



Aplicação da Metodologia Kaizen nas Linhas de Engarrafamento

VASCO DOS SANTOS TELO

Setembro de 2022



Aplicação da Metodologia Kaizen nas Linhas de Engarrafamento

Data

Setembro 2022

AUTOR

Vasco Dos Santos Telo

ORIENTAÇÃO

Eng.^a Cristina Fernandes – SOGRAPE
Prof. Doutora Anabela Guedes – ISEP
Prof. Doutor António Ferreira da Silva – ISEP

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Química, área de especialização Energia e
Biorrefinaria

Agradecimentos

Por todo o apoio e ajuda à realização da minha dissertação, gostaria de agradecer ao pessoal do laboratório da Sogrape S.A, pela receção carinhosa e por me proporcionarem uma boa integração.

Gostaria de agradecer em especial, à Eng.^a Cristina pela oportunidade e pelo carinho, acompanhamento e dedicação demonstrados ao longo da minha tese.

Gostaria ainda de agradecer à Eng.^a Anabela e ao Eng. António que me acompanharam desde o início até ao fim da tese.

E por último, mas não menos importante, quero agradecer à minha Família, por toda a força que me deram ao longo destes 5 anos, sem os quais não teria chegado aonde estou hoje.

Termino a minha dissertação com uma palavra a todos.

Muito Obrigado.

Resumo

A presente dissertação resulta de um estágio realizado na Sogrape Vinhos S.A, em Avintes. Os objetivos definidos para o trabalho foram a quantificação das perdas de produto aquando do arranque/mudança de produto da linha de engarrafamento 3, a determinação das causas destas perdas e a proposta de melhorias para a linha, através da aplicação da metodologia Kaizen.

Para tal, recorreu-se à Resolução Estruturada de Problemas (REP), da metodologia Kaizen. A resolução estruturada de problemas é uma ferramenta utilizada no âmbito da Melhoria da Qualidade (TQM), para a eliminação de defeitos, quando a causa do problema é desconhecida.

Através da aplicação da REP na Linha 3, concluiu-se que, em média 14 % do vinho alimentando à linha era rejeitado para reprocessamento e que, havia uma variabilidade do volume de vinho rejeitado, devido à falta de normalização do processo. De acordo com a literatura o valor deveria estar na ordem dos 0,5 a 5 % de rejeição. Na prática, o volume de vinho rejeitado, era frequentemente insuficiente, devido ao Título Alcoométrico Volúmico (TAV) e ao teor de dióxido de carbono dissolvido no vinho não estarem, dentro da gama de conformidade. Verificou-se que com o aumento do teor de CO₂ do vinho, maior era o volume de vinho rejeitado e que, o sistema de carbonatação utilizado, tinha um impacto no vinho enviado para reprocessamento. Quando se utilizava, o método de carbonatação convencional, era rejeitado menos 14 % de vinho em comparação à carbonatação por KH TEC. O uso de cápsulas no rolhamento do vinho gerava mais 10,3 % de produto não conforme relativamente ao uso de rolhas. Quando a linha estava em regime de carga, o volume de vinho para retrabalha gerado era 6,7 % menor em comparação aquando desta se encontrava em vazio. A linha de engarrafamento em média, funcionou a 85,7 % da sua capacidade homologada. Por estimativa anual, as perdas de vinho representaram uma perda de rendimentos de 7 522 819 € e de um lucro bruto de 4 904 030 €, e um custo de reprocessamento de 1 309 395 €. Uma das soluções propostas para resolver este problema, seria a instalação de sensores inline para um acompanhamento remoto e um controlo de qualidade mais apertado e assim otimizar o volume de vinho gerado para reprocessamento.

Palavras-chave: Kaizen, REP, Engarrafamento, Reprocessamento.

Abstract

The present dissertation is the result of an internship held at Sogrape Vinhos S.A. in Avintes. The objectives defined for this work were the quantification of product losses that occur during the start of the bottling operation on Line No.3 of Sogrape's and during product changeover. Another target was the determination of the root causes, behind these losses, and the proposal of improvements to be made to the line, through the application of the Kaizen methodology.

To this end, the Quality Control Story (QC Story) of the Kaizen methodology was used. QC Story is a problem solving a tool used in the scope of Total Quality Improvement (TQM), for the elimination of defects, when the cause of the problem is unknown.

Through the application of the QC Story to Line No.3, it was concluded that, on average, 14 % of the wine fed to the bottling line was rejected for reprocessing and that there was a variability in the volume of wine rejected due to the lack of standardization. According to the literature, the value should be between 0.5 to 5 %. Also, the volume of wine rejected was often insufficient because the Alcohol Strength by Volume (ASV) and the carbon dioxide content of the wine were not within the conformity range. Another conclusion that was made, was that, with the increase of the CO₂ content in the wine, the higher was the volume of wine generated for reprocessing. The method used to carbonate the wine, proved to make a difference to, with the conventional system, generating 14 % less volume of non-compliant wine, when compared with KH TEC carbonation. According to the data that was collected, screw cap closures generated 10.3 % more wine for reprocessing than cork closures. When it comes to the bottling line, on average it was working 85.7 % of its capacity, and when in load, the volume of wine. By estimate, wine losses, represented an annual loss of sale of €7,522,819 and a gross of profit of €4,904,030 all while at a reprocessing cost of €1,309,395 One of the proposed solutions to solve this problem, would be the installation of inline sensors for remote monitoring and a tighter quality control and thus optimize the volume of wine generated for reprocessing.

Keywords: Kaizen, QC Story, Bottling, Reprocessing.

Índice geral

Capítulo 1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Apresentação da Sogrape Vinhos S.A	1
1.3 Tema e objetivos do estágio	3
1.4 Organização do relatório	4
Capítulo 2. Metodologia Kaizen	5
2.1 Origem do Kaizen	5
2.2 Kaizen Business System (KBS)	6
2.2.1 Missão e objetivos	6
2.2.2 Modelo QCD	7
2.2.3 Metodologia de Gestão da Mudança	8
2.3 Resolução Estruturada de Problemas (REP)	11
2.3.1 Seleção do Problema	12
2.3.2 Descrição do problema	12
2.3.3 Definição dos Objetivos	13
2.3.4 Identificação das causas do problema	13
2.3.5 Impacto das causas-raiz	14
2.3.6 Melhorias	14
2.3.7 Verificação dos Indicadores	15
2.3.8 Normalização	15
2.4 Gestão Visual	17
2.5 Standard Work	18
Capítulo 3. Engarrafamento de Vinhos	19
3.1 Enxaguamento	20
3.1.1 Modo de funcionamento	21
3.1.2 Configurações de enxaguadoras	21
3.2 Enchimento	23
3.2.1 Enchedoras de Sifão	25
3.2.2 Enchedoras de Pressão diferencial	26
3.2.3 Enchedoras isobáricas	26

3.2.4	Enchedoras de Contrapressão	28
3.3	Construção mecânica da enchedora	28
3.4	Rolhamento	29
3.4.1	Rolha de cortiça	29
3.4.2	Cápsula Roscada (Screw Cap)	30
3.5	Perdas de vinho	30
Capítulo 4. Aplicação da metodologia Kaizen na linha de engarrafamento		31
4.1	Seleção do Problema	31
4.2	Descrição do Problema	31
4.2.1	Descrição do gamba e do modo de operação	32
4.3	Definição dos objetivos	38
4.4	Identificação das causas do problema	38
4.5	Impacto das causas-raiz	39
4.6	Melhorias	46
4.6.1	Sensores inline	47
Capítulo 5. Conclusões e Sugestões de Trabalho Futuro		53
Bibliografia		55
Anexos		61
Anexo A		61
Anexo B		65
Anexo C		69
Anexo D		71

Índice de Figuras

Figura 1. 1 – Lançamento do vinho Mateus Rosé em 1942, pela Sociedade Comercial dos Vinhos de Mesa de Portugal (Sogrape, s.d.).	1
Figura 1. 2 – Jimi Hendrix, Amália Rodrigues, Steve Jobs e Ace Frehley fotografados com uma garrafa de Mateus Rosé (Sogrape, s.d.).	2
Figura 1. 3 – Algumas das marcas detidas pela Sogrape Vinhos S.A (Adaptado de Sogrape, s.d.).	3
Figura 2. 1 – Significado da palavra Kaizen (Adaptado de Kaizen Institute, s.d.).	5
Figura 2. 2 – Kaizen Business System (KBS) (Adaptado de CICCOPN, 2016).	6
Figura 2. 3 – Comparação dos resultados da aplicação de processos inconsistentes e processos consistentes (Mendes, 2006).	9
Figura 2. 4 – Diferença entre uma abordagem funcional e holística de uma organização (Adaptado de Mendes, 2006).	9
Figura 2. 5 – Resolução Estruturada de Problemas (REP).	11
Figura 2. 6 - Objetivos SMART (Adaptado de Oliveira, 2008; Productfolio, s.d.).	13
Figura 2. 7 – 7 ferramentas clássicas da qualidade (Adaptado de Muñoz, 2020).	14
Figura 2. 8 – Matriz de prioridades (Adaptado de EUAX Consulting, 2014).	15
Figura 2. 9 – Ciclo SDCA.	16
Figura 2. 10 – Comparação da melhoria resultante da aplicação da metodologia Kaizen e apenas através de Inovação tecnológica (Adaptado de Mendes, 2006).	17
Figura 2. 11 – Elementos de gestão visual (Adaptado de Visual Control, 2017).	18
Figura 3. 1 – Diagrama do processo de produção de vinhos de mesa (Adaptado de Clube Vinhos Portugueses, s.d.)	19
Figura 3. 2 – Exemplo de uma linha de engarrafamento, composta por uma enxaguadora, enchedora, rolhadora e capsuladora, respetivamente (UKSinc, s.d.).	20
Figura 3. 3 – Etapas do processo de enxaguamento (Adaptado de Alfatek, 2011).	21
Figura 3. 4 – Esquema de um enxaguadora rotativa (Adaptado de Alfatek, 2015; Carvalheira, 2012).	21
Figura 3. 5 – Exemplo de uma enchedora linear (PROMECC, s.d.).	22
Figura 3. 6 – a) Injetor fixo; b) Injetor móvel (Adaptado de Lanfranchi, 2013).	22
Figura 3. 7 – Injetor do tipo móvel com uma ligação de alimentação, duas e três, respetivamente (Adaptado de PROMEC, s.d.).	23
Figura 3. 8 – Enchedora Manual, Semiautomática e Automática, respetivamente (VigoLtd, s.d.; Criveller, s.d.; IC Filling Systems, s.d.).	23

Figura 3. 9 – Exemplo de uma enchedora automática com um torno em carrossel (Sidel, s.d.).	24
Figura 3. 10 – Modo de funcionamento de uma enchedora automática (French, 2017; Alfatek, s.d.).	24
Figura 3. 11 – Tipos de enchedoras de nível constante (Adaptado de Carvalheira, 2012).	25
Figura 3. 12 – Exemplo do funcionamento de uma enchedora de sifão (Adaptado de VigoLtd, s.d.).	26
Figura 3. 13 – Exemplo de uma enchedora de pressão diferencial (Tenco, s.d.).	26
Figura 3. 14 – Suporte de quatro maxilas metálicas (Carvalheira, 2012).	29
Figura 4. 1 – Exemplo de um tanque de enchimento com uma capacidade de 21000 L.	32
Figura 4. 2 – Sistema de carbonatação convencional e máquina de carbonatação, respetivamente.	33
Figura 4. 3 – Medidor do conteúdo de dióxido de carbono de bebidas carbonatadas (CboxQC) (Adaptado de Anton Paar, s.d.).	33
Figura 4. 4 – HMI da máquina de carbonatação KH TEC.	34
Figura 4. 5 – União em Y para engate de mangueiras.	34
Figura 4. 6 – Bomba centrífuga da linha 3 e HMI da enchedora, respetivamente.	35
Figura 4. 7 – Ponto de inspeção da linha 3.	35
Figura 4. 8 – HMI da palete de filtração	36
Figura 4. 9 – Filtros Millipore com uma capacidade individual de 143 L.	36
Figura 4. 10 – Sistema de alimentação da cuba da enchedora.	37
Figura 4. 11 – Enxaguadora, enchedora e rolhadora da linha de enchimento 3.	37
Figura 4. 12 – Diagrama de Ishikawa.	38
Figura 4. 13 – Distribuição média diária de vinho engarrafado e vinho para reprocessamento.	39
Figura 4. 14 – Diagrama de Pareto para os golpes efetuados.	40
Figura 4. 15 – Impacto do aumento do teor de dióxido de carbono dissolvido no vinho sobre o volume de vinho formado para ajuntos.	40
Figura 4. 16 – Influência da pressão de enchimento no volume de vinho para reprocessamento gerado.	41
Figura 4. 17 – Comparação da influência do sistema de carbonatação utilizado na formação de vinho para ajuntos.	41
Figura 4. 18 – Influência do caudal lido na máquina de carbonação sobre o volume de vinho para reprocessamento formado.	42
Figura 4. 19 – Influência do caudal lido no HMI da palete de filtração sobre o volume de vinho para reprocessamento formado.	42

Figura 4. 20 – Impacto do tipo de vedante utilizado sobre o volume médio de vinho para reprocessamento.	43
Figura 4. 21 – Volume médio de vinho formado para ajuntos para cada tipo de vinho abastecido.	44
Figura 4. 22 – Influência da capacidade da linha sobre o volume médio de vinho gerado para ajuntos.	44
Figura 4. 23 – Perdas de produtividade da linha de enchimento para cada tipo de vinho.	45
Figura 4. 24 – Sensor L-Com 5100 (Anton Paar, 2021).	47
Figura 4. 25 – Constituição do sensor L-Com 5500 (Adaptado de Anton Paar, s.d.).	48
Figura 4. 26 – Determinação do álcool e do extrato conforme a densidade e a velocidade do som (Adaptado de Anton Paar, s.d.).	48
Figura 4. 27 – Sensores Carbo 6100/6300, respetivamente (Anton Paar, s.d.).	49
Figura 4. 28 – Espetroscopia de infravermelho por ATR (Souza, 2009).	49
Figura 4. 29 – Onda evanescente formada aquando ocorre reflexão total interna (Adaptado de Anton Paar, s.d.).	50
Figura 4. 30 – Aplicação da metodologia ATR às linhas (Adaptado de Anton Paar, 2020).	50
Figura 4. 31 – Sensor Oxy 5100 (Anton Paar, s.d.).	51
Figura 4. 32 – Sensor L-Col 6100 (Anton Paar, 2021).	51
Figura 4. 33 – Monitor mPDS 5 (Anton Paar, s.d.).	52
Figura 4. 34 – Inline Pump 520 (Adaptado de Anton Paar, s.d.).	52
Figura B. 1 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função do teor de oxigénio dissolvido.	65
Figura B. 2 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função da pressão do TE.	65
Figura B. 3 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função da temperatura do vinho no TE.	66
Figura B. 4 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função do volume de vinho no TE.	66
Figura B. 5 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função contrapressão de enchimento.	67
Figura B. 6 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função da temperatura de enchimento.	67
Figura B. 7 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função da pressão do primeiro filtro.	67
Figura B. 8 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função da pressão do segundo filtro.	68

Figura B. 9 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função da pressão do terceiro filtro. 68

Índice de tabelas

Tabela 2. 1 – Lista de KPI's habitualmente definidos (Adaptado de Oliveira, 2008). 12

Tabela A. 1 – Dados registados na Cave do Frio, relativamente à pressão, temperatura e volume do tanque de enchimento, tipo de carbonatação utilizada, caudal de vinho no KH TEC, e teor de dióxido de carbono e oxigénio dissolvidos para cada tipo de vinho. 61

Tabela A. 2 – Dados registados do HMI da palete de filtração como caudal, pressões dos três filtros da palete de filtração, volume de vinho para reprocessamento e capacidade da linha. 62

Tabela A. 3 – Dados registados na Linha de Engarrafamento como, pressão, contrapressão e temperatura de enchimento, tipo de vedante utilizado, o nº de análises efetuadas e a cadência e produção para cada tipo de vinho. 63

Tabela A. 4 – Volume de vinho engarrafado e enviado para ajuntos em relação ao alimentado à linha. 64

Tabela C. 1 – Custo unitário e custo por litro dos vinhos enchidos na linha 3 (Estado Líquido, s.d.; Portugal Vineyards, s.d.; Wine.com, s.d.). 69

Tabela C. 2 – Vendas, lucro e custos de reprocessamento, em euros, associados ao volume de vinho para reprocessamento. 70

Tabela D. 1 – Especificações técnicas do sensor L-Com 5500 (Anton Paar, 2020). 71

Tabela D. 2 – Especificações técnicas do sensor Carbo 6300 (Anton Paar, s.d.). 71

Tabela D. 3 – Especificações técnicas do sensor Oxy 5100 (Anton Paar, s.d.). 71

Tabela D. 4 – Especificações técnicas do sensor L-Col 6100 (Anton Paar, 2021). 71

Nomenclatura

Siglas

ATR – Espetroscopia de infravermelho por refletância total atenuada;

DMDC – Dimetil Dicarbonato;

HMI – Human-Machine Interface;

IV – Infravermelho;

KBS – Kaizen Business System;

KPI – Key Performance Indicators;

OEE – Overall equipment effectiveness;

PDCA – Plan, Do, Check, Act;

QCD – Quality, Cost, Delivery;

REP – Resolução Estruturada de Problemas;

SDCA – Standard, Do, Check, Act;

SKU – Stock Keeping Units;

SMART – Simples, Mensuráveis, Atingíveis, Relevantes e Temporais;

TAV – Título alcoolométrico volúmico;

TCA – 2,4,6-tricloroanisol;

TCM – Total Change Management;

TE – Tanque de Enchimento;

TFM – Total Flow Management;

TPM – Total Productive Maintenance;

TPS – Sistema de Produção Toyota;

TQM – Total Quality Management;

TSM – Total Service Management;

VMS – Value Stream Mapping.

Símbolos

CP_E – Contrapressão de enchimento;

C/V – Linha em carga ou vazio;

N_A – Nº de análises laboratoriais;

P_E – Pressão de enchimento;

P_{F1} – Pressão do filtro 1;

P_{F2} – Pressão do filtro 2;

P_{F3} – Pressão do filtro 3;

P_{TE} – Pressão no TE;

Q_F – Caudal no HMI da paleta de filtração;

Q_{TEC} – Caudal no KH TEC;

R/C – Tipo de vedante (rolha/cápsula);

T_E – Temperatura de enchimento;

T_{TE} – Temperatura no TE;

V_R – Volume de vinho para reprocessamento;

V_{TE} – Volume no TE.

Capítulo 1. Introdução

1.1 Enquadramento

A presente dissertação foi desenvolvida na Sogrape Vinhos S.A, em Avintes. Esta teve uma duração de oito meses, com as atividades a iniciarem-se às 9:00 h e a terminarem às 13:00 h no primeiro semestre. No segundo semestre, as atividades decorreram das 8:30 h às 17:30 h.

1.2 Apresentação da Sogrape Vinhos S.A

A Sogrape Vinhos S.A, empresa líder em Portugal no setor vitivinícola, dedica-se hoje à comercialização nacional e internacional de vinhos de mesa e vinhos do Porto. A empresa foi constituída em 1942, com o nome de “Sociedade Comercial de Vinhos de Mesa de Portugal”, por Fernando van Zeller Guedes e 15 amigos seus. Fernando van Zeller Guedes, tinha um sonho, criar e desenvolver uma empresa de vinhos portugueses, que fosse diferente e que se destacasse nos mercados internacionais. Este sonho viria a ser realizado, com o lançamento de um vinho, “Mateus” (Figura 1.1) (Sogrape, s.d.).



Figura 1. 1 – Lançamento do vinho Mateus Rosé em 1942, pela Sociedade Comercial dos Vinhos de Mesa de Portugal (Sogrape, s.d.).

O formato único e icónico da garrafa, inspirada nos cantis usados pelos soldados na Primeira Guerra Mundial, aliado ao seu sabor único e extraordinário, contribuiu para o seu sucesso e reconhecimento internacional. Reconhecimento este, que fez com que Mateus chegasse às mãos de personalidades como Amália Rodrigues, Steve Jobs, Jimi Hendrix e Ace Frehley, conforme se pode comprovar pela Figura 1.2 (Sogrape, s.d.).

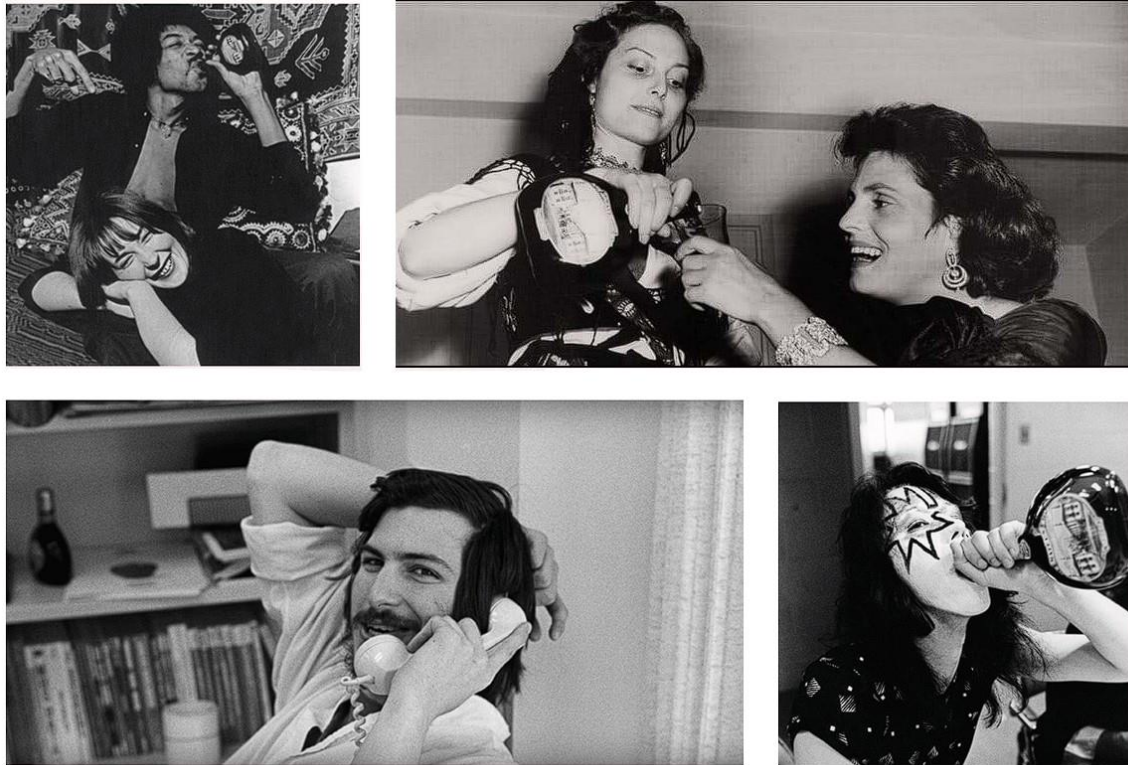


Figura 1. 2 – Jimi Hendrix, Amália Rodrigues, Steve Jobs e Ace Frehley fotografados com uma garrafa de Mateus Rosé (Sogrape, s.d.).

Graças ao sucesso do vinho Mateus e ao crescimento constante da empresa, a Sogrape adquire em 1987, a A.A. Ferreira S.A, marcando assim a sua entrada no setor dos Vinhos do Porto. Em 2015, 28 anos mais tarde, a "World Association of Writers and Journalists of Wines and Spirits" posiciona a Sogrape em 1º lugar no ranking mundial das 100 melhores produtoras de vinhos (Sogrape, s.d.).

