



Luís Miguel Gomes Caro

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

Inovação no Processo de Vindima Manual – Aplicação da Filosofia *Lean* e Metodologia TRIZ

Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão
Industrial

Orientadora: Professora Doutora Helena Víctorovna Guitiss Navas,
Professora Auxiliar, FCT-UNL



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Maio de 2016

Inovação no Processo de Vindima Manual – Aplicação da Filosofia *Lean* e Metodologia TRIZ

Copyright © Luís Miguel Gomes Caro, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Ao longo do processo de recolha de dados dos quais resultou esta dissertação, muitas foram as pessoas que contribuíram de diferentes formas. Por isso, deixo a minha menção a todas, por todos os conselhos e apoio ao longo do meu percurso académico e no decorrer desta dissertação.

À Professora Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas, na orientação desta dissertação, sempre disponível a partilhar o seu conhecimento com tamanha paciência e clareza ao longo dos últimos meses.

A todos os Docentes do Departamento de Engenharia e Gestão Industrial da Universidade Nova de Lisboa, pelos seus ensinamentos e conhecimento inculcados ao longo da minha formação superior.

O meu agradecimento à Casa Ermelinda Freitas, desde a administração aos colaboradores na vindima, por terem uma “porta aberta” a todos os meus pedidos. Em especial à Dr.^a Joana Freitas, pela relação de entreajuda e por ter proporcionado o contacto com os vários responsáveis no terreno.

Aos meus “irmãos” do Colégio Militar e amigos do “Barça”, que partilharam comigo todos os momentos da minha vida, sendo eles bons ou mais difíceis, sempre estiveram lá para me apoiar. Em especial, ao meu grande amigo João, pelos seus esclarecimentos nos horários menos próprios e por me motivar todos os dias, sobretudo na fase final da elaboração desta dissertação.

Por último à minha fonte de inspiração, os meus pais. É a eles que devo todo o meu percurso académico e tornar-me na pessoa que sou hoje, pelo seu esforço em me proporcionarem e facilitarem a realização de todos os meus projetos pessoais ao longo da minha existência.

Resumo

Face à competitividade e concorrência crescente sentida nos mercados nacional e internacional, é cada vez mais importante adotar novas estratégias e abordagens em complemento aos métodos de gestão tradicionais. Nesta perspetiva, na elaboração da dissertação foram aplicadas a filosofia *Lean* e a Teoria de Resolução Inventiva de Problemas, conhecida por TRIZ, para a melhoria no processo de vindima manual de uma empresa vitivinícola, Casa Ermelinda Freitas.

Numa situação atual de pós crise, o sector vitivinícola nacional tem vindo a destacar-se nos vários mercados, fruto de evolução tecnológica na produção de vinho. No entanto, esta evolução teve como foco principal o processo de elaboração e engarrafamento de vinho, situação que não foi observada no processo de vindima. Existem duas formas de vindima, a manual (opção pelos métodos tradicionais, desenvolvidos ao longo de gerações) ou automatizada (requer um investimento prévio para a sua realização). A situação nacional do setor vinícola apresenta dificuldades na implementação de vindima automatizada, devido à idade da vinha e das características dos terrenos.

Devido a limitações da vindima automatizada, o estudo centrou-se na identificação de problemas e de pontos de melhoria do processo manual. O presente trabalho visou a resolução de problemas encontrados (constantes paragens de equipas e a sua proximidade) e a elaboração de propostas de melhoria. Foi possível desenvolver um sistema baseado na vindima manual, mas com um nível de mecanização maior, com alguns equipamentos desenvolvidos de raiz. Além de novo equipamento, também foram desenvolvidos novos procedimentos, que contribuíram significativamente para a redução de desperdícios ao longo de todo o processo da vindima.

O trabalho desenvolvido foi auxiliado pela aplicação de algumas técnicas e instrumentos analíticos da Metodologia TRIZ, nomeadamente, Matriz de Idealidade, Matriz de Contradições e Análise Substância-Campo, além da ferramenta 5S, gestão visual e outras da Filosofia *Lean*.

A implementação de melhorias levou também à necessidade da reorganização dos recursos humanos e materiais iniciais. As melhorias propostas conduziram ao aumento da produtividade da vindima de 13,53%, assim como à redução do esforço físico por parte dos operadores.

Palavras-chave: *Lean*; TRIZ; Matriz de Contradições; Idealidade; 5S; Processo de Vindima Manual

Abstract

Given the competitiveness of national and international markets, it is essential to adopt new strategies and approaches to traditional management methods. In this perspective, this dissertation adopted the *Lean* philosophy and the theory of inventive problem solving, known as TRIZ, for the manual harvesting process of a wine company, Casa Ermelinda Freitas.

In the current situation after the market's recession, Portugal's wine market has been standing out through the markets, mostly because of the wine technological development. However, this evolution has as its main focus on the making process and bottling of the final product, evolutionary situation which was not observed in the harvesting process. There are two possible ways for the grapes extraction, manual (option by traditional methods, developed over generations) or automated (requires an upfront investment to be possible). Portugal's situation presents an old vineyard, with difficulties to implement the automated harvesting.

Due to limitations of the automated harvesting, the study focused on identifying problems and improvement points of the manual process. This work aimed the problem solving and present improvement proposals. It was possible to develop a system based on manual harvesting, but with a higher level of mechanization, with some developed equipment. For this new equipment, new procedures have to be developed, which contribute for a waste reduction on the the harvesting process.

The work was developed by the application of some techniques and analytical tools of the TRIZ methodology, particularly, the Ideality Matrix, the Contradictions Matrix and the Substance-Field Analysis, also as the 5S, Visual Management and other tools of *Lean* philosophy.

The applied improvements also led to the need of a reorganization on human and material resources. The proposed improvements led to an increase of the harvest productivity by 13,52%, also as a reduction of the operator's physical effort.

Keywords: *Lean*; TRIZ; Contradictions Matrix; Ideality; 5S; Harvest Manual Process

Índice

1.	Introdução	1
1.1	Enquadramento do Tema	1
1.2	Objetivos, Metodologia e Contributos do Estudo	2
1.3	Estrutura da Dissertação.....	3
2.	Filosofia <i>Lean</i> e Metodologia TRIZ	5
2.1	Filosofia <i>Lean</i>	5
2.1.1	Origem e Definição da Filosofia <i>Lean</i>	5
2.1.2	Princípios do Pensamento <i>Lean</i>	6
2.1.3	Desperdício.....	7
2.1.4	Ferramentas <i>Lean</i>	8
2.1.5	Benefícios, Obstáculos e Limitações à Implementação do Pensamento <i>Lean</i>	10
2.2	Teoria de Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ).....	11
2.2.1	Introdução à Metodologia TRIZ.....	12
2.2.2	Conceitos Fundamentais da TRIZ e suas Características	14
2.2.3	Principais Ferramentas da TRIZ e sua Implementação	16
2.3	Ambiente de Utilização Conjunta <i>Lean</i> – TRIZ.....	26
3.	Casa Ermelinda Freitas	29
3.1	História e Estrutura da Casa Ermelinda Freitas.....	29
3.2	Valores, Missão e Objetivos.....	30
3.3	Vinha, Vindima e o Vinho.....	31
3.3.1	Vinha.....	31
3.3.2	Vinho	34
3.3.3	Vindima.....	35
3.3.4	Análise Crítica do Processo Inicial e Identificação de Desperdícios na Vindima.....	38
4.	Propostas de Melhoria	41
4.1	Conceção de Máquina Única	41
4.1.1	Cálculo de Idealidade do Processo Inicial e Identificação de Contradições.....	43
4.1.2	Geração de Soluções	46
4.2	Redução dos Desperdícios Identificados	57
4.2.1	Implementação da Ferramenta 5S	58

4.2.2	Reorganização de Rota e Implementação de Novos Procedimentos Internos.....	70
4.2.3	Implementação de Procedimentos e Documentação para Controlo de Gestão.....	73
5.	Conclusões, Resultados e Recomendações.....	75
5.1	Conclusões e Resultados.....	75
5.2	Propostas para Trabalhos Futuros.....	77
	Referências Bibliográficas	79
	Anexos.....	83
	Anexo A) Matriz de Contradições	83
	Anexo B) Parâmetros de Engenharia e Princípios de Inventivos (adaptado de Fernandes, 2013)....	88
	Anexo C) Classes da Análise Substância-Campo (Molina, 2013)	96
	Anexo D) Registo dos Tempos das Atividades Cíclica no Processo Manual de Vindima	107
	Anexo E) Registo de Avaliação 5S.....	117
	Anexo F) Diário de Vindima	121
	Anexo G) Registo Comparativo de Produtividade	122

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Pensamento <i>Lean</i> e os seus princípios	7
Figura 2.2 - Sobreprodução e duplo manuseamento	8
Figura 2.3 - Ferramenta 5S	8
Figura 2.4 - Fatores que determinam a eficácia de um <i>layout</i>	9
Figura 2.5 - Forças condutoras e resistentes ao Pensamento <i>Lean</i>	11
Figura 2.6 - Esquema simplificado da Metodologia TRIZ vs Brainstorming.....	13
Figura 2.7 - Relação entre os vários conceitos da TRIZ	15
Figura 2.8 - Modelo representativo Substância-Campo.....	21
Figura 2.9 - Sistema incompleto, inexistência do campo "S2"	22
Figura 2.10 - Sistema incompleto, inexistência do campo "F"	22
Figura 2.11 - Sistema completo insuficiente ou ineficiente	23
Figura 2.12 - Sistema completo com efeito indesejado ou prejudicial	23
Figura 2.13 - Solução geral 1	24
Figura 2.14 - Solução geral 2	24
Figura 2.15 - Solução geral 3	24
Figura 2.16 - Solução geral 4	25
Figura 2.17 - Solução geral 5	25
Figura 2.18 - Solução geral 6	25
Figura 2.19 - Solução geral 7	26
Figura 3.1 - Contraste da antiga com a moderna adega da Casa Ermelinda Freitas	29
Figura 3.2 - Organograma da CEF.....	30
Figura 3.3 - Vinha pedagógica da CEF	31
Figura 3.4 - Vinha automatizada	32
Figura 3.5 - Vinhas tradicionais	33
Figura 3.6 - Ciclo da vinha	34
Figura 3.7 - Tipos de produto produzidos e acondicionados pela CEF	34
Figura 3.8 - Processo de vindima automatizado	36
Figura 3.9 - Diferentes equipas do processo de vindima manual	37
Figura 3.10 - Fluxograma do processo de vindima manual	38
Figura 4.1 - Constrangimento entre equipa de corte e equipa de recolha	41
Figura 4.2 - Equipamento necessário para distribuição e recolha de cestos vazios.....	42
Figura 4.3 - Equipamento utilizado pela equipa de recolha	43
Figura 4.4 - Operador em esforço	48
Figura 4.5 - Nidificação desorganizada.....	49
Figura 4.6 - Equipamento adaptável para a recolha de uvas (empilhador adaptado ao trator).....	50
Figura 4.7 - Identificação do local de implementação do aro de ferro	50
Figura 4.8 - Protótipo real do conceito inovador	51

Figura 4.9 - Efeito parcialmente desejado na distribuição de cestos do novo conceito	52
Figura 4.10 - Duração total das tarefas no processo de vindima manual inovado	55
Figura 4.11 - Definição da ordem de tarefas no processo de vindima manual inovado	55
Figura 4.12 - Modelo substância-campo do sistema após implementação do conceito inovador	56
Figura 4.13 - Modelo substância-campo com alteração de campo "aquisição de cestos"	56
Figura 4.14 - Capacidade ótima da caixa de recolha	57
Figura 4.15 - Modelo substância-campo com alteração de campo "aumento de capacidade da caixa de recolha"	57
Figura 4.16 - "Corte" incorreto de uva antes de melhoria	60
Figura 4.17 - Operador de corte antes de implementação de melhoria	61
Figura 4.18 - Esforço adicional do operador na descarga de cestos	61
Figura 4.19 - Deslocação desnecessária do operador da equipa de recolha	62
Figura 4.20 - Operador em espera para condições ideais que justifique a distribuição de cestos	62
Figura 4.21 - Estação de limpeza e hidratação	63
Figura 4.22 - Operadores de corte intercalados após implementação de melhoria	64
Figura 4.23 - Sinalização visual implementada	64
Figura 4.24 - Via obstruída por cesto vazio	65
Figura 4.25 - Dificuldade do operador em separar os cestos	66
Figura 4.26 - Excesso de carga presente na caixa de recolha	66
Figura 4.27 - Distância entre caixa de recolha e caixa de transporte	67
Figura 4.28 - Circulação correta de via com o auxílio de sinalização visual	68
Figura 4.29 - Limpeza de cestos	68
Figura 4.30 - Posição da caixa de transporte após implementação de melhoria	69
Figura 4.31 - <i>Layout</i> implementado após aplicação das várias ferramentas de melhoria	71
Figura 4.32 - Avaliação comparativa de desempenho 5S	72

Índice de Tabelas

Tabela 2.1: Relação entre orientação de <i>Layouts</i>	9
Tabela 2.2: Níveis de Inovação	12
Tabela 2.3: Parâmetros ou atributos de engenharia de acordo com a TRIZ	17
Tabela 2.4: Princípios Inventivos da Metodologia TRIZ	18
Tabela 2.5: Aplicação da Matriz de Contradições	19
Tabela 2.6: Matriz de Idealidade aplicada ao estudo caso – Fogão de Campismo	20
Tabela 2.7: Simbologia utilizada no Modelo Análise Substância-Campo	22
Tabela 2.8: Comparação de abordagem ao "valor" pelo TRIZ Plus e pelo <i>Lean</i>	27
Tabela 2.9: Abordagem Fluxo do valor pelo TRIZ Plus e pelo <i>Lean</i>	27
Tabela 2.10: Abordagem comparativa do fluxo pelos diferentes instrumentos do TRIZ Plus e do <i>Lean</i>	28
Tabela 2.11: Abordagem <i>Pull</i> pelo TRIZ Plus e pelo <i>Lean</i>	28
Tabela 3.1: Inventário do processo de vindima automatizada	35
Tabela 3.2: Inventário do processo de vindima manual.....	36
Tabela 4.1: Matriz de Idealidade aplicada ao novo conceito	44
Tabela 4.2: Matriz de Contradições adaptada da Matriz de Idealidade	45
Tabela 4.3: Seleção dos Princípios inventivos.....	Erro! Marcador não definido.
Tabela 4.4: Inventário do processo de vindima manual inovador	53
Tabela 4.5: Tempo de ciclo de cada tarefa	54
Tabela 4.6: Duração em função da capacidade da equipa de recolha	54
Tabela 4.7: Critérios de avaliação 5S	58
Tabela 4.8: Documento de avaliação do desempenho da equipa de corte	59
Tabela 4.9: Inventário final do processo manual de vindima	71
Tabela 5.1: Ganho produtivo após implementação de melhorias	76

Lista de Siglas

ARIZ – Algoritmo Inventivo de Solução de Problemas

ASC – Análise Substância-Campo

CEF – Casa Ermelinda Freitas

EPI – Equipamentos de Proteção Individual

TPS – *Toyota Production System*

TRIZ – Teoria de Resolução Inventiva de Problemas

WIP – *Work in Progress*

1. Introdução

No capítulo introdutório pretende-se enquadrar o tema da dissertação desenvolvida. De igual modo, são apresentados os objetivos a atingir, a metodologia adotada e os contributos resultantes. Por fim, é apresentada a estrutura geral da dissertação.

1.1 Enquadramento do Tema

Presentemente, torna-se necessário que uma empresa seja proactiva face à competitividade para que alcance o sucesso. Este dinamismo exige que as organizações tenham flexibilidade e capacidade de se adaptarem às alterações do mercado a que estão sujeitas. Com uma conjuntura económica complexa, é também colocada a organizações a necessidade de melhorarem a sua eficácia e eficiência na realização dos seus processos.

É neste contexto que as empresas tradicionais precisam de seguir estratégias que visem a inovação e melhoria contínua em toda a cadeia de produção, de maneira a garantirem a sua sustentabilidade e competitividade. Em auxílio a estas tendências, surgem filosofias e metodologias que visam a identificação e a redução de desperdícios, a revelação das oportunidades de melhoria e da criação de soluções mais inovadoras, de maneira a maximizar o lucro e minimizar o tempo de resposta face às necessidades do mercado.

Segundo Womack e Jones (2003), a orientação para a melhoria contínua e a eliminação de desperdícios, apoiadas pela filosofia *Lean*, proporciona às organizações uma forma de fazer mais por menos, com menor esforço humano, com menos equipamentos, menos tempo e menos espaço. Assim, o fluxo de atividades das organizações torna-se mais eficiente, incluindo apenas as atividades que criam valor, alinhadas na melhor sequência possível e com o mínimo de interrupções.

A inovação sistemática e a filosofia *Lean* podem complementar-se mutuamente. As organizações sentem a necessidade de tornarem os seus processos mais criativos e inovadores. O processo de geração de soluções é complexo, cada vez mais são precisas soluções mais criativas e por vezes disruptivas ou radicais. É na Teoria de Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ), que encontramos as técnicas e ferramentas analíticas capazes de uma geração criativa e inovadora de soluções, de forma a responder aos conflitos com os quais as organizações se debatem.

A dissertação foi realizada na Casa Ermelinda Freitas (CEF), uma empresa familiar vitivinícola que aposta na tecnologia e na inovação para dar resposta a um mercado exigente, a nível nacional e internacional. O processo de produção de vinhos na empresa é tecnologicamente avançado, contrariamente ao processo inicialmente encontrado da colheita de uva, maioritariamente manual.

Numa primeira abordagem e observação de todo o processo de vindima manual, foi possível constatar, que as operações de recolha de uva poderiam tornar-se mais eficientes. A necessidade de melhor balanceamento das atividades realizadas pelas equipas operacionais foi o ponto de partida para um conjunto de oportunidades de melhoria, utilizando as ferramentas da filosofia *Lean* e da metodologia TRIZ.

1.2 Objetivos, Metodologia e Contributos do Estudo

A presente dissertação teve como principal objetivo a melhoria do processo de recolha de uvas da CEF, sem que nenhum outro parâmetro importante para o processo fosse prejudicado.

Num primeiro plano, várias oportunidades de melhoria no processo de recolha de uva na CEF foram identificadas, com vista ao desenvolvimento de propostas de melhoria. Foi proposta à empresa a melhoria de alguns processos e práticas através da inovação de maquinaria, sempre tendo em consideração os padrões de qualidade e segurança quer da uva quer da respetiva planta, a videira. Com o objetivo definido, a base técnica para atingir o objetivo foi sustentada pela filosofia *Lean* e a metodologia TRIZ.

A metodologia que esteve por base da realização desta dissertação pressupõe as seguintes etapas:

- I. Dada a oportunidade oferecida pela CEF e do interesse do autor, foi definido o tema de dissertação sobre a filosofia *Lean* e a metodologia TRIZ aplicados no processo manual da vindima, processo menos estudado por parte da empresa;
- II. Com o objetivo a desenvolver na empresa definido, foram recolhidos os dados necessários para ações de melhoria e posterior comparação;
- III. Foi realizado um trabalho de campo que envolveu a presença contínua nos terrenos vinícolas ao longo da duração da vindima, de forma a identificar problemas e oportunidades de melhoria com o objetivo de contribuição positiva para toda a organização;
- IV. Foram desenvolvidas várias propostas de melhoria, algumas das quais foram implementadas com sucesso no terreno, enquanto outras poderão ser implementadas a médio e a longo prazo.

A aplicação conjunta da filosofia *Lean* e da metodologia TRIZ gerou contributos significativos para a CEF. Foram identificados problemas e desperdícios existentes, para os quais foram elaboradas soluções criativas. As melhorias implementadas contribuíram positivamente para o desempenho do processo manual de vindima, aumento da produtividade, melhor controlo sobre as atividades e diminuição de esforços por parte dos operadores.

1.3 Estrutura da Dissertação

Incluindo o capítulo atual, referente à introdução, esta dissertação está estruturada em cinco capítulos e sete anexos.

O segundo capítulo diz respeito à revisão bibliográfica, onde são descritos os fundamentos da filosofia *Lean* e da metodologia TRIZ, tal como as ferramentas que lhes estão associadas. Neste capítulo encontra-se o enquadramento teórico de apoio ao trabalho desenvolvido na CEF.

No terceiro capítulo é feita a caracterização da empresa e do segmento de mercado em que está inserida. O capítulo começa com uma breve apresentação do sector vitivinícola. É feita uma análise do processo inicial de vindima realizado pela empresa, identificando os desperdícios presentes nas diferentes equipas e num contexto global da vindima manual antes da implementação de melhorias.

No quarto capítulo encontram-se apresentadas as propostas de melhoria desenvolvidas com recurso à utilização integrada das ferramentas e conceitos do *Lean* e do TRIZ. Numa primeira fase, foi possível implementar, com recurso à TRIZ, uma alteração à maquinaria capaz de resolver inventivamente a situação problemática relacionada com a falta do balanceamento das atividades das equipas operacionais. Após implementação do novo processo de vindima, foi aplicada a ferramenta 5S da filosofia *Lean*, de forma a quantificar e a desenvolver oportunidades de melhoria e de redução de desperdícios identificadas e não colmatadas com o novo processo.

O quinto capítulo contém as conclusões e as contribuições obtidas para benefício da organização, assim como, propostas para trabalhos futuros, devido a limitações encontradas no desenvolvimento do estágio realizado na empresa.

2. Filosofia *Lean* e Metodologia TRIZ

O presente capítulo contém os fundamentos da filosofia *Lean* e da Metodologia TRIZ, aplicados neste estudo. A revisão bibliográfica está dividida em dois subcapítulos. O primeiro expõe as metodologias e ferramentas conhecidas na aplicação da filosofia *Lean*, desde o seu início até às suas recentes aplicações, seguindo-se de uma abordagem similar relativamente à metodologia TRIZ.

2.1 Filosofia *Lean*

A filosofia *Lean* considera desperdício qualquer atividade que não cria valor durante todo o processo de produção e foca a sua visão na redução de desperdícios existentes. Embora tenha tido origem na indústria automóvel, (através do *Toyota Production System*), hoje, são conhecidos diversos casos de aplicação da filosofia *Lean* em empresas nos mais diferentes setores, como o da construção civil, aeronáutica, saúde, banca, entre outros.

2.1.1 Origem e Definição da Filosofia *Lean*

Até aos finais da Segunda Grande Guerra, o conceito em voga era o de produção em massa. No entanto, o cenário pós-guerra era diferente para os Estados Unidos e o Japão. Enquanto os Estados Unidos estavam em crescimento económico, o Japão encontrava-se com grandes perdas a nível de recursos e mercado. Este cenário levou a empresa japonesa *Toyota* a adaptar um sistema de produção automóvel num fluxo contínuo e programar a linha de produção capaz de realizar qualquer combinação de automóvel em relação à sua cor, tamanho, interiores e outros (Meyers *et al.*, 2002).

Também designado por *Toyota Production System* (TPS), Eiji Toyota e Taiichi Ohno, fundador da *Toyota Motor Company* e diretor de produção respetivamente, desenvolveram o TPS com o principal objetivo de eliminar o desperdício e focar a sua atenção na satisfação do cliente. A Produção *Lean* surge assim, em contraste com os sistemas de produção mais utilizados na altura, focados na produção em massa e com uma flexibilidade mínima permitida ao cliente final (Womack *et al.*, 2003).

A Produção *Lean* é definida por fazer “emagrecer” (traduzido como “produção magra”) todas as características da produção em massa, significando um menor esforço humano, menos defeitos, menos espaço fabril, menos *stocks* e menor tempo no desenvolvimento de um novo produto.

Assim, o conceito *Lean* evolui para uma filosofia de pensamento, o Pensamento *Lean*, que procura pela eliminação de desperdício e persegue a melhoria contínua dentro da organização. Pensamento *Lean* é aplicável a todos os elos de uma cadeia de abastecimento, serviços e outros (Womack *et al.*, 2003).

2.1.2 Princípios do Pensamento *Lean*

Segundo Womack e Jones (2003), após a observação de vários casos de indústrias em crise e análise dos mesmos, é possível concluir que, para a utilização de todo o potencial do Pensamento *Lean*, é necessário compreender e interligar cinco princípios chave.

O princípio do Pensamento *Lean* consiste em especificar com precisão o **Valor** de um determinado produto e identificar o **Fluxo de Valor** desse produto, através de um **Fluxo** sem interrupções. Este processo vai de encontro à procura daquilo que os clientes precisam e quando precisam (**Pull**), onde a interação resulta na procura pela **Perfeição** de todo o processo (Womack *et al.*, 2003).

- **Valor** – Define o início do Pensamento *Lean*, onde, de forma precisa e consciente, é definido o valor exato de um determinado produto, que oferece características particulares por um preço específico, sempre em comunicação com clientes específicos. Opõe-se à imposição de produtos fabricados aos clientes sem qualquer flexibilidade de customização e um preço final obtido pelo custo de fabrico com margem de lucro. Desta forma, os clientes acabariam por suportar todo o custo associado, independentemente dos níveis de produtividade do processo de fabrico (Ohno, 1996).
- **Fluxo de Valor** – Consiste num conjunto de ações singulares, que se mostram necessárias para que o cliente obtenha o seu produto específico, capaz de definir e analisar o fluxo de valor para cada produto durante o seu processo e sequência de ações. Por conseguinte, distingue as que efetivamente geram valor das que se traduzem em fontes de desperdício.
- **Fluxo** – Após serem definidos o valor e o fluxo de valor de um produto específico completamente definido e as suas fontes de desperdício reduzidas ou eliminadas, é preciso garantir que este fluxo de valor seja contínuo e fluído. O entendimento entre os fluxos de ações e a criação de valor distingue-se pela capacidade de produzir o necessário para um determinado produto, com o mínimo de inventário acumulado.
- **Pull** (puxar) – Vem discordar dos sistemas de produção tradicionais, em que os clientes são induzidos e “pressionados” à compra de produtos, várias vezes, não desejados. Com as condições de fluxo garantidas, o sistema *Pull* permite ao cliente “puxar” aquilo que realmente quer, quando desejar, dado que este é produzido somente quando é efetuado o pedido pelo cliente.
- **Perfeição** – Consiste em, uma vez aplicados todos os princípios anteriormente descritos, manter a procura pela perfeição através da melhoria contínua e da inovação de tecnologias e produtos (Womack *et al.*, 2003).

A figura 2.1, representa a combinação e interação dos princípios do pensamento *Lean*.

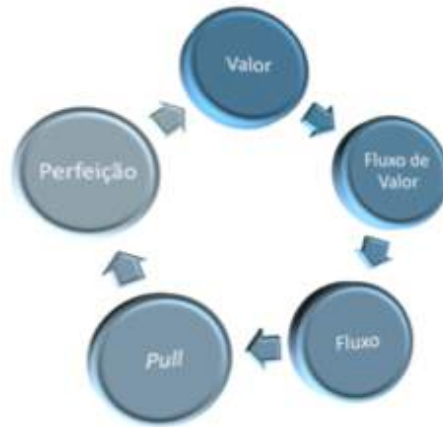


Figura 2.1 - Pensamento *Lean* e os seus princípios

2.1.3 Desperdício

Muda, palavra Japonesa, que expressa futilidade, inutilidade, lixo ou, o termo mais utilizado, desperdício. Conceito chave, com origem no TPS, que caracteriza o desperdício, está inerente a qualquer atividade que consome recursos, sem acrescentar qualquer valor ao produto (Emiliani *et al.*, 2007). Para compreensão deste conceito, Suzaki (1987) identifica os sete tipos de *mudas*:

Defeitos – Caraterizado como desperdício. No momento em que ocorre um tipo de defeito num posto, existem desperdícios de espera nos postos dos operários seguintes. Para reduzirmos este tipo de desperdício, que aumenta os custos do produto e *lead time* à produção, é necessário um método de identificação dos defeitos e da sua natureza.

Tempo de espera – Corresponde ao período de tempo em que os recursos não estão disponíveis quando necessários, podendo estes ser materiais, colaboradores ou informação.

Stocks – Inventário de recursos materiais em excesso, ou seja, quando não são necessários por parte do cliente ou processo. São vários os problemas encobertos na tentativa de reduzir o nível de *stock*, como a ocorrência de avarias, fraca organização e arrumação, longos *setups* e transportes, entre outros (Suzaki, 2010).

Transporte desnecessários – Deslocações dos operadores que não acrescentam valor, transporte desnecessário de material ou duplo manuseamento por parte dos operadores no espaço fabril. Considerar a implementação de melhorias no *layout*, arrumação, organização dos postos de trabalho e coordenação entre processos levará à redução e eliminação deste desperdício.

Sobreprodução – Considerado pela Toyota um dos maiores desperdícios possíveis de acontecer, sendo que este ocorre quando a produção é superior à encomenda do cliente ou de aquilo que é necessário. Matérias-primas, ocupação do armazém com *stocks* elevados, utilização de meios de transporte e toda a mão de obra envolvida implicam um grande esforço por parte da organização, que apenas se traduz em desperdício, ilustrado na figura 2.2.



Figura 2.2 - Sobreprodução e duplo manuseamento (Suzaki, 1987)

Movimentos desnecessários – Resultado de movimentos de pessoas que não acrescentam valor ao produto. Práticas de trabalho incorretas, disposição de materiais ou ferramentas de trabalho mal posicionadas são algumas das causas que dão origem a este tipo de desperdício.

Sobreprocessamento – No momento em que não são preenchidos os requisitos adequados por parte dos clientes ou falha na comunicação relativamente às instruções de trabalho, está-se perante um sobreprocessamento. Novamente, encontram-se processos que não geram valor, isto é, existe desperdício no processo de produção.

2.1.4 Ferramentas *Lean*

No âmbito da redução e eliminação dos desperdícios acima mencionados, existem ferramentas e metodologias *Lean* que poderão ser implementadas, destacando-se seguidamente aquelas que foram estudadas e exploradas para a melhoria do processo manual de vindima na CEF.

5S – A designação 5S resulta do acrónimo de cinco termos japoneses: *Seiri* (triagem), *Seiton* (arrumação), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (normalização) e *Shitsuke* (disciplina). Trata-se de uma ferramenta orientada para um ambiente de trabalho mais organizado (Womack *et al.*, 2003). A figura 2.3 detalha todas as combinações e designações da 5S.



Figura 2.3 - Ferramenta 5S (adaptado de Alvarenga, 2010)

Configuração de *Layout* – Apoiado na ferramenta 5S, o posicionamento dentro de um ambiente de produtividade é um fator importante, sendo que as alterações do mesmo têm um impacto significativo sobre a produção, custos de produção, *lead times* e trabalhos em curso. A melhoria do *layout* físico

minimiza o tempo de viagem e as ineficiências de inventário, podendo reduzir até 50% o total das despesas operacionais (Dirra *et al.*, 2007).

A figura 2.4 resulta do estudo que Raman *et al.* (2009) realizaram, onde foi possível analisar o impacto de determinados fatores no desempenho e eficácia de execução de processos num ambiente organizacional.

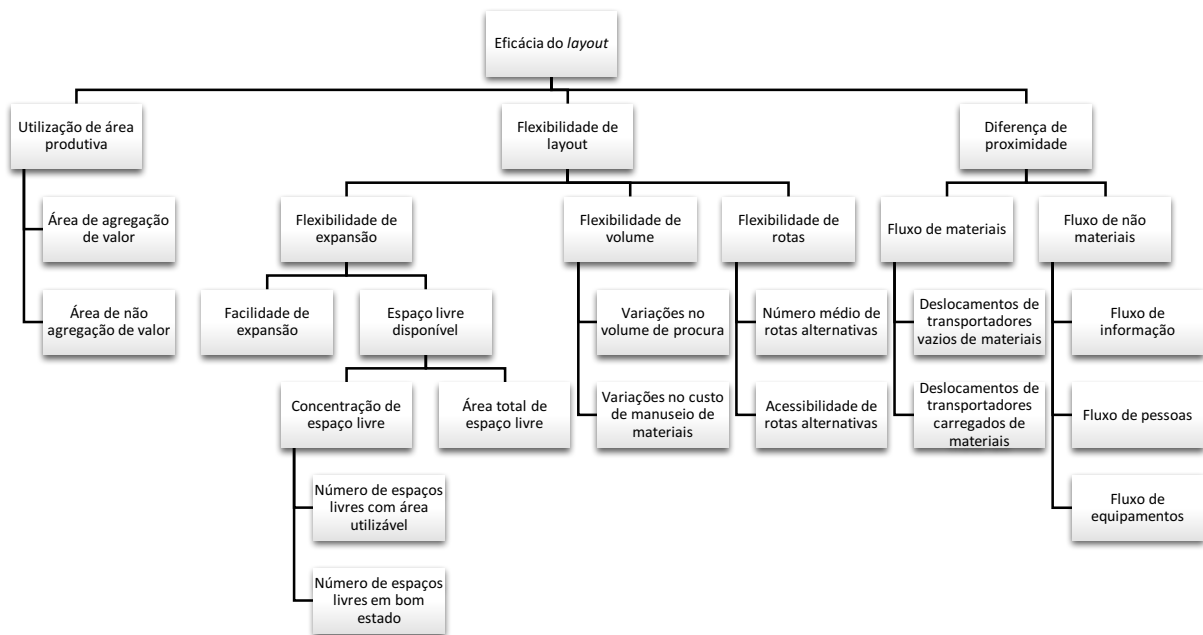


Figura 2.4 - Fatores que determinam a eficácia de um *layout* (adaptado de Raman *et al.*, 2009)

Suzaki (2010) apresenta o *layout* orientado por produto em alternativa ao *layout* orientado por processo. Na tabela 2.1 são apresentadas as respetivas características.

Tabela 2.1: Relação entre orientação de *Layouts* (adaptado de Suzaki, 2010)

<i>Layouts</i> orientados por processo	<i>Layouts</i> orientados por produto
Desperdício de transporte	Processos mais próximos
Acumulação de <i>stock</i> intermédio (WIP)	Material flui de acordo com a sequência dos processos
Dificuldade de padronizar os fluxos de materiais e trabalho	Menor confusão sobre destino do produto

Gestão Visual – Para Pinto (2009), a gestão visual é uma ferramenta com a capacidade de identificar o estado do sistema em tempo real. Com foco em facilitar a comunicação visual de informação no decurso dos processos, regras de trabalho, manutenção e movimentações, é fortemente sugerida a difusão para todos os processos ou atividades dentro do ambiente de trabalho (Hall, 1987).

Hall (1987), apresenta os seguintes objetivos para a gestão visual:

- I. A informação visual deve ser clara e simples, para que não exista várias interpretações diferentes entre os colaboradores;
- II. Permitir uma maior autonomia dos operários e, desta forma, fazer com que se sintam responsáveis pela tomada de decisões;
- III. Facilitar a comunicação entre chefia e operadores;
- IV. Partilha de informação fundamental entre os vários níveis da estrutura organizacional.

A Gestão Visual, por vezes também referida como controlo visual, é um processo que apoia o aumento da eficiência e eficácia das operações, tornando as coisas visíveis, lógicas e, acima de tudo, mais intuitivas. Muitas empresas recorrem à gestão visual para tornar os processos mais simples, menos dependentes de sistemas informáticos e de procedimentos formais (Pinto, 2013).

Padronização – Segundo a Productivity Press Development Team (2002), o trabalho padronizado tem de ser específico e científico, assente em fatos e análises, não em rotinas, pressupostos ou antigos procedimentos. É capaz de criar um ponto-chave, checkpoint, que deve de ser respeitado e consecutivamente utilizado.

