadas e receber um plano de treino e formação para uma melhor perceção e adaptação à nova realidade.

- **PDCA – Plan-Do-Check-Act**

De acordo com Pinto (2003), o ciclo PDCA é conhecido como o ciclo de melhoria contínua ou ciclo de Deming. A sua origem remonta aos anos 30, e deve-se a Walter Shewart, no entanto só a partir dos anos 50, pela mão de W.E. Deming, no Japão, é que o ciclo começa a ser popularizado. Trata-se de uma sequência muito simples que serve de guia à melhoria contínua, à realização de mudanças ou mesmo à análise de situações. O ciclo está dividido em quatro partes, tal como se mostra na figura 5.

O Ciclo PDCA é um método de gestão, que propõe um caminho a ser seguido para que as metas estabelecidas possam ser atingidas. Na utilização do método, poderá ser preciso utilizar várias ferramentas analíticas de recolha, processamento e tratamento de dados necessárias à condução das etapas do PDCA (McLoughlin & Miura, 2018).

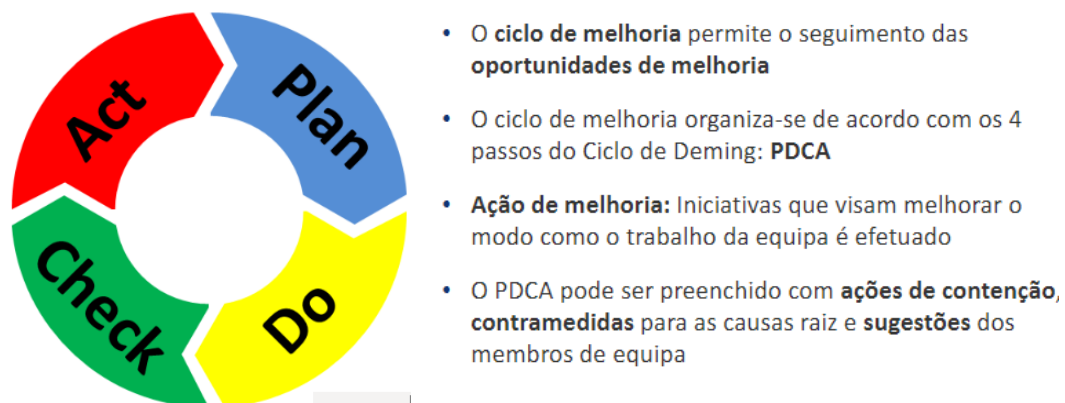


Figura 5- Ciclo PDCA (Kaizen Institute, 2021)

De acordo com McLoughlin & Miura (2018): o ciclo compreende os seguintes passos:

Plan: A equipa seleciona um processo (atividade, método, máquina ou política, por exemplo) que precisa de ser melhorado. A equipa documenta então o processo selecionado normalmente analisando dados, definindo objetivos qualitativos para melhorar e discutindo várias formas de alcançar os objetivos. Depois de avaliar os benefícios e custos das alternativas, a equipa desenvolve um plano com medidas quantificáveis para melhorar.

Do: A equipa implementa o plano e monitoriza o progresso. Os dados são recolhidos continuamente para medir as melhorias no processo. Quaisquer alterações no processo são documentadas, e novas revisões são feitas conforme necessário.

Check: A equipa analisa os dados recolhidos durante o passo 'Do' para saber até que ponto correspondem às metas estabelecidas no passo 'Plan'. Se existirem grandes deficiências, a equipa poderá ter de reavaliar o plano ou parar o projeto.

Act: Se os resultados forem bem-sucedidos, a equipa documenta o processo revisto de modo a que se torne o procedimento padrão para que todos o possam usar. A equipa pode então instruir outros colaboradores na utilização do processo revisto.

Este método ajuda a organização a testar os seus processos antes de começar com o fluxo de produção. É uma forma da organização fazer um *teste drive* antes de agir, para saber se os resultados que querem vão ser obtidos e evitando causar desperdícios e falhas que podiam encontrar caso agissem de imediato antes de passarem por todas as outras etapas do ciclo.

Esta ferramenta permite que os erros sejam encontrados e corrigidos atempadamente (Daccak, 2020).

- **5 S**

O Japão foi o grande disseminador da qualidade para o mundo. A utilidade da ferramenta denominada “5S” ou “*Housekeeping*” surgiu por volta de 1950, logo após a 2ª guerra mundial, com a necessidade de combater os desperdícios das fábricas e a desorganização estrutural sofrida pelo Japão (McLoughlin & Miura, 2018).

O princípio 5S base é a organização no local de trabalho, sendo uma boa filosofia de limpeza. É um conceito prático que significa perceber o fluxo mais suave e uma sincronização nos processos (Abdulmouti, 2018).

O 5S é um conjunto de conceitos simples que, ao serem praticados, são capazes de modificar o ambiente de trabalho de uma organização, alterando o comportamento dos colaboradores e melhorando processos. Usando as mãos para agir, a cabeça para pensar e o coração para sentir, pode-se criar um ambiente de qualidade, usando os cinco sentidos. O termo 5S é derivado de cinco palavras japonesas iniciadas com a letra S (McLoughlin & Miura, 2018).

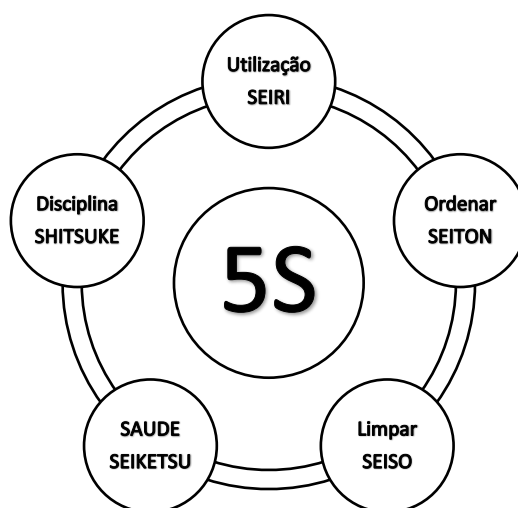


Figura 6 - Programa 5 S (Senso) (elaboração própria)

O primeiro passo da implantação é o senso de utilização, depois os sentidos de organização, limpeza, saúde e autodisciplina. O senso de utilização destina-se a separar tudo o que é necessário do que não é necessário. O segundo, o de organização, pretende organizar todo o material que foi separado na etapa anterior. O terceiro sentido, limpeza, tem o intuito de educar o colaborador para que o mesmo limpe e deixe sempre limpo o seu local de trabalho. O senso de saúde busca evitar problemas físicos e mentais, ou seja, adequar o ambiente ao colaborador, deixando-o ergonômico, fornecendo equipamento de proteção individual (quando necessário) e fornecendo um local de trabalho agradável após a implantação dos três primeiros sentidos. E por último, a autodisciplina, pretende reforçar tudo que foi implantado até o momento e estimular os colaboradores a manter o programa por longo tempo (Silva & Trigueiro, 2016).

Ao implantar o programa 5S, é possível observar um local mais limpo, organizado, seguro e ergonômico. Um local sem a desordem dos papéis, documentos, ferramentais e materiais, propicia autoestima e estimula a rotatividade dos funcionários. Se todo o material estiver devidamente organizado e de fácil acesso permitirá ao colaborador resolver os problemas de forma mais prática e sem desgastes (Silva & Trigueiro, 2016).

- **Mapeamento do Fluxo de Valor**

O Mapa de Fluxo de Valor, representa um contributo importante no caminho para a excelência operacional inerente à redução das atividades sem valor acrescentado e à diminuição do desperdício. O VSM tem como forma de processo a observação direta de fluxos de informação e de materiais conforme eles ocorrem, resumindo-os visualmente e vislumbrando um estado futuro com um melhor desempenho (Nero, 2017).

Trata-se de uma representação gráfica de todas as atividades de valor acrescentado, desperdícios envolvidos no fluxo dos materiais e qualquer tipo de informação necessária para a produção de produtos ou prestação de serviços. O objetivo principal desta ferramenta é descrever o fluxo de valor no processo produtivo, identificando as atividades que agregam e não agregam valor, bem como todos os desperdícios, implementando ações de melhoria. Adicionalmente à informação transmitida através de um fluxograma é conjuntamente apresentada a informação do fluxo necessário para planejar e ir ao encontro do que o cliente

procura, assim como tempos de ciclos, tempos de *setup* e tempos de inventário, entre outras informações possíveis de incorporar (Franco, 2019).

O autor Franco (2019) referindo o trabalho de Serrano et al (2008), descreve as diferentes fases da ferramenta *VSM*:

1. Seleção de uma família de produtos;
2. Mapeamento do estado atual (*As Is*);
3. Mapeamento do estado futuro (*To Be*);
4. Definição do plano de ação;
5. Implementação das ações.

O *VSM* é um método muito útil e tem sido um dos mais utilizados no universo de aplicações do *Lean* em empresas. Este é um método simples e eficaz que, numa fase inicial ajuda a gestão, a engenharia e as operações a reconhecerem o desperdício e a identificarem as suas causas. O processo *VSM* inclui o mapeamento físico do “estado atual”, enquanto foca o estado pretendido (Pinto, 2003) .

O mapeamento leva em consideração tanto o fluxo de materiais como o fluxo de informações e ajuda bastante no processo de visualização da situação atual e na construção da situação futura. Por outro lado, esta é uma ferramenta que se concentra nas questões relativas à redução dos tempos (*lead time*) dos processos. Em algumas aplicações *VSM*, o *lead time* poderá ser o único aspeto considerado neste tipo de ferramenta, dada a necessidade na sua redução. Além dos aspetos associados ao tempo, o *VSM* procura também chamar a atenção para o custo dos processos, considerando-os nos processos de análise e de tomada de decisão.

- **Gráfico de Pareto**

O gráfico de *pareto* é um diagrama de barras, extremamente prático, que analisa os dados relativos a um problema e designa a prioridade para solucioná-lo. É levado em conta, neste gráfico, o impacto que o problema representa para o todo. Desta forma, há uma grande objetividade na análise e priorização dos fatores de determinado problema, o que faz desta ferramenta uma das preferidas em qualidade (Svaldi, 2000).

O autor Svaldi (2000), citando Car e Litmann (1992), refere que o diagrama de *Pareto* usa uma abordagem de classificação para enumerar as causas de acordo com suas contribuições para atingir um dado efeito. A causa principal é vista do lado esquerdo do diagrama e as causas menos 50 importantes são mostradas em ordem decrescente do lado direito. Em geral, a melhoria inicia-se a partir da causa mais importante, indo para as outras em ordem decrescente e assim por diante.

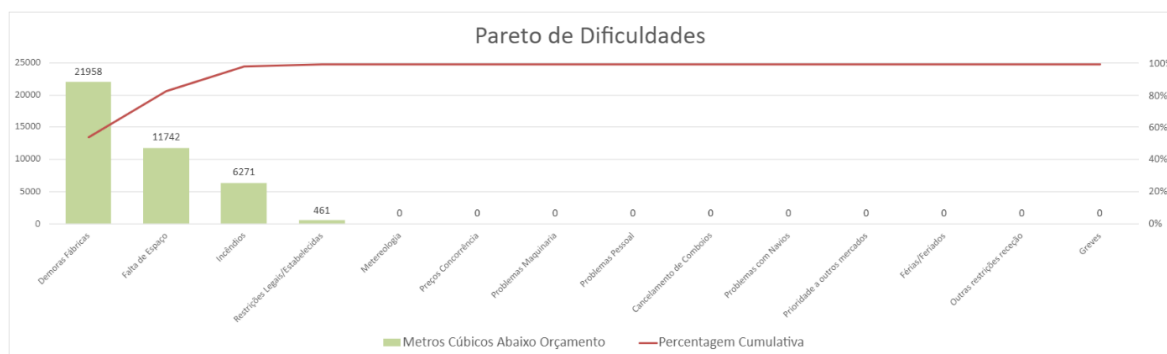


Gráfico 1- Exemplo de Diagrama de *pareto* elaborado para o abastecimento de biomassa (elaboração própria).

Este princípio faz a classificação de acontecimentos de acordo com a sua frequência e importância. Esta análise ajuda o gestor a focar a sua atenção e atividades realmente importantes para a boa gestão em detrimento de acontecimentos menos impactantes para o objetivo pretendido.

Matriz de Tensões

O trabalho de Baltazar (2021), refere diversos autores, retratando a matriz de tensões como uma ferramenta *Kaizen* para a melhoria contínua, cuja sua principal utilidade reside na definição racional das prioridades a atribuir às várias ações a tomar face a determinados problemas que possam surgir. Esta ferramenta permite assim aos seus utilizadores efetuar uma ordenação adequada dos diferentes problemas com que se deparem, de acordo com a relevância que cada um deles apresenta.

Tabela 1 - Exemplo de Matriz de Gestão de Tensões elaborado para o abastecimento de biomassa (elaboração própria)

Matriz de Gestão de Tensões				
Nota: Alt+Enter para criar nova linha		Gravidade		
Probabilidade Ocorrência	Alta	Problemas de qualidade (Madeiras Afonso)		
	Média	Descarga dos fardos		
	Baixa			

A Matriz de Tensões contém em si três elementos que a compõem, cuja sua avaliação compreende-se entre os valores de 1 a 5 em cada um dos elementos.

São eles (Baltazar, 2021):

Gravidade - Corresponde ao nível de dificuldade de análise associada ao problema em causa, ou seja, o quão impactante pode ser esse problema num dado contexto, tendo em conta determinados aspetos que o caracterizam, tais como: as tarefas, as pessoas, os resultados, os processos, as organizações, entre outros. Para a classificação deste elemento, deverão ser ainda considerados os efeitos a médio e longo prazo que o problema analisado possa acarretar se não se encontrar resolvido previamente;

Urgência- É o período de tempo que requer o cumprimento do plano de ação em resposta ao problema identificado. Para a classificação deste elemento, a mesma apresentará valores mais altos tanto quanto maior for a urgência e vice-versa, significando uma urgência maior, naturalmente, um menor período de tempo para a resolução do problema identificado;

Probabilidade - de o problema apresentar uma dimensão maior com o decorrer da atividade onde o mesmo ocorre. Quanto à classificação deste terceiro elemento, cabe ao utilizador averiguar o nível de agravamento que o problema identificado pode apresentar progressivamente.

As tensões são analisadas e priorizadas por gravidade, calculando-se para isso o valor total correspondente à priorização, o qual é obtido multiplicando as classificações de cada um dos três elementos. Se determinado acontecimento apresentar um elevado rácio de gravidade e consequente probabilidade de ocorrência é aqui que os esforços de gestão se devem

concentrar. Com todos os valores reunidos, o gestor procede posteriormente aos respetivos planos de ação associados a cada um dos problemas.

1.3 Biomassa – da Investigação ao Negócio

O Decreto-Lei nº127/2013 define biomassa como os “produtos que consistem, na totalidade ou em parte, numa matéria vegetal proveniente da agricultura ou da silvicultura que pode ser utilizada como combustível para efeitos de recuperação do seu teor energético, bem como os seguintes resíduos, quando utilizados como combustível:

- Matéria-prima vegetal resultantes de atividades nos domínios da agricultura e da silvicultura;
- Resíduos vegetais da indústria de transformação de produtos alimentares, se o calor gerado for recuperado;
- Resíduos vegetais fibrosos da indústria de pasta virgem e de produção de papel, se forem co-incinerados no local de produção e se o calor gerado for recuperado;
- Matérias-primas de cortiça;
- Resíduos de madeira, com exceção dos resíduos de madeira que possam conter compostos orgânicos halogenados ou metais pesados resultantes de tratamento com conservantes de madeira ou com revestimento, incluindo, nomeadamente, os resíduos de madeira deste tipo provenientes de resíduos de construção e demolição”

A biomassa é considerada uma fonte de energia renovável porque o seu ciclo de vida provém da existência do Sol, como fonte de energia. Através do processo de fotossíntese, a energia solar é captada pela clorofila das plantas que a converte em energia química, processando o dióxido de carbono, água e minerais em compostos orgânicos e oxigénio. A combustão da biomassa vai libertar o dióxido de carbono anteriormente capturado, que mais tarde voltará a entrar no processo, dando início a um novo ciclo (Mateus, 2006).



Figura 7- Ciclo produtivo da biomassa florestal (Mateus, 2006)

O uso de biomassa florestal para produção de energia elétrica constitui uma alternativa interessante à utilização de combustíveis de origem fóssil, de que Portugal é importador, e deve, portanto, ser explorada. No entanto, esse uso não é, nem deve evoluir para ser, uma solução única e simples que resolverá o problema energético do País, existindo algumas situações que o desaconselham (CELPA, 2004).

Um dos aspetos principais, relacionados com a biomassa, está na sua cadeia de abastecimento. Uma boa estratégia logística é essencial para que todos os elementos da cadeia de abastecimento estejam em total sintonia, de modo a tornar o mais eficiente possível todo o funcionamento de uma organização (Nunes M. , 2012).

Os atuais sistemas florestais produzem principalmente biomassa para energia como subproduto da exploração da madeira para a indústria transformadora. No entanto, em certas circunstâncias, a biomassa pode ser um produto primário do ciclo de vida das florestas, nomeadamente, através de práticas de gestão e silvicultura, como por exemplo, reflorestações, cortes sanitários, limpezas florestais, etc. Os resíduos florestais geralmente constituem 25-45% da madeira explorada (IEA, 2002).

Segundo o Decreto-Lei nº 5/2011, consideram-se centrais dedicadas a biomassa florestal as centrais construídas na sequência dos concursos públicos lançados em 2006 pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), ou outras centrais, que ainda não se encontrem em exploração, mas que já tenham autorização de instalação atribuída, para utilização de biomassa florestal residual como combustível.

A transformação da biomassa em energia é feita através de um processo de queima numa caldeira, que resumidamente, produz vapor de água sob pressão a partir da energia de um combustível e de um elemento comburente. A caldeira é constituída por diversos dispositivos associados, estando estes perfeitamente integrados para permitir a obtenção do maior rendimento térmico possível, ou seja, de uma forma mais simples, a caldeira não passa de um recipiente pressurizado no qual a água é introduzida e, pela aplicação contínua de energia, se converte em vapor (Cardoso, 2016).

As Centrais, funcionam por norma, num regime de 24 horas por dia 350 dias por ano, com um consumo médio dependente da potência e eficiência instalada na caldeira, de forma a produzir vapor de alta pressão numa caldeira, o qual seguidamente é alimentado a uma turbina de condensação para produção de energia elétrica.

A biomassa proveniente do exterior, é entregue sob duas grandes formas: triturada pronta a consumir e não triturada necessitando de processamento intermédio para que possa ser consumida. Nas instalações a biomassa já triturada é transportada por camiões, os quais fazem a respetiva descarga numa fossa de receção. Dai é conduzida por transportadores a um sistema de remoção de pedras e outros materiais indesejáveis, antes de armazenada em silos preparados para o efeito, com alimentação pelo topo e extração pelo fundo através de dois parafusos sem-fim. O silo pode também receber biomassa interna, resultante nomeadamente de linhas de descasque. A biomassa é conduzida do silo por tapetes transportadores para dois pequenos silos diários que alimentam a caldeira.

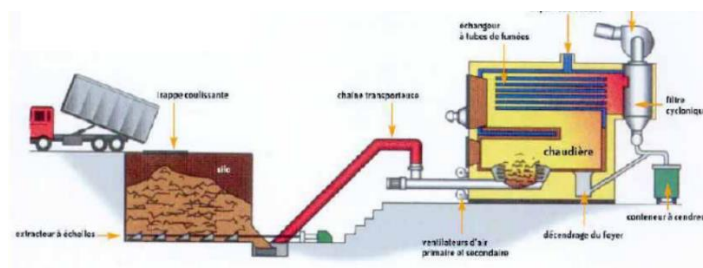


Figura 8- Esquema de funcionamento de uma Caldeira Termoelétrica a Biomassa Florestal (ADEME, 2008)

A exploração de biomassa pode ser entendida como um conjunto de operações florestais (anexo 2) desenvolvidas com o objetivo final de abastecer uma unidade transformadora de energia. Trata-se, portanto, de uma cadeia de abastecimento e pode ser dividida em duas componentes principais: a produção da biomassa florestal e a logística do abastecimento (Netto, 2008).

A complexa cadeia de fornecimento associada à biomassa florestal para a produção de energia elétrica, composta por diferentes fornecedores e produtos é afetada pelas características qualitativas da biomassa. Este fator de imprevisibilidade faz com que o custo de produção de energia a partir da biomassa possa ser superior ao das fontes convencionas de energia, como o caso dos combustíveis fósseis. Além disso, a variabilidade e incerteza nesta cadeia de abastecimento, principalmente devido à natureza do material, condição econômica e flutuação do mercado, afetam a quantidade de energia produzida e seu custo (Shabani et al., 2013).

A biomassa como matéria-prima comparativamente aos combustíveis fósseis, apresenta uma elevada variabilidade em parâmetros como composição química orgânica e inorgânica, o seu conteúdo energético e as suas características físicas (Duarte, 2011)

Quando o objetivo é a conversão da biomassa em energia térmica as principais propriedades a considerar são o teor de inertes, teor de humidade e poder calorífico (Marques, 2015).

Outro fator muito importante na fase de alimentação e combustão da biomassa é a dimensão das partículas dos combustíveis, que tem de respeitar um determinado intervalo para um bom funcionamento da caldeira (Cardoso, 2016).

A qualidade da biomassa pode gerar um forte impacto nos custos de produção da energia com base nesta matéria-prima. Para além do rendimento energético, a qualidade da biomassa é também responsável por diversas ocorrências operacionais, nomeadamente, avarias e outros problemas nos sistemas mecânicos das centrais.

1.4 *Data Analytics e Kaizen*

Dados, informação, conhecimento e sabedoria constituem uma cadeia de evolução natural que partindo dos dados permite alcançar saber. Quando falamos sobre “dados”, na verdade

estamos a referir-nos à base da matéria-prima necessária para conseguir o que todas as empresas desejam: utilizar o conhecimento para tomar decisões ágeis e corretas (Rêgo, 2013).

O *Kaizen* e o *Data Analytics* não são dois caminhos distintos para a melhoria, mas sim modelos complementares que podem potenciar os bons resultados das organizações. A tomada de decisão é um processo constante no dia a dia das organizações, mas, apesar de ser tão comum, é um processo potencialmente demorado e com elevadas ineficiências. Com o crescimento dos negócios, as decisões tornam-se mais complexas, sendo humanamente mais complicada, uma escolha eficaz e que tenha em conta todas as variáveis e cenários envolvidos. Quando várias facetas de uma organização são afetadas, é difícil definir prioridades e escolher o cenário que traz maior valor. Nestas situações, uma análise de dados assertiva ganha relevância, transmitindo segurança na análise dos diferentes cenários (Kaizen Institute, 2022).

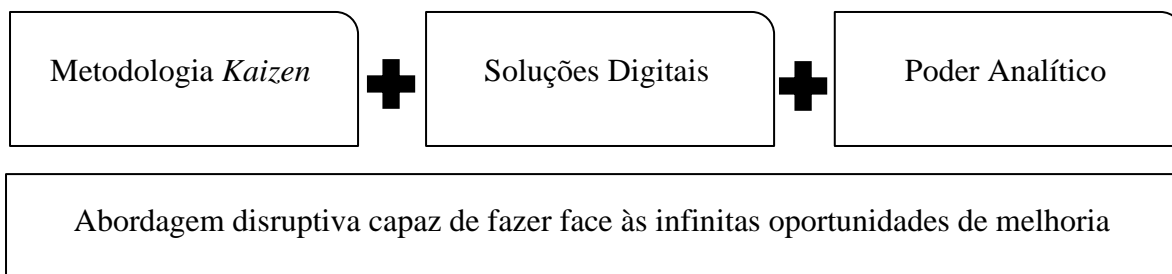


Figura 9- Equação que diferencia a metodologia Kaizen (elaboração própria)

Embora os conceitos de melhoria contínua possam ter sofrido poucas alterações desde a sua conceção inicial, empresas pioneiras como a Toyota e a Motorola, reforçaram a forma como os novos desenvolvimentos podem ser aplicadas, a amplitude da informação que os alimenta, e o ritmo a que podem beneficiar as empresas (Yarensayin, 2021).