Na atualidade, a Sogrape Vinhos S.A, emprega mais de 1100 colaboradores, possui cerca de 1600 hectares de vinha, e está presente em 12 regiões vitivinícolas, contando com 19 adegas e 25 quintas. O sonho de um homem, originou um legado, legado esse que se destaca, pela presença da Sogrape em mais de 120 mercados, um valor de vendas de 150 garrafas por minuto, e a posse de mais de 30 marcas de vinhos (Figura 1.3) (Sogrape, s.d.).

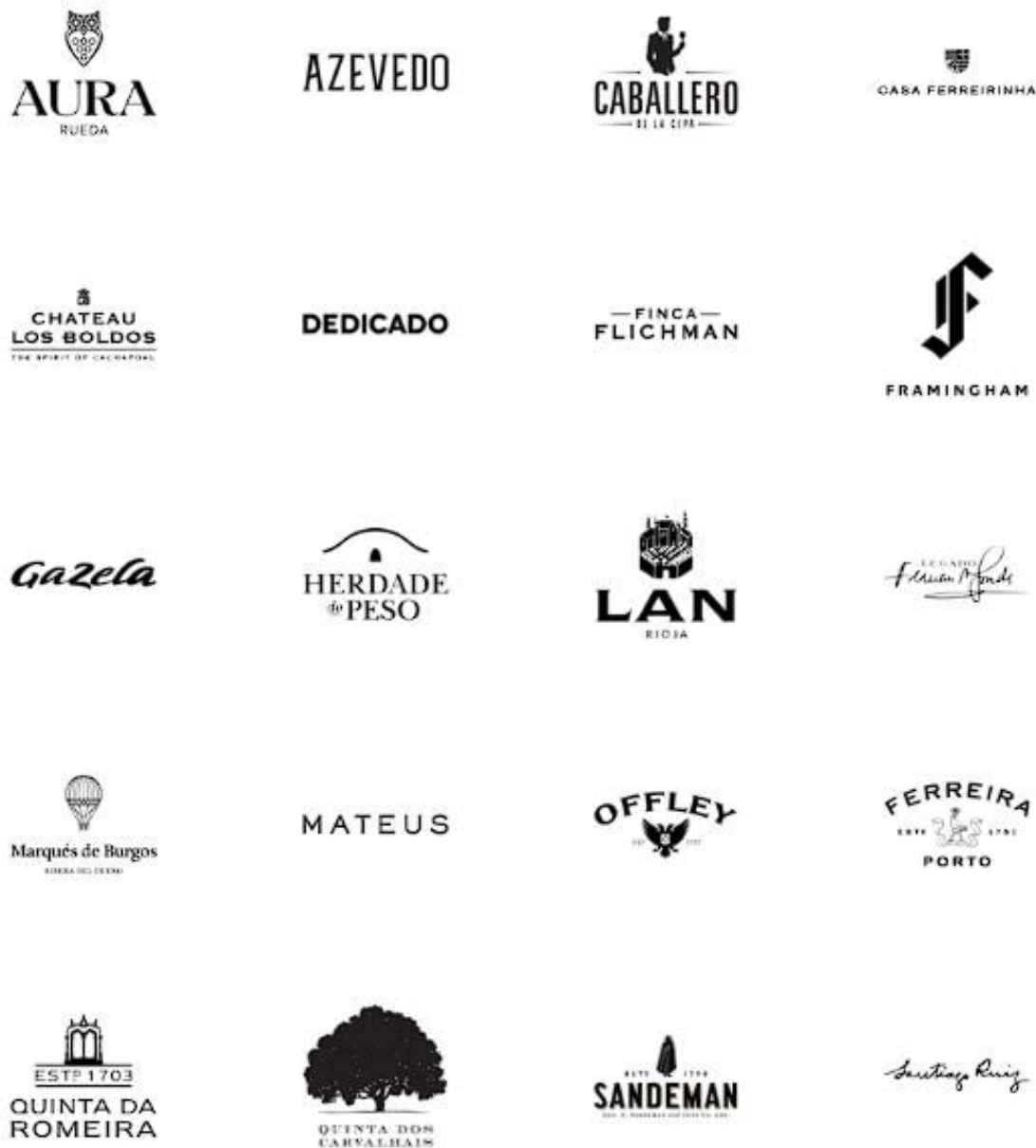


Figura 1. 3 – Algumas das marcas detidas pela Sogrape Vinhos S.A (Adaptado de Sogrape, s.d.).

1.3 Tema e objetivos do estágio

Atualmente a Sogrape Vinhos S.A, possui uma capacidade de armazenamento de 24 milhões de litros e tem instaladas cinco linhas de engarrafamento (Linha 1, Linha 2, Linha 3, Linha 6 e Linha ELE). Durante o arranque de uma das linhas de engarrafamento e/ou mudança de produto, é necessário efetuar um “golpe”. O golpe consiste em rejeitar uma parte do vinho que não está conforme, para um tanque de “ajuntos” para mais tarde ser reprocessado. Na prática, o volume de produto rejeitado é elevado e muitas vezes insuficiente, o que exige que os operadores, efetuem vários golpes e que várias amostras

sejam analisadas no laboratório, causando assim paragens desnecessárias. O objetivo do presente trabalho passa pela análise de possibilidades de melhoria da linha de engarrafamento 3, com foco no encontro de uma solução que evite estas paragens, e que haja uma redução das perdas de produto, mantendo a qualidade.

1.4 Organização do relatório

O relatório está organizado em cinco capítulos. No primeiro capítulo é feita uma breve apresentação da empresa, bem como o enquadramento do estágio e os objetivos definidos para o mesmo. O segundo e o terceiro capítulo constituem a fundamentação teórica utilizada na elaboração da presente dissertação. No quarto capítulo são apresentadas as diferentes tarefas executadas no cumprimento dos objetivos, e no último capítulo as conclusões do trabalho realizado e sugestões para trabalho futuro.

Capítulo 2. Metodologia Kaizen

2.1 Origem do Kaizen

“The Kaizen Philosophy assumes that our way of life - be it our working life, our social life, or our home life - deserves to be constantly improved.”

Masaaki Imai, Fundador do Kaizen Institute

Para entender o que é Kaizen, primeiro tem de se entender o que levou à sua criação. Tudo começou após a 2ª Guerra Mundial, com o Japão a atravessar uma forte crise económica e a indústria japonesa à beira da rutura. Para ajudar o Japão a recuperar, são criados centros de produtividade, com o objetivo de promover a visita de executivos japoneses a fábricas americanas, e dar-lhes a conhecer as suas práticas de produção. Paralelamente, as empresas japonesas aplicavam ferramentas de melhoria contínua, que visavam o bem do trabalhador e da empresa, atuando sobre a eliminação dos desperdícios e a rentabilização do tempo (Ismael, 2015). Masaaki Imai, que trabalhara no centro de produtividade japonês de Washington DC, na década de 50, funda em 1986, o Kaizen Institute, com o objetivo de difundir os conceitos Kaizen no mundo ocidental. Nesse ano, publica o livro “Kaizen – The Key to Japan’s Competitive Success” e aplica a metodologia Kaizen na empresa Toyota, tendo como objetivos principais a melhoria da eficiência, da produtividade e consequentemente a competitividade (Duarte, 2013). Desde então, o conceito foi crescendo e disseminando-se pelo mundo, transformando-se numa filosofia universalmente reconhecida pelos seus casos de sucesso. Kaizen resulta da junção de dois *kanji*¹, Kai que significa mudar, e Zen, para melhor, ou seja, Kaizen, corresponde a um conceito de mudar para melhor ou melhoria contínua (Kaizen Institute, s.d.) (Figura 2.1).



Figura 2. 1 – Significado da palavra Kaizen (Adaptado de Kaizen Institute, s.d.).

¹ Caracteres da língua japonesa

2.2 Kaizen Business System (KBS)

De modo a facilitar a mudança da cultura empresarial, de um pensamento “tradicional” para um de melhoria contínua, o Instituto Kaizen desenvolveu um modelo que agiliza essa transição, o “Kaizen Business System” (KBS). O Kaizen Business System (Figura 2.2) trata-se de um modelo de gestão de melhoria contínua, estruturado de acordo com a filosofia Kaizen e organizado consoante as diferentes áreas de atuação (Godinho, 2010).

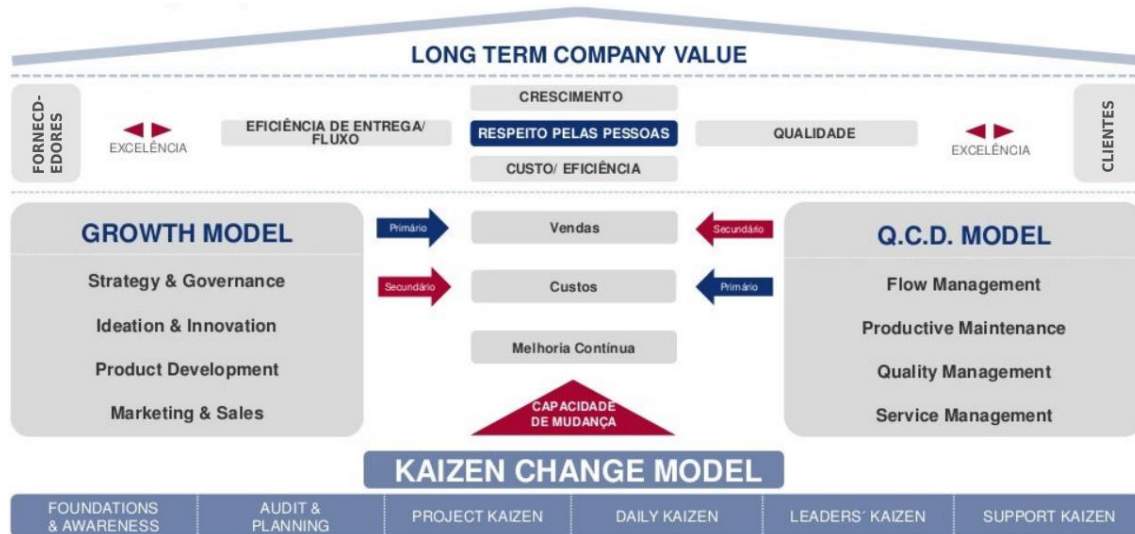


Figura 2. 2 – Kaizen Business System (KBS) (Adaptado de CICCOPN, 2016).

O sistema KBS divide-se em três níveis distintos, mas interdependentes. O primeiro nível do modelo é composto pelos objetivos finais a que o KBS pretende dar resposta e o segundo, pelos diferentes conjuntos de ferramentas/metodologias que os permite atingir. O terceiro e último nível integra todas as metodologias de gestão de mudança para um sistema Kaizen.

2.2.1 Missão e objetivos

O Kaizen Business System define como a sua missão, a criação de valor a longo prazo para a empresa, através do desenvolvimento e respeito dos colaboradores, de excelentes padrões de qualidade, de uma boa eficiência de entrega/fluxo e de baixos custos. O resultado do cumprimento destes objetivos é a criação de valor para o cliente e assim a criação de valor para a empresa (Godinho, 2010).

2.2.2 Modelo QCD

Para cumprir com a missão e os objetivos estabelecidos, o Kaizen Business System está assente em dois modelos, o modelo de crescimento e o modelo Quality, Cost, Delivery (QCD), cada um composto por diferentes metodologias/ferramentas. Com o modelo QCD pretende-se disponibilizar produtos/serviços aos clientes, com a máxima qualidade e simultaneamente ao menor custo e no menor tempo possível (Kaizen Institute, s.d.). O modelo QCD é constituído por quatro pilares: Total Flow Management (TFM), Total Productive Maintenance (TPM), Total Quality Management (TQM) e o Total Service Management (TSM).

Total Flow Management (TFM) - Compreende metodologias e conceitos próprios que promovem o fluxo de material e informação na cadeia de valor. Atua sobre todas as operações de valor acrescentado relacionadas com as atividades de produção, logística interna e logística externa, reduzindo ou eliminando desperdícios (muda) (Quelhas, 2010). Os desperdícios podem ser classificados em sete categorias, sendo elas (Cernadas, s.d.):

- Espera – O desperdício de tempo do colaborador à espera de material, equipamentos, mudanças de trabalho, avarias, entre outros, o que não acrescenta valor para o cliente ou para a empresa.
- Movimento de pessoas – A deslocação de colaboradores para ir buscar materiais constitui uma perda de produtividade.
- Transporte de materiais – O transporte de materiais resulta num aumento do tempo total de produção (lead time), não acrescenta valor, e gera um maior trabalho de logística.
- Defeitos – A não conformidade do produto, apresenta custos de descarte ou de reprocessamento, maior gasto de tempo e menos recursos humanos disponíveis para outras atividades.
- Stock de materiais – A existência de stock em excesso, ocupa espaço, recursos humanos e equipamentos adicionais, não gerando qualquer retorno para o investimento realizado;
- Sobreprocessamento – Os processos ao não serem realizados de uma forma eficaz e eficiente, resulta num maior esforço de trabalho e numa má gestão de recursos, não gerando qualquer valor adicional para o cliente;
- Produção em excesso – Produzir quantidades superiores à da encomenda, resulta na utilização desnecessária de matérias-primas, colaboradores, máquinas e espaço.

Total Productive Maintenance (TPM) – Trata-se de uma metodologia cujo foco principal é a maximização da eficiência de um equipamento (OEE²), através de uma manutenção proativa e preventiva durante o tempo de vida útil do equipamento (Masaaki, 2012; Monteiro, 2012). O TPM é uma ferramenta que não diferencia/separa a manutenção da produção (Kaizen Institute, s.d.)

Total Quality Management (TQM) – Este pilar contempla técnicas de identificação e resolução de problemas orientadas para a melhoria contínua da qualidade (Godinho, 2010).

Total Service Management (TSM) – O TSM representa o pilar do modelo KBS que integra metodologias e ferramentas com incidência na melhoria das áreas de serviços (Oliveira, 2008).

2.2.3 Metodologia de Gestão da Mudança

O último nível do modelo KBS, denominado Total Change Management (TCM), centra-se na gestão da mudança para uma filosofia Kaizen. Este é constituído um conjunto de fundamentos, ferramentas e métodos que garantem a sustentabilidade, das metodologias dos restantes pilares (Quelhas, 2010).

Fundamentos Kaizen

Os fundamentos Kaizen são três, sendo eles:

- Não culpar e não julgar

A filosofia Kaizen, tem por base a valorização das pessoas e a maximização do seu potencial. Devendo ser criado um ambiente em que as pessoas não são culpadas nem julgadas, mas sim ouvidas, pois são estas que se deparam com os problemas diários da sua atividade profissional. Culpar ou julgar apenas condiciona negativamente a comunicação dos problemas e a resolução destes (Godinho, 2010).

- Processos conduzem a resultados

Grande parte das empresas são geridas em prol dos resultados, visto que são estes que refletem o seu desempenho, porém, o caminho para os alcançar é muitas vezes negligenciado. A metodologia Kaizen, contraria esta forma de pensar, ficando que a consistência dos processos gera resultados consistentes. Resultados consistentes permitem definir a estratégia a longo prazo da empresa e as áreas a melhorar. A Figura

² Overall equipment effectiveness ou OEE – indicador global de eficiência de um equipamento, resultante do produto das perdas associadas à disponibilidade, ao desempenho e à qualidade.

2.3, compara o contraste entre o pensamento “tradicional” e o pensamento Kaizen onde, a consistência gera estabilidade e a inconsistência, confusão (Godinho, 2010).

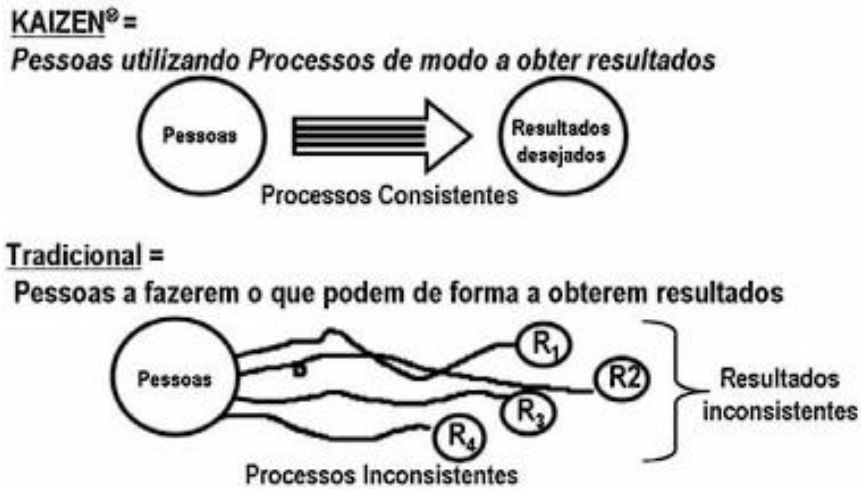


Figura 2. 3 – Comparação dos resultados da aplicação de processos inconsistentes e processos consistentes (Mendes, 2006).

- Sistemas globais

O último dos princípios Kaizen, é que todos os processos devem ser vistos numa perspetiva holística e não de uma funcional. Num organograma tradicional/funcional, a empresa define logo um paradigma que pode gerar desperdício, a departamentalização. Este tipo de estruturação não só limita a criação de fluxo e cooperação, como afeta os resultados da própria organização. Uma abordagem global elimina potenciais conflitos, através do envolvimento de todos no processo. O resultado é a satisfação do cliente nas três vertentes essenciais do modelo Kaizen, QCD. Numa frase, a visão funcional divide, isola e cria ineficiência, enquanto os sistemas globais integram e combinam a apreciação de todos os fatores críticos (Figura 2.4) (Godinho, 2010).

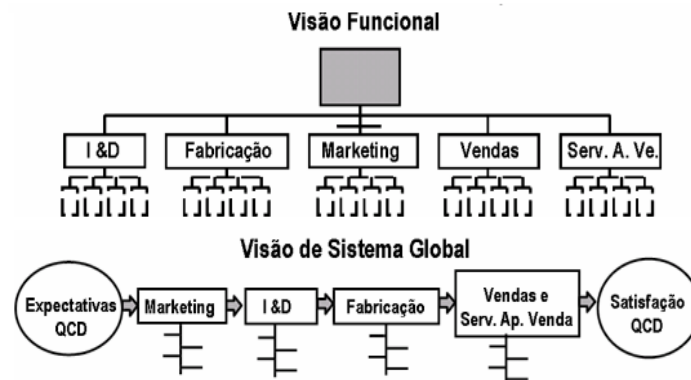


Figura 2. 4 – Diferença entre uma abordagem funcional e holística de uma organização (Adaptado de Mendes, 2006).

Kaizen Projeto

O Kaizen de Projeto é a metodologia do TCM, responsável pela inovação e o desenvolvimento de processos. Consiste na partição dos processos por equipas de projeto. A transformação é realizada em duas fases (Monteiro, 2012):

1. Fase de planeamento do projeto – nesta fase realiza-se a criação do Value Stream Mapping³ (VMS), a formação da equipa e a definição da visão Kaizen;
2. Fase de implementação do projeto – nesta última fase realiza-se os subprojectos e workshops Kaizen definidos na primeira fase.

Kaizen Diário

O Kaizen Diário trata-se de um modelo de melhoria contínua usado na formação de equipas naturais no *gemba*⁴. Os líderes de equipa deverão ser capazes de tornar as equipas autónomas de forma a manterem e melhorarem os processos numa base diária (Monteiro, 2012). O Kaizen Diário divide-se em 4 níveis (Kaizen Institute, 2017):

1. Organização da equipa;
2. Organização dos espaços;
3. Normalização;
4. Melhoria de processos.

Em cada nível existem diversas ferramentas de suporte para cumprir com o objetivo proposto para cada um destes, sempre com o objetivo final de alcançar um estado de autonomia. O sucesso da aplicação desta metodologia passa por ser aplicado à organização na sua totalidade, de modo a mudar a cultura empresarial para uma cultura de melhoria contínua (Monteiro, 2012).

Kaizen Líderes

O Kaizen Líderes consiste num modelo de apoio ao desenvolvimento de líderes de equipas, capazes de incentivar a mudança de comportamentos das equipas, em relação às melhorias dos processos e à resolução de problemas, para que o comprometimento da gestão tenha sucesso (Carrington, 2016).

³ Criação de uma imagem visual do estado atual da empresa, onde normalmente representa o fluxo de material e informação.

⁴ Palavra de origem japonesa que significa, de forma literal, "lugar real". No contexto de Kaizen, refere-se a qualquer lugar na organização onde seja realizado trabalho.

Kaizen Suporte

O Kaizen de Suporte é uma metodologia centrada no desenvolvimento da motivação na organização, que é executada por duas entidades, o Kaizen Steering Committee e o Kaizen Promotion Office. Estas duas entidades, têm como função, suportar o Kaizen Diário e projetar as atividades Kaizen (Monteiro, 2012).

2.3 Resolução Estruturada de Problemas (REP)

A resolução estruturada de problemas é uma ferramenta Kaizen utilizada no âmbito da Melhoria da Qualidade (TQM), para a eliminação de defeitos, quando a causa do problema é desconhecida. Não sendo uma ferramenta estatística, representa uma meta/modelo, de uma forma estruturada e objetiva de abordar os problemas, que visa eliminar as causas-raiz destes (Oliveira, 2008). A REP pode ser definida em 8 etapas como indicado na Figura 2.5 (Masaaki, 2012).

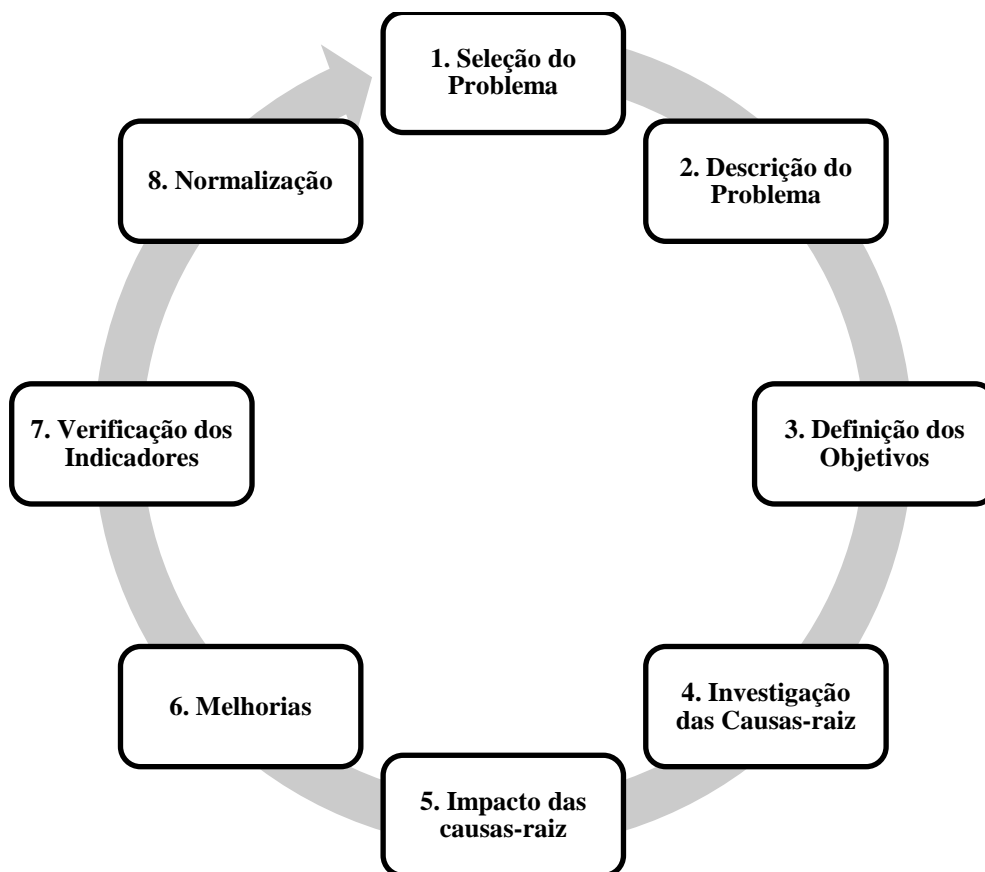


Figura 2. 5 – Resolução Estruturada de Problemas (REP).