Sem a Padronização, o risco de existir uma grande variabilidade e complexidade de métodos de trabalho está fortemente presente. Posteriormente, este fato dá origem a uma necessidade de repetição de trabalho já realizado, maior ocorrência de defeitos e redução da qualidade e segurança do ambiente de trabalho (Kim *et al.*, 2007). Esta procura pela diminuição da variabilidade dos processos, aspeto fundamental do TPS, conduz a melhorias na previsão do *output* de cada processo definido pela sequência das tarefas de trabalho, de maquinaria e materiais a serem utilizados. Por sua vez, estas sequências, devem estar bem definidas e inteiramente compreendidas por todos os colaboradores, que por sua vez, acrescentam um auxílio à rotatividade, substituição e/ou formação entre os vários postos de trabalho.

Na plenitude do pensamento *Lean*, a Padronização é considerada um fator essencial, identificando e criando tarefas “sólidas” que acrescentam valor ao produto e otimizam o desempenho de toda a respetiva sequência de tarefas.

2.1.5 Benefícios, Obstáculos e Limitações à Implementação do Pensamento *Lean*

Numa retrospectiva de implementação do Pensamento *Lean* encontram-se inúmeros casos onde são notórios os benefícios provenientes da sua aplicação. No entanto, são muitas as empresas que não o adotam, sendo a resistência à mudança a principal causa para a não implementação do Pensamento *Lean* (Melton, 2005).

Apresentado de forma simplificada e objetiva pela figura 2.5, Melton (2005) cria um campo de forças condutoras e resistentes à filosofia do Pensamento *Lean*.



Figura 2.5 - Forças condutoras e resistentes ao Pensamento *Lean* (adaptado de Melton, 2005)

A implementação do Pensamento *Lean* poderá passar pela utilização de ferramentas *Lean*, como as apresentadas na secção 2.1.4, devendo estas ser realizadas de forma coordenada e sólida. Melton (2005) descreve as várias fases de implementação do Pensamento *Lean*:

- Descrever e registar o estado atual do processo;
- Definir as ações que geram valor e assim identificar o desperdício do processo, reduzindo-o;
- Reconhecer os efeitos indesejados e determinar a sua origem, com o objetivo de identificar a raiz do problema;
- Resolver o problema e adaptar o processo;
- Pôr à prova e apresentar o resultado das melhorias, face ao estado do processo antes da implementação.

Uma implementação bem-sucedida do Pensamento *Lean* torna-se complexa, sendo que esta assume o papel de criar condições sólidas para se alterar e estabelecer um pensamento entre os vários níveis organizacionais de uma empresa (Worley *et al.*, 2006).

2.2 Teoria de Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ)

Tal como num teatro, onde os atores ambicionam o melhor papel, num mercado em constante alteração, as empresas encontram-se em luta constante pela sobrevivência ou por um lugar em destaque. Nesta luta existem várias estratégias a adotar, podendo-se optar por reduzir drasticamente os custos de produção de uma empresa, como estudado no subcapítulo anterior, ou optar pela

inovação, esta sempre associada à criatividade. A TRIZ apresenta uma metodologia racional baseada em ferramentas e princípios, de forma a solucionar problemas.

2.2.1 Introdução à Metodologia TRIZ

Conhecida pelo seu acrónimo de origem russa, TRIZ, a Teoria da Resolução Inventiva de Problemas é uma metodologia especialmente ajustada para a resolução de novos problemas nas áreas da Ciência e da Engenharia (Navas, 2013a).

Desenvolvida na ex-URSS a partir de 1946, através da análise de milhares de patentes e certificados de invenção, Altshuller descobre que muitos dos problemas são resolvidos nas diferentes áreas técnicas, apenas por utilização de simples melhorias de sistemas ou produtos já criados e que somente uma percentagem mínima de resoluções correspondem a soluções inovadoras baseadas em descobertas científicas anteriormente não exploradas. Após uma sistematização dos vários registos de patentes, Altshuller divide-os em cinco níveis de inovação, representados na tabela 2.2:

Tabela 2.2: Níveis de Inovação (adaptado de Terninko *et al.*, 1998)

Nível	%	Descrição e exemplo
1	32	Soluções aparentes ou convencionais utilizando métodos conhecidos na respetiva área da especialidade Ex.: Aumento da espessura das paredes para uma melhoria de insonorização
2	45	Soluções com pequenas melhorias de sistemas existentes. Ex.: Suspensão ajustável de um veículo de forma a aumentar a estabilidade
3	18	Soluções criativas capazes de resolver contradições dentro do respetivo ramo de engenharia. Ex.: Alteração da transmissão manual para automática em veículos
4	4	Soluções encontradas através da ciência. Os problemas são solucionados fora da área da especialidade e implicam a utilização de um princípio completamente diferente da sua função primária Ex.: Utilização de material com memória térmica. Colocar um anel porta-chaves em água quente de forma a expandir e facilitar a colocação de uma chave, para que à temperatura ambiente, o mesmo volte a contrair.
5	1	Soluções fora do conhecimento existente, nova descoberta científica Ex.: A descoberta da tecnologia laser.

Pode-se assumir que, através da tabela anterior, as patentes e certificados dos níveis um, dois e três podem ser utilizadas entre diferentes áreas da engenharia e ciência. Da mesma forma, é possível concluir que 95% das patentes de um campo de estudos em particular, já tenham sido solucionadas num outro campo de estudos.

Para Altshuller, as soluções de nível um, não sendo inovadoras, são maioritariamente ignoradas, tal como as soluções de nível cinco, dado que necessitam de um grau superior de conhecimento e compreensão, além da sua percentagem mínima de ocorrência (Terninko *et al.*, 1998).

Através do estudo das várias patentes, Altshuller reúne todas as condições para criar uma metodologia com padrões específicos de forma a encontrar soluções de problemas reais, ao invés da imprevisível “eureka!”. Desde a sua fase embrionária, esta metodologia tem vindo a desenvolver

várias ferramentas e técnicas, que hoje designamos por metodologia TRIZ. Altshuller, pai da TRIZ, desenvolveu as seguintes técnicas e instrumentos analíticos (Terninko *et al.*, 1998):

- Matriz de Contradições;
- Idealidade;
- Análise Substância-Campo;
- 76 Solução Padrão;
- 7 Soluções Gerais;
- ARIZ - Algoritmo Inventivo de Solução de Problemas

Considerada uma metodologia recente, partilhada pelo mundo a partir dos anos 80, a TRIZ tem vindo a crescer no seu número de seguidores nas mais variadas áreas, como é o caso de instituições financeiras, educação ou estratégias políticas, para além da sua área primária, a engenharia. Esta aplicação é possível, pois a TRIZ baseia todo seu conhecimento em três grandes grupos (Savransky, 2000):

- I. Ciências que estudam a natureza – Física, Química, Biologia, entre outras;
- II. Ciências que estudam o comportamento humano e a sociedade – Psicologia, Economia, Sociologia;
- III. Ciências que estudam os objetos artificiais – Engenharia Mecânica, Aerodinâmica, Design, Arquitetura.

O conhecimento nestes três grandes grupos confere, à TRIZ, a capacidade de análise superior baseada numa abordagem “*outside of the box*”. Métodos anteriores, como o *brainstorming* ou a “tentativa erro”, estão limitados à solução específica de um dado problema específico que, apesar de representar menos passos, poderá apresentar-se como um método mais demorado, representado esquematicamente na figura 2.6.

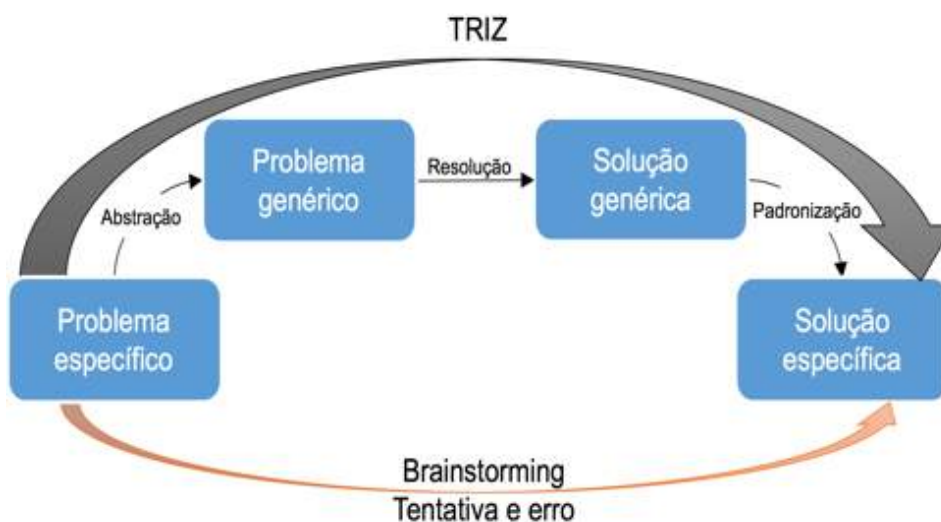


Figura 2.6 - Esquema simplificado da Metodologia TRIZ vs Brainstorming (adaptado de Mazur, 1996)

2.2.2 Conceitos Fundamentais da TRIZ e suas Características

Para um entendimento base da TRIZ é fundamental o conhecimento de determinados conceitos como a contradição, recursos, idealidade e padrões de evolução (Savransky, 2000).

Contradição

Altshuller (2007) consegue demonstrar que o desenvolvimento de sistemas técnicos não é uniforme, dando origem a contradições. Uma contradição ocorre quando, perante uma oposição ou confronto de princípios na procura por uma solução, existe uma melhoria de uma característica ou parâmetro, mas, em depreciação, um outro parâmetro é prejudicado. Estas contradições estão classificadas como contradições técnicas, físicas e administrativas (Savransky, 2000):

- I. Uma contradição física ocorre no instante em que uma dada operação necessita, simultaneamente, de uma determinada propriedade e de uma outra contrária à primeira, de forma a encontrar uma solução para um dado problema. É possível encontrar um exemplo desta contradição na asa de um avião, onde se pretende que o peso seja elevado (maior resistência) e reduzido (maior economia de combustível);
- II. As contradições técnicas ocorrem entre duas operações contraditórias, onde a realização de uma operação piora o desempenho da outra. Exemplo desta contradição ocorre entre potência e peso num motor, em que, para se obter um maior desempenho do motor, é necessário aumentar a potência do mesmo, acabando por haver um aumento do seu peso (situação que não é desejável);
- III. A contradição administrativa existe entre a necessidade e a capacidade, acabando por ser a contradição com maior facilidade de resolução, quer através da reorganização e reestruturação de um sistema, quer através do aumento de capacidade do mesmo.

Recursos

Apesar de ser possível obter uma resposta ao problema através da formulação de contradições, é normal existir necessidade de informação adicional, sendo esta obtida através da análise dos vários recursos disponíveis. Exemplo presente nas propriedades de um dado material, energia ou estudos anteriores, que podem ser encontradas no ambiente em que o problema se encontra (Rantanen *et al.*, 2002).

A TRIZ acrescenta o papel fundamental de reconhecer e mobilizar recursos necessários a serem imputados em qualquer processo do sistema. De forma sistemática, a TRIZ procura recursos que tenham os requisitos necessários para a solução que se procura e agrupa-os em diferentes tipos, podendo estes ser ambientais, temporais, espaciais, do sistema, informacionais, entre outros (Savransky, 2000).

Idealidade

A aplicação do conceito de idealidade em qualquer processo ou objeto refere-se à sua evolução ao longo do tempo até ser encontrada a solução ideal. Neste processo evolutivo, a idealidade é um indicador extremamente útil do ponto de vista da qualidade da solução a adotar, resultado de um rácio entre funções benéficas e funções prejudiciais, composta pelos custos e efeitos indesejáveis (Savransky, 2000).

$$idealidade = \frac{n^{\circ} \text{ de interações benéficas}}{n^{\circ} \text{ de interações prejudiciais}}$$

No seguimento do raciocínio, defendido pela TRIZ, a fórmula para a Solução Ideal resulta da conquista de novos efeitos benéficos, supressão de efeitos indesejáveis e redução de custos, sem colocar em risco a degradação do nível de idealidade, que poderá ser provocado pelo aparecimento de novos efeitos indesejáveis, aumento de custos e deterioração nos efeitos benéficos.

Padrões de Evolução

Na utilização dos conceitos anteriores é, muitas vezes, possível encontrar a solução ideal de um problema. No entanto, verifica-se que, os sistemas e processos técnicos seguem certas singularidades comuns na sua evolução (Rantanen *et al.*, 2002).

Estes padrões de evolução, encontrados ao longo de várias soluções ideais, podem ter múltiplas utilizações. Estes englobam todas as ferramentas de resolução de problemas, ajudam diretamente a encontrar soluções e são capazes de prever a evolução dos sistemas, melhorando e criando novas ferramentas inovadoras (Altshuller, 2007). Na figura 2.7 é ilustrada a relação dos vários conceitos da TRIZ.



Figura 2.7 - Relação entre os vários conceitos da TRIZ (adaptado de Rantanen & Domb, 2002)

Para a compreensão da relação entre os vários conceitos da TRIZ, Savransky (2000) caracteriza a TRIZ como uma metodologia sistemática para a solução inventiva de problemas, com base no conhecimento e orientada para o ser humano.

O **Conhecimento** resulta da análise global de um grande número de patentes em diferentes áreas da engenharia, tal como do conhecimento no domínio de técnicas e processos tecnológicos onde o problema ocorre, evolui ou desenvolve.

Orientada para o ser humano devido à sua heurística concebida para o uso do ser humano, colocando este como o mais eficaz na resolução de problemas concetuais, distinguindo técnicas úteis das inúteis. Algo que é realizado de forma arbitrária devido ao problema em si e às circunstâncias socioeconômicas em que se encontra, ação que não é possível de ser realizada por um sistema computadorizado ou que requer grande esforço de programação computacional que não justifica esta opção comparativamente à eficiência do ser humano.

Sistemática pelos seus métodos estruturados, orientados para a resolução de problemas. Da mesma maneira que coloca em forma de sistemas os modelos de situações problemáticas, as soluções para esses problemas e o processo de solução.

Resolve de forma inventiva os problemas com recurso à criatividade de uma solução ideal, que é muitas vezes obtida através de recursos já existentes no ambiente ou técnica desse mesmo problema.

2.2.3 Principais Ferramentas da TRIZ e sua Implementação

Como complemento aos conceitos e características da TRIZ, é necessário descrever quais as suas principais ferramentas e exemplos de implementação.

A maioria destas ferramentas tem sofrido adaptações e melhorias por parte de diferentes autores. O próprio Savransky (2000) coloca que, na utilização da Matriz de Contradições, para um princípio inventivo ser acrescentado à matriz, basta que esteja presente em pelo menos vinte patentes. O Algoritmo de Resolução Criativa de Problemas (ARIZ) tem o objetivo de descrever a sequência de ações que devem ser realizadas para identificar contradições complexas e torná-las visualmente mais simples de resolver, o ARIZ sofreu várias melhorias desde a sua criação em 1964. Torna-se, assim, fácil de constatar que a TRIZ está intrínseca à evolução tecnológica e científica.

No trabalho realizado não foram utilizadas todas as ferramentas da TRIZ. A utilização do ARIZ, descrita anteriormente, não foi uma ferramenta aplicada no estudo, dado que é implementado em casos de maior complexidade. O que não acontece com a implementação da Matriz de Contradições e os Quarenta Princípios Inventivos, Matriz de Idealidade, Análise Substância-Campo e as 76 Soluções Padrão utilizadas nesta dissertação.

Princípios Inventivos e Matriz de Contradições

Pela análise de inúmeras patentes, Altshuller conclui que existem apenas 1250 tipos de conflitos num mundo de grande diversidade tecnológica. Foi também possível identificar 39 parâmetros de engenharia ou atributos de produtos onde era comum engenheiros procurarem melhorar (Navas, 2013a). A tabela 2.3 identifica os 39 parâmetros de engenharia.

Tabela 2.3: Parâmetros ou atributos de engenharia de acordo com a TRIZ (adaptado de Navas, 2013a)

1. Peso (objeto móvel)	21. Potência
2. Peso (objeto imóvel)	22. Perda de energia
3. Comprimento (objeto móvel)	23. Perda de massa
4. Comprimento (objeto imóvel)	24. Perda de informação
5. Área (objeto móvel)	25. Perda de tempo
6. Área (objeto imóvel)	26. Quantidade de matéria
7. Volume (objeto móvel)	27. Fiabilidade
8. Volume (objeto imóvel)	28. Precisão de medição
9. Velocidade	29. Precisão de fabrico
10. Força	30. Fatores prejudiciais que atuam sobre o objeto
11. Tensão, pressão	31. Efeitos colaterais prejudiciais
12. Forma	32. Manufaturabilidade
13. Estabilidade do objeto	33. Conveniência de uso
14. Resistência	34. Reparabilidade
15. Durabilidade (objeto móvel)	35. Adaptabilidade
16. Durabilidade (objeto imóvel)	36. Complexidade do objeto
17. Temperatura	37. Complexidade no controlo
18. Claridade	38. Nível de automação
19. Energia dispensada (objeto móvel)	39. Produtividade
20. Energia dispensada (objeto imóvel)	

Destes 39 parâmetros, Altshuller foi capaz de desenvolver 40 princípios inventivos como forma de resolução de problemas, apresentados na tabela 2.4 (Mazur, 1996).

Tabela 2.4: 40 Princípios Inventivos da Metodologia TRIZ (adaptado de Navas, 2013a; Mazur, 1996)

1. Segmentação ou fragmentação	21. Corrida apressada
2. Remoção ou extração	22. Conversação com prejuízo em proveito
3. Qualidade local	23. Reação
4. Assimetria	24. Mediação
5. Combinação	25. Autoserviço
6. Universalidade	26. Cópia
7. Nidificação	27. Objeto económico com vida curta em vez de outro dispendioso e durável
8. Contrapeso	28. Substituição do sistema mecânico
9. Contra ação prévia	29. Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos
10. Ação prévia	30. Membranas flexíveis ou películas finas
11. Amortecimento prévio	31. Utilização de materiais porosos
12. Equipotencialidade	32. Mudança de cor
13. Inversão	33. Homogeneidade
14. Esfericidade	34. Rejeição e recuperação de componentes
15. Dinamismo	35. Transformação do estado físico ou químico
16. Ação parcial ou excessiva	36. Mudança de fase
17. Transição para uma nova dimensão	37. Expansão térmica
18. Vibrações mecânicas	38. Utilização de oxidantes fortes
19. Ação periódica	39. Ambiente inerte
20. Continuidade de uma ação útil	40. Materiais compósitos

Da conjugação das duas tabelas anteriores surge a Matriz de Contradições, uma das primeiras e mais utilizadas ferramentas da TRIZ, desenvolvida por Altshuller. Esta matriz, disponível para consulta no anexo A, orienta o deterioramento de parâmetros prejudicados e correlaciona-os com um ou mais princípios inventivos (Savransky, 2000). Por outras palavras, a Matriz de Contradições permite identificar os parâmetros técnicos a serem melhorados (apresentados por linha) e os parâmetros técnicos prejudicados dada a melhoria de outros (apresentados por colunas). No cruzamento entre linhas e colunas encontram-se os princípios inventivos a serem utilizados, com a possibilidade de alguns serem excluídos de acordo com o estudo em questão, como se pode exemplificar na tabela 2.5.

Tabela 2.5: Aplicação da Matriz de Contradições (adaptado de Mazur, 1996)

		Parâmetro prejudicado								
		Peso do objecto em movimento	Peso do movimento parado	Comprimento do objecto em movimento	Comprimento do objecto parado	Área do objecto em movimento	Área do objecto parado	Volume do objecto em movimento	Volume do objecto parado	...
Parâmetro a melhorar		1	2	3	4	5	6	7	8	...
1	Peso do objecto em movimento	+		15, 8, 29,34		29, 17, 38, 34		29, 2, 40, 28		
2	Peso do movimento parado		+		10, 1, 29, 35		35, 30,		5, 35, 4, 2	
3	Comprimento do objecto em movimento	8, 15, 29, 34		+		15, 4		4, 35		
4	Comprimento do objecto parado		35, 28, 40, 29		+		17, 7, 10, 40		35, 8, 2,14	
	...									

Apesar de todos os parâmetros e princípios inventivos serem bastante abrangentes e com diferentes interpretações, concedem as indicações necessárias e uma direção de pensamento com capacidades de gerar uma solução para o problema em causa.

Na existência de um problema mais complexo, onde a solução pode não parecer tão óbvia é possível recorrer a outras ferramentas da TRIZ como a Matriz de Idealidade, muito semelhante à Matriz de Contradições.

Matriz de Idealidade

Como referido anteriormente, a Matriz de Idealidade é, em muito, idêntica à Matriz de Contradições. Uma ferramenta da TRIZ em que os parâmetros são identificados na ótica do utilizador, ou seja, é o utilizador que define os parâmetros a serem melhorados (Navas, 2013b).

Coloca-se o seguinte estudo de caso, que exemplifica a aplicação da Matriz de Idealidade e do conceito Idealidade de um fogão de campismo. Primeiramente são reunidas as seguintes preferências dos consumidores em relação a este produto:

- Volume;
- Peso;
- Tempo de ignição da chama;
- Nível de ruído;
- Tempo necessário para ferver água;

- Capacidade de combustível do recipiente;
- Tempo de funcionamento com a chama no nível máximo;
- Água fervida por unidade de combustível.

Dadas as seguintes características é possível elaborar a Matriz de Idealidade na tabela 2.6.

Tabela 2.6: Matriz de Idealidade aplicada ao estudo de caso – Fogão de Campismo (adaptado de Navas, 2013b)

Parâmetros	1	2	3	4	5	6	7	8
1 – Volume		+			-	-	-	
2 – Peso	+				-	-	-	
3 – Tempo de ignição da chama					+			
4 – Nível de ruído								
5 – Tempo necessário para ferver água	-	-	+				-	+
6 – Capacidade de combustível do recipiente	-	-	+		+		+	+
7 – Tempo de funcionamento com a chama no nível máximo	-	-			-	-		-
8 – Água fervida por unidade de combustível	-	-			+	+	-	

Pela análise da tabela 2.6 são verificadas as interações entre os diferentes parâmetros e definidos os efeitos positivos ou negativos das mesmas. Facilmente é identificado que, caso se pretenda reduzir o volume do fogão, é necessariamente preciso reduzir o seu peso, que por sua vez, irá afetar a capacidade de combustível do recipiente.

A Matriz de Idealidade poderá apresentar-se como uma pré ferramenta à Matriz de Contradições, dado que esta facilmente define as iterações entre as características existentes. Uma iteração negativa apresenta um conflito, no qual, adaptado à Matriz de Contradições, pode ser resolvido através dos Princípios Inventivos já conhecidos.

Análise Substância-Campo

A Análise Substância-Campo (ASC) é uma ferramenta analítica da TRIZ, em alternativa à solução de contradições. Esta alternativa recorre a modelos funcionais para problemas relacionados com sistemas tecnológicos, independentemente de estes serem recentes ou já existentes, tornando-se numa das mais importantes ferramentas da TRIZ (Navas, 2013b).

A ASC torna-se uma ferramenta valiosa, devido à sua capacidade de representar um sistema graficamente, tornando-o simples, rápido e fácil de interpretar. Como é possível visualizar na figura 2.8, o sistema Substância-Campo apresenta uma transformação inicial de uma substância “S₁”, através da intervenção de uma força ou energia de um campo “F”, resultando numa outra substância “S₂”, de forma a complementar o modelo Substância-Campo.

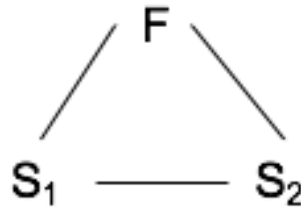


Figura 2.8 - Modelo representativo Substância-Campo (adaptado de Altshuller, 2007)

No entanto, é crucial uma formulação cuidada do modelo para a sua aplicação, pressuposto que não é necessário por parte de outras ferramentas da TRIZ, sendo necessário reunir os seguintes conceitos de forma a contruir um modelo correto (Navas, 2013b).

A **Construção do Modelo** segue as seguintes etapas de forma a elaborar o modelo funcional:

- Recolha de informação existente;
- Construção do diagrama Substância-Campo;
- Identificação da situação problemática;
- Escolha entre as opções genéricas;
- Desenvolvimento de uma solução específica para o problema.

A **Substância**, designada pela letra “S_x”, pode representar um objeto e a interação entre estas “substâncias” que podem ser das seguintes naturezas (Navas, 2014b):

- Material;
- Ferramenta;
- Componente;
- Pessoa;
- Ambiente.

Esta interação entre substâncias, representa um Campo “F”, que faz com que uma substância atue sobre a outra. Este pode ser (Navas, 2014b):

- Mecânico;
- Térmico;
- Químico;
- Elétrico;
- Magnético.

De maneira a interpretar estas interações entre substâncias, a utilização de uma **Simbologia** específica na construção dos modelos torna-se relevante, de forma a ser igualmente interpretado pelos seus utilizadores, descrita na tabela 2.7 (Savransky, 2000).

Tabela 2.7: Simbologia utilizada no Modelo Análise Substância-Campo (adaptado de Savransky, 2000)