Sistemas de informação modernos e integrados são fundamentais para uma gestão eficiente, devendo envolver toda a organização, criando mecanismos que identifiquem, caracterizem e a diferenciem perante o mercado. O objetivo passa, essencialmente, por tornar a organização mais competitiva, eficaz, eficiente e flexível (Costa, 2018).

A integração de ferramentas de análise de dados na produção altera ainda mais a forma como os dados são transformados em *KPI* operacionais. Proporcionando o acesso a um fluxo de informação em tempo real e a capacidade de ver os efeitos dos problemas imediatamente através da linha ponta-a-ponta, permitindo aos colaboradores identificar as causas de raiz e fazer melhorias sem conhecimentos de programação (Yarensayin, 2021).

Por outro lado, o volume de dados é um desafio cada vez maior que as organizações enfrentam ao lidar com diversas fontes, com grande quantidade de dados armazenados, com um número crescente de registos/informações. Quanto maior o volume, maior o esforço na gestão dos dados. Os profissionais da área de negócios consomem, alimentam e identificam novas necessidades de informações constantemente (Rêgo, 2013).

As ferramentas de *Business Intelligence* permitem facilidade e velocidade na análise e recolha de dados provenientes de várias fontes, centralizando-os num único local. À medida que os dados são recolhidos, também são transformados, de forma a limpar erros e inconsistências. A transformação também alinha os dados com a restante informação armazenada, permitindo uma utilização como um todo consistente (Larson, 2019).

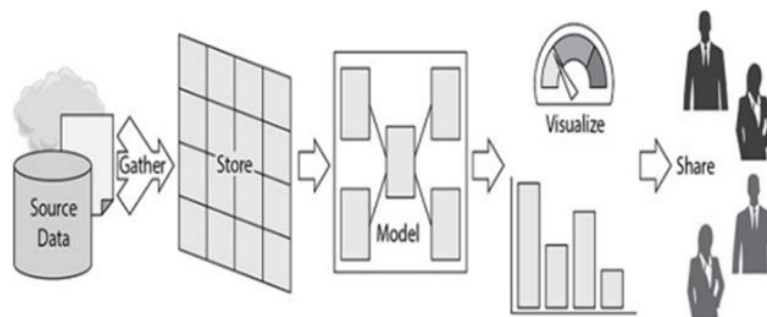


Figura 10 - Exemplo de fluxo de dados num sistema de modelação *Power BI* (Larson, 2019).

Com o modelo de dados completo, este fica apto a explorar a informação, permitindo a criação gráficos, tabelas e de diversos relatórios. A informação gráfica produzida pode ser específica, para atender a uma pergunta de um utilizador ou ser compartilhada com muitos usuários e consultado vezes sem conta (Larson, 2019).

A análise e boa interpretação de indicadores (*KPI*) são uma ferramenta fundamental para avaliar o desempenho das organizações. Estes indicadores são transversais a toda a estrutura organizacional, desde a gestão de topo até ao chão de fábrica. Por norma, é o chão de fábrica que produz os dados, e os gestores avaliam os indicadores de referência (Rêgo, 2013).

A informação recolhida pelos sistemas gestão de informação contribuem significativamente para a disponibilização de *KPI*, nomeadamente os considerados estratégicos no desenvolvimento de projetos como os *Kobetsu Kaizen*.

- ***Power BI***

O *Power BI* é uma ferramenta de *Business Intelligence* que combina na sua arquitetura, ferramentas de base de dados, ferramentas analíticas, aplicações e metodologias de análise. É um software expressivo e a sua utilização e interpretação depende da ótica do utilizador (Larson, 2019). O maior potencial do *Power BI* é permitir o acesso interativo (às vezes em tempo real) aos dados, permitindo a sua manipulação e dar aos gestores a capacidade de realizar análises apropriadas.

Ao analisar dados históricos e atuais, acontecimentos e desempenhos, os tomadores de decisão obtêm informações valiosas que lhes permitem tomar decisões mais informadas e melhores. O *Power BI* é baseado na transformação de dados em informações, depois em decisões e, finalmente, em ações (Rêgo, 2013).

A ferramenta é caracterizada por ser uma coleção de serviços de *software*, aplicações e conectores que funcionam de forma combinada e permitem transformar as origens de dados não relacionadas em informações coerentes, visualmente envolventes e interativas (Silva D., 2020).

O *Power BI* permite realizar facilmente a ligação aos dados originais, possibilitando a visualização e exploração de informação relevante, assim como a sua partilha através de suportes apelativos. O *software* possibilita a importação de dados de diferentes origens e a interligação entre os mesmos (ex. *SQL, Excel, Access, Web Server*).

- ***Dashboards***

Os *dashboards* do *Power BI* permitem uma visão resumida do estado geral uma organização ou departamento em particular. Os *dashboards* são criados escolhendo a conjugação de visão individual ou conjunta de *KPIs* numa única área de layout. (Larson, 2019).

A princípio, é possível existir alguma confusão em relação à finalidade dos *dashboards* versus relatórios, pois ambos são essencialmente uma coleção de visualizações. A maior diferença é que os relatórios só podem conter elementos visuais baseados em um único conjunto de dados, enquanto os *dashboards* do *Power BI* podem conter elementos visuais de muitas fontes. Além disso, os *dashboards* possuem funcionalidades exclusivas, como configuração de alertas, configuração de um *dashboard* em destaque, controlo sobre a navegação e a capacidade de visualizar fluxos de dados em tempo real (Deckler, 2019).

Como os *dashboards* podem conter informações de uma ou mais fontes de dados, estes permitem que os usuários/colaboradores criem relatórios personalizados de acordo com as suas necessidades de informação dentro da organização.

- ***Follow-up***

De acordo com *Kaizen Institute* (2021), um dos constrangimentos com que as equipas se deparam frequentemente quando implementam ou tentam implementar um projeto, é que algum tempo depois do respetivo arranque do projeto os membros da equipa dispersam sem realizarem as tarefas delegadas na fase de planeamento.

Um dos aspetos melhorados pelo *Kaizen* é o seguimento da evolução de todas as tarefas dos projetos. Esta importante melhoria é alcançada com a introdução da ferramenta A3 de seguimento (anexo 3), que basicamente não é mais que uma folha branca com as tarefas; responsáveis; estado de execução das tarefas e indicadores do projeto (*Kaizen Institute*, 2021).

Periodicamente, os patrocinadores dos projetos, diretores e os membros da administração, são informados sobre o estado dos projetos de forma a garantir que as equipas estão envolvidas e caso a evolução dos mesmos não esteja a corresponder, que possam intervir de forma a mitigar possíveis constrangimentos (Mika, 2006).

A evolução dos projetos é por vezes divulgada internamente nos meios de comunicação das empresas, assim como o respetivo impacto dos projetos, este facto promove um espírito de competição saudável dentro das organizações, conduzindo a um estado de constante desenvolvimento e inovação (Kaizen Institute, 2021).

Terminado o projeto é necessário verificar todos os dados e atualizar a documentação de acompanhamento do projeto, nomeadamente o A3 de seguimento. É então promovida uma reunião com o *sponsor* do projeto para apresentar os resultados e para que este valide os mesmos (Franco, 2019).

- ***Forecast***

Uma cadeia de abastecimento de biomassa envolve muito mais do que mover matérias-primas do ponto A para o ponto B, é um sistema complexo que é constantemente afetado por uma série de variáveis entre o ponto A e o ponto B. Embora não haja uma solução mágica para eliminar os imprevistos ao longo do caminho, nomeadamente, os desperdícios e as ineficiências, há rotinas que as empresas podem adotar para mitigar riscos e otimizar as suas cadeias de abastecimento (Forest2Market, s.d.).

A reação demorada e inadequada a problemas ou situações inesperadas pode representar perda de eficiência de uma organização. Uma empresa capaz de prever anomalias ou alterações na procura será capaz de diminuir estas ineficiências e os custos de reação a flutuações no mercado. A recolha, em elevada escala, e estudo de dados históricos permite criar previsões capazes de identificar futuras falhas em processos (como o deterioramento de uma máquina ou uma queda na procura). É também possível identificar rapidamente anomalias que poderiam não ser observáveis sem métodos matemáticos, tais como a movimentação de uma quantia financeira inadequada ou uma queda nos stocks imprevista (Kaizen Institute, 2022).

Ainda de acordo com Kaizen Institute (2022), é também relevante aplicar esta capacidade de *forecasting* a situações cíclicas, como é o caso de épocas altas. São múltiplas as organizações que comercializam produtos ou serviços sazonais. Nestas situações, caso a oferta não seja adequada à procura, o incumprimento poderá aumentar ou, por outro lado, aumentar o desperdício de recursos.

Um dos atributos estratégicos para uma boa gestão da cadeia de abastecimento é a previsão da procura de bens, matérias-primas ou serviços. A previsão das necessidades de biomassa para consumo das centrais é fundamental para antever qualquer problema de abastecimento ou para possibilitar a compra de matéria-prima os preços mais competitivos.

A previsão desempenha um papel fundamental no processo de planeamento, tomada de decisão e controlo em qualquer organização. A incerteza associada a muitos fenómenos temporais não permite o conhecimento exato do seu comportamento no futuro, o que leva a ter de proceder a previsões (Caiado, 2011).

• **Gestão de Dados**

A procura incessante na filosofia *Kaizen* pela obtenção da melhoria contínua advém da necessidade de encontrar soluções para resolver determinados problemas que surjam na atividade diária de uma empresa. Nesse sentido, as soluções obtidas para darem resposta a esses problemas deverão ser sustentadas num conjunto de informações fiáveis, recolhidas a partir de análises feitas no *gemba*, e que confirmam a credibilidade desejada ao processo (Coimbra, 2013).

Criar uma estratégia de gestão de dados não é um processo linear e igual para todas as organizações, mas existem boas práticas que devem ser seguidas para que a estratégia seja sustentável e adequada. Uma cultura analítica passa por tornar a análise de dados a regra e não a exceção. Para isto, as organizações devem adotar uma cultura disruptiva que aceita novas tecnologias, dá prioridade ao uso de dados em todas as áreas da organização, comunica de forma clara qual é a relevância do uso de análise de dados e como é que esta pode melhorar as condições de trabalho dos colaboradores (Kaizen Institute, 2022).

Os investimentos atuais em tecnologias da informação estão sob crescente escrutínio em termos de seu impacto e potencial nos resultados. As organizações estão obrigadas a capturar, entender e aproveitar os seus dados para apoiar a tomada de decisões para melhorar as suas operações em diversas áreas de negócios, legislação e regulamentação (Larson, 2019).

É exigido aos líderes de negócios que documentem os seus processos negociais e assegurem a legitimidade das informações nas quais confiam e relatam aos acionistas. Além disso, os tempos de ciclo dos negócios são agora extremamente longos a tomada de decisão mais rápida, mais informada e melhor é, portanto, um imperativo competitivo. Os gestores precisam das informações certas na hora certa e no lugar certo. Este é o mantra para abordagens modernas na gestão de negócios (Rêgo, 2013).

As organizações precisam trabalhar de forma inteligente. Prestar muita atenção à sua gestão e compreender a importância das ferramentas de *BI* como um aspeto necessário para fazer negócios. Não é surpresa, então, que as organizações estejam cada vez mais defendendo a utilização de suportes de *BI* e apoiando as suas decisões em análise de dados (Rêgo, 2013).

1.5 Síntese

Neste capítulo foram analisados os principais conceitos relacionados com o estudo efetuado neste trabalho. O enquadramento teórico permitiu caracterizar a atividade em torno da biomassa florestal, de montante a jusante na sua cadeia de valor. As práticas de melhoria contínua, nomeadamente o *Kaizen*, são utilizadas por empresas de referência mundial, na resolução de constrangimentos e na melhoria de processos. Os ganhos promovidos por esta forma de gerir podem ser muito avultados.

Para que a implementação *Kaizen* seja possível é necessário clarificar os objetivos e quantificá-los em indicadores mensuráveis. Os dados desempenham um papel fundamental na gestão em geral, e este processo não é exceção. Por fim, uma boa gestão de dados é fundamental para todo este processo, neste campo o *Power BI* é de grande ajuda, compilando os dados em diferentes *dashboards* de análise.

2. Metodologia de investigação

Ao presente capítulo cabe a descrição da metodologia de investigação e descrição de alguns detalhes da sua implementação. Entende-se por metodologia o conjunto de opções, métodos e técnicas, delineados para a realização do trabalho de investigação. A metodologia de investigação trata, numa perspetiva mais prática, dos caminhos concretos utilizados para melhor compreender as realidades envolvidas e que se encontram em análise numa investigação (Gama, 2009).

Assim, a metodologia está diretamente relacionada com os objetivos e questões de investigação levantadas pelo estudo. A metodologia é o modo definido para alcançar os objetivos e dar respostas às questões de investigação. Esta compreende nomeadamente, as técnicas e métodos de recolha de dados, o seu tratamento e análise entre muitos outros procedimentos. Trata-se, pois, da “espinha-dorsal” de uma investigação (Oliveira, 2017).

O presente estudo é caracterizado por um faseamento de etapas de investigação, contribuindo, cada uma delas, incrementalmente para os objetivos do trabalho. Assim, numa primeira etapa da investigação, e com a finalidade de justificar a atualidade e carácter inovador do estudo, são aplicadas técnicas de bibliometria à análise de conteúdos de publicações científicas na área temática em estudo, designadamente: *Kaizen*, *Kobetsu* e *forest biomass*. Analisam-se então as palavras-chave mais citadas nas diversas contribuições científicas indexadas na base de dados *Science Direct*, para o período de tempo, 2010 a 2022, conforme descrito na secção “Evidências das técnicas de bibliometria”.

Numa segunda etapa da investigação é conduzida a revisão da literatura, sendo fundamentados os principais conceitos e caracterizadas as contribuições de maior destaque para a temática em apreciação, nomeadamente os fundamentos da gestão *Kaizen*, *a envolvente das ferramentas e práticas associadas ao Kaizen e à especificidade do Kobetsu*. Ainda neste enquadramento, é apresentada uma contextualização da investigação relativa à biomassa florestal, enquanto recurso energético e, aos elementos de atualidade aportados pela análise de dados para a metodologia *Kaizen*, e em particular para o *Kobetsu*, conforme capítulo 1.

A apreciação de um caso de estudo, contexto real de implementação de um projeto *Kobetsu Kaizen* na ALTRI Florestal SA., integra a terceira etapa de investigação em que se procede

à análise das várias etapas de implementação do *kobetsu kaizen*, comentando-as à luz da literatura. Na secção 3 são considerados alguns elementos de contexto do problema.

Numa quarta e última etapa avaliam-se os impactos da metodologia *Kobetsu Kaizen* e apreciam-se os resultados aportados pela sua aplicação em contexto real de uma empresa industrial, e em particular, do processo de gestão da biomassa florestal.

Numa última etapa do trabalho de investigação, reúnem-se as evidências recolhidas e tecem-se algumas considerações quanto à aplicação do *Kobetsu*. Nesta sequência, são apresentadas as conclusões gerais do trabalho e verificam-se as respostas às questões de investigação colocadas.

Como em todos os trabalhos de investigação, apresentam-se no final algumas oportunidades de melhoria e de progresso para trabalhos futuros.

2.1 Análise de conteúdos e bibliometria

Através do uso de técnicas de bibliometria, o presente trabalho fez uma caracterização do estado da arte sobre as temáticas *Kaizen*, *Kobetsu* e *forest biomass* utilizando com suporte os resultados da pesquisa conduzida na base de dados *Scimedirect*, para o período de 2010 a 2022. Com esta análise pretende-se ter uma visão dos contributos científicos desenvolvidos no âmbito das temáticas apresentadas e das suas interligações.

A base de dados *ScienceDirect* combina publicações científicas e técnicas com funcionalidades inteligentes e intuitivas para que os utilizadores possam manter-se informados nas suas áreas de interesse científico e possam trabalhar de forma mais eficaz e eficiente. Com livros e conteúdos de referência e revistas de alta qualidade, a *ScienceDirect* suporta de forma singular o trabalho dos investigadores permitindo que movimentem facilmente entre livros e revistas, e entre tópicos e disciplinas. Ajuda os investigadores nos meios académicos, governamentais e organizações empresariais a tomar decisões mais inteligentes e rápidas (Elsevier, 2015).

Tendo presente o propósito de justificação da importância do presente estudo, procurou-se quantificar a produção científica através do uso da bibliometria e de alguns dos seus

indicadores. São várias as bases de dados com indicadores de bibliometria e de avaliação da produção científica, porém, no presente trabalho utilizou-se a *ScienceDirect*.

De acordo com o trabalho de Silva (2021), citando autores como Celik et al (2021) e He (1999), as *keywords* ou palavras-chave são elementos cruciais num artigo, uma vez que são representativas do conteúdo do documento e permitem compreender o desenvolvimento e evolução das fronteiras de um construto.

A pesquisa foi iniciada numa primeira fase do trabalho, e teve a sua última atualização no dia 14 de junho de 2022. A pesquisa avançada compreendeu a combinação de critérios, no campo “*topic*”, tendo sido realizada a procurar isolada, por palavra-chave, e a combinação de palavras-chave, recorrendo aos operadores lógicos disponíveis (i.e., AND, OR, NOT). Posteriormente à recolha e filtragem dos resultados, prosseguiu-se com a análise. Para tanto, os dados recolhidos foram exportados para ficheiros *txt* de forma a poderem ser lidos e processados no *software VOSviewer*.

2.2 Resultados e evidências

A pesquisa pela palavra-chave *Kaizen* apresentou 1.023 resultados, foi a que apresentou um maior número de interações de coocorrência (Figura 11), muitas das quais, referidas e descritas no capítulo 1. Fica bem patente a grande correlação científica entre o *Kaizen* e os conceitos *lean*, nomeadamente o *lean manufacturing*, *lean production*, *5S* e *Value Stream Mapping*. Como referido no capítulo anterior, estes conceitos acabam por andar de “mãos dadas”, quando se analisa informação científica sobre melhoria contínua ou otimização de recursos e processos.

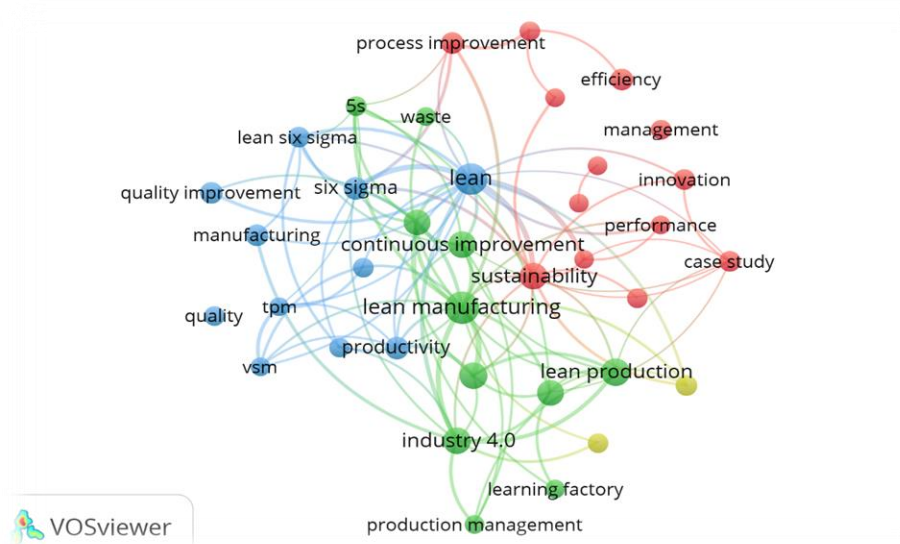


Figura 11 - VOSviewer para a palavra-chave *Kaizen* (elaboração própria).

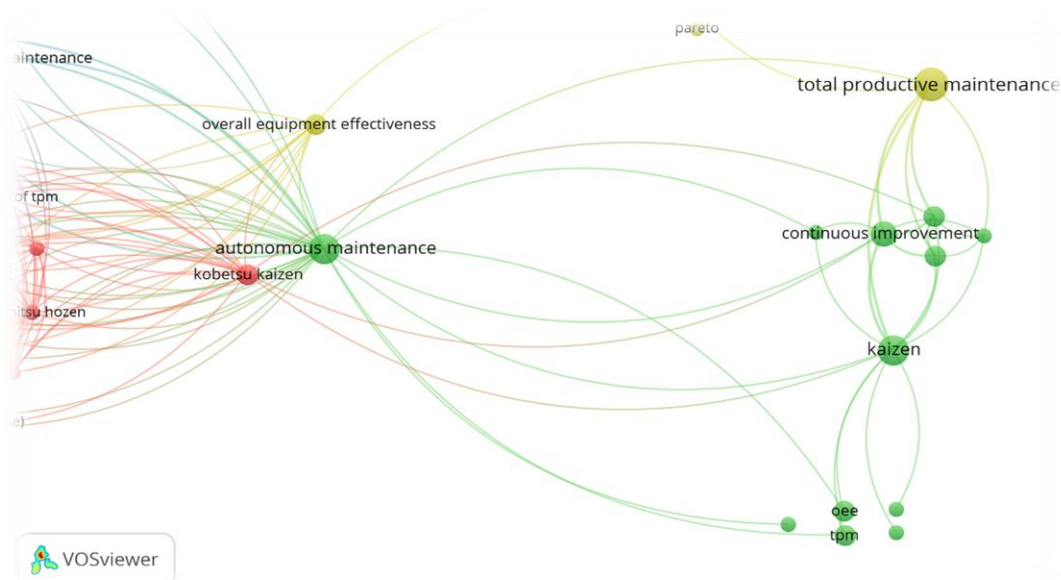


Figura 12 - VOSviewer para a palavra-chave *kobetsu* (elaboração própria).

A pesquisa efetuada com base na palavra-chave *Kobetsu* apenas apresentou 17 resultados, o que leva a crer que existem poucas publicações científicas em torno deste conceito, comparativamente com o *Kaizen*. A interação conjunta das palavras-chave *Kaizen* e *Kobetsu*, também apresentou os mesmos resultados, o que por um lado indica a correlação destes

conceitos e por outro reforça o pouco peso das publicações científicas em torno destes conceitos conjuntos.

No total foram identificados quatro *clusters* de coocorrência, estando no *cluster* do *Kobetsu* designações importantes para esta dissertação como *Kaizen*, *continuous improvement* e *dashboard*, tudo conceitos abordados neste trabalho.

Ao realizarmos a pesquisa por *forest biomass* no *ScienceDirect*, foram identificados 64,977 resultados, contudo, quando é feita a conjugação de palavras-chave *forest biomass* “and” *Kaizen*, o resultado é de “zero” ocorrências. Devido ao elevado número de trabalhos no âmbito da *forest biomass*, apenas foi considerada uma amostra de 1.000 trabalhos.