O Ciclo de Deming, mais conhecido como Ciclo Plan, Do, Check, Act (PDCA), trata-se de um modelo inerente à REP que serve de guia à melhoria contínua e à análise de situações (Kaizen Institute, s.d.).

O ciclo PDCA, consiste na realização de uma sequência lógica de quatro passos (Kaizen Institute, s.d.). O primeiro passo é a fase de planeamento (P), na qual se estabelecem os objetivos e se definem os métodos para os alcançar. A etapa seguinte é a execução (D), onde se executam as tarefas definidas no planeamento. Na fase de verificação (C), compara-se os resultados obtidos, com os resultados esperados, de modo, a verificar se há desvios ou não, para que estes possam ser corrigidos atempadamente. A última etapa do ciclo é a fase de ação (A) onde se tomam as ações corretivas de modo a eliminar os desvios anteriormente detetados ou no caso de não serem detetados desvios, identificam-se possíveis desvios futuros e soluções para estes (Duarte, 2013).

2.3.1 Seleção do Problema

O primeiro passo da resolução estruturada de problemas, consiste na triagem dos problemas/oportunidades existentes no *gemba* (Oliveira, 2008).

2.3.2 Descrição do problema

Selecionado o problema, o passo seguinte é descrevê-lo em detalhe, selecionar as variáveis a medir e os critérios de avaliação (KPI⁵), representados na Tabela 2.1 (Oliveira, 2008).

Tabela 2. 1 – Lista de KPI's habitualmente definidos (Adaptado de Oliveira, 2008).

Custo	Tempo	Produtividade	Eficiência
Lucro	Lead Time	Output por hora	Tempo de setup
Stocks	N.º de atrasos	Peças por operador	Perdas de produtividade
Custo de Energia			
Vendas	Segurança	Manutenção	Qualidade
N.º de produtos vendidos	N.º de acidentes	Tempo de reparações	Quantidade de falhas
N.º de visitas de clientes	N.º de dias perdidos	Tempo de espera pela manutenção	Quantidade de retrabalho
			Quantidade de sucata

⁵ Key Performance Indicators – indicadores que permitem avaliar a evolução das melhorias implementadas

2.3.3 Definição dos Objetivos

A terceira etapa da REP, consiste na definição dos objetivos do projeto. Os mesmos devem ser simples, mensuráveis, atingíveis, relevantes e temporais (SMART) (Figura 2.6) (Kaizen Institute, 2017).

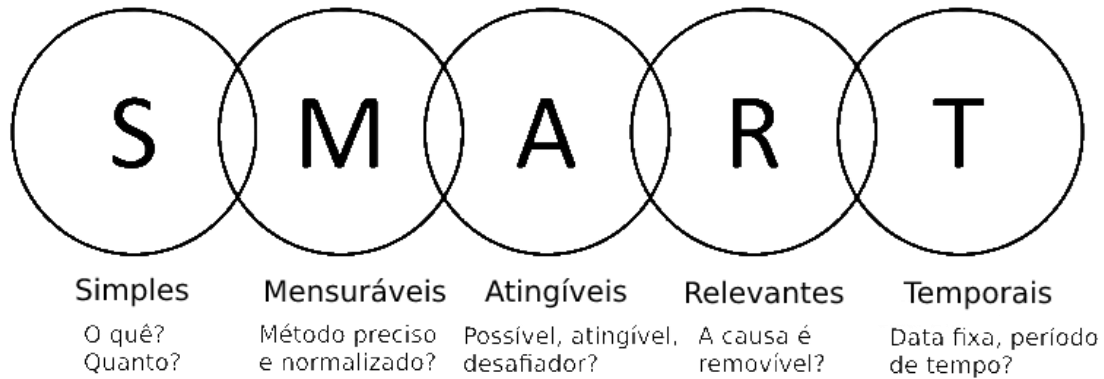


Figura 2. 6 - Objetivos SMART (Adaptado de Oliveira, 2008; Productfolio, s.d.).

2.3.4 Identificação das causas do problema

Estabelecidos os objetivos, procede-se à análise das causas do problema (causas-raiz). Nesta etapa todas as causas são listadas sem qualquer pré-seleção destas. A triagem das causas é feita por recurso a ferramentas de apoio visual, tais como (Oliveira, 2008):

- Diagrama Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa trata-se de uma técnica para identificação de causas-raiz que serve como um ponto de início para um *brainstorming* de ideias. A construção do diagrama é feita de acordo com seis categorias, os 6M's (Kaizen Institute, s.d.):

- Mão de obra: Possíveis causas relacionadas com a atitude das pessoas envolvidas no processo;
- Método: A forma de como o processo é realizado e as especificações de como deve ser feito, tais como, a política, regras, procedimentos, regulamentos e leis;
- Máquina: Equipamentos, ferramentas e sistemas relacionados com o trabalho a desenvolver;
- Material: Influência no material sobre o problema;
- Medida: Causas que envolvam os instrumentos de medida, a sua calibração e a efetividade dos indicadores em mostrar variações
- Meio Ambiente: Condições tais como, a localização, o tempo e o clima que afetem o processo.

- 5 Porquês

Os “5 Porquês”, trata-se de uma ferramenta de controlo de variabilidade na qual se analisa as causas-raiz do problema, tendo em vista a sua eliminação de forma permanente (Kaizen Institute, s.d.).

2.3.5 Impacto das causas-raiz

Após identificação das causa-raiz, procede-se à recolha de dados no *gemba* que fundamentem as hipóteses anteriormente colocadas e, estabelece-se a correlação causa-efeito. Para tal, recorre-se às sete ferramentas clássicas da qualidade (Figura 2.7) (Oliveira, 2008).

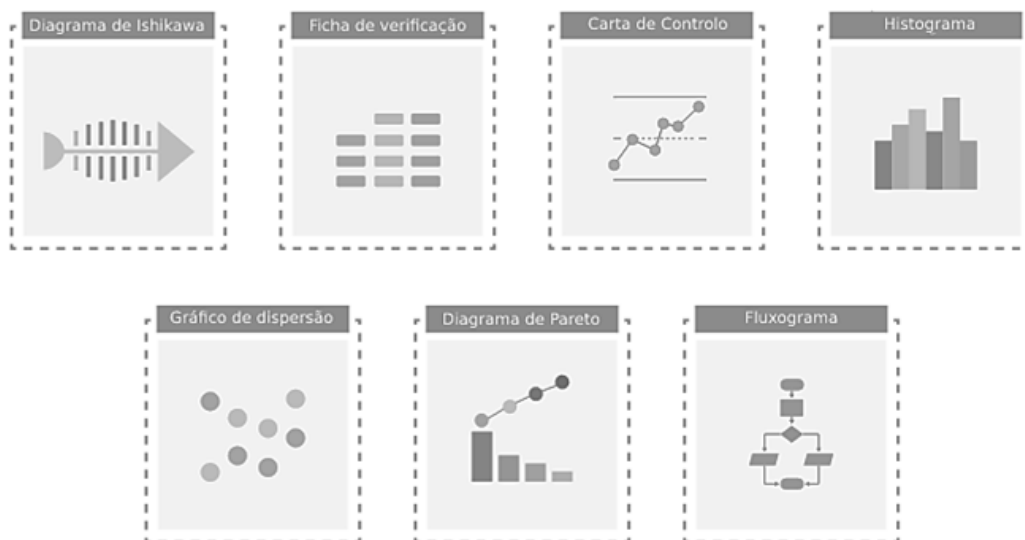


Figura 2. 7 – 7 ferramentas clássicas da qualidade (Adaptado de Muñoz, 2020).

2.3.6 Melhorias

O processo de implementação de melhorias deve ser composto por várias fases (Oliveira, 2008):

1. Propostas de melhoria;
2. Seleção das propostas fazendo uma análise custo-benefício. A análise é conseguida através da construção de uma matriz de prioridades (Figura 2.8), que permite estabelecer qual a ordem de implementação das melhorias, sendo que, as melhorias presentes na base da matriz devem ser implementadas o mais depressa possível.

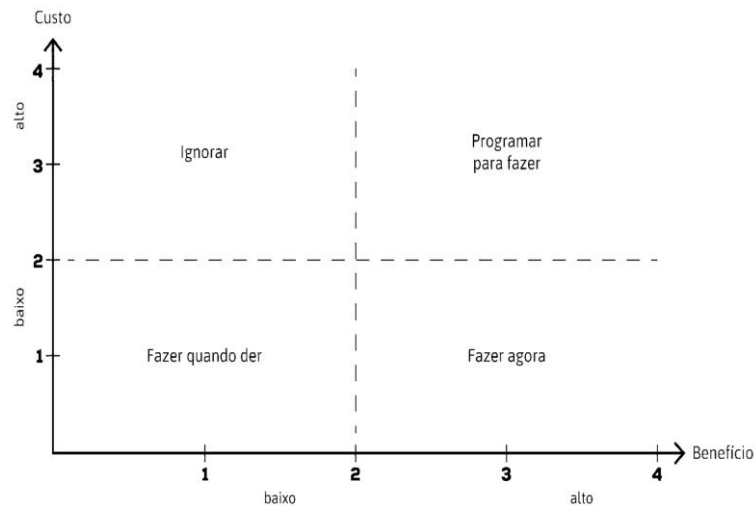


Figura 2. 8 – Matriz de prioridades (Adaptado de EUAX Consulting, 2014).

3. Definir um plano de ação (usando por exemplo, a metodologia 5W2H)

A metodologia 5W2H, trata-se de uma *checklist* que envolve sete perguntas específicas, 5 W e 2 H que são (Napoleão, 2018):

- *When?* (Quando fazer?)
- *Where?* (Onde deve ser feito?)
- *Who?* (Quem deve fazer?)
- *Why?* (Porquê que deve ser feito?)
- *What?* (O quê será feito?)
- *How?* (Como será feito?)
- *How many?* (Quanto?)

4. Implementação do plano de ação.

2.3.7 Verificação dos Indicadores

Implementado o plano de ação, verifica-se o impacto das melhorias nos indicadores, nomeadamente se estão dentro do espectável, e se houve o cumprimento dos objetivos estabelecidos. Se os objetivos foram alcançados, procede-se para a etapa de normalização.

2.3.8 Normalização

O processo de normalização consiste na elaboração de normas. Uma norma corresponde ao meio mais simples, eficaz e seguro de realizar uma tarefa de forma padronizada (Godinho, 2010). A normalização traz algumas vantagens como (Oliveira, 2008; Lima, 2019):

- Redução ou eliminação da variabilidade das tarefas;
- Redução de defeitos e erros;
- Aumento da produtividade;
- Maior facilidade em treinar novos colaboradores;
- Equilíbrio do conhecimento entre indivíduos;
- Preservação do conhecimento.

Um processo que apresente variabilidade (*mura*⁶), é um processo no qual há desperdícios, assim, torna-se imprescindível efetuar um ciclo Standard, Do, Check e Act (SDCA) para normalizar o processo (Oliveira, 2008). A Figura 2.9, representa o ciclo SDCA.

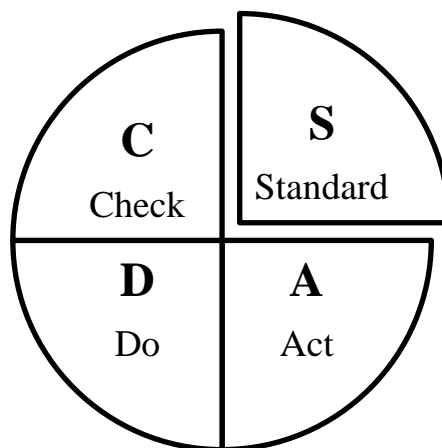


Figura 2. 9 – Ciclo SDCA.

Este ciclo começa com a idealização da norma (Standard), depois a sua implementação e acompanhamento (Do), a verificação dos resultados obtidos e do sucesso da norma (Check) e por último, atuar com base nos resultados (Act) (Mendes, 2006). A criação destas normas de trabalho contribui para a sustentabilidade das melhorias alcançadas.

A manutenção das normas é feita através do ciclo SDCA e a melhoria, pelo ciclo PDCA. A manutenção das normas, refere-se às atividades focadas em manter os atuais padrões operacionais, tecnológicos e de gestão, já a melhoria, concerne-se com as atividades que melhorem os padrões (Kaizen Institute, s.d.). A intercalação do ciclo SDCA, inovação e o ciclo PDCA proporciona uma melhoria acentuada ao longo do tempo ao invés de por exemplo, somente inovar que por comparação apenas confere uma melhoria ligeira (Figura 2.10).

⁶ Um dos três tipos de desvio da alocação ótima dos recursos.

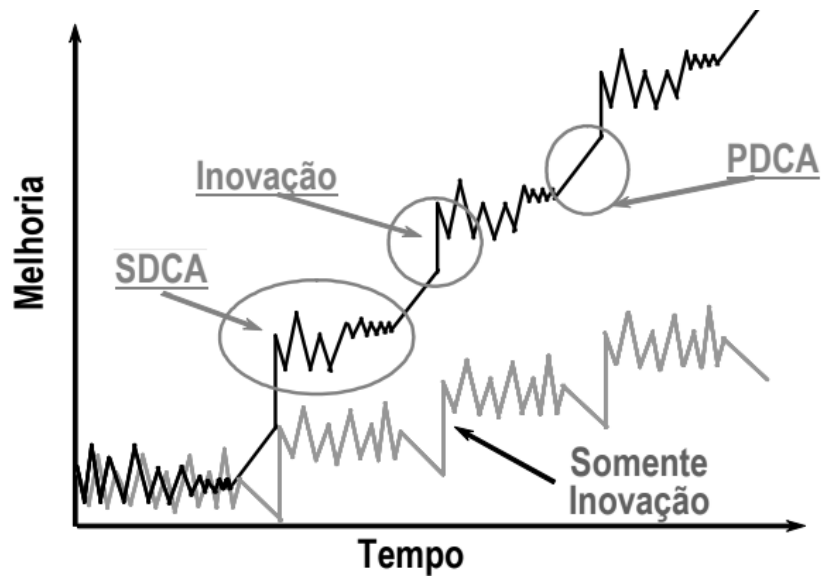


Figura 2. 10 – Comparação da melhoria resultante da aplicação da metodologia Kaizen e apenas através de Inovação tecnológica (Adaptado de Mendes, 2006).

2.4 Gestão Visual

Estima-se que cerca de 83 % da informação que o ser humano recolhe, provém da visão. Assim, torna-se fulcral ter dados relativos aos objetivos, normas e regras de trabalho, visíveis no *gemba* (Quelhas, 2010). A Gestão Visual é um conjunto de técnicas que procura transmitir essas informações de uma forma clara e simples, por recurso a elementos de gestão visual (Kaizen Institute, s.d.). Alguns exemplos de técnicas que integram a gestão visual são (Banna, 2022):

- *Kanban*⁷;
- Metodologia 5S⁸;
- *Andon*⁹;
- Value Stream Mapping (VMS).

Estas ferramentas de controlo visual facilitam a compreensão do processo, o seu estado e os seus desvios. Na Figura 2.11, pode-se observar alguns exemplos de gestão visual.

⁷ Kanban resulta da junção de "Kan" (cartão) e "Ban" (sinal), e representa uma sinalética visual e tem como base a reposição automática de produtos quando são necessários.

⁸ 5S é uma ferramenta simples de organização do espaço de trabalho que tem por base a limpeza, a eficiência e a segurança de modo a melhorar a produtividade.

⁹ Andon provém da palavra japonesa "lâmpada" e trata-se de uma ferramenta de gestão visual aplicada às máquinas e linhas de produção que serve como indicador do estado da operação.



Figura 2. 11 – Elementos de gestão visual (Adaptado de Visual Control, 2017).

A existência destes marcadores visuais apresenta alguns benefícios, tais como:

- Criação e mudança para um ambiente dinâmico de melhoria;
- Transmissão de informação de uma forma clara e simples;
- Melhor comunicação entre equipas de trabalho;
- Maior autonomia dos colaboradores;
- Melhores tempos de resposta;
- Redução de erros.

Os elementos de gestão visual são também uma ferramenta indireta que fornece aos colaboradores uma maior perceção da evolução do seu trabalho. Mediante os resultados obtidos, a mentalidade dos trabalhadores pode mudar, ou seja, se os resultados forem negativos, cria-se uma sensação de constrangimento, que os projeta para uma mudança de trajeto, se os resultados forem positivos, sentem-se orgulhosos, mais confiantes e mais motivados (Lima, 2019).

2.5 Standard Work

O Standard Work trata-se de uma ferramenta de normalização, do trabalho na produção, que permite reduzir a variabilidade dos processos por recurso a elementos visuais. A implementação do Standard Work no *gemba* segue cinco passos (Godinho, 2010):

1. Definição de objetivos de melhoria;
2. Estudo do trabalho;
3. Melhoria do trabalho;
4. Normalização do trabalho;
5. Treino dos colaboradores.

Capítulo 3. Engarrafamento de Vinhos

O vinho é o resultado de um processo extremamente complexo, em cuja qualidade intervêm desde a viticultura, a vinificação e o engarrafamento (Araújo, 2016). Não se trata de um processo linear, havendo diferentes abordagens consoante o produtor, e o produto que se pretende obter (Figura 3.1) (Campos, 2015).

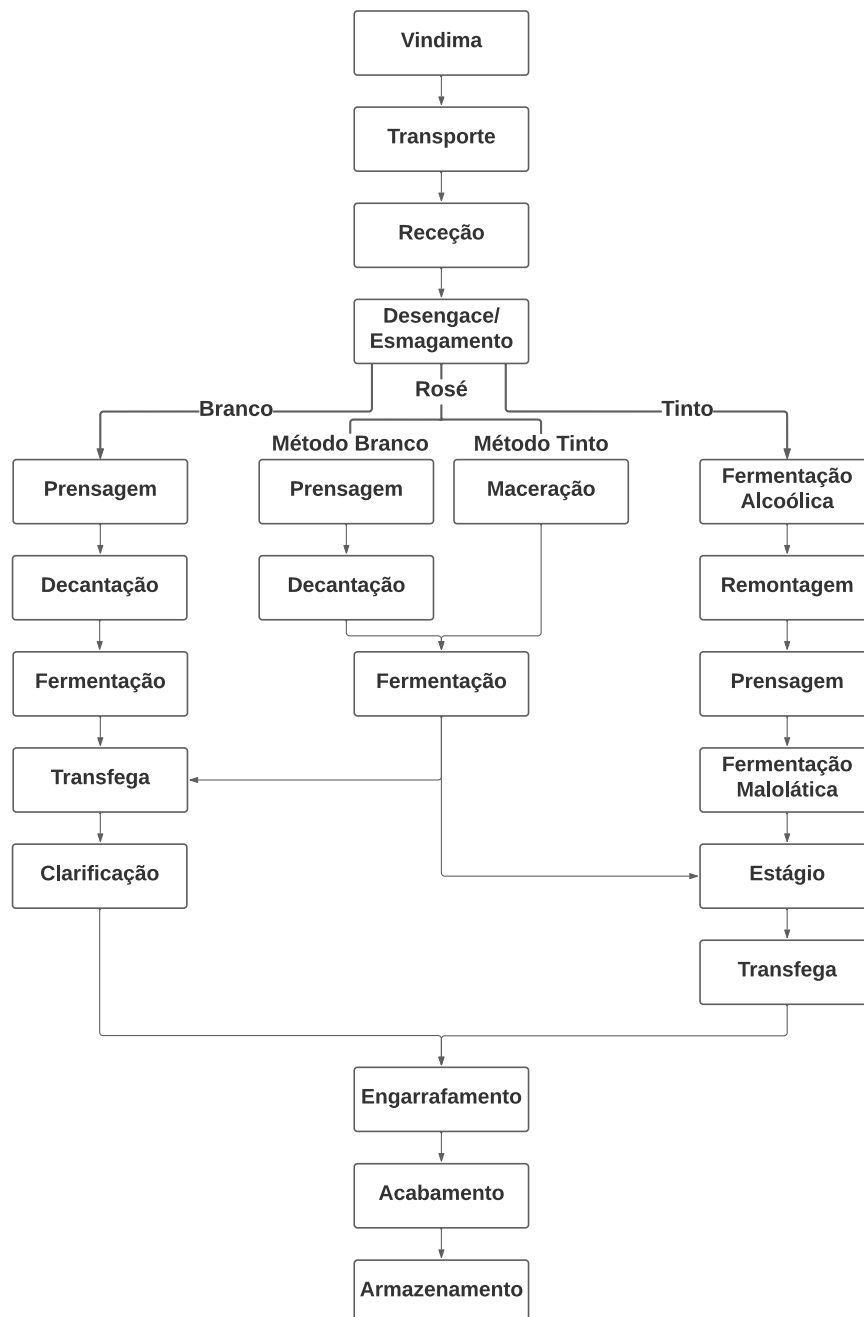


Figura 3. 1 – Diagrama do processo de produção de vinhos de mesa (Adaptado de Clube Vinhos Portugueses, s.d.)

O engarrafamento é um dos passos finais da produção de vinhos, e um dos mais importantes, pois pode condicionar todo o trabalho realizado anteriormente (Campos, 2015). Durante esta fase o potencial para gerar desperdícios é elevado, pelo que a aplicação da metodologia Kaizen nas linhas de engarrafamento, permite a redução ou eliminação destes. As linhas de engarrafamento são tipicamente compostas pelo enxaguamento, o enchimento, o rolhamento e/ou capsulamento da garrafa (Figura 3.2).



Figura 3. 2 – Exemplo de uma linha de engarrafamento, composta por uma enxaguadora, enchedora, rolhadora e capsuladora, respetivamente (UKSinc, s.d.).

3.1 Enxaguamento

No interior das garrafas, mesmo nas garrafas novas, podem aparecer poeiras, pequenos fragmentos de vidro, resíduos de tratamento de superfície e outros contaminantes, pelo que o enxaguamento das garrafas visa eliminar estes contaminantes (Carvalheira, 2012). Como o vinho se trata de um produto para consumo humano, a água utilizada no enxaguamento deve cumprir com as normas legais previstas no Decreto-Lei n.º 306/2007. De modo a respeitar estes requisitos, é necessário instalar à entrada da enxaguadora, um filtro esterilizante, habitualmente do tipo membrana com um diâmetro médio de poro de 0.45 μm , ou melhor ainda, um separador de membrana com dois cartuchos filtrantes sucessivos, de 1 e 0.2 μm (Carvalheira, 2012).

3.1.1 Modo de funcionamento

Inicialmente as garrafas são transportadas até à enxaguadora, onde uma garra segura a garrafa e a inverte verticalmente. Com a garrafa invertida, é lhe injetada um jato de água filtrada ou de água tratada com radiação ultravioleta, para eliminar os contaminantes presentes (AWRI, s.d.). Terminada a fase de injeção, procede-se à drenagem da água contaminada da garrafa e ao retorno desta para a posição original (Figura 3.3) (Alfatek, 2011).

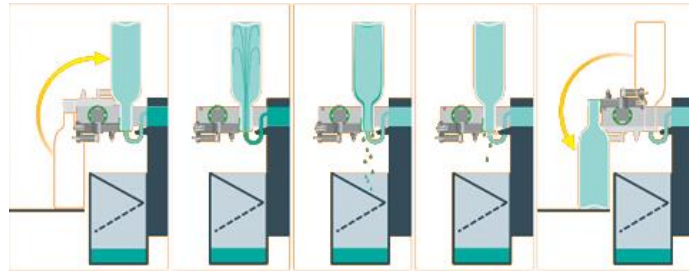


Figura 3. 3 – Etapas do processo de enxaguamento (Adaptado de Alfatek, 2011).