Símbolos	Significado
—————	Conexão normal
—————>	Ação ou efeito desejado
- - - - -	Inatividade
- - - - ->	Ação ou efeito desejado
~~~~~>	Ação ou efeito prejudicial
—————x—————>	Quebra de conexão
—————>	Transformação do modelo
—————<—————	Interação
—————/—————>      ————//—————>	Várias ações

A simbologia e representação gráfica do modelo em triângulo torna-se uma ferramenta capaz de focar-se nos elementos mais importantes do sistema e facilmente identificar o conjunto que origina um determinado problema. Se este triângulo não for completo (sistema completo, representado na figura 2.9) estamos perante um problema, no qual podem existir as seguintes situações básicas do modelo Substância-Campo (Terninko, 2000):

1. Sistema incompleto – Não existe um campo “F” ou uma substância “S_x”, como é verificado na figura 2.9 e 2.10.



Figura 2.9 - Sistema incompleto, inexistência do campo "S2" (adaptado de Altshuller, 2007)



Figura 2.10 - Sistema incompleto, inexistência do campo "F" (adaptado de Altshuller, 2007)

2. Sistema completo ineficiente – O campo “F” não tem o efeito desejado para obter a substância “S₂” desejada, representado pela figura 2.11.

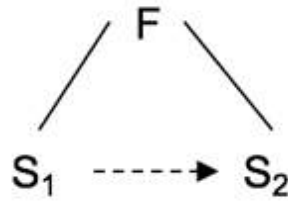


Figura 2.11 - Sistema completo insuficiente ou ineficiente (adaptado de Altshuller, 2007)

3. Sistema completo com efeitos indesejados – O campo “F” tem um efeito prejudicial na substância “S₂”, como é representado na figura 2.12.

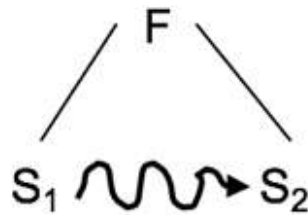


Figura 2.12 - Sistema completo com efeito indesejado ou prejudicial (adaptado de Altshuller, 2007)

Perante as seguintes problemáticas comuns na utilização do Modelo Substância-Campo, existe a capacidade clara de identificar ou restringir o tipo de falha do sistema e assim tomar o caminho, orientado pelas 76 Soluções Padrão e generalizadas em 7 Soluções Gerais, para a sua resolução (Navas, 2013b).

### 76 Soluções Padrão em 7 Soluções Gerais

Como é denominado, existem 76 soluções padrão utilizadas como ferramenta complementar e de apoio à ASC. Todas as soluções estão apresentadas no anexo C (San, 2009), estando agrupados em cinco grandes categorias (Terninko *et al.*, 2000):

- Melhorar o sistema sem nenhuma ou pouca alteração – Treze soluções padrão;
- Melhorar o sistema com alteração do sistema –Vinte e três soluções padrão;
- Transições entre sistemas – Seis soluções padrão;
- Identificação e medição – Dezassete soluções padrão;
- Estratégias para a simplificação e melhoria – Dezassete soluções padrão.

San (2009) generaliza em sete soluções gerais, as setenta e seis soluções padrão de forma a clarificar a aplicação desta ferramenta complementar à ASC. Dando continuidade à sua representação gráfica, as sete soluções gerais apresentam modificações no modelo gráfico de forma a encontrar o resultado esperado:

**Solução geral 1 (Sistema incompleto)**

Para complementar um modelo Substância-Campo que se encontre incompleto, é necessário adicionar os elementos em falta, sejam ele um campo “F” ou uma substância “S_x”, figura 2.13.



Figura 2.13 - Solução geral 1(adaptado de Altshuller, 2007)

**Solução geral 2 (Sistema completo insuficiente ou ineficiente)**

Alterar a substância “S₁” para minimizar ou eliminar o impacto negativo, figura 2.14.

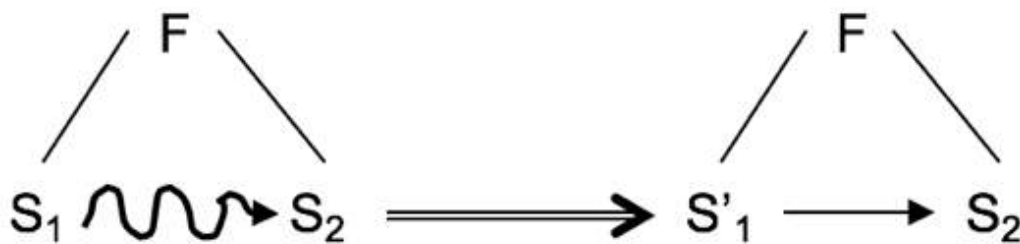


Figura 2.14 - Solução geral 2 (adaptado de Altshuller, 2007)

**Solução geral 3 (Sistema completo insuficiente ou ineficiente)**

Modificar a substância “S₂” para reduzir o impacto negativo, tendo um comportamento menos sensível ou indiferente, figura 2.15.

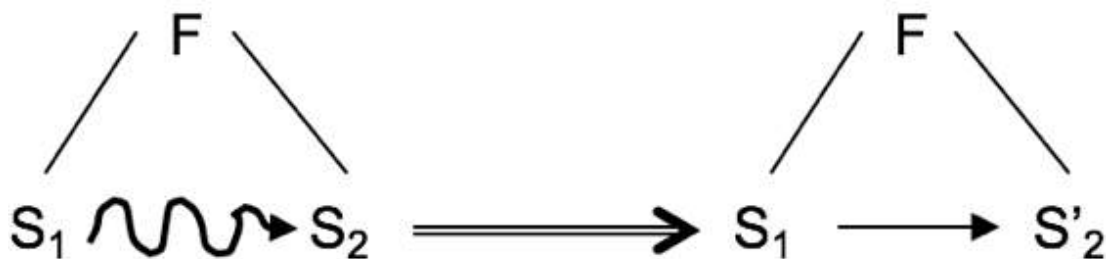


Figura 2.15 - Solução geral 3 (adaptado de Altshuller, 2007)

**Solução geral 4 (Sistema completo insuficiente ou ineficiente)**

Alteração do campo “F” de forma a minimizar ou eliminar o impacto negativo, figura 2.16.

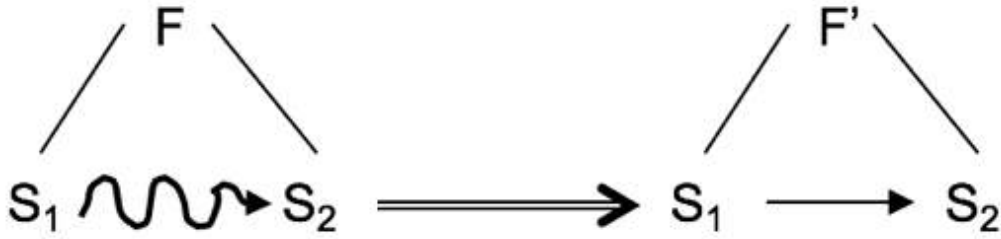


Figura 2.16 - Solução geral 4 (adaptado de Altshuller, 2007)

**Solução geral 5 (Sistema completo insuficiente ou ineficiente)**

Elimina, neutraliza ou isola o impacto negativo através de um outro campo “ $F_x$ ”, que seja capaz de interagir com o sistema, contrariando o efeito do campo “ $F$ ”, figura 2.17.

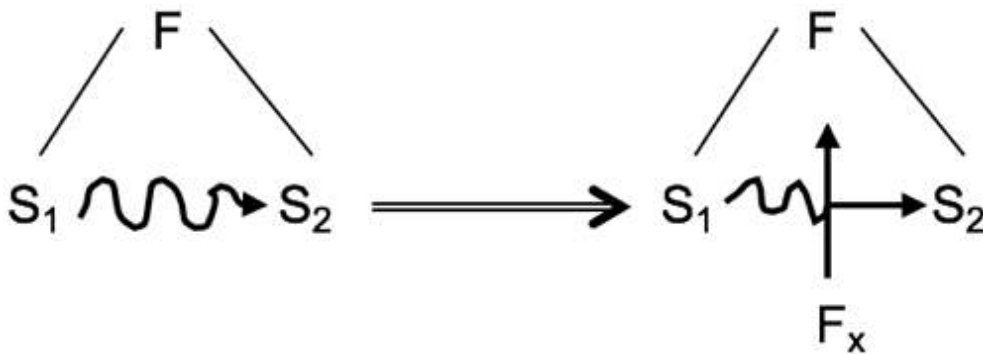


Figura 2.17 - Solução geral 5 (adaptado de Altshuller, 2007)

**Solução geral 6 (Sistema completo insuficiente ou ineficiente)**

Similar à solução geral anterior, esta solução introduz um novo campo positivo “ $F^+$ ”, de maneira a melhorar e a minimizar o efeito negativo no sistema sem alterar os seus elementos, figura 2.18.

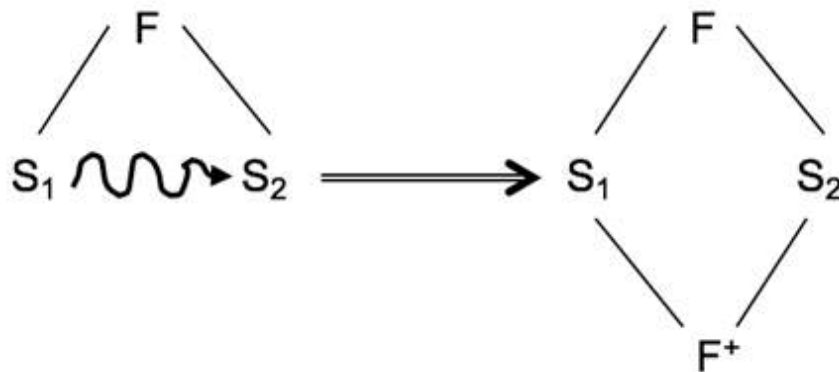


Figura 2.18 - Solução geral 6 (adaptado de Altshuller, 2007)

### Solução geral 7 (Sistema completo insuficiente ou ineficiente)

Implementação de uma nova substância “S₃” no sistema, interagindo com ambos os campos “F₁” e “F₂”. Obtendo um novo sistema em cadeia, figura 2.19.

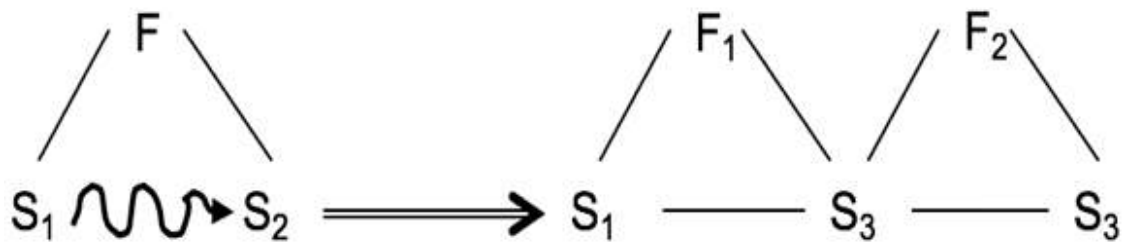


Figura 2.19 - Solução geral 7 (adaptado de Altshuller, 2007)

### 2.3 Ambiente de Utilização Conjunta *Lean* – TRIZ

Vários autores apontam para a proximidade entre a filosofia *Lean* e a metodologia TRIZ em pontos comuns. Estes abordam a TRIZ como uma ferramenta complementar ao pensamento *Lean*. No entanto, é possível verificar as diferentes abordagens de cada um destes conceitos e a utilização conjunta em prol de um objetivo comum (Ikovenko *et al.*, 2005).

Descrito nos capítulos anteriores, o pensamento *Lean* é uma filosofia utilizada pelas organizações permitindo aumentos de produtividade, eficiência e qualidade dos seus produtos ou serviços, ou seja, todo o trabalho realizado procura a criação de valor na percepção do consumidor. Na continuidade deste pensamento, todas as suas ferramentas e metodologias procuram a busca sistemática de melhoria contínua de processos no qual nem sempre são geradas soluções, apenas é eliminado o “lixo” (Navas, 2015).

A combinação dos vários instrumentos de forma a gerar um ambiente de utilização conjunta *Lean* – TRIZ apresenta vantagens importantes quando, na sua utilização individual, ocorrem limitações de aplicação das várias ferramentas. A aproximação do TRIZ ao *Lean*, no contexto de criação de valor, é denominada por TRIZ Plus, onde o seu objetivo vai ao encontro do objetivo do princípio de “valor” *Lean* (Valor, Fluxo de Valor, Fluxo, *Pull*, Perfeição) (Navas, 2011).

Na tabela 2.8, é possível comparar a abordagem do TRIZ Plus e do *Lean* em analogia ao “valor” em relação aos sete principais desperdícios.

Tabela 2.8: Comparação de abordagem ao "valor" pelo TRIZ Plus e pelo *Lean* (Navas, 2011)

<i>Lean</i>	TRIZ Plus
Sobre produção	Funções excessivas
<i>Stocks</i>	Funções corretivas
Sobre processamento	Funções providenciais e corretivas
Movimentos desnecessário	Funções providenciais e corretivas
Defeitos	Funções insuficientes, excessivas ou prejudiciais
Tempo de espera	Funções insuficientes
Transporte desnecessário	Funções providenciais

A tabela 2.9, indica os instrumentos do TRIZ Plus em relação ao "fluxo do valor".

Tabela 2.9: Abordagem Fluxo do valor pelo TRIZ Plus e pelo *Lean* (Navas, 2011)

<i>Lean</i>	TRIZ Plus
Mapeamento da Cadeia de Valor (situação atual)	Modelo Funcional do Processo
<i>Mapeamento da Cadeia de Valor</i> (situação futura)	Remoção, Análise da Cadeia de Causa - Efeito
Mapeamento da Cadeia de Valor (interno)	Modelo Funcional do Processo
Mapeamento da Cadeia de Valor (externo)	Modelo Funcional do Sistema Inteiro
Matriz da Família de Produtos	Modelos Funcionais de Linhas de Produtos separados

Para a implementação deste fluxo, a filosofia *Lean* apresenta um conjunto de instrumentos fundamentais como o *Takt Time*, Normalização, 5S, Balanceamento do Trabalho e a Produção Nivelada. O TRIZ Plus compreende vários instrumentos capazes de abordar todo o fluxo produtivo sem interrupções ou atrasos. Os vários instrumentos são apresentados comparativamente na tabela 2.10 (Navas, 2011).

Tabela 2.10: Abordagem comparativa do fluxo pelos diferentes instrumentos do TRIZ Plus e do *Lean* (Navas, 2011)

<i>Lean</i>	TRIZ Plus
<i>Takt Time</i>	Abordagem de Coordenação do Ritmo de Trabalho
Normalização: O Quê? Quem? Como?	Princípios Inventivos, Soluções-Padrão
5S	Transição para o Sistema Inteiro, Remoção, Soluções-Padrão (classe4)
Balanceamento de Trabalho	Modelo Funcional, redistribuição de funções, nova arquitetura funcional
Produção Nivelada	Transição para o Sistema inteiro (diferentes mecanismos), Remoção

Finalizando com a capacidade de entrega do produto ao cliente de acordo com a urgência deste, designado por princípio *Pull*. A tabela 2.11 descreve comparativamente os instrumentos do *Pull* do *Lean* e do TRIZ Plus (Navas, 2011).

Tabela 2.11: Abordagem *Pull* pelo TRIZ Plus e pelo *Lean* (Navas, 2011)

<i>Lean</i>	TRIZ Plus
<i>Kanban</i> – Produção/Instruções	Princípios inventivos, Soluções-Padrão (classe 4), Remoção
Kaban - Recolha	Princípios Inventivos, Soluções-Padrão (classe 4), Remoção

No âmbito da melhoria contínua, nem todos os instrumentos do TRIZ podem ser aplicados diretamente apesar de algumas Soluções-Padrão e alguns princípios inventivos serem adequados (Navas, 2011).

Verifica-se que a implementação e o desenvolvimento dentro das organizações, utilizando de forma independente as diferentes ferramentas do TRIZ e do *Lean* estão sujeitas a limitações. No entanto, se estas forem utilizadas de forma a complementarem-se, e assim, constituir um ambiente de utilização em equilíbrio trará garantias na gestão da inovação e do desenvolvimento em valor da organização (Navas, 2011).

## 3. Casa Ermelinda Freitas

Este capítulo pretende apresentar a CEF, abordando a sua história e desempenho atual no mercado vitivinícola, assim como a análise do processo de vindima que era vigente na empresa no início do estágio.

### 3.1 História e Estrutura da Casa Ermelinda Freitas

A CEF é uma empresa familiar que se dedica à produção de vinho há quatro gerações (fundada em 1920), tendo sempre apostado na qualidade das vinhas e dos vinhos. Desde 1997 até aos dias de hoje, a liderança é assumida por Leonor Freitas, à qual coube uma mudança decisiva do negócio com a criação de marcas próprias. Em período de maior expansão, evidenciado nos vários investimentos realizados nas vinhas, na adega e na equipa técnica. Fruto de toda a dinâmica mencionada, a CEF tem alcançado uma elevada notoriedade, nomeadamente através da conquista de mais de 600 prémios a nível nacional e internacional. Destaque para o ano de 2008, onde a empresa teve um dos seus pontos mais altos com a obtenção do troféu de melhor vinho tinto do mundo, o vinho Casa Ermelinda Freitas Syrah 2005, no prestigiado concurso “vinalies internationales” em Paris, França. A figura 3.1 ilustra a o investimento realizado e diferenças visíveis entre as instalações antigas e as atuais.



Figura 3.1 - Contraste da antiga com a moderna adega da Casa Ermelinda Freitas  
a) Instalações antigas  
b) Instalações modernas

Leonor Freitas herdou 60 hectares de vinhas de apenas duas castas, Castelão e Fernão Pires, que, com o seu espírito empreendedor e inovador, introduziu maior diversidade de castas. Passados dezanove anos, a CEF detém um total de 480 hectares de vinha, das quais 180 hectares são da casta Castelão, também conhecida como Piriquita, bastante característica e típica da região.

Para a produção de vinho, a adega apresenta a mais moderna tecnologia e onde é possível encontrar uma simbiose entre o moderno e o tradicional, integrando, no mesmo edifício, um conjunto de áreas que vão desde a produção ao estágio em barricas de carvalho, finalizando nas linhas de engarrafamento de vinhos, processos sob a responsabilidade do enólogo Jaime Quendera.

Situada em Fernando Pó, concelho de Palmela, a CEF, além de promoção e desenvolvimento económico da região, conta com 32 colaboradores nas diferentes áreas da estrutura da empresa, apresentado no organograma na figura 3.2.

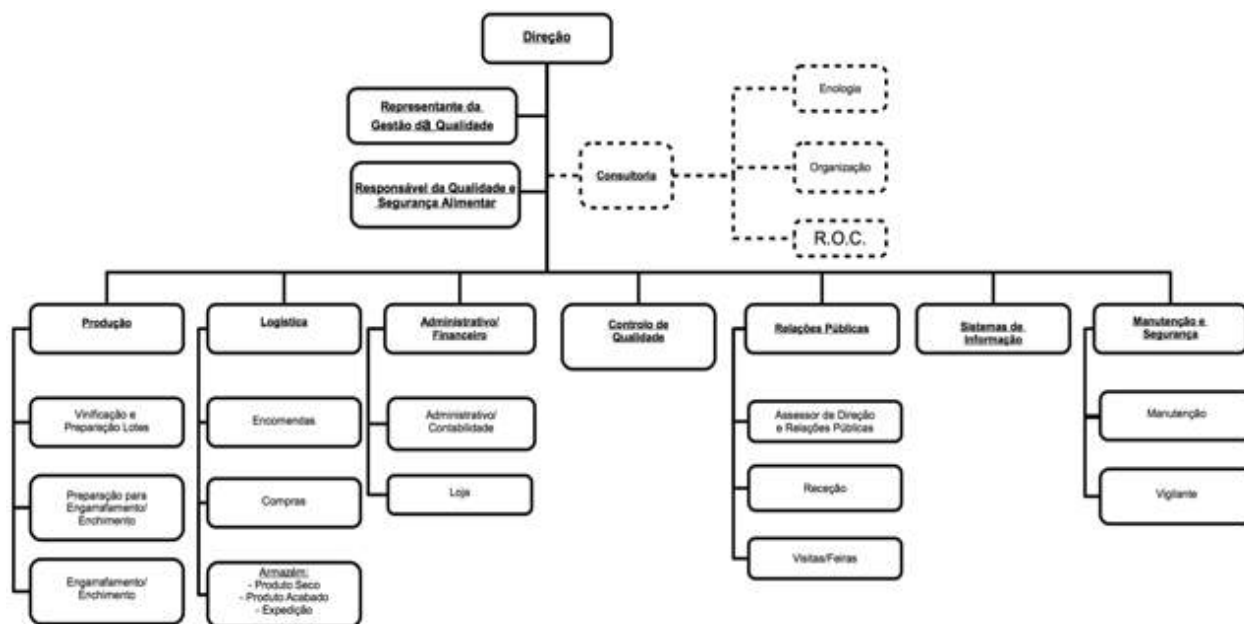


Figura 3.2 - Organograma da CEF (CEF, 2015)

### 3.2 Valores, Missão e Objetivos

Sendo uma empresa familiar, os valores de família e os contributos das gerações anteriores são a base para o sucesso atual da CEF. É nesta continuidade, apesar de momentos altos e baixos, que nunca se perdeu o foco de ser uma referência e de prestigiar o mundo rural. A busca contínua da melhoria da qualidade, não só nos vinhos, mas também do ambiente de trabalho, acaba por contagiar também os consumidores.

A Casa Ermelinda Freitas assume, de igual modo, a missão de ensinar a beber com moderação, de forma a que o consumidor aprecie o produto de qualidade. O sucesso da Casa Ermelinda Freitas é conseguido pelo respeito da tradição, numa busca constante pela inovação tendo como desafio a mobilização de toda a equipa da CEF em prol da mesma missão.

A consolidação da reputação alcançada e aumento da produção de vinhos de qualidade são os objetivos imediatos a concretizar através da aposta nas castas portuguesas mais diferenciadoras. Aposta que permita o crescimento das quotas de mercado a nível nacional e, principalmente, a nível internacional, com especial incidência em grandes mercados como os Estados Unidos da América e

Inglaterra. Além disso, a Casa Ermelinda Freitas pretende continuar a ser uma referência da região de Palmela pela qualidade dos seus vinhos e pela valorização de toda a cultura da vinha e do vinho. Outra aposta desenvolvida pela empresa foca-se na área do enoturismo, com o objetivo de transmitir a quem visita a CEF ensinamentos que promovam o culto da vinha e do vinho, construindo uma posição e símbolo pedagógico da região. Sublinhando que o investimento realizado, visa a procura pela qualidade como o seu grande objetivo, ao invés da quantidade. Na figura 3.3 elucida o conceito de vinha pedagógica, realizado na Casa Ermelinda Freitas.



Figura 3.3 - Vinha pedagógica da CEF

### 3.3 Vinha, Vindima e o Vinho

O vinho é o resultado obtido de um longo processo, ou vários processos, que se iniciam na implementação da vinha onde é plantada.

#### 3.3.1 Vinha

Com uma área total de 480 hectares de vinha, a CEF apresenta um leque variado de castas. Além de ser possível separar toda a área vinícola por castas, também é possível dividir entre vinhas tradicionais e vinhas automatizadas.

##### Vinha automatizada

Fruto do desenvolvimento de boas práticas e técnicas estudadas, a vinificação (plantação e condução da vinha) evoluiu bastante nos últimos anos. Presentemente, à maior parte das plantações de videiras é instalada uma forma de armação, que resulta numa vinha automatizada. Esta é caracterizada por apresentar condições apropriadas para a utilização de vários equipamentos e métodos em prol do ciclo da vinha, permitindo obter uma maior rentabilidade e eficácia, procurando sempre maximizar o

equilíbrio entre produtividade e qualidade. Na figura 3.4 é possível visualizar as características de uma vinha automatizada.



Figura 3.4 - Vinha automatizada

a) Com dois anos

b) Com oito anos

A CEF apresenta uma área total de 240 hectares de vinha automatizada. No entanto, uma vinha automatizada não significa uma vinha 100% livre de mão de obra, onde existem processos (e.g. poda) e preferências da parte da administração (e.g. seleção de uvas no momento da recolha).

Em suma, a vinha automatizada é o futuro necessário da exploração vinícola, apesar de um maior investimento inicial, devido aos seus benefícios estudados e comprovados para o tratamento da vinha, eficiência da produção e melhores condições para viticultores ou operadores no terreno.

### **Vinha Tradicional**

Contrariando a vinha automatizada, temos vinhas antigas que constituem uma realidade do território vinícola nacional, onde a CEF contempla os restantes duzentos e quarenta hectares de toda a sua área vinícola.

A existência de vinhas tradicionais justifica-se pela duração das suas videiras que, pela sua idade, estão em pleno pico de produção e/ou a qualidade das suas uvas, que, por conseguinte, dão origem aos melhores vinhos. Por esta razão, não se justifica uma reestruturação (arrancar e replantar) destas vinhas, panorama que estará presente no mundo vinícola, estimativamente, por mais de um século devido à longa duração da planta (mais de 100 anos).

Estas vinhas apresentam vários obstáculos nos dias de hoje, na transitabilidade na vinha, a falta de condução das plantas (videira é uma planta trepadeira), alteração de equipamentos, impossibilidade de implementação de sistema de rega, entre outros. Na figura 3.5, podemos verificar o porquê da existência de condicionantes de uma vinha tradicional.



Figura 3.5 - Vinhas tradicionais

### Ciclo da vinha

No ciclo vegetativo da planta, existe um conjunto de operações que se prendem com a sua manutenção, de forma a cuidar e obter a maior produtividade desta. Estas operações são realizadas de acordo com indicações do Engenheiro Agrónomo responsável em conjunto com a administração, dependendo de fatores exteriores (condições meteorológicas, limitações operacionais, entre outros) e estado da planta (falta de nutrientes na planta, prevenção de doenças, tratamento de doenças, estado de maturação, entre outros).

O ciclo da vinha concentra-se em quatro operações chave com início na necessidade de **fertilização** de forma a incorporar nutrientes em falta. Esta poderá ser realizada através do sistema de rega (possível nas vinhas automatizadas) ou inserção no solo por equipamentos concebidos para o efeito. Conjugando a realização de **tratamentos**, ao longo de todo o ciclo, para evitar pragas, doenças e ervas infestantes (que competem e retiram força à videira). No período de repouso vegetativo (inverno) é executada a **pré-poda** e **poda**, que consiste no corte das varas da videira que se desenvolveram ao longo do ano anterior e desta forma obrigar a planta a produzir equilibradamente e com qualidade. Finalizando o ciclo com a **vindima**, processo onde é focada a dissertação, que consiste no conjunto de operações necessárias para a colheita dos cachos de uvas da videira, quando estas atingem o estado de maturação (setembro), até à receção na adega, onde posteriormente é processada e transformada no produto final, o vinho. Este ciclo pode ser visualizado na figura 3.6.



Figura 3.6 - Ciclo da vinha

### 3.3.2 Vinho

O vinho é definido como o produto final obtido da fermentação parcial ou total das uvas colhidas no processo da vindima. A CEF apresenta uma produção anual de aproximadamente 9 milhões de litros de vinho distribuídos por dois tipos de produtos, garrafas e *bag-in-box* (doze milhões de garrafas). A figura 3.7 ilustra os diferentes produtos da CEF.



Figura 3.7 - Tipos de produto produzidos e acondicionados pela CEF (CEF, 2015)

Da produção anual de 9 milhões de litros, 3 500 000 litros (40%) são destinados à exportação em vários países da Europa, mas também em países de outros continentes como os Estados Unidos da América, Brasil, Angola e China.

### 3.3.3 Vindima

A presente subsecção enquadra-se o tema da dissertação, é no processo da vindima o foco de todo o estudo realizado. Será descrito todo o processo de produção e a envolvimento necessária para a sua realização, antes da aplicação de qualquer melhoria ou inovação.

#### Processos de vindima

A CEF tem dois processos para realização da sua vindima. No processo automatizado, com recurso à máquina de vindimar, e processo manual, através de operadores e maquinaria auxiliar. Na tabela 3.1 é descrito o inventário e as limitações do processo automatizado.

Tabela 3.1: Resumo do processo de vindima automatizada

Processo automatizado				
Recursos humanos		Maquinaria		Limitações
Qtd.	Descrição	Qtd.	Descrição	Descrição
1	Operador Máquina de Vindimar	1	Máquina de Vindimar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necessidade de infraestruturas adequadas;</li> <li>- Na ocorrência de precipitação a máquina de vindimar não pode operar;</li> <li>- Apenas útil em áreas de grande extensão;</li> <li>- Receio em danos causados à planta.</li> </ul>
1	Operador de trator de transporte	2	Trator	
		2	Caixa de Transporte	

O processo automatizado é considerado o futuro da viticultura (figura 3.8), no entanto é um processo de realização a longo prazo. Não sendo viável uma replantação imediata de vinha, de modo a obter as infraestruturas necessárias, pois, além de um grande investimento, estas encontram-se em pleno pico de produção ou apresentam uma idade elevada, que por sua vez dão origem a vinhos de melhor qualidade e de características muito específicas.



Figura 3.8 - Processo de vindima automatizado

Esta transição de processos é uma gestão cuidada por parte da CEF que neste momento se encontra em ponto de viragem, sendo que metade de toda a sua área vitícola é automatizada. Panorama diferente de outras regiões de Portugal, como o Douro Vinhateiro, onde vinhas ancestrais são plantadas em terrenos íngremes e de difícil acesso.

Por não ser possível aplicar em pleno o processo automatizado e outras técnicas avançadas de viticultura, continuam a ser necessário o recurso ao processo manual. Este apresenta-se bastante rudimentar e sem melhorias de processo. A tabela 3.2 descreve o inventário da CEF para a realização da vindima manual, tal como as suas limitações.

Tabela 3.2: Resumo do processo de vindima manual

Processo manual				
Recursos humanos		Maquinaria		Limitações
Qtd.	Descrição	Qtd.	Descrição	Descrição
34	Operador de corte	200	Cesto de uva	- Falta de mão de obra; - Investimento ou aluguer de maquinaria extra; - Necessidade de maior coordenação do processo.
4	Operador de cestos (Assistente ao trator)	34	Tesoura de corte	
2	Operadores de trator	4	Trator	
1	Coordenador responsável/operador de trator de transporte	1	Reboque	
		1	Caixa de recolha	
		2	Caixa de transporte	

No enquadramento da dissertação, apenas será descrito o processo de vindima manual, onde o processo de vindima automatizado é mencionado com o intuito introdutório e informativo.

### Descrição do processo de vindima manual

O processo da vindima manual é constituído por três equipas distintas, este inicia-se com a distribuição de cestos pela vinha, pela equipa de cestos constituída por três elementos (um operador de trator e dois operadores de cestos) utilizando um trator e um pequeno reboque para o transporte e distribuição dos cestos pela vinha. Dada a limitação do número de cestos, esta equipa irá realizar a recolha de cestos vazios não utilizados e redistribuir pela vinha em função da equipa de corte. As diferentes equipas podem ser visualizadas na figura 3.9.



Figura 3.9 - Diferentes equipas do processo de vindima manual

- a) Equipa de cestos
- b) Equipa de corte
- c) Equipa de recolha

A equipa de corte (34 operadores de corte), tendo cestos disponíveis, inicia o corte de uva e coloca no cesto até este estar cheio. Esta tarefa é contínua até não existirem uvas para colher ou ordem de paragem.

Existe também a equipa de recolha (um operador de trator e dois operadores de cestos), que descarrega o cesto cheio de uva na caixa de recolha. Assim que esta caixa de recolha completa a sua capacidade de carga é feita a sua descarga na caixa de transporte. Este processo que é cíclico e apenas é finalizado até não existir cestos cheios para descarregar ou ser dada ordem de paragem. Quando a caixa de transporte completa a sua máxima capacidade é feita a expedição para a adega. Todo o processo manual de vindima é finalizado quando a equipa de cestos recolhe e acondiciona todos os cestos. Na figura 3.10 observa-se o fluxograma total do processo de vindima manual.

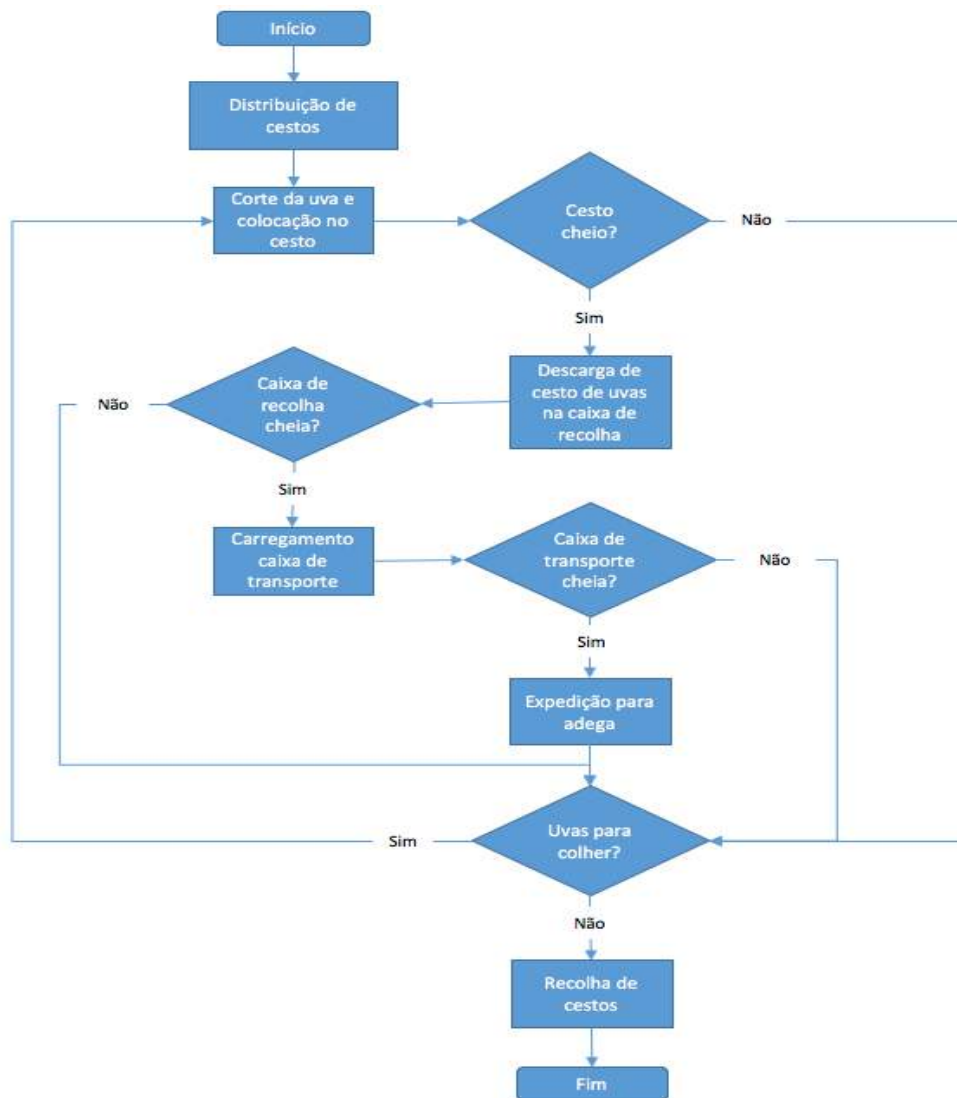


Figura 3.10 - Fluxograma do processo de vindima manual

### 3.3.4 Análise Crítica do Processo Inicial e Identificação de Desperdícios na Vindima

Com o objetivo de aumentar a eficiência produtiva da vindima manual, neste capítulo descreveu-se a Casa Ermelinda Freitas e o estado atual do processo de vindima manual. Dada a análise do processo atual foram identificadas oportunidades de melhoria onde é possível aplicar algumas ferramentas da filosofia *Lean* e da metodologia TRIZ. No acompanhamento do processo e recurso a gravações visuais realizadas foram identificados os seguintes desperdícios, por equipa e no contexto global de todo o processo:

#### Equipa de corte (34 Operadores)

1. Longas movimentações dos operadores para obter um cesto disponível, levando ao aumento do desperdício de tempo;

2. Colheita direta da uva à planta (sem qualquer ferramenta de corte), sendo que o corte por ferramenta é dificultado pelo açúcar das uvas acumulado na mesma. Esta prática, dá a oportunidade para a ocorrência de danos na planta;
3. Os operadores não têm em conta a quantidade ideal de uvas em cada cesto, provocando posteriormente a queda de uvas do cesto, devido à sobrelotação, ou a inutilização do cesto com poucas uvas.

#### **Equipa de cestos (3 operadores)**

1. Dificuldade na separação dos cestos empilhados, devido ao açúcar das uvas acumulado;
2. Dificuldade na colocação de cestos no reboque de transporte;
3. Movimentação limitada por parte do trator e reboque, devido à sua dimensão;
4. Distribuição de cestos aleatória;
5. Incerteza na via correta a percorrer;
6. Longa deslocação ocasional para a recolha de cestos;
7. Paragens ocasionais para retirar cestos que impedem a passagem do trator na via.

#### **Equipa de recolha (3 Operadores)**

1. Incerteza na rota correta a seguir;
2. Cestos cheios fora da via escolhida (longa deslocação para sua obtenção);
3. Paragens ocasionais para retirar cestos que impedem a passagem do trator na via;
4. Caixa de recolha excede em muitas ocasiões o limite de capacidade, provocando a perda de carga;
5. Longa deslocação para o carregamento da caixa de transporte;
6. Proximidade constante com os operadores de corte, sendo que o tempo de ciclo da equipa de recolha é inferior ao da equipa de corte, provocando paragens constantes.

#### **Contexto global – Coordenador responsável (1 Operador)**

1. Falta de um registo de processos e de normas para a execução de tarefas;
2. Falta de registo diário de ocorrências e possíveis melhorias;
3. Falta de formação e *briefing* a todos os operadores, para a correta execução das tarefas;
4. Falta de indicadores de desempenho, operadores não tem noção do seu nível de desempenho;
5. Falta de coordenação direta de máquinas e operadores, gerando perdas de tempo e constrangimentos;
6. Não existe uma verificação final do local para identificar materiais perdidos ou colheita incompleta;
7. Equipa de cestos e de recolha com muitas paragens, tempo de espera anormal, devido ao tempo de ciclo menor que a equipa de corte.



## 4. Propostas de Melhoria

O presente capítulo incidirá no trabalho desenvolvido na Casa Ermelinda Freitas no âmbito do estágio. Das propostas de melhoria identificadas do fluxo produtivo do processo de vindima manual, por uma questão de prioridades, este incidiu primeiramente em minimizar as paragens de ambas as equipas, de recolha e de cestos.

O trabalho desenvolvido foi auxiliado pela utilização conjunta de algumas ferramentas da TRIZ com as várias ferramentas do *Lean*, de forma a responder às restantes oportunidades de melhoria identificadas, sem afetar a produtividade e eficiência.

### 4.1 Conceção de Máquina Única

Num cenário presente a partir do século XXI, a competição presente do mercado externo quanto interno, exige grandes esforços por parte das organizações e das suas escolhas estratégicas. Acompanhar e criar soluções evolutivas, sem nunca esquecer a redução de desperdícios na sua indústria, é claramente uma boa “arma” para acompanhar a competitividade e alcançar o sucesso.

Com base nas oportunidades identificadas anteriormente, foi possível concluir a necessidade de melhorar o processo de distribuição de cestos e descarga de cestos de uvas, que é realizado por equipas distintas. Especificamente, a equipa de recolha encontra-se muitas vezes parada ou é obrigada a abrandar o ritmo de trabalho. Esta situação é causada pela capacidade superior de recolha de cestos de uva em relação à capacidade da equipa de corte encher os cestos de uva, como se pode verificar esta proximidade entre ambas as equipas na figura 4.1.



Figura 4.1 - Constrangimento entre equipa de corte e equipa de recolha

Com o objetivo de eliminar este constrangimento constante, foi realizado um levantamento e recolha de ideias de várias partes envolvidas no processo como a administração, a coordenação e operadores, onde foi colocada a opção de unificar a equipa de recolha com a equipa de cestos, o que implicaria a necessidade de reorganizar todo o processo de vindima, na qual os três operadores da equipa de cestos seriam transferidos para a equipa de corte. Esta opção tornou-se claramente inviável pelas deslocações a realizar pelos três operadores da equipa de recolha na constante permuta entre máquinas.

Com foco em unir as duas tarefas, recolha de cestos e descarga de cestos de uva, concluiu-se a possibilidade de solução seria a conceção de maquinaria com dupla funcionalidade. Nesta conceção pretende-se que no momento em que são descarregados os cestos de uva na caixa de recolha, estes possam ser armazenados e posteriormente distribuídos para a equipa de corte. Na figura 4.2 estão representados momentos críticos da equipa de cestos, atualmente.

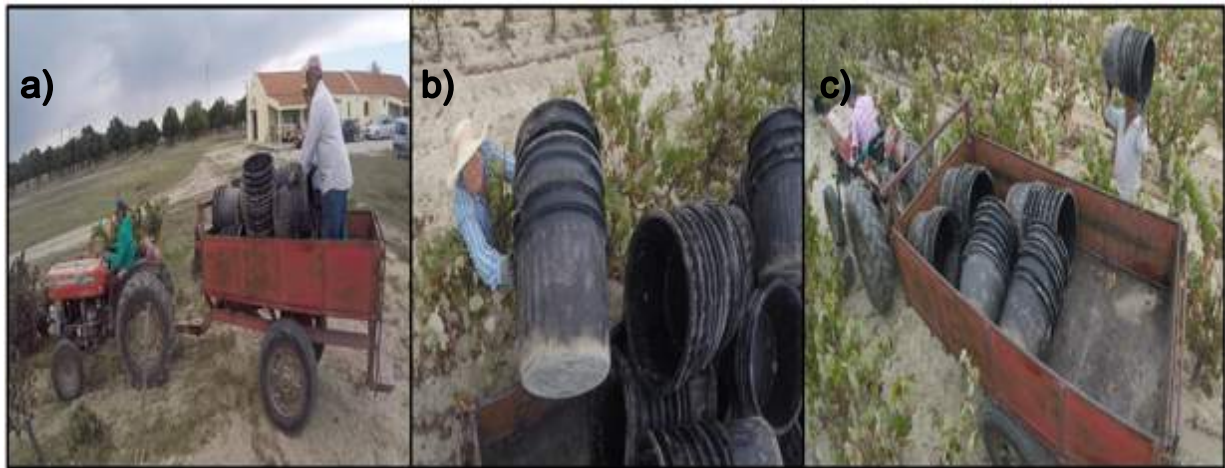


Figura 4.2 - Equipamento necessário para distribuição e recolha de cestos vazios  
a) Conjunto trator e reboque  
b) Cestos  
c) Reboque de cestos

A equipa de cestos utiliza na realização das suas tarefas um trator, reboque e cestos. Com as seguintes características:

- Comprimento do reboque: 2,80 m;
- Largura do reboque: 1,40 m;
- Altura: 1,40 m;
- Capacidade operacional do reboque: 100 cestos (durante atividade).