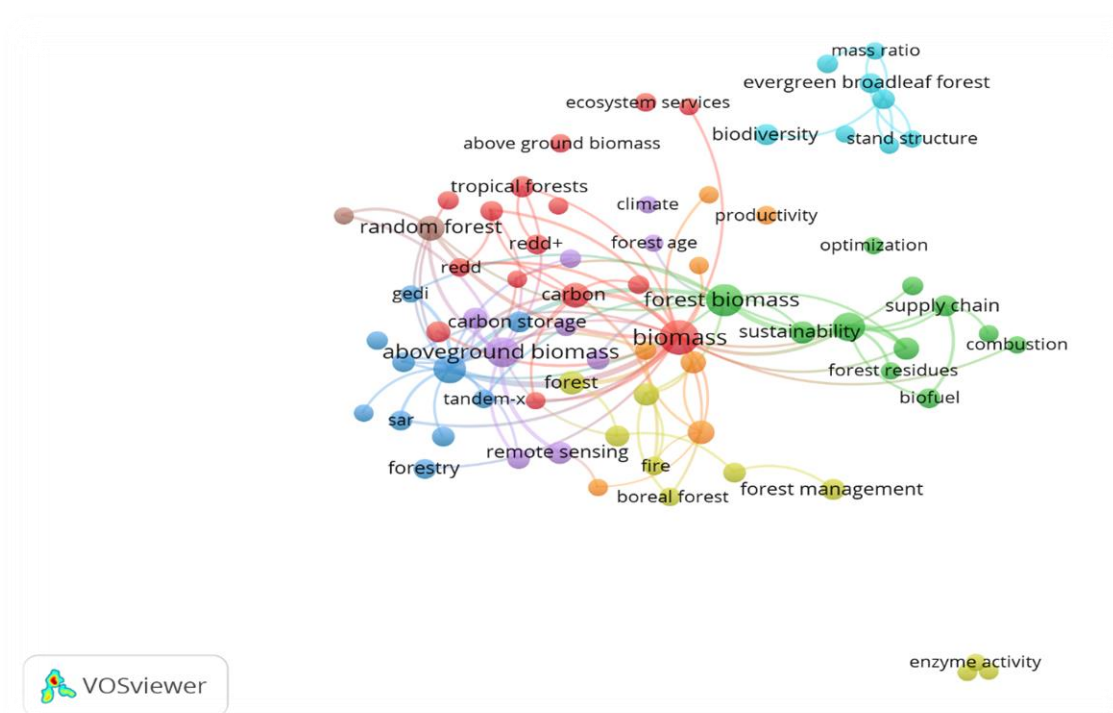


Figura 13 - VOSviewer para a palavra-chave *forest biomass* (elaboração própria).

Ainda dentro da análise da interligação das palavras-chave, é relevante perceber como é que estas se distribuem no tempo. Para este efeito, o *VOSviewer* fornece uma ferramenta denominada “*Overlay Visualization*”, na qual as cores são utilizadas na definição da linha cronológica e representam o período (i.e., o ano) em que a maioria das ocorrências de cada palavra-chave acontece (Silva A. , 2021).

O recurso às coleções da base de dados *ScienceDirect*, permitiu-nos obter uma amostra robusta de publicações relacionadas com as palavras-chave selecionadas. Posteriormente, com recurso à técnica de “pesquisa por palavra-chave” e ao software *VOSviewer*, foi possível realizar uma caracterização geral das publicações, por temáticas.

A análise temática permitiu constatar, que a integração dos conceitos *Kaizen*, *Kobetsu* e *forest biomass* não produz qualquer resultado, indicando assim a inexistência de referências (i.e., artigos e outras publicações científicas) que tratem, simultaneamente essas temáticas. Este facto, veio então apontar uma oportunidade de investigação, considerada a clara ausência de trabalhos científicos na temática da presente dissertação.

Com esta análise, colheu-se um importante reforço quanto à pertinência e justificação, do ponto de vista científico, de estudos neste domínio. A evidência do reduzido número de publicações científicas em estudos que relacionem as práticas de melhoria contínua com um sector determinante para a fileira florestal nacional (i.e., o mercado da biomassa florestal residual) cria uma janela de oportunidade para o presente trabalho.

2.3 Procedimentos metodológicos

Os estudos de caso são uma estratégia de investigação cada vez mais popular e relevante, embora existam vários desafios na condução de estudos de caso, uma vez que são demorados e as conclusões podem não ser generalizáveis se os resultados obtidos forem de alguma forma ambíguos ou levantarem alguma forma de dificuldade na interpretação dos resultados finais (Silverman, 2015).

Os estudos de caso individuais são apropriados quando a ocorrência é especial por alguma razão específica, o que pode ocorrer aquando de um teste crítico para uma teoria bem estabelecida ou quando o caso é extremo, único, ou tem algo de especial para revelar (Corcoran et al, 2004).

Tal como Yin (2018) refere, na literatura existe muita discussão em torno da definição de caso de estudo e de estudo de caso. O autor começa por realçar a importância de distinguir se se trata de um estudo de caso ou de um estudo de caso múltiplo. O primeiro foca-se num caso apenas, enquanto o segundo pode incluir dois ou mais casos no mesmo estudo. Independentemente de se tratar de um caso único ou de múltiplos casos, Yin (2018) sugere

3 tipos de estudos de caso, o estudo de caso exploratórios, o estudo de caso explanatórios e o estudo de caso descritivos.

No caso concreto que aqui se apresenta, entendeu-se como merecedor da metodologia caso de estudo, nomeadamente do tipo híbrida, na análise do impacto das metodologias *Kaizen*, no desenvolvimento de mecanismos de melhoria de qualidade da biomassa adquirida e, conseqüentemente nas respostas às questões de investigação.

Em relação ao tipo de pesquisa foi utilizada a metodologia descritiva, uma vez que se pretende fornecer uma descrição dos dados relativos às variáveis em estudo e às relações existentes entre elas e se pretende examinar a associação entre variáveis. Os estudos descritivos representam a descrição completa de um fenómeno inserido no seu contexto. Estes tipos de estudo podem ser entendidos como um método que descreve o fenómeno dentro de um determinado contexto em princípio conhecido pelo investigador o que sugere que todo estudo de caso é descritivo (Meirinhos & Osório, 2010).

Este tipo de estudo é um desenho de pesquisa onde o investigador, no seu âmbito, tem como principal propósito a recolha de dados relativamente a um fenómeno específico que se encontra sob análise. Num estudo de caso, efetua-se uma caracterização detalhada da unidade que será alvo de observação para o estudo em causa, na qual o investigador se foca para o estudo de análise do seu trabalho de investigação. É sobretudo no âmbito das estratégias de investigação qualitativas que se encaixam os desenhos de pesquisa respeitantes a estudos de caso, uma vez que a natureza de que se revestem é predominantemente caracterizada pelo seu empirismo e por ser descritiva. Não obstante, esta metodologia pode também assumir cariz analítico para certas situações, as quais resolve a partir de teorias sustentadas já existentes, prosperando assim a criação de outras novas teorias no futuro (Baltazar, 2021).

Tendo em conta o referido no capítulo 1, a metodologia *Kaizen* traduz-se no processo de melhoria contínua de uma atividade. O objetivo principal do estudo de caso assenta na análise de um modelo de melhoria contínua inspirado nesta metodologia. O *Kaizen* e em específico *Kobetsu* é apresentada pela literatura, como uma metodologia aplicável em todos os contextos e áreas de negócio. Tendo em conta o sector em que a empresa opera, a logística que o caracteriza e os constrangimentos associados, o ponto central desta investigação é averiguar se a metodologia é tão impactante quanto é referida pelos diversos autores. O modelo aqui analisado foi estruturado em nove fases de acordo com a metodologia *Kobetsu Kaizen* (conforme Figura 4, capítulo 1).

2.4 As questões da Biomassa no Estudo

A valorização dos resíduos florestais tem sido assumida como uma tarefa importante, com o objetivo de transformar um desperdício, com forte influência na proliferação de incêndios, numa matéria-prima suscetível de originar rentabilidade. O Estado Português para impulsionar esta valorização lançou em 2006 o concurso para atribuição de 15 centrais de biomassa. À margem deste processo o Estado permitiu ao grupo ALTRI a construção de 5 novas centrais (CBE 2011).

O sector florestal nacional é dos mais preponderantes na economia nacional, servindo de base a indústrias com grande expressão nas exportações. Além disso, fornece uma quantidade considerável de matéria-prima passível de ser convertida energeticamente. A consciência dos riscos associados à degradação das áreas florestais (e.g. escassez do recurso) e a necessidade de alternativas energéticas levou várias entidades, publicas e privadas, a definir programas de atuação como forma de garantir a sustentabilidade florestal, incluindo incentivos ao uso de biomassa florestal residual (Carvalho J. , 2015).

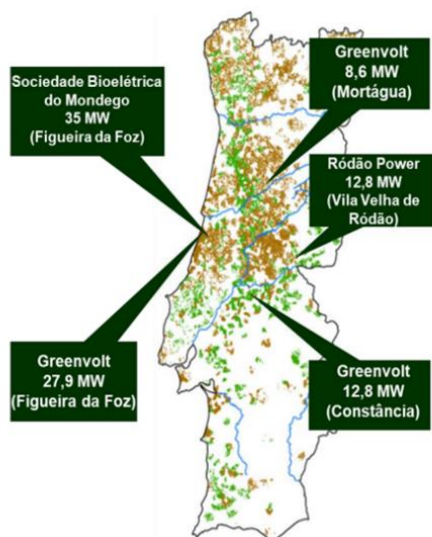


Figura 14 – Localização das Centrais de Biomassa geridas pelo Grupo Altri (GREENVOLT, 2021)

A ALTRI Florestal, organização em que se desenvolve análise, é responsável pelo abastecimento de cinco centrais de biomassa, dedicadas, exclusivamente à queima de resíduos florestais, totalizando uma capacidade 98 MW elétricos (figura 14).

Atualmente a empresa detém licenças para a produção de 120 MWh de energia elétrica através de biomassa florestal, detendo uma quota de mercado significativa, estando atualmente em operação cinco centrais - Mortágua, Ródão (Rodão Power), Constância (Caima), Figueira da Foz (Celbi) e Sociedade Bioelétrica do Mondego - com uma capacidade total de 98 MWh. Em 2019 foi inaugurada a nova central da Sociedade Bioelétrica do Mondego - com uma capacidade nominal total superior a 34 MWh (Altri, 2022).

As necessidades anuais de biomassa superam os 1,2 milhões de toneladas, fazendo do grupo o principal consumidor nacional e uma referência mundial no sector. É importante referir que a conjugação da experiência na área florestal com o interesse nas potencialidades deste recurso, motivaram o grupo empresarial a apostar na produção de energia elétrica com base na biomassa, considerando uma boa oportunidade de negócio. A ALTRI Florestal, é uma empresa de base florestal abastecida maioritariamente por fornecedores externos. Este facto, introduz uma forte dependência no comportamento e fiabilidade dos seus fornecedores.

Quando se fala de biomassa e, em particular de biomassa florestal para fins energéticos deve ter-se especial atenção aos fatores que condicionam a rentável e sustentável utilização deste recurso. A biomassa florestal é um recurso muito heterogéneo, bastante disperso no terreno, associado a condições geográficas adversas e, muitas vezes, com escassas infraestruturas associadas, o que o torna oneroso e de difícil exploração (Netto, 2008).

O conceito de disponibilidade, associado à biomassa, entra em consideração com os fatores limitantes, quer seja ao nível da sua exploração nomeadamente, condicionantes físicas decorrentes do relevo e ambientais, do tipo de solo e outras que tornem restritivas à sua utilização, importa, pois, verificar a disponibilidade ambiental da biomassa. Por outro lado, devem ser também avaliadas as condicionantes económicas que poderão surgir quando a exploração da biomassa se torna de tal modo onerosa que impossibilita a rentabilizar o seu uso (Ramos, 2010).

São vários os desafios tecno-económicos que as centrais a biomassa, em funcionamento enfrentam, por isso, é urgente a procura de soluções que garantam a sua estabilidade no futuro, e que permitam melhorar o seu contributo para o sistema energético português. Para isso, é necessário desenvolver e aplicar soluções tecnológicas e conceitos de gestão inovadores que rentabilizem ao máximo os recursos energéticos (Carvalho J. , 2015).

Ainda de acordo com o autor Carvalho. J., (2015), em Portugal, a utilização de biomassa florestal para energia sofreu um enorme crescimento, fruto dos incentivos disponibilizados, principalmente para a produção de eletricidade. Contudo, verifica-se que o planeamento destes incentivos resultou, por um lado, no aumento desmesurado da pressão sobre os recursos florestais e, por outro, no investimento em opções tecnológicas menos eficientes, negligenciando outras tecnologias mais eficientes.

2.5 Síntese

No presente capítulo foi apresentada a metodologia de investigação e foram descritas as várias fases do processo. É apresentada a justificação da importância do tema em estudo através da realização de análises de bibliometria, conduzidas com recurso à base de dados *ScienceDirect* e ao *software VOSviewer*. Os resultados evidenciaram a importância de estudos como o levado a cabo nesta dissertação, no sentido de colmatar uma lacuna no estado da arte. A ausência de referências em que haja citações das palavras-chave selecionadas, reforça a pertinência da presente dissertação e do estudo aqui desenvolvido. Foi ainda justificada a utilização de um caso de estudo para efeitos de análise e avaliação, em contexto aplicado, da metodologia *Kobetsu Kaizen*. Neste âmbito, faz-se uma descrição e contextualização do sector nacional da biomassa e apresenta-se o posicionamento da empresa em estudo.

3. Kaizen nas Práticas empresariais da ALTRI, S.A.

Neste capítulo da dissertação é feita a apresentação do grupo ALTRI SGPS e respetiva subsidiária, a ALTRI Florestal S.A., que representa o caso de implementação da metodologia *Kaizen*, mais concretamente nos processos de transformação da biomassa em energia.

Adicionalmente é descrita a contextualização do problema e apresenta-se uma breve referência aos motivos impactantes para a qualidade da biomassa.

Ainda no âmbito deste capítulo é apresentado o *roadmap* com a metodologia utilizada na implementação *Kaizen*, sendo esta objeto de apreciação em face dos contributos da literatura. São também apresentadas técnicas e indicadores utilizados na organização do trabalho conceptual.

3.1 Caracterização da ALTRI, S.A

A. Apresentação da Empresa

O ALTRI SGPS foi constituído em 2005 a partir de um processo de cisão do grupo Cofina e com a aquisição da primeira fábrica de fibra curta de papel, a Caima localizada no concelho de Constância. O grupo ALTRI é atualmente um dos principais grupos empresariais em Portugal, dedicando-se à produção de pasta de papel de alta qualidade.

A ALTRI é um produtor mundial de referência de pasta de papel de eucalipto e está cotada na *NYSE Euronext* Lisboa, integrando o seu índice de referência, o PSI-20. O *core business* do grupo passa pela gestão florestal, produção de pasta celulósica e mais recentemente a produção de energia elétrica através do aproveitamento da biomassa florestal residual (Altri, 2022).

A estratégia competitiva do grupo tem passado pela aquisição de diversas unidades industriais consolidadas, de forma a reforçar a sua posição nos mercados onde opera através do desenvolvimento de um conjunto de projetos de expansão da atividade. Também a inovação está nos genes da ALTRI. Ao longo do seu jovem percurso a ALTRI já investiu mais 500 milhões de Euros, no desenvolvimento das suas unidades industriais. A empresa detém atualmente 3 unidades de produção de pasta de papel, Celbi, Caima e Biotek, com

uma capacidade instalada de 1 milhão de toneladas/ano de pasta de papel branqueada de eucalipto (Altri, 2022).

Outra vertente dos investimentos do grupo é a floresta. Trata-se de um ativo importante para o grupo sendo estratégico para a sustentabilidade de abastecimento de matérias-primas. A ALTRI Florestal gere cerca de 84 mil hectares de floresta em Portugal, integralmente certificada por dois dos mais reconhecidos sistemas de certificação a nível mundial. A prossecução da estratégia industrial da ALTRI assenta na gestão florestal integrada em Portugal, garantindo um aproveitamento integral de todos os seus componentes. As suas plantações de eucalipto são fontes de matéria-prima renovável, contribuindo para o crescimento económico e para o desenvolvimento das comunidades locais.

A floresta é um ativo estratégico da ALTRI. Em finais de 2020, a ALTRI mantinha sob sua intervenção 83,760 hectares de terrenos florestais. O eucalipto é principal espécie presente nas florestas do grupo, ocupando mais de 60,000 hectares e garantindo um autoabastecimento em madeira e biomassa complementar ao abastecimento proveniente do mercado. A gestão praticada pela ALTRI Florestal encontra-se certificada pelos principais sistemas de certificação de gestão florestal sustentável e representa uma garantia para a prossecução dos objetivos da empresa, hoje e no futuro (Altri, 2022).

B. Visão, Missão e Objetivos. Estratégicos

Visão: A melhor empresa florestal a operar em Portugal e reconhecida como responsável, bem gerida, valorizando competências próprias e de terceiros.

Missão: Garantir, no presente e no futuro, a produção e o abastecimento de qualidade às unidades fabris de uma forma competitiva e sustentável.

Objetivos Estratégicos: Garantir o abastecimento de madeira e biomassa; Aumento da área de gestão; Melhoria da eficiência das operações e processos; Aumento da produtividade floresta; Melhoria do reconhecimento das partes interessadas.

C. Corporate Governance

A orgânica da Altri tem como órgão máximo na sua estrutura a Assembleia geral composta por todos os acionistas com direito de voto, a quem compete deliberar sobre alterações estatutárias, proceder à apreciação geral da administração e fiscalização da Sociedade, deliberar sobre o relatório de gestão e contas do exercício, proceder à eleição dos corpos sociais de sua competência e, de uma forma geral, deliberar sobre todos os termos que lhe forem submetidos pelo Conselho de Administração (Altri, 2022).

O conselho de Administração da Altri é composto por 12 gestores, com a responsabilidade de implementarem os objetivos sociais do grupo e atenderem aos interesses dos acionistas.

Todos os projetos desenvolvidos pela empresa assentam no princípio da melhoria incremental do custo de produção. Atualmente, o enfoque técnico centra-se na maximização do reaproveitamento, reduzindo desperdícios, e na redução dos consumos específicos (Altri, 2022).

3.2 O problema Organizacional de Gestão da Biomassa

A indústria da pasta e papel foi pioneira no aproveitamento da biomassa florestal em Portugal. Desde cedo percebeu que a utilização dos resíduos que produzia, em particular o licor negro, poderiam servir para produzir calor para os próprios processos industriais. A produção de calor que não é utilizada para esses processos é utilizada para a produção de energia elétrica, quer para autoconsumo, quer para injetar na rede elétrica de serviço público, num processo designado por cogeração (Netto, 2008).

Os processos produtivos associados à biomassa são, na sua maior parte, de transformação física. A nível posicionamento logístico, a ALTRI Florestal, funciona como fornecedor interno de todas as unidades, adquirindo toda a biomassa e revendendo às centrais com base nas suas necessidades.

A presente dissertação foi acolhida no grupo de trabalho, designado por Abastecimento de biomassa, que integra a Direção de Abastecimento Florestal da ALTRI Florestal. O grupo de trabalho está sediado no centro de Portugal, nas instalações da Celbi – Celulose Beira Industrial, onde têm escritórios e conta com 6 colaboradores. Gere o abastecimento de 5 centrais de biomassa e comercializa mais de 10 tipologias de biomassa.

O seu mercado é exclusivamente nacional, no entanto, já se começa a olhar para o potencial do mercado espanhol. A sua posição de liderança no sector depende, principalmente, da qualidade da biomassa que a empresa tenta proporcionar aos seus clientes internos. Anualmente, são adquiridas mais 1.2 milhões de toneladas, de biomassa, para abastecimento das centrais.

As CTB foram projetadas para trabalhar com biomassa de origem florestal em que as principais espécies de madeira utilizadas são eucalipto e pinho sob a forma de aparas, lenho, cascas, ramos, bicadas e folhagem, cepos e raízes. Também podem ser utilizadas, em menor volume, outras espécies de produtos vegetais como o bagaço de uvas, e como combustíveis adicionais resíduos florestais sob a forma de restos de fontes limpas não contaminadas (Cardoso, 2016).

Para uma melhor compreensão dos desafios associados ao negócio da biomassa, bem como à análise do posicionamento da empresa comparativamente à força concorrencial, efetuou-se uma análise *SWOT*, que se encontra em anexo devido à sua dimensão (anexo 5). Esta análise teve em consideração as questões relacionadas com os fornecedores de matéria-prima e as necessidades dos seus clientes internos.

Na fase seguinte deste trabalho, descrevem-se as estratégias que permitam melhorar as forças, ultrapassar as fraquezas, melhor aproveitar as oportunidades e combater as ameaças. Analisando as forças, verifica-se que não é possível efetuar mudanças significativas no sentido de melhorar, por outro lado, analisando as fraquezas, conclui-se que aqui será mais fácil de intervir, nomeadamente ao nível da otimização dos processos operacionais de aquisição da biomassa florestal.

3.3 Avaliação e priorização de estratégias

Uma vez clarificada, a visão de uma organização conduz tudo. As estratégias tornam-se táticas, as táticas tornam-se planos de ação e estas ações ajudam as empresas a realizar a melhoria dos seus processos. A complexidade dos problemas e os desafios com que se deparam as empresas requer da parte destas uma abordagem diferente. Para encontrar a causa raiz dos problemas, é necessário desencadear ações de investigação e ações corretivas através abordagem multidisciplinar (Pinto, 2003).

A implementação da metodologia *Kobetsu Kaizen*, tal como se referiu anteriormente, passa pela necessidade de melhorar a qualidade da biomassa adquirida pela ALTRI Florestal, reduzindo custos e otimizando processos. O objetivo do trabalho passou fundamentalmente pela identificação dos *Muda* e a consequente melhoria dos processos, de forma a agilizar todo o sistema de aquisição de biomassa.

Neste sentido, a implementação da metodologia *Kobetsu Kaizen* ao caso da ALTRI Florestal, começou com a realização de uma reunião de *Kickoff* promovida pelo *Kaizen Institute*, com uma breve apresentação do instituto e elaboração de alguns exercícios conjuntos com os colaboradores e a gestão de topo da empresa

Este processo teve como objetivo identificar, em conjunto, alguns problemas e apresentar soluções de melhoria para a organização. Após esta sessão identificaram-se alguns objetivos para se iniciar o processo de melhoria contínua, no abastecimento de biomassa, iniciando-se todo o *Kobetsu Kaizen* (anexo 4).

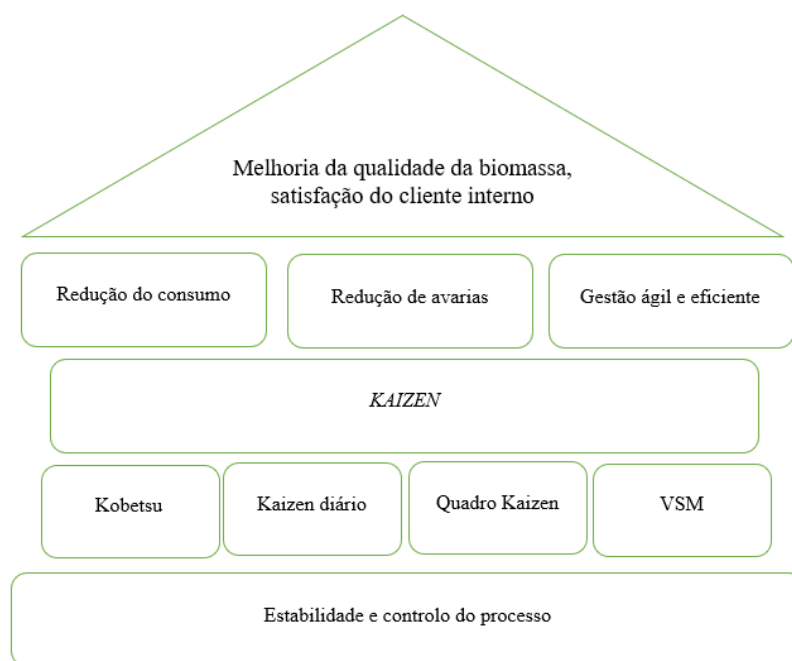


Figura 15 - Metodologia utilizada no projeto (elaboração própria).

Após a reunião o *Kaizen Institute* com o apoio da equipa da ALTRI Florestal propôs-se efetuar: (1) Acompanhamento diário no processo de melhoria contínua; (2) Realização de formações: *Kobetsu*; 5S; Gestão Visual; *Kaizen* diário; (3) Implementação do *Kaizen* diário;

(4) Criação de *KPI* e análise junto dos colaboradores com identificação de pontos de melhoria.

