



Sustentabilidade na indústria Vinícola: Energia

MARIANA MARCELA SILVA FERREIRA

Novembro de 2017

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

MESTRADO EM ENGENHARIA QUÍMICA

RAMO ENERGIA E BIORREFINARIA



Orientação:
Co-Orientação:



***“Eu tentei 99 vezes e falhei,
Mas na centésima tentativa
Eu consegui,
Nunca desista dos seus objetivos mesmo
Que esses pareçam impossíveis,
A próxima tentativa pode ser a
Vitória”***

Alberto Einstein

AGRADECIMENTOS

Durante o meu percurso académico, foram muitas as pessoas que contribuíram para o meu sucesso, para a minha felicidade e para que este sonho se concretizasse e, por isso queria agradecer do fundo do meu coração a todas essas pessoas.

Antes de mais queria agradecer aos meus orientadores, ao Engenheiro António Ribeiro do ISEP e à Engenheira Diana Meireles da Quinta da Lixa, que me ajudaram na elaboração desta minha dissertação e que sempre estiveram dispostos a ajudar para que este trabalho se realizasse da melhor forma.

Quero ainda e tenho muito a agradecer às pessoas que mais se esforçaram para que este meu sonho se tornasse realidade, aos meus pais e ao meu irmão. Foram eles que nunca me deixaram desistir e sempre acreditaram em mim e me apoiaram em tudo.

Ao meu namorado, o Sérgio, que esteve sempre ao meu lado em todos os momentos, pela paciência que teve em algumas das situações mais complicadas neste meu percurso e por todo o apoio e conselhos dados.

A toda a minha família por todo o apoio dado e também por estarem presentes nesta fase muito importante da minha vida.

Queria, ainda agradecer aos meus amigos mais chegados, tanto os de infância como aqueles que apareceram durante este meu percurso académico. No entanto, queria agradecer em especial às minhas amigas Ariana, Rita e Marlene que, nestes cinco anos, foram uma peça fundamental neste meu percurso. Obrigada do fundo do coração pelo apoio, carinho, força, por tudo.

Sem todos eles, nada seria possível.

RESUMO

Esta dissertação foi realizada no âmbito da unidade curricular Dissertação do 2º ano de Mestrado em Engenharia Química do ramo Energia e Biorrefinaria Do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

O principal objetivo do presente trabalho centra-se na avaliação do consumo de energia na indústria vinícola no sentido de contribuir para uma unidade produtiva mais sustentável.

A sustentabilidade está relacionada com os fatores sociais, económicos, ambientais e energéticos que devem ser sempre considerados quando da necessidade de adotar medidas ao nível dos processos industriais. A produção e a utilização da energia são fatores que têm enorme importância na sustentabilidade no planeta sendo cada vez mais evidente a necessidade de recorrer a formas limpas e renováveis de produção de energia. Assim, torna-se importante a sensibilização para analisar e quantificar a forma como as empresas utilizam a energia, procurando soluções que permitam aumentar a eficiência energética dos seus processos produtivos de modo a promover a economia de energia, redução de custos e, assim uma melhor utilização dos recursos.

Para avaliar a forma de utilização da energia na empresa vinícola em estudo realizou-se um levantamento energético a toda unidade de produção tendo-se verificado que os equipamentos com maior consumo de energia são essencialmente a refrigeração, a produção de azoto e o equipamento utilizado para a estabilização tartárica. Os consumos de energia elétrica e de combustível permitiram chegar a um valor de 85,8 tep para o ano de 2016. Como este valor é inferior a 500 tep/ano conclui-se que a empresa não é considerada uma instalação consumidora intensiva de energia (CIE), não sendo abrangida pelo Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE).

Face ao levantamento energético efetuado, propõe-se a redução de consumo de energia na estabilização tartárica comparando duas possibilidades: a integração energética da estabilização tartárica contra a permuta iónica.

Como forma alternativa de produção de energia, também se propõe o recurso à implementação de um sistema fotovoltaico em regime autoconsumo com objetivo de minimizar o recurso à rede de energia elétrica. Este sistema apresenta um VAL 159,16 €, *Payback* de 7,9 anos e um TIR de 13,6 %. Concluiu-se que o sistema é um investimento compensador.

Foi ainda dimensionado um permutador de calor utilizado para integrar o calor no processo de estabilização tartárica. Neste projeto, o calor envolvido foi de 48 872,6 W, com um coeficiente global de transferência de calor de 2105 W/m².°C. Sendo o número de placas necessárias de 94 placas.

A alternativa proposta à estabilização tartárica já existente consiste na permuta iónica com resinas catiónicas que apresenta custo total de investimento de 27 750,0 €.

Palavras chaves: Indústria vinícola, Sustentabilidade, Eficiência energética, Estabilização tartárica, Pannel fotovoltaico.

Abstract

This dissertation was developed within the ambit of the curricular unit Dissertation of the 2nd year of Master Degree Chemical Engineering of the branch Energy and Biorefinery at the Engineering Institute of Porto (ISEP).

The main objective of this work is to evaluate the energy consumption of the wine industry to contribute for a better sustainability production unit.

Sustainability is related with the social, economic, environmental and energy factors that should always be considered when it has necessary to take measures in industrial processes. The production and use of energy is a factor that has enormous importance in the sustainability of the planet being more and more evident the need to appeal to clean and renewable forms of energy production. Therefore, it's important to be aware to analyse and quantify the way companies use energy and search solutions to increase the energy efficiency of their production processes to promote energy savings, cost reduction and a better use of resources.

To evaluate energy efficiency in the wine company, it was necessary to carry out an energy study of the entire production unit and then analyse the improvements to reduce energy consumption. Was verified that the equipment with higher consumption of energy are essentially the refrigeration, the nitrogen production and the equipment used for the tartaric stabilization. With the consumption of electric energy and fuel, it was possible to calculate the consumption, obtaining a value of 85,8 tep. As this value is less than 500 tep / year, it is concluded that the company is not considered an Intensive energy consumption (CIE), so it is not covered by the Management System for Intensive Energy Consumption SGCIE.

Considering the energetic study carried out, it is proposed to reduce energy consumption in tartaric stabilization by comparing two possibilities: the energy integration of the tartaric stabilization against the ion exchange.

As an alternative form of energy production, it is also proposed the use of a photovoltaic system in a self-consumption regime in order to minimize the use of the electric power grid. This system has a VAL 159,16 €, *Payback* of 7,9 years and a TIR of 13,6%. It was concluded that is a compensating investment.

It was also dimensioned a heat exchanger used to integrate the heat in the process of tartaric stabilization. In the project, the heat involved was 48 872,6 W and the

coefficient of heat transfer was $2105 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ \text{C}$. With this, the number of plates needed are 94 plates.

The alternative proposed for existing tartaric stabilization consist of the ionic exchange with cationic resins which has a total investment cost of 27 750.0 €.

Key words: wine industry, sustainability, energy, energy efficiency, tartaric stabilization, photovoltaic solar panel.

ÍNDICE

Lista de Abreviatura.....	xviii
Lista de Siglas	xxi
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Tema e Objetivos	2
1.3 Breve história da Empresa	2
1.4 Estrutura da tese.....	3
2. Estado da Arte.....	5
2.1 Processo de Vinificação.....	5
2.1.1 Vindima e Transporte.....	8
2.1.2 Receção da Uva	8
2.1.3 Esmagamento/ Desengaço	8
2.1.4 Prensagem	8
2.1.5 Fermentação.....	9
2.1.6 Desencube.....	9
2.1.7 Tráfega.....	10
2.1.8 Filtração	10
2.1.9 Atesto	11
2.1.10 Estágio.....	11
2.1.11 Engarrafamento	11
2.2 Sustentabilidade na indústria	12
2.3 Eficiência energética	14
2.3.1 Caracterização energética	14
2.3.2 Política Energética Portuguesa	15
2.3.3 Utilização racional de energia (URE)	15
2.3.4 Levantamento energético.....	16
2.3.5 Indicadores energéticos	17
2.3.6 Auditorias energéticas.....	18

2.3.7	Oportunidades de Racionalização dos consumos (ORC`s).....	19
2.4	Energias Renováveis	22
2.4.1	Energia Solar Fotovoltaica	22
2.5	Estabilização tartárica	24
2.5.1	Permuta Iónica.....	25
2.5.2	Carboximetilcelulose (CMC).....	25
2.5.3	Eletrodialise	26
3.	Levantamento energético	27
3.1	Descrição do processo.....	27
3.1.1	Processo produtivo	31
3.1.2	Estabilização tartárica.....	35
3.1.3	Refrigeração	36
3.1.4	Produção de azoto.....	37
3.1.5	Tratamento da água.....	40
3.1.6	Caldeira	42
3.1.7	Linha de enchimento.....	43
3.2	Análise das faturas energéticas	54
3.3	Indicador de eficiência energética.....	61
3.3.1	Consumo específico de energia (CEE).....	61
3.3.2	Intensidade Carbónica (IC)	62
4.	Propostas de melhoria.....	65
4.1	Dimensionamento Sistema Painel Fotovoltaica.....	65
4.1.1	Constituição do sistema fotovoltaico	68
4.1.2	Componentes de ligação	70
4.1.3	Inversor.....	70
4.1.4	Contador	71
4.1.5	Avaliação do dimensionamento	71
4.1.6	Análise económica.....	74

4.1.7	Vantagens da utilização de Sistema Autoconsumo	75
4.2	Estabilização tartárica	76
4.2.1	Estabilização tartárica por permuta iónica.....	77
4.2.2	Integração de calor	79
5.	Conclusão	83
6.	Bibliografia.....	85
	Anexo A – Sistema Fotovoltaico	89
	Anexo A.1 Pannel fotovoltaico	89
	Anexo A.2 Inversor	90
	Anexo B – Permutador	91
	Anexo B.1 – dimensionamento	91