Na figura 4.3 são representadas as operações críticas da equipa de recolha presentemente.

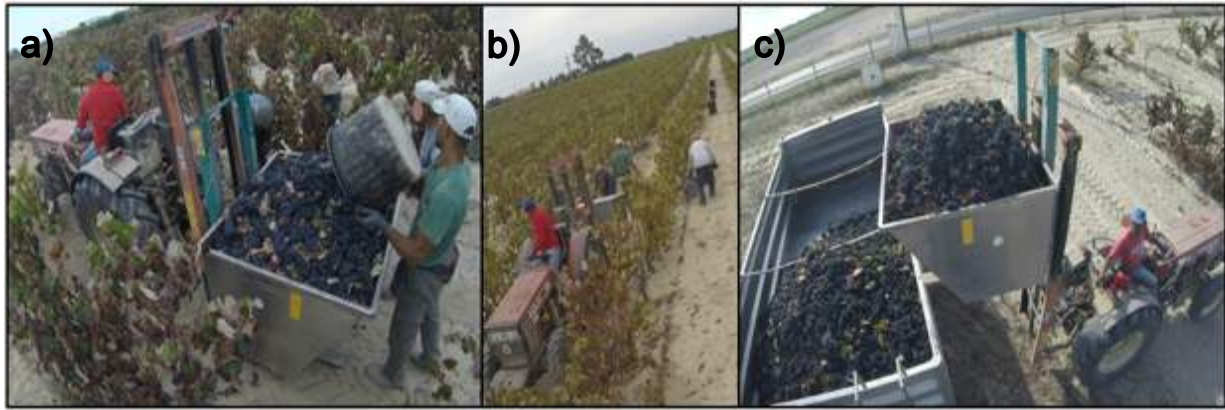


Figura 4.3 - Equipamento utilizado pela equipa de recolha

- a) Caixa de recolha
- b) Conjunto trator caixa de recolha
- c) Descarga da caixa de recolha na caixa de transporte

A equipa de cestos utiliza um trator e um acoplado hidráulico elevatório da caixa de recolha, para a realização das suas funções e apresenta as seguintes características:

- Comprimento máximo caixa inox: 1,25 m;
- Largura máxima caixa inox: 0,70 m;
- Profundidade máxima caixa inox: 1,00 m
- Volume: 800 L
- Capacidade de depósito em cestos de uva: 40 cestos(20L)

### Formulação do problema

Dada a avaliação e recolha das características dos equipamentos utilizados por ambas as equipas, cestos e recolha, leva a que o novo conceito obedeça aos seguintes parâmetros para a sua formulação e conceção:

1. Aumento da capacidade da caixa de recolha (Capacidade);
2. Aumento da mobilidade na vinha (Mobilidade);
3. Dupla funcionalidade para armazenamento e distribuição de cestos (Multifuncionalidade);
4. Redução de tempo despendido com a operação (Duração);
5. Baixo custo de aquisição (Custo).

Através dos parâmetros pretendidos, é possível elaborar a Matriz de Idealidade de forma a identificar as interações negativas, positivas ou inexistentes entre parâmetros.

#### 4.1.1 Cálculo de Idealidade do Processo Inicial e Identificação de Contradições

A tabela 4.1 apresenta a Matriz de Idealidade, esta identifica as interações que podem ocorrer entre os vários parâmetros pretendidos. Estas podem ser do tipo negativo (-) ou positivo (+), ou não existir interação lógica de acordo com a formulação da nova conceção.

Tabela 4.1: Matriz de Idealidade aplicada ao novo conceito

Parâmetros	Capacidade	Mobilidade	Multifuncionalidade	Duração	Custo
1. Capacidade		-		+	-
2. Mobilidade	-		-	+	
3. Multifuncionalidade		-		-	-
4. Duração	+	+	-		
5. Custo	-		-		

Pela Matriz de Idealidade é possível identificar as várias interações negativas relativamente aos parâmetros pretendidos:

1. Capacidade  $\Rightarrow$  Mobilidade e custo;
2. Mobilidade  $\Rightarrow$  Capacidade e multifuncionalidade;
3. Multifuncionalidade  $\Rightarrow$  Mobilidade e custo;
4. Custo  $\Rightarrow$  Capacidade e multifuncionalidade.

Com o resultado das várias interações na matriz é possível calcular o nível de idealidade do sistema atual, pela seguinte expressão:

$$idealidade = \frac{n^{\circ} \text{ de interações positivas}}{n^{\circ} \text{ de interações negativas}} = \frac{4}{10} = 0,4$$

A Matriz de Idealidade vem desta forma identificar as interações negativas que devem ser eliminadas, através dos trinta e nove parâmetros de engenharia. No entanto é necessário correlacionar os parâmetros a melhorar, já definidos, com os vários parâmetros de engenharia e efetuar a sua adaptação à Matriz de Contradições.

No seguimento foram identificadas as interações negativas e parâmetros, aos quais são correspondidos a cada destes, um dos trinta e nove parâmetros de engenharia, enunciados na tabela 2.3.

**Capacidade** ⇔ **26. Quantidade de matéria**, pois é pretendido que a caixa de recolha consiga maximizar a quantidade de uvas recolhidas, reduzindo o número de deslocações para a descarga na caixa de transporte.

**Mobilidade** ⇔ **33. Conveniência de uso**, é necessário um equipamento onde seja de simples utilização, manobrabilidade e tenha em conta as limitações presentes no terreno, como a largura máxima entre carreiras de videiras (2,4m).

**Multifuncionalidade** ⇔ **35. Adaptabilidade**, pois procura-se uma resposta a uma múltipla forma, para garantir a possível união de várias tarefas num equipamento.

**Duração** ⇔ **39. Produtividade**, resulta da procura por maximizar o ciclo de operações para a recolha de uvas num dia de trabalho. Sendo que este é mesurável por peso de uvas por área (Kg/ha).

**Custo** ⇔ **32. Manufaturabilidade**, dada a necessidade de implementar um sistema fácil de fabricar ou adaptar às ferramentas atuais, o que resulta num custo suportável de realização.

Com os parâmetros correlacionados é possível elaborar a Matriz de Contradições adaptada da Matriz Idealidade e aplicada à conceção do novo conceito máquina, definida na tabela 4.2.

Tabela 4.2: Matriz de Contradições adaptada da Matriz de Idealidade

	26. Quantidade de matéria	33. Conveniência de uso	35. Adaptabilidade	39. Produtividade	32. Manufaturabilidade
26. Quantidade de matéria (Capacidade)		35,29, 25, 10			29, 1, 35, 27
33. Conveniência de uso (Mobilidade)	12, 35		15, 34, 1, 16		
35. Adaptabilidade (Multifuncionalidade)		15, 34, 1, 16, 7		35, 28, 6, 37	1, 13, 31
39. Produtividade (Duração)			1, 35, 28, 37		
32. Manufaturabilidade (Custo)	35, 23, 1, 24		2, 13, 15		

A correlação dos parâmetros de engenharia devido às suas interações negativas, resultam em contradições técnicas. Com o objetivo de eliminar as contradições técnicas, Altshuller apresentou um conjunto de princípios inventivos específicos capazes de resolver correlação de contradições técnicas específicas. No entanto, o conjunto de princípios dado pela Matriz de Contradições, pode não representar a solução mais adequada para o problema, pelo que é mandatório uma reavaliação cuidadosa e identificar quais os princípios que são concretamente aplicáveis na concepção do novo conceito.

#### 4.1.2 Geração de Soluções

No seguinte passo, os conjuntos de princípios inventivos resultantes de contradições técnicas serão reavaliados individualmente e selecionados aqueles que se adaptam à formulação do novo conceito.

26. Quantidade de matéria  $\Leftrightarrow$  33. Conveniência de uso:

- 10 – Ação prévia;
- 25 – Autoserviço;
- 29 – Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos;
- 35 – Transformação do estado físico ou químico.

26. Quantidade de matéria  $\Leftrightarrow$  32. Manufaturabilidade:

- 1 – Segmentação;
- 27 – Objeto económico com vida curta em vez de outro dispendioso e durável;
- 29 – Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos.

33. Conveniência de uso  $\Leftrightarrow$  26. Quantidade de matéria:

- 12 – Equipotencialidade;
- 35 – Transformação do estado físico ou químico.

33. Conveniência de uso  $\Leftrightarrow$  35. Adaptabilidade:

- 1 – Segmentação;
- 15 – Dinamismo;
- 16 – Ação parcial ou excessiva;
- 34 – Rejeição e recuperação de componentes.

35. Adaptabilidade  $\Leftrightarrow$  33. Conveniência de uso:

- 1 – Segmentação;

- 7 – Nidificação;
- 15 – Dinamismo;
- 16 – Ação parcial ou excessiva;
- 34 – Rejeição e recuperação de componentes.

35. Adaptabilidade ⇔ 39. Produtividade:

- 6 – Universalidade;
- 28 – Substituição do sistema mecânico;
- 35 – Transformação do estado físico ou químico;
- 37 – Expansão térmica.

35. Adaptabilidade ⇔ 32. Manufaturabilidade:

- 1 – Segmentação;
- 13 – Inversão;
- 31 – Utilização de materiais porosos.

39. Produtividade ⇔ 35. Adaptabilidade:

- 1 – Segmentação;
- 28 – Substituição do sistema mecânico;
- 35 – Transformação do estado físico ou químico;
- 37 – Expansão térmica.

32. Manufaturabilidade ⇔ 26. Quantidade de matéria:

- 1 – Segmentação;
- 23 – Reação;
- 24 – Mediação;
- 35 – Transformação do estado físico ou químico.

32. Manufaturabilidade ⇔ 35. Adaptabilidade:

- 2 – Extração;
- 13 – Inversão;
- 15 – Dinamismo.

Após exposição de todos os princípios inventivos apresentados na tabela 4.2, é necessário selecionar aqueles que se adaptam concretamente ao estudo de caso.

A seleção destes princípios inventivos tem por base uma justificação de aplicação de acordo com o seu significado (Navas, 2014a), na qual é importante esclarecer e demonstrar a sua aplicação prática no estudo em questão:

**Inversão:**

- Inverter a ação utilizada normalmente para solucionar o problema;
- Fixar partes móveis e tornar móveis partes fixas.

Este princípio conduz a uma solução existente no processo de vindima mecânica em que as uvas a recolher estão fixas, ao invés de sofrerem várias movimentações e tarefas. No entanto, como referido anteriormente existe a necessidade da vinha ser preparada e estruturada de raiz para a possível vindima mecânica. Assim, este princípio é uma solução, no entanto é necessário um grande investimento e tempo de implementação.

**Equipotencialidade:**

- Modificar as condições de trabalho para evitar levantamento e/ou abaixamento.

Este princípio vai ao encontro da filosofia *Lean*, visto que os operadores da equipa de cestos têm de realizar um esforço/movimento desnecessário para colocar os mesmos no reboque, torna-se necessário facilitar a colocação dos cestos vazios no reboque de transporte. Na figura 4.4 o operador realiza a tarefa em esforço.



Figura 4.4 - Operador em esforço

### Nidificação:

- Colocar um objeto dentro de outro e este dentro de outro;
- Passar um objeto por uma cavidade em outro.

Este princípio é visivelmente útil no manuseamento dos cestos e maximizar a sua utilização através desta funcionalidade. Na figura 4.5, observamos a nidificação desorganizada e a necessidade de conceber uma cavidade com função de guia, para a nidificação simples e prática.



Figura 4.5 - Nidificação desorganizada

### Universalidade:

- Atribuir múltiplas funções a um objeto, eliminando a necessidade de outros(s) objetos.

A universalidade é um princípio que acaba por estar definido na formulação do problema, em que a solução prática resulta de atribuir a função da equipa de cestos à equipa de recolha.

### Dinamismo:

- Tornar um objeto adaptável.

A nova conceção terá de ser adaptável, sendo que existe a necessidade de um equipamento de tração (trator), no caso de ocorrer uma avaria, seja possível adaptar outro meio motor substituto. A solução encontra-se em utilizar o mecanismo da equipa de recolha. A figura 4.6 ilustra o mecânico utilizado para descarregar os cestos na caixa de recolha.



Figura 4.6 - Equipamento adaptável para a recolha de uvas (empilhador adaptado ao trator)

### Mediação:

- Utilizar um objeto ou processo intermediário;
- Misturar um objeto (que possa ser facilmente removido) com outro.

Este é o princípio inventivo fundamental, na qual deu origem à implementação de um aro de ferro capaz de armazenar os cestos. Com esta inovação, outros princípios inventivos enunciados anteriormente, como a nidificação organizada e a universalidade (eliminação completa do equipamento utilizado pela equipa de cestos, tal como a transferência dos três operários para a equipa de corte), podem ser aplicados na sua plenitude.

Foi através do *brainstorming* em equipa, a ideia de implementação de um aro de ferro e ser este o objeto intermediário para colocação de cestos durante o processo de descarga. Na figura 4.7 é identificado o local de implementação do aro de ferro na maquinaria, entre trator e caixa de recolha.



Figura 4.7 - Identificação do local de implementação do aro de ferro

Apresentada a proposta de adaptação à administração, após avaliação, foi dada a autorização para a conceção desta mediação num novo equipamento e implementar uma equipa de trabalho conjunta independente e adaptada às alterações necessárias na padronização do trabalho utilizando o novo sistema, apresentado na figura 4.8.



Figura 4.8 - Protótipo real do conceito inovador

Apesar da ideia inovadora para melhorar o processo manual de vindima, a conceção desta acabou por ser simples. O aro em ferro, teve em consideração as dimensões do cesto de uvas e acoplado à estrutura existente por um processo de soldadura MIG/MAG, assim como a implementação de uma plataforma de suporte dos cestos nidificados. A caixa de recolha foi substituída por uma de maior capacidade, sem exceder os limites definidos pela via de trânsito.

A conceção desta aplicação foi realizada numa oficina de reparação e restauração de maquinaria agrícola na região e não sendo o foco deste estudo de caso, toda a conceção não está incluída nesta dissertação.

**Ação parcial ou excessiva:**

- Se for difícil obter o efeito desejado a 100%, alcançar mais ou menos o efeito desejado.

O novo conceito é claramente inovador, no entanto o efeito desejado não foi alcançado a 100%. A figura 4.9, demonstra um efeito mais ou menos desejado para o processo de distribuição de cestos, em que existe a necessidade dos operadores alocarem-se no interior da caixa de recolha para executar esta tarefa. Comparativamente à execução do processo anterior, os operadores têm uma posição mais estável e funcional para executar a tarefa, sem comprometer a segurança dos mesmos.



Figura 4.9 - Efeito parcialmente desejado na distribuição de cestos do novo conceito

Na tabela 4.3 estão resumidos os princípios inventivos resultantes da Matriz de Contradições, destacando aqueles com aparente aplicação na conceção do novo conceito.

Tabela 4.3: Seleção dos Princípios inventivos

Princípio inventivo	
Não aplicável	Aplicável
Ação Prévia	<b>Inversão</b>
Autosserviço	<b>Equipotencialidade</b>
Expansão térmica	<b>Nidificação</b>
Extração	<b>Universalidade</b>
Objeto económico com vida curta em vez de outro dispendioso e durável	<b>Mediação</b>
Qualidade local	<b>Dinamismo</b>
Reação	<b>Ação parcial ou excessiva</b>
Rejeição e recuperação de componentes	
Segmentação	
Substituição do sistema mecânico	
Transformação do estado físico ou químico	
Utilização de materiais porosos	
Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos	

Como podemos verificar na tabela 4.3, apenas sete princípios inventivos são suscetíveis para aplicação em função da conceção de um novo conceito.

Em suma, com a implementação inovadora do novo conceito é possível aplicar em pleno os restantes princípios inventivos, fruto da Matriz de Contradições do problema:

- Equipotencialidade – A eliminação de esforços desnecessários para a recolha de cestos, com a desnecessidade da equipa de cestos;
- Nidificação – Sistema implementado, resulta numa nidificação organizada e prática;
- Universalidade – O novo conceito é capaz de executar as funções de duas equipas, tornando as funções da equipa de cestos desnecessárias;
- Dinamismo – A implementação do novo conceito num sistema facilmente adaptável e substituível, de forma a evitar rutura completa do processo por um período de longa duração.

No entanto, para dar resposta ao problema apresentado, constrangimento entre a capacidade superior de recolher cestos de uva em relação à capacidade de a equipa de corte encher os cestos de uva, existe a necessidade de realizar o balanço de todas as operações da equipa de corte, assim como, o balanceamento de todas as operações executadas com o novo sistema por parte da equipa de recolha.

A tabela 4.4, descreve o inventário atualizado do processo de vindima manual utilizando o conceito inovador.

Tabela 4.3: Inventário do processo de vindima manual inovador

Processo manual			
Recursos humanos		Maquinaria	
Qtd.	Descrição	Qtd.	Descrição
37	Operador de corte	200	Cesto de uva (20L)
2	Operador de cestos (Assistente ao trator)	37	Tesoura de corte
1	Operadores de trator	3	Trator
1	Coordenador responsável/operador de trator de transporte	1	Caixa de recolha (1000L)
		2	Caixa de transporte

De acordo com o inventário descrito e respetiva capacidade do mesmo, o passo seguinte apresenta a duração das várias tarefas a ter em conta para a realização de um novo balanceamento, com a

implementação do sistema inovador (Cabeças, 2005). Na tabela 4.5 encontramos a duração do tempo de ciclo das várias tarefas nas diferentes equipas executadas por um operador e na tabela 4.6, executadas no conjunto de todos os operadores designados.

Tabela 4.4: Tempo de ciclo de cada tarefa

Equipa de corte (1 operador)			Equipa de recolha (1 operador)		
Tarefa	Código	Duração (min)	Tarefa	Código	Duração (min)
Encher o cesto	FB	12,05	Distribuição do cesto	LB	0,13
			Descarga do cesto	DB	0,34
			Descarga da caixa de recolha	FG	5,39
<b>Total</b>		<b>12,05</b>	<b>Total</b>		<b>6,39</b>

Tabela 4.5: Duração em função da capacidade da equipa de recolha

Em função da capacidade da caixa da recolha (1000L - 50 cestos)					
Equipa de corte (37 operadores)			Equipa de recolha (2 operadores)		
Tarefa	Código	Duração (min)	Tarefa	Código	Duração (min)
Encher cesto	FB	16,28	Distribuição cesto	LB	3,25
			Descarga cesto	DB	8,50
			Descarga da caixa de recolha	FG	5,92
<b>Total</b>		<b>16,28</b>	<b>Total</b>		<b>17,67</b>

Colocadas limitações de 200 cestos e capacidade da caixa de recolha de 1000l litros (50 cestos de 20 litros), define-se a cota de trabalho por parte da equipa de recolha a ter em conta para a gestão de todas as suas tarefas, afim de evitar a rutura de cestos para a equipa de corte. A figura 4.10 representa visualmente a duração total das tarefas de cada equipa para cinquenta cestos.



Figura 4.10 - Duração total das tarefas no processo de vindima manual inovado

Para o processo da vindima manual a rutura de *stock* de cestos é um problema prioritário a evitar, sendo que a ocorrência do mesmo, provoca a paragem de 37 operadores e como consequência o corte de uva. A solução para o problema, passa pela realização do balanceamento de todas as tarefas do processo definindo a ordem de execução e tempos limite a executar cada tarefa, figura 4.11.

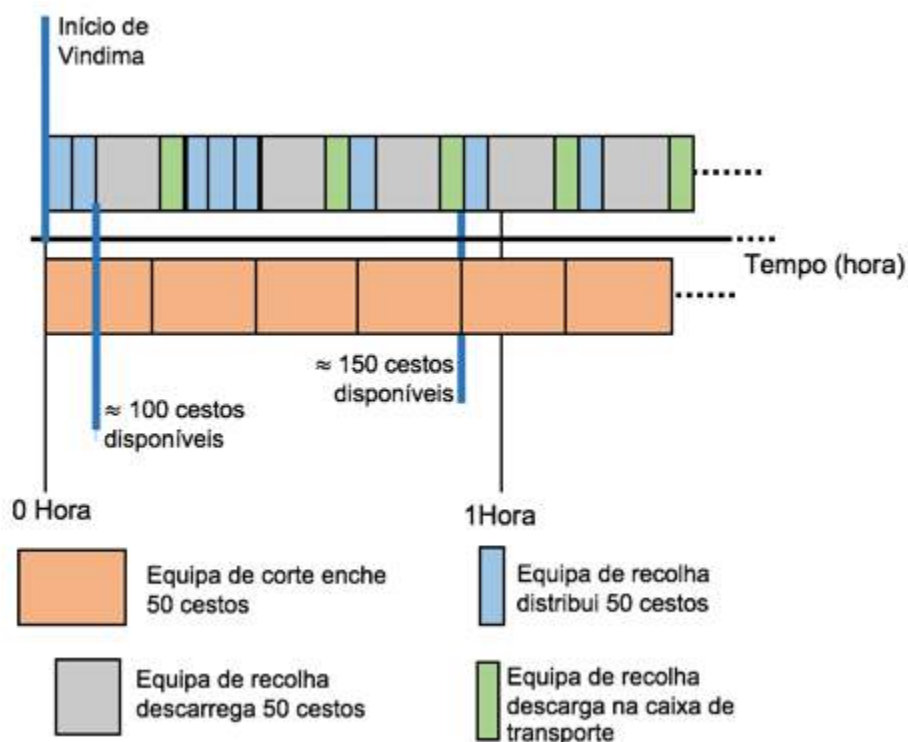


Figura 4.11 - Definição da ordem de tarefas no processo de vindima manual inovado

O balanceamento das duas equipas é possível com o *stock* limitado a duzentos cestos. No entanto, apesar da implementação apresentar uma clara otimização (redução de maquinaria e supressão de

tarefas exclusivas à equipa de cestos), verifica-se que o tempo de ciclo da equipa de recolha é superior à equipa de corte, o que representa a rutura de *stock* de cestos para a equipa de corte, efeito negativo e de risco ao funcionamento do processo/sistema atual. A figura 4.12, corresponde ao modelo presente, um modelo de substância-campo completo com efeitos negativos.

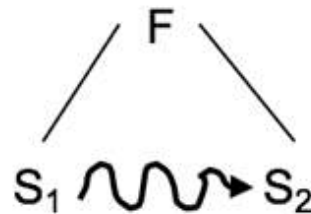


Figura 4.12 - Modelo substância-campo do sistema após implementação do conceito inovador (adaptado de Altshuller, 2007)

Com a finalidade de reduzir os efeitos negativos no sistema, existem setenta e seis soluções padrão e sete soluções gerais que dão orientação para a alteração as substâncias "S₁" ou "S₂" ou do campo "F".

#### Solução à rutura de cestos na equipa de corte

Uma vez que o número de cestos se torna essencial para o funcionamento do processo de vindima manual, a aquisição de mais cestos vai de encontro à solução deste problema, permitindo maior folga à equipa de recolha. A solução geral 4 conduz à modificação do campo e a situação satisfatória é alcançada, reproduzido na figura 4.13.



Figura 4.13 - Modelo substância-campo com alteração de campo "aquisição de cestos" (adaptado de Altshuller, 2007)

Apesar de encontrada a solução do problema, a aquisição de cestos não é a mais correta para o sistema, pois envolve custo de aquisição e os problemas identificados no capítulo anterior permanecem no sistema, conclui-se que o sistema continua ineficiente.

Outra solução apresentada, consistiu no aumento da capacidade da caixa de recolha, no entanto é necessário determinar a quantidade ótima da capacidade da caixa de recolha de forma a que a equipa de recolha não sofra de paragens devido à falta de cestos cheios, assim como não exista a rutura de cestos para equipa de corte. Ou seja, o tempo de ciclo da equipa de recolha seja igual ao tempo de ciclo da equipa de cestos. Pelo gráfico representado na figura 4.14 é obtido o valor de 1315, 56 litros de volume para a capacidade ótima da caixa de recolha.



Figura 4.14 - Capacidade ótima da caixa de recolha

Com a determinação da capacidade ótima, que corresponde à alteração do campo “ F ” para “ F’ ”, o modelo de substância-campo completo, mas com efeitos negativos, é agora um modelo de substância-campo completo sem efeitos negativos, representado na figura 4.15.



Figura 4.15 - Modelo substância-campo com alteração de campo “aumento de capacidade da caixa de recolha” (adaptado de Altshuller, 2007)

## 4.2 Redução dos Desperdícios Identificados

No seguimento de um cenário de melhoria após a conceção do novo conceito e alteração da maquinaria, o passo seguinte consiste em reduzir os desperdícios identificados no capítulo anterior. Em função das problemáticas identificadas, a metodologia *Lean* dispõe as ferramentas adequadas para este próximo passo do estudo para a melhoria do processo manual de vindima na CEF.

#### 4.2.1 Implementação da Ferramenta 5S

No âmbito da implementação dos 5S's e dos desperdícios identificados, foi concebida e executada uma auditoria geral a todo o processo de vindima manual, tal como auditorias distintas para equipa de corte e equipa de recolha (equipa de cestos foi suprimida).

#### Documento de quantificação e avaliação de ações

Para a realização das diferentes auditorias foi elaborado um documento de trabalho, de forma a identificar os critérios de avaliação de acordo com os 5S funcionamento do processo manual de vindima e de cada equipa.

Esta avaliação permite a quantificação em relação aos cinco sentidos, proporcionando maior facilidade das melhorias a executar e a comparação pós implementação. A tabela 4.7 define os critérios em avaliação.

Tabela 4.6: Critérios de avaliação 5S

Critério de avaliação				
0	1	2	3	4
Não	Executado ocasionalmente e necessita melhorias	Parcialmente executado e necessita algumas melhorias	Quase executado, mas com algumas observações a serem efetuadas	Sim
Senso	Critério avaliado			
Triagem	Todos os equipamentos são utilizados			
	O equipamento não apresenta defeitos			
	O equipamento necessário encontra-se na zona de trabalho			
	Identificação de corredores, passagens e áreas			
	Informações e dados atualizados (de fácil acesso e consulta)			
Arrumação	Os equipamentos estão nos locais corretos de uso			
	Metodologia de utilização de equipamento sistemática			
	Existem sinais de auxílio na área de trabalho			
Limpeza	A zona de trabalho encontra-se limpa			
	Máquinas e ferramentas são limpas no início e ao fim do dia de trabalho			
	Máquinas e ferramentas têm manutenção			
Normalização	Existem planos de limpeza			
	Existe manual de boas práticas			
	Existe uma ordem de tarefas			
Disciplina	Existem formação			
	Existem folhas de registo de ocorrências			
	Existe relatório diário			
	Todos os operários utilizam uniforme			

Com os critérios definidos, as diferentes equipas foram auditadas anteriormente e posteriormente às melhorias implementadas, para a respetiva comparação de desempenho de cada equipa.

## Avaliação

Com a realização da primeira auditoria, foi possível quantificar e identificar as melhorias a implementar, tal como obter o registo da avaliação para comparação. O valor obtido para a equipa de corte e equipa de recolha, foram respetivamente 32% e 38%, atribuindo igual peso a todos os parâmetros. Como exemplo, a tabela 4.8 corresponde à avaliação inicial da equipa de corte, as restantes encontram-se no anexo E.

Tabela 4.7: Documento de avaliação do desempenho da equipa de corte

CASA ERMELINDA FREITAS		Formulário de avaliação 5S		
Auditor:	Luís Caro	Desempenho Final	23	
Data:	06/09/15		32%	
Setor:	Equipa de Corte	Responsável de Sector:	Notas: - Dificuldade em separar cestos; -Perda de tempo a procurar cestos cheios; -Incerteza na via correcta de acesso.	
	Luís			
Critério de avaliação				
0	1	2	3	4
Não	Executado ocasionalmente e necessita melhorias	Parcialmente executado e necessita algumas melhorias	Quase executado, mas com algumas observações a serem efetuadas	Sim
Senso	Critério avaliado			Desempenho
Triagem	Todos os equipamentos são utilizados			1
	Os equipamento não apresentam defeitos			1
	O equipamento necessário encontra-se na zona de trabalho			3
	Identificação de corredores, passagens e áreas			0
	Informações e dados atualizados (de fácil acesso e consulta)			0
Arrumação	Os equipamentos estão nos locais corretos de uso			3
	Metodologia de utilização de equipamento sistemática			4
	Existem sinais de auxílio na área de trabalho			0
Limpeza	A zona de trabalho encontra-se limpa			3
	Máquinas e ferramentas são limpas no início e ao fim do dia de trabalho			2
	Máquinas e ferramentas têm manutenção planeada			2
Normalização	Existem planos de limpeza			0
	Existe manual de boas práticas			0
	Existe uma ordem de tarefas			0
Disciplina	Existe formação			1
	Existem folhas de registo de ocorrências			0
	Existe relatório diário			1
	Todos os operários utilizam roupa adequada			2

Após primeira avaliação de desempenho, foi definido o valor de 80% como meta a alcançar depois da implementação das propostas de melhoria.

### Implementação de melhorias

Para a compreensão dos desperdícios identificados, a implementação das várias melhorias realizou-se de forma independente para cada equipa. Na implementação destas melhorias, existe a necessidade da alteração de hábitos por parte dos operadores, um desafio tido em conta durante o período de adaptação, que foi lentamente implementado de acordo com a evolução dos operadores.

Desperdícios identificados na equipa de corte:

Nº 1 – Movimentação do operador para obter cesto disponível ou cestos vazios após distribuição de cestos por parte da equipa de recolha;

Nº 2 – Colheita sem utilização de equipamento de corte (diretamente à mão);

Através da figura 4.16 podemos claramente verificar claramente que o equipamento de corte não é utilizado. Ao longo do dia de trabalho a utilização a tesoura de corte acumula o açúcar da uva que provoca o mau funcionamento da mesma, isto leva a que o operador opte por colher as uvas diretamente à videira, podendo danificar esta.



Figura 4.16 - "Corte" incorreto de uva antes de melhoria

Nº 3 – Uvas por colher, na videira;

Sem qualquer inspeção visual posterior ao trabalho da equipa de corte, são várias as uvas que ficam na videira por recolher. Na figura 4.17, podemos verificar que a quantidade de rama e posição de trabalho torna suscetível deixar-se uvas por colher.



Figura 4.17 - Operador de corte antes de implementação de melhoria

Nº 4 – Cestos muito cheios;

Devido à equipa de corte, ocasionalmente, sobrecarregar o cesto com uvas, a equipa de recolha tem um esforço adicional na realização da tarefa de descarregar o cesto para a caixa de descarga, além da possível perda de carga durante o manuseamento, que leva à existência de sobreprodução, a figura 4.18 ilustra o esforço adicional.



Figura 4.18 - Esforço adicional do operador na descarga de cestos

Nº 5 – Colocação de cestos cheios no local errado de recolha.

Devido à colocação de cestos no corredor errado para recolha ou a existência de cestos na via de trânsito, faz com que os operadores da equipa de recolha realizem deslocações desnecessárias para recolher estes cestos incorretamente colocados por parte da equipa de corte, aumentando o tempo de ciclo para a equipa de recolha de cestos e a possibilidade de ficarem cestos por recolher na zona

de trabalho. Na figura 4.19, verifica-se a deslocação do operador de recolha a outro corredor, afim de recolher um cesto colocado erradamente pela equipa de corte.



Figura 4.19 - Deslocação desnecessária do operador da equipa de recolha

Propostas e implementação de melhorias:

Nº 1 – Formação dos operadores de recolha para que a distribuição de cestos seja efetuada proporcionalmente à quantidade de uvas observadas na videira;

A implementação da proposta nº 1, é dirigida à equipa de recolha através de uma breve formação para verificar visualmente a quantidade de videiras ou uvas nas videiras. Desta forma, a equipa de recolha realiza a distribuição de cestos de acordo com as condições presentes na vinha, como pode-se observar na figura 4.20.



Figura 4.20 - Operador em espera para condições ideais que justifique a distribuição de cestos

Nº 2 – Formação aos operadores de corte e implementação de manual de boas práticas. Criar estação de limpeza na transição de corredor, de modo a evitar a não utilização do equipamento, provocado pelo açúcar que “prende” e inutiliza a tesoura de corte;

Na implementação da proposta nº 2, existiu resistência às novas práticas por parte dos operadores de corte, esta situação era prevista, sendo que até à data não foi realizada qualquer formação específica à tarefa de corte. Esta prática é transmitida por anteriores operadores ou por hábitos adquiridos ao longo da realização do trabalho. Para combater o hábito de “arranque” direto da videira, foi criada uma estação de limpeza, através da colocação de um depósito de água acoplado numa viatura móvel já existente. Desta forma a equipa de corte tem a possibilidade de realizar uma rápida limpeza durante a transição de corredor, tal como a possibilidade de hidratação. Pode-se observar a estação de limpeza e hidratação, tal como a utilização da tesoura de corte na figura 4.21.



Figura 4.21 - Estação de limpeza e hidratação  
a) Estação de hidratação e limpeza  
b) Prática correta do corte de uva

Nº 3 – Intercalar operadores de corte. Dois operadores por carreira, um na videira anterior e um na videira seguinte, de forma a realizar uma breve inspeção visual no momento de conclusão da recolha total de uvas na videira;

A proposta nº 3, consistiu em formar os operadores de corte para que cada posto de trabalho intercale entre dois operadores por carreira de videiras. Desta forma é possível realizar um controlo visual à presença de uvas por colher por parte do operador de corte que se encontra à priori do operador de corte seguinte. Na figura 4.22, é verificada a possibilidade de efetuar uma breve inspeção, evitando uvas por colher na videira.



Figura 4.22 - Operadores de corte intercalados após implementação de melhoria