O tempo de injeção e o tempo de esgotamento são fulcrais para garantir que haja um bom enxaguamento da garrafa. O tempo de injeção da água é de normalmente 1 segundo, tempo que se considera como suficiente para que haja uma perfeita remoção de poeiras ou detritos existentes. O tempo de esgotamento, é superior ao tempo de enxaguamento, demorando cerca de 7 a 8 segundos, para garantir que os parâmetros analíticos como o álcool e outros, não sofram alterações por contaminação com a água (Carvalheira, 2012).

3.1.2 Configurações de enxaguadoras

As opções de configuração das enxaguadoras são variadas, podendo os sistemas de enxaguamento ser do tipo rotativo (Figura 3.4) ou do tipo linear (Figura 3.5) (Lanfranchi, s.d.).

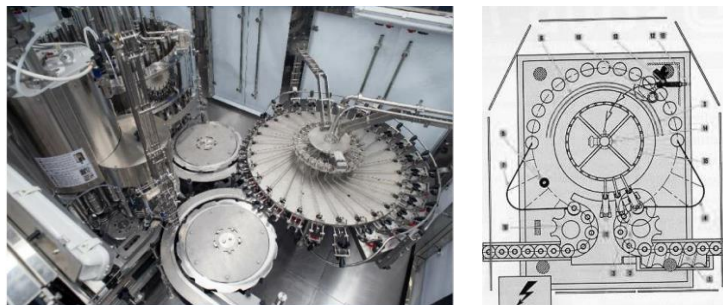


Figura 3. 4 – Esquema de um enxaguadora rotativa (Adaptado de Alfatek, 2015; Carvalheira, 2012).

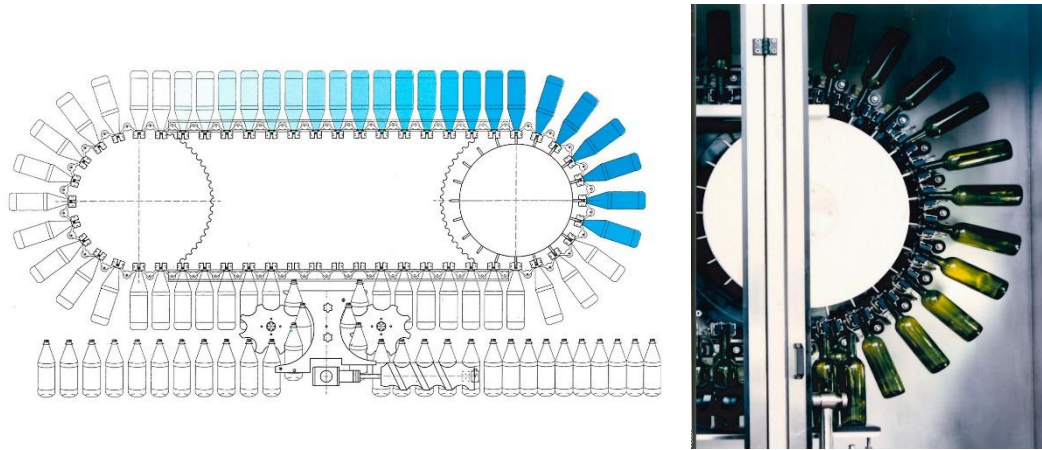


Figura 3. 5 – Exemplo de uma enchedora linear (PROMEC, s.d.).

O bico de enxaguamento (injetor) também é configurável, podendo ser do tipo fixo, ou do tipo móvel. A diferença entre o injetor do tipo móvel para o do tipo fixo, está que o injetor móvel entra na garrafa para fazer o enxaguamento e o fixo não (Figura 3.6) (Lanfranchi, 2013).

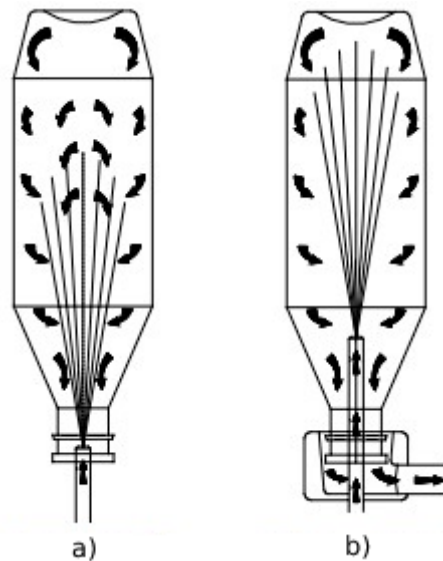


Figura 3. 6 – a) Injetor fixo; b) Injetor móvel (Adaptado de Lanfranchi, 2013).

Os injetores podem ter uma ou mais ligações de alimentação, sendo elas de ar, água, vapor, solução esterilizante, entre outros (Figura 3.7) (PROMEC, s.d.).

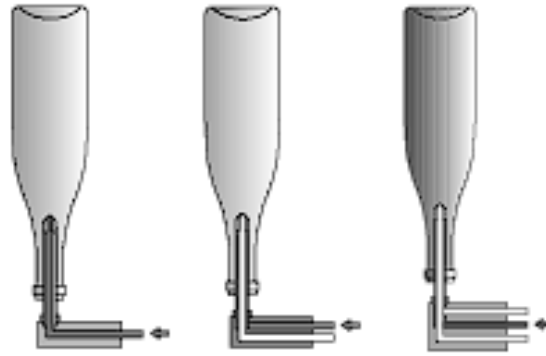


Figura 3. 7 – Injetor do tipo móvel com uma ligação de alimentação, duas e três, respetivamente (Adaptado de PROMEC, s.d.).

3.2 Enchimento

Terminado o enxaguamento, procede-se ao enchimento das garrafas com vinho. As máquinas de enchimento, podem classificadas ser de acordo com o seu grau de automação, em enchedoras manuais, semiautomáticas e automáticas (Figura 3.8) (NPack, s.d.).



Figura 3. 8 – Enchedora Manual, Semiautomática e Automática, respetivamente (VigoLtd, s.d.; Criveller, s.d.; IC Filling Systems, s.d.).

As enchedoras automáticas, são as mais usadas em operações de larga escala, e no enchimento de líquidos com vários níveis de viscosidade e de partículas suspensas. Tipicamente são compostas por um torno de carrossel (Figura 3.9), que contém várias cabeças de enchimento. Este tipo de configuração, permite que várias garrafas sejam cheias em simultâneo (AWRI, s.d.).

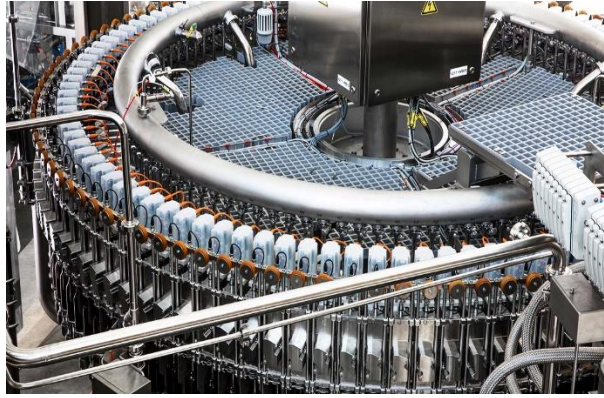


Figura 3. 9 – Exemplo de uma enchedora automática com um torno em carrossel (Sidel, s.d.).

Neste tipo de enchedoras, a garrafa é inserida numa placa, que eleva a garrafa até que esta encoste no bico de enchimento. Este movimento aciona a abertura da válvula de enchimento, que injeta o vinho na garrafa (Figura 3.10) (Alfatek, s.d.).

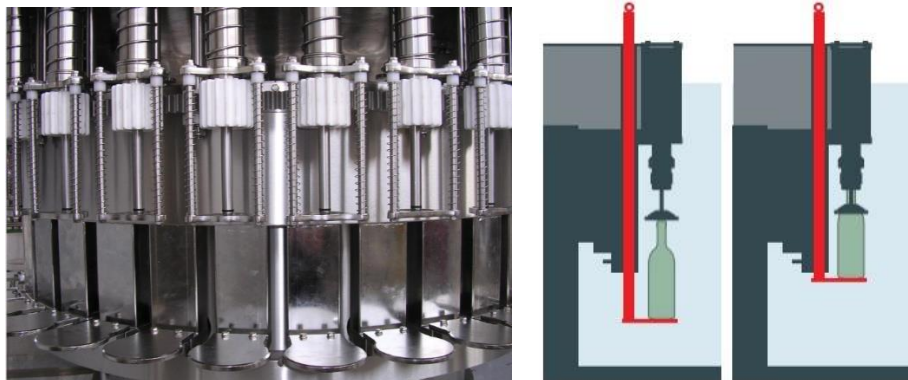


Figura 3. 10 – Modo de funcionamento de uma enchedora automática (French, 2017; Alfatek, s.d.).

Outra forma de classificar as enchedoras é de acordo com o sistema de enchimento utilizado. Os sistemas de enchimento agrupam-se em duas grandes categorias, em enchedoras volumétricas e em enchedoras de nível constante (Carvalheira, 2012).

As enchedoras volumétricas permitem encher um volume determinado de vinho na garrafa, porém, são menos frequentemente usadas na indústria vinícola devido há variação de geometrias das garrafas utilizadas. Esta diferença, aliada ao gargalo estreito das garrafas, levaria a diferenças de nível de enchimento facilmente detetáveis pelo consumidor (Carvalheira, 2012). Assim, este tipo de enchedoras são mais habitualmente usadas no enchimento de produtos de valor agregado alto, em que uma pequena perda, resulta num elevado custo (NPack, s.d.).

As enchedoras de nível constante, asseguram um nível constante de vinho no gargalo da garrafa e impedem que haja um contacto entre o vinho e a rolha/cápsula (Carvalheira, 2012). Em Portugal, legalmente os vinhos tranquilos podem ser comercializados em garrafas com um volume de 0.100 L, 0.187 L, 0.250 L, 0.375 L, 0.500 L, 0.750 L, 1.000 L e 1.500 L (IVV, 2017). A diferença de volumetria, aliada ao uso de diferentes tipos de garrafas (reno, bordalesa, borgonha), resultaria numa diferença de nível de enchimento facilmente detetável, pelo que, o uso deste tipo de enchedoras é mais apropriado, para a operação de enchimento (Carvalheira, 2012). Uma vantagem das enchedoras de nível constante sobre as enchedoras volumétricas, é o facto de estas serem mais baratas, e mais rápidas a encher (NPack, s.d.). A Figura 3.11, representa os diferentes tipos de enchedoras de nível constante.

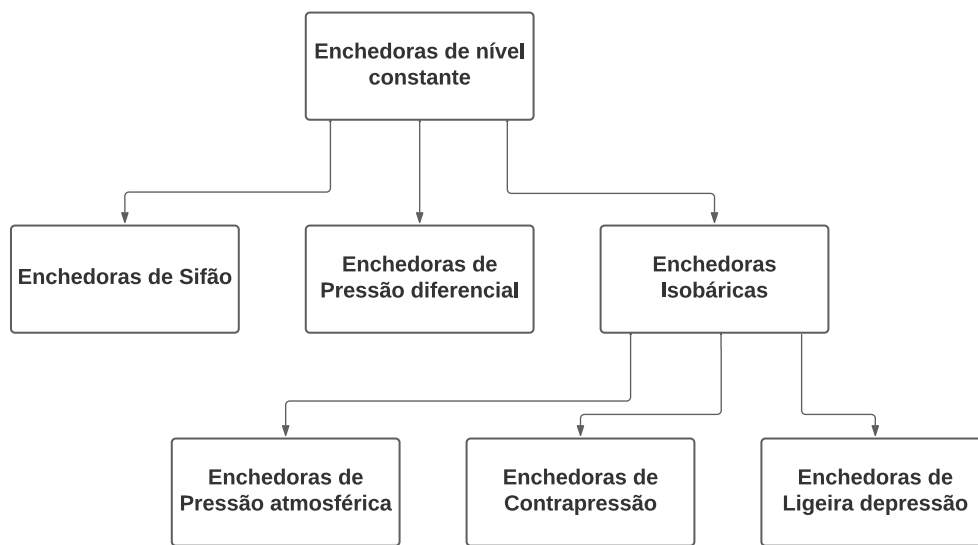


Figura 3. 11 – Tipos de enchedoras de nível constante (Adaptado de Carvalheira, 2012).

3.2.1 Enchedoras de Sifão

As enchedoras de sifão (Figura 3.12) realizam o enchimento através do princípio de sifão, no qual um líquido é transvazado de um recipiente, para um outro a um nível inferior (Porto Editora, s.d.). As enchedoras de sifão, apresentam uma construção simples, sendo normalmente compostas por um tanque onde é armazenado o vinho, uma plataforma ajustável para as garrafas, e um conjunto de válvulas *gooseneck* ou “pescoço de ganso” (Romão, 2019). A plataforma é ajustada antes do enchimento de modo que, o nível do tanque seja igual ao nível de enchimento pretendido. Com a plataforma ajustada, as garrafas são inseridas na extremidade exterior ao tanque das válvulas *gooseneck*, que transvazam o vinho do tanque para a garrafa. O enchimento termina quando se atinge o nível definido. A vantagem deste tipo de enchedoras é de não usarem bombas ou motores para funcionar (Busch Machinery, s.d.).



Figura 3. 12 – Exemplo do funcionamento de uma enchedora de sifão (Adaptado de VigoLtd, s.d.).

3.2.2 Enchedoras de Pressão diferencial

Nas enchedoras de pressão diferencial, como o próprio nome indica, é criada uma diferença de pressão entre o interior da garrafa e o reservatório de alimentação da enchedora. O ar presente na garrafa é aspirado, formando-se uma depressão/vazio que possibilita o vazamento do vinho para a garrafa. Após atingir o nível de enchimento desejado, o excesso de vinho e espuma formada são reencaminhados para um recipiente de recuperação (Carvalho, 2012). A Figura 3.13, ilustra um sistema de enchimento por pressão diferencial.



Figura 3. 13 – Exemplo de uma enchedora de pressão diferencial (Tenco, s.d.).

3.2.3 Enchedoras isobáricas

O último tipo de enchedoras de nível constante, são as enchedoras isobáricas. As enchedoras isobáricas caracterizam-se pelo enchimento realizar-se em condições isobarométricas, isto é, a pressão no interior da garrafa permanece constante e igual à do tanque de alimentação. A operação de enchimento começa com a injeção de CO₂ na

garrafa, pressurizando-a à pressão do tanque de alimentação. Com a garrafa pressurizada a válvula integrada na cabeça de enchimento é reposicionada para que o produto flua do tanque da alimentação para garrafa. Quando o nível de vinho atingir o tubo de respiro, uma válvula de controlo é acionada que para o enchimento. O processo de enchimento termina com a abertura de um tubo de igualização de pressão que despressuriza a garrafa até à pressão atmosférica. Durante a despressurização é injetado um gás inerte com o objetivo de prevenir a contaminação e a oxidação do vinho antes da etapa de rolhamento/encapsulamento (Patrick Thompson, 2015).

A principal aplicação das enchedoras isobáricas, é o enchimento de bebidas carbonatadas, porém, podem ser aplicadas a todo o tipo de bebidas. Esta flexibilidade torna as enchedoras isobáricas particularmente adequadas para linhas de engarrafamento que lidam com uma variedade de vinhos, desde lisos a carbonatados. As enchedoras isobáricas são também sistemas de enchimento precisos e eficientes capazes de (Patrick Thompson, 2015):

- Encher com rapidez e eficácia;
- Controlar a pressão de CO₂ dentro da garrafa, durante o enchimento;
- Realizar um enchimento praticamente livre de espuma;
- Controlar com precisão o nível de enchimento do vinho;
- Permitir a memorização de parâmetros como o nível de enchimento e, o controlo visual de toda a máquina;
- Encher consistentemente mesmo após paragens prolongadas;
- Remover automaticamente fragmentos de vidro resultantes da rutura das garrafas;
- Reduzir o tempo de manutenção e de mudança de *Stock Keeping Units*¹⁰ (SKU).

As enchedoras isobáricas podem ser classificadas consoante a pressão de enchimento em: enchedoras de ligeira depressão, enchedoras de pressão atmosférica e enchedoras de contrapressão.

Enchedoras de Ligeira depressão

As enchedoras de ligeira depressão realizam o enchimento através da criação de um ligeiro vazio, na ordem de 400 a 500 mm de coluna de água no reservatório da enchedora, por via de um ventilador ou uma bomba de vácuo. A utilização deste tipo de enchedora é indicada para o enchimento de vinhos lisos, com a vantagem que, estando os bicos de enchimento sujeitos a uma depressão, não ocorre o gotejamento de vinho (Carvalheira, 2012). O gotejamento de vinho na garrafa não permite que o vinho seja bem rolhado/capsulado (Frain Group, s.d.). O enchimento de garrafas partidas também

¹⁰ Número de referência único de um produto

não é suscetível de acontecer, em virtude de a pressão das garrafas ser superior à pressão do tanque de alimentação. Em contrapartida, uma das condicionantes destas enchedoras reside na necessidade de haver o funcionamento permanente do ventilador/bomba de vácuo, mesmo durante a paragem do enchimento (Carvalheira, 2012).

Enchedoras de Pressão atmosférica

Nas enchedoras de pressão atmosférica, o interior da garrafa e o reservatório da enchedora encontram-se à pressão atmosférica. Neste tipo de enchedora, o nível de enchimento é determinado pela profundidade de imersão do bico na garrafa, em vez de um tubo de respiro. Um aspeto positivo deste tipo de sistema de enchimento, é o facto de a velocidade de enchimento ser constante durante todo o processo e também de não utilizar juntas de borracha para vedar as garrafas. Porém, em comparação com as enchedoras de ligeira depressão, existe a possibilidade da ocorrência de gotejamentos dos bicos (Carvalheira, 2012).

3.2.4 Enchedoras de Contrapressão

A enchedoras de contrapressão, caracterizam-se por manter durante o enchimento uma pressão na garrafa e no reservatório superior à pressão atmosférica. Em semelhança às enchedoras de ligeira depressão, as enchedoras de contrapressão, não efetuam o enchimento em garrafas partidas, uma vez que a válvula de enchimento não abre nessas condições. Porém, contrariamente às enchedoras de ligeira depressão, este tipo de enchedora, é própria para o enchimento de vinhos carbonatados uma vez que, opera a uma pressão superior à pressão do CO₂ dissolvido no vinho. Uma desvantagem das enchedoras de contrapressão está nos bicos de enchimento serem de elevada complexidade, o que constitui uma das razões para o seu custo ser elevado e a sua higienização difícil (Carvalheira, 2012).

3.3 Construção mecânica da enchedora

Além do uso de um sistema de enchimento adequado, outro fator deve ser tido em consideração, a construção mecânica da enchedora. Uma enchedora deve ser composta por um reservatório de fácil acesso, com tampo amovível e de altura ajustável, para uma fácil adaptação às diferentes dimensões das garrafas. Os bicos de enchimento devem proporcionar um escoamento laminar do vinho pela garrafa, bem como também, serem de baixa complexidade, fácil desinfeção e desmontagem, e isentos de molas e juntas móveis. O aço inoxidável utilizado no fabrico da enchedora deve ser resistente aos diferentes meios de lavagem, como a água quente, o vapor de água e os elementos de desinfeção. Em acréscimo este material deve ser certificado em que cumpre com os requisitos de segurança alimentar necessários (Carvalheira, 2012).

3.4 Rolhamento

3.4.1 Rolha de cortiça

O uso de rolhas de cortiça na indústria vinícola tem um papel preponderante na qualidade dos vinhos, devido a algumas características como (Carvalheira, 2012):

- Impermeabilidade ao ar e aos líquidos, evitando a oxidação dos vinhos;
- Aprimoramento das propriedades organoléticas do vinho, por migração de compostos voláteis e compostos não voláteis, solúveis no vinho;
- Boas propriedades mecânicas nomeadamente, de resiliência, compressibilidade e adesão à superfície do vidro, impedindo a entrada de ar na garrafa e/ou a fuga de vinho.

Rolhamento mecânico

O processo de rolhamento divide-se em duas etapas, a compressão da rolha e a sua posterior introdução no gargalo da garrafa. A compressão da rolha é conseguida pela ação de 3 a 4 maxilas metálicas (Figura 3.14). As maxilas comprimem a rolha até um formato de cilindro perfeito (Carvalheira, 2012).

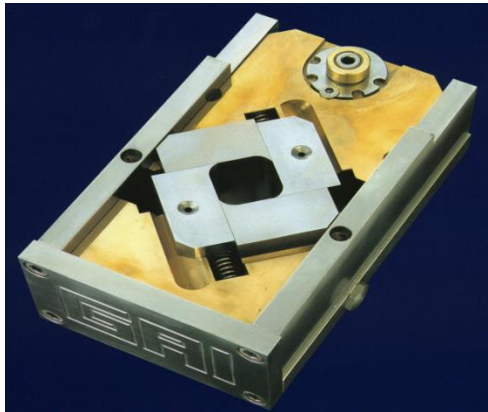


Figura 3. 14 – Suporte de quatro maxilas metálicas (Carvalheira, 2012).

Terminada a compressão da rolha, procede-se à sua introdução no gargalo da garrafa por meio de um pistão de movimento descendente/ascendente. A força de compressão do ar resulta num aumento da pressão interna o que pode provocar a subida da rolha e o repasse do vinho. A injeção de CO₂ ou a criação de uma depressão no gargalo da garrafa, são exemplos de algumas técnicas aplicadas na redução da pressão interna. Na injeção de CO₂, o ar pré-existente no gargalo da garrafa é substituído por CO₂, que de seguida se dissolve no vinho, reduzindo a pressão interna (Carvalheira, 2012).

Manutenção da rolhadora

A manutenção preventiva da rolhadora, assegura que o equipamento esteja nas devidas condições de funcionamento e promove uma boa performance das rolhas. Para tal, alguns cuidados devem ser tidos como (APCOR, s.d.):

- Um correto alinhamento do pistão e do cone de centralização, permitindo uma introdução correta da rolha no gargalo da garrafa;
- Limpar todas as superfícies por onde circula a rolha de cortiça, com produtos isentos de cloro, bem como, todos os mecanismos do equipamento.
- Higienizar a rolhadora antes do engarrafamento, com uma solução de água e metabissulfito a 80 °C, seguida de uma remoção de eventuais condensados que se formaram;
- Assegurar que não existe desgaste ou defeitos nas maxilas de compressão que de outra forma poderiam levar à formação de sulcos laterais na rolha e consequentemente, a infiltrações de ar ou a fugas de vinho.

3.4.2 Cápsula Roscada (*Screw Cap*)

O 2,4,6-tricloroanisol, também conhecido como TCA, é um composto químico presente em materiais naturais como a cortiça (Carvalho, 2012). O TCA, apesar de não ser prejudicial à saúde humana, confere um aroma/gosto de “mofo” ao vinho (APCOR, s.d.). O uso de vedantes alternativos, como as cápsulas roscadas, elimina este problema. Em comparação, com as rolhas tradicionais de cortiça, as cápsulas roscadas (*screw cap*), criam um selo hermético à volta do gargalo da garrafa, em vez de no interior deste. Uma outra vantagem, do uso de cápsulas roscadas, é a boa retenção de compostos aromáticos durante o envelhecimento do vinho. Em contrapartida, comparativamente com as rolhas de cortiça, o desenvolvimento de aromas é reduzido, e há uma falta de difusão do oxigénio (Almeida, 2021).

3.5 Perdas de vinho

Durante o processo de filtração e o engarrafamento espera-se que ocorra alguma perda de vinho. Estas perdas podem ocorrer devido ao molhamento dos filtros, à transferência e recirculação de vinho, e ainda a produto não conforme. Nestes dois processos, o volume de vinho perdido pode variar aproximadamente de 0,5 a 5 % do volume total de vinho. As perdas percentuais são maiores aquando da produção de lotes menores devido às economias de escala (AWRI, 2021).