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Instalações da adega da Quinta da Lixa – Sociedade Agrícola, Lda.	1
Figura 2.1 - Fluxograma relativo ao processo de vinificação em geral (adaptado do site infivini).....	7
Figura 2.2 - Fatores sociais, ambientais e económicos do desenvolvimento sustentável ¹⁴	13
Figura 2.3 - Representação da distribuição da Irradiação solar (kWh/m ²) em Portugal [30].	23
Figura 3.1 - Fluxograma representativo do processo produção relativos aos vinhos brancos e rosés.	28
Figura 3.2 – Fluxograma representativo do processo de produção inicial relativo ao vinho tinto.	29
Figura 3.3 – Fluxograma representativo do processo de produção a partir do loteamento para os vinhos brancos, rosés e tintos.	30
Figura 3.4 - Tegão utilizado na Quinta da Lixa.	31
Figura 3.5 – Desengaçamento/Esmagamento realizado.....	31
Figura 3.6 - Prensas Pneumáticas existentes (Vermelha-Prensa Pneumática e Amarela-Prensa de discos) e o interior da prensa.	32
Figura 3.7 - Filtro de vácuo.....	33
Figura 3.8 - Bomba utilizada com potência de 1,5 kW (Bombas 1)e com potência 4,6 kW (Bombas 2).	34
Figura 3.9 - Central de refrigeração.	36
Figura 3.10 - Central de refrigeração.	37
Figura 3.11 - Bombas utilizadas na refrigeração.....	37
Figura 3.12 - Separador de Óleo utilizado.	38
Figura 3.13 - Secador de ar utilizado.	38
Figura 3.14 - Gerador de Azoto utilizado.	39
Figura 3.15 - Depósitos utilizados para o armazenamento do Azoto (esquerda) e ar (direita).	39
Figura 3.16 - Fluxograma relativo ao procedimento do tratamento da água. ...	40
Figura 3.17 - Doseador de dióxido de cloro.	41
Figura 3.18 - Filtro multimédia utilizado.	41
Figura 3.19 - Filtro de placas.	42
Figura 3.20 - Despaletizadora existente na Quinta da Lixa....	43

Figura 3.21 - Sistema de higienização da linha de enchimento existente na Quinta da Lixa.....	44
Figura 3.22 - Distribuidor de rolhas utilizado na Quinta da Lixa.	44
Figura 3.23 - Enxanguadora, Enchedora, capsuladora e rolhadora existente na Quinta da Lixa.....	45
Figura 3.24 - Controlador de nível existente na Quinta da Lixa.	46
Figura 3.25 - Doseador, lubrificação e tapete existente na Quinta da Lixa.	46
Figura 3.26 - Túnel de lavagem existente na Quinta da Lixa.	47
Figura 3.27 - Túnel de secagem existente na Quinta da Lixa.	47
Figura 3.28 – Capsuladora existente na quinta da Lixa.	48
Figura 3.29 - Mesa de acumulação existente na Quinta da Lixa.....	48
Figura 3.30 - Rotuladora existente na Quinta da Lixa.	49
Figura 3.31 - Formadora de caixas existente na Quinta da Lixa.	50
Figura 3.32 - Encaixotadora existente na Quinta da Lixa.....	50
Figura 3.33 – Balança existente na Quinta da Lixa.....	51
Figura 3.34 - Colagem de caixas existente na Quinta da Lixa.	51
Figura 3.35 - Paletizadora existente na Quinta da Lixa.....	52
Figura 3.37 – Representação gráfica da Energia consumida (kW) em função do período de faturação (dia/mês) relativo ao ano de 2016.	58
Figura 3.38 - Distribuição percentual por período horário em ciclo semanal.	59
Figura 4.1 - Representação gráfica da produção de eletricidade por cada mês do ano.	68
Figura 4.2 - Módulo fotovoltaico UPAC.....	69
Figura 4.3 - Componentes de ligação fotovoltaica.	70
Figura 4.4 – Inversor utilizado uma instalação fotovoltaica com potência de 50kW.....	71
Figura 4.5 - Exemplo de um contador.....	71
Figura 4.6 -Representação gráfica da evolução no custo do kWh no mercado e no sistema fotovoltaico relativos aos próximos 25 anos.....	74
Figura 4.8 - Representação das correntes de entrada e saída do permutador a utilizar.	79

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 - Consumos energéticos relativos aos equipamentos existentes no processo produtivo.	35
Tabela 3.2 - Quantidade de depósitos isotérmicos e quantidades armazenadas.	36
Tabela 3.3 - Consumos de energia relativos à linha de enchimento.	53
Tabela 3.4 - Preços aplicáveis à energia faturada tendo em conta a HP, HC, Vazio e S/vazio.	56
Tabela 3.5 - Energia ativa consumida (kW) relativo ao ano de 2016.	57
Tabela 3.6 – Valores totais das faturas relativas à energia elétrica relativos ao ano de 2016.....	60
Tabela 3.7 -Valores de emissões de CO ₂ (kg) associada ao consumo de energia relativa ao período de faturação.	62
Tabela 3.8 – Valores de da intensidade carbónica (IC) referente ao ano de 2016.	63
Tabela 4.1 – Energia total ativa consumida no ano de 2016.....	66
Tabela 4.2 – Estimativa de produção relativa ao primeiro ano de exploração..	67
Tabela 4.3 – Evolução do custo no mercado (kWh) e no sistema fotovoltaico (kWh) com uma taxa de evolução de 3%.....	73
Tabela 4.4 - Parâmetros necessários para a realização da análise económica.	75
Tabela 4.5 - Dados para o cálculo da potência de arrefecimento.	76
Tabela 4.6 – Dados relativos ao tratamento por permuta iónica.	78
Tabela 4.7 - Características do permutador dimensionado.....	80
Tabela 4.8 - Dados obtidos no dimensionamento do permutador.	80

LISTA DE ABREVIATURAS

AC – Corrente Alternada.

CIE – Consumidora intensiva de energia.

URE – Utilização Racional de Energia.

GEE – Gases com efeito de estufa.

IE – Intensidade energética.

IC – Intensidade carbónica.

CEE – Consumo específico de energia.

CMC – Carboxometilcelulose.

DC – Corrente Contínua.

Ed – Average daily electricity production from the given system (kWh).

Em – Average monthly electricity production from the given system (kWh).

Hd – Average daily sun of global irradiation per square meter received by the modules of given system (kWh).

Hm – Average sun of global irradiation per square meter received by the modules of given system (kWh).

HC – Horas de Cheio.

HP – Horas de Ponta.

LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia

ORC`s – Oportunidades de racionalização dos consumos.

PREn - Plano de Racionalização do Consumo de Energia.

PVGIS – Photovoltaic Geographical Information System.

S/Vazio – Horas super vazio.

SGCIE – Sistema de gestão dos consumos intensivos de energia.

TIR – Taxa interna de rentabilidade.

UPAC – Unidade de Produção de autoconsumo.

Vazio – Horas de Vazio.

VAL – Valor atual líquido.

LISTA DE SIGLAS

- $A_{transferência\ de\ calor}$ – Área de transferência de calor (m^2);
- $A_{escoamento}$ – Área de escoamento (m^2);
- b – Espessura entre pratos (m).
- cpf – Calor específico do fluido frio ($kJ/(kg.°C)$);
- cpq – Calor específico do fluido quente ($kJ/(kg.°C)$);
- D_{eq} – Diâmetro equivalente (m);
- h_q – Coeficiente convectivo de transferência de calor referente ao fluido quente $W/(m^2C)$
- h_f – Coeficiente convectivo de transferência de calor referente ao fluido frio $W/(m^2C)$
- L – Altura do prato (m);
- q_e – Calor envolvido ou potência térmica do fluido quente (kJ/h);
- q_f - Calor envolvido ou potência térmica do fluido frio (kJ/h);
- Q – Potência térmica do sistema (kJ/h);
- Q_f – Caudal volumétrico do fluido frio (kg/m^3);
- Q_q – Caudal volumétrico do fluido quente (kg/m^3);
- Q_{pf} – Caudal volumétrico do fluido frio entre placas (kg/m^3);
- Q_{pq} – Caudal volumétrico do fluido quente entre placas (kg/m^3);
- ρ_f – Densidade do fluido frio (kg/m^3);
- ρ_q – Densidade do fluido quente (kg/m^3).
- ΔT_{lm} – Temperatura média logarítmica ($°C$);
- w – Largura do prato (m).
- μ_f – Viscosidade do fluido frio (Pa.s).
- μ_q - Viscosidade do fluido quente (Pa.s).
- k_f – Condutividade térmica do fluido frio ($W/m.°C$).
- k_q – Condutividade térmica do fluido quente ($W/m.°C$).
- T_{qe} – Temperatura do fluido quente à entrada ($°C$).
- T_{qs} – Temperatura do fluido quente à saída ($°C$).

T_{fe} – Temperatura do fluido frio à entrada ($^{\circ}\text{C}$).

T_{fs} – temperatura do fluido frio à saída ($^{\circ}\text{C}$).

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo realiza-se um enquadramento geral sobre a temática do trabalho, definem-se os principais objetivos, faz-se uma breve apresentação da empresa e da estrutura do presente trabalho.

1.1 ENQUADRAMENTO

Esta dissertação insere-se no âmbito da unidade curricular Dissertação/Estágio (DISEST) do segundo ano de mestrado em Engenharia Química ramo Energia e Biorrefinaria, do Instituto de Engenharia do Porto (ISEP). O estágio terá uma duração de aproximadamente seis meses, com início a 3 de Abril de 2017 e final a 31 de Outubro de 2017. Esta foi realizada numa indústria vinícola, a Quinta da Lixa – Sociedade Agrícola, Lda, que se encontra localizada na Avenida de República, na cidade da Lixa (figura 1).



Figura 1.1 - Instalações da adega da Quinta da Lixa – Sociedade Agrícola, Lda.

1.2 TEMA E OBJETIVOS

O tema para o presente trabalho está relacionado com a sustentabilidade na indústria vinícola, nomeadamente quanto à utilização da energia. Um dos principais objetivos deste trabalho é a realização de uma análise da forma de utilização de energia numa unidade de produção vinícola. Assim sendo, os principais objetivos atingir são:

- Levantamento dos principais pontos de utilização de energia;
- Quantificação da utilização de energia;
- Apresentação de propostas de melhoria no sentido de tomar a utilização de energia mais sustentável.