#### Nº 4 – Implementação de marca visual de limite de enchimento dos cestos

Esta proposta de melhoria não foi possível de realizar dadas as limitações de tempo e necessidade de utilização dos cestos. Tendo sido adiada para o fim da vindima ou início da vindima do ano seguinte. A colocação de uma marca visual de limite, iria recordar o operador de corte para não sobrelotar a capacidade do cesto, evitando o esforço adicional posterior por parte dos operadores de recolha. Face à impossibilidade de implementação da proposta, esta foi adicionada ao plano de formação dos operadores de corte.

#### Nº 5 – Colocar sinalização visual no corredor para colocação de cestos.

A implementação desta proposta consistiu na criação de sinalização visual adequada e perceptível à distância para os operadores de corte e de recolha. O grande benefício proveniente da aplicação desta sinalização, é permitir a todos os operadores de corte aceder à correta informação da colocação dos cestos de forma perceptível e rápida. Benefício também extensível, ao operador do trator da equipa de recolha na informação da via correta a circular. Na figura 4.23 é perceptível a capacidade de alcance visual da sinalização implementada.



Figura 4.23 - Sinalização visual implementada

Desperdícios identificados na equipa de recolha:

Nº 6 – Dificuldade na escolha correta da via a circular;

Desperdício já identificado na equipa de corte, o operador do trator tem dificuldade em definir a via correta a circular. A duração de tempo da tomada de decisão ou erro na escolha da via, resulta num grande aumento do tempo de ciclo, que dificilmente é recuperado e leva à rutura de cestos para a equipa de corte.

Nº 7 – Obstrução de circulação na via por cestos colocados na via de passagem;

Este desperdício vai de encontro ao desperdício nº 5, porem este impede a circulação da via por parte da equipa de recolha, resultado em paragem de tarefas e na deslocação de um operador da zona de trabalho para desobstruir a via. Na figura 4.24 podemos verificar a combinação de desperdícios, nº 1, nº5 e nº 7, cesto vazio, colocação errada de cesto e a obstrução da via de circulação.



Figura 4.24 - Via obstruída por cesto vazio

Nº 8 – Dificuldade na separação de cestos nidificados;

Durante a distribuição de cestos, os operadores apresentarem dificuldades em separar os cestos nidificados. Esta dificuldade resulta da compressão, inerente à nidificação, como também, da acumulação de açúcar presente nos cestos, provocando um efeito “cola”. Este efeito acrescenta esforço adicional aos operadores e uma distribuição de cestos deficiente. Na figura 4.25 o operador encontra-se em esforço máximo para conseguir separar dois cestos nidificados.



Figura 4.25 - Dificuldade do operador em separar os cestos

Nº 9 – Perda de carga da caixa de recolha;

De igual modo que existe a perda de carga nos cestos, ocorre a perda de carga na caixa de recolha. Com o intuito de evitar deslocações à caixa de transporte, os operadores acabam por exceder a capacidade da caixa de recolha, que, devido às deslocações em terreno não uniforme, faz com que seja inevitável a perda de carga, crucial para os resultados de produtividade da equipa. Na figura 4.26 é perceptível a carga ultrapassar o limite da caixa de recolha.



Figura 4.26 - Excesso de carga presente na caixa de recolha

Nº 10 – Longas deslocações para descarga da caixa de recolha na caixa de transporte.

No conjunto de tarefas a realizar pela equipa de recolha, a deslocação à caixa de transporte é necessária para desocupar a caixa de recolha. A distância da caixa de transporte e zona de trabalho estende-se na maioria das vezes, aumentando desta forma a duração para a descarga. Situação que não acrescenta qualquer valor ao trabalho realizado, como podemos observar na figura 4.27.



Figura 4.27 - Distância entre caixa de recolha e caixa de transporte

Propostas de melhoria:

Nº 6 – Colocação de sinalização visual na indicação de via transitio;

Tal como a proposta de melhoria nº 5, a utilização de sinalização é também útil para a equipa de recolha. Especificamente pelo operador do trator que desta forma consegue garantir que a sua circulação é realizada na via correta, evitando perdas de tempo na verificação ou na correção de via. A figura 4.28 ilustra a aplicação e utilidade da implementação de sinalização visual.



Figura 4.28 - Circulação correta de via com o auxílio de sinalização visual

Nº 7 – Colocar sinalização visual no corredor para colocação de cestos;

Este desperdício indicado para a equipa de corte, está da mesma forma presente na equipa de recolha. A existência de paragens para retirar cestos que impedem circulação na via, obriga à paragem de tarefas e a deslocação de um operador para retirar a obstrução presente. A implementação de sinalização, enunciada na proposta de melhoria nº 5, é também aplicada nesta proposta de melhoria.

Nº 8 – Efetuar limpeza diária de cestos;

Antes da implementação desta melhoria, a limpeza de cestos apenas existe no fim de toda a vindima. Para evitar a necessidade de esforço adicional por parte do operador para separar os cestos, no momento da distribuição dos mesmos, a implementação da limpeza diária aos cestos irá reduzir a quantidade acumulada de açúcar, propriedade que cria o efeito “cola” entre cestos, como ilustra a figura 4.29.



Figura 4.29 - Limpeza de cestos

Nº 9 – Implementação de marca visual de limite de enchimento da caixa de recolha;

Tal como a proposta nº 4, esta proposta de melhoria não foi possível de realizar dadas as limitações de tempo e necessidade de utilização da caixa de recolha. A implementação de um limite visual, terá a função de indicar aos operadores de cestos o limite indicado para a deslocação do trator, sem que ocorram perdas de carga. Como alternativa à não conclusão da proposta nº 4, foi realizado um reforço na formação dos operadores da equipa de recolha para reduzir este desperdício.

Nº 10 – Movimentação da caixa de recolha de acordo com a zona de trabalho ativa.

Para reduzir o tempo de deslocação para a descarga da caixa de recolha ser efetuada, a caixa de transporte altera a sua posição de acordo com a zona ativa de trabalho. Esta implementação é possível, atribuindo ao coordenador responsável esta tarefa. Esta proposta de melhoria irá reduzir o tempo de deslocação para descarga, tal como a quantidade de carga perdida durante a deslocação. Na figura 4.30 é visível a caixa de transporte acompanhar a zona de trabalho ativa.



Figura 4.30 - Posição da caixa de transporte após implementação de melhoria

Na proposta de melhoria nº 10 é atribuída uma tarefa ao coordenador responsável, condição que não se verificava antes da implementação de qualquer melhoria.

Para a implementação e funcionamento das propostas de melhoria nº 2, 5, 6, 7 e 10, é atribuído ao coordenador responsável um papel ativo para as seguintes responsabilidades:

- ✓ Nº 2 – Movimentar a estação de limpeza e hidratação ao longo da zona de trabalho;
- ✓ Nº 5/6/7 – Alterar a sinalização durante a progressão das equipas;
- ✓ Nº 10 – Movimentar a caixa de transporte de acordo com a progressão da equipa de recolha.

Não obstante das responsabilidades atribuídas e enunciadas anteriormente, continua a ser responsabilidade do coordenador verificar e monitorizar as operações realizadas por ambas as equipas. Assim como, preencher o diário de vindima para o registo de um conjunto de informações revelantes para a toma de decisão por parte da administração, que se encontra no anexo F).

#### **4.2.2 Reorganização de Rota e Implementação de Novos Procedimentos Internos**

Com a aplicação da gestão visual, constatou-se um esforço dos operadores da equipa de recolha em relação ao fluxo de movimentações a realizar, mais especificamente em relação às deslocações para distribuição de cestos de acordo com o desenvolvimento da equipa de corte. Nesta lógica, foi estudada uma nova configuração de rota para as movimentações da equipa de recolha, para a tarefa de distribuir cestos na vinha, tendo em conta o balanceamento do processo.

Numa primeira abordagem à rota, antes da implementação do novo conceito, foram verificadas deslocações desnecessárias por parte dos operadores da equipa de cestos. Além do esforço humano necessário, equívocos na via correta a circular eram claramente visíveis no desenrolar das respetivas tarefas sem qualquer padronização ou configuração de *layout*.

Primeiramente, face à multifuncionalidade da equipa de recolha e à proposta de melhoria nº 3, verificou-se que com 37 operadores de corte, teríamos um operador de corte a operar sem verificação visual. Situação não viável devido à produtividade de um único operador de corte numa carreira de videiras, comparativamente aos restantes operadores de corte.

De forma a evitar a dispensa do operador, foi elaborado um conjunto de tarefas de apoio ao processo de manual de vindima. Este operador é agora um auxiliar responsável pela estação de hidratação/manutenção e de apoio a duplas de operadores que se encontram em atraso em relação aos restantes operadores de corte. A tabela 4.9 especifica o inventário e recursos em utilização pelo processo após implementação de melhorias.

Tabela 4.8: Inventário final do processo manual de vindima

Processo manual após implementação de melhorias			
Recursos humanos		Maquinaria	
Qtd.	Descrição	Qtd.	Descrição
36	Operador de corte	200	Cesto de uva (20L)
2	Operador de cestos (Assistente ao trator)	37	Tesoura de corte
1	Operadores de trator	3	Trator
1	Coordenador responsável/operador de trator de transporte	1	Caixa de recolha (1000L)
1	Auxiliar	1	Estação de hidratação/manutenção
		2	Caixa de transporte

Com as tarefas e recursos definidos, é possível definir as movimentações de todo o processo de vindima após a implementação de melhorias, permitindo a criação de uma rota eficiente e a normalização do fluxo total do processo. A figura 4.31 representa o fluxo produtivo do processo e rota implementada.

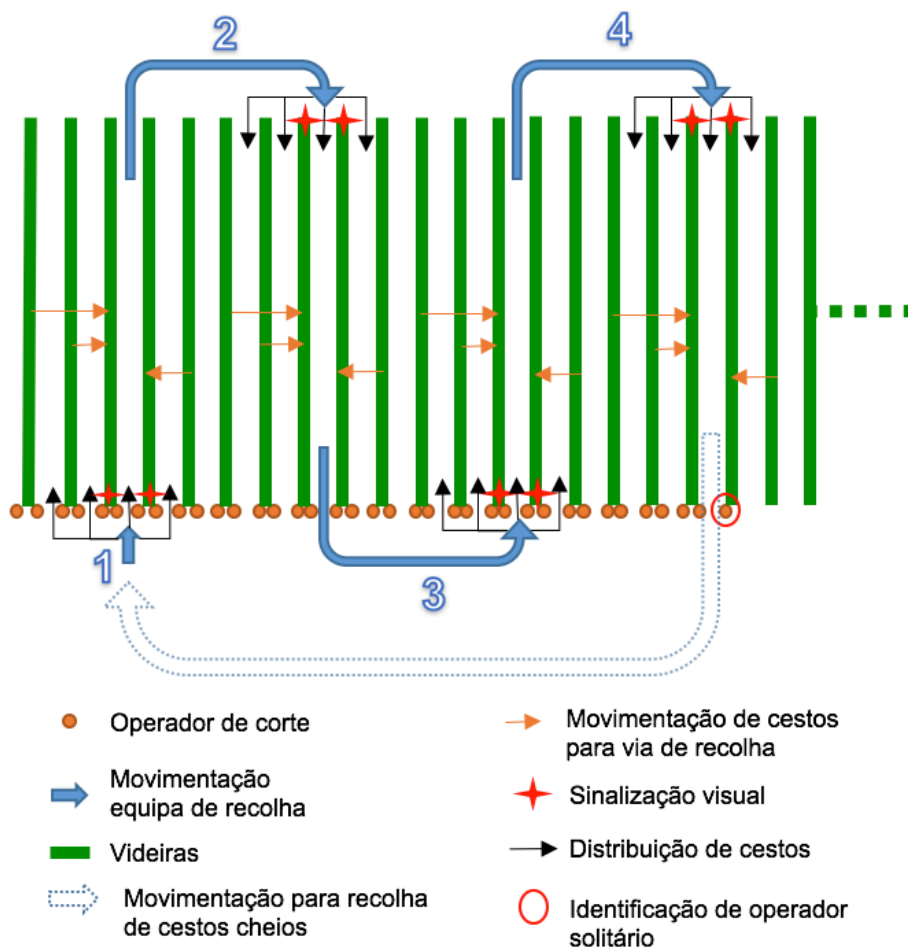


Figura 4.31 - Rota implementada após aplicação das várias ferramentas de melhoria

Ao interpretar corretamente a figura 4.31, além de ser possível identificar o operador solitário, a implementação da sinalização visual irá permitir:

- A indicação da correta colocação de cestos cheios por parte da equipa de corte, que terá de transferir os cestos cheios das vias mais afastadas para a via de recolha;
- Qual a via a circular pela equipa de recolha;
- Distribuição eficiente de cestos vazios, de forma a reduzir deslocações desnecessárias da equipa de recolha;
- Via correta para a recolha de cestos cheios, por parte da equipa de recolha.

Em suma, com a implementação destas ferramentas, são obtidos os seguintes benefícios:

- Melhoria na clareza da execução do processo de vindima como um todo;
- Comunicação proporcionada pela gestão visual entre tarefas e equipas, que era inexistente;
- Aumento da otimização de tarefas, com a redução de eventuais paragens ou erros;
- Redução do esforço físico por parte dos operários de ambas as equipas;
- Aumento de informação para respetivas tomadas de decisão por parte de administração, com base nos registos efetuados.

Concluída a auditoria após a implementação de melhorias e com a meta definida para 80% de desempenho para cada equipa, foi possível verificar que ambas as equipas ultrapassaram a meta definida. O valor obtido de 89% da equipa de recolha, tem como principal vantagem a redução no tempo na escolha da via a circular, manuseamento dos cestos e a redução de carga perdida. Não tão expressiva, mas superior à meta definida, a equipa de corte alcançou o valor de 85%, apresentando menos falhas na colocação de cestos, utilização contínua da tesoura de corte e maior uniformidade na quantidade de uvas em cada cesto. Na figura 4.32 são apresentados os resultados das respetivas auditorias por equipa, antes e após a implementação da ferramenta de *Lean*, 5S.

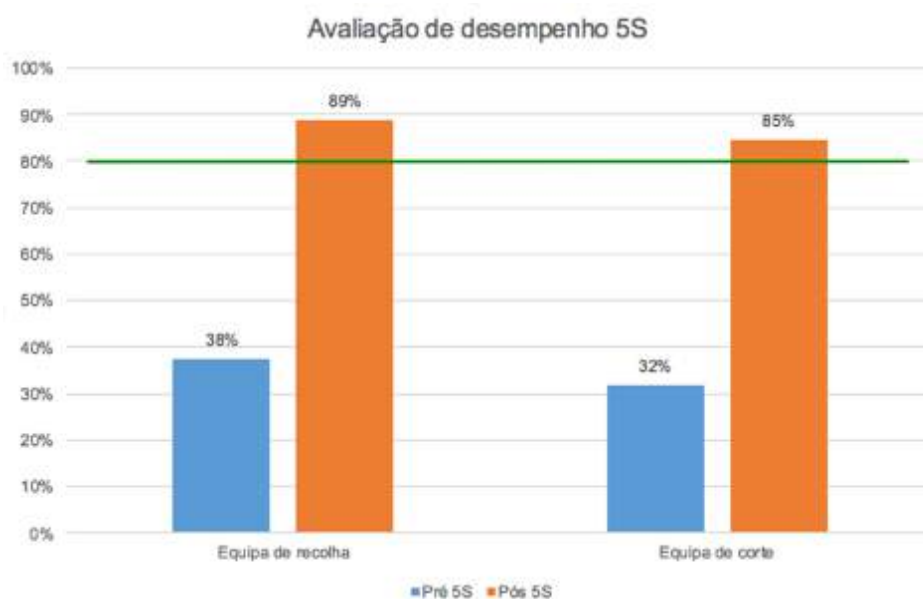


Figura 4.32 - Avaliação comparativa de desempenho 5S

#### **4.2.3 Implementação de Procedimentos e Documentação para Controlo de Gestão**

Após a implementação de todas as melhorias, a fase seguinte requer disponibilidade e empenho por parte do coordenador responsável, assim como de todos os operadores. Durante esta fase, a mais longa, é necessário criar parâmetros de controlo de forma a assegurar que todas as melhorias continuam em prática. Este acompanhamento deve de ser contínuo e com base na observação do desempenho proveniente dos registos diários efetuados.

Dada a quantidade de propostas de melhoria implementadas, num curto período de tempo, não foi possível realizar um novo balanceamento de tarefas e controlar quantitativamente a evolução ao longo do tempo. Pelo que, durante a fase de supervisionamento até a realização de um novo balanceamento, é necessário para detetar instabilidades e averiguar as respetivas causas, a ter em conta para futuras implementações.



## 5. Conclusões, Resultados e Recomendações

Neste capítulo são expostas as conclusões do estudo, assim como o impacto obtido na implementação de ferramentas do pensamento *Lean* e da metodologia TRIZ. Também são descritas as limitações que surgiram no desenvolvimento da sua implementação, assim como, as contribuições favoráveis resultantes para a Casa Ermelinda Freitas. O capítulo é finalizado com propostas de trabalhos futuros a desenvolver no domínio do trabalho realizado nesta dissertação.

### 5.1 Conclusões e Resultados

As organizações precisam cada vez mais de adotar novas estratégias, metodologias e abordagens, com o objetivo de garantir um crescimento sustentável em mercados altamente competitivos. Nesta perspetiva, a aplicação conjunta do pensamento *Lean* e da metodologia TRIZ poderão abrir novos horizontes na melhoria contínua de produtos, processos e organizações.

O processo atual de vindima manual tem um peso considerável no orçamento da CEF, sendo uma das áreas que carece de investimento na melhoria das suas atividades. Tendo em consideração a redução de custos e a melhoria do processo de vindima manual na empresa, foram identificados vários problemas e diversos pontos de possível melhoria.

Nesta perspetiva, após a análise do processo inicial existente na empresa, foram constatados alguns desperdícios de várias naturezas, definidos os principais requisitos a melhorar e elaboradas as propostas de melhoria. Primeiramente, foi possível conferir que as operações de recolha de uva e transporte de cestos poderiam tornar-se mais eficientes. De forma a quantificar a idealidade inicial do processo, recorreu-se às ferramentas da TRIZ, nomeadamente à Matriz de Idealidade, na qual foram identificados os parâmetros a serem adaptados à Matriz de Contradições (ferramenta da TRIZ). Com a indicação precisa dos princípios inventivos resultantes da Matriz de Contradições, foi possível a conceção de uma máquina única com utilidade e capacidade de dar resposta à problemática colocada inicialmente.

Para a implementação do novo conceito foi preciso alterar e reorganizar as tarefas operacionais. Foi efetuado o balanceamento de todas as operações do novo processo de vindima manual. Com balanceamento efetuado, ficou em evidência a existência de uma situação problemática (uma contradição) relacionada com a diferença de tempos de atividades. Ao invés do tempo de ciclo da equipa de recolha ser inferior ao tempo da equipa de corte, este é aproximadamente um minuto e meio superior ao tempo de ciclo da equipa de corte. Este conflito significa, a um dado momento, a rutura de *stock* de cestos à equipa de corte e paragem de todo o processo de vindima. Para contrariar esta situação de conflito, recorreu-se a outra ferramenta da metodologia TRIZ, o modelo substância-campo, indicando como solução do conflito o aumento da capacidade da caixa. Apesar de não ser

possível a aquisição de nova caixa de recolha ou a sua modificação, foi calculado o ponto de equilíbrio para a determinação da capacidade ótima da caixa de recolha e com isso dar resposta à situação de conflito.

Além da conceção do novo equipamento e balanceamento do processo manual de vindima, também foram implementadas algumas propostas de melhoria que visaram a redução dos desperdícios a nível dos processos e da sua organização e controlo. Com recurso às ferramentas da filosofia *Lean*, foi possível reduzir os desperdícios identificados. As auditorias internas, introduzidas no âmbito da aplicação do 5S (ferramenta *Lean*), permitiram avaliar o processo de vindima manual antes e depois das alterações, apresentar propostas de melhoria e fixar metas a alcançar após a implementação das respetivas melhorias. Com a aplicação das melhorias propostas, a auditoria interna demonstrou um aumento de desempenho em 53% em relação aos resultados da auditoria inicial.

A melhoria de desempenho obtida através da implementação das soluções propostas, baseadas na utilização das técnicas e ferramentas analíticas da metodologia TRIZ e filosofia *Lean*, pode ser quantificada através do índice de produtividade que foi proposto para ser adaptado pela empresa. Este indicador mede a quantidade média de uvas colhidas (kg) que um operador apanha por dia. A tabela 5.1, apresenta um ganho de 13,52% após a implementação das melhorias propostas.

Tabela 5.1: Ganho produtivo após implementação de melhorias

<b>Índice de Produtividade</b> $\frac{\text{Quantidade de uva (kg)}}{\text{Operador * Dia}}$	Processo de vindima manual			
	Situação inicial	Após inovação e melhorias	Ganho	
	466,06	529,06	63,00	13,52%

O valor do ganho apresentado na tabela 5.1 (13,53%) refere-se ao período de adaptação a novos hábitos e processos, o que sugere que este ganho poderia ser ainda mais significativo. À medida que os operadores se adaptam ao novo processo, este também poderá ser potenciado por uma melhor sinergia entre equipas.

Apesar da supressão da equipa de cestos ao processo de vindima anterior, verifica-se que foi possível obter um processo manual de vindima com maior produtividade, menos desperdícios e menor necessidade de esforço físico para os operadores.

Como condicionante deste estudo, a sazonalidade presente no processo da vindima e a curta duração associada, acabam por limitar a possibilidade de se verificar a estabilidade do processo com todas as propostas de melhoria implementadas.

A utilização conjunta da filosofia *Lean* e da metodologia TRIZ revelou-se determinante em todas as fases do estudo, tanto a nível da análise do processo inicial existente na empresa, na identificação de problemas e de pontos de melhoria, como também na geração de soluções mais criativas e inovadoras. Sendo normalmente aplicadas em ambientes industriais, o presente estudo demonstrou a aplicabilidade do modelo noutras áreas menos comuns, como a vinícola.

Com este trabalho foi possível contribuir com mais informação para a indústria vitivinícola, onde é notória a falta de estudos e documentação relativamente a boas práticas de vindima. Desta forma esta dissertação serve como projeto primário no interesse em desenvolver inventivamente e procurando a melhoria contínua em todos os processos vitivinícolas.

### 5.2 Propostas para Trabalhos Futuros

Com este estudo foi possível apresentar várias melhorias, ainda assim, a busca pela perfeição e melhoria continua de produtos e processos deve continuar na empresa. Sendo assim, podem ser identificadas algumas sugestões a desenvolver em trabalhos futuros:

- Alteração da capacidade da caixa de recolha para o valor “ótimo” (1315,56 litros);
- Colocação de marca visual do limite da capacidade da caixa de recolha e capacidade individual de cada cesto;
- Alteração do equipamento para alocação do operador na realização da tarefa de distribuição de cestos (evitando com isso, o posicionamento do operador no interior da caixa de recolha);
- Realização de novo estudo dos tempos das tarefas, após implementação de melhorias, para novo balanceamento do processo de vindima manual;
- Garantia do controlo e de continuação das melhorias implementadas, nas vindimas seguintes;
- Estabelecimento de novas metas evolutivas, após a estabilização do processo;
- Implementação de um sistema automático de limpeza de cestos durante as operações, possível implementação de *sprinklers* ao novo conceito desenvolvido, de modo a evitar o efeito “cola” entre cestos;
- Implementação de ações de formação para os intervenientes num período antes da execução de vindima;
- Introdução de indicadores de desempenho e registo dos mesmos, para tomadas de decisão futuras;

- Levantamento de problemas ergonómicos e de segurança no trabalho durante o processo manual de vindima.

## Referências Bibliográficas

- Altshuller, G., 2007. *The Innovation Algorithm - TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity*. Segunda Edição. Worcester: Technical Innovation Center, Inc..
- Alvarenga, L., 2010. *Metodologia 5S's - O que é? Qual o conceito?*. Disponível em: <http://universodalogistica.blogspot.pt/2010/04/metodologia-5ss-o-que-e-qual-o-conceito.html> [Acedido em 28 Dezembro 2015].
- Cabeças, J. M., 2005. *Cronometragem*. Monte da Caparica: FCT - UNL.
- CEF, 2015. *Imagens de Arquivo*. Fernando Pó: CEF.
- Development, T. o. P. P., 2002. *Standard Work for the Shopfloor: The Shopfloor Series*. New York: Taylor & Francis.
- Dira, A., Pierreval, H. & Hajri-Gabouj, S., 2007. *Facility layout problems: A survey. 2nd Edition*. Tunis e Aubière Cedex: Annual Reviews in Control.
- Emiliani, B., Stec, D., Grasso, L. & Stodder, J., 2007. *Better thinking, better results: case study and analysis of an enterprise-wide lean transformation. 2nd Edition*. Wethersfield: The Center of Lean Business Management, LLC.
- Ensor, P., 1988. The Functional Silo Syndrome. *AME Target*, Volume 16, pp. 4-14.
- Hall, R., 1987. *Attaining Manufacturing Excellence: Just-in-time, Total Quality, Total People Involvement. 1st Edition*. Minnesota: Dow Jones-Irwin.
- Ikoenko, S. & Bradley, J., 2005. *TRIZ as a Lean Thinking Tool. The TRIZ Journal*, February, 2005. Disponível em: <https://triz-journal.com/triz-lean-thinking-tool/> [Acedido em 29 Dezembro 2015].
- Kim, C. S. *et al.*, 2007. The application of *lean* thinking to the care of patients with bone and brain metastasis with radiation therapy. *Journal of Oncology Practice*, pp. 191-193.
- Machado, V. C. & Leitner, U., 2010. *Lean tools and lean transformation process in health care*, UK: World Academic Press, World Academic Union.
- Mazur, G., 1996. *Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)*. Disponível em: <http://www.mazur.net/triz/> [Acedido em 29 Dezembro 2015].
- Melton, T., 2005. *The benefits of lean manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries*. Chester: Chemical Engineering Research and Design, 83(A6): 662–673.

- Meyers, F. E. & Stewart, J. R., 2002. *Motion and Time Study for Lean Manufacturing*. 3rd Edition. Upper Saddle River, New Jersey, Columbus, Ohio: Prentice Hall.
- Navas, H., 2011. Inovação sistemática e manutenção *lean*. *Manutenção*, Julho.pp. 74-75.
- Navas, H., 2013a. TRIZ Uma metodologia para a resolução de problemas. *Guia de Empresas Certificadas. Cem Palavras Comunicação Empresarial, Ida*, pp. 26-30.
- Navas, H., 2013b. TRIZ: Design Problem Solving with Systematic Innovation. Em: *Advances in Industrial Design Engineering*. Rijeka: InTech, pp. 75-97.
- Navas, H., 2014a. Fundamentos do TRIZ Parte VII. *Princípios inventivos ou técnicas para vencer conflitos*, Novembro, Volume 56, p. 4.
- Navas, H., 2014b. Fundamentos do TRIZ. *Parte VIII - Modelo Substância-Campo*, Dezembro, Volume57, p. 3.
- Navas, H., 2015. TRIZ e Outras Metodologias Parte I - TRIZ e LEAN. *Inovação & Empreendedorismo*, Maio, Volume 50, p. 6.
- Ohno, T., 1996. *O Sistema Toyota de Produção - Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre: Bookman.
- Pinto, J. P., 2009. *Pensamento Lean*. Lisboa: Lidel Edições Técnicas Lda.
- Raman, D., Nagalingam, S. & Lin, G., 2009. *Towards measuring the effectiveness of facilities layout*. Mawson Lakes: Robotics and Computer-Integrated Manufacturing.
- Rantanen, K. & Domb, E., 2002. *Simplified TRIZ - New Problem-Solving Applications for Engineers and Manufacturing Professionals*. Boca Raton; London; New York; Washington, D.C.: ST. Lucie Press.
- San, Y. T., 2009. *TRIZ: Systematic Innovation in Manufacturing*. Malásia: First Fruits.
- Savransky, S. D., 2000. *Engineering of Creativity (Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving)*. 1st Edition.. Boca Raton(Flórida): CRC Press .
- Suzaki, K., 1987. *The New Manufacturing Challenge*. New York: Press, The Free.
- Suzaki, K., 2010. *Gestão de Operações Lean: Metodologias Kaizen para a Melhoria Contínua*. Primeira Edição. New York: LeanOp Press.
- Terninko, J., 2000. *Su-Field Analysis*. *The TRIZ Journal*, February, 2000. Disponível em: <http://www.triz-journal.com/su-field-analysis/> [Acedido em 20 Janeiro 2016].

- Terninko, J., Domb, E. & Miller, J., 2000. *The Seventy six Standard Solutions, with Examples Section One. The TRIZ Journal*, February, 2000. Disponível em: <http://www.triz-journal.com/seventy-six-standard-solutions-examples-section-one/> [Acedido em 21 Janeiro 2015].
- Terninko, J., Zussman, A. & Zlotin, B., 1998. *Systematic innovation: an introduction to TRIZ. 1st Edition*. Boca Raton (Florida): St. Lucie Press.
- Womack, J. & Daniel, J., 2003. *Lean Thinking - Banish waste and create wealth in your corporation*. Primeira Edição. Londres: Simon & Schuster.
- Womack, J. & Daniel, J., 2007. *The Machine that Changed the World: Rhe Story of Lean Production. 2nd Edition*. New York: Free Press.
- Worley, J. & Doolen, T., 2006. The role of communication and management support in a *lean* manufacturing implementation. *Management Decision*, Volume 44(2), pp. 228-243.

**Bibliografia complementar**

- Altshuller, G., 1966. *And Suddenly the Inventor Appeard. 2^a ed.* Worcecester, Massachusetts: Technical innovation Center.
- Barry, K., Domb, E. & Slocum, M. S., 1996. *TRIZ – What is TRIZ?. The TRIZ Journal*. Disponível em: <http://www.triz-journal.com/triz-what-is-triz/> [Acedido em 23 Outubro 2015].
- Campbell, B., 2003. Brainstorming and TRIZ. *The TRIZ Journal*, February, 2003. Disponível em: <http://www.triz-journal.com/brainstorming-triz/> [Acedido em 30 Outubro 2015].
- Castro R., Cruz, A. Botelho M., 2006. *Tecnologia Vitícola*. Primeira edição. Ministério da Agricultura, Pescas e Florestas/direção Geral de Agricultura da Beira Litoral/Comissão Vitivinícola da Bairrada, Coimbra.
- Coelho, D. A., 2009. Matching TRIZ engineering parameters to human factos issues in manufacturing. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, Volume 11(6), pp. 547-556.
- Domb, E., Terninko, J., Miller, J. & MacGran, E., 1999. The Senventy-Six Standard Solutions: How They Relate to the 40 Principles of Inventive Problems Solving. *The TRIZ Journal*, May, 1999. Disponível em: <http://www.triz-journal.com/seventy-six-standard-solutions-relate-40-principles-inventive-problem-solving/> [Acedido em 15 Novembro 2015].
- Fey, V. & Rivin, E., 1997. *The Science of Innovation. 1^a ed.* West Bloomfield, Michigan:TRIZ Group. Gezondheidsraad, 2000. RSI. Den Haag: Gezondheidsraad.

- Izumia, H. & Sawaguchi, M., 2013. Optimizing Process for Improvement Design Using TRIZ and the Information Integration Method. Em: A. Aoussat, D. Cavallucci, M. Trela & J. Duflou, edits. *TRIZ Future 2013*. Paris, France: Arts et Métiers, pp. 203-211.
- Maia, L., Alves, A. & Leão, C., 2012. How could the TRIZ tool help continuous improvement efforts of the companies?. Em V. C. Machado, Navas, H. V. G. & T. Vaneker, edits. *TRIZ – Future Conference 2012*. Lisboa: FCT – UNL, pp. 193-202
- Mao, X., Zhang, X. & Abourizk, S., 2007. Solutions for Su-Field Analysis. *The TRIZ Journal*, August, 2007. Disponível em: <http://www.triz-journal.com/generalized-solutions-for-su-field-analysis/> [Acedido em 19 Dezembro 2015].
- Navas, H., 2014a. Fundamentos do TRIZ (Parte II – Níveis de Inovação). *Inovação e Empreendedorismo*, Maio, Volume 51, p.3.
- Navas, H., 2014b. Fundamentos do TRIZ (Parte III – Contradições Técnicas e Físicas). *Inovação e Empreendedorismo*, Junho, Volume 52, p.3.
- Navas, H., 2014c. Fundamentos do TRIZ (Parte V – Idealidade). *Inovação e Empreendedorismo*, volume 54, p.3.
- Navas, H., 2014d. Radical and Systematic Eco-innovation with TRIZ Methodology. Em: S. G. Azevedo, M. Brandenburg, H. Carvalho & V. Cruz-Machado, edits. *Eco-Innovation and the Development of Business Models – Lessons from Experience and New frontiers in Theory and Practice*. Switzerland: Springer, pp. 81-95.
- Navas, H., & Machado, V., 2011. *Inovação Sistemática com a Metodologia TRIZ num Ambiente de Lean Management*. ENEGI, Maio, 2011. Guimarães, Universidade do Minho, Escola de Engenharia, pp. 199-204.
- Saliminamin, S., Parvin, M., Karimi, M. & Khoshghal, H., 2012. How TRIZ beginners can find and solve inventive problems with 5 simple tools among all TRIZ tools. Em: V.C. Machado, Navas, H. V. G. & T. Vaneker, edits. *TRIZ – Future Conference 2012*. Lisboa: FCT – UNL, pp. 593-602.
- Suzaki, K., 2013. *Gestão no chão de fábrica Lean – sustentando a melhoria contínua todos os dias*. 1ª ed. Rio Meão: LeanOp Press.

# Anexos

## Anexo A) Matriz de Contradições

	Parâmetros de engenharia piorados								Princípios inventivos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8		
Parâmetros de engenharia a serem melhorados	1	Peso (objeto móvel)	-	15, 8, 29, 34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 40, 28	-	1	Segmentação	2	Extração	3	Qualidade local	4	Assimetria	
	2	Peso (objeto imóvel)	-	-	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2	3	Qualidade local	4	Assimetria	5	Combinação	6	Universidade	