Capítulo 4. Aplicação da metodologia Kaizen na linha de engarrafamento

4.1 Seleção do Problema

Formação elevada de vinho para reprocessamento na Linha 3.

4.2 Descrição do Problema

Em 2021, as linhas de engarrafamento da Sogrape Vinhos S.A (Linha 1, Linha 2, Linha 3, Linha 6 e Linha Ele), foram responsáveis pela formação de 56,1 % do volume total de vinho para reprocessamento, o equivalente a 2.373.889 litros e a 6,4 % do volume de vinho abastecido às linhas de engarrafamento. Estes 2.373.889 litros além de representarem uma perda de valor, também representam um incremento de valor de reprocessamento. A Linha 3 é a linha de engarrafamento com o maior número de SKU's (um excedente de 15), e como tal, um foco principal para a redução de desperdícios. De modo a apurar a(s) causa(s) do problema, realizou-se uma auditoria do *gemba* durante três semanas. Durante esse período, registou-se:

- Tipo de Vinho;
- Pressão no Tanque de Enchimento (TE) (P_{TE});
- Temperatura no TE (T_{TE});
- Volume no TE (V_{TE});
- Teor de CO_2 dissolvido (CO_2);
- Teor de O_2 dissolvido (O_2);
- Tipo de carbonatação (TC);
- Caudal no KH TEC (Q_{TEC});
- Pressão de enchimento (P_E);
- Contrapressão de enchimento (CP_E);
- Temperatura de enchimento (T_E);
- Caudal no Human Machine Interface (HMI) da palete de filtração (Q_F);
- Pressão do filtro 1 (P_{F1});
- Pressão do filtro 2 (P_{F2});
- Pressão do filtro 3 (P_{F3});
- Produção de vinho (P);
- Cadência da linha de engarrafamento (C);
- Tipo de vedante (R/C);
- Linha em carga ou vazio (C/V);
- Volume de vinho para reprocessamento (V_R);
- N° de análises laboratoriais (N_A).

Definiu-se como critérios de avaliação os seguintes KPI:

- Perdas de produtividade;
- Lucro.

4.2.1 Descrição do *gemba* e do modo de operação

Na Sogrape, terminado o processo de vinificação, dá-se a transferência do vinho para um de 21 tanques de enchimento (TE), instalados na cave do frio. Os TE possuem capacidades de 10000 L e 21000 L. Cada tanque possui integrado um termómetro, uma válvula manual On/Off, uma escala e um manómetro para leitura (Figura 4.1).



Figura 4. 1 – Exemplo de um tanque de enchimento com uma capacidade de 21000 L.

Nesta fase, é retirada uma amostra do TE para análise laboratorial. O laboratório valida, se o vinho está pronto ser engarrafado ou não. Estando o vinho pronto a ser engarrafado, procede-se se for o caso, à sua carbonatação. A carbonatação do vinho pode ser feita por dois métodos, pelo método convencional ou por via de uma máquina de carbonatação (KH TEC) (Figura 4.2).



Figura 4. 2 – Sistema de carbonatação convencional e máquina de carbonatação, respetivamente.

No sistema de carbonatação convencional, a carbonatação do vinho é conseguida com a injeção dióxido de carbono, diretamente no tanque de enchimento. O controlo da carbonatação é feito por recurso a um CboxQC ligado na escala do tanque. O CboxQC, ilustrado na Figura 4.3, permite ler o teor de dióxido de carbono (CO_2) e oxigénio (O_2) dissolvidos no vinho.



Figura 4. 3 – Medidor do conteúdo de dióxido de carbono de bebidas carbonatadas (CboxQC) (Adaptado de Anton Paar, s.d.).

A carbonatação do vinho por KH TEC, é realizada à medida que o vinho é bombeado para a linha de engarrafamento. A máquina de carbonatação, possui integrado um HMI (Figura 4.4), que permite definir o teor de CO_2 desejado para o vinho e, acompanhar em tempo real, o caudal, o teor de CO_2 e O_2 dissolvidos no vinho.

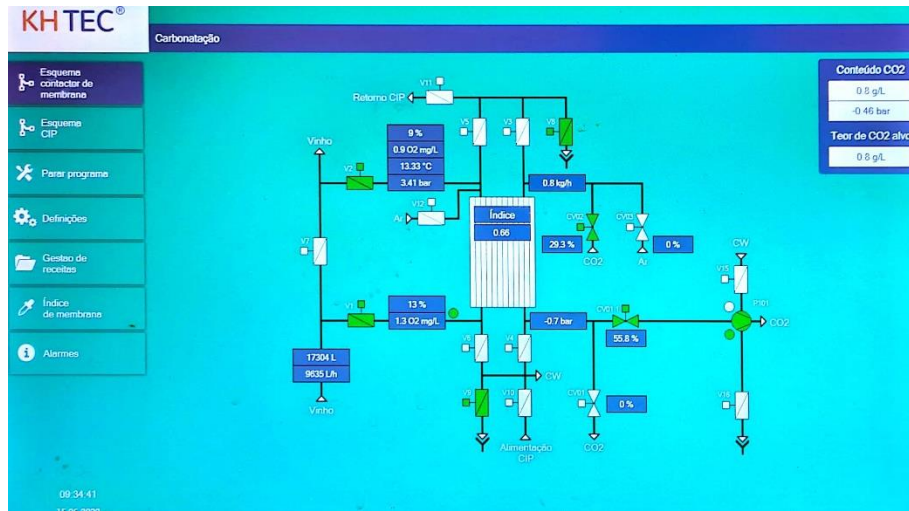


Figura 4. 4 – HMI da máquina de carbonatação KH TEC.

Da máquina de carbonatação sai uma mangueira, que encaixa numa união em Y (Figura 4.5). No caso da carbonatação convencional, a mangueira é engatada na válvula On/Off do TE até à união.

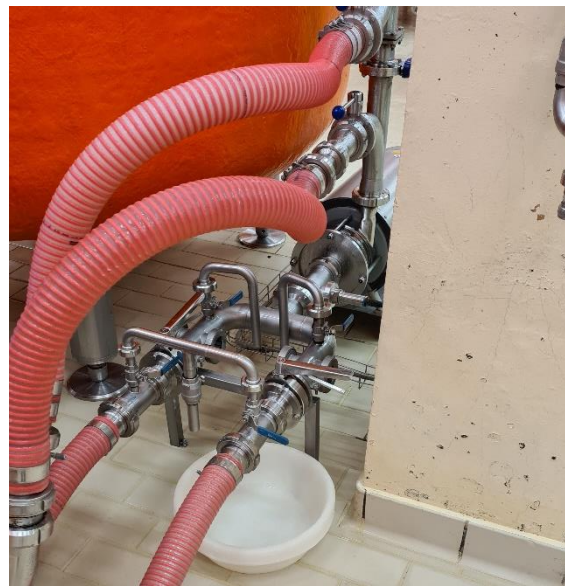


Figura 4. 5 – União em Y para engate de mangueiras.

A união existe para sangrar as mangueiras, ou seja, remover o ar, e para poder conectar, a mangueira do tanque de enchimento seguinte. Com a mangueira engatada, um colaborador da cave do frio, contacta o operador da linha, a avisar que o vinho está pronto a ser abastecido. O operador, após realizar a esterilização diária da linha e efetuar os testes de integridade dos filtros, inicia o bombeamento do vinho até à linha através do HMI da enchedora (Figura 4.6).



Figura 4. 6 – Bomba centrifuga da linha 3 e HMI da enchedora, respetivamente.

O vinho percorre um comprimento equivalente de tubagem de aproximadamente 700 L desde a cave do frio até um ponto de inspeção integrado na linha (Figura 4.7). Através deste ponto, é possível se havia anteriormente vinho na linha (carga) ou se estava vazia.



Figura 4. 7 – Ponto de inspeção da linha 3.

Após o ponto de inspeção, encontra-se o HMI da paleta de filtração. O HMI da paleta de filtração, permite realizar os testes de integridade dos filtros e visualizar a quantidade de litros que já foram alimentados à linha, o caudal de vinho e a pressão dos filtros (Figura 4.8).



Figura 4. 8 – HMI da paleta de filtração

Diante do HMI, encontra-se então a paleta de filtração, composta por 3 filtros Millipore com uma capacidade individual de 143 L (Figura 4.9). O vinho é alimentado até que os 3 filtros fiquem parcialmente completos.



Figura 4. 9 – Filtros Millipore com uma capacidade individual de 143 L.

O vinho após passar pela paleta de filtração, segue pelo percurso de alimentação da cuba da enchedora (Figura 4.10), onde o operador abre uma válvula, que redireciona o vinho para o tanque de ajuntos, iniciando-se assim o golpe.



- 1 – Tubo da cuba da enchedora
- 2 – Tubo do tanque de ajuntos
- 3 – Válvula Borboleta

Figura 4. 10 – Sistema de alimentação da cuba da enchedora.

O golpe é composto por duas etapas, a primeira etapa consiste em rejeitar para o tanque de ajuntos, o vinho que ficou retido na paleta de filtração e mais algum excedente. O controlo do volume de vinho rejeitado, é feito pelo operador através do contador integrado no HMI da paleta de filtração. Devido a não haver uma norma aplicada, o operador usa a sua experiência como guia para a quantidade de vinho que deve rejeitar. Posteriormente, o operador fecha a válvula do tanque de ajuntos e alimenta um vinho “novo” à linha da cuba da enchedora. Quando a cuba ficar parcialmente cheia inicia-se a segunda etapa do golpe, na qual, o operador abre novamente a válvula de ajuntos e rejeita o vinho da cuba para ajuntos, terminando assim o golpe. Em seguida, fecha-se a válvula e alimenta-se um novo vinho à cuba da enchedora. Com a cuba semicheia, inicia-se o processo de engarrafamento (Figura 4.11).



Figura 4. 11 – Enxaguadora, enchedora e rolhadora da linha de enchimento 3.

O processo de engarrafamento começa com a inserção das garrafas, na enxaguadora rotativa. Após o enxaguamento, procede-se ao enchimento do vinho, na enchedora isobárica de contrapressão. Nesta fase, o operador define no HMI da enchedora, a cadência da linha, o tipo de garrafa e o valor da pressão e contrapressão de enchimento. Ao seleccionar o tipo de garrafa utilizada (reno, bordalesa, borgonha), o programa automaticamente sabe qual é o nível de enchimento a utilizar. Com o vinho enchido nas garrafas, procede-se ao rolhamento e/ou capsulamento destas. As primeiras garrafas a sair da linha são transportadas até ao laboratório para análise, tempo pelo qual a linha permanece parada. As análises habitualmente efetuadas são, a medição do teor de CO₂ e O₂ dissolvidos no vinho, o Título Alcoométrico Volúmico (TAV), a cor e o dióxido de enxofre livre e total. Estando os parâmetros dentro da gama de conformidade dá-se o arranque da linha. A produção do lote termina com o operador a visualizar no HMI, o número de garrafas enchidas correspondente à ordem de produção.

4.3 Definição dos objetivos

As metas estabelecidas para a duração do projeto foram: a quantificação das perdas de produto aquando do arranque/mudança de produto, a determinação das causas destas perdas e a proposta de melhorias para a linha.

4.4 Identificação das causas do problema

De modo a identificar a origem do problema construiu-se um diagrama de Ishikawa com as várias causas possíveis para o problema (Figura 4.12).

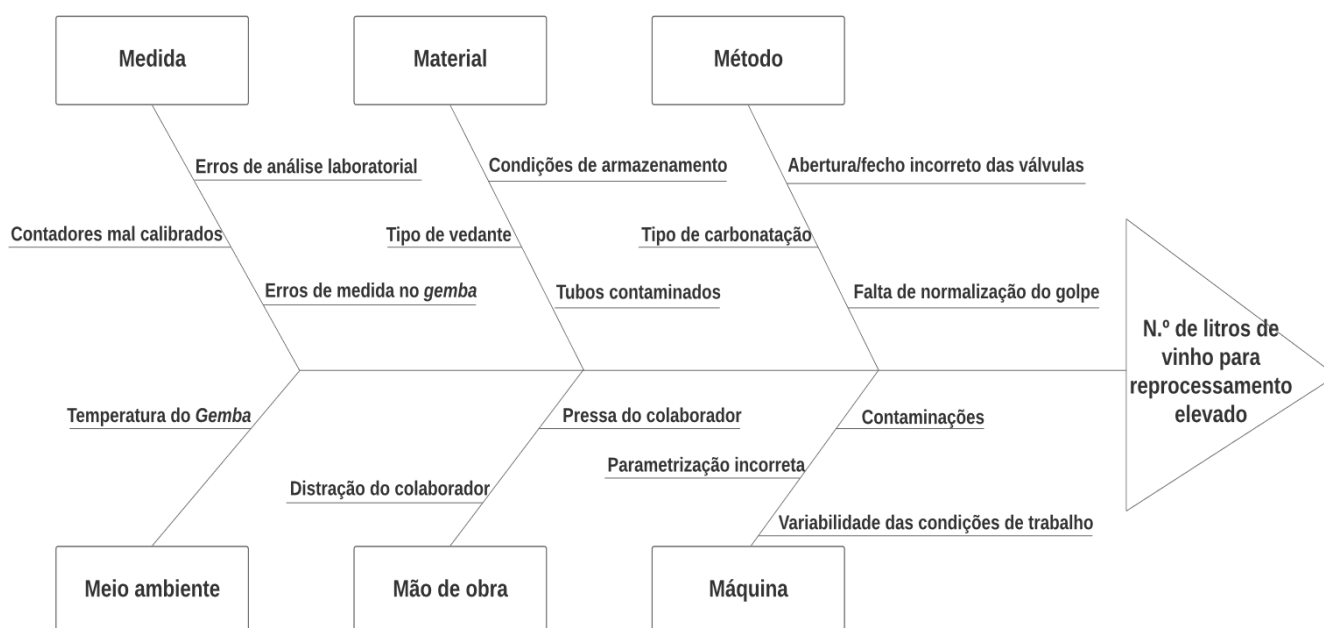


Figura 4. 12 – Diagrama de Ishikawa.

4.5 Impacto das causas-raiz

Através dos dados recolhidos no *gemba*, presentes no Anexo A, foi possível estabelecer correlações entre o volume de ajuntos formados, e as variáveis definidas.

A Figura 4.13, representa a percentagem diária de vinho que foi engarrafado e a percentagem de vinho que foi enviado para reprocessamento.

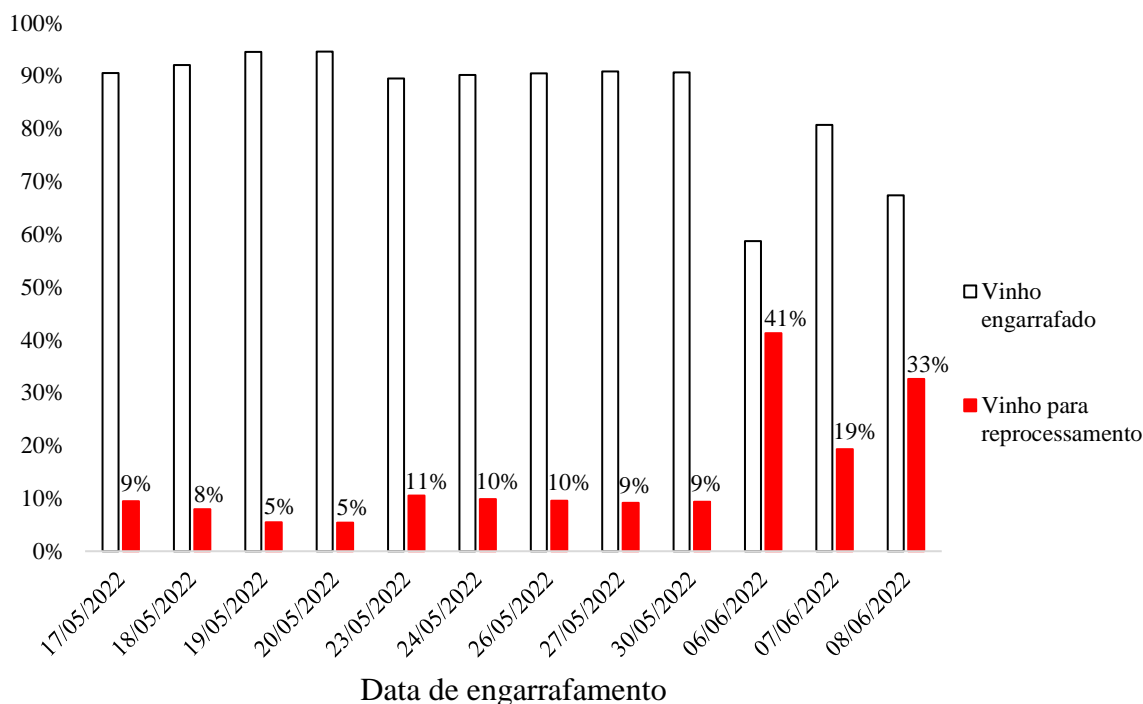


Figura 4. 13 – Distribuição média diária de vinho engarrafado e vinho para reprocessamento.

Através da figura, foi possível constatar que havia variabilidade do golpe, havendo situações, em que a média diária do golpe representava 5 % do vinho alimentado à linha e situações em que representava 41 %. Em média, os golpes efetuados representavam 14 % do vinho alimentando à linha, sendo que de acordo com a literatura a média deveria ser no limite 5 % do vinho abastecido.

Esta variabilidade era consequência da falta de normalização do processo pelo que, também se pode constatar pelo número de golpes que o operador tinha de realizar, conforme representado pela Figura 4.14.



Figura 4. 14 – Diagrama de Pareto para os golpes efetuados.

De acordo com o diagrama de Pareto, pode-se aferir que mais de metade dos golpes efetuados eram insuficientes pelo que, o operador via-se na necessidade de efetuar um golpe adicional para a maioria dos vinhos. A realização de um novo golpe, implicava o gasto de mais vinho para ajuntos, um maior gasto de tempo, e mais análises laboratoriais. A não conformidade do vinho, era o resultado de dois parâmetros estarem fora da especificação, o TAV e o teor de CO₂ dissolvido. A Figura 4.15, demonstra a influência do teor de CO₂ dissolvido no vinho em função do volume médio de vinho para retrabalho.

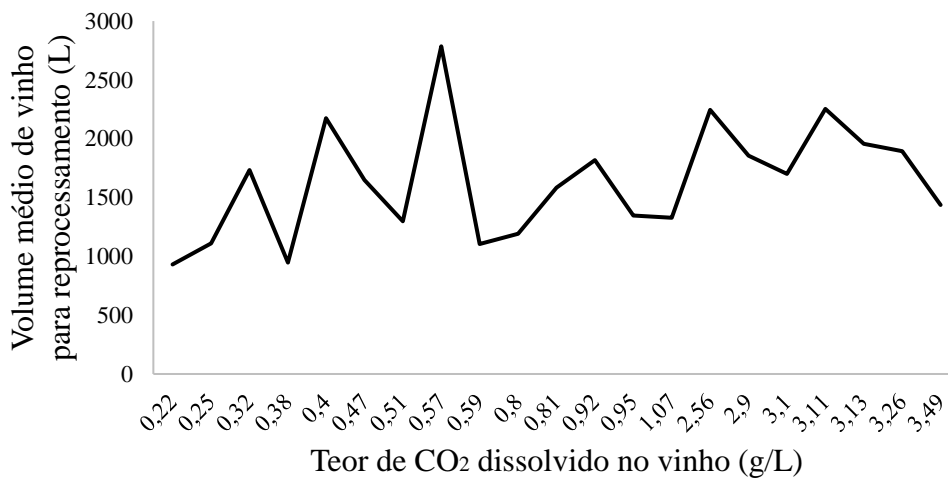


Figura 4. 15 – Impacto do aumento do teor de dióxido de carbono dissolvido no vinho sobre o volume de vinho formado para ajuntos.

Através da figura, constata-se que com o aumento do teor de CO₂ dissolvido no vinho, maior era o volume de vinho rejeitado para o tanque de ajuntos. O mesmo se pode aferir com a análise da variação da pressão de enchimento em função do volume de vinho formado para ajuntos, demonstrada na Figura 4.16.

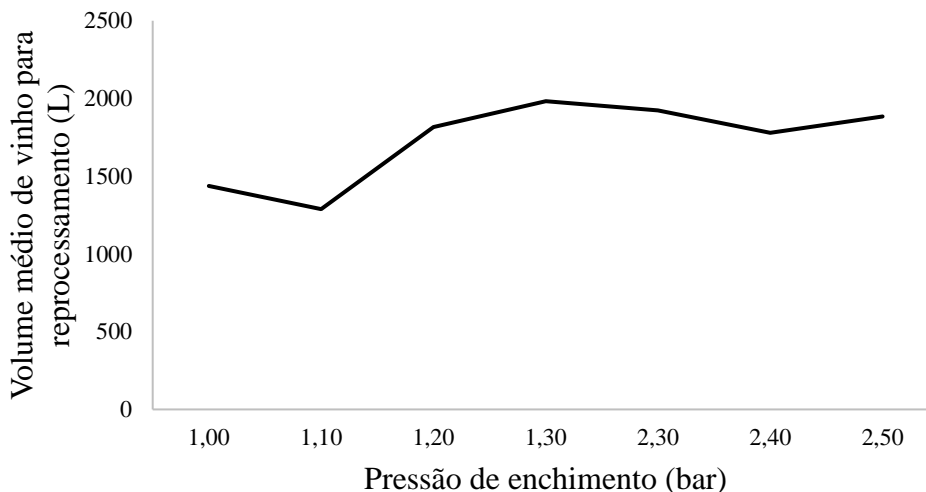


Figura 4. 16 – Influência da pressão de enchimento no volume de vinho para reprocessamento gerado.

Em que quanto maior era a pressão de enchimento, maior era o volume de ajuntos formado. Estas duas variáveis relacionam-se na medida que, quanto maior for o teor de CO₂, maior terá de ser a pressão da bomba, para que não haja perda de gás durante o bombeamento do vinho. E quanto maior for a pressão da bomba, maior terá de ser a pressão de enchimento.

De modo a averiguar o porquê de o teor de dióxido de carbono influenciar o volume de ajuntos formados, comparou-se os sistemas de carbonatação utilizados entre si. A Figura 4.17, representa essa comparação.

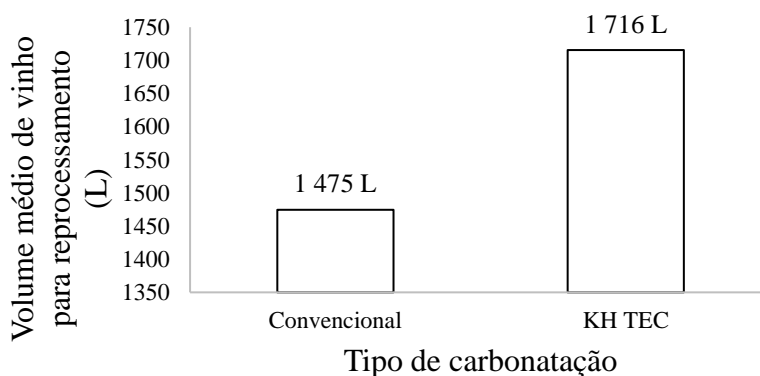


Figura 4. 17 – Comparação da influência do sistema de carbonatação utilizado na formação de vinho para ajuntos.

Pela figura verificou-se que o volume médio de ajuntos formado quando se utilizava, o sistema de carbonatação convencional era de 1475 L e a máquina de carbonatação de 1716 L. O volume médio de vinho gerado para ajuntos era maior, cerca de 14 %, quando se utilizava a máquina de carbonatação. Pela experiência dos colaboradores, a máquina de carbonatação, não conseguia carbonatar corretamente para caudais elevados (acima de 12000 L/h). Assim, seria de se esperar que quanto maior fosse o caudal na máquina, maior seria o volume de ajuntos formados. A Figura 4.18, demonstra a influência do caudal de vinho medido na máquina de carbonatação, sobre o volume de ajuntos formado.