1.3 BREVE HISTÓRIA DA EMPRESA

A Quinta da Lixa – Sociedade Agrícola, Lda. localiza-se nas proximidades do centro da cidade da Lixa e pertence à família Meireles. Esta empresa aparece como resultado de uma paixão desta família pelo ramo vinícola. Inicialmente, a família era proprietária de vinhas localizados nos arredores da cidade da Lixa [1].

Esta família, em 1986, tomou a iniciativa de criar uma pequena empresa, a Soporvin – Sociedade Portuguesa de Vinhos. Inicialmente, os vinhos produzidos eram vendidos a granel mas rapidamente se aperceberam que havia qualidade e aceitação e, com o aumento de produção houve a necessidade da empresa se envolver na construção de novas instalações para a substituição da primitiva adega. Assim, em 1992, foi comprada a quinta que a partir de 1998 passou a dar o nome à empresa que atualmente existe [1].

Relativamente ao processo de vinificação, é de destacar a necessidade que a empresa teve de mudar da adega primitiva para novas instalações com maior capacidade e melhores condições. Por isso, em 1994, começaram a ser construídas as instalações que são utilizadas atualmente onde a adaga Quinta da Lixa passou a ter uma área coberta de 6000 m² com uma capacidade produtiva de 4 milhões de litros. O centro de vinificação possui escritório, laboratório, sala de provas, duas linhas de engarrafamento e uma loja de venda ao público [1].

Na Quinta da Lixa são produzidos alguns, mas poucos, vinhos espumantes e vários tipos de vinhos, entre os quais Vinhos Verdes e vinhos regionais, tintos, brancos ou rosados, com maior incidência nos vinhos brancos [1].

1.4 ESTRUTURA DA TESE

O presente relatório está dividido em 5 capítulos, nos quais se apresentam o trabalho desenvolvido nesta dissertação.

O capítulo 1 é realizado um enquadramento geral sobre a temática do trabalho, definidos os principais objetivos, uma breve apresentação da empresa e a estrutura do trabalho escrito.

No capítulo 2 está dividido em dois subcapítulos, nos quais é realizada uma revisão da literatura relativa a toda a produção do vinho e outra relativa à importância da energia na indústria.

No capítulo 3 apresenta uma descrição relativa ao levantamento do processo vinícola e do consumo de energia da empresa.

No capítulo 4 trata os dados obtidos e apresenta sugestões de melhoria, nomeadamente da possibilidade de instalação de um sistema fotovoltaico.

Por fim, no capítulo 5 são apresentadas as conclusões gerais do estudo e das sugestões para futuros trabalhos.

2. ESTADO DA ARTE

Neste capítulo apresenta-se uma revisão do estado da arte relativo ao processo vinícola e ao consumo de energia na indústria.

2.1 PROCESSO DE VINIFICAÇÃO

O vinho é uma bebida alcoólica consumida amplamente em todo o mundo. É resultante exclusivamente da fermentação do mosto das uvas frescas, saudáveis e maduras. Esta fermentação é realizada por microrganismos, como é o exemplo a levedura *Saccharomyces cerevisae* que transformam bioquimicamente os açúcares presentes no sumo da uva em etanol (C₂H₆O), dióxido de carbono (CO₂) e em alguns compostos secundários que podem apresentarem quantidades variadas, de acordo com a reação 2.1 [2].



A sua composição é bastante variada e complexa, dependendo de diversos fatores, como por exemplo a qualidade da uva, a data das vindimas, as condições de colheita, o modo de vinificação e a idade do vinho. Os principais componentes do vinho são a água, o etanol, o glicerol, os ácidos orgânicos e os ácidos fenólicos [2].

A vinificação compreende um conjunto de operações efetuadas para a transformação do sumo resultante do esmagamento das uvas em vinho. Este não é um processo linear, pois existem diversas abordagens que dependem do objetivo do produtor, dos equipamentos a utilizar e das matérias primas utilizadas [3].

Para a produção do vinho são usados vários equipamentos, cada um deles apresentando uma função específica relativamente ao processo de vinificação. Numa adega de vinificação, normalmente existe equipamento como esmagadores/desengaçadores, com o objetivo de esmagar os bagos e retirar o engaço, cubas de fermentação e cubas utilizadas como armazenamento, bombas utilizadas para as trasfegas, filtros, sistema de refrigeração, equipamentos de laboratório, equipamento de limpeza, linha de engarrafamento e rotulagem, entre outros equipamentos [4].

A qualidade, bem como as características dos vinhos estão muito dependentes da altura em que se realiza a recolha das uvas e, por isso é extramente importante

definir a data de vinificação com algum rigor e exatidão. É importante realçar o facto da qualidade das uvas decrescer a partir do momento que a vindima tem início. Para tentar combater este inconveniente é muito importante evitar que estas se danifiquem e, também minimizar o tempo de transporte até à chegada a adega [4].

O processo de vinificação tem início na recolha da uva até ao engarrafamento do vinho e, na figura 2.1, está representado um fluxograma do processo de vinificação para os vinhos brancos, rosés e tintos.

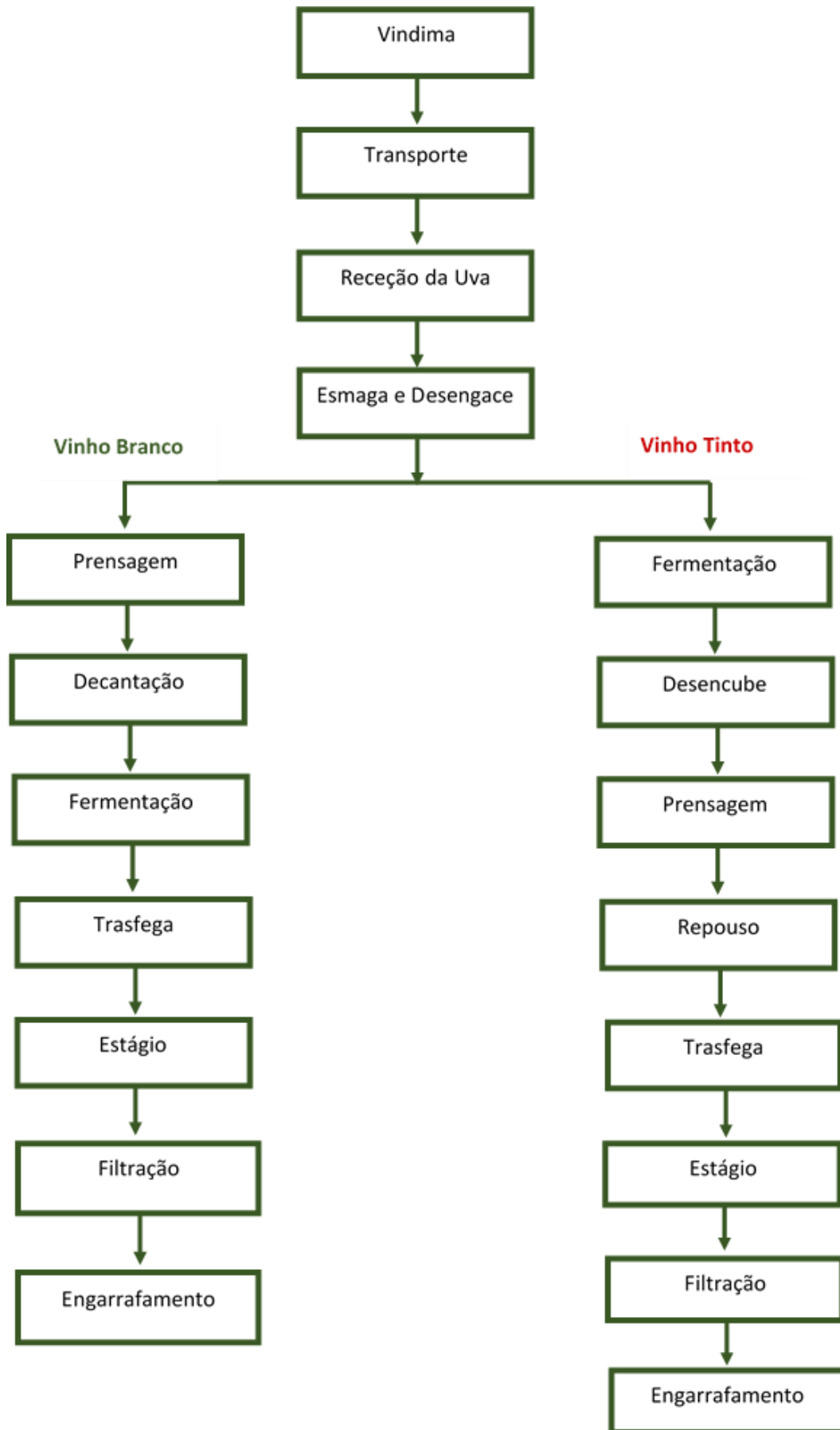


Figura 2.1 - Fluxograma relativo ao processo de vinificação em geral (adaptado do site infivini).

2.1.1 Vindima e Transporte

A vindima é realizada, normalmente entre os meses de setembro e Outubro dependendo das condições da uva, do clima, entre outros fatores. O transporte tem que ser o mais adequado possível para não danificar as uvas.

2.1.2 Receção da Uva

A colheita da uva é, normalmente realizada entre Setembro e Outubro e ocorre no período das vindimas. A receção da uva é realizada de diversas maneiras, não devendo estar contaminada com microrganismos, que pode ocorrer se as uvas estiverem esmagadas e a temperaturas elevadas [5]. As uvas quando chegam à adega são pesadas e separadas e analisadas quanto ao teor de álcool provável, do pH e da acidez total. Feito isto, estas são conduzidas aos tegões das adegas onde serão separadas para o esmagador e desengaçador. Nestes são efetuados o esmagamento e desengace da uva, respetivamente [3].

2.1.3 Esmagamento/ Desengaço

O esmagamento consiste no rompimento da pele dos bagos de uva de modo a libertar o conteúdo do mesmo (polpa e o sumo) [6].

É de salientar que a uva não pode conter as grainhas ou o engaço e, por isso há a necessidade de se proceder ao desengaço. Este, consiste na separação do engaço (parte que suporta a uva) do resto do cacho. Esta fase realiza-se antes e depois do esmagamento [3].