- **Dados – Identificação e recolha**

Tendo em conta o sector em que a empresa opera, a complexidade que a caracteriza e os constrangimentos associados, o ponto central desta pesquisa é averiguar se o âmbito desta metodologia é tão impactante quanto é referida pelos diversos autores. O modelo aqui analisado foi estruturado em nove fases de acordo com a metodologia *Kobetsu Kaizen* (Figura 4).

Segundo Carneiro (2017), citando no seu trabalho Yin (2015), aponta que as evidências de estudos de caso podem vir de seis fontes diferentes: documentos, registos em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefactos físicos.

Uma das características dos estudos de caso é a possibilidade de obter informação a partir de múltiplas fontes de dados, recorrendo a uma diversidade de formas de recolha de informação, dependente da natureza do caso e tendo por finalidade, possibilitar o cruzamento de ângulos de estudo ou de análise (Meirinhos & Osório, 2010).

A recolha de dados para este trabalho foi realizada através de observação direta e participante, com o apoio e supervisão do *Kaizen Institute*. Esta fase do processo consistiu essencialmente na participação em reuniões de trabalho, onde foram analisadas um conjunto de questões consideradas fundamentais para a perceção do projeto e para o posterior desempenho do mesmo.

De acordo com Costa (2018) citando Yin (2015), a observação direta e participante é uma modalidade especial de observação, na qual o investigador tem um papel ativo nos eventos estudados, possibilitando o seu retrato de forma precisa e que de outro modo não estariam acessíveis ao estudo. As vantagens deste tipo de recolha de informação passam pela possibilidade de o investigador ter acesso aos eventos ou grupos em estudo, bem como captar a realidade do ponto de vista de alguém “interno”.

Outra fonte utilizada foi a análise de dados digitais, através da análise de *KPI* em *Power BI*. Segundo Meirinhos & Osório (2010), os registos eletrónicos têm surgido como uma fonte

essencial de dados para análise. A utilização destes registos, como fonte de informação, é algo bastante recente e decorrente da utilização da tecnologia informática.

- **Indicadores- Key Performance Indicators**

Os consultores do *Kaizen Institute* e os colaboradores da empresa (líderes e operacionais), realizaram conjuntamente a construção de um *VSM* (figura 16), ferramenta muito importante para todo o projeto, uma vez que faz uma descrição pormenorizada de todos os processos desde a produção da biomassa até ao seu consumo final.

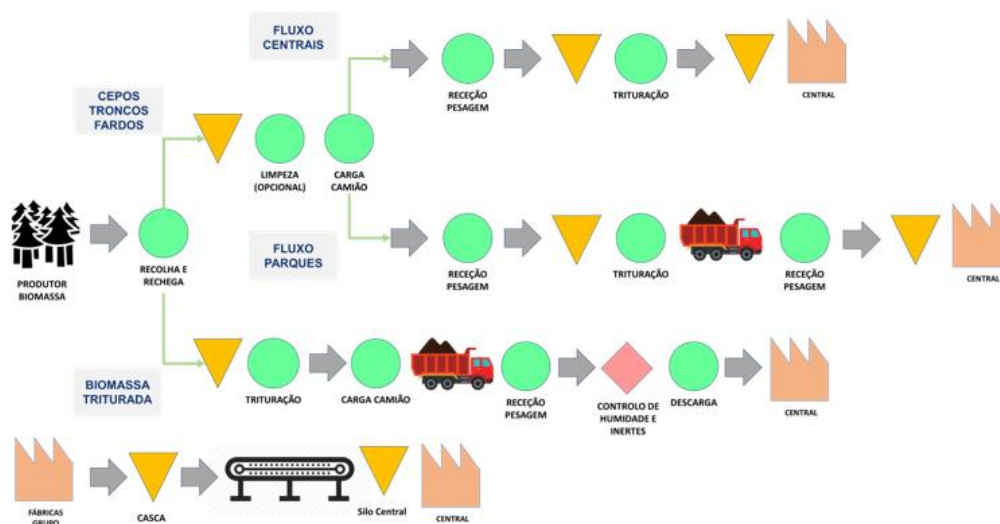


Figura 16 - VSM elaborado no âmbito deste projeto (elaboração própria).

No *VSM* estão registados dados como: Dados de armazenamento, fluxos de informação, pessoas e materiais. O resultado do *VSM* deu importantes elementos à equipa, nomeadamente, algumas orientações macro: (1) Melhorar indicadores dos processos e orientá-los para as necessidades do cliente; (2) Melhorar o planeamento, utilizando painéis de informação visual; (3) Utilizar canais de comunicação simples e sem burocracias; (4) Aumentar os níveis de digitalização tecnológicos; (5) Preparar e envolver os colaboradores na adoção de práticas de melhoria contínua.

Segundo Palma (2017), citando Niven (2002), as métricas e indicadores de desempenho são uma forma de avaliar e comunicar o desempenho em relação a um resultado esperado. São a ligação entre a estratégia, execução e por último a criação de valor. Funcionam como uma ferramenta para incentivar a ação, para guiar os colaboradores na direção dos objetivos globais da empresa. E são também uma ferramenta que permite aos gestores determinar o sucesso da implementação de qualquer estratégia. Em suma, são ferramentas de auxílio à melhoria.

Com os resultados das reuniões foram identificados os *KPI* impactantes na atividade da organização, sendo os mesmos apresentados de seguida de forma sucinta:

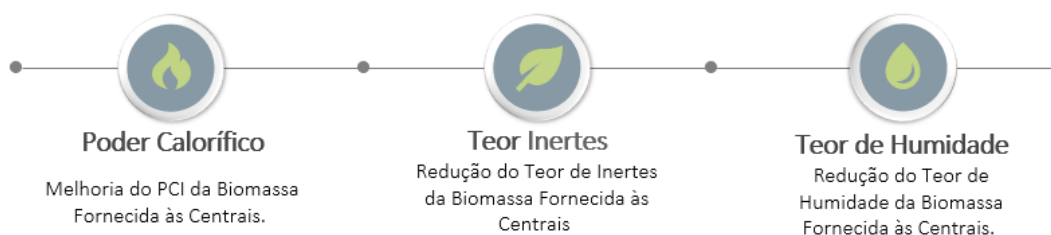


Figura 17 – Motivos impactantes no consumo específico de biomassa (elaboração própria).

A operacionalização dos indicadores é conduzida na fase de recolha de dados. A construção dos Indicadores Chave de Desempenho (i.e., *Key Performance Indicators*, *KPI*) a utilizar na análise e monitorização do processo foi realizada de uma forma expedita após a definição dos indicadores necessários. Este facto deve-se à informatização já implementada, para boa parte dos dados.

Como referido anteriormente, a biomassa é um combustível heterogéneo e bastante impactado por questões biofísicas da sua génese. Estas características traduzem-se num fator muito importante para a produção de energia elétrica, ou seja, o rácio quantidade de biomassa queimada versus a energia produzida.

O comportamento da biomassa no processo de queima é o somatório de cada um dos seus componentes: Humidade; PCI; Inertes. O poder calorífico é, no entanto, o motivo mais impactante no consumo específico da CTB, uma vez que qualquer variação pode ter um

enorme impacto no negócio (Nunes, 2015). Este fator além do forte impacto financeiro, tem também um papel de sustentabilidade ambiental.

3.4 Arquitetura do *Kobetsu Kaizen*

O modelo *Kobetsu Kaizen* é constituído por nove fases e segue um cronograma que engloba todas as fases do modelo, desde a caracterização do estado inicial, padronização da aprendizagem, fecho e prestação de contas aos patrocinadores (Kaizen Institute, 2021). Existiu assim, no trabalho aqui analisado, um período de preparação, um período de implementação de ações, seguimento do impacto das ações e fecho do *Kobetsu Kaizen*.

Um dos aspetos melhorados pelo *Kaizen* foi o seguimento da evolução de todas as tarefas do projeto. Esta importante melhoria foi alcançada com a introdução da ferramenta A3 de seguimento (anexo 3).

Clarificar o Âmbito & Objetivo

A implementação do *Kaizen*, no caso da ALTRI Florestal, decorreu de uma decisão estratégica da sua gestão de topo. A decisão foi justificada com a necessidade de manter a empresa numa posição de liderança num sector de atividade cada vez mais competitivo. Tal como é reportado na literatura (*Kaizen Institute*, 2021, Gerger, 2018), é necessário identificar e estabelecer as oportunidades de melhoria no âmbito do *Kobetsu*. No caso da ALTRI Florestal foram identificadas oportunidades como: (1) Aumentar a produtividade das centrais bioelétricas; (2) Melhorar aspetos qualitativos da biomassa; (3) Reduzir custos operacionais; (4) Conhecer melhor a matéria-prima; (5) Manter um posicionamento no mercado através do custo energético da biomassa.

Observar o Estado inicial

Após a definição dos objetivos foi estabelecido o plano de ações para cada um dos objetivos a alcançar, bem como o plano de ações macro que engloba a orientação estratégica do Abastecimento de biomassa. Os objetivos foram desdobrados em tarefas, no sentido *top-*

down, tendo sido transmitida a informação necessária a todos os colaboradores de forma a que todos se comprometessem com as tarefas e, para se manterem motivados para a realização das mesmas.

Em seguida, procede-se à caracterização da situação inicial (*as is*) do processo. Esta etapa é importante para visualizar todas as fases e recursos alocados, de forma a encontrar oportunidades de melhoria e reduzir desperdícios. O mapeamento de processos é muito utilizado para descrever a situação atual do processo pois torna bastante visível as diferentes áreas envolvidas e as atividades intrínsecas a cada uma delas.

O mapeamento descreve o tempo gasto para executar cada atividade, indica a responsabilidade das diversas funções, exhibe a passagem entre elas (“*hand-off*”) e indica a direção dos fluxos financeiros, de materiais e de informação (Franco, 2019).

Após a representação do fluxo é realizada a avaliação de cada um dos problemas encontrados. Esta análise é feita através de *post-its*, facilitando a gestão visual do quadro geral. São utilizadas três cores, o amarelo, o laranja e o rosa, representando cada uma delas uma tarefa/atividade. Este conjunto de procedimento está em coerência com as recomendações da literatura (Franco, 2019).

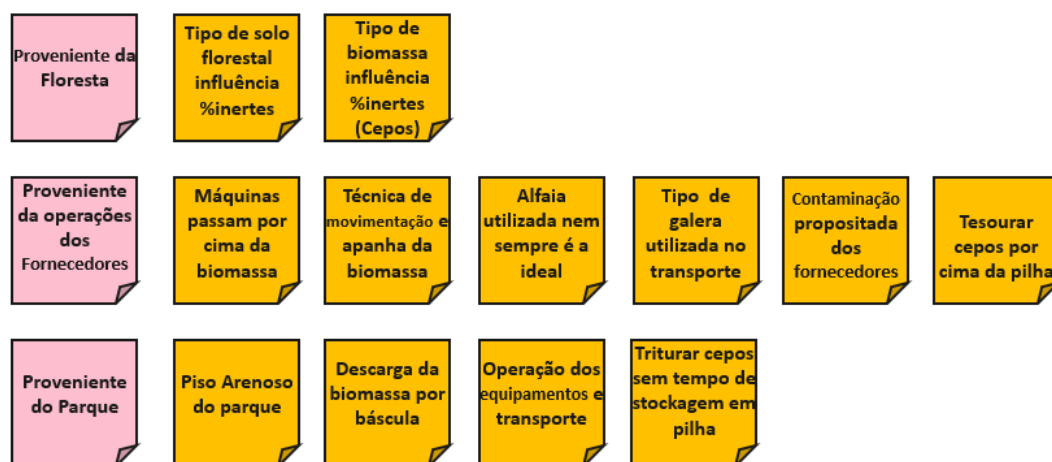


Figura 18 - Análise Causas Raiz – Elevado Teor Inertes (elaboração própria).

Na fase de alimentação e combustão da biomassa é a dimensão das partículas dos combustíveis, que tem de respeitar um determinado intervalo para o bom funcionamento da caldeira. O combustível deve estar isento de impurezas como, pedras, metais e outros objetos inertes (Cardoso, 2016).

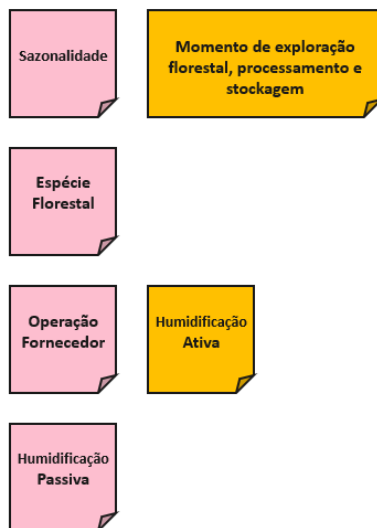


Figura 19 - Análise Causas Raiz – Elevado Teor Humidade (elaboração própria).

A humidade presente na biomassa conduz a uma diminuição considerável do seu poder calorífico. Numa conversão termoquímica é necessário eliminar ou diminuir o teor de humidade extrínseca através da secagem, até um nível técnico e economicamente tolerável. O poder calorífico e a humidade são propriedades muito importante para uma boa utilização da biomassa e aproveitamento no processo de combustão (Cardoso, 2016).



Figura 20 - Análise Causas Raiz – PCI (elaboração própria).

O poder calorífico de um determinado combustível é a máxima quantidade de energia passível de ser aproveitada da queima completa de uma unidade de massa dessa substância. Este poder calorífico é calculado a partir de medidas de temperaturas (onde são usados sensores eletrónicos), efetuadas antes, durante e após o processo de combustão, eliminando a contribuição de outros processos de transferência de calor externos (CBE, 2011).

De acordo com a literatura, nesta fase, é necessário recolher evidências de todos os problemas detetados durante a construção do fluxo. Para tal podem ser utilizadas múltiplas ferramentas dependendo do tipo de processo e dos *KPI* mais adequados para a situação. Como exemplo de ferramentas possíveis de serem utilizadas podemos mencionar o Diagrama de esparguete, o Princípio de *Pareto* ou a Técnica dos 5W (Franco, 2019).

No caso da ALTRI Florestal, a análise dos dados recolhidos revelou com clareza, os motivos impactantes no consumo de biomassa nas CTB, sendo eles designadamente: a percentagem de inertes que contamina a biomassa, percentagem de humidade e o poder calorífico dos materiais.

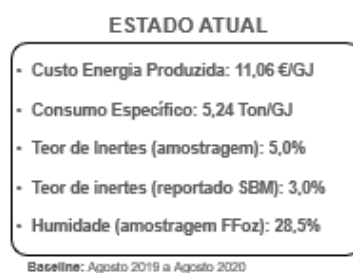


Figura 21 – Caraterização do estado inicial “as is” (elaboração própria).

O estado inicial foi caraterizado entre agosto de 2019 e agosto de 2020, neste período foram recolhidos e analisados os principais *KPI*, tendo sido delineado um estado desejado bastante ambicioso. A caraterização do estado inicial foi apoiada num plano de ação e respetivo cronograma (figura 22): (1) Caracterização dos Motivos Impactantes no Consumo Específico; (2) Caracterização do PCI das Tipologias de Biomassa; (3) Normalização das Operações no Terreno e no Armazenamento da Biomassa; (4) Acompanhamento da Atividade de Fornecedores e Controlo de Cargas.

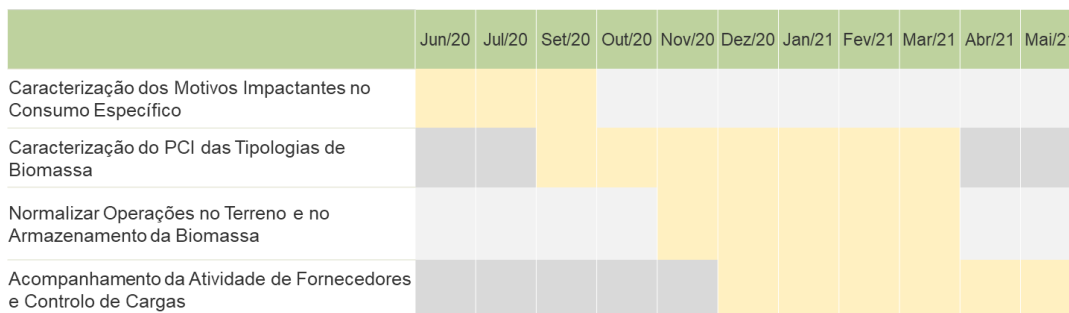


Figura 22– Cronograma do plano de ação definido para o projeto (elaboração própria).

Definição de Estado Objetivo

Depois de identificados e caracterizados os diversos constrangimentos para o processo, o negócio da biomassa no caso da ALTRI, é necessário projetar um estado objetivo desejado, de forma a estabelecer uma rotina de melhoria na organização, motivando e orientando os colaboradores para as melhorias propostas.

Os objetivos foram acordados junto da equipa do *Kobetsu*, administração da empresa e com o apoio e supervisão do *Kaizen Institute*.

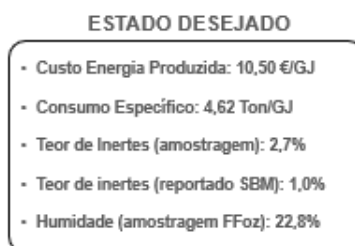


Figura 23 – Caracterização do estado desejado “*should be*” (elaboração própria).

A qualidade da biomassa desempenha um papel fundamental nos resultados das centrais de biomassa, o impacto é registado a nível quer operacional, quer a nível financeiro. A qualidade é um princípio muito importante é uma crença clássica em termos de *Kaizen*. Tal como já se referiu, desde os primórdios, com Crosby, Deming, Juran, Ishikawa e outros, a qualidade sempre foi um dos fatores mais importantes. Tal como refere Coimbra (2013), a

crença é sustentada por três conceitos: Entrada em novos mercados; A próxima operação é o cliente; Melhoria a montante.

A definição do alvo para o projeto é o primeiro passo. No contexto do caso alvo, a ALTRI Florestal, são as necessidades dos seus clientes internos, e as CTB do grupo.

Descobrir as causas raiz

Cada tipo de biomassa exhibe propriedades específicas que podem influenciar o desempenho como combustível nos sistemas de combustão. Sendo assim, as características da biomassa podem determinar as tecnologias de conversão termoquímica e as condições operacionais a utilizar para obtenção de boas condições de combustão e bom desempenho em termos de eficiência energética e impactos ambientais, justificando a necessidade de se efetuar uma caracterização exaustiva dos diversos parâmetros, de acordo com as normas aplicáveis (Fernandes, 2015).

Ainda de acordo com o autor Fernandes (2015), as características mais relevantes relacionadas com a conversão da biomassa e cuja avaliação é mais importante são o teor de humidade, o teor de matéria volátil, o teor em cinzas, o poder calorífico, o carbono fixo, a composição elementar e os elementos maiores.

O risco de contaminação da biomassa é um grave problema, não só pelos graves prejuízos que pode causar na operação, mas também, por questões ambientais inerentes da queima de materiais que não são biomassa florestal. Os contaminantes mais comuns são por exemplo, pedras, metais, vidros e plásticos. Normalmente estes contaminantes são adicionados acidentalmente às cargas durante os processos produtivos da biomassa, contudo, são também identificadas contaminações propositadas, com o objetivo de obter maior rendimento na comercialização da biomassa (Cardoso, 2016).

- **Caracterização do PCI das Tipologias de Biomassa**

O poder calorífico é definido como o conteúdo energético libertado durante a conversão energética de um combustível, e apresenta-se em termos do conteúdo de energia por unidade

e massa [MJ/kg]. Este conteúdo energético é determinado pela composição química da biomassa e é normalmente expresso como poder calorífico superior (PCS) ou poder calorífico inferior (PCI) (Fernandes, 2015).

A composição da mistura utilizada na combustão das CTB é uma mistura de diversas espécies florestais, maioritariamente eucalipto e pinheiro-bravo, com variações na composição de acordo com a região da CTB e época do ano.

A estimativa inicial, antes do desenrolar trabalho de melhoria contínua, colocava o poder calorífico inferior (PCI) da mistura de biomassa adquirida nos 16 MJ/kg em base seca. Com uma humidade média anual de referência da biomassa de 30%, o valor do PCI da biomassa enquanto queimado é de 10 MJ/kg, pois a humidade libertada na combustão faz diminuir o PCI do combustível.

- **Teor de humidade (%)**

O teor de humidade influencia de forma significativa o poder calorífico, uma vez que a evaporação da água presente vai consumir parte da energia (Silva M. , 2009).

Na biomassa florestal residual os valores de humidade podem variar entre os 15 e os 60%. Esta variação é explicada por diversos fatores, nomeadamente, condições climáticas, a altura do ano, a espécie florestal, a parte da árvore utilizada (folhas, ramos, bicadas) e a fase de armazenamento (Imflorestal, 2014).

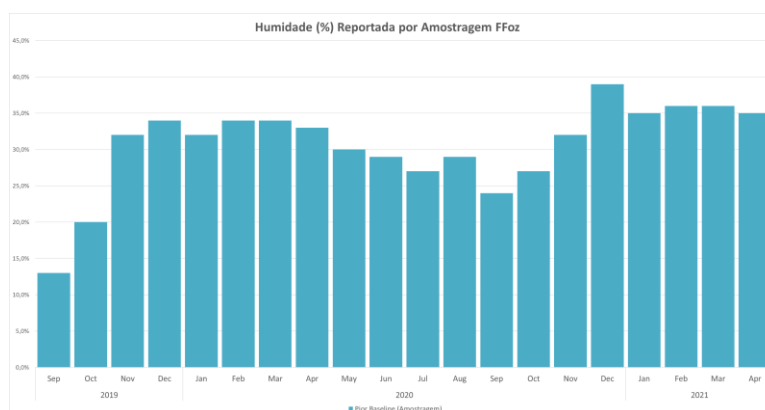


Gráfico 2 – Evolução da percentagem de humidade durante o período de caracterização (elaboração própria).

Durante o período de análise é possível observar que a humidade média mensal sofre variações ao longo das estações do ano, mais seca nos meses de verão e mais húmida nos períodos de inverno. No período de análise referente ao projeto a humidade média da biomassa foi de 30%.

- **Teor de Inertes (%)**

O teor de inertes presentes na biomassa está diretamente relacionado com o método produtivo utilizado no aproveitamento da biomassa. Também as condições climáticas podem afetar este indicador, uma vez que com o aumento da humidade/precipitação os inertes tendem a contaminar a biomassa com maior facilidade.

A presença de inertes na biomassa não afeta apenas a energia gerada, mas também, condiciona o bom funcionamento das caldeiras, uma vez que estes resíduos geram um elevado desgaste nos mecanismos das centrais.

Determinadas tipologias de biomassa são mais problemáticas que outras no que diz respeito a este fator, nomeadamente os cepos das árvores, que devido ao facto de serem extraídos diretamente da terra, muitas das vezes apresentam níveis muito preocupantes de contaminação.

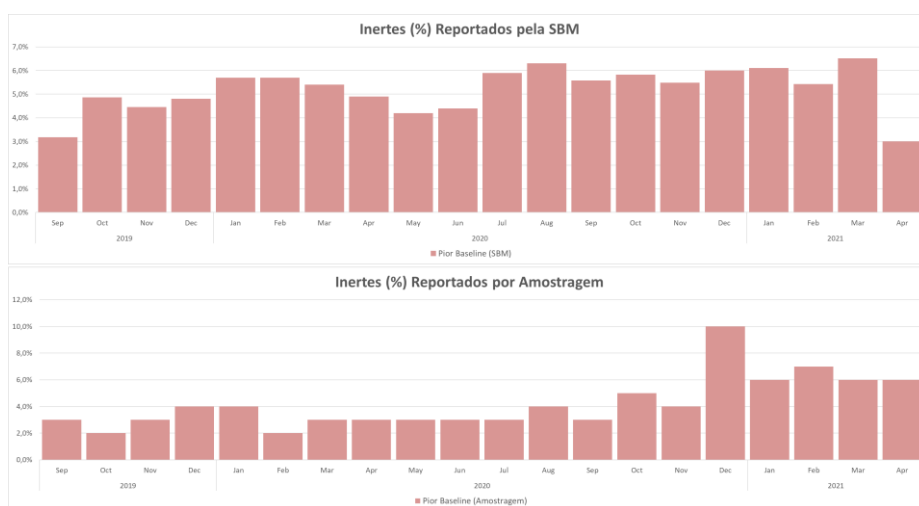


Gráfico 3- Evolução da percentagem de inertes durante o período de caracterização (elaboração própria).