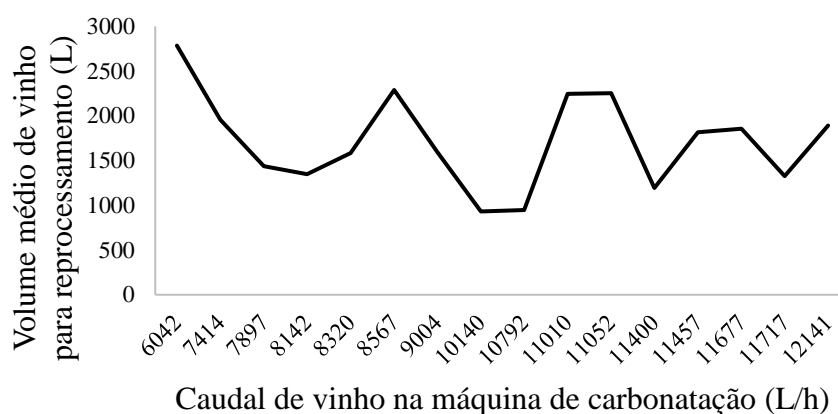


Figura 4. 18 – Influência do caudal lido na máquina de carbonação sobre o volume de vinho para reprocessamento formado.

Pela figura, não se pode concluir que de facto, o caudal de vinho influencia-se o volume de ajuntos formados. De modo, a verificar se o caudalímetro da KH TEC, estaria a efetuar medições corretamente, comparou-se a influência do caudal medido no KH TEC, com o caudal registado no HMI da paleta de filtração. A Figura 4.19, demonstra o impacto do caudal medido no HMI da paleta, sobre o volume de ajuntos formado.

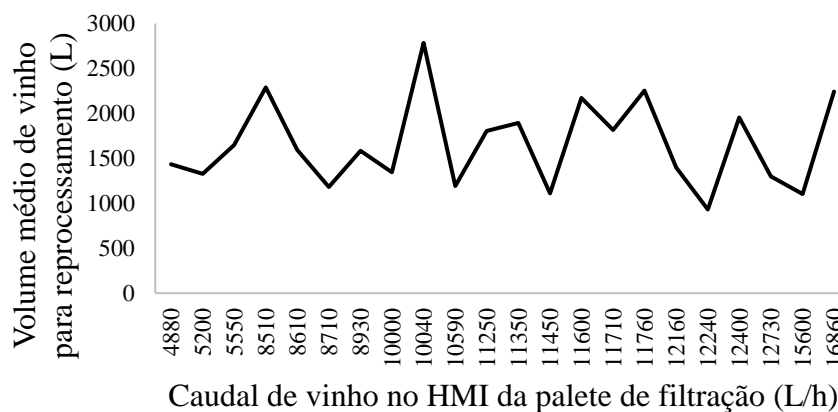


Figura 4. 19 – Influência do caudal lido no HMI da paleta de filtração sobre o volume de vinho para reprocessamento formado.

Tal como os resultados obtidos com o caudal de vinho medido no KH TEC, os resultados do caudal registado no HMI da palete de filtração, provaram-se inconclusivos. A discrepância entre os caudais lidos, pode ser um dos motivos, pelos quais os resultados foram inconclusivos. Esta discrepância resulta do autor, não poder estar nos dois pontos de amostragem (cave do frio e linha de engarrafamento) em simultâneo.

Outro fator analisado, foi a influência tipo de vedante utilizado no volume de vinho para ajuntos gerado. A Figura 4.20 demonstra essa relação.

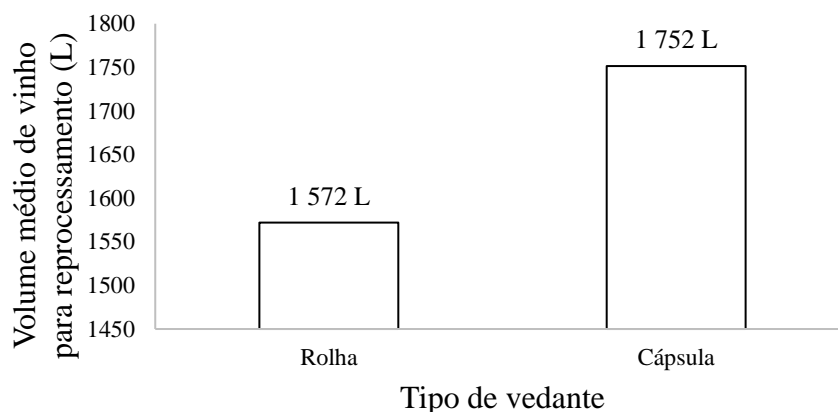


Figura 4. 20 – Impacto do tipo de vedante utilizado sobre o volume médio de vinho para reprocessamento.

Quando eram utilizadas rolhas o volume médio de vinho formado para ajuntos, era de aproximadamente 1572 L, sendo que para as cápsulas (*screw cap*), era de 1752 L, 10,3 % maior. Este resultado seria de se esperar visto que em média os vinhos lisos geram menos quantidade de vinho para ajuntos que os vinhos carbonatados, conforme demonstrado pela Figura 4.15. Esta conclusão resulta, de que a maioria dos vinhos rolhados com rolha são vinhos lisos, e os rolhados com cápsula, são vinhos carbonatados. Porém, estes resultados são válidos se a performance da rolhadora for igual à da capsuladora. A Figura 4.21 demonstra a distribuição dos ajuntos formados por cada tipo de vinho.

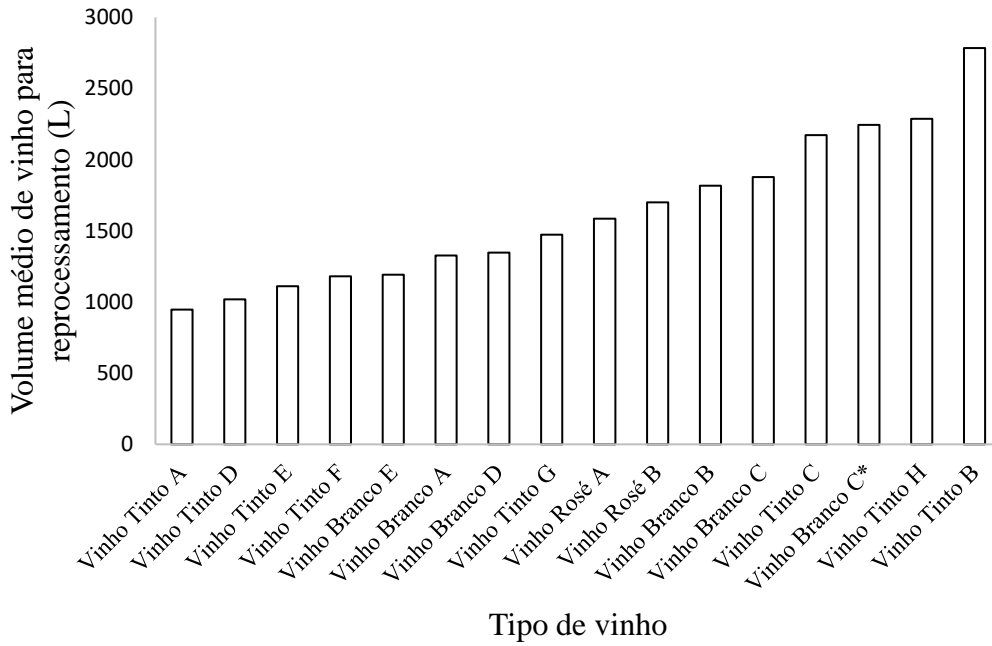


Figura 4. 21 – Volume médio de vinho formado para ajuntos para cada tipo de vinho abastecido.

Pela figura, pode se observar que, os dois vinhos principais que vão para ajuntos são vinhos lisos (tintos). Tratando-se de vinhos com um baixo teor de gás e rolhados com rolha, seria de se esperar que o volume de ajuntos formados fosse significativamente inferior, pelo que, se pode questionar a *performance* da rolhadora.

A Figura 4.22, demonstra o impacto da tubagem estar em carga ou vazio sobre o volume de ajuntos formando.

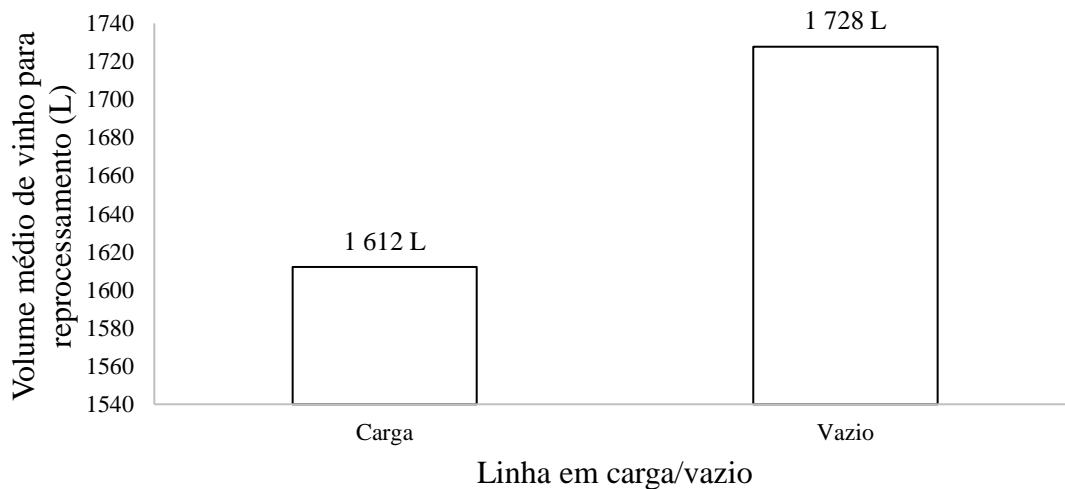


Figura 4. 22 – Influência da capacidade da linha sobre o volume médio de vinho gerado para ajuntos.

Durante a realização do golpe, o volume de vinho formado para ajuntos foi em média de 1612 L quando a linha estava em carga e de 1728 L quando estava vazio, 6,7 % maior por comparação. Quando a linha se encontrava em vazio, o contador do HMI frequentemente ia aumentando, mesmo sem ter vinho a ser abastecido. De acordo, com o operador, tal se devia a algum volume de ar que o contador, contabilizava. Pelo que o impacto da linha estar em carga/vazio no volume médio de vinho gerado para ajuntos é inconclusivo.

A Figura 4.23, representa a cadência definida para cada tipo de vinho.

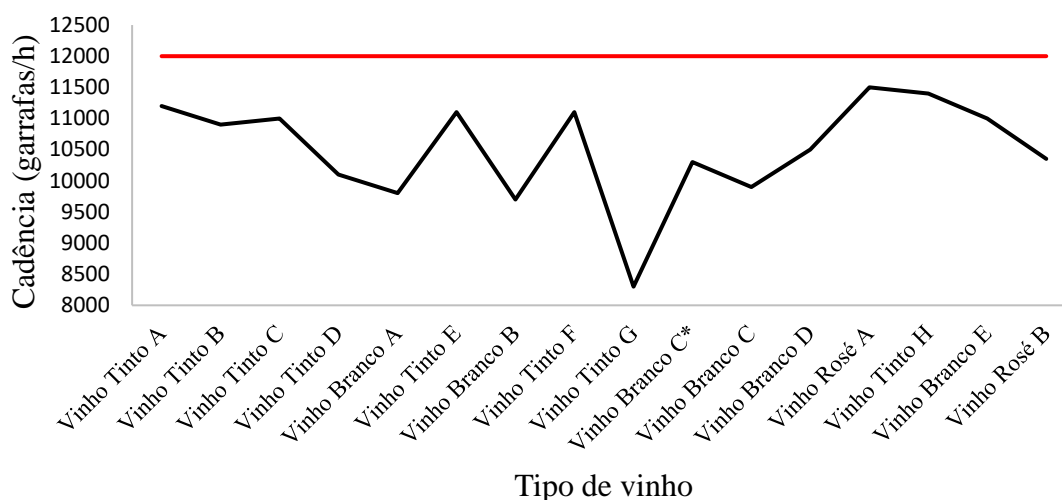


Figura 4. 23 – Perdas de produtividade da linha de enchimento para cada tipo de vinho.

A linha de engarrafamento em média, funcionou a 85,7 % da sua capacidade, o que é um valor baixo, pois deveria ser capaz de funcionar à sua capacidade homologada de 12000 garrafas/hora. Estas perdas de produtividade resultaram, da rotuladora presente no fim da linha, não ser capaz de acompanhar o ritmo da enchedora.

As restantes variáveis, não demonstraram uma influência significativa sobre a quantidade de vinho formado para reprocessamento, pelo que se encontram representadas no Anexo B.

De modo, a entender a dimensão do prejuízo, foi feita uma análise económica. Tendo por base o volume médio de ajuntos formado para cada tipo de vinho, o valor do mercado do vinho, e os pressupostos definidos no Anexo C, determinou-se o volume de vendas e o lucro que se geraria se não houvesse estas perdas, bem como os custos de reprocessamento ao havê-las. Anualmente, com este volume de vinho a Sogrape, geraria um volume de vendas de 7 522 819 € e um lucro bruto de 4 904 030 € senão fossem perdas, sendo perdas, a Sogrape teria de acordo com os pressupostos um custo de reprocessamento de 1 309 395 €.

4.6 Melhorias

Abaixo apresentam-se algumas propostas para reduzir estas perdas e outras oportunidades de melhoria.

1. Otimizar os volumes de vinho a engarrafar;
2. Normalização do volume necessário para cada golpe (arranque, mudanças de vinho, etc) e criação de elementos visuais de suporte;
3. Normalizar a pressão e contrapressão de enchimento;
4. Instalação na linha de engarrafamento de um contador volumétrico parametrizável (onde se predefine o volume a partir do qual à inibição da bomba de abastecimento); em alternativa instalar um contador com capacidade de fazer *reset*, para pelo menos facilitar a rápida compreensão da situação pelo operador;
5. Substituir a bomba centrífuga por uma volumétrica para manter o caudal constante;
6. Instalação de sensores inline e automação destes, de forma que os arranques/mudanças de produto possam ser controlados e acompanhados remotamente.
7. Mudar a localização da máquina de carbonatação para o mais próximo possível, de modo a reduzir a probabilidade de haver perdas de CO₂ do vinho;
8. Otimizar a rotuladora, que por vezes abrandava ou obrigava mesmo a parar a enchedora.
9. Organizar o local de trabalho de acordo com a metodologia 5S. Nomeadamente, colocação das doseadoras de DMDC e de goma arábica num local próprio, facilitando o acesso às válvulas da linha de enchimento e aumentando a segurança dos operadores para que estes não tropecem nas mangueiras;
10. Aquisição de uma aparafusadora que suporte parafusos umbrak, com o intuito de aumentar a eficiência na substituição das membranas da enxaguadora que, frequentemente rompem e obrigavam à paragem total da linha;
11. Escadas para facilitar a reparação/manutenção dos equipamentos usados no engarrafamento, visto que, para realizar as mesmas atividades os colaboradores apoiam-se nos componentes dos equipamentos para as efetuar.
12. Aproveitamento da água (quente) de esterilização para outros processos ou para realimentação à caldeira de vapor;
13. Criação de elementos de gestão visual, como p.e etiquetas de identificação dos tubos, fazendo que qualquer trabalhador consiga saber o que circula em cada tubagem, visto que nem toda a tubagem está identificada com os produtos que nela circulam;
14. Colocar uma folha junto do HMI da paleta de filtração, onde se anote o início e o fim do golpe para se manter um controlo do volume de golpes efetuados.

4.6.1 Sensores inline

Uma das soluções que está atualmente a ser implementada, é a instalação dos sensores e a sua automação. Antes de adquirir os sensores, foi feito um estudo do mercado e uma análise económica. O *go to* do mercado para controlo da qualidade dos vinhos é a Anton Paar, que possui sensores capazes de medir, o TAV, o extrato, o dióxido de carbono e o oxigénio dissolvido, a cor e a turbidez dos vinhos. A Anton Paar tem disponível 2 soluções, o Wine Monitor 5500 e o Wine Monitor 5600, que compõem um conjunto de sensores integrados em linha para monitorização. O Wine Monitor 5500 diferencia-se do 5600, na medida que este requer que uma manutenção seja realizada entre 6 e 18 meses desde a sua primeira utilização. O Wine Monitor 5500/5600 é composto pelos sensores, uma HMI e uma bomba: L-Com 5500, Carbo 6100/6300, Oxy 5100, L-Col 6100, o mPDS 5 e Inline Pump 520, respetivamente (Anton Paar, 2020). Estes sensores possuem, especificações equiparáveis aos equipamentos utilizados no laboratório da Sogrape Vinhos S.A.

Sensor L-Com 5500

O sensor L-Com 5500 integrado no Wine Monitor 5500/5600 é um sensor combinado que mede a densidade (L-Dens 7500) e a velocidade do som (Módulo). Na Figura 4.24, encontra-se representado este sensor (Anton Paar, 2021) .



Figura 4. 24 – Sensor L-Com 5100 (Anton Paar, 2021).

A densidade é medida de acordo o princípio do tubo oscilante em U, no qual, um tubo é eletronicamente excitado para oscilar à sua frequência característica. Frequência esta que varia de acordo com a densidade da amostra nele contido. Assim, através da frequência de oscilação determina-se a densidade correspondente da amostra. A Figura 4.25, representa a constituição do sensor (Anton Paar, s.d.).

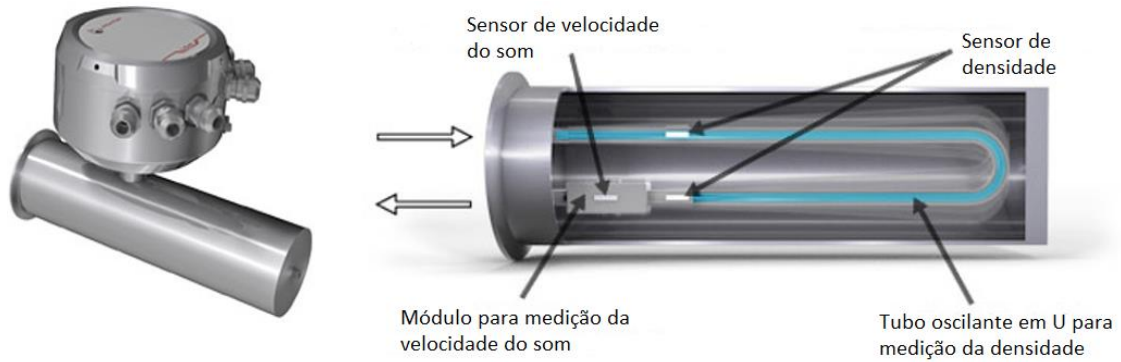


Figura 4. 25 – Constituição do sensor L-Com 5500 (Adaptado de Anton Paar, s.d.).

A velocidade do som corresponde à velocidade de uma onda sonora quando esta atravessa um meio, e para muitos meios líquidos é proporcional à concentração. O módulo responsável pela medição da velocidade do som é composto por dois elementos *piezo*, que atuam como transmissor e recetor que medem o tempo de propagação de pulsos ultrassónicos através da amostra. A densidade e a velocidade do som são medidas e, através de abacos é possível determinar o TAV e o extrato, conforme representado na Figura 4.26 (Anton Paar, s.d.).

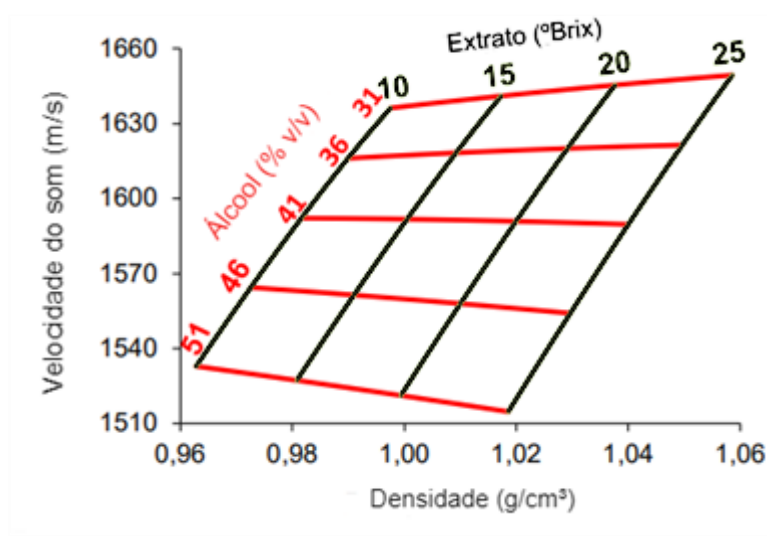


Figura 4. 26 – Determinação do álcool e do extrato conforme a densidade e a velocidade do som (Adaptado de Anton Paar, s.d.).

Sensor Carbo 6300

Para medir o CO₂, existe um sensor Carbo 6300, Figura 4.27, integrado no Wine Monitor 5600, que mede o dióxido de carbono. O Carbo 6300 usa dois feixes, um para medir o dióxido de carbono e outro para medir a influência dos açúcares/extrato (Anton Paar, s.d.).



Figura 4. 27 – Sensores Carbo 6100/6300, respetivamente (Anton Paar, s.d.).

O sensor tem por base o uso da técnica de espectroscopia de infravermelho por reflectância total atenuada (ATR). O princípio deste tipo de espectroscopia baseia-se no fato de que quando um feixe de radiação passa de um meio mais denso (prisma/cristal) para um meio menos denso (vinho) em contacto, ocorre reflexão total dentro do prisma (Anton Paar, s.d.). A Figura 4.28 representa o comportamento da luz infravermelha (IV) no cristal.

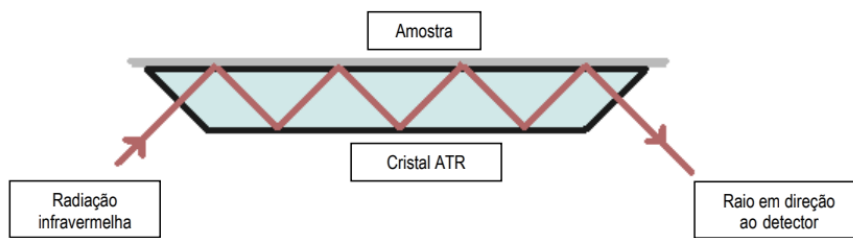


Figura 4. 28 – Espectroscopia de infravermelho por ATR (Souza, 2009).

A reflexão total que ocorre dentro do prisma, não explica como ocorre a interação com o feixe de IV. Na verdade, a interação ocorre devido à formação de uma onda evanescente. A onda evanescente é uma pequena parte da luz que incide no cristal e que incide sobre a amostra (Anton Paar, s.d.). A Figura 4.29, representa a onda evanescente formada.

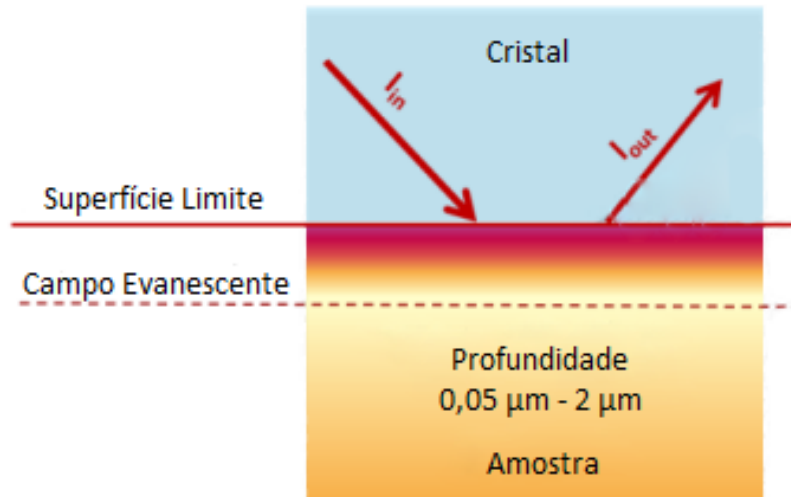


Figura 4. 29 – Onda evanescente formada aquando ocorre reflexão total interna (Adaptado de Anton Paar, s.d).