Normalmente, o esmagamento e o desengace são realizados no mesmo equipamento combinando assim as duas operações. Após esta etapa as uvas são submetidas a uma prensagem com o auxílio de uma prensa pneumática, obtendo-se assim o mosto¹ e resíduos sólidos [5].

2.1.4 Prensagem

Normalmente, nos vinhos brancos a prensagem é a operação unitária logo após o esmagamento e desengace cujo objetivo é a separação do mosto das grainhas e películas. Para o caso dos vinhos tintos, a prensagem é realizada após a fermentação.

¹ “Mosto” refere-se ao sumo da uva fresca utilizado antes do processo de fermentação.

É de salientar que esta etapa ocorre em fases diferentes dependendo da função do vinho que se pretende. Por exemplo, no caso do vinho branco, este deve ser fresco e leve e, por isso, se a vinificação do vinho branco fosse na presença da grainha e da película tornar-se-ia pesado e grosseiro [7].

A prensagem tem como objetivo a libertação das películas e das grainhas do sumo da uva e é realizada com o recurso a prensas que podem ser de impulsão ou pneumáticas [8]

2.1.5 Fermentação

A fermentação alcoólica é um processo bioquímico através do qual ocorrem reações bioquímicas nas quais as leveduras presentes no mosto convertem os açúcares em etanol e dióxido de Carbono, ou seja, transformam o mosto em vinho. Às leveduras presentes no mosto são também adicionadas leveduras secas. São também adicionados produtos enológicos (nutrientes) quando as leveduras entram em stress. Durante a fermentação é necessário controlar o aumento da temperatura pois, se esta for demasiado elevada as leveduras necessárias morrem. Para o controlo da temperatura, as cubas de fermentação contêm um sistema de refrigeração. Assim é realizado também o controlo da densidade para certificar que a fermentação está a decorrer como previsto.

Na fermentação dos vinhos tintos forma-se na superfície, devido ao dióxido de carbono produzido no interior, uma camada de casca e grainha (parte sólida do mosto) e, por isso há necessidade de se realizar o desencube do líquido com o auxílio de uma bomba [6]. Para além da fermentação alcoólica, o vinho tinto sofre ainda uma fermentação malolática realizada por bactérias lácticas e, consiste na transformação do ácido málico em ácido láctico permitindo a redução da acidez do vinho e, melhorando do ponto de vista gustativo.

2.1.6 Desencube

O desencube é uma etapa da vinificação que se verifica apenas nos vinhos tintos, não existindo no processo de produção do vinho branco.

Esta é realizada logo após a fermentação, quando ocorreu a transformação do açúcar da uva em álcool, onde é necessário separar o vinho dos resíduos, película e grainha. O vinho encontra-se na parte inferior do depósito e na parte superior

encontram-se as massas residuais que, devido à presença de CO₂, não sedimentam. Então, nesta etapa, o vinho que se encontra na parte inferior é escorrido completamente. É de salientar que, mesmo nesta parte inferior, há a existência de massas residuais que vão descendo à medida que o vinho é retirado, sendo posteriormente encaminhados para a prensagem. [9]

2.1.7 Trasfega

Na trasfega, os sedimentos presentes no vinho resultante dos processos de vinificação são eliminados. O vinho é transferido para um novo depósito limpo. Por vezes esta transferência não é o suficiente para a eliminação das partículas (borras) e, é necessário proceder à filtração do vinho.

Normalmente, após a fermentação o vinho é transferido para um depósito de armazenamento e mantido a uma determinada temperatura. De seguida, é novamente trasfegado permitindo a remoção das borras (resíduo) que se formam no fundo. É importante realçar que o vinho não deverá estar em contacto com ar para evitar a oxidação [10].

2.1.8 Filtração

A filtração ocorre tanto para os vinhos tintos como para os brancos/rosés e tem como objetivo melhorar a qualidade do vinho. Esta permite separar uma fase sólida em suspensão numa fase líquida através da passagem por uma superfície porosa para a retenção de partículas sólidas.

Quando não há a existência de partículas visíveis em suspensão no vinho este é considerado um vinho límpido, isto é mais visível nos vinhos brancos. Quando um vinho apresenta um aspeto turvo e baço, contém matéria suspensa, mesmo que o sabor e aroma não sejam afetados, este não pode ser considerado um vinho límpido. No entanto, um vinho com partículas em suspensão é considerado um vinho mais estável pois as leveduras e/ ou bactérias alimentam-se desse mesmo resíduo.

Assim, são realizados ensaios de colagem que consiste na utilização de produtos enológicos (bentonites) com o objetivo de arrastar as partículas mais grossas (impurezas). Esta etapa permita uma estabilidade do vinho, a sua clarificação bem como melhorar as suas características organolépticas e reforçar a eficácia das filtrações. É também realizada uma filtração tangencial que permite a clarificação e filtração dos vinhos [11].

2.1.9 Atesto

No final das trasfegas é importante o atesto, que consiste em atestar o depósito com vinho. Dependendo do tamanho do recipiente, o atesto deve ser realizado semanalmente. Esta é um procedimento simples, mas bastante importante.

Para realizar o atesto é necessário que o vinho utilizado apresente a mesma qualidade ou melhor comparativamente à que existe no depósito. Esta deve ser límpida e estável [12].

2.1.10 Estágio

O estágio é uma das etapas da vinificação mais importante na produção do vinho. É uma etapa longa e é um fator muito importante e influenciador na qualidade do vinho, tanto a nível aromático como no sabor.

Relativamente ao estágio do vinho, este deve ter em conta alguns aspetos importantes tais como:

- Proteção dos aromas frutados;
- Minimizar os efeitos de oxidação do vinho;
- Eliminação da dureza e amargos no vinho;
- Dar estabilidade ao vinho para evitar alterações indesejáveis.

É de salientar que um estágio correto é aquele que não provocará uma evolução acelerada ou a oxidação mais rápida do vinho. Os aromas frutados e o equilíbrio do vinho devem ser sempre respeitados [13]

2.1.11 Engarrafamento

Antes do engarrafamento, o vinho sofre um tratamento com produtos enológicos sendo realizada uma análise completa do vinho analisando os seguintes parâmetros: teor alcoólico, açúcares, pH, acidez total e volátil, sulfuroso livre e total, densidade e ácido málico.

O engarrafamento procede-se então ao enchimento do vinho em quantidades exatas para as garrafas de vidro. De seguida, procede-se à colocação da rolha, da cápsula e dos rótulos e à expedição/venda dos vinhos produzidos [14].

2.2 SUSTENTABILIDADE NA INDÚSTRIA

O desenvolvimento sustentável é um conceito que teve início no final do século XX, devido ao facto do desenvolvimento económico ter em conta o equilíbrio ecológico e a preservação da qualidade de vida da população. O desenvolvimento sustentável tem como princípio evitar o esgotamento dos recursos naturais, ou seja, gastar de acordo com a sua capacidade de regeneração. Existem diversas definições para diversos autores, mas segundo Brundtland² desenvolvimento sustentável é definido como um *“Desenvolvimento que permite satisfazer as necessidades atuais sem comprometer a possibilidade das gerações futuras satisfazerem as suas necessidades”*.

Assim, existem diversos princípios para um desenvolvimento sustentável, em que se destacam os seguintes:

- A exploração dos recursos renováveis não deve ultrapassar a sua capacidade de regeneração;
- As emissões de resíduos poluentes devem ser minimizados e não devem ultrapassar a capacidade de absorção e de regeneração dos ecossistemas;
- Os recursos não renováveis devem ser evitados limitando o seu ritmo de esgotamento ao ritmo de criação de produtos renováveis e, sempre que possível deverá ser realizada uma reutilização e reciclagem dos resíduos resultantes dos recursos não renováveis [15].

A sustentabilidade está relacionada com a consideração de fatores sociais, ambientais e económicos no sentido da adoção de estratégias ecologicamente corretas a todos os níveis, como se pode ver na figura 2.2. Nas atividades industriais devem ser adotadas medidas e práticas de gestão das matérias-primas, dos recursos naturais, da água, dos processos e dos produtos no sentido de minimizar o impacto ambiental garantindo a sustentabilidade [16].

² Brundtland – Report of the 1987 World Commission on Environment and Development, Our Common Future.

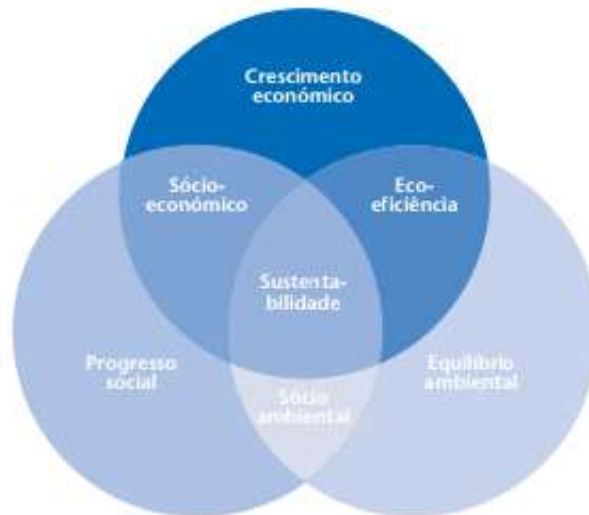


Figura 2.2 - Fatores sociais, ambientais e económicos do desenvolvimento sustentável¹⁴.

Relativamente à indústria vinícola esta adoção deve começar logo na preparação das vinhas, ou seja, o uso de produtos para a proteção das uvas deve passar por uma escolha mais acertada, passando por o uso de produtos agroquímicos. No entanto, é importante realçar a importância da utilização eficiente da energia nas várias etapas decorrentes do processo produtivo e uma gestão adequada da água e dos resíduos, o que apresentará um contributo muito importante para a sustentabilidade.

É de salientar que a sustentabilidade é muito importante para qualquer indústria tendo muitos benefícios tais como permitir a uma indústria criar um produto único e/ou diferenciado, a obtenção da proatividade ambiental, criação de um conjunto de capacidades que facilitam a inovação e criação de novos produtos. Na gestão vinícola, esta implementação é uma mais valia na distinção dos seus produtos sendo produtos sustentáveis [15] e [16].