	3	Comprimento (objeto móvel)	15, 8, 29, 34	-	-	-	15, 17, 4	-	7, 17, 4, 35	-	4	Assimetria	5	Combinação	6	Universidade	7	Nidificação
	4	Comprimento (objeto imóvel)	-	35, 28, 40, 29	-	-	-	-	17, 7, 10, 40	-	5	Combinação	6	Universidade	7	Nidificação	8	Contrapeso
	5	Área (objeto móvel)	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	-	-	7, 14, 17, 4	-	6	Universidade	7	Nidificação	8	Contrapeso	9	Contra-ação prévia
	6	Área (objeto imóvel)	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-	-	-	-	7	Nidificação	8	Contrapeso	9	Contra-ação prévia	10	Ação prévia
	7	Volume (objeto móvel)	2, 26, 29, 40	-	1, 7, 35, 4	-	1, 7, 4, 17	-	-	-	8	Contrapeso	9	Contra-ação prévia	10	Ação prévia	11	Amortecimento prévio
	8	Volume (objeto imóvel)	-	35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14	-	-	-	-	9	Contra-ação prévia	10	Ação prévia	11	Amortecimento prévio	12	Equipotencialidade
	9	Velocidade	2, 28, 13, 38	-	13, 14, 8	-	29, 30, 34	-	7, 29, 34	-	10	Ação prévia	11	Amortecimento prévio	12	Equipotencialidade	13	Inversão
	10	Força	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 1	19, 10, 15	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37	11	Amortecimento prévio	12	Equipotencialidade	13	Inversão	14	Esteticidade
	11	Tensão, Pressão	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	10, 15, 14, 16	10, 15, 36, 28	6, 35, 10	35, 34	12	Equipotencialidade	13	Inversão	14	Esteticidade	15	Dinamismo
	12	Forma	8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 30	-	14, 4, 15, 22	7, 2, 85	13	Inversão	14	Esteticidade	15	Dinamismo	16	Ação parcial ou excessiva
	13	Estabilidade do objeto	21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	37	2, 11, 13	39	28, 10, 19, 39	34, 28, 35, 40	14	Esteticidade	15	Dinamismo	16	Ação parcial ou excessiva	17	Transição para uma nova dimensão
	14	Resistência	1, 8, 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26	3, 34, 40, 29	9, 40, 28	10, 15, 14, 7	9, 14, 17, 15	16	Ação parcial ou excessiva	17	Transição para uma nova dimensão	18	Vibrações mecânicas	19	Ação periódica
	15	Durabilidade (objeto móvel)	19, 5, 34, 31	-	2, 19, 9	-	3, 17, 19	-	10, 2, 19, 30	-	17	Transição para uma nova dimensão	18	Vibrações mecânicas	19	Ação periódica	20	Continuidade de uma ação útil
	16	Durabilidade (objeto imóvel)	-	6, 27, 19, 16	-	1, 40, 35	-	-	35, 34, 38	-	18	Vibrações mecânicas	19	Ação periódica	20	Continuidade de uma ação útil	21	Comida apressada
	17	Temperatura	36, 22, 6, 38	22, 35, 32	15, 19, 9	15, 19, 9	3, 35, 39, 18	35, 38	34, 39, 40, 18	35, 6, 4	21	Comida apressada	22	Conversão de prejuízo em proveito	23	Reação	24	Medição
	18	Clareza	19, 1, 32	2, 35, 32	19, 32, 16	-	19, 32, 26	-	2, 13, 10	-	22	Conversão de prejuízo em proveito	23	Reação	24	Medição	25	Auto-serviço
	19	Energia dispensada (objeto móvel)	12, 18, 28, 31	-	12, 28	-	15, 19, 25	-	35, 13, 18	-	26	Cópia	27	Objeto económico com vida curta (descartável)	28	Substituição do sistema mecânico	29	Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos
	20	Energia dispensada (objeto imóvel)	-	19, 9, 6, 27	-	-	-	-	-	-	27	Objeto económico com vida curta (descartável)	28	Substituição do sistema mecânico	29	Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos	30	Membranas flexíveis ou películas finas
	21	Potência	8, 36, 38, 31	19, 26, 17, 27	1, 10, 35, 37	-	19, 38	17, 32, 13, 38	35, 6, 38	30, 6, 25	28	Substituição do sistema mecânico	29	Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos	30	Membranas flexíveis ou películas finas	31	Utilização de materiais porosos
	22	Perda de energia	15, 6, 19, 28	19, 6, 18, 9	7, 2, 6, 13	6, 38, 7	15, 26, 17, 7	17, 7, 30, 18	7, 18, 23	7	31	Utilização de materiais porosos	32	Mudança de cor	33	Homogeneidade	34	Rejeição e recuperação de componentes
	23	Perda de massa	35, 6, 23, 40	35, 6, 22, 32	14, 29, 10, 39	10, 28, 24	35, 2, 10, 31	10, 18, 39, 31	1, 29, 30, 36	3, 39, 18, 31	32	Mudança de cor	33	Homogeneidade	34	Rejeição e recuperação de componentes	35	Transformação do estado físico ou químico
	24	Perda de informação	10, 24, 35	10, 35, 5	1, 26	26	30, 26	30, 16	-	2, 22	33	Homogeneidade	34	Rejeição e recuperação de componentes	35	Transformação do estado físico ou químico	36	Mudança de fase
	25	Perda de tempo	10, 20, 37, 35	10, 20, 26, 5	15, 2, 29	30, 24, 14, 5	26, 4, 5, 16	10, 35, 17, 4	2, 5, 34, 10	35, 16, 32, 18	34	Rejeição e recuperação de componentes	35	Transformação do estado físico ou químico	36	Mudança de fase	37	Expansão térmica
	26	Quantidade de matéria	35, 6, 18, 31	27, 26, 18, 35	29, 14, 35, 18	-	15, 14, 29	2, 18, 40, 4	15, 20, 29	-	35	Expansão térmica	36	Mudança de fase	37	Expansão térmica	38	Utilização de oxidantes fortes
	27	Fiabilidade	3, 8, 10, 40	3, 10, 8, 28	15, 9, 14, 4	15, 29, 28, 11	17, 10, 14, 16	32, 35, 40, 4	3, 10, 14, 24	24	36	Mudança de fase	37	Expansão térmica	38	Utilização de oxidantes fortes	39	Ambiente inerte
	28	Precisão de medição	32, 35, 26, 28	28, 35, 25, 26	28, 26, 5, 16	32, 28, 3, 16	26, 28, 32, 3	26, 28, 32, 3	32, 13, 6	-	37	Expansão térmica	38	Utilização de oxidantes fortes	39	Ambiente inerte	40	Materiais compósitos
	29	Precisão de fabrico	28, 32, 13, 18	28, 35, 27, 9	10, 28, 29, 37	2, 32, 10	28, 33, 29, 32	2, 29, 32	32, 28, 25, 10, 85	-	38	Utilização de oxidantes fortes	39	Ambiente inerte	40	Materiais compósitos		
	30	Fatores prejudiciais que atuam sobre o objeto	22, 21, 27, 39	2, 22, 13, 24	17, 1, 39, 4	1, 18	22, 1, 33, 28	27, 2, 39, 35	22, 23, 37, 35	34, 39, 19, 27								
	31	Efeitos colaterais prejudiciais	19, 22, 15, 39	35, 22, 1, 39	17, 15, 16, 22	-	17, 2, 18, 39	22, 1, 40	17, 2, 30, 18, 35, 4	-								
	32	Manutibilidade	28, 29, 15, 16	1, 27, 36, 13	1, 29, 13, 17	15, 17, 27	13, 1, 26, 12	16, 4	13, 29, 1, 40	35								
	33	Conveniência de uso	25, 2, 13, 15	6, 13, 1, 25	1, 17, 13, 12	-	1, 17, 13, 16	18, 16, 35, 39	1, 16, 31, 39	4, 18, 31, 39								
	34	Manutenção	2, 27, 35, 11	2, 27, 35, 11	1, 28, 10, 25	3, 18, 31	15, 32, 13	16, 25	25, 2, 35, 11	1								
	35	Adaptabilidade	1, 6, 15, 8	19, 15, 29, 16	35, 1, 29, 2	1, 35, 16	35, 30, 29, 7	15, 16	15, 35, 29	-								
	36	Complexidade do dispositivo	26, 30, 34, 36	2, 26, 35, 39	1, 19, 26, 24	26	14, 1, 13, 16	6, 36	34, 26, 6	1, 16								
	37	Complexidade no controlo	27, 26, 28, 13	6, 13, 28, 1	16, 17, 26, 24	26	2, 13, 18, 17	2, 39, 30, 16	29, 1, 4, 16	2, 18, 26, 31								
	38	Nível de automação	28, 26, 18, 35	28, 26, 35, 10	14, 13, 28, 17	23	17, 14, 13	-	35, 13, 16	-								
	39	Produtividade	35, 26, 24, 37	28, 27, 15, 3	18, 4, 28, 38	30, 7, 14, 26	10, 26, 34, 31	10, 35, 17, 7	2, 6, 35, 37, 10, 2	-								

		Párametros de engenharia piorados								Princípios inventivos			
		9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4
Páramtros de engenharia a ser melhorados	1	Peso (objeto móvel)	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 35, 40	1, 35, 19, 39	28, 27, 18, 40	5, 34, 31, 35	-	2	Extração	
	2	Peso (objeto imóvel)	-	8, 10, 19, 35	10, 18, 29, 14	13, 10, 29, 14	1, 40, 10, 27	26, 39, 18, 2	-	2, 27, 19, 6	3	Qualidade local	
	3	Comprimento (objeto móvel)	13, 4, 8	17, 10, 4	1, 8, 35	1, 8, 10, 29	1, 8, 15, 34	8, 35, 29, 34	19	-	4	Assimetria	
	4	Comprimento (objeto imóvel)	-	28, 1	1, 14, 35	13, 14, 15, 7	39, 37, 35	15, 14, 28, 26	-	1, 40, 35	5	Combinação	
	5	Área (objeto móvel)	29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	10, 15, 36, 28	5, 34, 29, 4	11, 2, 13, 39	3, 15, 40, 14	6, 3	-	6	Universidade	
	6	Área (objeto imóvel)	-	1, 18, 35, 36	10, 15, 36, 37	-	2, 38, 40	-	-	2, 10, 19, 30	7	Nidificação	
	7	Volume (objeto móvel)	29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37	6, 35, 36, 37	1, 15, 29, 4	28, 10, 1, 39	9, 14, 15, 7	6, 35, 4	-	8	Contrapeso	
	8	Volume (objeto imóvel)	-	2, 18, 37	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 35, 40	9, 14, 17, 15	-	35, 34, 38	9	Contra-ação prévia	
	9	Velocidade		13, 28, 15, 19	6, 18, 38, 40	35, 15, 28, 34	1, 18, 1, 18	28, 33, 26, 14	8, 3, 3, 19, 35, 5	-	10	Ação prévia	
	10	Força	13, 28, 15, 12		18, 21, 11	10, 35, 40, 34	35, 10, 21	35, 10, 14, 27	19, 2	-	11	Amortecimento prévio	
	11	Tensão, Pressão	6, 35, 36	36, 35, 21		35, 4, 15, 10	35, 33, 2, 40	9, 18, 3, 40	19, 3, 27	-	12	Equipotencialidade	
	12	Forma	35, 15, 34, 18	35, 10, 37, 40	34, 15, 10, 14		31, 1, 18, 4	30, 14, 10, 40	14, 26, 9, 25	-	13	Inversão	
	13	Estabilidade do objeto	33, 15, 28, 18	10, 35, 21, 16	2, 35, 40	22, 1, 18, 4		17, 9, 15	13, 27, 10, 35	39, 3, 35, 23	14	Esfericidade	
	14	Resistência	8, 13, 26, 14	10, 18, 3, 14	10, 3, 18, 40	10, 30, 35, 40	13, 17, 35		27, 3, 26	-	15	Dinamismo	
	15	Durabilidade (objeto móvel)	3, 35, 5	19, 2, 16	19, 3, 27	14, 26, 28, 25	13, 3, 35	27, 3, 10		-	16	Ação parcial ou excessiva	
	16	Durabilidade (objeto imóvel)	-	-	-	-	39, 3, 35, 23	-	-		17	Transição para uma nova dimensão	
	17	Temperatura	2, 28, 36, 30	35, 10, 3, 21	35, 39, 19, 2	14, 22, 19, 32	1, 35, 32	10, 30, 22, 40	19, 13, 39	19, 18, 36, 40	18	Vibrações mecânicas	
	18	Clareza	10, 13, 19	26, 19, 6	-	32, 30	32, 3, 20, 27	35, 19	2, 19, 6	-	19	Ação periódica	
	19	Energia dispensada (objeto móvel)	8, 15, 35	16, 26, 21	23, 14, 25	12, 2, 29	19, 13, 17, 24	5, 19, 9, 35	28, 35, 6, 18	-	20	Continuidade de uma ação útil	
	20	Energia dispensada (objeto imóvel)	-	36, 37	-	-	27, 4, 29, 18	35	-	-	21	Comida apressada	
	21	Potência	15, 35, 2	26, 2, 36, 35	22, 10, 35	29, 14, 2, 40	35, 32, 15, 31	26, 10, 28	19, 35, 10, 38	16	22	Conversão de prejuízo em proveito	
	22	Perda de energia	16, 35, 38	36, 38	-	-	14, 2, 39, 6	26	-	-	23	Reação	
	23	Perda de massa	10, 13, 28, 38	14, 15, 18, 40	3, 36, 37, 10	29, 35, 3, 5	2, 14, 30, 40	35, 28, 31, 40	28, 27, 3, 18	27, 16, 10, 38	24	Medição	
	24	Perda de informação	26, 32	-	-	-	-	-	10	10	25	Auto-serviço	
	25	Perda de tempo	-	10, 37, 36, 5	37, 36, 4	4, 10, 34, 17	35, 3, 22, 5	29, 3, 28, 18	20, 10, 28, 18	28, 20, 10, 16	26	Cópia	
	26	Quantidade de matéria	35, 29, 34, 26	35, 14, 3	10, 36, 14, 3	35, 14	15, 2, 17, 40	14, 35, 34, 10	3, 35, 10, 40	3, 35, 31	27	Objeto económico com vida curta (descartável)	
	27	Fiabilidade	21, 35, 11, 28	8, 28, 10, 3	10, 24, 35, 19	35, 1, 16, 11	-	11, 28	2, 35, 3, 25	34, 27, 6, 40	28	Substituição do sistema mecânico	
	28	Precisão de medição	28, 13, 32, 24	32, 2	6, 28, 32	6, 28, 32	32, 35, 13	28, 6, 32	28, 6, 32	10, 26, 24	29	Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos	
	29	Precisão de fabrico	10, 28, 32	28, 19, 34, 36	3, 35	32, 30, 40	30, 18	3, 27	3, 27, 40	-	30	Membranas flexíveis ou películas finas	
	30	Fatores prejudiciais que atuam sobre o objeto	21, 22, 35, 28	13, 35, 39, 18	22, 2, 37	22, 1, 3, 35	35, 24, 30, 18	18, 35, 37, 1	22, 15, 33, 28	17, 1, 40, 33	31	Utilização de materiais porosos	
	31	Efeitos colaterais prejudiciais	35, 28, 3, 23	35, 28, 1, 40	2, 33, 27, 18	35, 1	35, 40, 27, 39	15, 35, 22, 2	15, 22, 33, 31	21, 39, 16, 22	32	Mudança de cor	
	32	Manufaturabilidade	35, 13, 8, 1	35, 12	35, 19, 1, 37	1, 28, 13, 27	11, 13, 1	1, 3, 10, 32	27, 1, 4	35, 16	33	Homogeneidade	
	33	Conveniência de uso	18, 13, 34	28, 13, 35	2, 32, 12	15, 34, 29, 28	32, 35, 30	32, 40, 3, 28	29, 3, 8, 25	1, 16, 25	34	Rejeição e recuperação de componentes	
	34	Manutenção	34, 9	1, 11, 10	13	1, 13, 2, 4	2, 35	1, 11, 2, 9	11, 29, 28, 27	1	35	Transformação do estado físico ou químico	
	35	Adaptabilidade	35, 10, 14	15, 17, 20	35, 16	15, 37, 1, 8	35, 30, 14	35, 3, 32, 6	13, 1, 35	2, 16	36	Mudança de fase	
	36	Complexidade do dispositivo	34, 10, 28	26, 16	19, 1, 35	29, 13, 28, 15	2, 22, 17, 19	2, 13, 28	10, 4, 28, 15	-	37	Expansão térmica	
	37	Complexidade no controlo	3, 4, 16, 35	36, 28, 40, 19	35, 36, 37, 32	27, 13, 1, 39	11, 22, 39, 30	27, 3, 15, 28	19, 29, 25, 39	25, 34, 6, 35	38	Utilização de oxidantes fortes	
	38	Nível de automação	28, 10	2, 35	13, 35	15, 32, 1, 13	18, 1	25, 13	6, 9	-	39	Ambiente inerte	
	39	Produtividade	-	28, 15, 10, 36	10, 37, 14	14, 10, 34, 40	35, 3, 22, 39	29, 28, 10, 18	35, 10, 2, 18	22, 10, 16, 38	40	Materiais compósitos	

		Parâmetros de engenharia piorados								Princípios inventivos				
		17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	
Parâmetros de engenharia a ser melhorados	1	Peso (objeto móvel)	6, 29, 4, 38	19, 1, 32	35, 12, 34, 31	-	12, 36, 18, 31	6, 2, 34, 19	5, 35, 3, 31	10, 24, 35	1	Segmentação	2	Extração
	2	Peso (objeto imóvel)	28, 19, 32, 22	35, 19, 32	-	18, 19, 28, 1	15, 19, 18, 22	18, 19, 28, 15	5, 8, 13, 30	10, 15, 35	3	Qualidade local	4	Assimetria
	3	Comprimento (objeto móvel)	10, 15, 19	32	8, 35, 24	-	1, 35	7, 2, 35, 39	4, 29, 23, 10	1, 24	5	Combinação	6	Universidade
	4	Comprimento (objeto imóvel)	3, 35, 38, 18	3, 25	-	-	12, 8	6, 28	10, 28, 24, 35	24, 26	7	Nidificação	8	Contrapeso
	5	Área (objeto móvel)	2, 15, 16	15, 32, 19, 13	19, 32	-	19, 10, 32, 18	15, 17, 30, 26	10, 35, 2, 39	30, 26	9	Contra-ação prévia	10	Ação prévia
	6	Área (objeto imóvel)	35, 39, 38	-	-	-	17, 32	17, 7, 30	10, 14, 18, 39	30, 16	11	Amortecimento prévio	12	Equipotencialidade
	7	Volume (objeto móvel)	34, 39, 10, 18	10, 13, 2	35	-	35, 6, 3, 18	7, 15, 13, 16	36, 39, 34, 10	2, 22	13	Inversão	14	Estencidade
	8	Volume (objeto imóvel)	35, 6, 4	-	-	-	30, 6	-	10, 39, 35, 34	-	15	Dinamismo	16	Ação parcial ou excessiva
	9	Velocidade	28, 30, 36, 2	10, 13, 19	8, 15, 35, 38	-	19, 35, 38, 2	14, 20, 19, 35	10, 13, 28, 38	13, 26	17	Transição para uma nova dimensão	18	Vibrações mecânicas
	10	Força	35, 10, 21	-	19, 17, 36, 37	1, 16, 36, 37	19, 35, 18, 37	14, 15	8, 35, 40, 5	-	19	Ação periódica	20	Continuidade de uma ação útil
	11	Tensão, Pressão	35, 39, 19, 2	-	14, 24, 10, 37	-	10, 35, 14	2, 36, 25	10, 36, 37	-	21	Comida apressada	22	Conversão de prejuízo em proveito
	12	Forma	22, 14, 19, 32	13, 15, 32	2, 6, 34, 14	-	4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5	-	23	Reação	24	Medição
	13	Estabilidade do objeto	35, 1, 32	32, 3, 27, 15	13, 19	27, 4, 29, 18	32, 35, 27, 31	14, 2, 39, 6	2, 14, 30, 40	-	25	Auto-serviço	26	Cópia
	14	Resistência	30, 10, 40	35, 19	19, 35, 10	35	10, 26, 35, 28	35	35, 28, 31, 40	-	27	Objeto económico com vida curta (descartável)	28	Substituição do sistema mecânico
	15	Durabilidade (objeto móvel)	19, 35, 39	2, 19, 4, 35	28, 6, 35, 18	-	19, 10, 35, 38	-	28, 27, 3, 18	10	29	Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos	30	Membranas flexíveis ou películas finas
	16	Durabilidade (objeto imóvel)	19, 18, 36, 40	-	-	-	16	-	27, 16, 18, 38	10	31	Utilização de materiais porosos	32	Mudança de cor
	17	Temperatura		32, 30, 19, 15, 21, 16	3, 17	-	2, 14, 17, 25	21, 17, 35, 38	21, 36, 29, 31	-	33	Homogeneidade	34	Rejeição e recuperação de componentes
	18	Clareza	32, 35, 19		32, 1, 19	32, 35, 1, 15	32	19, 16, 1, 6	13, 1	1, 6	35	Mudança de fase	37	Expansão térmica
	19	Energia dispensada (objeto móvel)	19, 24, 3, 13	2, 15, 19		-	6, 19, 37, 18	12, 22, 15, 24	35, 24, 18, 5	-	38	Utilização de oxidantes fortes	39	Ambiente inerte
	20	Energia dispensada (objeto imóvel)	-	19, 2, 35, 32	-		-	-	28, 27, 18, 31	-	39	Materiais compostos		
	21	Potência	2, 14, 17, 25	16, 6, 19	16, 6, 19, 37	-		10, 35, 38	10, 19					
	22	Perda de energia	19, 38, 7	1, 13, 32, 15	-	-	3, 38		35, 27, 2, 37	19, 10				
	23	Perda de massa	21, 36, 39, 31	1, 6, 13	35, 18, 24, 5	28, 27, 12, 31	28, 27, 18, 38	35, 27, 2, 31		-				
	24	Perda de informação	-	19	-	-	10, 19	19, 10	-					
	25	Perda de tempo	35, 29, 21, 18	1, 19, 21, 17	35, 38, 19, 18	1	35, 20, 10, 6	10, 5, 18, 32	35, 18, 10, 39	24, 26, 28, 34				
	26	Quantidade de matéria	3, 17, 39	-	34, 29, 16, 18	3, 35, 31	35	7, 18, 25	6, 3, 24, 28, 10, 24	35				
	27	Fiabilidade	3, 35, 10	11, 32, 13	21, 11, 27, 19	36, 23	21, 11, 26, 31	10, 11, 35	10, 35, 29, 39	10, 28				
	28	Precisão de medição	6, 19, 28, 24	6, 1, 32	3, 6, 32	-	3, 6, 32	26, 32, 27	10, 16, 31, 28	-				
	29	Precisão de fabrico	19, 26	3, 32	32, 2	-	32, 2	13, 32, 2	35, 31, 10, 24	-				
	30	Fatores prejudiciais que atuam sobre o objeto	22, 33, 35, 2	1, 19, 32, 13	1, 24, 6, 27	10, 2, 22, 37	19, 22, 31, 2	21, 22, 35, 2	33, 22, 19, 40	22, 10, 2				
	31	Efeitos colaterais prejudiciais	22, 35, 2, 24	19, 24, 39, 32	2, 35, 6	19, 22, 18	2, 35, 18	21, 35, 22, 2	10, 1, 34	10, 21, 29				
	32	Manufaturabilidade	27, 26, 18	28, 24, 27, 1	28, 26, 27, 1	1, 4	27, 1, 12, 24	19, 35	15, 34, 33	32, 24, 18, 16				
	33	Conveniência de uso	26, 27, 13	13, 17, 1, 24	1, 13, 24	-	35, 34, 2, 10	2, 19, 13	28, 32, 2, 24	4, 10, 27, 22				
	34	Manutenção	4, 10	15, 1, 13	15, 1, 28, 16	-	15, 10, 32, 2	15, 1, 32, 19	2, 35, 24, 27	-				
	35	Adaptabilidade	27, 2, 3, 35	6, 22, 26, 1	19, 35, 29, 13	-	19, 1, 29	18, 15, 1	15, 10, 2, 13	-				
	36	Complexidade do dispositivo	2, 17, 13	24, 17, 13	27, 2, 29, 28	-	20, 19, 30, 34	10, 35, 13, 2	35, 10, 28, 29	-				
	37	Complexidade no controlo	3, 27, 35, 16	2, 24, 26	35, 38	19, 35, 16	19, 1, 16, 10	35, 3, 15, 19	1, 18, 10, 24	35, 33, 27, 22				
	38	Nível de automação	26, 2, 19	8, 32, 19	2, 32, 13	-	28, 2, 27	23, 28	35, 10, 18, 5	35, 33				
	39	Produtividade	35, 21, 28, 10	26, 17, 19, 1	35, 10, 38, 19	1	35, 20, 10	28, 10, 29, 35	28, 10, 35, 23					

		Parâmetros de engenharia piorados								Princípios inventivos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		25	26	27	28	29	30	31	32	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Parâmetros de engenharia a ser melhorados	1	Peso (objeto móvel)	10, 35, 20, 28	3, 26, 18, 31	3, 11, 1, 27	28, 27, 35, 26	28, 35, 26, 18	22, 21, 18, 27	22, 35, 31, 39	27, 28, 1, 36	2	Extração	2	Peso (objeto imóvel)	10, 20, 35, 26	19, 6, 18, 28	10, 28, 8, 3	18, 26, 28	10, 1, 35, 17	2, 19, 22, 37	35, 22, 1, 39	28, 1, 9	3	Qualidade local	3	Comprimento (objeto móvel)	15, 2, 29	29, 35	10, 14, 29, 40	28, 32, 4	10, 28, 29, 37	1, 15, 17, 24	17, 15	1, 29, 17	4	Assimetria	4	Comprimento (objeto imóvel)	30, 29, 14	-	15, 29, 28	32, 28, 3	2, 32, 10	1, 18	-	15, 17, 27	5	Combinação	5	Área (objeto móvel)	26, 4	29, 30, 6, 13	29, 9	26, 28, 32, 3	2, 32	22, 33, 28, 1	17, 2, 18, 39	13, 1, 26, 24	6	Universidade	6	Área (objeto imóvel)	10, 35, 4, 18	2, 18, 40, 4	32, 35, 40, 4	26, 28, 32, 3	2, 29, 18, 36	27, 2, 39, 35	22, 1, 40	40, 16	7	Nidificação	7	Volume (objeto móvel)	2, 6, 34, 10	29, 30, 7	14, 1, 40, 11	25, 26, 28	25, 28, 2, 16	22, 21, 27, 35	17, 2, 40, 1	29, 1, 40	8	Contrapeso	8	Volume (objeto imóvel)	35, 16, 32, 18	35, 3	2, 35, 16	-	35, 10, 25	34, 39, 19, 27	30, 18, 35, 4	35	9	Contra-ação prévia	9	Velocidade	-	10, 19, 29, 38	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	10, 28, 32, 25	1, 28, 35, 23	2, 24, 32, 21	35, 13, 8, 1	10	Ação prévia	10	Força	10, 37, 36	14, 29, 18, 36	3, 35, 13, 21	35, 10, 23, 24	28, 29, 37, 36	1, 35, 40, 18	13, 3, 36, 24	15, 37, 18, 1	11	Amortecimento prévio	11	Tensão, Pressão	37, 36, 4	10, 14, 36	10, 13, 19, 35	6, 28, 25	3, 35	22, 2, 37	2, 33, 27, 18	1, 35, 16	12	Equipotencialidade	12	Forma	14, 10, 34, 17	36, 22	10, 40, 16	28, 32, 1	32, 30, 40	22, 1, 2, 35	35, 1	1, 32, 17, 28	13	Inversão	13	Estabilidade do objeto	35, 27	15, 32, 35	-	13	18	35, 23, 18, 30	35, 40, 27, 39	35, 19	14	Esfericidade	14	Resistência	29, 3, 28, 10	29, 10, 27	11, 3	3, 27, 16	3, 27	18, 35, 37, 1	15, 35, 22, 2	11, 3, 10, 32	15	Dinamismo	15	Durabilidade (objeto móvel)	20, 10, 28, 18	3, 35, 10, 40	11, 2, 13	3	3, 27, 16, 40	22, 15, 33, 28	21, 39, 16, 22	27, 1, 4	16	Ação parcial ou excessiva	16	Durabilidade (objeto imóvel)	28, 20, 10, 16	3, 35, 31	34, 27, 6, 40	10, 26, 24	-	17, 1, 40, 33	22	35, 10	17	Transição para uma nova dimensão	17	Temperatura	35, 28, 21, 18	3, 17, 30, 39	19, 35, 3, 10	32, 19, 24	24	22, 33, 35, 2	22, 35, 2, 24	26, 27	18	Vibrações mecânicas	18	Clareza	19, 1, 26, 17	1, 19	-	11, 15, 32	3, 32	15, 19	35, 19, 32, 39	19, 35, 28, 26	19	Ação periódica	19	Energia dispensada (objeto móvel)	35, 38, 19, 18	34, 23, 16, 18	19, 21, 11, 27	3, 1, 32	-	1, 35, 6, 27	2, 35, 6	28, 26, 30	20	Continuidade de uma ação útil	20	Energia dispensada (objeto imóvel)	-	3, 35, 31	10, 36, 23	-	-	10, 2, 22, 37	19, 22, 18	1, 4	21	Comida apressada	21	Potência	35, 20, 10, 6	4, 34, 19	19, 24, 26, 31	32, 15, 2	32, 2	19, 22, 31, 2	2, 35, 18	26, 10, 34	22	Conversão de prejuízo em proveito	22	Perda de energia	10, 18, 32, 7	7, 18, 25	11, 10, 35	32	-	21, 22, 35, 2	21, 35, 2, 22	-	23	Reação	23	Perda de massa	15, 18, 35, 10	6, 3, 10, 24	10, 29, 39, 35	16, 34, 31, 28	35, 10, 24, 31	33, 22, 30, 10	10, 1, 34, 29	15, 34, 33	24	Medição	24	Perda de informação	24, 26, 28, 32	24, 28, 35	10, 28, 23	-	-	22, 10, 1	10, 21, 22	32	25	Auto-serviço	25	Perda de tempo	35, 38, 18, 16	10, 30, 18, 16	24, 34, 4	24, 34, 28, 32	24, 26, 28, 18	35, 18, 34	35, 22, 18, 39	35, 28, 34, 4	26	Cópia	26	Quantidade de matéria	35, 38, 18, 16	-	18, 2, 28, 40	3, 2, 8	33, 30	35, 33, 29, 31	3, 35, 40, 39	29, 1, 35, 27	27	Objeto econômico com vida curta (descartável)	27	Fiabilidade	10, 30, 4	21, 28, 40, 3	-	32, 3, 11, 23	1, 32	27, 35, 2, 40	35, 2, 40, 26	-	28	Substituição do sistema mecânico	28	Precisão de medição	24, 34, 28, 32	2, 6, 32	5, 11, 1, 23	-	-	28, 24, 22, 26	3, 33, 39, 10	6, 35, 25, 18	29	Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos	29	Precisão de fabrico	32, 26, 28, 18	32, 30	11, 32, 1	-	-	26, 28, 10, 36	4, 17, 34, 26	-	30	Membranas flexíveis ou películas finas	30	Fatores prejudiciais que atuam sobre o objeto	35, 18, 34	35, 33, 29, 31	27, 24, 2, 40	28, 33, 23, 26	26, 28, 10, 18	-	-	24, 35, 2	31	Utilização de materiais porosos	31	Efeitos colaterais prejudiciais	1, 22	3, 24, 39, 1	24, 2, 40, 39	3, 33, 26	4, 17, 34, 26	-	-	-	32	Mudança de cor	32	Manufaturabilidade	35, 28, 34, 4	35, 23, 1, 24	-	1, 35, 12, 18	-	24, 2	-	-	33	Homogeneidade	33	Conveniência de uso	4, 28, 10, 34	12, 35, 8, 40	17, 27, 8, 40	25, 13, 2, 34	1, 32, 35, 23	2, 25, 28, 39	-	2, 5, 12	34	Rejeição e recuperação de componentes	34	Manutenção	32, 1, 10, 25	2, 28, 10, 25	11, 10, 1, 16	10, 2, 13	25, 10	35, 10, 2, 16	-	1, 35, 11, 10	35	Transformação do estado físico ou químico	35	Adaptabilidade	35, 28	3, 35, 15	35, 13, 8, 24	35, 5, 1, 10	-	35, 11, 32, 31	-	1, 13, 31	36	Mudança de fase	36	Complexidade do dispositivo	6, 29	13, 3, 27, 10	13, 35, 1, 10	2, 26, 30, 34	26, 24, 32	22, 19, 29, 40	19, 1	27, 26, 1, 13	37	Expansão térmica	37	Complexidade no controlo	18, 28, 32, 9	3, 27, 29, 18	27, 40, 28, 8	26, 24, 32, 28	-	22, 19, 29, 28	2, 21	5, 28, 11, 29	38	Utilização de oxidantes fortes	38	Nível de automação	24, 28, 35, 30	35, 13	11, 27, 32	28, 26, 10, 34	28, 26, 18, 23	2, 33	2	1, 26, 13	39	Ambiente inerte	39	Produtividade	-	35, 38	1, 35, 10, 38	1, 10, 34, 28	18, 10, 32, 1	22, 35, 13, 24	35, 22, 18, 39	35, 28, 2, 24	40	Materiais compostos	40

		Parâmetros de engenharia piorados							Princípios inventivos		
		33	34	35	36	37	38	39			
Parâmetros de engenharia a ser melhorados	1	Peso (objeto móvel)	35, 3, 2, 24	2, 27, 28, 11	29, 5, 15, 8	26, 30, 36, 34	28, 29, 26, 32	26, 35, 18, 19	35, 3, 24, 37	1	Segmentação
	2	Peso (objeto imóvel)	6, 13, 1, 32	2, 27, 28, 11	19, 15, 29	1, 10, 26, 39	25, 28, 17, 15	2, 26, 35	1, 28, 15, 35	2	Extração
	3	Comprimento (objeto móvel)	15, 29, 35, 4, 7	1, 28, 10	14, 15, 1, 16	1, 19, 26, 24	35, 1, 26, 24	17, 24, 26, 16	14, 4, 28, 29	3	Qualidade local
	4	Comprimento (objeto imóvel)	2, 25	3	1, 35	1, 26	26	-	30, 14, 7, 26	4	Assimetria
	5	Área (objeto móvel)	15, 17, 13, 16	15, 13, 10, 1	15, 30	14, 1, 13	2, 36, 26, 18	14, 10, 28, 23	10, 26, 24, 32	5	Combinação
	6	Área (objeto imóvel)	16, 4	16	15, 16	1, 18, 36	2, 35, 30, 18	23	10, 15, 17, 7	6	Universidade
	7	Volume (objeto móvel)	15, 13, 30, 12	10	15, 29	26, 1	29, 26, 4	35, 34, 16, 24	10, 6, 2, 34	7	Nidificação
	8	Volume (objeto imóvel)	-	1	-	1, 31	2, 17, 26	-	35, 37, 10, 2	8	Contrapeso
	9	Velocidade	32, 28, 13, 10	34, 2, 28, 27	15, 10, 26	10, 28, 4, 34	3, 34, 27, 16	10, 18	-	9	Contra-ação prévia
	10	Força	1, 28, 3, 25	15, 1, 11	15, 17, 18, 20	26, 35, 10, 18	36, 37, 10, 19	2, 35	3, 28, 35, 37	10	Ação prévia
	11	Tensão, Pressão	11	2	35	19, 1, 35	2, 36, 37	35, 24	10, 14, 35, 37	11	Amortecimento prévio
	12	Forma	32, 15, 26	2, 13, 1	1, 15, 29	16, 29, 1, 28	15, 13, 39	15, 1, 32	17, 26, 34, 10	12	Equipotencialidade
	13	Estabilidade do objeto	32, 35, 30	2, 35, 10, 16	35, 30, 34, 2	2, 35, 22, 26	35, 22, 39, 23	1, 8, 35	23, 35, 40, 3	13	Inversão
	14	Resistência	32, 40, 28, 2	27, 11, 3	15, 3, 32	2, 13, 25, 28	23, 3, 15, 40	15	29, 35, 10, 14	14	Estericidade
	15	Durabilidade (objeto móvel)	2, 27	29, 10, 27	1, 35, 13	10, 4, 29, 15	11, 29, 39, 35	6, 10	35, 17, 14, 19	15	Dinamismo
	16	Durabilidade (objeto imóvel)	1	1	2	-	25, 34, 6, 35	1	20, 10, 16, 38	16	Ação parcial ou excessiva
	17	Temperatura	26, 27	4, 10, 16	8, 18, 27	2, 17, 16	3, 27, 35, 31	26, 2, 19, 16	15, 28, 35	17	Transição para uma nova dimensão
	18	Clareza	28, 26, 19	15, 17, 13, 16	15, 1, 19	6, 32, 13	32, 15	2, 26, 10	2, 25, 16	18	Vibrações mecânicas
	19	Energia dispensada (objeto móvel)	19, 35	1, 15, 17, 28	15, 17, 13, 16	2, 29, 27, 28	35, 38	32, 2	12, 28, 35	19	Ação periódica
	20	Energia dispensada (objeto imóvel)	-	-	-	-	19, 35, 16, 25	-	1, 6	20	Continuidade de uma ação útil
	21	Potência	26, 35, 10	35, 2, 10, 34	19, 17, 34	20, 19, 30, 34	19, 35, 16	28, 2, 17	28, 35, 34	21	Comida apressada
	22	Perda de energia	35, 32, 1	2, 19	-	7, 23	35, 3, 15, 23	2	28, 10, 29, 35	22	Conversão de prejuízo em proveito
	23	Perda de massa	32, 28, 2, 24	2, 35, 34, 27	15, 10, 2	35, 10, 28, 24	35, 18, 10, 13	35, 10, 18	28, 35, 10, 23	23	Reação
	24	Perda de informação	27, 22	-	-	-	35, 33	33	13, 23, 15	24	Medição
	25	Perda de tempo	4, 28, 10, 34	32, 1, 10	35, 28	6, 29	18, 28, 32, 10	24, 28, 35, 30	-	25	Auto-serviço
	26	Quantidade de matéria	35, 29, 25, 10	2, 32, 10, 25	15, 3, 29	3, 13, 27, 10	3, 27, 29, 18	8, 35	13, 29, 3, 27	26	Cópia
	27	Fiabilidade	27, 17, 40	1, 11	13, 35, 8, 24	13, 35, 1	27, 40, 28	11, 13, 27	1, 35, 29, 38	27	Objeto econômico com vida curta (descartável)
	28	Precisão de medição	1, 13, 17, 34	1, 32, 13, 11	13, 35, 2	27, 35, 10, 34	26, 24, 32, 28	28, 2, 10, 34	10, 34, 28, 32	28	Substituição do sistema mecânico
	29	Precisão de fabrico	1, 32, 35, 23	25, 10	-	26, 2, 18	-	26, 28, 18, 23	10, 18, 32, 39	29	Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos
	30	Fatores prejudiciais que atuam sobre o objeto	2, 25, 28, 39	35, 10, 2	35, 11, 22, 31	22, 19, 29, 10	22, 19, 29, 40	33, 3, 34	22, 35, 13, 24	30	Membranas flexíveis ou películas finas
	31	Efeitos colaterais prejudiciais	-	-	-	19, 1, 31	2, 21, 27, 1	2	22, 35, 18, 39	31	Utilização de materiais porosos
	32	Manufaturabilidade	2, 5, 13, 16	35, 1, 25, 11, 9	2, 13, 15	27, 26, 1	6, 28, 11, 1	8, 28, 1	35, 1, 10, 28	32	Mudança de cor
	33	Conveniência de uso	12, 26, 1, 32	1, 32	1, 16	12, 17	-	1, 34, 12, 3	15, 1, 28	33	Homogeneidade
	34	Manutenção	1, 12, 26, 15	7, 1, 4, 16	35, 1, 25, 13, 11	-	34, 35, 7, 13	-	1, 32, 10	34	Rejeição e recuperação de componentes
	35	Adaptabilidade	15, 34, 1, 16, 7	1, 16, 7, 4	-	15, 29, 35, 28	1	27, 34, 35	35, 28, 6, 37	35	Transformação do estado físico ou químico
	36	Complexidade do dispositivo	27, 9, 26, 24	1, 13	29, 15, 28, 37	-	15, 10, 37, 28	15, 1, 24	12, 17, 28	36	Mudança de fase
	37	Complexidade no controlo	2, 5	12, 26	1, 15	15, 10, 37, 28	-	34, 21	35, 18	37	Expansão térmica
	38	Nível de automação	1, 12, 34, 3	1, 35, 13	27, 4, 1, 35	15, 24, 10	34, 27, 25	-	5, 12, 35, 26	38	Utilização de oxidantes fortes
	39	Produtividade	1, 28, 7, 19	1, 32, 10, 25	1, 35, 28, 37	12, 17, 28, 24	35, 18, 27, 2	5, 12, 35, 26	-	39	Ambiente inerte
									40	Materiais compósitos	

---

## **Anexo B) Parâmetros de Engenharia e Princípios de Inventivos (adaptado de Fernandes, 2013)**

### ➤ **Parâmetros de engenharia**

#### **1. Peso do objeto em movimento**

Massa do objeto em movimento num campo gravitacional.

#### **2. Peso do objeto parado**

Massa do objeto imóvel num campo gravitacional.

#### **3. Comprimento do objeto em movimento**

Dimensão linear do objeto.

#### **4. Comprimento do objeto parado**

Dimensão linear do objeto.

#### **5. Área do objeto em movimento**

Característica geométrica para descrever uma quantidade de espaço bidimensional, interna ou externa do objeto em movimento.

#### **6. Área do objeto parado**

Característica geométrica para descrever uma quantidade de espaço bidimensional, interna ou externa do objeto imóvel.

#### **7. Volume do objeto em movimento**

Quantidade de espaço tridimensional ocupado por um objeto.

#### **8. Volume do objeto parado**

Quantidade de espaço tridimensional ocupado por um objeto.

#### **9. Velocidade**

Distância percorrida por um objeto num determinado intervalo de tempo ou uma taxa em relação a um processo ou ação.

#### **10. Força**

Medida de interação que tenha como intenção modificar a condição de um objeto.

#### **11. Tensão ou pressão**

Força exercida por unidade de área.

#### **12. Forma**

Contorno externo de um componente ou sistema.

**13. Estabilidade da composição**

Integridade do sistema, e o relacionamento dos seus elementos incluindo também nesta categoria a decomposição química, o desgaste, a dissociação e o aumento de entropia.

**14. Resistência**

Capacidade de um objeto se opor à aplicação de uma força.

**15. Duração da ação do objeto em movimento**

Intervalo de tempo em que o objeto pode executar uma ação, vida útil ou durabilidade.

**16. Duração da ação do objeto parado**

Intervalo de tempo em que o objeto pode executar uma ação, vida útil ou durabilidade.

**17. Temperatura**

Condição térmica de um objeto ou sistema.

**18. Brilho**

Fluxo de luz por unidade de área, incluindo também características óticas como a cor, brilho, qualidade da luz, etc.

**19. Energia gasta pelo objeto em movimento**

Medida da capacidade de um objeto efetuar uma ação.

**20. Energia gasta pelo objeto parado**

Medida da capacidade de um objeto efetuar uma ação.

**21. Potência**

Taxa na qual a ação é executada ou taxa de uso da energia.

**22. Perda de energia**

Ineficiência, energia gasta que não contribui para a execução da tarefa.

**23. Perda de substância**

Perda de massa de componentes do sistema, total ou parcial, permanente ou temporário.

**24. Perda de informação**

Perda de dados ou acesso a eles, de ou para um sistema, que pode ser parcial ou total, permanente ou temporário. Nessa informação podem estar incluídos dados visuais, auditivos, táteis, olfativos ou gustativos.