Durante o período de análise foi possível verificar um aumento da quantidade de inertes na biomassa durante os meses mais chuvosos, esta facto é provocado pelo agravamento das condições de explorabilidade da biomassa que acabam por promover a contaminação por inertes.

No caso da ALTRI Florestal, o cálculo deste *KPI* é realizado de duas formas distintas: através da quantificação de escórias e areias retiradas mensalmente da caldeira e através de análises laboratoriais a amostras da biomassa. É facilmente perceptível o aumento do teor deste contaminante durante os meses de inverno.

3.5 Design de Soluções

As características da biomassa traduzem-se num fator muito importante para a produção de energia elétrica, ou seja, o rácio quantidade de biomassa queimada versus a energia produzida (Nunes, 2015).

Quanto maior o poder calorífico presente na biomassa consumida, menor será a quantidade necessária para gerar uma unidade de energia (ton/MWh). Este fator além do forte impacto financeiro, tem também um papel de sustentabilidade ambiental (Carrasco, 2001).

Depois de identificadas as oportunidades de melhoria através do método *Kobetsu* e do *VSM* realizado ao caso de estudo (figura 16), é necessário resistir à tentação de ditar remédios e propor imediatamente correções. Mesmo que “de fora” uma solução pareça óbvia, as causas têm sempre origem no interior, muitas vezes cruzando funções e departamentos (Palma, 2017).

Para uma visão sistémica de diagnóstico foi importante contar com a participação de todos os colaboradores envolvidos nos processos que se pretendem melhorar. Só assim se conseguem soluções fiáveis e acima de tudo exequíveis.

É crucial que aqueles que estão envolvidos no sistema que se está a tentar mudar, percebam e tenham confiança na solução. Os sistemas funcionam bem enquanto o seu criador está no comando, e colapsam rapidamente quando este se vai embora. Na avaliação do novo sistema é importante avaliar a sua capacidade para sobreviver à perda do seu criador. O sucesso ou insucesso da mudança está fortemente ligado à forma como os colaboradores a percebem.

Envolver os colaboradores no desenho e planeamento de implementação de soluções tem outra grande vantagem, que é a de muitas vezes virem a ter excelentes ideias sobre qual é a melhor maneira de fazer alguma coisa. Quando não é o caso, têm pelo menos a consciência que a sua opinião conta, e isto, em parte, ajuda a aceitar a mudança (Palma, 2017).

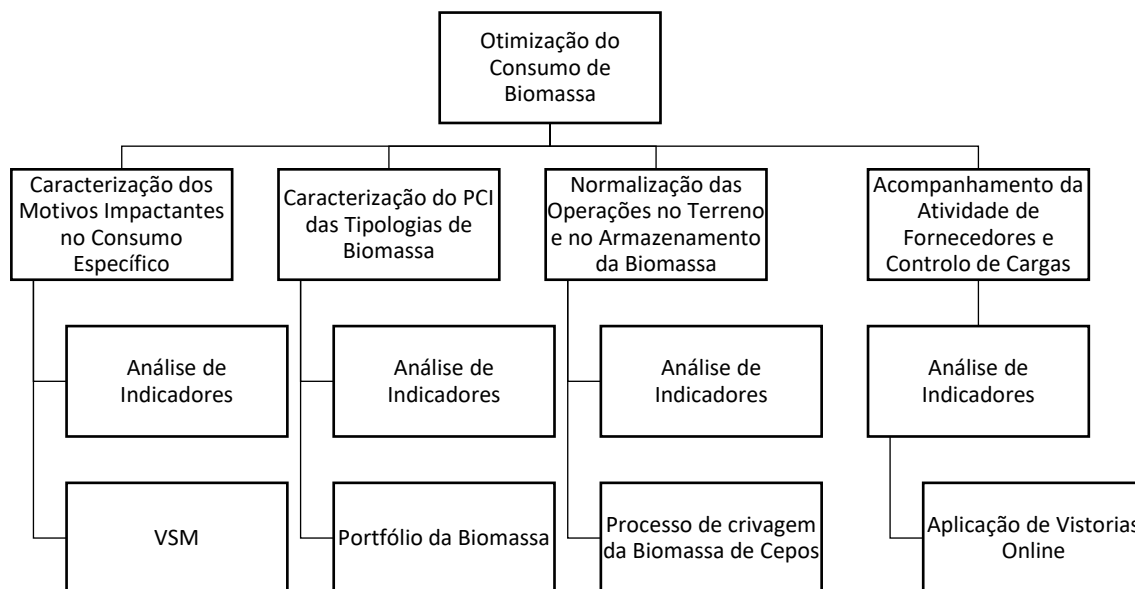


Figura 24 – Diagrama de esquematização do plano de ação do projeto (elaboração própria).

Neste ponto da dissertação é apresentada uma perspetiva muito macro do desenho de soluções projetadas pelo *Kobetsu Kaizen*. O desenvolvimento complementar é apresentado no capítulo da análise crítica de resultados.

- **Caracterização do PCI das Tipologias de Biomassa**

Existe uma grande diversidade de combustíveis de biomassa, no entanto, esta dissertação foca o estudo da biomassa florestal residual (BFR), que se pode integrar na classificação de biomassa de acordo com tabela 2. As características da biomassa florestal variam de acordo com o grau de humidade, forma e modo de tratamento, espécies de árvores e a parte de onde é extraída (Fernandes, 2015).

Tabela 2– Tipologia de biomassa analisadas (elaboração própria).

Tipologia
Rolaria/Estilha de Pinho
Biomassa Residual de Acácia
Biomassa Residual Mista
Biomassa Residual Verdes
Biomassa Residual Pinho
Biomassa Residual Eucalipto
Biomassa Residual Cepo
Borras de Café
Podas de Vinha
Bagaço de Azeitona
Bagaço de Uva

O poder calorífico é determinante no negócio, sendo importante efetuar uma caracterização profunda das tipologias de biomassa adquirida (CBE, 2011). A caracterização do PCI, consistiu na recolha de amostras de biomassa, com diferentes proveniências e de diferentes tipologias. Foram no total caracterizados de dez tipologias de biomassa, em termos das seguintes características químicas (Humidade; Inertes; solúveis; PCI), para este efeito foram recolhidas e analisadas mais de 60 amostras de biomassa.



Figura 25 – Amostra de Biomassa Florestal (elaboração própria).

- **Normalização das Operações no Terreno e no Armazenamento da Biomassa**

De acordo com Saião (2009) a cadeia de aproveitamento da biomassa florestal, tendo em vista a produção de energia, é constituída por três ações distintas: Recolha dos resíduos na floresta; Transporte; Queima dos resíduos na central e produção de bioenergia.

O abastecimento de biomassa do caso da ALTRI Florestal é feito basicamente com recurso a três grandes tipologias de biomassa: Biomassa Florestal Triturada; Fardos de Biomassa Florestal e Cepos de árvores tesourados (anexo 2).

Apesar da produção de madeira para a indústria ser o principal objetivo da exploração florestal, é através das operações realizadas que se gera biomassa florestal, quer nos cortes finais ou de regeneração, em aproveitamentos intermédios de desbastes com valor comercial, nas intervenções silvícolas em povoamentos jovens de regeneração natural e nas intervenções silvícolas em povoamentos jovens de rearboração (Silva M. , 2009).

A recolha e a produção de biomassa devem ter em consideração o tipo de uso que irá ser realizado, quanto à sua qualidade e forma. A natureza do produto original também condiciona o produto final (Silva M. , 2009).

Os principais problemas de qualidade ocorrem no momento da extração da biomassa, existindo uma elevada probabilidade de contaminação da biomassa por materiais inertes (ex. terra e pedras).

O aproveitamento das raízes de árvores para biomassa é talvez o processo mais complexo e problemático no aos inertes diz respeito, uma vez que estes têm de ser extraídos do solo para serem processados.

- **Crivagem da Biomassa**

A crivagem de biomassa é uma alternativa, muito eficaz, na redução da contaminação da biomassa por inertes. Este processo permite extrair, em determinadas tipologias de biomassa, quase a totalidade da contaminação por inertes existente.

Geralmente é uma operação que se realiza apenas após a trituração de cepos devido à elevada contaminação deste tipo de material. O funcionamento consiste na introdução de material

previamente triturado num primeiro crivo vibratório que separa a fração grosseira da restante. O material que passa o primeiro crivo cai para um outro crivo mais apertado onde é feita a separação entre a estilha aceitável e os finos (figura 26). A estilha que se recolhe desta operação é composta por partículas de grandes dimensões e irregulares porque a primeira trituração é feita com um crivo relativamente largo para não causar muito desgaste nas peças. É, portanto, necessário proceder a uma segunda trituração para obter uma estilha de qualidade aceitável (Netto, 2008).

Um crivo mecânico normalmente apresenta vários peneiros inclinados sobrepostos, em que o diâmetro das aberturas do crivo superior é maior e as do crivo inferior são menores. São efetuados movimentos verticais e horizontais para que os sólidos se movimentem e que podem induzir a ocorrência de redução de dimensões (Linhares, 2008).



Figura 26 – Processo de crivagem de copos em ensaio de campo (elaboração própria).

É, contudo, um processo muitas das vezes complexo e dispendioso, devido à necessidade de utilização de equipamentos indústrias de grande dimensão, para o fazer.

- **Vistorias – Acompanhamento dos Fornecedores**

Um dos aspetos importantes na gestão da cadeia de abastecimento da biomassa é a confiança na qualidade dos combustíveis fornecidos às CTB. Este aspeto é reforçado pelo caso de estudo através de medidas contratuais e por mecanismo de receção de matéria-prima. Os técnicos de abastecimento da empresa assumem também um papel fundamental no controlo de qualidade da biomassa realizando vistorias de avaliação de qualidade às diferentes frentes de trabalhos dos fornecedores.



Figura 27 – Vistoria técnica realizada por técnico da ALTRI Florestal (elaboração própria).

As vistorias são feitas de duas formas distintas: reativas quando surgem não conformidades, como por exemplo devolução de cargas e aleatórias com a seleção aleatória de cargas e fornecedores. Nestas ações são avaliados um conjunto de indicadores importantes para a qualidade da biomassa, mas também para a segurança das operações associadas. Com base na avaliação do técnico de abastecimento, são tomadas decisões que podem comprometer ou condicionar o fornecimento da biomassa, caso a mesma não cumpra os padrões de qualidade.

- **Outras ferramentas - *Kaizen* diário**

O *Kaizen* diário foi o alicerce para todo o programa de melhoria contínua da ALTRI Florestal, reformulando a forma de trabalhar dos colaboradores e a sua fundamentação de opções de gestão suportada por indicadores.

O objetivo do *Kaizen* diário é o de criar líderes de equipa que desenvolvam as suas equipas para se tornarem equipas autónomas capazes de manter e melhorar os seus processos e áreas de trabalho numa base diária. Uma vez que é aplicada de forma transversal à organização, o *Kaizen* diário pretende contribuir para a implementação de uma cultura de melhoria de forma sustentada (Pinto, 2015).



Figura 28 – Exemplo de uma equipa durante uma reunião de *Kaizen* Diário (Altri, 2017).

O sistema de *Kaizen* diário envolve a criatividade das pessoas de todos os níveis da organização para melhorar o seu próprio trabalho, o que não só ajuda a manter a eficiência operacional, mas também melhora a equipa de trabalho (Pinto E. , 2015).

3.6 Síntese

Este capítulo apresenta um retrato sumariado da implementação da metodologia *Kobetsu Kaizen* seguida pela ALTRI Florestal no seu caminho de melhoria contínua. Os processos aparecem estruturados numa determinada ordem, por se acreditar que se devem criar mecanismos de organização, tanto das próprias equipas como dos seus trabalhos.

Foi estruturada a metodologia de investigação e descritos os procedimentos da recolha e tratamento dos dados.

Na lógica do princípio da melhoria contínua, o *Kobetsu* deve não só servir como uma forma de estruturar e resolver problemas complexos, mas principalmente cumprir a sua função como ferramenta de melhoria contínua.

De acordo com as evidências apresentadas ao longo do capítulo foi possível concluir que as ferramentas de melhoria têm quatro propósitos: comunicar, motivar, controlar e, finalmente, melhorar. Organizações com colaboradores que analisam e compreendem os indicadores estão no rumo certo para o sucesso no processo de melhoria contínua.

4. Análise Crítica da Implementação e dos Resultados

Neste capítulo é feito um balanço de todo o *Kobetsu Kaizen* e do respectivo impacto das oportunidades de melhoria identificadas e implementadas. nossa melhoria nos indicadores qualitativos da biomassa é, como se referiu; o principal objetivo estabelecido para a realização do *Kobetsu*.

4.1 Apreciação da implementação

Ao longo da elaboração desta dissertação, analisando todo o percurso do caso em estudo, é possível comprovar a performance das ferramentas *Kaizen*. A definição e divulgação de indicadores e a implementação do *Kobetsu Kaizen* permitiram orientar os colaboradores da ALTRI Florestal para os objetivos estabelecidos no *Kick-off* do projeto de melhoria contínua.

A implementação de ferramentas *Kaizen* como o *Kaizen* diário e a utilização do quadro *Kaizen* na realização de reuniões impulsionaram a maior responsabilização das pessoas da equipa e criaram um maior comprometimento com os objetivos definidos, e o envolvimento nas ações de melhoria (anexo 3).

De acordo Palma (2017) referindo no seu trabalho a obra de Taiichi Ohno (1988), não existe nenhum método mágico para aumentar a eficiência de uma empresa. É necessário um sistema de gestão que aproveite e desenvolva todo o potencial humano, que faça bom uso das instalações e máquinas, e que elimine todo o desperdício.

No caso de implementação que temos vindo a analisar, foi possível constatar a importância de ter em posse elementos que permitam concluir quanto à perceção das necessidades do cliente, e usar essa informação para definir o que representa valor acrescentado na cadeia e o que pode ser eliminado. Para tanto, a ALTRI Florestal teve necessidade de projetar processos que permitissem maximizar o valor acrescentado, definindo quais as competências necessárias a esses processos, planear ainda a sua alocação com base nas necessidades do cliente final.

4.2 Resultados Operacionais

Como resultado do trabalho *Kobetsu* e da inovação potenciada pela metodologia *Kaizen*, a ALTRI Florestal gerou e apresentou mais de uma dezena de ideias de melhoria para a cadeia de abastecimento de biomassa da empresa. Deste conjunto de ideias foram implementadas quatro, estando mais cinco em processo de desenvolvimento e análise. O acompanhamento da implementação do *Kaizen* permite concluir relativamente à mudança na forma de trabalhar na ALTRI Florestal, não só com ganho de eficiência e produtividade, mas fundamentalmente, com estímulo à inovação dos seus colaboradores.

- **Quantificação da energia comprada, armazenada e consumida**

A implementação deste processo foi, sem dúvida alguma, uma mudança de paradigma na forma de compra de biomassa. Durante anos, a biomassa foi valorizada com base na tonelada sólida de material, sem olhar para a energia contida.

A estratégia da valorização energética da biomassa é uma mudança de extrema importância para o negócio, contribuindo para uma nova forma de valorização da matéria-prima e de análise global do negócio de produção de energia elétrica.

Uma das alterações processuais introduzida pelo *Kobetsu*, foi a quantificação da energia contida na biomassa adquirida. Esta melhoria foi conseguida através da elaboração do portfólio da biomassa, e respetiva caracterização energética das diferentes tipologias de biomassa florestal.

No momento de receção da matéria-prima, passou a ser efetuada a quantificação da energia, seguindo um procedimento automático, conduzido através do sistema informático de gestão de abastecimento, que pondera dois fatores: a tipologia de biomassa (PCI) e respetiva humidade (%).

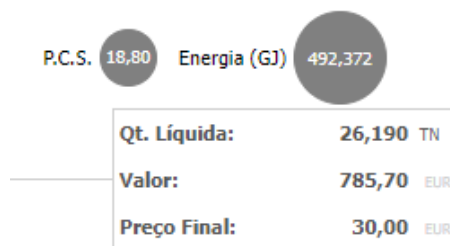


Figura 29 – Report com a quantificação em peso e energia da biomassa rececionada (elaboração própria).

Esta alteração ao sistema permitiu ainda quantificar a energia armazenada, ou seja, quando se analisa os valores de *stock* é possível cruzar as toneladas armazenadas com a energia contida.

- **Portfólio da biomassa**

O poder calorífico superior (PCS) e o poder calorífico inferior (PCI) dependem do tipo e origem da biomassa, teor de humidade e cinzas. O PCS corresponde ao calor libertado por unidade de massa de combustível, estando toda a água formada durante a combustão em fase líquida e apresentando, tanto a água como o gás de combustão, igual temperatura, correspondendo à temperatura do combustível antes da combustão (Ferreira, 2015).

Além das propriedades físicas como o tamanho das frações de biomassa, resultantes dos processos de trituração da biomassa, também as propriedades químicas como a humidade, voláteis, carbono e inertes, tem variações. Os resultados do portfólio vieram confirmar as estas diferenças. Os resultados obtidos mostraram que existe variação entre as características de diferentes tipos de biomassa, e até mesmo de diferentes granulometrias para uma mesma espécie de biomassa.

A implementação do *Kaizen* permitiu, tal como já se referiu, desenvolver uma nova forma de valorizar a biomassa (figura 29), sendo ela feita em função do potencial energético da biomassa (Gj/kg). Este novo processo veio permitir aumentar a fiabilidade nas compras de biomassa, comprando melhor combustível, com mais energia e com preços mais competitivos.

Um aspeto fundamental foi a perceção de que o preço com base na quantidade estava completamente desajustado à realidade do sector. Em suma, a aquisição da biomassa com base na sua capacidade de gerar energia é mais competitiva uma vez que o peso (kg ou ton) só por si não acrescentam valor uma vez que podem ser compostas por componentes não combustíveis como água ou inertes.

- **Crivagem de Cepos**

Uma das inovações processuais introduzidas pelo *Kobetsu* foi a crivagem de biomassa. Durante o projeto os colaboradores da equipa *Kaizen* fizeram a sugestão de incorporar um crivo móvel, no processo de produção de biomassa florestal. A sugestão processual foi testada em ambiente real, floresta e meio industrial, com a experimentação da crivagem em diferentes tipos de biomassa triturada e cepos tesourados. Para o efeito foi alugado um crivo de marca *Kleemann* (Figura 30), utilizado tradicionalmente na construção civil, para a crivagem de matérias de demolição.



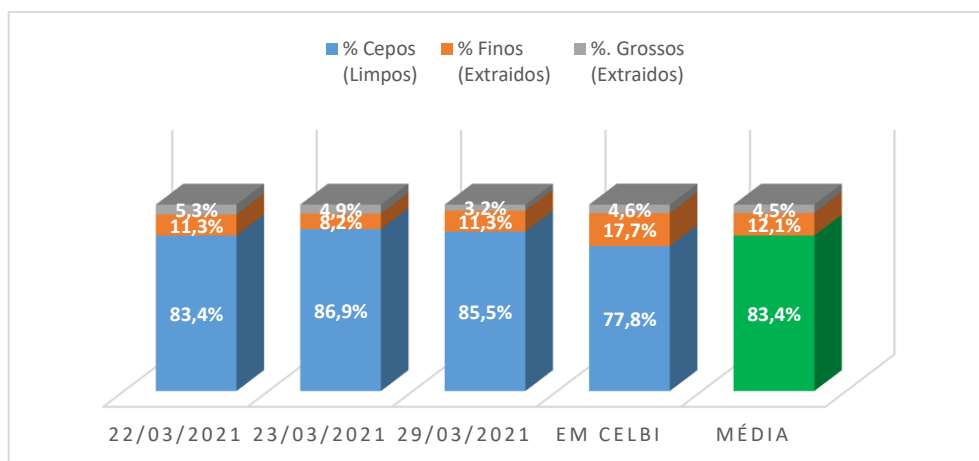
Figura 30 – Crivo *Kleemann* em operação de crivagem de cepos (elaboração própria).

O ensaio teve por objetivo tirar conclusões, acerca da viabilidade operacional e económica da crivagem de biomassa em três tipologias distintas (cepos, biomassa triturada de cepos, biomassa florestal residual).

Tabela 3 - Resultados das amostragens realizadas durante o ensaio (elaboração própria).

Amostra	Data	Hora	Matrícula	Teor em Inertes, %	Teor em Humidade, %
Cepos Crivados Finos (rejeite)	23/03/2021	09:15		6	16
Cepos Crivados Finos (rejeite)	23/03/2021	14:00		11	13
Cepos Crivados Finos (rejeite)	23/03/2021	17:30		19	11
Cepos Crivados Grossos (rejeite)	23/03/2021	09:20	-	3	29
Cepos Crivados Grossos (rejeite)	23/03/2021	14:05		39	27
Cepos Crivados Grossos (rejeite)	23/03/2021	17:30		43	26
1ª amostra Cepos Crivados	22/03/2021	11:00	NQ-55-87	0	30
2ª amostra Cepos Crivados	22/03/2021	11:28	32-35-QL	0	32
3ª amostra Cepos Crivados	22/03/2021	11:55	NQ-55-87	1	33
4ª amostra Cepos Crivados	22/03/2021	12:23	32-35-QL	1	30
5ª amostra Cepos Crivados	22/03/2021	14:16	NQ-55-87	1	35
6ª amostra Cepos Crivados	22/03/2021	15:00	32-35-QL	0	31
7ª amostra Cepos Crivados	22/03/2021	15:41	NQ-55-87	0	29
8ª amostra Cepos Crivados	22/03/2021	16:15	32-35-QL	0	36
9ª amostra Cepos Crivados	22/03/2021	17:05	NQ-55-87	0	27
10ª amostra Cepos Crivados	22/03/2021	17:30	32-35-QL	0	26
11ª amostra Cepos Crivados	22/03/2021	18:10	NQ-55-87	0	33
12ª amostra Cepos Crivados	22/03/2021	18:35	32-35-QL	0	32
1ª amostra Cepos Crivados	23/03/2021	09:19	32-35-QL	0	33

De acordo com os resultados obtidos (tabela 3), o equipamento, apresentou significativamente mais eficiência na crivagem de cepos tesourados, alcançando um elevado grau de extração de contaminantes da biomassa e com uma reduzida percentagem de perdas de material combustível. Os resultados obtidos, consistentemente, apresentaram bons indicadores de qualidade no que à redução de inertes no combustível diz respeito. A percentagem média de inertes da biomassa produzida através deste processo foi compreendida entre os 0-2%.



1 Ton Cepos			
% Cepos(Limpos)	% Finos(Extraídos)	% . Grossos(Extraídos)	% . (Extraídos)
83,4%	12,1%	4,5%	16,6%
0,834 Kg	0,121 Kg	0,045 Kg	0,166 Kg

Gráfico 4– Resultados consolidados do processo de crivagem de cepos (elaboração própria).

Relativamente aos custos operacionais estimados a operação também apresentou bons resultados, justificados pela elevada produção e reduzidos custos de produção. O preço tonelada/biomassa produzida é relativamente baixo quando comparado com outras soluções testadas no passado.



Figura 31 – Novo modelo operacional de trituração de ceptos com crivagem (elaboração própria).

Baseado nesta avaliação, a ALTRI Florestal criou um novo modelo de trabalho (figura 31) onde agruparam as operações de crivagem e trituração, originando uma operação em linha, reduzindo o número de movimentos e otimizando os custos operacionais.

- *App* Vistorias Digitais

A digitalização é um fator importante, uma vez que hoje em dia a sociedade assumiu, de forma global, um novo paradigma nos serviços e produtos que conduzem à disponibilização eletrónica e ao acesso remoto de informação (Carvalho S. , 2011).