2.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A energia é um recurso relativamente caro e, sendo normalmente proveniente de combustíveis fósseis causa elevadas emissões de gases com efeito estufa, sendo por isso necessário ter em conta diversas práticas para minimizar estes consumos para uma melhor eficiência energética.

A eficiência energética compreende um conjunto de atividades cujo objetivo principal é a otimização relativo ao uso da energia e das suas fontes, principalmente aquelas utilizadas a partir dos recursos não renováveis disponíveis e, também a utilização racional e económica dos recursos renováveis como forma de minimizar o uso dos combustíveis fósseis. A consideração da eficiência energética com a utilização das energias renováveis são as bases essenciais para uma política energética sustentável.

2.3.1 Caracterização energética

Nas etapas descritas no sub-capítulo 2.1, a energia elétrica é a principal fonte de energia. No entanto, durante o processo, a refrigeração é a etapa do processo que consome mais energia, pois é importante trabalhar a temperaturas bastante abaixo da temperatura ambiente para assim garantir que a qualidade do produto seja a pretendida.

É de salientar que neste tipo de indústrias vinícolas o consumo da energia sobe drasticamente entre os meses de Setembro e Outubro, período este que inclui a vindima, a receção da uva na adega e os principais processos do vinho, visto que durante o resto do ano alguns dos equipamentos presentes na adega não são utilizados o que faz reduzir o consumo energético comparativamente à época da vindima.

Para uma melhor produtividade, qualidade e imagem pública é de extrema importância incluir a gestão da energia e a eficiência da mesma. E a ferramenta para realizar esta avaliação de uma boa gestão de energia são as auditorias energéticas. As auditorias energéticas caracterizam detalhadamente, criticam, geral e sectorialmente as condições de utilização de energia em cada uma das operações efetuadas no processo de vinificação [17].

2.3.2 Política Energética Portuguesa

Nos países europeus, cada vez mais se verifica uma maior preocupação com a eficiência energética recorrendo a medidas para a redução do consumo de energia bem como recorrendo a diretivas impostas pela União Europeia. É de salientar que esta política é imposta e aplicada por cada estado-membro.

Relativamente ao estado Português, o programa imposto e atualmente em vigor é o Sistema de Gestão dos consumos Intensivos de Energia (SGCIE). Este tem como objetivo a promoção da eficiência energética e monitorização dos consumos energéticos de instalações consideradas consumidoras intensivas de energia (CIE) [18].

Uma instalação é considerada CIE quando o seu consumo energético for superior a 500 toneladas equivalentes petróleo por ano (500 tep/ano), com a exceção das instalações de co-geração juridicamente autónomas dos respetivos consumidores de energia [19].

2.3.3 Utilização racional de energia (URE)

A energia é considerada fator de produção tão ou mais importante como o trabalho, as matérias-primas e/ou capital.

A URE veio proporcionar um nível de produção de bens, serviços e conforto igual, mas recorrendo a tecnologias que reduzam os consumos de energia face aos existentes. Esta utilização pode reduzir bastante os consumos de energia bem como as emissões de poluentes associados á sua conversão e ainda conduzir a uma elevada economia nos custos associados ao ciclo de vida dos equipamentos. Em algumas situações, o investimento inicial pode ser elevado, mas os consumos de energia são substancialmente reduzidos compensando e amortizando aqueles custos. [15,20,21].

A implementação da URE produz impactos significativos, tais como:

- Reforço de competitividade das empresas;
- Redução da fatura energética do País;
- Redução da intensidade energética da Economia;
- Redução da dependência energética;
- Redução das emissões de poluentes, incluindo GEE.

No entanto para além dos benefícios energéticos, esta implementação também apresenta benefícios não energéticos cuja origem está na utilização de tecnologias mais eficientes. Exemplos destas vantagens são:

- Redução do ruído;
- Aumento da produtividade;
- Melhoria do controlo dos processos;
- Poupança e redução da água e resíduos [15,20].

2.3.4 Levantamento energético

Para uma boa gestão de energia é indispensável conhecer o objeto de gestão e, para isso há a necessidade de realizar um levantamento dos consumos energéticos e, posteriormente realizar uma auditoria energética.

O levantamento energético consiste numa recolha e num tratamento de dados de informação que permite caracterizar energeticamente uma dada empresa/organização com o seguinte objetivo:

- Identificar as formas de energia consumidoras;
- Quantificar o consumo global de energia;
- Identificar os principais consumidores de energia;
- Caracterizar a empresa face à legislação em vigor [20].

2.3.4.1 Fases do levantamento energético

Relativamente ao levantamento energético existem diversas fases que constituem este levantamento nomeadamente:

- **Dados energéticos:** identificar e quantificar as formas de energia consumidas durante um período de tempo.
- **Produção:** quantificar os valores de produção.
- **Consumidores:** identificar os vários consumidores de energia (equipamentos ou secção).
- **Contabilidade energética:** Tratamento de dados anteriores e determinar os indicadores energéticos [20].

2.3.5 Indicadores energéticos

O uso de indicadores energéticos é uma ferramenta de gestão extremamente importante para se conhecer a energia utilizada e caracterizar cada processo industrial de forma a permitir às empresas definir os seus próprios indicadores focados na economia da energia.

Segundo o Decreto-Lei nº 73/2008, no âmbito das auditorias energéticas e segundo o Plano de Racionalização do Consumo de Energia (PREn) elaborado deve-se estabelecer metas relativas à intensidade energética e carbónica tendo em conta os seguintes indicadores, a Intensidade Energética (IE), a Intensidade Carbónica (IC) e o consumo Específico de Energia (CEE) cujas expressões são expressas em (2.1), (2.2) e (2.3), respetivamente [22].

$$\text{Intensidade energética (IE)} = \frac{\text{Consumo total de energia (tep)}}{\text{Valor acrescentado bruto (€)}} \quad \text{Equação 2.1}$$

$$\text{Consumo específico de energia (CEE)} = \frac{\text{Consumo total de energia (tep)}}{\text{Produção}} \quad \text{Equação 2.2}$$

$$\text{Intensidade carbónica (IC)} = \frac{\text{Emissões GEE (kgCO}_2\text{)}}{\text{Consumo total de energia (tep)}} \quad \text{Equação 2.3}$$

A intensidade energética é definida como o quociente entre o consumo total de energia e a atividade económica da respetiva instalação (VAB). Por sua vez a intensidade carbónica define-se pelo quociente entre o valor das emissões de gases com efeito de estufa resultantes das diversas formas de energia no processo e o respetivo consumo total de energia [22].

Por último o consumo específico de energia é caracterizado pelo quociente entre o consumo total de energia e o volume de produção [22,23].

Estes indicadores energéticos podem ser aplicados como meio de comparação e caracterização energética de diferentes áreas de produção de uma determinada empresa [23]

2.3.6 Auditorias energéticas

Como já foi referido anteriormente, a energia tem um papel fundamental sendo tão importante como outros fatores, como as matérias-primas. Desta forma é bastante importante gerir a energia de acordo com os recursos humanos e financeiros de uma dada entidade. É de salientar que utilização de energia e eficiência de energia não significa a redução da produção ou a eliminação de algum serviço, mas sim manter a produção baixando o consumo de energia [24].

Uma auditoria energética é fundamental pois fornece uma caracterização detalhada, crítica, geral e setorial das condições de utilização de energia cujo objetivo é identificar oportunidades de racionalização de consumo de energia recorrendo a implementação de medidas que permitam melhorar a eficiência energética e a redução das faturas energéticas.

As auditorias energéticas têm como principais objetivos:

- Caracterizar e quantificar os consumos de energia e a sua importância no custo final;
- Efetuar uma inspeção visual aos equipamentos e sistemas consumidores de energia;
- Avaliar e esclarecer como é transformada a energia e respetivos custos;
- Realizar um levantamento e caracterização dos principais equipamentos consumidores de energia;
- Determinar a eficiência energética de geradores de energia térmica;
- Verificar o estado das instalações de transporte e distribuição de energia;
- Determinar consumos específicos de energia durante o período de realização da auditoria para posteriormente comparar com valores anteriores;
- Determinar a intensidade energética bem como o consumo específico de energia;
- Identificar e quantificar as possíveis áreas onde seja possível a economia de energia;
- Avaliar técnica e economicamente as soluções encontradas para o aumento da eficiência energética e a redução da fatura energética;
- Propor um esquema operacional de gestão de energia na Empresa [20].

2.3.7 Oportunidades de Racionalização dos consumos (ORC`s)

Para a análise dos consumos de energia elétrica é necessário ter em conta quais as possíveis oportunidades de racionalização dos consumos para com isto ser efetuado um estudo cuja finalidade será a redução dos mesmos.

2.3.7.1 Análise das faturas energéticas

Um dos exemplos relativo às oportunidades de racionalização é a análise das faturas de energia elétrica. As faturas elétricas são documentos cujo objetivo é fazer o registo pormenorizado dos consumos de energia elétrica, verificando a evolução ao longo do tempo e identificando possíveis melhorias para a minimização da mesma. É de salientar que para uma boa gestão de energia é importante ter conhecimento de todos os consumos energéticos ao longo do tempo. Com isto, o acompanhamento do consumo mensal energético é uma ferramenta de gestão de energia.

No entanto, é mais fácil realizar um resumo dos consumos de energia elétrica dos últimos 12 meses cujo objetivo será uma melhor observação da evolução ao longo dos meses. Neste sentido os dados mais relevantes de uma fatura energética e ter em conta são:

- Energia ativa nos diferentes períodos horários (Horas de Ponta, horas de cheio, horas vazio e horas super vazio);
- Energia reativa;
- Potência em hora de ponta;
- Potência contratada;
- Valor faturado.

Relativamente às tensões de abastecimento de energia elétrica existem 5 níveis diferentes:

- MAT - Muito Alta Tensão (superior a 110kV);
- AT - Alta Tensão (superior a 45 kV e inferior a 110 kV);
- MT - Média Tensão (superior a 1kV e inferior a 45 kV);
- BTE - Baixa Tensão Especial (com potência contratada superior a 41,4 kW);
- BTN - Baixa Tensão Normal (com potência contratada inferior ou igual a 41 kW).