O feixe vai penetrar uma camada fina da amostra, que absorve energia para alguns comprimentos de onda. Devido às múltiplas reflexões que ocorrem no prisma e absorção da energia pela amostra, há uma atenuação da intensidade de radiação que chega ao detetor o que permite a obtenção de um espectro de superfície permitindo assim determinar o CO₂ presente na amostra (Anton Paar, s.d.). Na Figura 4.30 encontra-se representado o funcionamento do sensor na linha.

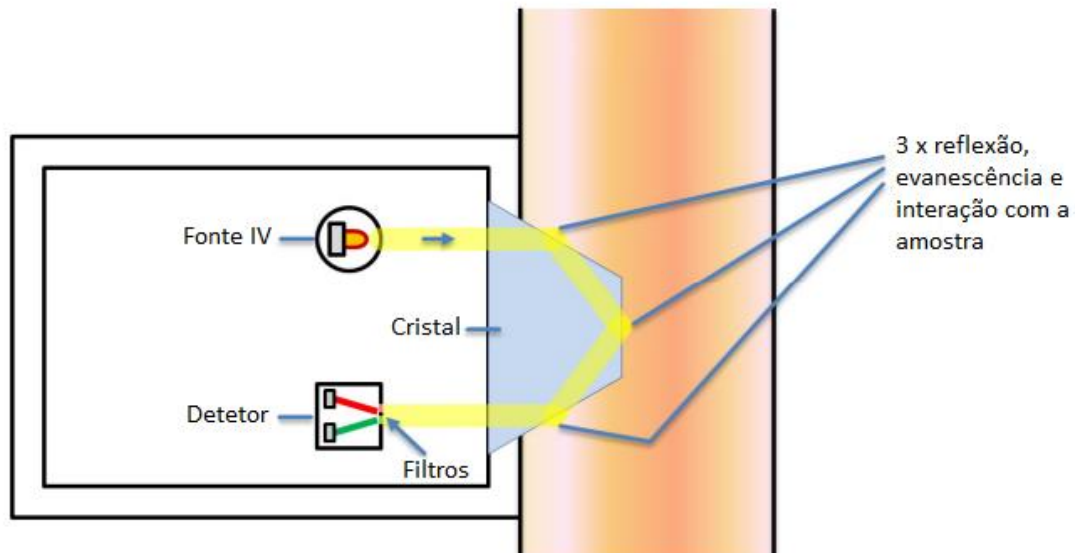


Figura 4. 30 – Aplicação da metodologia ATR às linhas (Adaptado de Anton Paar, 2020).

Sensor Oxy 5100

O sensor Oxy 5100 mede em tempo real o oxigênio dissolvido no vinho. A sua determinação é feita tal como no laboratório por fluorescência (Anton Paar, 2021). O sensor Oxy 5100 encontram-se representado na Figura 4.31.



Figura 4. 31 – Sensor Oxy 5100 (Anton Paar, s.d.).

Sensor L-Col 6100

Para determinar a cor e a turbidez do vinho, é necessário instalar um sensor L-Col 6100. O L-Col 6100, trata-se de um sensor fotométrico, ou seja, baseia-se no princípio da absorção, no qual, moléculas sensíveis à luz a determinados comprimentos de onda mudam para um estado eletrónico excitado quando a absorvem. Este sensor pode ter até três canais de medição, ou seja, é capaz de medir para três comprimentos de onda. No caso, pretende-se usar 2 canais, um para medir a cor a 420 nm e outro para medir a turbidez para 700 nm. Definiu-se medir a turbidez para 700 nm pois para este comprimento de onda não há absorção pelos compostos presentes no vinho (Anton Paar, 2021). A Figura 4.32, representa o sensor L-Col 6100.



Figura 4. 32 – Sensor L-Col 6100 (Anton Paar, 2021).

Devido às dimensões do sensor, este não foi passível de ser instalado na linha de enchimento 3.

Monitor mPDS 5

De modo a monitorizar os parâmetros é instalado o mPDS 5, Figura 4.33, que se trata de um HMI para controlo dos sensores (Anton Paar, s.d.).



Figura 4. 33 – Monitor mPDS 5 (Anton Paar, s.d.).

Inline Pump 520

A Inline Pump 520, trata-se de uma bomba instalada em linha, que fornece um caudal constante de vinho aos sensores para que estes consigam fazer leituras estáveis. A Figura 4.34, ilustra um esquema da bomba (Anton Paar, s.d.).

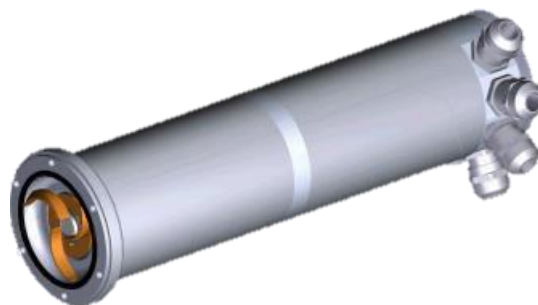


Figura 4. 34 – Inline Pump 520 (Adaptado de Anton Paar, s.d.).

Capítulo 5. Conclusões e Sugestões de Trabalho Futuro

Em suma, em média 14 % do vinho alimentando à linha de engarrafamento 3, é rejeitado para mais tarde ser reprocessado. Este valor provou-se alto em comparação com a literatura que indica, que deveria ser entre 0,5 e 5 % do vinho abastecido e a média global de todas as linhas de 6,4 %. Mais de metade dos golpes efetuados eram insuficientes, e como tal, o operador tinha de efetuar um novo e o laboratório analisar outra amostra.

O TAV e o teor de gás do vinho eram os principais agentes para a não conformidade do produto. Verificou-se que quanto maior o teor de dióxido de carbono dissolvido no vinho, maior era o volume de vinho para ser reprocessado. A carbonatação convencional demonstrou ser o método que menos levou à formação de ajuntos. Seria de se esperar que o golpe nos vinhos lisos fosse menor que nos carbonatados, uma vez que quanto maior o teor de CO₂ dissolvido no vinho maior o volume de ajuntos formados. Porém tal não sucedeu, o que indica que de facto há uma falta de normalização.

O tipo de vedante utilizado também demonstrou ter influência no volume de ajuntos formados, com as cápsulas a formar mais 10,3 % de ajuntos do que quando se utilizava rolhas de cortiça. Quando a linha estava em carga, formava-se menos 6,7 % de vinho para ajuntos. A linha de engarrafamento em média, funcionou a 85,7 % da sua capacidade, sendo que deveria ser capaz de funcionar a 100 %, o que demonstra de facto uma perda de produtividade.

As perdas de vinho para reprocessamento, representaram por estimativa uma perda de rendimentos de 7 522 819 € e de um lucro bruto de 4 904 030 €, e um custo de reprocessamento de 1 309 395 €.

Das propostas de melhoria apresentadas, uma está a ser atualmente aplicada, a de instalação de sensores inline. Os sensores inline vão permitir futuramente, um acompanhamento remoto e um controlo de qualidade mais apertado.

Como sugestões futuras, recomenda-se que seja feita uma normalização dos processos, que seja realizado um estudo da performance da rolhadora e da capsuladora e determinar o motivo pelo qual a rotuladora obrigava a linha de engarrafamento a abrandar. Com os sensores sugere-se que se determine o volume mínimo de vinho para reprocessamento.

Bibliografia

- Alfatek. (2011, outubro). From Alfatek: http://www.alfatek.it/panel/foto_pagine/SciacquatriceSterilizz.pdf
- Alfatek. (2015, julho). *MONOBLOCK ISOBARIC FILLER*. From Alfatek: http://www.alfatek.it/panel/foto_pagine/Monob_ISOBAR_LowRes.pdf
- Alfatek. (n.d.). *HIGH PRESSURE - FILLING WITH MECHANICAL ISOBARIC TECHNOLOGY*. From Alfatek: <http://www.alfatek.it/english/pagina.aspx/High-pressure---filling-with-mechanical-isobaric-technology/9/0/0/54/>
- Almeida, S. C. (2021). Implementação da Norma IFS (International Food Standard) numa Adega na Região Vitivinícola do Dão.
- Anton Paar. (2020). Inline beverage analyzers - The new generation. *Anton Paar*.
- Anton Paar. (2020, outubro). Instruction Manual and Safety Information - Carbo 6100/6300. *Anton Paar*.
- Anton Paar. (2020, setembro). Instruction Manual and Safety Information - Wine Monitor 5500/5600. *Anton Paar*.
- Anton Paar. (2021, novembro 17). *Data Sheet L-Col 6100*. From Anton Paar.
- Anton Paar. (2021, novembro 17). *Data Sheet L-Com 5500*. From Anton Paar.
- Anton Paar. (2021, setembro 17). *Data Sheet Oxy 5100*. From Anton Paar.
- Anton Paar. (n.d.). Alcohol concentration measurement of flavored spirits and liqueurs. *Anton Paar*.
- Anton Paar. (n.d.). *Attenuated total reflectance (ATR)*. From Anton Paar: <https://wiki.anton-paar.com/br-pt/reflectancia-total-atenuada-atr/>
- Anton Paar. (n.d.). *Brewhouse Extract Monitoring*. From Anton Paar: <https://www.anton-paar.com/?eID=documentsDownload&document=58841&L=0&dhash=02d0c699588d9265aa0e99b42d076aae>
- Anton Paar. (n.d.). *CboxQC™ At-line*. From Donau Lab Ukraine: <https://www.anton-paar.com/?eID=documentsDownload&document=32984&L=0>
- Anton Paar. (n.d.). *Data Sheet Inline Pump 520*. From Anton Paar.
- Anton Paar. (n.d.). *Evaluation unit: mPDS 5*. From Anton Paar: <https://www.anton-paar.com/corp-en/products/details/evaluation-unit-with-graphical-color-display-and-touchscreen-mpds-5/>

- Anton Paar. (n.d.). *Inline CO₂ sensor: Carbo*. From Anton Paar: <https://www.anton-paar.com/en/products/details/inline-co2-sensor-carbo/>
- Anton Paar. (n.d.). *Inline oxygen sensor: Oxy 5100*. From Anton Paar: <https://www.anton-paar.com/corp-en/products/details/oxy-5100/>
- Anton Paar. (n.d.). *Sugar Inversion and °Brix in Soft Drinks: Cobrix 5500/5600 Measures Both!*
From Anton Paar: <https://www.anton-paar.com/?eID=documentsDownload&document=60490&L=0&dhash=02d0c699588d9265aa0e99b42d076aae>
- APCOR. (n.d.). *Combate ao TCA*. From APCOR: <https://www.apcor.pt/combate-ao-tca-tricloroanisole/>
- APCOR. (n.d.). *ROLHAS. ARMAZENAR. ENGARRAFAR. TRANSPORTAR*. From APCOR: <https://www.apcor.pt/rolhas-armazenar-engarrafar-transportar/>
- Araújo, A. R. (2016, fevereiro). *Avaliação da Sustentabilidade dos Vinhos Portugueses: Vinho de Marca vs. Vinho de "Terroir"*.
- AWRI. (2021, outubro). *How much wine to expect per tonne of grapes?* From Ask the AWRI: <https://www.awri.com.au/wp-content/uploads/2021/10/s2259.pdf>
- AWRI. (n.d.). *STEPS IN THE PACKAGING PROCESS*. From AWRI: https://www.awri.com.au/industry_support/winemaking_resources/storage-and-packaging/packaging-operations/steps-in-the-packaging-process/
- Banna, M. (2022, junho 07). *How Visual Management Tools Start & Sustain Improvement*. From KaiNexus: <https://blog.kainexus.com/improvement-disciplines/visual-management/5-incredibly-powerful-lean-visual-management-tools>
- Busch Machinery. (n.d.). *Siphon Filling Machine*. From Busch Machinery: <https://busch-machinery.com/Siphon-Filler.htm#>
- Campos, R. A. (2015, setembro). *A Problemática da Quebra de Garrafas de Vidro no Processo de Engarrafamento da JMF*.
- Carrington, G. P. (2016, junho). *Aplicação das metodologias Kaizen Diário e SMED no processo produtivod de uma fábrica*.
- Carvalho, J. (2012). *Engarrafamento e Rolhamento dos Vinhos*. From Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro: https://www.drapc.gov.pt/base/documentos/engarrafamento_e_rolhamento_jose_carvalho_2012.pdf
- Cernadas, R. M. (n.d.). "Como Criar as Condições de Estabilidade num Processo de Canteado para Implmentação de um Sistema Pull" Kaizen Institute.

- CICCOPN. (2016, junho 30). *Kaizen Presentation CICCOPN*. From Slideshare: <https://pt.slideshare.net/CICCOPN/30-jul2016-kaizen-presentation-ciccopn>
- Clube Vinhos Portugueses. (n.d.). *Como Se Produz Vinho – Produção e Fermentação, linhas gerais*. From Clube Vinhos Portugueses: <https://www.clubevinhosportugueses.pt/vinhos/como-se-produz-vinho-producao-e-fermentacao-linhas-gerais-2/>
- Criveller. (n.d.). *Semi Auto Pressure Fillers*. From Criveller Group: <https://www.criveller.com/products/winery/bottling-solutions/counterpressure-bottling-systems/semi-auto-pressure-fillers/>
- Duarte, I. C. (2013, outubro). *Melhoria Contínua Através do Kaizen: Estudo de Caso*.
- Estado Líquido. (n.d.). *Vinho Tinto Esteva da Casa Ferreirinha - Douro 2019*. From Estado Líquido - Wines & Spirits: <https://estadoliquido.pt/vinho-tinto-esteva-da-casa-ferreirinha-douro>
- EUAX Consulting. (2014, setembro). *Matriz de Custo-Benefício*. From EUAX Consulting: <https://www.euax.com.br/wp-content/uploads/2014/09/matriz-de-custo-beneficio.png>
- Frain Group. (n.d.). *Filling Machinery - Filling Problems*. From Frain Industries, Inc.: <https://www.fraingroup.com/packaging-equipment/filling-equipment/>
- French, J. E. (2017). *NO CONTACT BETWEEN AIR AND PRODUCT AND ACCURATE FILLING PROCESS TO AVOID TO*. From DocPlayer: https://docplayer.net/52304858-No-contact-between-air-and-product-and-accurate-filling-process-to-avoid-to.html#download_tab_content
- Godinho, L. H. (2010, julho 05). *Desenho de Fábricas Lean no Kaizen Institute Consulting Group*.
- IC Filling Systems. (n.d.). *FLEXIBLE AUTOMATIC CANNING OR BOTTLING*. From A20SHOP.com: https://www.a20shop.com/?product_id=161398059_33
- Ismael, A. R. (2015, novembro). *Estudo de caso - Iberol. Gestão de Empresas por metodologias Kaizen-Lean*.
- IVV. (2017, abril). *ABC do Setor Vitivinícola*. From IVV.
- Kaizen Institute. (2017, fevereiro). *Sogrape Vinhos. Kaizen Diário Nível 4 - Melhoria de Processos*.
- Kaizen Institute. (n.d.). *Glossary*. From Kaizen Institute: <https://www.kaizen.com/learn-kaizen/glossary>
- Kaizen Institute. (n.d.). *O que é o KAIZEN*. From Kaizen Institute: <https://pt.kaizen.com/o-que-e-kaizen>

- Lanfranchi. (2013, Junho). *Air Bottle Rinser*. From Cretech: <https://www.cretech.nl/cms2/wp-content/uploads/2011/06/L-Brochure-Airbottle-rinser.pdf>
- Lanfranchi. (n.d.). *Air Rinser*. From Lanfranchi Group: <https://www.lanfranchigroup.com/en/macchinari/air-rinser/>
- Lima, N. F. (2019, novembro). METODOLOGIA KAIZEN-LEAN E INDÚSTRIA 4.0 NA MANUTENÇÃO.
- Masaaki, I. (2012). *Gemba Kaizen - A commonsense approach to a continuous improvement strategy*. United States of America: McGrawHill.
- Mendes, D. M. (2006, dezembro 04). *Total Flow Management na Indústria no Kaizen Institute - CaetanoBus*.
- Monteiro, M. M. (2012, junho 29). Pull Flow na Indústria Automóvel.
- Muñoz, S. (2020, outubro 28). *7 Management Tools for Quality Control*. From LinkedIn: https://www.linkedin.com/pulse/7-management-tools-quality-control-sandra-mu%C3%B1oz?trk=public_profile_article_view
- Napoleão, B. M. (2018, agosto 10). *5W2H*. From Ferramentas da Qualidade: <https://ferramentasdaqualidade.org/5w2h/>
- NPack. (n.d.). *Types Of Liquid Filling Machines*. From NPack: <https://www.npackfillers.com/types-liquid-filling-machines.html>
- Oliveira, A. (2008, setembro 10). KAIZEN na Indústria de Autocarros.
- Patrick Thompson. (2015, fevereiro 27). *O que é Enchimento Isobarométrico?* From Patrick Thompson, Lda.: <https://www.patrickthompson.pt/notiacutecias/o-que-e-enchimento-isobarometrico>
- Porto Editora. (n.d.). *sifão*. From Dicionário infopédia da Língua Portuguesa: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/sif%C3%A3o>
- Portugal Vineyards. (n.d.). *Lista de Produtos da Marca Sogrape*. From Portugal Vineyards: https://www.portugalvineyards.com/pt/brand/222_sogrape
- Productfolio. (n.d.). *Smart Objectives - Product Planning*. From Productfolio: <https://productfolio.com/smart-objectives/>
- PROMECC. (n.d.). *Evolution - Rotary Rinser Blower and Steriliser*. From PROMECC: <https://www.promec-srl.com/en/prodotti/evolution/>
- PROMECC. (n.d.). *Linerins - Rinser Blower and Sterilizer*. From PROMECC: <https://www.promec-srl.com/en/prodotti/linerins/>

Quelhas, L. F. (2010, julho 30). Kaizen na Indústria Alimentar.

Romão, O. (2019, julho 19). *Palavra do Engenheiro | Episódio 4 Para que serve uma válvula de alívio de pressão e vácuo?* From LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/palavra-do-engenheiro-epis%25C3%25B3dio-4-para-que-serve-uma-v%25C3%25A1lvula-rom%25C3%25A3o/?trackingId=i7GhFhUvMI4b685W8WuflQ%3D%3D>

Sidel. (n.d.). *EvoFILL Glass*. From Sidel: <https://www.sidel.com/pt/enchimento/sidel-evofill-glass-pd-96>

Sogrape. (n.d.). *A nossa história*. From Mateus Rosé: <https://www.mateusrose.com/pt/a-nossa-historia/>

Sogrape. (n.d.). *Sobre Nós*. From Sogrape: <https://sogrape.com/pt/sobre-nos>

Souza, R. M. (2009). *ATR: Avanço da espectroscopia de infravermelho na análise de materiais plásticos*. From Instituto de Tecnologia de Alimentos: https://ital.agricultura.sp.gov.br/arquivos/cetea/informativo/v21n3/v21n3_artigo1.pdf

Tenco. (n.d.). *Enolmaster - Professional 4-Heads Vacuum Filling Machine*. From Tenco: <https://www.tenco.it/en/enolmaster-4-head-vacuum-filler>

UKSinc. (n.d.). *MONO-BLOCK RINSER/FILLER/CORKER/CAPPER – 1000 BpH*. From UKSinc: <https://uksinc.com/bottling-line-for-1000-bph-x-0-75-lt-of-still-wine/>

VigoLtd. (n.d.). *GAI 4, 6 or 8 head high quality syphon fillers*. From Vigo: <https://www.vigoltd.com/catalogue/bottling-closing/fillers/4-head-stainless-steel-linear-syphon-filler>

Visual Control. (2017, julho). From MIM#13: <http://mim13olan.blogspot.com/2017/07/>

Wine.com. (n.d.). *Broadbent Vinho Verde*. From Wine.com: <https://www.wine.com/product/broadbent-vinho-verde/84301#>

Anexos

Anexo A

No Anexo A encontram-se representados os dados recolhidos no gamba. Na Tabela A.1, A.2, A.3 encontram-se representados os dados recolhidos na cave do frio, palete de filtração e linha de engarrafamento, respetivamente.

Tabela A. 1 – Dados registados na Cave do Frio, relativamente à pressão, temperatura e volume do tanque de enchimento, tipo de carbonatação utilizada, caudal de vinho no KH TEC, e teor de dióxido de carbono e oxigénio dissolvidos para cada tipo de vinho.

Data	Tipo de vinho	P _{TE} (bar)	T _{TE} (°C)	V _{TE} (L)	CO ₂ (g/L)	O ₂ (ppm)	Tipo de carbonatação	Q _{TEC} (L/h)
26/5	Vinho Tinto A	1,2	12,0	21000	0,38	0,500	KH TEC	10792
8/6	Vinho Tinto B	1,6	20,5	20300	0,57	0,500	KH TEC	6042
25/5	Vinho Tinto C	1,2	18,5	21000	0,40	2,534	Convencional	N/A
20/5	Vinho Tinto D	1,2	17,0	9800	0,22	1,200	KH TEC	10140
26/5	Vinho Tinto D	2,1	17,0	21000	0,59	2,778	Convencional	N/A
19/5	Vinho Branco A	2,0	11,0	24600	1,07	2,100	KH TEC	11717
19/5	Vinho Tinto E	1,1	16,0	26000	0,25	4,687	Convencional	N/A
6/6	Vinho Branco B	1,4	16,5	11000	0,92	0,800	KH TEC	11457
27/5	Vinho Tinto F	1,1	17,0	12800	0,32	2,294	Convencional	N/A
18/5	Vinho Tinto G	1,2	15,0	20500	0,47	3,620	Convencional	N/A
7/6	Vinho Tinto G	2,0	19,0	10000	0,51	3,349	Convencional	N/A
6/6	Vinho Branco C*	1,0	14,0	5000	2,56	1,300	KH TEC	11010
23/5	Vinho Branco C	1,6	12,5	18800	2,90	3,100	KH TEC	11677
24/5	Vinho Branco C	1,0	10,0	21000	3,11	1,300	KH TEC	11052
30/5	Vinho Branco C	1,2	14,0	21000	3,13	0,600	KH TEC	7414
8/6	Vinho Branco C	1,8	11,5	21000	3,26	1,900	KH TEC	12141
9/6	Vinho Branco C	1,3	13,5	21000	3,49	0,700	KH TEC	7897
18/5	Vinho Branco D	1,1	12,5	16000	0,95	1,100	KH TEC	8142
6/6	Vinho Rosé A	1,3	11,5	10000	0,81	0,800	KH TEC	8320
17/5	Vinho Tinto H	1,1	18,0	13000	0,32	1,000	KH TEC	8567
17/5	Vinho Branco E	1,2	10,5	15000	0,80	1,800	KH TEC	11400
17/5	Vinho Rosé B	1,1	9,5	7000	3,10	3,700	KH TEC	9004
7/6	Vinho Rosé B	1,2	12,0	7400	3,10	2,066	Convencional	N/A

Tabela A. 2 – Dados registados do HMI da paleta de filtração como caudal, pressões dos três filtros da paleta de filtração, volume de vinho para reprocessamento e capacidade da linha.