Na Altri Florestal, o armazenamento da informação dos processos de vistoria foram também objeto de melhoria. Esta passou pela transferência de suporte, ou seja, transferência do conteúdo informativo e técnico das vistorias para um outro suporte, com o objetivo de garantir e melhorar a acessibilidade da informação, utilizando para tal as novas tecnologias. Este desenvolvimento processual veio tornar as decisões técnicas mais rápidas e eficazes, mitigando o problema da devolução de cargas de biomassa não conformes.



Figura 32 – Exemplo do formulário da App desenvolvida para as vistorias de qualidade (elaboração própria).

A aplicação veio também proporcionar uma maior comunicação corporativa, uma vez que permite o envio de indicadores em simultâneo para os responsáveis de diferentes departamentos. Os principais indicadores comunicados são a percentagem de humidade, dimensão das partículas e existência de contaminações como por exemplo os inertes.

É possível enumerar diversas vantagens a este suporte digital no que diz respeito ao aumento da eficiência processual, nomeadamente, possibilidade de carregamento de fotografias como prova da qualidade da biomassa e permitindo à distância consultar e validar os resultados das vistorias.

Esta aplicação permitiu ainda criar um *standard* da tarefa, implementando um formulário de preenchimento rápido e intuitivo que é armazenado numa base de dados de grande capacidade e que permite a sua consulta histórica em qualquer momento.

Atualização do plano de ação

Na ALTRI Florestal, no decurso do acompanhamento do projeto *Kobetsu*, foram realizadas várias reuniões de *follow-up*. Nestas reuniões, normalmente, marcavam presença a administração, equipa *Kaizen* e alguns dos consultores do *Kaizen Institute*.

O plano de ação ia assim sendo sujeito a atualização periódica. Essas reuniões eram um espaço para reportar os desenvolvimentos mais recentes, discutir indicadores e possíveis

implementações processuais no terreno. O A3 e o plano de ações (anexo 3), foram ferramentas *Kaizen* fundamentais para a sistematização de toda a informação do *Kobetsu*. As ações integrantes do plano eram sujeitas a priorização, e nas sessões de *follow up* era realizado o acompanhamento das ações abertas e fechadas. Trata-se de um procedimento implementado em conformidade com as indicações da metodologia descritas na literatura.

Nestas sessões ocorriam obrigatoriamente dois procedimentos, a análise de indicadores e monitorização do plano de ações. Estes dois procedimentos foram também complementados com visitas ao terreno. O propósito era permitir que a gestão de topo tomasse contacto direto e sensibilidade para as ações desenvolvidas e implementadas.

Outro aspeto que o *Kobetsu Kaizen* veio promover foi o da comunicação e de trabalho em equipa. O planeamento de próximas ações até à realização de novo ponto de situação é comunicado a toda a equipa. Este mecanismo permitiu à ALTRI Florestal aumentar o envolvimento da equipa afeta ao projeto e manter os *sponsors* motivados com o desenrolar do projeto.

4.3 Resultados Financeiros

Por forma a concluir a análise ao caso de implementação, foram recolhidos dados relativos à evolução de determinadas variáveis, a fim de se extraírem conclusões sobre o impacto da aplicação da metodologia *Kobetsu Kaizen* na ALTRI Florestal S.A.

Custos Envolvidos

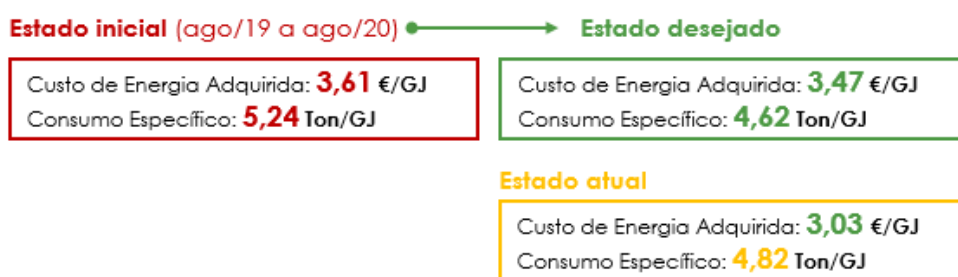
A contabilização dos custos envolvidos no *Kobetsu*, permitiu concluir que os mesmos obtiveram um *payback* muito rápido.

Em termos mais concretos, foram utilizadas aproximadamente 500 horas de trabalho dos técnicos da ALTRI Florestal, destinadas a suportar toda a implementação *Kaizen* e respetivos ensaios operacionais. Ao nível de investimento financeiro, foram contabilizados cerca de 53.400,21 euros, na maioria destinados à caracterização qualitativa da biomassa, aluguer de equipamentos e ensaios logísticos.

Ganhos Financeiros

Como referido anteriormente, a qualidade desempenha um papel fundamental na produção de energia através da biomassa. Com a implementação dos desenvolvimentos proporcionados pelo *Kobetsu* a qualidade da biomassa adquirida foi significativamente melhorada o que veio a proporcionar um potencial impacto nos resultados financeiros alcançados.

Tabela 4 –Estados “as is”; “Should be” and “To be” (Kaizen Institute, 2022).



A melhoria da qualidade foi responsável direta pela redução do custo energético da biomassa adquirida. De acordo com os resultados obtidos o custo de aquisição da biomassa teve um decréscimo de 16% face ao estado inicial e quando analisada em termos da energia adquirida.

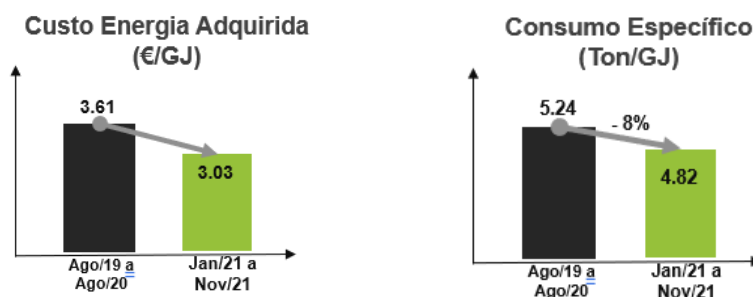


Gráfico 5 – Evolução do custo da energia da biomassa adquirida e consumo específico (Kaizen Institute, 2022).

Para melhor entender os benefícios *Kobetsu* é necessário compreender o seu impacto na atividade processual da central termoelétrica a biomassa. Uma central termoelétrica a biomassa como a SBM, têm uma potência térmica de 135 MWt, à qual corresponde uma

produção líquida de eletricidade de 34,5 MWe, permitindo uma a produção de 350 GWh/ano, sendo que 302 GWh/ano é para venda (DGEG, 2017).

A estimativa da quantidade de biomassa consumida é efetuada de acordo com os parâmetros de produção apresentados na caracterização da CTB. Assim, de acordo com esses parâmetros, os pressupostos para os cálculos são os seguintes:

- Produção Anual – 350 GWh/ano - $3,5 \times 10^5$ MWh/ano
 - Potência instalada: 34,5 MWe
 - Disponibilidade anual da CTB: 8 400 horas/ano – (350 dias úteis)
 - Rendimento Operação: 29% (especificação da caldeira)
 - Custo da Biomassa Tal qual: 30,0 € / ton
- (1) Conversão de ton/Gj para ton/MWhe (coeficiente 3,6);
 - (2) Multiplicação do ponto 1 com a disponibilidade anual da CTB: 8 400 horas/ano;
 - (3) Multiplicação do ponto 2 com a potência da central, neste caso 34,5 MWe;
 - (4) Multiplicação do ponto 3 com o Custo da Biomassa Tal qual: 30,0 € / ton

Tabela 5 - Comparação de performance situação “*as is*” e “*To be*” (elaboração própria).

Fases	ton/GJ	ton/MWhe (1)	ton/MWe (2)	ton/ano (3)	Orçamento anual (4)
<i>As is</i>	5,24	1,46	12 227	421 820	12 654 600,00 €
<i>To be</i>	4,82	1,34	11 247	388 010	11 640 300,00 €
	-0,42	-0,12	-980,00	-33810	-1 014 300 €

Ao nível do consumo específico foram obtidos resultados relevantes com uma redução de 0,42 ton/GJ, correspondendo a uma poupança anual estimado de 33.810 toneladas de biomassa a que corresponde um valor estimado de 1 014 300,00 € (preço de referência da biomassa adquirida a 30 euros/tonelada), (Tabela 5).

A produção de biomassa a partir de cepos tem um peso significativo na cadeia de abastecimento do grupo ALTRI, representando cerca de 14% de toda a biomassa adquirida. O abastecimento desta matéria-prima tem origem em várias regiões do país, com maior expressividade no Ribatejo e Alentejo. Em média são processadas diariamente 350 toneladas

de cepos para produção de biomassa, o que representa aproximadamente 50 ton/dia de escórias e material inerte gerados por este processo.

Devido às elevadas quantidades de escórias e inertes gerados, a gestão destes resíduos é um problema para o sector. Apesar de alguns desses resíduos poderem ser valorizados por alguns setores de atividades (principalmente pela indústria cimenteira), não existe capacidade para absorver a totalidade produzida e por isso alguns têm de ser depositados em aterro o que acarreta custos financeiros.

A deposição em aterro, é cada vez mais uma solução dispendiosa, uma vez que o detentor do resíduo tem de pagar a tarifa de deposição em aterro e taxa geral de resíduos. A somar isto, devemos ainda acrescentar os custos logísticos para o transporte dos resíduos.

Um dos ganhos proporcionados pelo *Kobetsu* foi a possibilidade de criar e integrar no plano, ações que permitiram identificar o impacto dos contaminantes na biomassa e a importância de os mesmos serem retirados dos cepos antes dos mesmos serem processados na crivagem. Este processo veio permitir eliminar o resíduo no seu local de origem, a floresta, resultando num encaixe financeiro anual muito significativo para o negócio.



Figura 33 – Resíduos inertes provenientes da crivagem de cepos (elaboração própria).

Considerando que o consumo médio anual de cepos é de 100.000 toneladas e que de acordo com os ensaios efetuados, cerca de 16% desta quantidade são resíduos não combustíveis e que para serem eliminados têm um custo de cerca de 12 eur/ton (carga e transporte) ¹,

¹ Preço de referência para a eliminação de escória da Sociedade Bioelétrica da Foz, comunicado pela Direção Industrial da Celbi.

podemos falar de um ganho anual de 192.000,00 € (cento e noventa e dois mil euros). O custo em causa diz respeito ao valor de referência para encaminhamento dos resíduos para uma fábrica cimenteira, os custos de encaminhamento para aterro seriam pelo menos 4 a 5 vezes superiores.

4.4 Aprendizagens

A implementação do *Kobetsu Kaizen* revelou-se uma ferramenta de extrema utilidade no processo de melhoria contínua da ALTRI Florestal. O A3 de seguimento foi amplamente aceite pela equipa, sendo uma ferramenta de baixo custo e que revelou ter um forte impacto na produtividade.

Ao nível global do desempenho operacional, foi criado um tipo de competitividade, assente na qualidade da biomassa adquirida e na melhor prestação possível ao fornecer aos clientes internos (CTB) matérias-primas com a qualidade certa a preços muito competitivos.

Os resultados apresentados estão separados em dois grupos: resultados operacionais ou resultados processuais, que espelham o impacto da melhoria dos processos na otimização do consumo da biomassa e os resultados financeiros que representam a magnitude financeira das melhorias processuais no negócio.

- **Utilização de biomassa crivada de cepos**

O impacto processual da biomassa de cepos crivados foi analisado através de um ensaio operacional com a utilização deste combustível. Com os resultados do ensaio (tabela 6) foi feita uma comparação custo-benefício entre este tipo de combustível e biomassa convencional, adquirida no mercado normal. O ensaio permitiu estimar o custo máximo de produção deste tipo de combustível para qua o seu uso seja economicamente equivalente à biomassa triturada convencional. O ensaio foi realizado no decorrer da atividade de funcionamento normal da SBM, em regime de 24 horas.

Tabela 6 - Resultados consolidados entre o consumo de cepos crivados vs biomassa convencional (elaboração própria).

Parâmetros processuais	Unidades	Biomassa triturada convencional	Cepos	Obs.
Período		2021.07.04-05, 24h 2021.07.10-11, 24h	2021.07.05, 09:30h 2021.07.07,09:30h	2 dias de ensaio
Quantidade de biomassa	t _{DD}	2290	1570	Cepos: menor consumo, menos encravamentos, caldeira mais estável
Energia injetada	MWh	1623	1629	Quantidade injetada semelhante nos 2 ensaios
Injeção	MW	33,86	33,94	Potência injetada semelhante nos 2 ensaios
Autoconsumo de Central a Biomassa	MW	2,87	2,72	- 0,15MW em média de autoconsumo com cepos
Ar primário - CaudalCarga do ventilador	Nm ³ /h %	37900 53	36600 50	Cepos: menores caudais de ar e gases, menores consumos de energia
Ar Secundário - CaudalCarga do ventilador	Nm ³ /h %	53700 36	51600 35	
Recirculação de gases	Nm ³ /h	36100	35800	
Gases combustão Carga do ventiladorO2 na chaminé	Nm ³ /h % % O2	183900 48 3,5	178600 45 3,3	Não se verificaram alterações relevantes nas emissões de NOx, SO2, PTS e outros, mas a emissão de NOx e HCl foi menor com os cepos
Velocidade de transportadores de biomassa	rpm	476, 433, 433, 474, 433, 432	451, 414, 411, 434, 407, 412	Cepos: Menor velocidade de equipamentos, menor consumo de biomassa
Areia	t _{DD}	31	36	Cepos: Ligeiro aumento de consumo de areia
Produção de escórias	t _{DD}	99	63	Cepos: Menor produção de escórias
Produção de cinzas	t _{DD}	134	69	Cepos: Menor produção de cinzas
Consumo de vapor BP - CELBI	t _{DD} /h	13,9	14,1	

Ao nível do consumo, foi possível constatar que os cepos crivados apresentaram um consumo inferior para a mesma quantidade de energia produzida, menos 34%. A quantidade e potência injetada nos dois ensaios foi idêntica.

Na produção de resíduos (cinzas, escórias), também foram aferidas diferenças significativas entre as duas tipologias de biomassa, os cepos crivados apresentaram menos 43% comparativamente à biomassa triturada de convencional.

Ao nível da operacionalidade da caldeira, foi registado um funcionamento mais regular, com menos encravamentos e maior estabilidade da caldeira, com a utilização dos cepos crivados.

- **Power BI**

De um modo geral, a utilização do *Power BI* permitiu agilizar a análise de indicadores, através do desenvolvimento de relatórios, uma maior perceção de toda a organização e processos.

O *Power BI*, veio proporcionar uma análise comparativa de dados operacionais com os financeiros, de uma forma simples e instantânea. Anteriormente a elaboração deste tipo de relatório era morosa e complexa e muitas das vezes com erros.

Com o recurso a esta ferramenta, todos os utilizadores podem ter a perceção da performance do negócio, seja ao nível logístico, financeiro ou das operações. Os relatórios criados (anexo 6), permitiram aos gestores focarem a sua atenção em aspetos que devem ser priorizados para manter o nível de satisfação do cliente final, nomeadamente, níveis de stock, fluxo de entregas e qualidade (% humidade; % inertes; PCI).

Os relatórios (anexo 6) possuem filtros por data, permitindo seleccionar o período desejado e permitindo a comparação entre períodos, nomeadamente, o ano corrente e o ano transato. Este tipo ferramenta permite ainda fazer análises comparativas entre períodos. Existem ainda filtros complementares que permitem aumentar o nível de filtragem para os diferentes indicadores, este recurso permite uma maior perceção dos dados trabalhados.

- **Desenvolvimento da App**

Construída com o objetivo de ser uma ferramenta prática e inovadora a aplicação móvel foi desenvolvida com o apoio do *Kaizen Institute* e suportada estruturalmente e conceptualmente utilizando como base o programa da *Microsoft Power Apps*. A ideia surgiu-o da necessidade de digitalizar e reforçar o processo de controlo de qualidade, de forma a avaliar no terreno a qualidade da biomassa através do preenchimento de campos pré-definidos. A aplicação consiste em duas funcionalidades práticas, a primeira avaliar *in loco* a qualidade da biomassa e a segunda reportar a qualidade da mesma às partes interessadas.

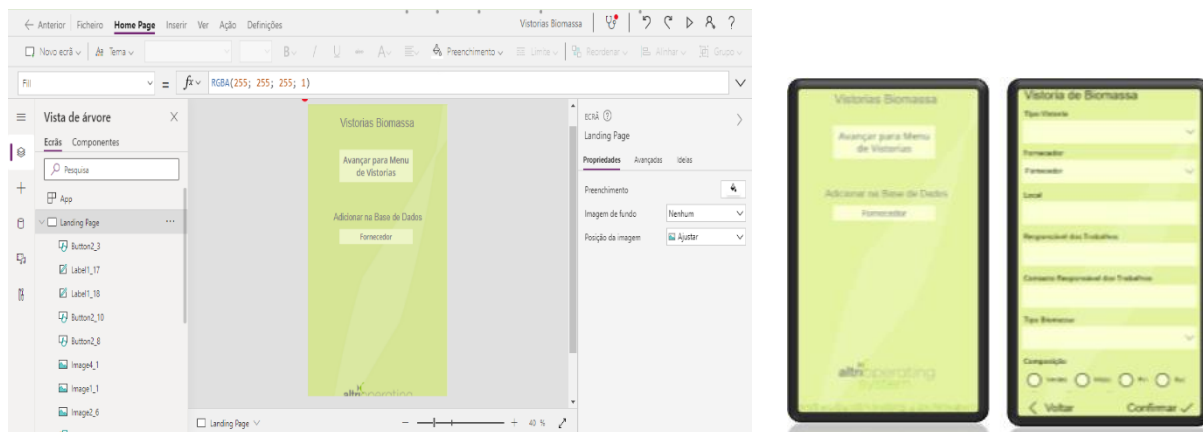


Figura 34 –Microsoft Power Apps no desenvolvimento da APP das vistorias de qualidade e Design final da APP (elaboração própria)

A aplicação apresenta uma interface intuitiva de fácil utilização e está preparada para fazer o armazenamento de fotografias, como suporte à avaliação da qualidade da biomassa. As vistorias efetuadas são armazenadas numa base de dados para análise histórica da evolução qualitativa da qualidade da biomassa analisada.

Lessons Learned e Rollout

O *Kobetsu* decorreu durante, aproximadamente, um ano e meio e permitiu à equipa *Kaizen* implementar diversas ações que levaram à otimização do consumo de biomassa. Adicionalmente, o trabalho realizado permitiu desenvolver um portfolio de diferentes fontes de biomassa e especificar o poder calorífico associado. Foram assim criadas as bases para novas áreas de melhoria na esfera do abastecimento às centrais de biomassa.

Antes

- Causas de perda de qualidade da biomassa não identificadas;
- Qualidade energética da biomassa não estava caracterizada por tipologia e região;
- Fluxo de informação e comunicação ineficientes;
- Falta de dados e indicadores de suporte;
- Pouco rigor na receção e controlo de cargas nas centrais.

Depois

- Criação do Portfólio de Biomassa e análise da qualidade por tipologia;
- Valorização da biomassa pela energia gerada (€/GJ);
- Criação da app de vistorias de biomassa e mecanismos de *reporting* à fábrica;
- Implementação de processo de crivagem de cepos;
- Implementação do *Power BI* no setor da Biomassa;
- Aumento da amostragem laboratorial para análise da qualidade;
- Formação de rececionistas;
- Sistema automático e mecanizado de recolha de biomassa para amostragem.

4.5 Síntese

Neste capítulo são apresentadas e descritas as atividades operacionais realizadas no âmbito da implementação da arquitetura do *Kobetsu*, ponto a ponto, e descritas as respetivas aprendizagens. Os testes operacionais são descritos do ponto de vista técnico e apresentados os resultados dos mesmos. Os resultados são analisados e discutidos do ponto de vista do impacto financeiro e operacional.

Conclusões

A presente dissertação explora o campo da gestão pela melhoria contínua de processos e apresenta a análise detalhada de um caso de aplicação, a ALTRI Florestal, que resultou da necessidade de melhoria da situação da empresa em termos de eficiência operacional.

Foi analisada a metodologia *Kaizen*, as suas diversas ferramentas de gestão, e o seu potencial de impacto na melhoria de processos. No que reporta ao caso de aplicação, a ALTRI Florestal, seguiu o *roadmap* de implementação, sendo avaliadas quais as áreas da gestão de operações com maior potencial de melhoria, que possíveis soluções poderiam implementar e o respetivo cronograma de implementação. Recorrendo a ferramentas *Kaizen*, nomeadamente o *Value Stream Mapping* e ao *Kobetsu* (sobre o qual incidiu a atenção da dissertação), a empresa procedeu à análise dos processos, constrangimentos do negócio, organização das equipas e às oportunidades de melhoria. O estado “*as is*” foi caracterizado e definido o estado “*should be*”.

As técnicas e ferramentas de melhoria contínua tiveram, como objetivo, no caso da ALTRI Florestal, a melhoria progressiva da biomassa florestal residual adquirida, nomeadamente, no controlo da humidade, redução da percentagem de inertes e aumento do poder calorífico.

De forma a atingir esse objetivo, foram delineadas uma série iniciativas de melhoria, a maior parte dos quais para serem implementadas de acordo com um cronograma previamente definido, tal como recomenda a literatura de fundamentação e suporte à metodologia *Kaizen*. De forma a sustentar estas iniciativas, foi ainda proposto um método estruturado para a gestão das equipas, o *Kaizen Diário*.

Globalmente, os resultados obtidos com a implementação *Kobetsu Kaizen* estão em conformidade com o previsto na literatura, sendo bastante positivos. Como referido anteriormente, embora as principais transformações na empresa tenham ocorrido ao nível dos processos produtivos, também os processos comerciais e de gestão tiveram evoluções com esta nova forma de gerir. É possível afirmar que a gestão da ALTRI Florestal foi alterada.

A utilização de biomassa florestal residual, para além de permitir a produção de energia a partir de um recurso natural, endógeno e renovável, contribui para uma exploração florestal mais responsável, com a diminuição dos riscos de incêndio.

Relativamente ao processo de aplicação do *Kobetsu Kaizen*, foram recolhidas algumas reflexões importantes. A primeira de todas é a que a abordagem *Kaizen* é algo contínuo e que não se esgota num *Kobetsu* e em implementações operacionais. É sempre possível melhorar, e o mesmo trabalho pode ser feito de formas diferentes, é importante estar recetivo a novas tecnologias e metodologias.

O envolvimento das pessoas e a sua capacitação são fundamentais. São os colaboradores, que enfrentam diariamente os problemas e que mais facilmente podem apresentar as soluções.

Importa ainda referir que durante a implementação do *Kobetsu*, a participação e apoio da gestão de topo foram essenciais para o sucesso do processo. Nem todas as propostas de melhoria correram como planeado e algumas delas afetaram o normal funcionamento das atividades, nestes momentos o apoio e compreensão da gestão de topo são fundamentais na manutenção da confiança da equipa no terreno. O projeto foi alavancado pela utilização do *Power BI*, que desempenhou um importante papel, tendo sido estratégico para o aumento da produtividade dentro da organização.

- Análise Crítica

A revisão da literatura e, em particular a análise de bibliometria realizada previamente, veio validar a originalidade e oportunidade do trabalho de investigação.

Os objetivos estipulados, inicialmente, foram alcançados, sendo que o principal consistia na realização de uma análise crítica da implementação do *Kobetsu Kaizen*, como ferramenta de melhoria contínua, em contexto de prática industrial. Nesta dissertação, foi avaliada a implementação na ALTRI Florestal e apreciado o contexto real e de gestão industrial.