Os ciclos horários de entrega de energia elétrica para as MT, AT e MAT podem ser:

- Ciclo diário;
- Ciclo semanal;
- Ciclo semanal opcional.

A potência contratada é caracterizada como o valor instantâneo de energia elétrica que uma instalação recebe. A potência contratada e o dimensionamento da instalação elétrica estão relacionados e, por isso nas faturas de energia o custo de potência contratada é taxada [25,26].

2.3.7.2 Utilização eficiente de motores elétricos

Nas indústrias, a maior parte dos dispositivos mecânicos são movidos por motores elétricos, o que constitui um ponto muito importante nos consumos de energia elétrica de uma dada empresa [27].

Os motores elétricos são os principais responsáveis pelo consumo de eletricidade, com cerca de 64%. Estes são utilizados numa gama alargada de aplicações, principalmente em bombas, compressores e ventiladores

A elevada parcela dos equipamentos que utilizam motores elétricos representada normalmente uma fatia importante da fatura energética, constituindo um dos principais contributos para o estudo de poupança de energia numa organização industrial.

De seguida são mencionadas algumas medidas de gestão de energia nos motores elétricos para uma melhor eficiência dos equipamentos:

- Efetuar manutenção correta e periódica aos equipamentos;
- Desligar os motores nos períodos improdutivos (Inexistência de material, em horas de refeição, mudança de turno, avarias, entre outros);
- Utilização de suavizadores de arranque (motores com elevada potência);
- Evitar o sobredimensionamento dos motores. Estes devem ser dimensionados de modo a operarem entre 75% e a sua plena carga para evitar menores rendimentos, baixo fator de potência e maior custo de instalação.;
- Quando se verificar a necessidade de substituir motores, optar por motores de alto rendimento. Apesar destes últimos serem mais

dispendiosos quando se adquirem, apresentam custos de funcionamento mais baixos e o seu tempo de vida útil será maior [20].

2.3.7.3 Iluminação

A iluminação tem um papel crucial no quotidiano do humano, pois 80% da informação que absorvamos é recorrendo à visão. Em diversas regiões, como na Europa, a maior parte do tempo da população é passada dentro de edifícios, sendo na maioria dos casos a luz natural compensada com luz artificial [27].

Por isso, a iluminação artificial tem um papel fundamental para as pessoas pois tem como principal tarefa permitir um elevado nível de segurança e, se utilizada corretamente, reduzir o cansaço e aumentar a concentração em certos ambientes, como por exemplo, em laboratórios [27].

Nos países industrializados, a iluminação representa cerca de 10 a 20 % do total dos consumos de energia elétrica e, por isso deve ser um dos alvos principais na racionalização energética. Uma eficiente utilização de iluminação requer a interação de uma forma ótima entre a iluminação natural e o sistema de luz artificial.

Na hora da escolha de equipamentos devem ser preferidos os equipamentos eficientes de iluminação pois estes traduzem um elevado nível de iluminação bem como a qualidade de iluminação produzida. Estes reduzem, em muitos casos, a potência levando a reduções nos consumos de energia elétrica e a melhor qualidade de luz.

Algumas medidas de gestão de energia a ter em conta para uma melhor utilização e racionalização energética na iluminação são:

- Utilização da iluminação artificial somente quando esta for necessário, dando prioridade à iluminação natural;
- Dimensionar corretamente os níveis de iluminação para os diversos locais de trabalho;
- Opar por iluminação mais adequada a cada espaço de trabalho, tendo em conta as tarefas a serem executadas;
- Instalar e utilizar equipamentos de rendimento elevado e sistemas de iluminação eficientes;
- Instalar sistemas de controlo e comando automático nas instalações de iluminação;
- Maximizar o aproveitamento da luz natural;
- Efetuar operações de limpeza regulares e manutenção das instalações;

- Definir os períodos de substituição das lâmpadas, optando pela substituição das lâmpadas em grupo [20,28].

2.4 ENERGIAS RENOVÁVEIS

O consumo intensivo de energia levou a que os recursos fósseis começassem a esgotar sendo, por isso, necessário encontrar alternativas energéticas mais sustentáveis e que tenham menor impacto ambiental. As energias renováveis, em comparação com os combustíveis fósseis, contribuem para uma diminuição dos impactos ambientais, nomeadamente a redução das emissões de gases com efeito de estufa (GEE). Relativamente ao impacto económico, estas alternativas contribuíram para que este impacto não seja tão significativo uma vez, que o forte desenvolvimento industrial que se verifica em alguns países asiáticos, nomeadamente a china e Índia, e que resulta numa grande necessidade energética destes, tendo como consequência o aumento do preço do petróleo nos mercados. Por isso, as energias renováveis são a melhor alternativa possível aos combustíveis fósseis pois são recursos inesgotáveis contribuindo assim para a diminuição da dependência daqueles recursos fósseis [29].

2.4.1 Energia Solar Fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é uma energia limpa, renovável e inesgotável. Este recurso pode ser aproveitado para energia térmica ou para produção de energia elétrica. Devido à crescente utilização de energias renováveis, a produção de células solares e instalações fotovoltaica tem avançado de forma notável nos últimos anos.

2.4.1.1 Energia solar em Portugal

Portugal é considerado um dos países da Europa com melhores condições para o aproveitamento da energia solar, tendo por isso um potencial disponível bastante considerável. Portugal dispõe de um número médio de 2200 a 3000 horas de sol por ano no continente e nas ilhas dos Açores e Madeira apresenta entre 1700 e 2200. A irradiação solar global média total anual, encontra-se entre os valores 1400 kWh/m² nas regiões de Trás-os-Montes e 1700 kWh/m² na região Sul (Algarve). Na figura 2.3 está representada a distribuição da irradiação solar pelo país [30].

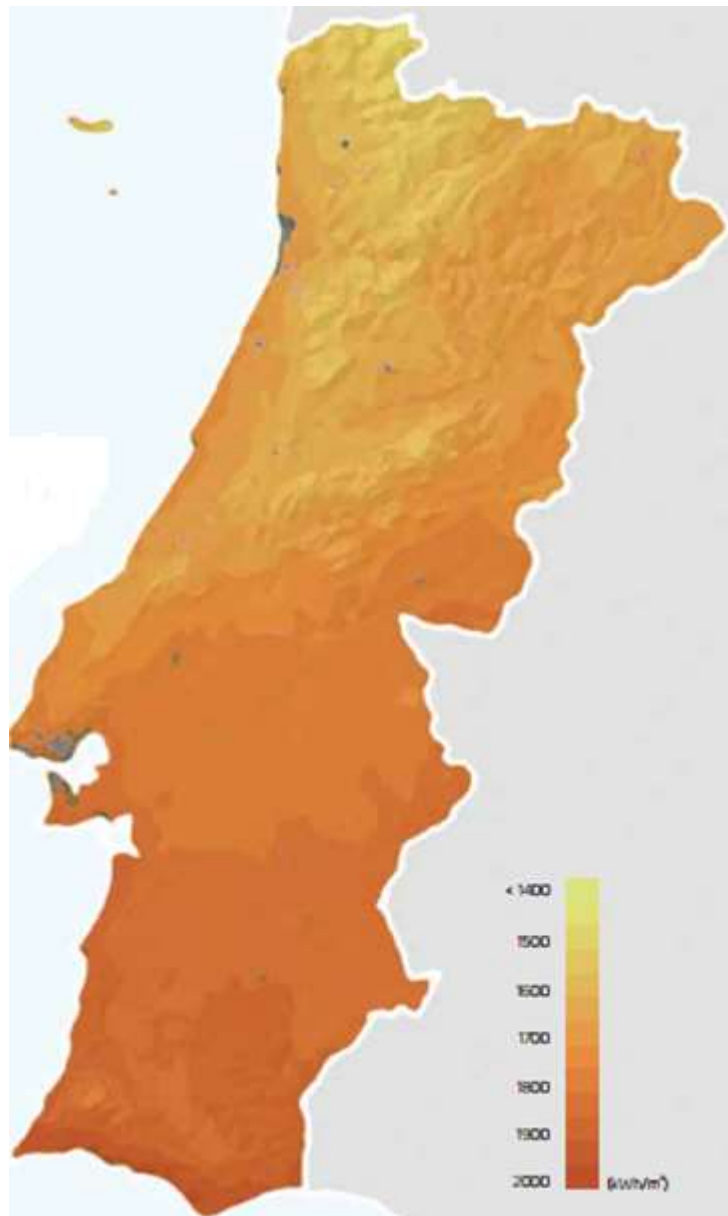


Figura 2.3 - Representação da distribuição da Irradiação solar (kWh/m²) em Portugal [30].

2.4.1.2 Sistema fotovoltaico

O sistema fotovoltaico é responsável pela transformação da energia luminosa em corrente elétrica, sendo composto por células individuais ligadas entre si. Cada célula fotovoltaica tem a capacidade de limitar a geração de energia elétrica e fornece um nível baixo de tensão. Por isso, quando é necessária uma elevada produção de energia, associam-se várias células [30,31]. Os painéis fotovoltaicos são formados normalmente, por um conjunto de 36, 48 ou 72 células podendo ser ligadas em série ou paralelo.

O sistema fotovoltaico é constituído por painel fotovoltaico, reguladores de carga, baterias e inversores. A captação da radiação é realizada através dos painéis fotovoltaicos, produzindo uma determinada tensão nos seus terminais. Esta corrente é continua variando consoante a intensidade da radiação solar. O regulador de carga tem como função proteger e regular o nível energético das baterias. Os inversores transformam a corrente contínua (DC) em corrente alternada (AC) [32]

2.5 ESTABILIZAÇÃO TARTÁRICA

A estabilização tartárica dos vinhos, tintos e brancos, ocorre antes do enchimento e é uma das etapas que mais preocupam os enólogos. Em condições normais, a precipitação do ácido tartárico por cristalização espontânea é um fenómeno que acontece com frequência durante a vinificação, o estágio, e depois do enchimento, sendo por isso necessário proceder à avaliação da estabilização tartárica.

A precipitação de cristais nos vinhos é uma consequência considerada pelos consumidores como depreciativa, apenas pelo facto dos cristais serem visíveis no vinho dado que este fenómeno não afeta o aroma bem como o sabor do vinho. Assim, a estabilidade físico-química dos vinhos é um fator muito importante para os produtores de vinho com o objetivo de garantir a qualidade exigida pelos consumidores.