**25. Perda de tempo**

Ineficiência do uso do tempo disponível.

**26. Quantidade de substância**

Número ou quantidade de materiais, substâncias, peças ou subsistemas que podem ser alterados.

**27. Confiabilidade**

Capacidade de um sistema ou componente cumprir as tarefas pretendidas em determinadas condições.

**28. Precisão de medição**

Proximidade entre o valor medido e o valor real.

**29. Precisão de fabricação**

Proximidade entre as características reais de um sistema ou objeto e as características especificadas ou requeridas.

**30. Fatores externos indesejados atuando no objeto**

Suscetibilidade de um sistema aos efeitos prejudiciais externos.

**31. Fatores indesejados causados pelo objeto**

Redução da eficiência ou da qualidade devido ao objeto como parte integrante da operação.

**32. Manufaturabilidade**

Facilidade de fabricação, manufatura, montagem e inspeção.

**33. Conveniência de uso**

Simplicidade do processo.

**34. Manutenibilidade**

Conveniência, conforto, simplicidade e tempo para reparar falhas ou defeitos de um sistema.

**35. Adaptabilidade**

Capacidade de um sistema responder positivamente a alterações externas, inclusive o seu uso em múltiplas formas e sob diferentes condições.

**36. Complexidade do objeto**

Número e diversidade de elementos e relacionamento entre si dentro do sistema.

**37. Complexidade de controlo**

O controlo de sistemas é complexo, custoso, requer muito tempo e mão de obra.

**38. Nível de automação**

Capacidade de um sistema ou objeto executar tarefas sem a intervenção humana.

**39. Capacidade ou produtividade**

Número de funções ou operações realizadas por um sistema por unidade de tempo. Tempo por unidade de função ou operação. Saída por unidade

**➤ Princípios inventivos****1. Segmentação**

- Dividir um objeto em partes independentes;
- Fazer um objeto em secções;
- Aumentar o grau de segmentação de um objeto.

**2. Extração**

- Extrair (remover ou separar) uma parte "perturbadora" ou propriedade de um objeto;
- Extrair apenas a parte necessária ou propriedade.

**3. Qualidade local**

- Transição de uma estrutura homogénea de um objeto ou ambiente exterior/ação para uma estrutura heterogénea;
- Ter diferentes partes do objeto a realizar diferentes funções;
- Colocar cada parte do objeto sob condições mais favoráveis para a sua operação.

**4. Assimetria**

- Substituir uma forma simétrica com uma que é assimétrica;
- Se um objeto já é assimétrico, aumentar o grau de assimetria.

**5. Combinação**

- Consolidar ou combinar em espaços objetos homogéneos ou objetos projetados para operação contínua;
- Consolidar ou combinar no tempo operações homogéneas ou contínuas;

**6. Universalização**

- Ter o objeto a executar várias funções, eliminando assim a necessidade de qualquer outro objeto ou objetos.

**7. Nidificação**

- Conter o objeto dentro de outro que, por sua vez, é colocado dentro de um terceiro objeto;
- Passar um objeto através de uma cavidade de um outro objeto.

### **8. Contrapeso**

- Compensar o peso do objeto, unindo-o com outro objeto que tem uma força de elevação;
- Compensar o peso de um objeto por interação com um ambiente proporcionando forças aerodinâmicas ou hidrodinâmicas.

### **9. Contra-acção prévia**

- Realizar uma neutralização com antecedência;
- Se o objeto está (ou estará) sob tensão, fornecer anti tensão antecipadamente.

### **10. Ação prévia**

- Realizar toda ou parte da ação requerida com antecedência;
- Organizar os objetos para que eles possam entrar em ação numa questão pontual e de uma posição conveniente.

### **11. Amortecimento prévio**

- Compensar a fiabilidade relativamente baixa de um objeto por contra medidas tomadas com antecedência.

### **12. Equipotencialidade**

- Alterar as condições de trabalho de modo a que um objeto não precise de ser levantado ou baixado.

### **13. Inversão**

- Em vez de uma ação ditada pelas especificações do problema, implementar uma ação oposta;
- Fazer uma parte do objeto móvel ou do ambiente externo imóvel e da parte não móvel, móvel;
- Virar o objeto de cabeça para baixo.

### **14. Esfericidade**

- Substituir peças lineares ou superfícies planas por curvas; substituir as formas cúbicas por formas esféricas;
- Usar rolos, bolas ou espirais;
- Substituir um movimento linear por um movimento de rotação; utilizar uma força centrífuga.

### **15. Dinamismo**

- Fazer um objeto ou seu ambiente ajustar-se automaticamente para um ótimo desempenho em cada fase da operação;
- Dividir um objeto em elementos que podem mudar de posição em relação de um ao outro;
- Se um objeto é imóvel, torná-lo móvel ou permutável.

**16. Ação parcial ou excessiva**

- Se é difícil a obtenção de 100% de um efeito desejado, alcançar um pouco mais ou menos do que este, a fim de simplificar o problema.

**17. Transição para nova dimensão**

- Remover os problemas com a movimentação de um objeto numa linha através da incorporação de duas dimensões no movimento (ou seja, ao longo de um plano);
- Usar um conjunto de multicamadas de objetos em vez de uma única camada;
- Incliná-lo ou virá-lo de lado.

**18. Vibrações mecânicas**

Pôr um objeto em oscilação;

- Se existe oscilação, aumentar a sua frequência, mesmo tão longe quanto os ultrassons;
- Utilizar a frequência de ressonância do objeto;
- Em vez de vibrações mecânicas, utilizar piezovibradores;
- Usar vibrações ultrassônicas, em conjunto com um campo eletromagnético.

**19. Ação periódica**

- Substituir uma ação contínua por uma (pulsada) periódica;
- Se uma ação já é periódica, alterar a frequência;
- Usar pulsos entre impulsos para fornecer ações adicionais.

**20. Continuidade de uma ação útil**

- Executar uma ação contínua (isto é, sem pausas), onde todas as partes de um objeto operam em plena capacidade;
- Remover movimentos ociosos e intermediários.

**21. Corrida apressada**

- Executar operações nocivas ou perigosas a uma velocidade muito elevada.

**22. Conversão do prejuízo em proveito**

- Utilizam fatores prejudiciais ou efeitos ambientais para se obter um efeito positivo;
- Remover um fator prejudicial, combinando-a com um outro fator prejudicial;
- Aumentar a quantidade de ação prejudicial até que deixe de ser prejudicial.

**23. Reação**

- Introdução da retroação;
- Se a retroação já existe, invertê-la.

**24. Mediação**

- Usar um objeto intermediário para transferir ou executar uma ação;

- Conectar temporariamente um objeto num outro que seja fácil de remover.

#### **25. Autosserviço**

- Fazer o objeto servir-se a ele mesmo e a realizar operações complementares e reparação;
- Fazer uso de material desperdiçado e de energia.

#### **26. Cópia**

- Usar uma cópia simples e barata, em vez de um objeto que é complexo, caro, frágil ou inconveniente para operar;
- Substituir um objeto pela sua cópia ótica ou imagem. Uma escala pode ser usada para reduzir ou aumentar a imagem;
- Se são utilizadas cópias óticas, substituí-las por cópias infravermelhas ou ultravioletas.

#### **27. Objeto económico com vida curta (descartável)**

- Substituir um objeto caro por uma coleção mais barata, renunciando propriedades (por exemplo, a longevidade).

#### **28. Substituição de sistema mecânico**

- Substituir um sistema mecânico por um dispositivo ótico, acústico ou sistema olfativo (odor);
- Utilizar um campo elétrico, magnético ou eletromagnético para a interação com o objeto;
- Substituir os campos:
  - Campos estacionárias por campos que se deslocam;
  - Campos fixos por aqueles que mudam com o tempo;
  - Campos aleatórios por campos estruturados;
- Usar um campo em conjugação com partículas ferromagnéticas.

#### **29. Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos**

- Substituir peças sólidas de um objeto por gás ou líquido. Estas peças podem usar ar ou água para a insuflação, ou usar almofadas de ar ou hidrostáticas.

#### **30. Membranas flexíveis ou películas finas**

- Substituir construções tradicionais pelos feitos de "conchas" flexíveis ou filmes finos;
- Isolar um objeto do seu ambiente usando "conchas" flexíveis ou filmes finos.

#### **31. Uso de materiais porosos**

- Fazer um objeto poroso ou adicionar elementos porosos (inserções, capas, etc.);
- Se um objeto já é poroso, preencher os poros com antecedência com alguma substância.

#### **32. Mudança de cor**

- Mudar a cor de um objeto ou os seus arredores;
- Alterar o grau de translucidez de um objeto ou de um processo que é difícil de ver;
- O uso de aditivos coloridos para observar um objeto ou um processo que é difícil de ver;

- Se tais aditivos já são utilizados, usar vestígios luminescentes ou elementos traçadores.

### **33. Homogeneidade**

- Fazer os objetos interagir com um objeto primário do mesmo material, que é próximo dele no comportamento.

### **34. Rejeição e recuperação de componentes**

- Depois de ter concluído a sua função ou de se ter tornado inútil, rejeitar ou modificar (por exemplo, descartar, dissolver, evaporar) um elemento de um objeto;
- Restaurar imediatamente qualquer parte de um objeto que está esgotado ou exaurido.

### **35. Transformação do estado físico ou químico**

- Mudar o estado de agregação de um objeto, distribuição da densidade, do grau de flexibilidade, ou temperatura.

### **36. Mudança de fase**

- Implementar um efeito desenvolvido durante a fase de transição de uma substância, por exemplo, a libertação ou a absorção de calor que acompanha uma mudança no volume.

### **37. Expansão térmica**

- Usar um material que se expande ou se contraia com o calor;
- Usar vários materiais com diferentes coeficientes de expansão térmica.

### **38. Utilização de oxidantes fortes**

- Substituir o ar normal com ar enriquecido;
- Substituir o ar enriquecido com oxigénio;
- Tratar um objeto em ar ou em oxigénio com radiação ionizante;
- Usar o oxigénio ionizado.

### **39. Ambiente inerte**

- Substituir o ambiente normal por um inerte;
- Realizar o processo em vácuo.

### **40. Materiais compósitos**

- Substituir um material homogéneo por um compósito.

## Anexo C) Classes da Análise Substância-Campo (Molina, 2013)

<b>Classe 1. Construir e destruir modelos Substância-Campo</b>	
<b>1.1 Construção de modelos Substância-Campo</b>	
<b>1.1.1 Construção de um modelo Substância-Campo</b>	Se um determinado objeto não é recetivo (ou pouco recetivo) para mudanças necessárias, e a descrição do problema não inclui quaisquer restrições para a introdução de substâncias ou campos, o problema pode ser resolvido através do preenchimento do modelo Substância-Campo para introduzir os elementos em falta.
<b>1.1.2 Modelo interno Substância-Campo complexo</b>	Se um determinado objeto não é recetivo (ou pouco recetivo) para as mudanças necessárias, e a descrição do problema não inclui quaisquer restrições à introdução de substâncias e de campos, o problema pode ser resolvido pela transição permanente ou temporária para o modelo interno complexo Substância-Campo, ou seja, introduzindo aditivos em S1 ou S2 para aumentar a controlabilidade, ou conferir as propriedades pretendidas para o modelo de Substância-Campo.
<b>1.1.3 Modelo complexo externo Substância-Campo</b>	Se um determinado objeto não é recetivo (ou pouco recetivo) para as mudanças necessárias, e a descrição do problema inclui restrições à introdução de aditivos em substâncias existentes S1 e S2, o problema pode ser resolvido pela transição permanente ou temporária para o modelo externo Substância-Campo complexo, anexando S1 ou S2 à substância um externo S3, com a finalidade de aumentar a controlabilidade ou transmitir propriedades requeridas para o modelo de Substância-Campo.
<b>1.1.4 Modelo substância-campo externo com o meio ambiente</b>	Se um determinado modelo Substância-Campo não é recetivo (ou pouco recetivo) para as mudanças necessárias, e a descrição do problema inclui restrições à introdução de aditivos, tanto nele como anexando substâncias a ele, o problema pode ser resolvido com a construção de um modelo Substância-Campo, utilizando o ambiente como um aditivo.
<b>1.1.5 Modelo substância- campo com o ambiente e aditivos</b>	Se o ambiente não contém as substâncias necessárias para criar um modelo de Substância-Campo de acordo com a solução padrão 1.1.4, estas substâncias podem-se obter mediante a substituição do meio ambiente, a sua decomposição, ou a introdução de aditivos nele.

<b>1.1.6 Modo mínimo</b>	Se o modo mínimo (isto é, medido, ótimo) de ação é necessário e é difícil ou impossível de fornecê-lo, aplica-se o modo máximo, e em seguida, é recomendado eliminar o excedente. O campo excedente pode ser eliminado por uma substância e a substância excedente pode ser eliminada por um campo.
<b>1.1.7 Modo máximo</b>	Se o modo máximo de uma ação de uma substância é necessário e é proibido por várias razões, a ação máxima deve ser mantida, mas dirigida sobre uma outra substância ligada ao primeiro.
<b>1.1.8 Modo seletivo máximo</b>	<p>Se um modo seletivo máximo é necessário (isto é, o modo máxima em zonas selecionadas e modo mínimo em outras zonas), o campo deve ser:</p> <p>-máximo: neste caso, uma substância protetora deve ser introduzido em todos os lugares onde a influência mínima é necessária.</p> <p>-mínimo: neste caso, uma substância capaz de gerar um campo local deveria ser introduzida em todos os lugares onde a influência máxima é necessária.</p>
<b>1.2 Destruir modelos Substância-Campo</b>	
<b>1.2.1 Eliminando a interação prejudicial ao introduzir S3</b>	Se existirem ações tanto úteis como prejudiciais entre duas substâncias no modelo de Substância-Campo, não é necessário que estas substâncias sejam estreitamente adjacentes uma à outra, o problema pode ser resolvido mediante a introdução de uma terceira substância entre estas duas substâncias, que não tem custo (ou aproximadamente).
<b>1.2.2 Eliminando a interação prejudicial através da introdução de S1modificado e/ou S2</b>	Se existirem ações tanto úteis como prejudiciais entre duas substâncias no modelo de Substância-Campo, estas substâncias não têm de ser imediatamente adjacentes uma à outra, no entanto, a descrição do problema inclui restrições sobre a introdução de substâncias estranhas, o problema pode ser resolvido introduzindo, entre estas duas substâncias, uma terceira substância, que é uma modificação das substâncias existentes.
<b>1.2.3 "Retirar" uma ação prejudicial</b>	Se for necessário para eliminar a ação prejudicial de um campo de uma substância, o problema pode ser resolvido mediante a introdução de uma segunda substância que "retira" a ação prejudicial.
<b>1.2.4 Neutralizar uma ação prejudicial com F2</b>	Se existirem ações tanto úteis como prejudiciais entre duas substâncias no modelo de Substância-Campo e estas substâncias, ao contrário das soluções padrão 1.2.1 e 1.2.2, devem ser imediatamente adjacentes uma à outra, o problema pode ser resolvido através da criação de um modelo duplo de Substância-Campo, em que a ação útil é executada pelo campo F1 e o segundo campo F2, neutraliza a ação prejudicial ou transforma a ação prejudicial numa ação útil.

<b>Classe 2. Melhorando os modelos Substância-Campo</b>	
<b>2.1 Transição para modelos Substância-Campo complexos</b>	
<b>2.1.1 Modelo de cadeia de Substância-Campo</b>	<p>Se é necessário para melhorar um modelo de Substância-Campo, o problema pode ser resolvido mediante a transformação de um elemento do modelo em uma forma independente-controlada do modelo Substância-Campo completo e criar um modelo de cadeia.</p> <p>S3 ou S4, por sua vez podem ser transformados em um modelo de Substância-Campo completo.</p>
<b>2.1.2 Modelo Substância-Campo duplo</b>	<p>Se é necessário para melhorar um modelo Substância-Campo de difícil controle e a substituição de elementos é proibida, o problema pode ser resolvido através da construção de um modelo duplo através da aplicação de um segundo campo facilmente controlado.</p>
<b>2.2 Impondo modelos Substância-Campo</b>	
<b>2.2.1 Aplicação de campos mais controláveis</b>	<p>Um modelo de Substância-Campo pode ser reforçado através da substituição de um campo incontrolável ou de difícil controle por um que é facilmente controlado.</p>
<b>2.2.2 Fragmentação de S2</b>	<p>Um modelo de Substância-Campo pode ser melhorado através do aumento do grau de fragmentação da substância utilizada como uma ferramenta.</p>
<b>2.2.3 Aplicação de substâncias capilares e porosas</b>	<p>Um caso especial de fragmentação da substância é a transição de uma substância sólida para uma capilar ou porosa. Esta transição prossegue de acordo com a seguinte linha:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Substância sólida;</li> <li>- Substância sólida com uma cavidade;</li> <li>- Substância sólida com várias cavidades;</li> <li>- Substância capilar ou porosa;</li> <li>- Substância capilar ou porosa com poros de estrutura e dimensões especiais;</li> </ul> <p>À medida que a substância desenvolve de acordo com esta linha, a possibilidade de colocar um líquido nas cavidades ou poros cresce, bem como a aplicação de alguns dos fenômenos naturais.</p>
<b>2.2.4 Dinamização</b>	<p>Um modelo de Substância-Campo pode ser reforçado para aumentar o seu nível de dinamismo, isto é, fazendo a estrutura do sistema mais flexível e fácil de mudar.</p>

<p><b>2.2.5 Campos estruturantes</b></p>	<p>Um modelo Substância-Campo pode ser reforçado através da substituição de áreas homogêneas ou campos não estruturados tanto por campos heterogêneos como por campos de estrutura espacial permanente ou variável.</p> <p>Em particular, se é necessário para conferir uma estrutura especial espacial a uma substância, que é (ou pode ser) incorporada no modelo Substância-Campo, o processo de estruturação deve ser realizada em um campo tendo uma estrutura que corresponde à estrutura necessária da substância.</p>
<p><b>2.2.6 Substâncias estruturantes</b></p>	<p>Um modelo Substância-Campo pode ser melhorado, substituindo substâncias homogêneas ou não estruturadas tanto por substâncias heterogêneas como por substâncias com estrutura espacial permanente ou variável.</p> <p>Em particular, se for necessário para obter aquecimento intensivo em locais definidos, pontos ou linhas do sistema, recomenda-se que uma substância exotérmica seja introduzida antes do tempo.</p>
<p><b>2.3 Aplicação por ritmos correspondentes</b></p>	
<p><b>2.3.1 Correspondendo os ritmos do F e S1 ou S2</b></p>	<p>A ação de um campo em um modelo Substância-Campo deve ser correspondida (ou intencionalmente mal correspondido) entre a frequência e a frequência natural do produto ou ferramenta.</p>
<p><b>2.3.2 Correspondendo os ritmos de F1 e F2</b></p>	<p>As frequências de campos aplicados em modelos Substância-Campo complexos devem ser compatíveis ou intencionalmente incompatíveis.</p>
<p><b>2.3.3 Correspondendo ações incompatíveis ou previamente independentes</b></p>	<p>Se duas ações são incompatíveis, uma delas deve ser realizada durante as pausas da outra. Em geral, as pausas numa ação devem ser preenchidas por outra ação útil.</p>
<p><b>2.4 Modelos de campo ferromagnético (modelos Substância-Campo complexos forçados)</b></p>	
<p><b>2.4.1 Modelos pré-ferro-campo</b></p>	<p>Um modelo de Substância-Campo pode ser reforçado pela utilização de substâncias ferromagnéticas, juntamente com um campo magnético.</p>

<b>2.4.2 Modelos ferro-campo</b>	Para melhorar a controlabilidade do sistema, é sugerido que um modelo Substância-Campo ou pré-ferro-campo seja substituído por um modelo de ferro-campo. Para fazer isto, as partículas ferromagnéticas devem ser substituídas por (ou adicionados a) uma substância, e um campo magnético ou eletromagnético aplicado. Fichas, grânulos, grãos, etc., podem também ser consideradas como partículas ferromagnéticas. A eficiência de controlo aumenta com a maior fragmentação das partículas ferromagnéticas. Assim, modelos ferro-campo evoluem de acordo com a seguinte linha: granulado – pó - partículas ferromagnéticas finamente moídas. A eficiência de controlo também aumenta ao longo da linha em relação a essa na qual a substância da partícula de ferro está incluída: substância sólida - grânulos - pó - líquido.
<b>2.4.3 Líquidos magnéticos</b>	Modelos ferro-campo podem ser melhorados através da utilização de líquidos magnéticos. Um líquido magnético é uma solução coloidal de partículas ferromagnéticas em um líquido, tal como o querosene, o silicone, a água, etc. A solução padrão 2.4.3 pode ser considerada o último caso da evolução de acordo com a solução padrão 2.4.2.
<b>2.4.4 Aplicando estruturas capilares em modelos ferro-campo</b>	Modelos ferro-campo podem ser melhorados utilizando as estruturas capilares ou porosas inerentes em muitos destes modelos.
<b>2.4.5 Modelos de ferro-campo complexos</b>	Se a controlabilidade do sistema pode ser melhorada através de uma transição para um modelo de ferro-campo, e é proibida a substituição de uma substância por partículas ferromagnéticas, a transferência pode ser realizada através da criação de um modelo interno ou externo de um ferro-campo complexo através da introdução de aditivos numa das substâncias.
<b>2.4.6 Modelos ferro-campo com o meio ambiente</b>	Se a controlabilidade do sistema pode ser melhorada através de uma transição para um modelo de ferro-campo, e é proibido substituir uma substância com partículas ferromagnéticas ou introduzir aditivos, as partículas ferromagnéticas podem ser introduzidas no meio ambiente. O controlo do sistema é realizado através da modificação dos parâmetros do meio ambiente com um campo magnético aplicado (ver solução padrão 2.4.3).
<b>2.4.7 Aplicação de efeitos físicos e fenómenos</b>	A controlabilidade de modelos ferro-campo pode ser melhorada através da utilização de certos efeitos físicos / fenómenos.
<b>2.4.8 Dinamização</b>	Um modelo de ferro-campo pode ser reforçado, "dinamizado" - através da alteração da estrutura do sistema para uma mais flexível e modificável.
<b>2.4.9 Estruturação</b>	Um modelo de ferro-campo pode ser reforçado por transição de um campo homogéneo ou não-estruturado, por um heterogéneo ou estruturado.
<b>2.4.10 Ritmos correspondentes nos modelos ferro-campo</b>	Um modelo pré-ferro-campo ou ferro-campo pode ser melhorado combinando os ritmos dos elementos do sistema.

<p><b>2.4.11 Modelos eletro-campo</b></p>	<p>Se é difícil introduzir partículas ferromagnéticas ou magnetizar um objeto, utilizar a interação entre um campo eletromagnético externo e corrente elétrica, ou entre duas correntes. A corrente pode ser criada por contato elétrico com a fonte ou por indução eletromagnética.</p> <p>Notas:</p> <p>1. Um modelo de ferro-campo é um modelo de um sistema com partículas ferromagnéticas. Um modelo de electro campo é aquele onde as correntes elétricas estão a agir e / ou a interagir.</p> <p>2. A evolução de modelos electro campo, bem como os modelos de ferro-campo, seguem a linha geral:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelo electro campo simples;</li> <li>- Modelo electro campo complexo;</li> <li>- Modelo electro campo com o meio ambiente;</li> <li>- Dinamização do modelo electro campo;</li> <li>- Modelo electro campo estruturado;</li> <li>- Modelo electro campo com ritmos correspondentes.</li> </ul> <p>Após a informação relacionada com os modelos electro campo ser acumulada, uma análise mostra se é razoável separar um grupo especial de soluções padrão que descrevem a utilização de modelos electro campo.</p>
<p><b>2.4.12 Líquidos reológicos</b></p>	<p>Um tipo especial de modelos eletro-campo é um líquido eletro reológico com a viscosidade controlada por um campo elétrico. Se o líquido magnético não é utilizável, um líquido eletro reológico pode ser usado.</p>

## Classe 3. Transição para supersistema e níveis micro

### 3.1 Transição para bi-sistemas e poli-sistemas

<b>3.1.1 Sistema de transição 1- a: a criação de bi- sistemas e poli-sistemas</b>	O desempenho do sistema, em qualquer fase da evolução pode ser reforçado por transição do sistema 1-a: combinando o sistema com um outro sistema(s), construindo assim um bi-sistema ou um poli-sistema complexo.
<b>3.1.2 Elos reforçados em bi-sistemas e poli-sistemas</b>	Bi-sistemas e poli-sistemas podem ser melhorados através do desenvolvimento dos elos das relações entre os seus elementos.
<b>3.1.3 Sistema de transição 1- b: aumentar as diferenças entre elementos</b>	Bi-sistemas e poli-sistemas podem ser melhorados através do aumento das diferenças entre os seus elementos de transição (sistema 1-b): a partir de elementos idênticos, para elementos com características alteradas, para um conjunto de elementos diferentes, para uma combinação de características invertidas - ou "elemento e anti elemento".
<b>3.1.4 Simplificação dos bi-sistemas e poli-sistemas</b>	Bi-sistemas e poli-sistemas podem ser melhorados através da simplificação do sistema, em primeiro lugar, sacrificando peças auxiliares. Completamente simplificado bi-sistemas e poli-sistemas tornam-se mono- sistemas de novo, e todo o ciclo pode ser repetido com um novo nível.
<b>3.1.5 Sistema de transição 1- c: características opostas do todo e das suas partes</b>	Bi-sistemas e poli-sistemas podem ser melhorados através da separação das características incompatíveis entre o sistema como um todo e suas partes (transição de sistema 1-c). Como resultado, o sistema é utilizado em dois níveis, com todo o sistema a ter a característica F, e as suas partes ou partículas tendo a característica oposta, anti-F.

## Classe 4. Soluções-Padrão para a detecção e medição

### 4.1 Métodos indiretos

4.1.1 Substituir a detecção ou a medição com a alteração do sistema	Se tiver um problema com a detecção ou a medição, é adequado modificar o sistema de uma maneira que torna a necessidade de resolver o problema obsoleto.
4.1.2 Aplicação de cópias	Se tem um problema com a detecção ou medição, e é impossível aplicar a solução padrão 4.1.1, é adequado manipular uma cópia ou uma foto de um objeto em vez do próprio objeto.
4.1.3 Medição como duas detecções consecutivos	Se tiver um problema com a detecção ou medição e é impossível aplicar as Soluções-Padrão 4.1.1 e 4.1.2, é adequado transformar o problema em um, onde duas detecções consecutivas de variação são efetuadas.

### 4.2 Construção de medição de modelos Substância-Campo

4.2.1 Medição do modelo Substância-Campo	Se um modelo Substância-Campo incompleto é difícil de medir ou detetar, o problema pode ser resolvido por preenchimento de um regular ou duplo modelo Substância-Campo com um campo numa saída.
4.2.2 Medição do modelo complexo Substância-Campo	Se um sistema ou a sua parte é difícil de detetar ou medir, o problema pode ser resolvido por transição para o interior ou exterior do modelo complexo de Substância-Campo com a introdução de aditivos de fácil detecção.
4.2.3 Medição do modelo Substância-Campo com o meio ambiente	Se um sistema é difícil de detetar ou medir em certos momentos no tempo, e é impossível introduzir aditivos, devem ser introduzidos nos ambientes aditivos capazes de gerar uma fácil detecção (ou fácil medição) do campo; alterações no estado do ambiente irão fornecer informações sobre as alterações no sistema.
4.2.4 Obtenção de aditivos no ambiente	Se não for possível a introdução de aditivos no meio ambiente em conformidade com a solução padrão 4.2.3, estes aditivos podem ser produzidos no próprio ambiente, por exemplo, através da sua destruição ou alterando o seu estado de fase. No gás, em particular ou bolhas de vapor obtidas por eletrólise, ou por cavitação, ou outros métodos são frequentemente aplicados.

### 4.3 Reforçando a medição dos modelos Substância-Campo


<b>4.3.1 Aplicando efeitos físicos e fenómenos</b>	A eficácia de medição e/ou deteção de um modelo Substância-Campo pode ser reforçada pela utilização de fenómenos físicos.
<b>4.3.2 Aplicando oscilações de ressonância de uma amostra</b>	Se é impossível detetar diretamente ou medir as mudanças num sistema e passar um campo através do sistema também é impossível, o problema pode ser resolvido através da geração de oscilações de ressonância de qualquer sistema como um todo ou uma parte dele; variações na frequência de oscilação fornecem informações sobre alterações do sistema.
<b>4.3.3 Aplicando oscilações de ressonância de um objeto combinado</b>	Se a aplicação de solução padrão 4.3.2 é impossível, a informação sobre o estado do sistema pode ser obtida através de oscilações livres de um objeto exterior ou do ambiente, ligadas ao sistema.
<b>4.4 Transição para ferro-campo modelos</b>	
<b>4.4.1 Medição do modelo pré-ferro-campo</b>	Modelos Substância-Campo com campos não magnéticos são capazes de se transformar em modelos pré-ferro-campo que contenham substâncias magnéticas e um campo magnético.
<b>4.4.2 Medição modelo de ferro-campo</b>	A eficácia de uma medição e/ou deteção de um modelo substância-campo ou pré-ferro-campo pode ser melhorada através de uma transição para um modelo de ferro-campo, substituindo uma das substâncias com partículas ferromagnéticas ou pela adição de partículas ferromagnéticas.
<b>4.4.3 Medição complexa do modelo de ferro-campo</b>	Se a eficácia de medição e/ou de deteção pode ser reforçada através da transição para um modelo de ferro-campo, mas a substituição de substâncias com partículas ferromagnéticas é proibida, esta transição pode ser realizada através da criação de um modelo complexo de ferro-campo através da introdução de aditivos na substância.
<b>4.4.4 Medição modelo ferro-campo com o meio ambiente</b>	Se a eficácia de medição e / ou de deteção pode ser reforçada através da transição para um modelo de ferro-campo, mas a introdução de partículas ferromagnéticas é proibida, as partículas devem ser introduzidos no ambiente.