Relativamente às questões de investigação colocadas, o trabalho desenvolvido permitiu dar-lhes resposta. A título de síntese, e nas respostas às questões de investigação importa referir:

- Adequação da metodologia *Kaizen* à gestão dos processos alvo foi validada pela melhoria da qualidade da biomassa. O facto de os colaboradores da ALTRI Florestal, adotarem sem reservas esta nova forma de trabalhar, consolidou a adequação da metodologia ao contexto industrial.

- A melhoria da qualidade da biomassa desempenhou um papel fundamental nos ganhos financeiros. Os ganhos podem ser ainda mais extensos se em trabalhos futuros forem considerados outros atributos, como por exemplo, a diminuição do número de avarias provocadas pela qualidade da biomassa.
- A estrutura do processo *Kobetsu Kaizen* foi de fácil interpretação, contudo é necessário formar os colaboradores para abordar este tipo de conceitos de forma rigorosa, tal como sustentam as diversas contribuições da literatura.
- As novas tecnologias desempenharam uma complementaridade importante para o sucesso da implementação e para os resultados das metodologias de gestão. As novas tecnologias e os métodos de melhoria contínua são ferramentas complementares, não se substituindo individualmente.
- Na aplicação industrial não foi encontrada a definição exata das especificações ideais da biomassa, foi evidenciado, que o poder calorífico da biomassa em conjugação com teores de inertes e humidade, desempenham um papel crucial no rendimento energético da queima da biomassa e consequente produção de energia.
- Com o desenvolvimento de *dashboard* em *Power BI*, os indicadores designados como estratégicos para o negócio começaram a ser trabalhados em tempo real. Este processo deve continuar a ser desenvolvido nomeadamente para permitir o cruzamento de dados entre o consumo de biomassa e a produção de energia.
- A implementação do *Kaizen* diário estabeleceu uma rotina de melhoria continua no departamento de biomassa da ALTRI Florestal, alterando a forma de trabalhar de todos os colaboradores.
- Através do portfólio da biomassa foi estabelecida uma metodologia de avaliação do potencial energético da biomassa. De referir ainda que a biomassa adquirida, armazenada e consumida passou a ser quantificada energeticamente.
- O grupo técnico e a gestão de topo estão alinhados quanto à importância da melhoria contínua.
- Durante o *Kobetsu Kaizen* analisado, não foram desenvolvidas novas tecnologias, apenas, novos processos.
- A gestão de topo, apoia e estimula a realização de novos projetos, desde que bem fundamentados e com valor acrescentado para a empresa.

É também de referir a dificuldade sentida em compilar os ganhos do *Kobetsu Kaizen* para as áreas contabilísticas e financeiras, sendo necessário articular diversos recursos para obter o balanço financeiro de todo o processo.

A apreciação realizada baseou-se num conjunto de dados analíticos e operacionais específicos para uma determinada Central Termoelétrica a Biomassa.

Existem diversos estudos de avaliação da biomassa florestal e respetiva caracterização química, assim como, várias tecnologias para o seu aproveitamento. Adicionalmente, as tecnologias das centrais são também diversas o que naturalmente também pode proporcionar diferenças significativas em novos estudos deste género.

Deste modo não é possível generalizar os resultados e conclusões deste trabalho a estudos similares desenvolvidos para outra tipologia de CTB, ou outras regiões do país.

- Perspetivas de trabalho futuro

Em termos de estruturação de trabalho futuro importa destacar dois determinantes: o técnico-científico e o de aplicação na gestão industrial. No que reporta a dimensão técnico-científico, e tal como se referiu, não foi possível registar contribuições no domínio da aplicação industrial da metodologia *Kaizen* ao setor da biomassa. Há, pois, uma importante oportunidade de investigação nesta área. No que se refere ao contexto de aplicação na gestão industrial o trabalho analisado nesta dissertação permitiu concluir sobre a evolução positiva na qualidade da biomassa e respetivos indicadores qualitativos. A metodologia seguida, *Kobetsu Kaizen*, iniciou um processo de mudança na forma de trabalhar dos colaboradores da empresa analisada tornando-a mais ágil, planeada e inspirando uma cultura de responsabilização saudável.

O *Kobetsu* foi o arranque de um trabalho de continuidade na estrutura orgânica da ALTRI Florestal. Ainda no campo da aplicação à gestão industrial importa referir que a implementação de mecanismos digitais de medição de performance e de valorização da qualidade da biomassa constituem um importante passo para o progresso da implementação.

Deverá também ser dada atenção à valorização comercial da biomassa, em termos do seu potencial energético, aperfeiçoando, para cada tipo de biomassa, o valor de PCI e respetiva conversão em energia espectral produzida.

Referências Bibliográficas

- Abdulmouti, H. (2018). Benefits of Kaizen to Business Excellence: Evidence from a Case Study. *Industrial Engineering & Management*, 7- 251. doi:10.4172/2169-0316.1000251
- ADEME. (2008). *Référentiels combustibles Bois Energie- Définitions et exigences*. Paris.
- Altri. (2017, Abril 27). *Altrinews*. (A. Pedrosa, Editor) Retrieved Março 29, 2022, from <https://conteudos.xl.pt/altri-news/altri-implementa-metodologia-kaizen-nas-suas-unidades-industriais/>
- Altri. (2022). Retrieved Março 30, 2022, from <https://altri.pt/pt/sobre-a-altri/>
- Baltazar, J. (2021). *Análise da aplicabilidade das metodologias Kaizen ao processo de distribuição da alimentação: um estudo de caso*. Lisboa: Escola Naval.
- Batista, L. (2013). *Estabilidade operacional assegurada por metodologias Kaizen Lean na Amorim & Irmãos, SA – UI Champcork*.
- Caiado, J. (2011). *Métodos de Previsão em Gestão com Aplicações em Excel*. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- Cardoso, A. C. (2016). *Análise Energética e Exergética de uma Caldeira de Biomassa*. Aveiro: Universidade de Aveiro - Departamento de Engenharia Mecânica.
- Carneiro, W. (2017). *Processo de Melhoria Contínua - Kaizen sob Ótica de Controladora: Estudo de Caso da Empresa Eureka!* São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie.
- Carrasco, J. (2001). *La biomasa como recurso renovable para la producción de claro y electricidad, in Tecnologías energéticas e impacto ambiental*. Madrid: Pedro Y barra.
- Carvalho, J. (2015). *Estratégias de poligeração no sector da biomassa florestal para energia em Portugal*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Carvalho, S. (2011). *Da custódia dos documentos à modernização administrativa: Proposta de projeto de digitalização dos processos de obra do arquivo Municipal da Mealhada*. Coimbra: Universidade de Coimbra.
- CBE. (2011). *Biocombustíveis Sólidos no Mercado de Calor – Contexto Nacional. Workshop – Biocombustíveis sólidos – Produção, Qualidade e Utilização no Mercado de Calor*. Centro de Biomassa para Energia .

- CELPA. (2004). *Centrais eléctricas de biomassa uma opção justificável?* Lisboa: CELPA, Associação da Indústria Papeleira.
- Cernadas, R. M. (2008). *Como Criar as Condições de Estabilidade num Processo de Canteado para Implantação de um Sistema Pull*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Coimbra, E. A. (2013). *Kaizen in Logistics & Supply Chains*. New York: McGraw Hill Education, LLC.
- Corcoran, P. B. (2004). Case studies, make-yourcase studies, and case stories: a critique of case-study methodology in sustainability in higher. *Environmental Education Research 10.1* , 7-21.
- Costa, C. L. (2018). *O Kaizen como uma metodologia de melhoria contínua*. Setúbal: Instituto Politécnico de Setúbal – Escola Superior de Ciências Empresariais.
- Daccak, J. (2020). *APLICAÇÃO DA METODOLOGIA KAIZEN: UM ESTUDO DE CASO NA EMPRESA VISOUND ACÚSTICA SA*. Lisboa: Instituto Superior de Contabilidade de Administração de Lisboa.
- Deckler, G. (2019). *Learn Power BI*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Decreto-Lei nº127/2013. (n.d.). Diário da República 1.ª série — N.º 167 — 30 de agosto de 2013.
- Decreto-Lei, n. (n.d.). Diário da República, 1.ª série — N.º 6 — 10 de Janeiro de 2011.
- DGEG. (2017). *Parecer da Comissão de Avaliação - Projeto de Execução SBM*. Processo de AIA N.º 2955.
- Duarte, M. C. (2011). *Avaliação do Potencial de Biomassa Florestal Residual para Fins Energéticos no Distrito de Viseu*. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa.
- EEA. (2006). *Energy and environment in the European Union - Tracking progress towards*. EEA Report.
- Elsevier. (2015). *ScienceDirect*. Retrieved Junho 14, 2022, from Elsevier's leading information solution: <https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect>
- Fernandes, P. I. (2015). *Estudo da Biomassa Florestal Residual Consumida em Centrais Termoeléctricas*. Lisboa: Universidade de Lisboa.

- Ferreira, A. (2015). *Culturas energéticas: produção de biomassa e bioenergia*. Coimbra: Universidade de Coimbra.
- Fonseca, J. R. (2020). *Desenho e Implementação de um Dashboard de Apoio ao Kaizen Diário numa Indústria Corticeira*. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Forest2Market. (n.d.). *Forest2Market, INC*. Retrieved Maio 12, 2022, from site da Forest2Market: <https://www.forest2market.com/blog/lean-manufacturing-and-wood-supply-chain-optimization>
- Franco, S. (2019). *Desenvolvimento e Implementação de um Modelo de Melhoria Contínua numa Empresa de Manutenção Aeronáutica*. Universidade Nova de Lisboa.
- Gama, A. (2009). O Estudo de Caso Como Metodologia de Investigação em Marketing e Gestão. *Portuguese Journal of Marketing/Revista Portuguesa de Marketing* 25.
- Gerger, A. (2018). Use of Kobetsu Kaizen Method to Increase Efficiency in the Production Assembly: A Case Study. In *Critical Dabates in Social Sciences*. Frontpage Publitions Limited. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/332353916_Use_of_Kobetsu_Kaizen_Method_to_Increase_Efficiency_in_the_Production_Assembly_A_Case_Study
- GREENVOLT. (2021). *Relatório e Contas*. Relatório de Gestão, Lisboa.
- IEA. (2002). Sustainable Production of Woody Biomass for Energy. *IEA Bioenergy*, 29, 30, 31 e 38.
- Imflorestal. (2014). *Estudo do potencial energético de calor de cada biomassa/resíduo agrícola e vegetal*. ENGASP.
- Juneja, P. (2022, Março 26). *What is Kaizen ? - Five S of Kaizen*. Retrieved from MANAGEMENT STUDY GUIDE: <https://www.managementstudyguide.com/six-sigma-and-total-quality-management.htm>
- Kaizen Institute. (2021). *Introdução Conceitos Kaizen*. Apresentação PPT Formação.
- Kaizen Institute. (2022, Maio 22). *Gembakaizen*. Retrieved from site do Kaizen Institute Western Europe: <https://pt.kaizen.com/produtos/analise-dados-chave-crescimento-organizacional>
- Larson, B. (2019). *Data Analysis With Microsoft Power BI*. New York: McGraw-Hill Education.
- Linhares, F. I. (2008). *Indústria de Celulose Pré-engenharia de um parque de madeiras*. Aveiro:

Universidade de Aveiro.

- Marques, A. L. (2015). *Utilização Energética da Biomassa Em Portugal Caso de Estudo TratoLixo*. Lisboa: Instituto Técnico de Lisboa.
- Mateus, T. (2006). *O potencial energético da floresta portuguesa: Análise do potencial energético disponível para as centrais termoeléctricas a biomassa florestal lançadas a concurso*. . Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- McLoughlin, C., & Miura, T. (2018). *True Kaizen Management's Role in Improving Work Climate and Culture*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC.
- Meirinhos, M., & Osório, A. (2010). O estudo de caso como estratégia de investigação. *Eduser - Revista de Educação*, 49-65.
- Mika, G. (2006). *Kaizen Event Implementation Manual*. . *Society of Manufacturing Engineers*.
- Nero, T. L. (2017). *COSM – Mapeamento do Fluxo de Troca de ferramenta: Uma proposta de integração do VSM no método SMED*. Lisboa: Instituto Superior Técnico de Lisboa.
- Netto, C. (2008). *Potencial da biomassa florestal residual para fins energéticos de três concelhos do distrito de Santarém*. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa.
- Nunes. (2015). *A Utilização de Biomassa como Alternativa Energética para a Sustentabilidade e Competitividade da Indústria Portuguesa*. Covilhã: Universidade da Beira Interior.
- Nunes, M. (2012). *Cadeias de Abastecimento de Biomassa - Estudo de Caso*. Universidade do Minho.
- Oliveira, M. (2017). *O "estado da arte" das pesquisas em contabilidade: um estudo exploratório-bibliométrico das dissertações apresentadas no Programa de Estudos Pós-Graduados em Ciências Contábeis e Atuariais da PUC/SP*. São Paulo: Universidade Católica de São Paulo.
- Palma, P. (2017). *Metodologia de Diagnóstico Kaizen numa Empresa Comercial*. Porto: Universidade do Porto.
- Pinto. (2003). *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa: Lidel.
- Pinto, E. (2015). *Kaizen como filosofia de Melhoria Contínua na Direção de Serviços Administrativos da SONAE*. Porto: Instituto Superior de Contabilidade do Porto.
- Prado, V. J., Pato, D. B., Ático, C. S., & Silva, P. Q. (2019). A implementação do Daily Kaizen nas

- operações de uma indústria automotiva. *Os desafios da engenharia de produção para uma gestão inovadora da Logística e Operações* (pp. 6-18). São Paulo - Brasil: XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção.
- Quelhas, L. (2010). *Kaizen na Indústria Alimentar* Kaizen Institute. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Ramos, S. (2010). Biomassa Florestal Oportunidade de Negócio. *Revista da Associação Nacional de Empresas Florestais, Agrícolas e meio ambiente*, 4-6.
- Rêgo, B. L. (2013). *Gestão de Dados e Governança de Dados - Promovendo dados como ativo de valor nas empresas*. Rio de Janeiro: Brasport Livros e Multimídia Ltda. doi:978-85-7452-629-4
- Saião, M. G. (2009). *Implementação de Uma Central a Biomassa - Análise de Sustentabilidade Ambiental e Económica*. Lisboa: Instituto Superior Técnico de Lisboa.
- Santos, T. (2014). *Aumento de Produtividade na Linha de pellets*. Aveiro: Universidade de Aveiro - Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial.
- Shabani, N., Shaghaygh, A., & Sowlati, T. (2013). Value chain optimization of forest biomass for bioenergy production: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 23, 299-311.
- Shabani, N., Shaghaygh, A., & Sowlati, T. (2013). Value chain optimization of forest biomass for bioenergy production: A review. *ScienceDirect*, 299-311. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.005>
- Silva, A. (2021). *Aprendizagem Grupal : O Estado da Arte através de uma revisão bibliométrica*. Coimbra: Universidade de Coimbra.
- Silva, D. (2020). *Dashboards para Planeamento Logístico de Transportes: o caso da Transportadora Pelichos*. Coimbra: Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Coimbra.
- Silva, I., & Trigueiro, F. (2016). O Programa 5S: Influência nas Organizações. *Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada*, 41- 44.
- Silva, M. (2009). *Análise do balanço entre sequestro e emissão de CO2 resultante do circuito de produção e consumo de biomassa florestal numa central de co-geração*. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa.

Silverman, D. (2015). *Interpreting qualitative data*. SAGE Publications Ltd.

Simões, A. (2013). *Aplicação do Kaizen em Empresa Industrial: Estudo de caso*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Sütöová, A. (2012). Kobetsu Kaizen – its value and application., (pp. 108-110). Žilina.

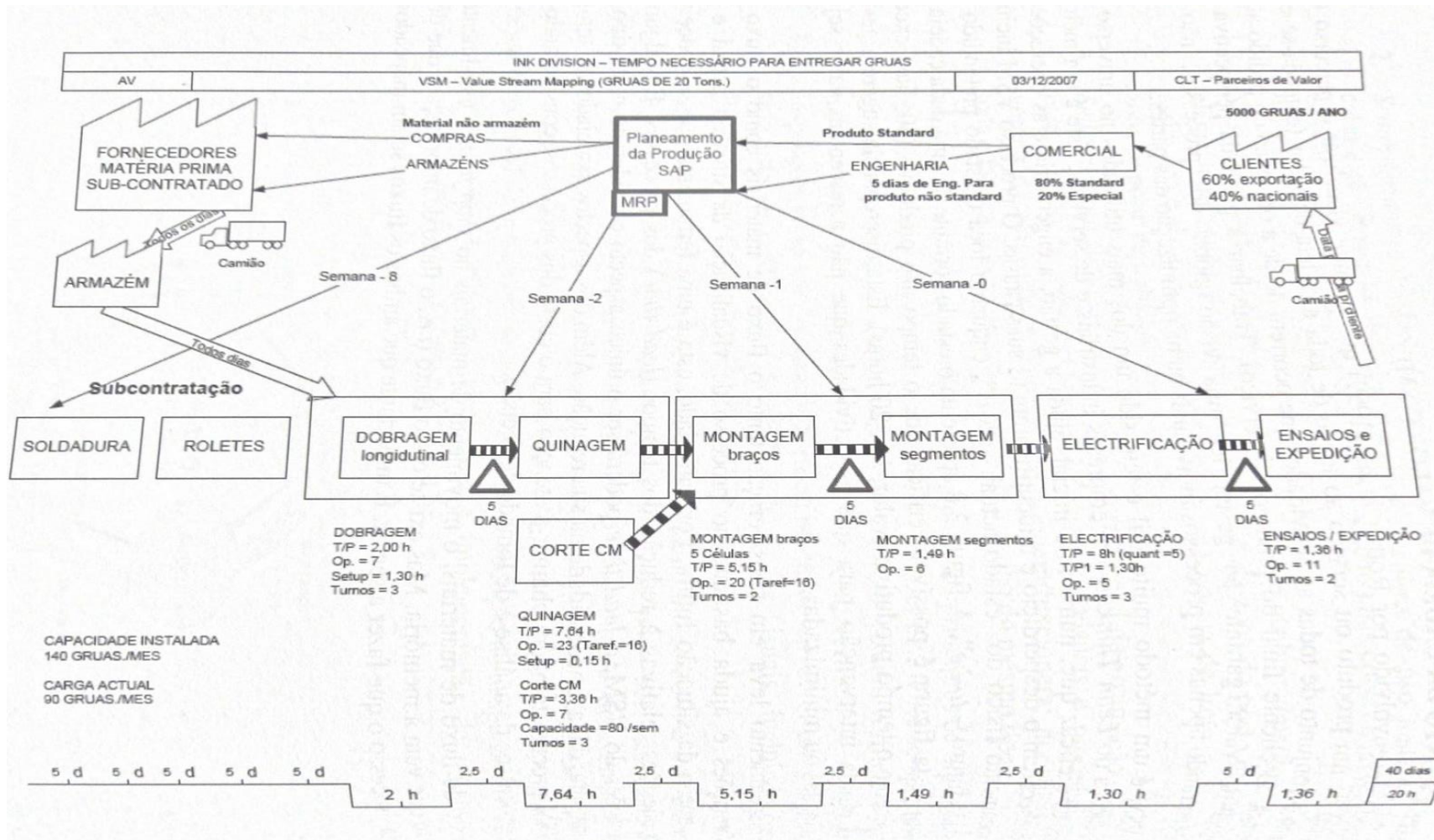
Svaldi, J. S. (2000). *Método, Ferramentas e Técnicas da Gestão da Qualidade Total: Aplicação na Organização do Trabalho de Enfermagem em um Serviço de Pronto Atendimento*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

Yarensayin. (2021, Setembro 15). *How Big Data and AI Affect Kaizen?* . Retrieved Maio 22, 2022, from Khenda: www.khenda.com/post/how-big-data-and-ai-affect-kaizen

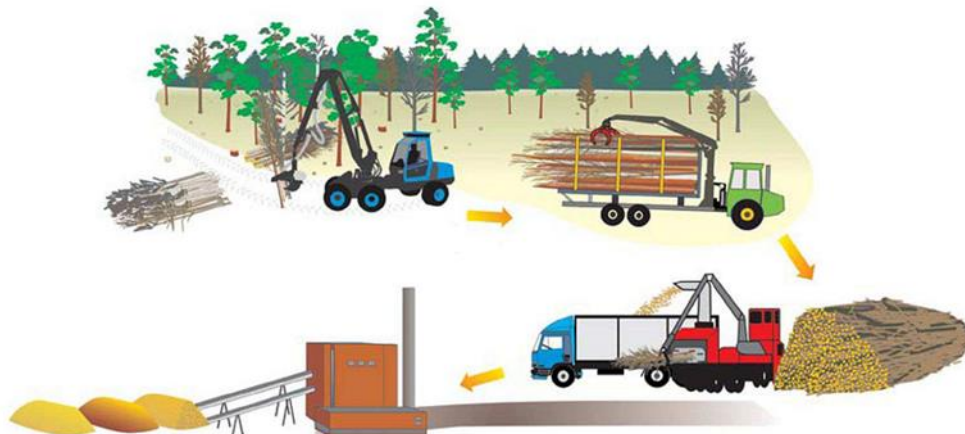
Yin, R. (2018). *Case Study Research and Applications - Design and Methods* (6° ed.). SAGE Publications, Inc.

ANEXOS

ANEXO 1 - Exemplo de VSM

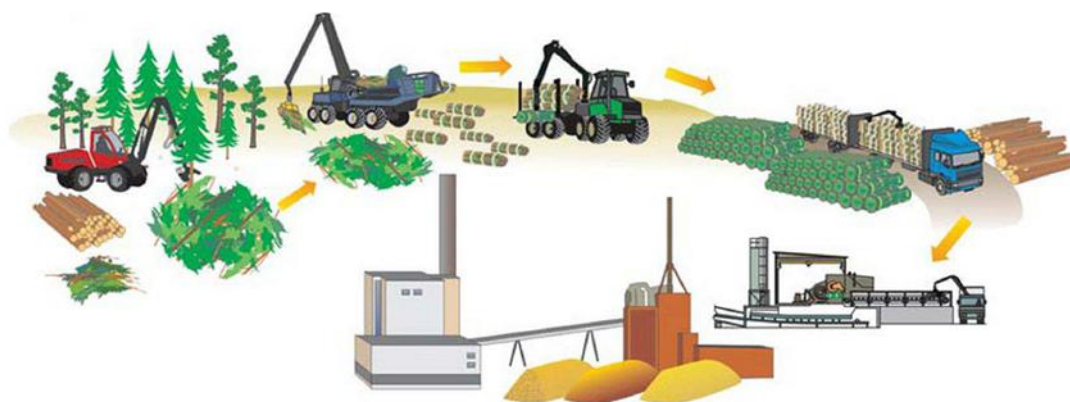


ANEXO 2 – Estrutura operacional de produção de biomassa



Sistema logístico operacional associado à produção de biomassa florestal triturada

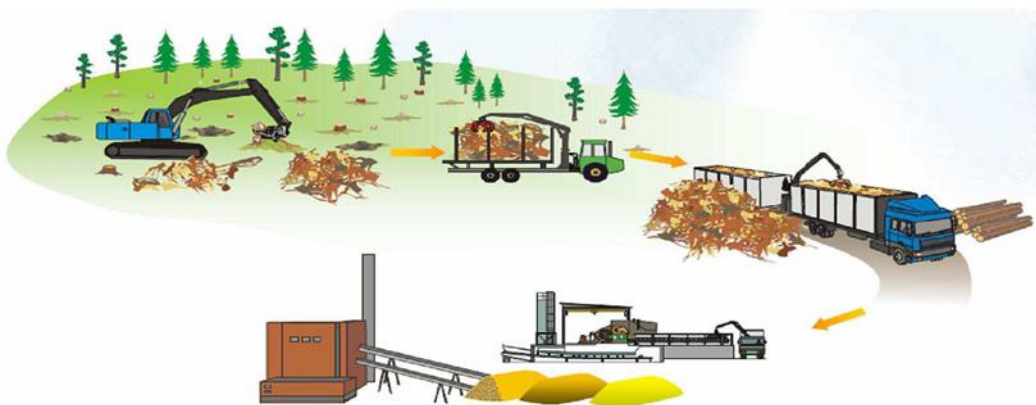
O processamento em estilha no local consiste em transformar a biomassa em estilha no espaço florestal utilizando destroçadores móveis de pequenas dimensões. Posteriormente, a biomassa é transportada para as unidades finais ou intermédias em forma de estilha. Estes procedimentos permitem a secagem natural, melhorando as propriedades da biomassa florestal, o que apresenta vantagens em relação ao transporte em natureza. A principal condicionante deste tipo de operação é que só deve ser realizada em locais com bons acessos viários. Além disso, o sistema necessita diversos equipamentos, o que se traduz em maiores custos no investimento inicial.