O ácido tartárico e o ácido málico são os principais ácidos presentes nas uvas e, por sua vez, no vinho. O catião potássio (K) é o principal catião presente no vinho sendo seguido do cálcio (Ca). A precipitação de uma parte do ácido tartárico é conseguida através da intervenção dos catiões potássio (K) e cálcio (Ca).

A estabilização tartárica pode ser efetuada através de processos químicos ou físicos. A estabilização pelo processo físico de arrefecimento do vinho é mais utilizada, ao contrario da estabilização química que consiste na adição de inibidores que impossibilitem a precipitação a longo prazo [33].

Seguidamente descrevem-se alguns processos alternativos ao processo tradicional de estabilização tartárica pelo frio: permuta iónica, adição de carboximetilcelulose (CMC) e eletrodialise.

2.5.1 Permuta Iónica

A estabilização tartárica por permuta iónica é uma técnica ao nível da física que se baseia na troca de catiões dissolvidos no vinho por outros mais estáveis e que apresentam, principalmente a mesma carga. Este processo fundamenta-se na substituição iónica, na qual iões com determinada carga presentes numa solução são retirados por adsorção num permutador de iões. Este permutador é sólido e insolúvel na água, podendo ser de natureza ácida, básica e salina.

Este processo tem como principal objetivo a substituição dos iões por outros com quantidades equivalentes e com carga igual, cedidos pelo sólido, não afetando os iões com carga oposta [34]

2.5.2 Carboximetilcelulose (CMC)

A Carboximetilcelulose (CMC) também chamada de Goma de celulose é um polissacarídeo com características “coloide protetor”. Este é um estabilizante de origem natural, sendo a matéria prima a madeira ou outros vegetais ricos em celulose. É utilizado na indústria alimentar considerado como aditivo alimentar com função estabilizadora, espessante e emulsionante, não apresentando toxicidade e é não alérgico.

O CMC é um pó granulado ou fibroso, cuja cor pode ser branca, ligeiramente amarela ou acinzentada. Apresenta uma baixa higroscopicidade, é inodoro e insípido. Pode-se apresentar como uma solução a diluir antes da sua utilização no vinho. A quantidade que as soluções devem conter não deve ser inferior a 3,5% de CMC [34].

Os CMC são caracterizados segundo o seu grau de substituição (GS) que consiste na avaliação do grau de esterificação das suas funções álcool, e também pelo seu grau de polimerização (GP) que identifica o número médio de glucopiranosose polímero molecular [34,35].

Relativamente à utilização de CMC em vinhos espumantes esta provoca uma maior estabilização e uma maior persistência da bolha, provocando um ligeiro aumento do seu tamanho se o composto utilizado contiver um grau de polimerização mais elevado, não havendo interferência na inibição da cristalização. Esta utilização nos vinhos tintos interage, pelo menos com os compostos fenólicos, dando origem a uma agregação intermolecular através de interações físico-químicas e uma turvação. Estes agregados reduzem os efeitos de inibição e a sua eficácia sendo, por isso, uma desvantagem na utilização dos CMC para a inibição de precipitação tartárica não tanto

pelas dificuldades na estabilização tartárica mas sobretudo pelo aumento da turbidez e da precipitação da matéria corante [34].

2.5.3 Eletrodialise

A eletrodialise é baseada na migração de iões provocada por um campo elétrico num processo que envolve apenas uma fase. Esta consiste na passagem do vinho por canais limitados por membranas com permeabilidade seletiva e pela ação de um campo magnético perpendicular ao fluxo do vinho, que promove a migração dos iões para os elétrodos. As membranas utilizadas neste processo são seletivas relativamente aos iões presentes no vinho. Estas podem ser de origem catiónica, que são permeáveis, unicamente aos catiões (K^+ , Na^+ e Ca^+), e aniónicas que são permeáveis unicamente a aniões. São grupos químicos carregados que permanecem ligados à matriz polimérica que provocam esta propriedade [36].

3. LEVANTAMENTO ENERGÉTICO

Neste capítulo é apresentado o levantamento dos consumos energéticos realizado à Quinta da Lixa – Sociedade Agrícola, Lda, incluindo todas as etapas do processo desde a receção da uva até ao engarrafamento. É de salientar que os dados de consumos energéticos são, referentes ao ano de 2016. Este levantamento inclui a descrição do processo, o tipo de energia utilizada tendo em conta os equipamentos, dados de produção, os consumos de energia e seguidamente propostas de melhoria.

3.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Neste subcapítulo é descrito o processo de vinificação realizado na Quinta da Lixa, bem como os equipamentos utilizados e os consumos de energia estimados, para cada etapa do processo.

Nas figuras 3.1 e 3.2 estão representados os fluxogramas representativos do processo de produção do vinho até à etapa de loteamento, para os vinhos brancos/rosés e para os vinhos tintos, respetivamente. Na figura 3.3 está representado o fluxograma representativo do processo de produção a partir da etapa de loteamento, para a produção de vinho branco, rosé e tinto.

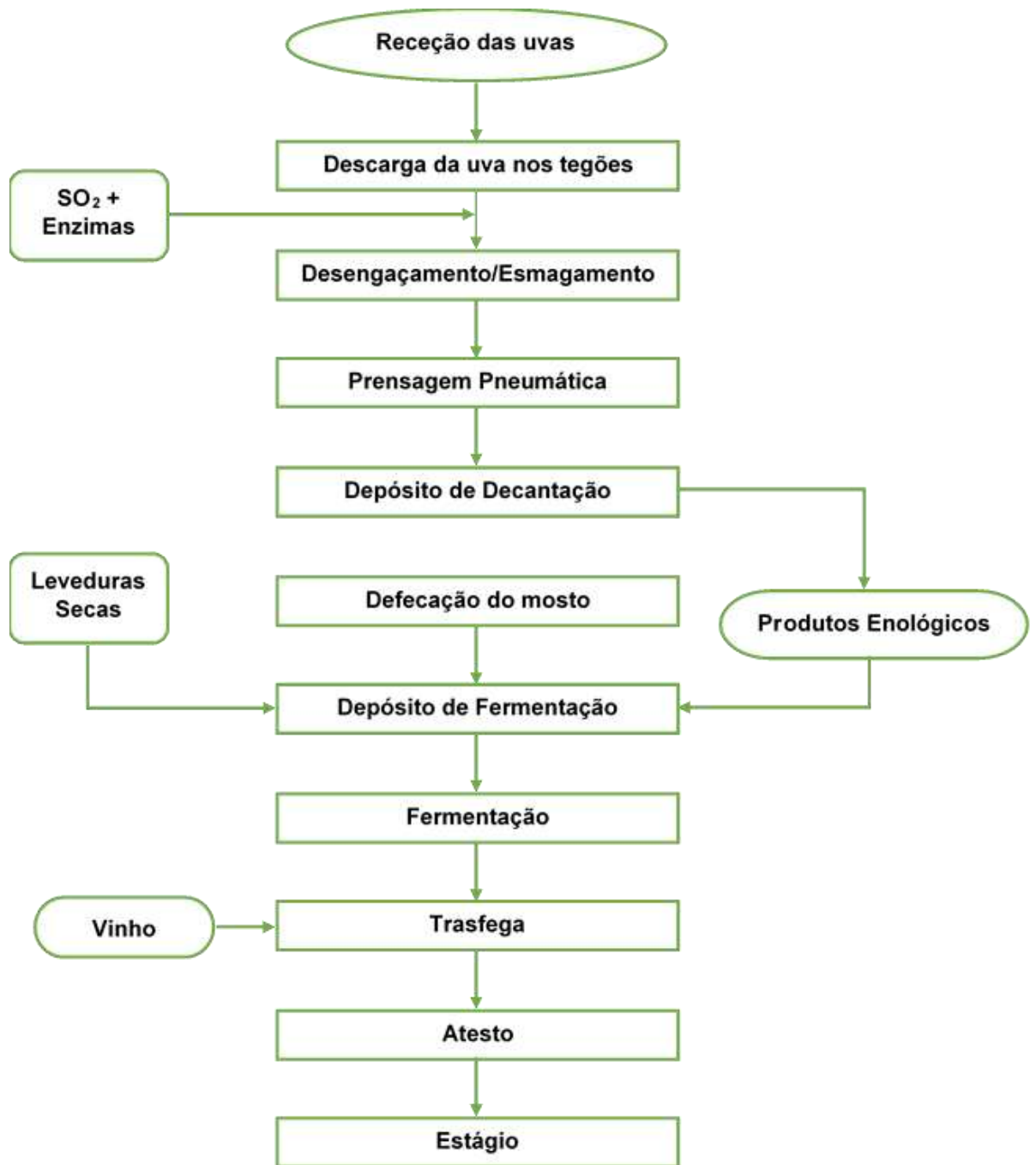


Figura 3.1 - Fluxograma representativo do processo produção relativos aos vinhos brancos e rosés.