<b>4.4.5 Aplicação de efeitos físicos e fenómenos</b>	A eficácia de uma medição e / ou deteção do modelo Substância-Campo ou pré-ferro-campo pode ser melhorada através da aplicação de fenómenos físicos.
<b>4.5 Direção da evolução de sistemas de medição</b>	
<b>4.5.1 Transição para bi-sistemas e poli-sistemas</b>	A eficácia de uma medição e / ou deteção do modelo substância-campo ou pré-ferro-campo em qualquer fase da evolução pode ser melhorada através da construção de um bi-sistema ou de um poli-sistema.
<b>4.5.2 Direção da evolução</b>	Sistemas de medição e / ou deteção evoluem na seguinte direção: -Medição de uma função -Medição da primeira derivada da função -Medição da segunda derivada da função


<b>Classe 5. Normas para a aplicação das Soluções-Padrão</b>	
<b>5.1 Introduzindo substâncias</b>	
<b>5.1.1 Métodos indiretos</b>	<p>Se as condições de trabalho não permitem a introdução de substâncias num sistema, as seguintes maneiras indiretas devem ser utilizadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação do "vazio" (espaço aberto) em vez da substância</li> <li>- Introdução de um campo em vez da substância</li> <li>- Aplicação de um aditivo externo, em vez de um interno</li> <li>- Introduzindo uma pequena quantidade de um aditivo muito ativo</li> <li>- Introdução de uma pequena quantidade do aditivo na forma concentrada em locais específicos</li> <li>- Introduzindo o aditivo temporariamente</li> <li>- Aplicando um modelo ou cópia de um objeto, em vez do próprio objeto, permitindo a introdução de aditivos</li> <li>- Obtenção de aditivos necessários através da decomposição dos produtos químicos introduzidos</li> </ul>
<b>5.1.2 Dividir uma substância</b>	Se um sistema não responde a alterações, e modificar a ferramenta ou introduzir aditivos é proibido, partes que interagem da peça de trabalho podem ser utilizadas em vez da ferramenta.
<b>5.1.3 Auto eliminação de substâncias</b>	Após a realização do seu trabalho, uma substância introduzida deve desaparecer ou tornar-se idêntica a substâncias já existentes no sistema ou no meio ambiente.
<b>5.1.4 Introduzindo substâncias em grandes quantidades</b>	Se as condições não permitem a introdução de grandes quantidades de uma substância, o "vazio" como estrutura inflável ou de espuma pode ser utilizada em vez da substância.
<b>5.2 Introdução de campos</b>	
<b>5.2.1 Uso múltiplo de campos disponíveis</b>	Se for necessário introduzir um campo em um modelo substância- campo, deve-se em primeiro lugar, aplicar campos existentes cujos portadores são as substâncias envolvidas.
<b>5.2.2 Introdução de campos a partir do ambiente</b>	Se é necessário introduzir um campo, mas é impossível fazê-lo, de acordo com solução padrão 5.2.1, tente aplicar campos existentes no meio ambiente.
<b>5.2.3 Utilizar substâncias capazes de originar campos</b>	Se um campo não pode ser introduzido em conformidade com as Soluções-Padrão 5.2.1 e 5.2.2, deve-se aplicar campos que podem ser gerados por substâncias existentes no sistema ou no ambiente.


<b>5.3 Transições de fase</b>	
<b>5.3.1 Transição de fase 1: mudança de fase</b>	A eficácia da aplicação de uma substância (sem a introdução de outras substâncias) pode ser melhorada através da transição de fase 1, isto é, por transformação de fase de uma substância existente.
<b>5.3.2 Transição de fase 2: estado de fase dinâmico</b>	As características duais de uma substância podem ser realizadas através da transição de fase 2, isto é, através da utilização de substâncias capazes de alterar o seu estado de fase, dependendo das condições de trabalho.
<b>5.3.3 Transição de fase 3: utilizando fenómenos associados</b>	Um sistema pode ser melhorado usando a transição de fase 3, isto é, mediante a aplicação de fenómenos que acompanham uma transição de fase.
<b>5.3.4 Transição de fase 4: transição para um estado de dupla fase</b>	As características duais de um sistema podem ser realizadas através da transição de fase 4, isto é, por substituição de um estado monofásico por um estado de fase dupla.
<b>5.3.5 Interação de fase</b>	A eficácia de um sistema utilizando a transição de fase 4, pode ser melhorada através da criação de interações entre as partes ou fases do sistema.
<b>5.4 Peculiaridades da aplicação de efeitos físicos e fenómenos</b>	
<b>5.4.1 Transições autocontroladas</b>	Se um objeto deve periodicamente existir em diferentes estados físicos, esta transição deve ser realizada pelo próprio objeto através da utilização de transições físicas reversíveis.
<b>5.4.2 Amplificação do campo de saída</b>	Se uma ação forte sob uma fraca influência é necessária, a substância transformadora deve estar no estado quase crítico. A energia é acumulada na substância e a influência funciona como um gatilho.
<b>5.5 Soluções-Padrão experimentais</b>	
<b>5.5.1 Obtenção de partículas de substâncias através da decomposição</b>	Se as partículas de uma substância são necessárias a fim de realizar um conceito da solução, e obtê-los diretamente é impossível, as partículas necessárias devem ser criadas pela decomposição de uma substância de nível estrutural mais elevado.
<b>5.5.2 Obtenção de partículas de substâncias através da integração</b>	Se as partículas de uma substância são necessárias a fim de realizar um conceito da solução e é impossível obtê-los diretamente e é impossível aplicar a solução padrão 5.5.1, as partículas necessários podem ser criadas completando ou combinando as partículas de um nível inferior estrutural.
<b>5.5.3 A aplicação das Soluções- Padrão 5.5.1 e 5.5.2</b>	A maneira mais fácil de aplicar a solução padrão 5.5.1 é destruir o próximo nível mais alto "completo" ou "excessivo". A maneira mais fácil de aplicar a solução padrão 5.5.2 é completar o mais próximo do nível mais baixo "incompleto".


## Anexo D) Registo dos Tempos das Atividades Cíclica no Processo Manual de Vindima

- Registo do tempo de ciclo para a distribuição de cestos vazios, pela equipa de recolha


		Tempos de referência					
Auditor:	Luís Caro			Nível de confiança	95%		
Data:	02/09/15			Precisão	5%		
Sector:	Equipa de recolha	Número de observações a efectuar		Tempo normal (min)	0,13		
Responsável de Sector:	Luís	411		Tempo de 2 operadores a distribuir 50 cestos (min)	<b>3,19</b>		
Registo de observações - Distribuir 50 cestos							
Tempo de ciclo inicia quando o operador de recolha alcança um cesto, larga e finaliza quando o operador alcança outro cesto.							
1	0,11	31	0,18	61	0,02	90	0,06
2	0,18	32	0,16	62	0,03	91	0,07
3	0,13	33	0,07	63	0,05	92	0,21
4	0,17	34	0,22	64	0,10	93	0,12
5	0,14	35	0,21	65	0,19	94	0,05
6	0,10	36	0,18	66	0,10	95	0,23
7	0,23	37	0,19	67	0,05	96	0,10
8	0,17	38	0,23	68	0,02	97	0,14
9	0,17	39	0,21	69	0,21	98	0,08
10	0,23	40	0,03	70	0,17	99	0,12
11	0,21	41	0,12	71	0,06	100	0,13
12	0,06	42	0,07	72	0,04	101	0,20
13	0,04	43	0,12	73	0,23	102	0,05
14	0,04	44	0,22	74	0,20	103	0,04
15	0,18	45	0,18	75	0,07	104	0,05
16	0,22	46	0,13	76	0,14	105	0,21
17	0,20	47	0,03	77	0,02	106	0,12
18	0,02	48	0,05	78	0,21	107	0,15
19	0,13	49	0,02	79	0,17	108	0,16
20	0,17	50	0,15	80	0,13	109	0,23
21	0,15	51	0,14	81	0,15	110	0,04
22	0,10	52	0,22	82	0,21	111	0,08
23	0,12	53	0,16	83	0,09	112	0,21
24	0,11	54	0,23	84	0,10	113	0,05
25	0,17	55	0,09	85	0,19	114	0,23
26	0,07	56	0,14	86	0,18	115	0,07
27	0,06	57	0,02	87	0,16	116	0,13
28	0,16	58	0,22	88	0,06	117	0,09
29	0,16	59	0,20	89	0,17	118	0,14
30	0,19	60	0,12	90	0,06	119	0,17

		<b>Tempos de referência</b>					
<b>Auditor:</b> Luís Caro				<b>Nível de confiança</b>		95%	
<b>Data:</b> 02/09/15				<b>Precisão</b>		5%	
<b>Sector:</b> Equipa de recolha		<b>Número de observações a efectuar</b>		<b>Tempo normal (min)</b>		0,13	
<b>Responsável de Sector:</b> Luís		411		<b>Tempo de 2 operadores a distribuir 50 cestos (min)</b>		<b>3,19</b>	
<b>Registo de observações - Distribuir 50 cestos</b>							
Tempo de ciclo inicia quando o operador de recolha alcança um cesto, larga e finaliza quando o operador alcança outro cesto.							
120	0,05	150	0,12	180	0,09	210	0,09
121	0,13	151	0,10	181	0,22	211	0,16
122	0,09	152	0,03	182	0,20	212	0,19
123	0,09	153	0,05	183	0,21	213	0,07
124	0,14	154	0,22	184	0,04	214	0,17
125	0,06	155	0,04	185	0,04	215	0,19
126	0,16	156	0,20	186	0,04	216	0,09
127	0,11	157	0,19	187	0,10	217	0,22
128	0,23	158	0,12	188	0,04	218	0,07
129	0,20	159	0,05	189	0,18	219	0,13
130	0,12	160	0,16	190	0,17	220	0,17
131	0,06	161	0,03	191	0,05	221	0,03
132	0,16	162	0,04	192	0,16	222	0,23
133	0,21	163	0,22	193	0,13	223	0,15
134	0,23	164	0,21	194	0,14	224	0,15
135	0,22	165	0,19	195	0,21	225	0,10
136	0,06	166	0,17	196	0,17	226	0,22
137	0,17	167	0,04	197	0,09	227	0,14
138	0,12	168	0,06	198	0,22	228	0,16
139	0,21	169	0,10	199	0,19	229	0,10
140	0,11	170	0,05	200	0,04	230	0,05
141	0,05	171	0,03	201	0,04	231	0,05
142	0,14	172	0,17	202	0,10	232	0,12
143	0,06	173	0,17	203	0,21	233	0,16
144	0,11	174	0,13	204	0,03	234	0,12
145	0,21	175	0,03	205	0,13	235	0,11
146	0,14	176	0,03	206	0,04	236	0,20
147	0,21	177	0,03	207	0,18	237	0,09
148	0,05	178	0,22	208	0,10	238	0,12
149	0,17	179	0,20	209	0,18	239	0,17


		<b>Tempos de referência</b>					
<b>Auditor:</b>	Luís Caro					<b>Nível de confiança</b>	95%
<b>Data:</b>	02/09/15					<b>Precisão</b>	5%
<b>Sector:</b>	Equipa de recolha	<b>Número de observações a efectuar</b>			<b>Tempo normal (min)</b>		0,13
<b>Responsável de Sector:</b>	Luís	411			<b>Tempo de 2 operadores a distribuir 50 cestos (min)</b>		<b>3,19</b>
<b>Registo de observações - Distribuir 50 cestos</b>							
Tempo de ciclo inicia quando o operador de recolha alcança um cesto, larga e finaliza quando o operador alcança outro cesto.							
240	0,05	270	0,02	300	0,10	330	0,03
241	0,05	271	0,10	301	0,08	331	0,14
242	0,15	272	0,09	302	0,11	332	0,02
243	0,17	273	0,09	303	0,16	333	0,09
244	0,07	274	0,09	304	0,09	334	0,21
245	0,04	275	0,03	305	0,15	335	0,16
246	0,10	276	0,19	306	0,14	336	0,21
247	0,14	277	0,09	307	0,08	337	0,08
248	0,20	278	0,09	308	0,10	338	0,20
249	0,16	279	0,11	309	0,17	339	0,06
250	0,12	280	0,13	310	0,05	340	0,14
251	0,08	281	0,06	311	0,23	341	0,02
252	0,18	282	0,21	312	0,18	342	0,10
253	0,22	283	0,21	313	0,22	343	0,21
254	0,02	284	0,05	314	0,20	344	0,08
255	0,02	285	0,12	315	0,20	345	0,19
256	0,02	286	0,16	316	0,21	346	0,12
257	0,18	287	0,06	317	0,05	347	0,08
258	0,08	288	0,11	318	0,12	348	0,05
259	0,09	289	0,08	319	0,21	349	0,21
260	0,21	290	0,04	320	0,20	350	0,10
261	0,05	291	0,10	321	0,21	351	0,23
262	0,16	292	0,05	322	0,07	352	0,15
263	0,17	293	0,10	323	0,22	353	0,02
264	0,12	294	0,17	324	0,23	354	0,20
265	0,18	295	0,20	325	0,17	355	0,23
266	0,02	296	0,03	326	0,05	356	0,03
267	0,05	297	0,18	327	0,17	357	0,02
268	0,05	298	0,14	328	0,21	358	0,16
269	0,20	299	0,14	329	0,07	359	0,08


		<b>Tempos de referência</b>			
<b>Auditor:</b>	Luís Caro			<b>Nível de confiança</b>	95%
<b>Data:</b>	02/09/15			<b>Precisão</b>	5%
<b>Setor:</b>	Equipa de recolha	<b>Número de observações a efectuar</b>		<b>Tempo normal (min)</b>	0,13
<b>Responsável de Sector:</b>	Luís	411		<b>Tempo de 2 operadores a distribuir 50 cestos (min)</b>	<b>3,19</b>
<b>Registo de observações - Distribuir 50 cestos</b>					
Tempo de ciclo inicia quando o operador de recolha alcança um cesto, larga e finaliza quando o operador alcança outro cesto.					
360	0,18	390	0,11	420	450
361	0,06	391	0,10	421	451
362	0,12	392	0,07	422	452
363	0,23	393	0,15	423	453
364	0,09	394	0,06	424	454
365	0,16	395	0,23	425	455
366	0,23	396	0,18	426	456
367	0,06	397	0,08	427	457
368	0,17	398	0,22	428	458
369	0,22	399	0,21	429	459
370	0,02	400	0,11	430	460
371	0,12	401	0,06	431	461
372	0,13	402	0,09	432	462
373	0,22	403	0,02	433	463
374	0,23	404	0,03	434	464
375	0,05	405	0,19	435	465
376	0,22	406	0,09	436	466
377	0,14	407	0,23	437	467
378	0,10	408	0,13	438	468
379	0,16	409	0,05	439	469
380	0,18	410	0,05	440	470
381	0,14	411	0,11	441	471
382	0,09	412	0,17	442	472
383	0,17	413		443	473
384	0,13	414		444	474
385	0,08	415		445	475
386	0,03	416		446	476
387	0,18	417		447	477
388	0,10	418		448	478
389	0,19	419		449	479


- Registo do tempo de ciclo para encher os cestos com uvas, por parte da equipa de corte


		Tempos de referência					
Auditor:	Luís Caro			Nível de confiança	95%		
Data:	01/09/15			Precisão	5%		
Setor:	Equipa de recolha	Número de observações a efectuar		Tempo normal	12,05		
Responsável de Sector:	Luís	109		Tempo de 37 operadores a encher 50 cestos	<b>16,3</b>		
Registo de observações							
Tempo de ciclo incia quando o operador de corte alcança um cesto, enche um cesto de uvas e finaliza quando o cesto alcança novamente outro cesto.							
1	11,46	31	11,08	61	7,36	90	7,19
2	11,32	32	11,93	62	10,09	91	9,38
3	15,35	33	9,85	63	13,92	92	14,66
4	10,70	34	13,28	64	12,97	93	17,38
5	13,04	35	12,01	65	12,38	94	11,59
6	17,91	36	10,71	66	14,91	95	12,59
7	9,13	37	11,69	67	8,59	96	13,43
8	9,89	38	14,47	68	11,07	97	16,95
9	17,22	39	10,73	69	12,58	98	9,61
10	16,00	40	12,51	70	16,46	99	16,99
11	15,76	41	17,34	71	11,18	100	7,49
12	7,81	42	17,39	72	13,89	101	8,03
13	12,24	43	7,23	73	15,19	102	12,45
14	14,51	44	9,01	74	7,21	103	16,92
15	10,54	45	8,82	75	16,58	104	11,79
16	14,99	46	8,29	76	12,75	105	15,58
17	9,52	47	12,02	77	15,87	106	17,80
18	9,07	48	12,61	78	7,38	107	14,23
19	8,76	49	11,07	79	14,50	108	14,91
20	9,32	50	16,10	80	8,03	109	7,06
21	11,34	51	15,03	81	10,90	110	9,16
22	15,20	52	11,80	82	16,84	111	8,81
23	10,55	53	8,22	83	11,45	112	9,77
24	11,88	54	10,78	84	7,48	113	15,53
25	10,41	55	7,78	85	7,90	114	12,46
26	18,00	56	15,56	86	15,27	115	15,68
27	9,32	57	17,91	87	12,54	116	13,38
28	15,15	58	7,49	88	12,79	117	9,40
29	7,88	59	16,69	89	12,39	118	13,44
30	12,05	60	17,58	90	7,19	119	

- Registo do tempo de ciclo para descarregar os cestos cheios para a caixa de recolha, por parte da equipa de recolha


		Tempos de referência					
<b>Auditor:</b>	Luís Caro			<b>Nível de confiança</b>	95%		
<b>Data:</b>	03/09/15			<b>Precisão</b>	5%		
<b>Sector:</b>	Equipa de recolha	<b>Número de observações a efectuar</b>		<b>Tempo normal (min)</b>	0,34		
<b>Responsável de Sector:</b>	Luís	460		<b>Tempo de 2 operadores a descarregarem 50 cestos cheios (min)</b>	<b>8,47</b>		
Registo de observações - Recolher 50 cestos							
Tempo de ciclo inicia quando o operador alcança um cesto, descarrega na caixa de recolha e finaliza quando o operador alcança outro cesto cheio.							
1	0,63	31	0,29	61	0,13	90	0,49
2	0,10	32	0,31	62	0,10	91	0,36
3	0,14	33	0,40	63	0,17	92	0,57
4	0,56	34	0,27	64	0,44	93	0,10
5	0,35	35	0,13	65	0,49	94	0,34
6	0,28	36	0,30	66	0,11	95	0,44
7	0,62	37	0,32	67	0,15	96	0,55
8	0,60	38	0,19	68	0,42	97	0,53
9	0,41	39	0,51	69	0,11	98	0,55
10	0,47	40	0,66	70	0,49	99	0,54
11	0,57	41	0,54	71	0,20	100	0,18
12	0,53	42	0,38	72	0,26	101	0,59
13	0,66	43	0,38	73	0,42	102	0,39
14	0,46	44	0,49	74	0,16	103	0,28
15	0,22	45	0,34	75	0,29	104	0,40
16	0,46	46	0,37	76	0,10	105	0,66
17	0,21	47	0,62	77	0,49	106	0,37
18	0,53	48	0,63	78	0,55	107	0,12
19	0,33	49	0,12	79	0,26	108	0,61
20	0,08	50	0,46	80	0,40	109	0,18
21	0,61	51	0,31	81	0,08	110	0,10
22	0,65	52	0,23	82	0,14	111	0,18
23	0,18	53	0,17	83	0,42	112	0,23
24	0,61	54	0,36	84	0,63	113	0,23
25	0,52	55	0,16	85	0,33	114	0,05
26	0,48	56	0,16	86	0,29	115	0,14
27	0,49	57	0,21	87	0,66	116	0,52
28	0,64	58	0,63	88	0,06	117	0,33
29	0,10	59	0,08	89	0,50	118	0,47
30	0,36	60	0,10	90	0,15	119	0,39

		<b>Tempos de referência</b>					
<b>Auditor:</b> Luís Caro				<b>Nível de confiança</b>		95%	
<b>Data:</b> 03/09/15				<b>Precisão</b>		5%	
<b>Setor:</b> Equipa de recolha		<b>Número de observações a efectuar</b>		<b>Tempo normal (min)</b>		0,34	
<b>Responsável de Sector:</b> Luís		460		<b>Tempo de 2 operadores a descarregarem 50 cestos cheios (min)</b>		<b>8,47</b>	
<b>Registo de observações - Recolher 50 cestos</b>							
Tempo de ciclo inicia quando o operador alcança um cesto, descarrega na caixa de recolha e finaliza quando o operador alcança outro cesto cheio.							
120	0,27	150	0,32	180	0,52	210	0,60
121	0,34	151	0,09	181	0,59	211	0,52
122	0,33	152	0,22	182	0,58	212	0,45
123	0,51	153	0,41	183	0,60	213	0,41
124	0,34	154	0,12	184	0,61	214	0,27
125	0,25	155	0,30	185	0,27	215	0,34
126	0,07	156	0,65	186	0,48	216	0,60
127	0,55	157	0,45	187	0,58	217	0,47
128	0,55	158	0,32	188	0,60	218	0,44
129	0,26	159	0,43	189	0,21	219	0,38
130	0,20	160	0,54	190	0,44	220	0,39
131	0,59	161	0,49	191	0,44	221	0,42
132	0,20	162	0,26	192	0,13	222	0,61
133	0,29	163	0,06	193	0,21	223	0,43
134	0,62	164	0,26	194	0,63	224	0,47
135	0,17	165	0,10	195	0,31	225	0,24
136	0,53	166	0,10	196	0,32	226	0,61
137	0,45	167	0,27	197	0,16	227	0,40
138	0,49	168	0,21	198	0,49	228	0,61
139	0,10	169	0,12	199	0,33	229	0,15
140	0,35	170	0,19	200	0,38	230	0,57
141	0,60	171	0,24	201	0,23	231	0,65
142	0,37	172	0,17	202	0,57	232	0,63
143	0,07	173	0,24	203	0,17	233	0,45
144	0,35	174	0,33	204	0,63	234	0,22
145	0,22	175	0,18	205	0,27	235	0,24
146	0,22	176	0,52	206	0,06	236	0,63
147	0,11	177	0,23	207	0,12	237	0,50
148	0,09	178	0,53	208	0,56	238	0,43
149	0,06	179	0,14	209	0,56	239	0,13

		<b>Tempos de referência</b>					
<b>Auditor:</b>	Luís Caro					<b>Nível de confiança</b>	95%
<b>Data:</b>	03/09/15					<b>Precisão</b>	5%
<b>Setor:</b>	Equipa de recolha	<b>Número de observações a efectuar</b>			<b>Tempo normal (min)</b>	0,34	
<b>Responsável de Sector:</b>	Luís	460			<b>Tempo de 2 operadores a descarregarem 50 cestos cheios (min)</b>	<b>8,47</b>	
<b>Registo de observações - Recolher 50 cestos</b>							
Tempo de ciclo inicia quando o operador alcança um cesto, descarrega na caixa de recolha e finaliza quando o operador alcança outro cesto cheio.							
240	0,06	270	0,57	300	0,46	330	0,41
241	0,58	271	0,28	301	0,13	331	0,21
242	0,41	272	0,48	302	0,46	332	0,58
243	0,20	273	0,19	303	0,51	333	0,27
244	0,47	274	0,34	304	0,29	334	0,38
245	0,41	275	0,30	305	0,30	335	0,20
246	0,09	276	0,12	306	0,49	336	0,18
247	0,38	277	0,07	307	0,60	337	0,58
248	0,34	278	0,66	308	0,39	338	0,18
249	0,45	279	0,59	309	0,19	339	0,06
250	0,31	280	0,37	310	0,52	340	0,21
251	0,10	281	0,24	311	0,62	341	0,13
252	0,63	282	0,17	312	0,62	342	0,65
253	0,56	283	0,50	313	0,48	343	0,37
254	0,53	284	0,27	314	0,64	344	0,59
255	0,39	285	0,14	315	0,11	345	0,05
256	0,19	286	0,53	316	0,08	346	0,52
257	0,17	287	0,41	317	0,19	347	0,33
258	0,47	288	0,52	318	0,65	348	0,26
259	0,17	289	0,24	319	0,63	349	0,39
260	0,35	290	0,13	320	0,45	350	0,34
261	0,50	291	0,16	321	0,46	351	0,61
262	0,26	292	0,06	322	0,57	352	0,34
263	0,46	293	0,34	323	0,27	353	0,57
264	0,65	294	0,63	324	0,16	354	0,32
265	0,16	295	0,09	325	0,18	355	0,24
266	0,66	296	0,14	326	0,19	356	0,17
267	0,58	297	0,07	327	0,07	357	0,65
268	0,14	298	0,57	328	0,05	358	0,34
269	0,20	299	0,30	329	0,16	359	0,08


		<b>Tempos de referência</b>					
<b>Auditor:</b> Luís Caro				<b>Nível de confiança</b>		95%	
<b>Data:</b> 03/09/15				<b>Precisão</b>		5%	
<b>Setor:</b> Equipa de recolha		<b>Número de observações a efectuar</b>		<b>Tempo normal (min)</b>		0,34	
<b>Responsável de Sector:</b> Luís		460		<b>Tempo de 2 operadores a descarregarem 50 cestos cheios (min)</b>		<b>8,47</b>	
<b>Registo de observações - Recolher 50 cestos</b>							
Tempo de ciclo inicia quando o operador alcança um cesto, descarrega na caixa de recolha e finaliza quando o operador alcança outro cesto cheio.							
360	0,27	390	0,39	420	0,49	450	0,18
361	0,18	391	0,51	421	0,22	451	0,54
362	0,23	392	0,23	422	0,45	452	0,07
363	0,63	393	0,48	423	0,59	453	0,55
364	0,35	394	0,54	424	0,11	454	0,18
365	0,41	395	0,45	425	0,30	455	0,27
366	0,31	396	0,30	426	0,49	456	0,40
367	0,52	397	0,60	427	0,55	457	0,26
368	0,07	398	0,34	428	0,14	458	0,25
369	0,51	399	0,63	429	0,19	459	0,50
370	0,08	400	0,66	430	0,58	460	
371	0,58	401	0,08	431	0,13	461	
372	0,22	402	0,34	432	0,26	462	
373	0,36	403	0,11	433	0,14	463	
374	0,21	404	0,41	434	0,39	464	
375	0,08	405	0,31	435	0,54	465	
376	0,65	406	0,29	436	0,33	466	
377	0,15	407	0,20	437	0,33	467	
378	0,50	408	0,17	438	0,19	468	
379	0,64	409	0,06	439	0,65	469	
380	0,45	410	0,31	440	0,50	470	
381	0,40	411	0,11	441	0,27	471	
382	0,60	412	0,20	442	0,31	472	
383	0,10	413	0,49	443	0,39	473	
384	0,63	414	0,61	444	0,55	474	
385	0,07	415	0,33	445	0,14	475	
386	0,40	416	0,13	446	0,33	476	
387	0,61	417	0,57	447	0,28	477	
388	0,29	418	0,10	448	0,06	478	
389	0,19	419	0,62	449	0,27	479	

- Registo do tempo de ciclo para descarregar uvas da caixa de recolha na caixa de transporte, por parte da equipa de recolha


		Tempos de referência			
<b>Auditor:</b>	Luís Caro		<b>Nível de confiança</b>	95%	
<b>Data:</b>	04/09/15		<b>Precisão</b>	5%	
<b>Setor:</b>	Equipa de recolha	<b>Número de observações a efectuar</b>	<b>Tempo para a descarga na caixa de transporte (min)</b>		
<b>Responsável de Sector:</b>	Luís	19	<b>5,92</b>		
Registo de observações - Descarga da caixa de recolha na caixa de transporte					
Tempo de ciclo inicia quando o operador do trator da equipa de recolha, verifica a caixa de recolha cheia e comunica à equipa que vai descarregar na caixa de transporte. Finaliza quando o trator regressa ao local onde é retomada a descarga de cestos na caixa de recolha.					
1	6,47	31	61	90	
2	5,69	32	62	91	
3	5,04	33	63	92	
4	6,73	34	64	93	
5	5,90	35	65	94	
6	5,94	36	66	95	
7	6,26	37	67	96	
8	5,45	38	68	97	
9	5,15	39	69	98	
10	5,51	40	70	99	
11	5,17	41	71	100	
12	6,71	42	72	101	
13	5,40	43	73	102	
14	6,71	44	74	103	
15	5,98	45	75	104	
16	5,11	46	76	105	
17	5,74	47	77	106	
18	5,00	48	78	107	
19	5,88	49	79	108	
20	6,71	50	80	109	
21	5,62	51	81	110	
22	5,16	52	82	111	
23	6,25	53	83	112	
24	6,76	54	84	113	
25	5,53	55	85	114	
26	6,09	56	86	115	
27	6,65	57	87	116	
28	6,96	58	88	117	
29	6,95	59	89	118	
30	6,48	60	90	119	

## Anexo E) Registo de Avaliação 5S


- Avaliação 5S à equipa de recolha antes da implementação de melhorias

		Formulário de avaliação 5S		
Auditor:	Luís Caro		Desempenho Final	27
Data:	05/09/15			38%
Setor:	Equipa de recolha		Notas: - Dificuldade em separar cestos; -Perda de tempo a procurar cestos cheios; -Incerteza na via correcta de acesso.	
Responsável de Sector:	Luís			
Critério de avaliação				
0	1	2	3	4
Não	Executado ocasionalmente e necessita melhorias	Parcialmente executado e necessita algumas melhorias	Quase executado, mas com algumas observações a serem efetuadas	Sim
Senso	Critério avaliado			Desempenho
<b>Triagem</b>	Todos os equipamentos são utilizados			4
	O equipamento não apresenta defeitos			4
	O equipamento necessário encontra-se na zona de trabalho			3
	Identificação de corredores, passagens e áreas			0
	Informações e dados atualizados (de fácil acesso e consulta)			0
<b>Arrumação</b>	Os equipamentos estão nos locais corretos de uso			3
	Metodologia de utilização de equipamento sistemática			3
	Existem sinais de auxílio na área de trabalho			0
<b>Limpeza</b>	A zona de trabalho encontra-se limpa			1
	Máquinas e ferramentas são limpas no início e ao fim do dia de trabalho			2
	Máquinas e ferramentas têm manutenção planeada			2
<b>Normalização</b>	Existem planos de limpeza			0
	Existe manual de boas práticas			0
	Existe uma ordem de tarefas			0
<b>Disciplina</b>	Existe formação			1
	Existem folhas de registo de ocorrências			0
	Existe relatório diário			1
	Todos os operários utilizam roupa adequada			3


- Avaliação 5S à equipa de recolha após implementação de melhorias

		<b>Formulário de avaliação 5S</b>		
Auditor:	Luis Caro		Desempenho Final	64
Data:	21/09/15			89%
Setor:	Equipa de recolha		Notas: - Dificuldade em separar cestos; -Perda de tempo a procurar cestos cheios; -Incerteza na via correcta de acesso.	
Responsável de Sector:	Luis			
Critério de avaliação				
0	1	2	3	4
Não	Executado ocasionalmente e necessita melhorias	Parcialmente executado e necessita algumas melhorias	Quase executado, mas com algumas observações a serem efetuadas	Sim
Senso	Critério avaliado			Desempenho
<b>Triagem</b>	Todos os equipamentos são utilizados			4
	O equipamento não apresenta defeitos			4
	O equipamento necessário encontra-se na zona de trabalho			3
	Identificação de corredores, passagens e áreas			4
	Informações e dados atualizados (de fácil acesso e consulta)			3
<b>Arrumação</b>	Os equipamentos estão nos locais corretos de uso			4
	Metodologia de utilização de equipamento sistemática			4
	Existem sinais de auxilio na área de trabalho			4
<b>Limpeza</b>	A zona de trabalho encontra-se limpa			3
	Máquinas e ferramentas são limpas no início ao fim do dia de trabalho			4
	Máquinas e ferramentas têm manutenção planeada			4
<b>Normalização</b>	Existem planos de limpeza			4
	Existe manual de boas práticas			2
	Existe uma ordem de tarefas			3
<b>Disciplina</b>	Existe formação			3
	Existem folhas de registo de ocorrências			4
	Existe relatório diário			4
	Todos os operários utilizam roupa adequada			3


- Avaliação 5S à equipa de corte antes da implementação de melhorias

		<b>Formulário de avaliação 5S</b>		
Auditor:	Luís Caro		Desempenho Final	23
Data:	06/09/15			32%
Setor:	Equipa de Corte		Notas: - Dificuldade em separar cestos; -Perda de tempo a procurar cestos cheios; -Incerteza na via correcta de acesso.	
Responsável de Sector:	Luís			
Critério de avaliação				
0	1	2	3	4
Não	Executado ocasionalmente e necessita melhorias	Parcialmente executado e necessita algumas melhorias	Quase executado, mas com algumas observações a serem efetuadas	Sim
Senso	Critério avaliado			Desempenho
<b>Triagem</b>	Todos os equipamentos são utilizados			1
	Os equipamento não apresentam defeitos			1
	O equipamento necessário encontra-se na zona de trabalho			3
	Identificação de corredores, passagens e áreas			0
	Informações e dados atualizados (de fácil acesso e consulta)			0
<b>Arrumação</b>	Os equipamentos estão nos locais corretos de uso			3
	Metodologia de utilização de equipamento sistemática			4
	Existem sinais de auxilio na área de trabalho			0
<b>Limpeza</b>	A zona de trabalho encontra-se limpa			3
	Máquinas e ferramentas são limpas no início e ao fim do dia de trabalho			2
	Máquinas e ferramentas têm manutenção planeada			2
<b>Normalização</b>	Existem planos de limpeza			0
	Existe manual de boas práticas			0
	Existe uma ordem de tarefas			0
<b>Disciplina</b>	Existe formação			1
	Existem folhas de registo de ocorrências			0
	Existe relatório diário			1
	Todos os operários utilizam roupa adequada			2

- Avaliação 5S à equipa de corte após a implementação de melhorias

		<b>Formulário de avaliação 5S</b>		
Auditor:	Luís Caro		Desempenho Final	61
Data:	22/09/15			85%
Setor:	Equipa de Corte		Notas: - Dificuldade em separar cestos; -Perda de tempo a procurar cestos cheios; -Incerteza na via correcta de acesso.	
Responsável de Sector:	Luís			
Critério de avaliação				
0	1	2	3	4
Não	Executado ocasionalmente e necessita melhorias	Parcialmente executado e necessita algumas melhorias	Quase executado, mas com algumas observações a serem efetuadas	Sim
Senso	Critério avaliado			Desempenho
<b>Triagem</b>	Todos os equipamentos são utilizados			3
	Os equipamento não apresentam defeitos			3
	O equipamento necessário encontra-se na zona de trabalho			4
	Identificação de corredores, passagens e áreas			4
	Informações e dados atualizados (de fácil acesso e consulta)			3
<b>Arrumação</b>	Os equipamentos estão nos locais corretos de uso			4
	Metodologia de utilização de equipamento sistemática			4
	Existem sinais de auxilio na área de trabalho			4
<b>Limpeza</b>	A zona de trabalho encontra-se limpa			3
	Máquinas e ferramentas são limpas no início e ao fim do dia de trabalho			3
	Máquinas e ferramentas têm manutenção planeada			4
<b>Normalização</b>	Existem planos de limpeza			4
	Existe manual de boas práticas			2
	Existe uma ordem de tarefas			3
<b>Disciplina</b>	Existe formação			3
	Existem folhas de registo de ocorrências			4
	Existe relatório diário			4
	Todos os operários utilizam roupa adequada			2

## Anexo F) Diário de Vindima

		<b>Diário de Vindima</b>	
Responsável:	Desempenho	Área de vinha (ha):	
Proprietário de vinha:		Quantidade Vindimada (kg):	
Data:			
Início de trabalho: _____ H _____	Notas:		
Fim de trabalho: _____ H _____			
<b>Recursos Humanos</b>		<b>Equipamentos</b>	
Nº de operadores:		Nº de cestos inicial:	
Outras ocorrências:		Nº de cestos danificados:	
		Combustível (L):	
		Outras ocorrências/avarias:	
<b>Lista de controlo</b>			
Recursos Humanos	Formação/ indicações	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	
Equipamentos	Utilização de tesouras de corte	<input type="checkbox"/>	
	Tratores funcionais	<input type="checkbox"/>	
	Caixa de recolha funcional	<input type="checkbox"/>	
	Distribuição de cestos	<input type="checkbox"/>	
	Recolha de cestos	<input type="checkbox"/>	
	Sinalização de auxílio	<input type="checkbox"/>	
Limpeza/Manutenção	Limpeza de tesouras de corte	<input type="checkbox"/>	
	Tratores	<input type="checkbox"/>	
	Limpeza de cestos	<input type="checkbox"/>	
	Limpeza de caixa de recolha	<input type="checkbox"/>	
(A preencher pela administração)			
Custo de mão de obra total	Custos de manutenção/combustível	Quantidade por área (kg/ha)	Melhorias a implementar e futuras aquisições:

(Assinatura responsável)

(Assinatura administração)

### Anexo G) Registo Comparativo de Produtividade

- Dados registados na balança, quando é efetuada a receção de uvas à adega e respetiva área vinícola registada em Cartório Notarial de Palmela. (CEF, 2015)

Processo de vindima manual				
Designação	Área (ha)	Peso (Kg)	Duração (dias)	Operadores
Herdade da Fonte	26,5	165 615,00	8,50	41
Vinha do Rosário	2,54	34 148,00	3,00	
José Freitas 1	14,16	74 140,00	4,50	
José Casinha	4,19	26 540,00	1,50	
Arciolinda Casinha	3,26	33 680,00	3,00	
Vinha do Aqueduto	1,67	28 360,00	2,00	
Outros	48,4	334 980,00	14,00	
<b>Total</b>	<b>100,72</b>	<b>697 463,00</b>	<b>36,50</b>	<b>41</b>

Processo de vindima manual inovador				
Designação	Área (ha)	Peso (Kg)	Duração (dias)	Operadores
Herdade da Fonte	56	347 865,00	13	41
Valentina	6	46 400,00	3,5	
Vinha do Rosário	3	40 332,00	3	
Piçarras	4	27 180,00	1,5	
Craveira	1	15 440,00	1	
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>477 217,00</b>	<b>22</b>	<b>41</b>