Sistema logístico operacional associado à produção de biomassa enfardada

O enfardamento da biomassa tem como princípio a compactação dos materiais enfardados. As enfardadeiras são sistemas de recolha de restos florestais que têm por princípio a

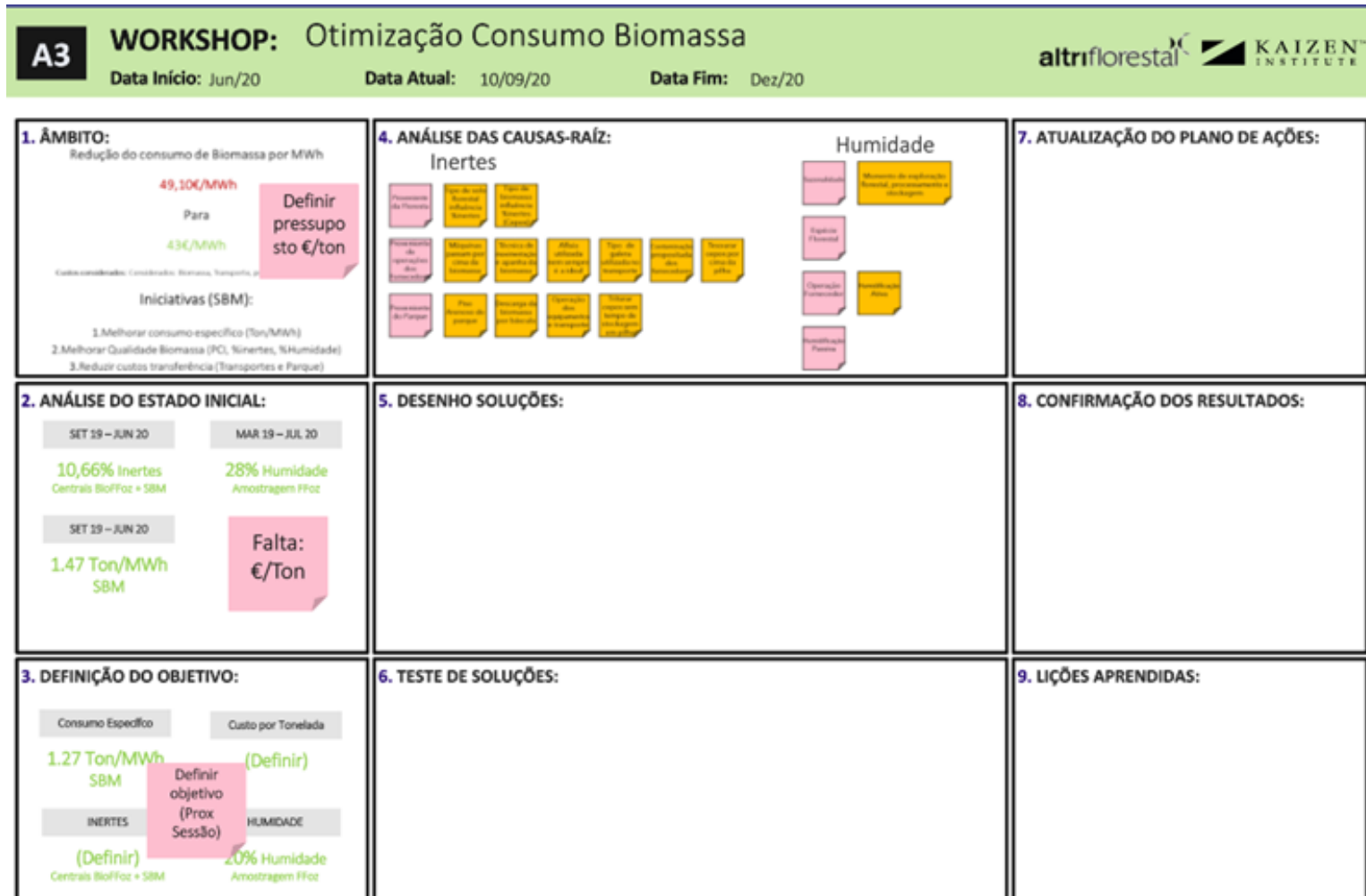
compactação dos materiais em fardo, podendo desta forma otimizar o armazenamento e o transporte. A logística do transporte dos fardos é um sistema semelhante ao utilizado no transporte da madeira, recorrendo-se ao mesmo tipo de camiões e à mesma forma de carregamento.



Sistema logístico operacional associado à produção de biomassa a partir de raízes

O aproveitamento em bruto consiste em recolher e efetuar o transporte da biomassa sem que esta passe por nenhum processo de compactação, nem de destroçamento. Atualmente, este método é cada vez menos utilizado, uma vez que o transporte em termos de peso de carga leva muito menos que outros processos, o que o torna mais caro. Assim, o transporte de biomassa em bruto apenas é aconselhável em situações de distâncias muito reduzidas entre a floresta e os centros de consumo.

ANEXO 3 – A3 de Follow-up do Kobetsu Kaizen



Indicadores



Diapositivos seguintes

Ações Implementadas (desde o último ponto de situação)

- Análise das causas impactantes na qualidade da biomassa e consumo específico;
- Elaboração dos **KPIs** da qualidade da biomassa;
- Ensaio de crivagem na Torre Bela;
- Desenvolvimento da App de vistorias da biomassa;
- Delineamento do portfólio da biomassa e cronograma;
- Análise dos dados do ensaio crivagem;
- Análise dos cenários de armazenagem e processamento de cepos;
- **Teste em formato digital das vistorias da biomassa;**
- **Arranque da recolha de amostras de biomassa para portfólio e compilação do mesmo.**

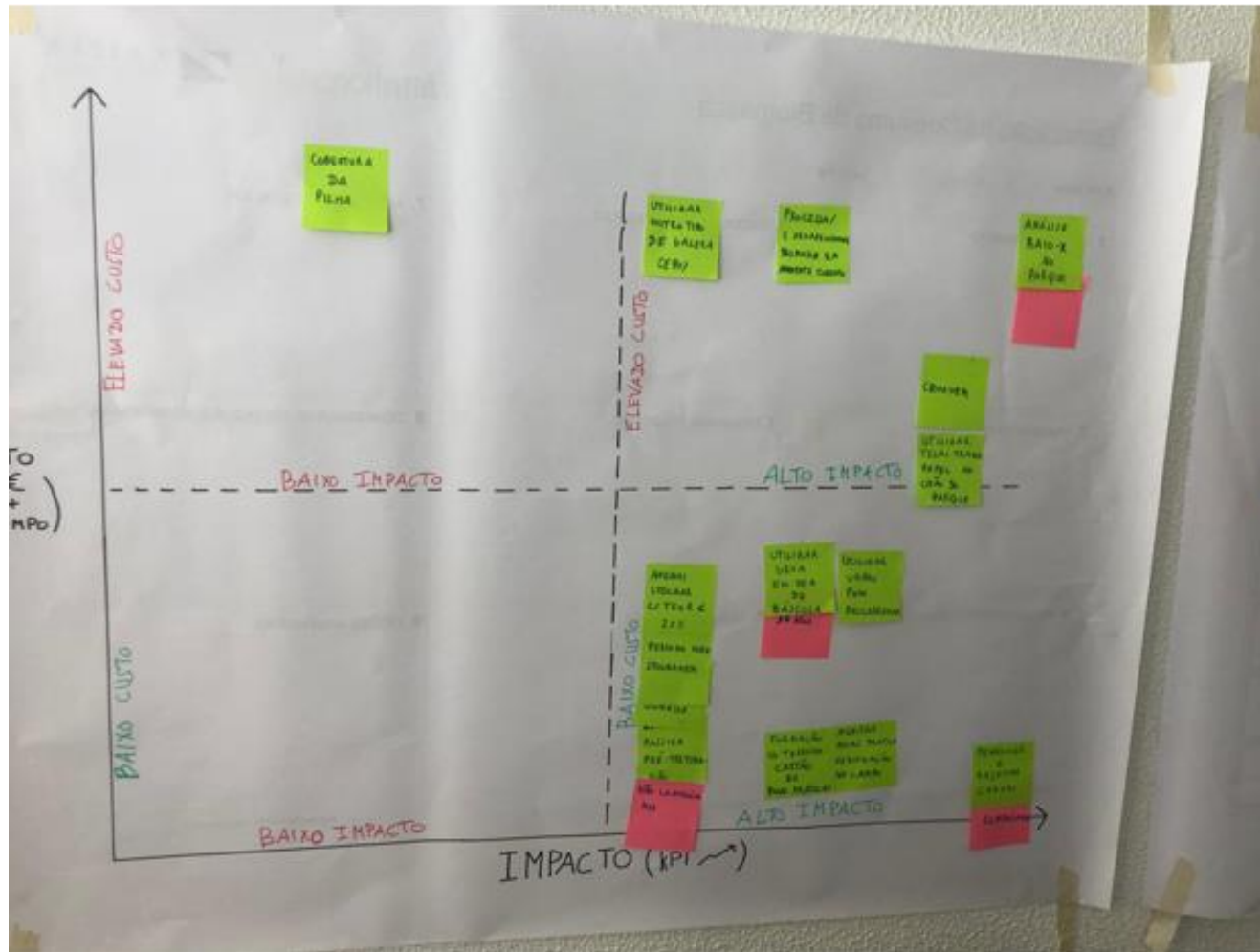
Próximas ações (até ao próximo ponto de situação)

- Analisar método de recolha de amostras na **Celbi** - Garantir cumprimento procedimento de recolha das amostras;
- **Realizar amostragem seletiva das cargas:** Concluir caderno de encargos de aumento de capacidade amostragem e realização de testes de PCI - Adjudicar trabalho e arrancar com o projeto;
- Monitorizar qualidade da biomassa por fornecedor, origem e tipologia – Criar ferramenta **PowerBi**;
- **Formar rececionistas** das fábricas na avaliação da qualidade da biomassa;
- Melhorar rotinas de **comunicação com rececionistas** do parque e melhorar o rigor de rejeição de cargas;
- **Ensaio crivagem dentro da fábrica:**
 - Decidir local de realizar trituração e crivagem de cepos.

Constrangimentos e Decisões necessárias

- Avanço da adjudicação do laboratório de recolha e análise laboratorial de amostras de biomassa;
- Pouco rigor na rejeição de cargas não conformes nas fábricas.

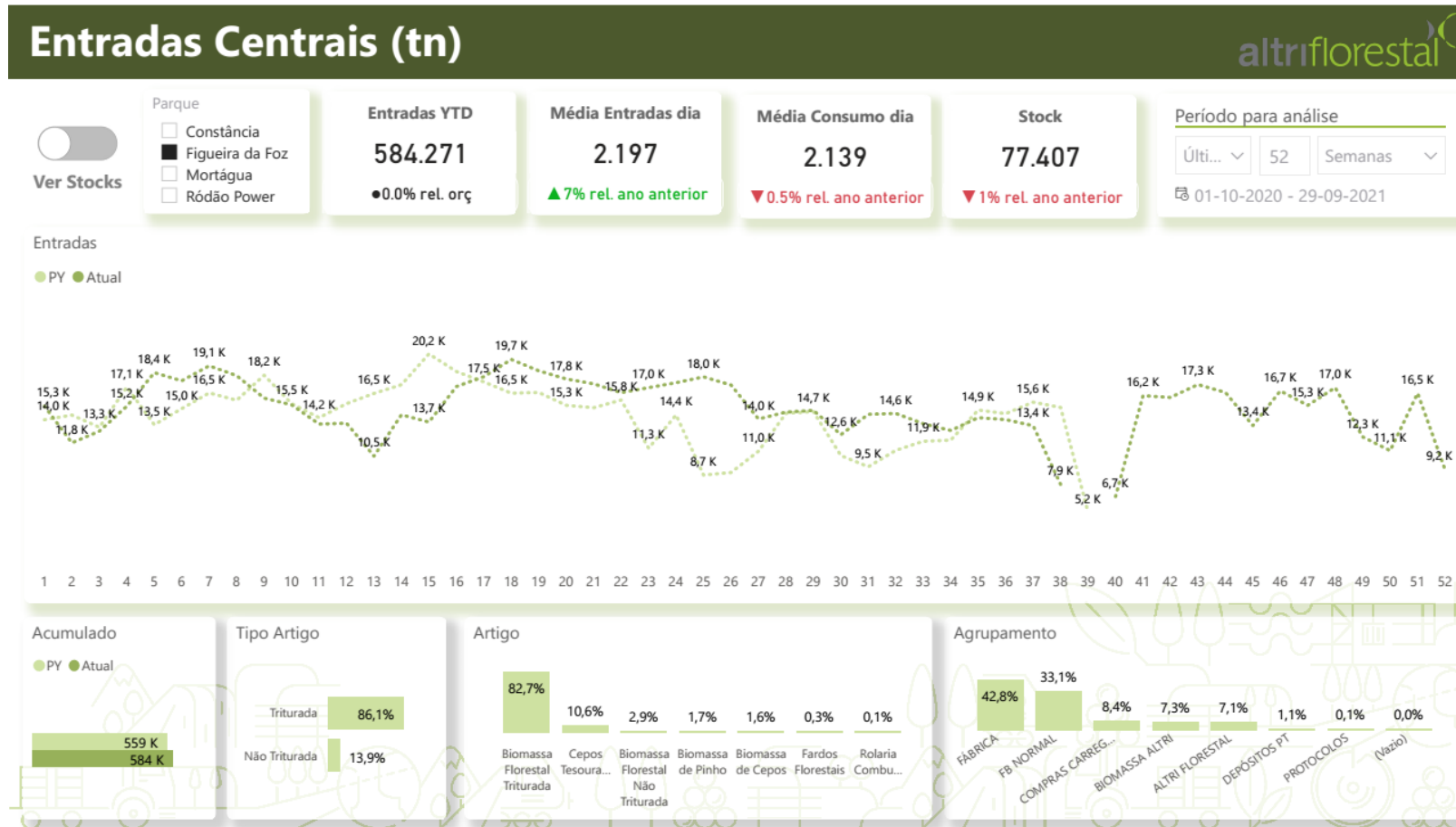
ANEXO 4 – Mapa de priorização de soluções de melhoria - Kickoff



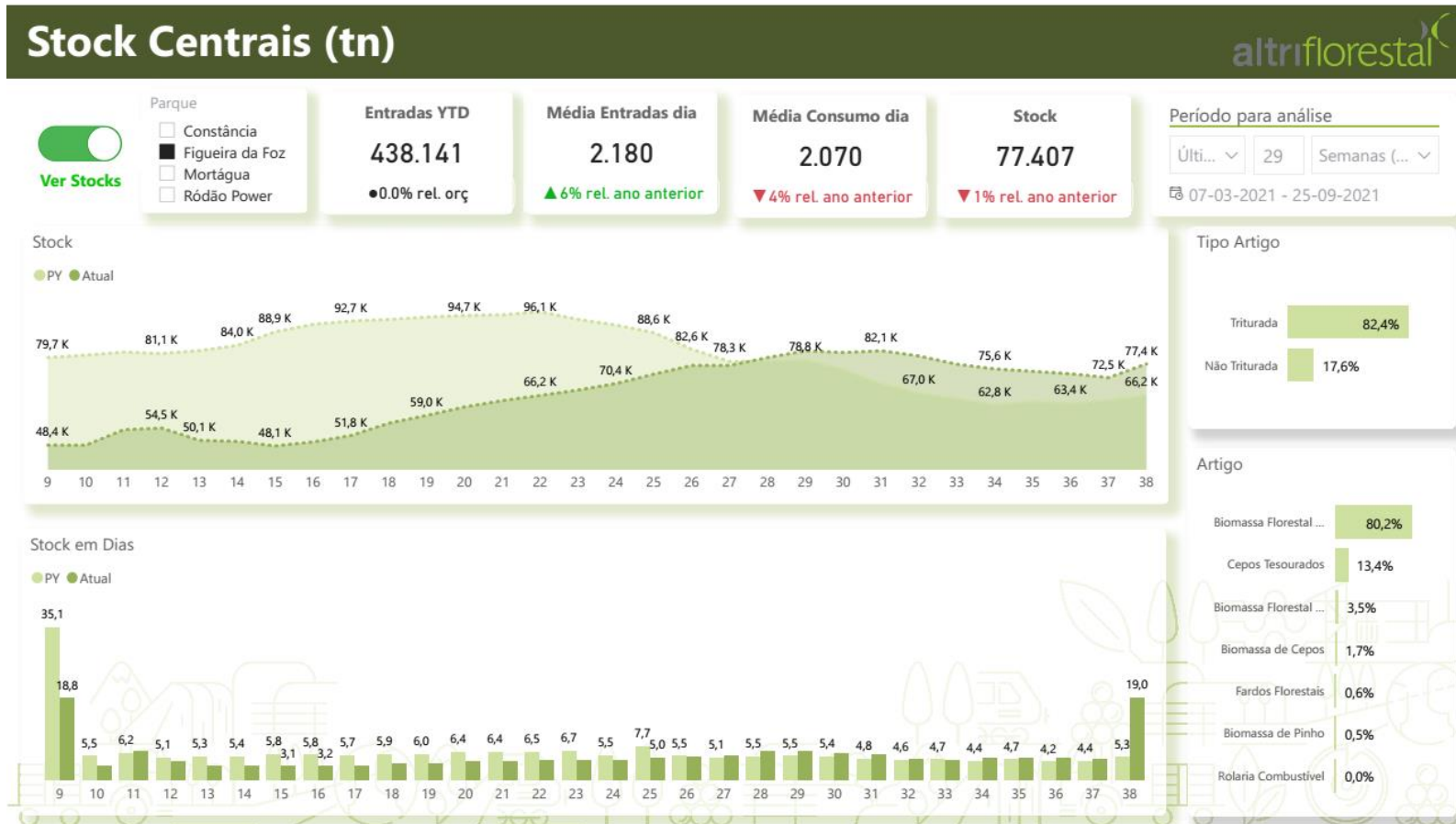
ANEXO 5 – Análise SWOT setor da biomassa

S	W	O	T
<i>Strengths</i>	<i>Weaknesses</i>	<i>Opportunities</i>	<i>Threats</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Especialização da empresa no sector florestal • Quadros técnicos capacitados • Base de conhecimento consolidado ao longo de décadas • Forte proximidade aos clientes internos • Proximidade dos fornecedores de biomassa • Posição consolidada no sector 	<ul style="list-style-type: none"> • Processo operacional complexo • Dispersão de informação • Número elevado de fornecedores com elevada heterogeneidade • Natureza do material e das condições ambientais propicias à avaria dos equipamentos; • Existência de várias frentes de intervenção/trabalho 	<ul style="list-style-type: none"> • Risco de incêndio • Decomposição rápida de stocks de biomassa • Necessidade de meios logísticos e de produção dispendiosos • Dependência da atividade florestal • Qualidade impactada pela época do ano • Investimento inicial elevado • Empresas fornecedoras pouco capacitadas • Elevado número de consumidores de biomassa • Difícil exploração da biomassa 	<ul style="list-style-type: none"> • Matéria-prima com baixo valor acrescentado • Obrigação legal dos proprietários às limpezas das florestas • Existência de apoios para o investimento de equipamentos de transformação da biomassa • Prevenção de incêndios florestais com a redução dos combustíveis vegetais

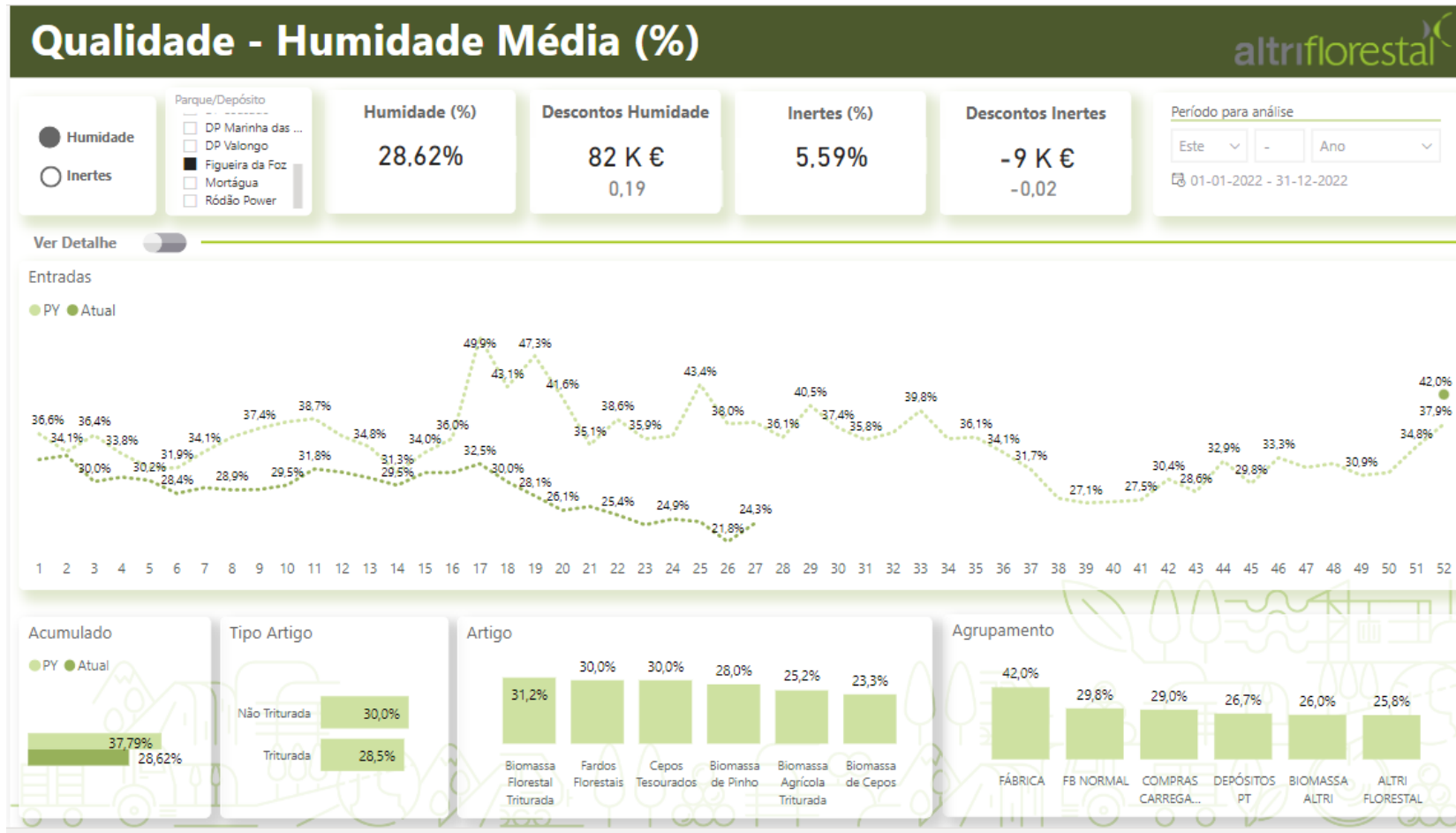
ANEXO 6 – Dashboards Power BI



(Monitorização das Entregas)



(Monitorização dos Stocks)



(Monitorização da Qualidade)