Tipo de vinho	Q_F (L/h)	P_{F1} (bar)	P_{F2} (bar)	P_{F3} (bar)	C/V	V_R (L)
Vinho Tinto A	12160	2,20	2,13	2,07	Carga	946
Vinho Tinto B	10040	2,27	2,25	2,21	Carga	2785
Vinho Tinto C	11600	2,35	2,31	1,01	Carga	2173
Vinho Tinto D	12240	2,23	2,17	0,58	Carga	931
Vinho Tinto D	15600	6,45	6,47	0,29	Vazio	1105
Vinho Branco A	5200	2,39	2,40	2,34	Vazio	1327
Vinho Tinto E	11450	2,37	2,36	2,21	Carga	1111
Vinho Branco B	11710	2,41	2,38	2,33	Carga	1817
Vinho Tinto F	8710	2,30	2,26	2,22	Carga	1180
Vinho Tinto G	5550	2,36	2,36	2,31	Carga	1649
Vinho Tinto G	12730	2,08	2,10	2,02	Carga	1299
Vinho Branco C*	16860	2,97	2,93	2,85	Carga	2244
Vinho Branco C	12160	3,14	3,10	3,05	Carga	1855
Vinho Branco C	11760	3,19	3,17	3,12	Vazio	2254
Vinho Branco C	12400	3,18	3,08	3,03	Vazio	1956
Vinho Branco C	11350	3,17	3,13	3,08	Carga	1893
Vinho Branco C	4880	3,38	3,37	3,34	Vazio	1436
Vinho Branco D	10000	2,22	2,21	2,14	Carga	1346
Vinho Rosé A	8930	3,15	3,11	3,07	Carga	1585
Vinho Tinto H	8510	1,84	1,83	1,68	Vazio	2288
Vinho Branco E	10590	2,27	2,26	2,15	Carga	1192
Vinho Rosé B	8610	3,10	3,09	2,95	Carga	1594
Vinho Rosé B	11250	3,70	3,67	3,63	Carga	1805

Tabela A. 3 – Dados registados na Linha de Engarrafamento como, pressão, contrapressão e temperatura de enchimento, tipo de vedante utilizado, o n° de análises efetuadas e a cadência e produção para cada tipo de vinho.

Tipo de Vinho	P_E (bar)	CP_E (bar)	T_E (°C)	Produção (garrafas)	Cadência (garrafas/h)	R/C	N_A
Vinho Tinto A	1,00	0,35	20,0	-	11200	Rolha	1
Vinho Tinto B	1,30	0,25	21,0	-	10900	Rolha	3
Vinho Tinto C	1,00	0,35	21,0	-	11000	Rolha	2
Vinho Tinto D	1,00	0,35	21,0	11743	9600	Rolha	1
Vinho Tinto D	1,10	0,35	20,0	25759	10600	Rolha	1
Vinho Branco A	1,00	0,35	19,0	30514	9800	Rolha	1
Vinho Tinto E	1,10	0,35	20,0	-	11100	Rolha	1
Vinho Branco B	1,20	0,35	22,0	12240	9700	Cápsula	2
Vinho Tinto F	1,30	0,35	23,0	15603	11100	Rolha	1
Vinho Tinto G	1,10	0,35	20,0	27127	11100	Rolha	2
Vinho Tinto G	1,00	0,35	21,0	10799	5500	Rolha	2
Vinho Branco C*	2,40	0,35	17,0	1540	10300	Cápsula	4
Vinho Branco C	2,4	0,25	20	-	10800	Rolha	1
Vinho Branco C	2,40	0,35	18,0	22595	9900	Rolha	2
Vinho Branco C	2,30	0,25	19,0	15175	9200	Rolha	3
Vinho Branco C	2,50	0,35	18,0	25243	9000	Rolha	2
Vinho Branco C	2,50	0,35	18,0	21432	10600	Cápsula	2
Vinho Branco D	1,00	2,50	19,0	19535	10500	Cápsula	1
Vinho Rosé A	2,40	0,35	16,0	-	11500	Cápsula	2
Vinho Tinto H	1,00	2,50	20,0	26081	11400	Cápsula	3
Vinho Branco E	1,00	0,35	18,0	18036	11000	Cápsula	1
Vinho Rosé B	2,30	0,35	15,0	19484	11100	Cápsula	2
Vinho Rosé B	2,50	0,35	16,0	7293	9600	Cápsula	1

Na Tabela A.4, encontram-se representados os dados determinados para a construção da figura 4.13 relativos ao volume de vinho engarrafado (V_{ENG}) e o volume de vinho rejeitado para ajuntos. O percentual de vinho que foi engarrafado foi determinado através do produto da quantidade de vinho produzido e da sua capacidade de 0.750 L em relação ao volume lido na escala do TE.

Tabela A. 4 – Volume de vinho engarrafado e enviado para ajuntos em relação ao alimentado à linha.

Tipo de Vinho	V_{TE} (L)	Produção (garrafas)	V_{ENG} (L)	V_R (L)	Total de vinho (L)	V_{ENG} (%)	V_R (%)
Vinho Tinto D	21000	25759	19 319	1105	20 424	95	5
Vinho Tinto D	9800	11743	8 807	931	9 738	90	10
Vinho Branco A	24600	30514	22 886	1327	24 213	95	5
Vinho Branco B	11000	12240	9 180	1817	10 997	83	17
Vinho Tinto F	12800	15603	11 702	1180	12 882	91	9
Vinho Tinto G	20500	27127	20 345	1649	21 994	93	7
Vinho Tinto G	10000	10799	8 099	1299	9 398	86	14
Vinho Branco C*	5000	1540	1 155	2244	3 399	34	66
Vinho Branco C	21000	21432	16 074	1893	17 967	89	11
Vinho Branco C	18800	22595	16 946	1855	18 801	90	10
Vinho Branco C	21000	25243	18 932	1956	20 888	91	9
Vinho Branco C	21000	15175	11 381	2254	13 635	83	17
Vinho Branco D	16000	19535	14 651	1346	15 997	92	8
Vinho Tinto H	13000	26081	19 561	2288	21 849	90	10
Vinho Branco E	15000	18036	13 527	1192	14 719	92	8
Vinho Rosé B	7000	19484	14 613	1594	16 207	90	10
Vinho Rosé B	7400	7293	5 470	1805	7 275	75	25

Anexo B

No presente anexo, encontram-se representados, as figuras contruídas com os dados recolhidos no Anexo A, as quais não foi possível verificar uma tendência/influência no volume médio de vinho para reprocessamento.

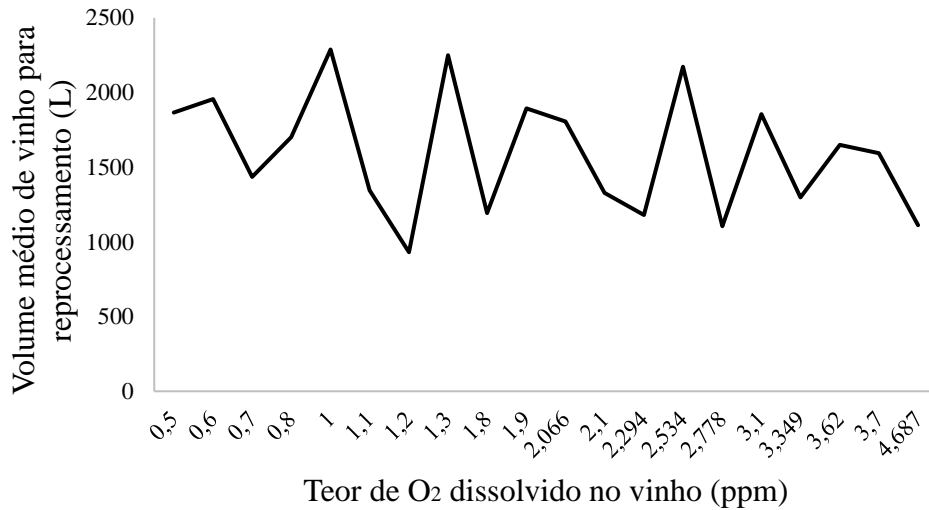


Figura B. 1 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função do teor de oxigénio dissolvido.

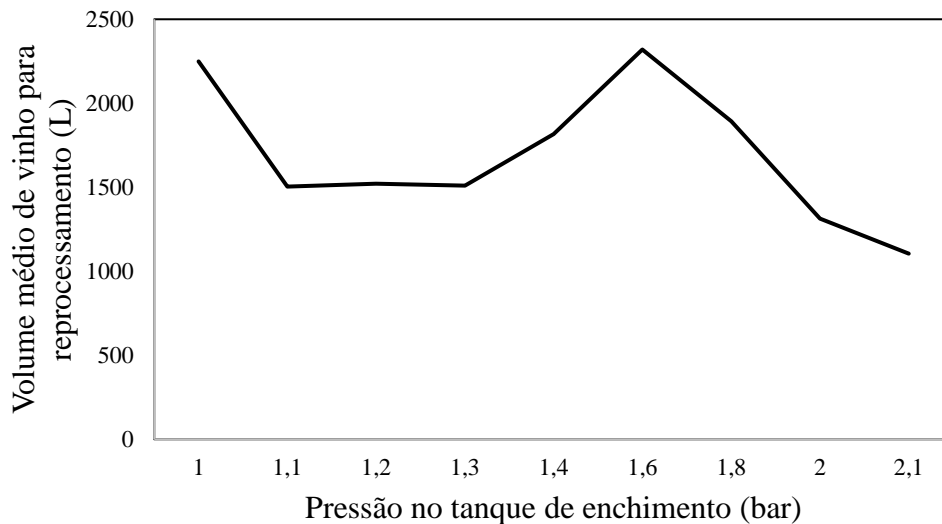


Figura B. 2 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função da pressão do TE.

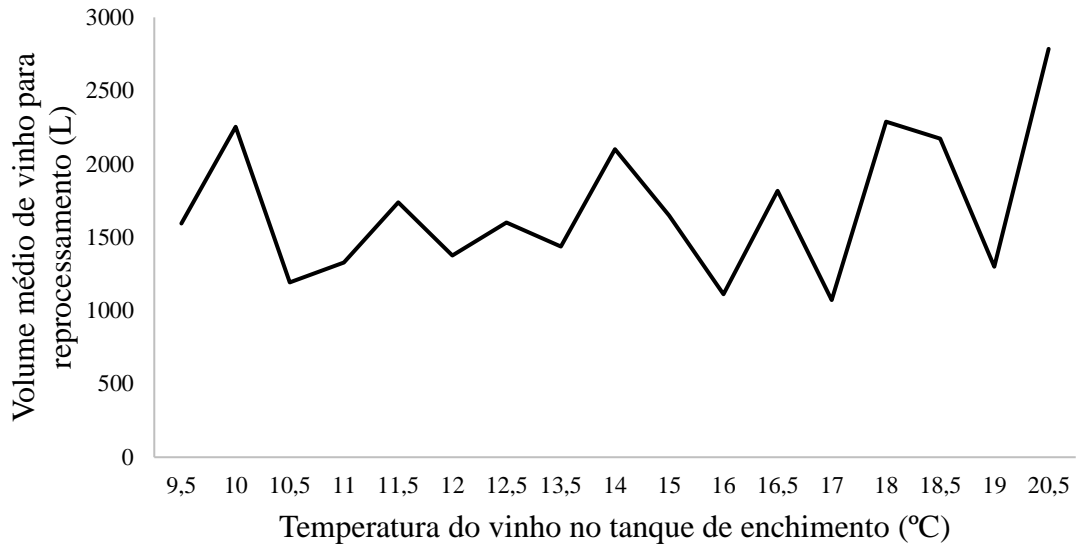


Figura B. 3 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função da temperatura do vinho no TE.

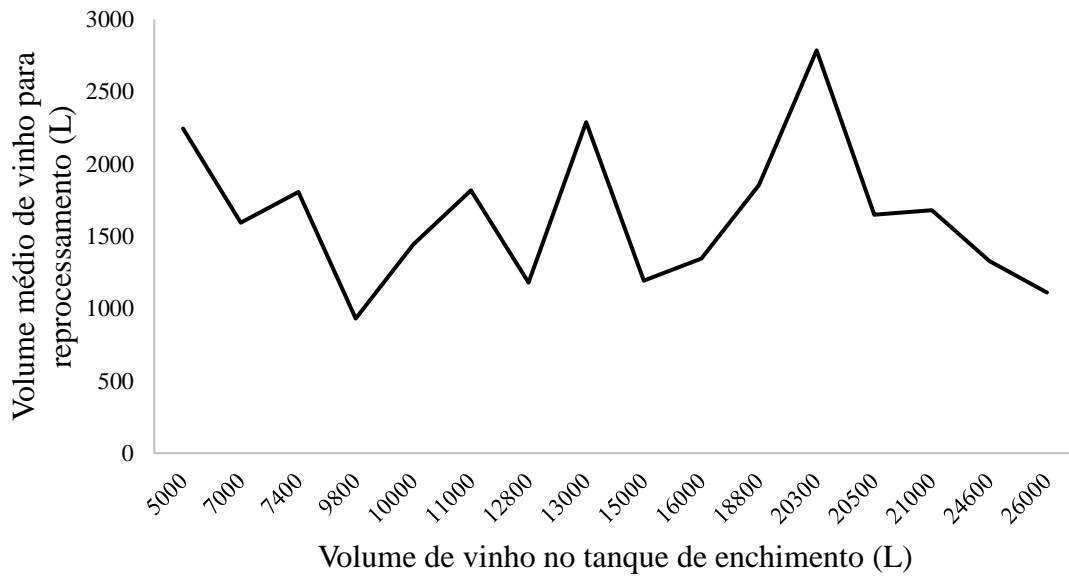


Figura B. 4 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função do volume de vinho no TE.

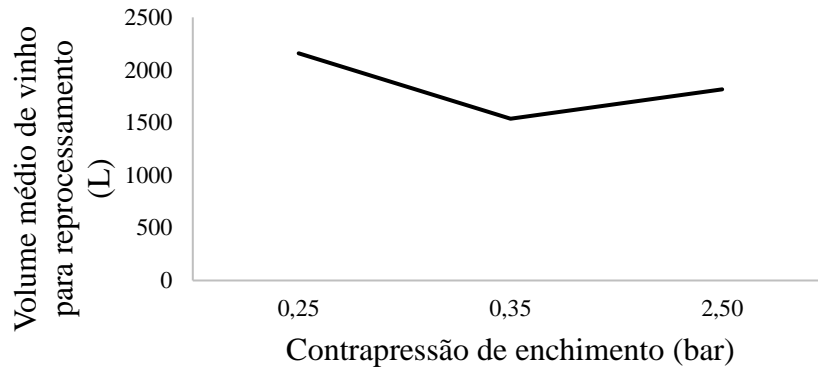


Figura B. 5 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função contrapressão de enchimento.

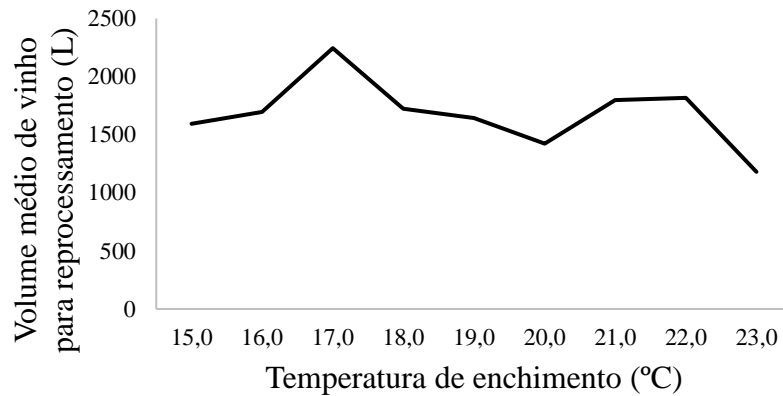


Figura B. 6 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função da temperatura de enchimento.

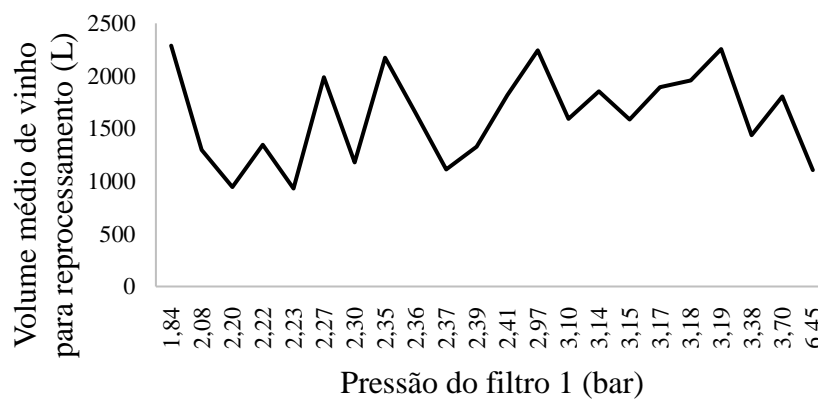


Figura B. 7 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função da pressão do primeiro filtro.

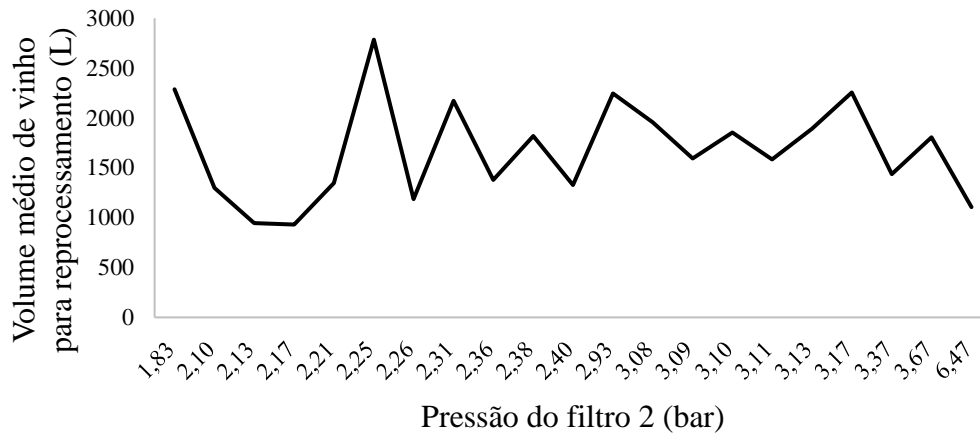


Figura B. 8 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função da pressão do segundo filtro.

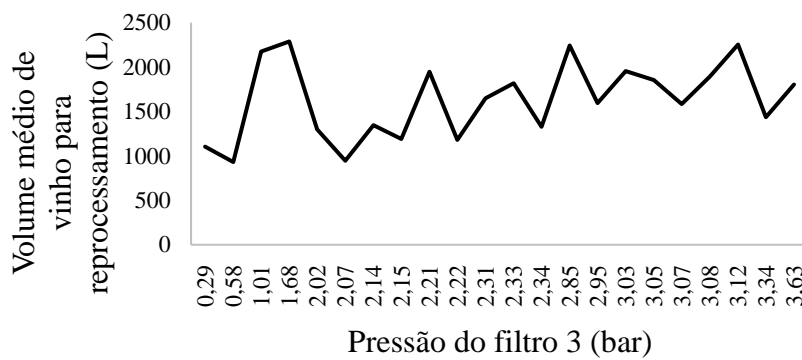


Figura B. 9 – Variação do volume médio de vinho para reprocessamento em função da pressão do terceiro filtro.

Anexo C

No presente anexo, encontram-se representados os custos associados ao volume de vinho gerado para ajuntos. A Tabela C.1, representa o custo unitário e por litro dos diferentes SKU. Os custos (€/L), foram obtidos considerando uma garrafa com uma volumetria equivalente de 0.750 L.

Tabela C. 1 – Custo unitário e custo por litro dos vinhos enchidos na linha 3 (Estado Líquido, s.d.; Portugal Vineyards, s.d.; Wine.com, s.d.).

Tipo de vinho	Custo (€/un.)	Custo (€/L)
Vinho Tinto A	4,33	5,77
Vinho Tinto B	4,10	5,47
Vinho Tinto C	8,49	11,32
Vinho Tinto D	6,61	8,81
Vinho Branco A	4,79	6,39
Vinho Tinto E	3,50	4,67
Vinho Branco B	6,50	8,67
Vinho Tinto F	4,25	5,67
Vinho Tinto G	6,50	8,67
Vinho Branco C	3,30	4,40
Vinho Branco D	2,45	3,27
Vinho Rosé A	2,45	3,27
Vinho Tinto H	2,45	3,27
Vinho Branco E	4,33	5,77
Vinho Rosé B	3,75	5,00

Através destes custos, determinou-se o volume de vendas, lucro e custo de reprocessamento associados a cada um dos tipos de vinho. Os custos foram determinados pressupondo que, os produtos seriam vendidos diretamente pela Sogrape ao preço do mercado (Tabela C.1). Os custos operacionais e de logística, seriam equivalentes a 2 €/L independentemente do tipo de vinho comercializado e que o tempo de produção é de 52 semanas de trabalhado, num regime de 2 turnos.

A Tabela C.2, ilustra o volume de vendas gerado, o lucro bruto que se poderia obter, e o custo de reprocessamento para cada tipo de vinho.

Tabela C. 2 – Vendas, lucro e custos de reprocessamento, em euros, associados ao volume de vinho para reprocessamento.

Vinho	V_R (L)	Vendas (€)	Lucro (€)	Custo de retrabalho (€)
Vinho Tinto A	946	5 461,57	3 569,57	946,00
Vinho Tinto B	2 785	15 224,67	9 654,67	2 785,00
Vinho Tinto C	2 173	24 598,36	20 252,36	2 173,00
Vinho Tinto D	2 036	8 205,21	4 133,21	2 036,00
Vinho Branco A	1 327	8 475,11	5 821,11	1 327,00
Vinho Tinto E	1 111	5 184,67	2 962,67	1 111,00
Vinho Branco B	1 817	15 747,33	12 113,33	1 817,00
Vinho Tinto F	1 180	6 686,67	4 326,67	1 180,00
Vinho Tinto G	2 948	14 291,33	8 395,33	2 948,00
Vinho Branco C	11 638	9 873,60	-13 402,40	11 638,00
Vinho Branco D	1 346	4 396,93	1 704,93	1 346,00
Vinho Rosé A	1 585	5 177,67	2 007,67	1 585,00
Vinho Tinto H	2 288	7 474,13	2 898,13	2 288,00
Vinho Branco E	1 192	6 881,81	4 497,81	1 192,00
Vinho Rosé B	3 399	7 970,00	1 172,00	3 399,00
Total		145 649,07	70 107,07	37 771,00
Total anual		7 522 819,20	4 904 029,87	1 309 394,67

Anexo D

No presente anexo, encontram-se representadas nas Tabelas D.1, D.2, D.3 e D.4, as especificações dos sensores inline mencionados no subcapítulo 4.6.1.

Tabela D. 1 – Especificações técnicas do sensor L-Com 5500 (Anton Paar, 2020).

Parâmetro	TAV	Extrato
Gama	0-20 % v/v	0-10 °Brix
Exatidão	± 0,02 % v/v	± 0,02 °Brix
Resolução	0,01 % v/v	0,01 °Brix

Tabela D. 2 – Especificações técnicas do sensor Carbo 6300 (Anton Paar, s.d.).

Parâmetro	CO ₂
Gama	0-12 g/L
Exatidão	± 0,05 g/L
Repetibilidade	± 0,01 g/L
Resolução	<0,01 g/L

Tabela D. 3 – Especificações técnicas do sensor Oxy 5100 (Anton Paar, s.d.).

Parâmetro	O ₂
Gama	0-22,5 ppm
Exatidão	≤ ± 0,042 ppm ou ± 3% ± 0,02 ppm para 0-0,5 ppm
Resolução	± 0,08 ppm para 0,5-10 ppm ± 0,21 ppm para 10-22,5 ppm

Tabela D. 4 – Especificações técnicas do sensor L-Col 6100 (Anton Paar, 2021).

Parâmetro	Cor e Turbidez
Gama	0-3 AU
Reprodutibilidade	± 1% transmissão
Resolução	0,001 AU