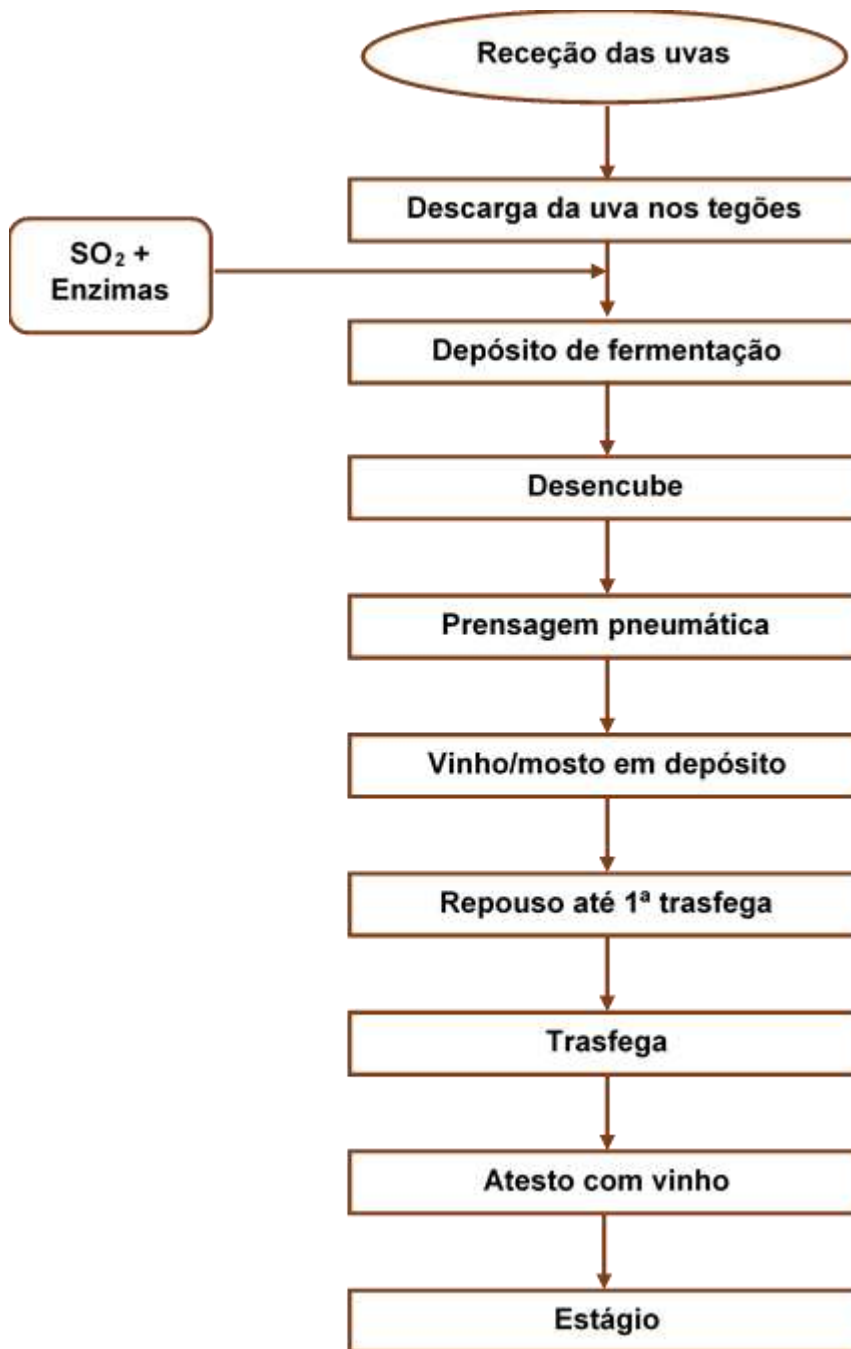


Figura 3.2 – Fluxograma representativo do processo de produção inicial relativo ao vinho tinto.

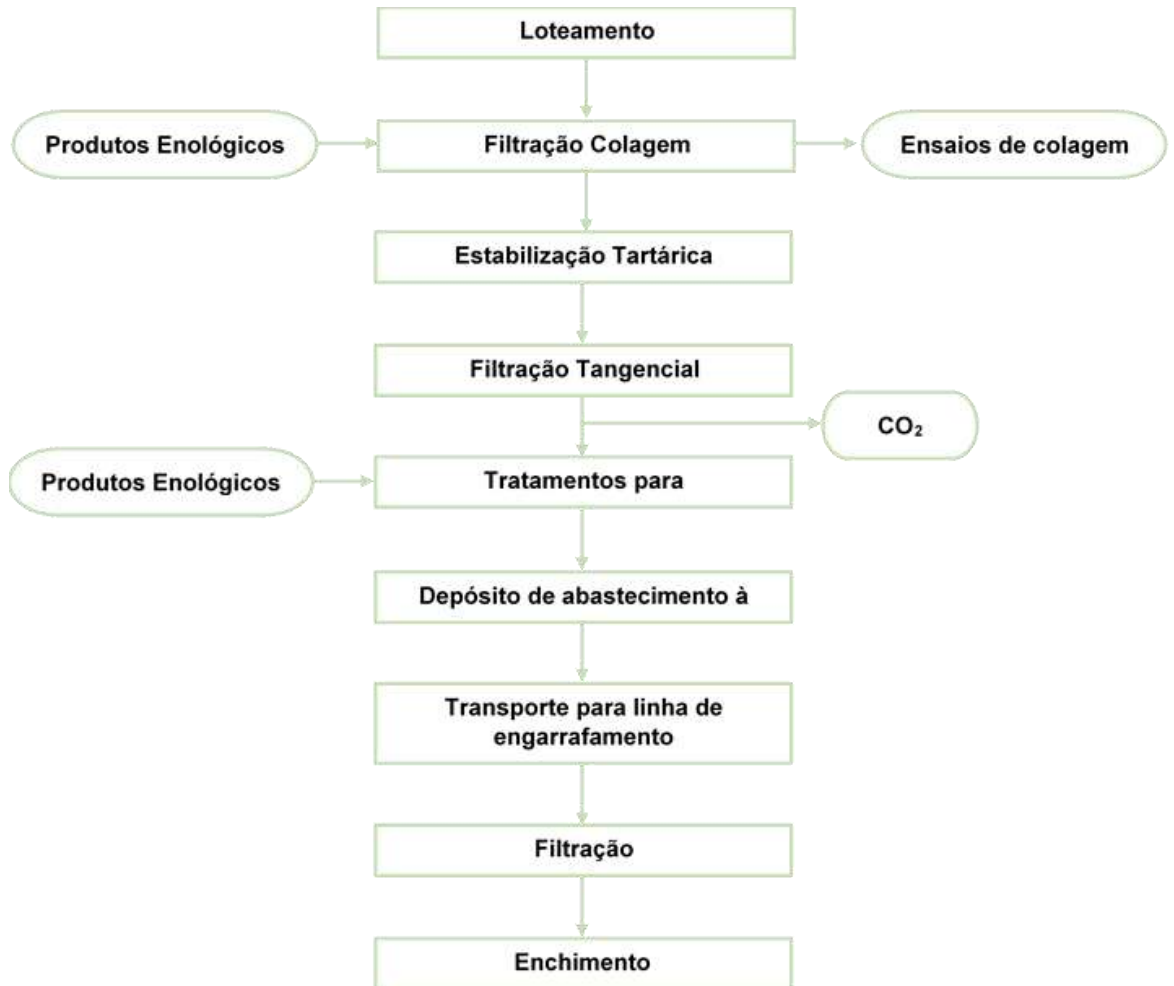


Figura 3.3 – Fluxograma representativo do processo de produção a partir do loteamento para os vinhos brancos, rosés e tintos.

3.1.1 Processo produtivo

Normalmente, entre Setembro e Outubro realizam-se as vindimas. Neste período o processo consiste na colheita das uvas que são inicialmente pesadas e separadas consoante o tipo de uva, uva tinta ou branca, e também analisadas tendo em conta o teor de álcool provável, o pH e a acidez total. De seguida, estas são descarregadas nos tegões, como se pode ver na figura 3.4 e, encaminhadas para o desengaçador / esmagador cuja potência instalada é de 7,7 kW. Existem dois desengaçadores/esmagadores na adega funcionando apenas durante os meses de vindima, ou seja, são utilizados durante 24 horas por dia, sete dias por semana num total de cinco semanas, o que dá um total de 840 horas de funcionamento. Estes apresentam-se na figura 3.5.



Figura 3.4 - Tegão utilizado na Quinta da Lixa.



Figura 3.5 – Desengaçamento/Esmagamento realizado.

Posteriormente, recorre-se a uma bomba de elevação de massa que, tem como objetivo auxiliar o transporte da massa (mosto) obtida na etapa de desengaçamento/esmagamento para o andar em que se encontra os restantes equipamentos. Esta possui uma potência instalada de 5,5 kW e um tempo de operação igual ao dos desengaçadores/esmagadores.

Relativamente aos vinhos brancos/rosés, a etapa seguinte consiste na prensagem. Esta é realizada utilizando uma prensa pneumática tando como de discos. Para o caso dos vinhos tintos a etapa que se segue depois do desengaçamento é a fermentação seguida de desencube e, só depois ocorre a prensagem.

Relativamente à prensagem pneumática esta é realizada com o auxílio de quatro prensas existentes na adega. É de salientar que estas quatro prensas são utilizadas para ambos os tipos de uvas (brancos/rosés e tintas). A prensagem só se efetua durante a época das vindimas, tendo uma duração de cinco semanas e, cada série tem uma duração na prensa cerca de duas horas e meia. Na figura 3.6 apresenta-se os dois tipos de prensas: prensas pneumáticas e de prensas de discos existentes na Quinta da Lixa e do lado direito está representado o interior da prensa com a visualização da prensagem.



Figura 3.6 - Prensas Pneumáticas existentes (Vermelha-Prensa Pneumática e Amarela-Prensa de discos) e o interior da prensa.

Como anteriormente foi referido, no caso dos vinhos tintos a etapa de fermentação antecede a etapa de prensagem pneumática.

Apenas no caso dos vinhos tintos é que são utilizados depósitos de fermentação com consumo de energia. Existem três depósitos de fermentação para o caso os vinhos tintos e, só mesmo estes 3 depósitos é que podem ser utilizados para a fermentação dos tintos. A fermentação dos tintos é realizada apenas na época das vindimas, durante

as primeiras três semanas, 24 horas por dias, o que faz 504 horas por depósito, perfazendo um total de 1512 horas.

No caso dos vinhos brancos antes de se proceder à fermentação, o produto proveniente da prensagem pneumática passa por um flutuador que consiste numa decantação onde há a separação do rejeitado do que é aproveitado. Este flutuador é utilizado apenas na época das vindimas, durante as cinco semanas, funcionando duas horas por cada depósito utilizado num total de 8 cubas durante sete dias por semana, dando um total de 560 horas.

Depois do flutuador é necessário que o conteúdo esteja armazenado em depósitos refrigerados durante cerca de 4 a 5 horas de modo a diminuir a temperatura, sendo posteriormente armazenados em depósitos isotérmicos de maneira a que não haja transferência de calor e, assim, promover a queda dos sólidos em suspensão (borras) realizando assim a defecação do mosto. Mesmo antes da fermentação, a borra formada em cada cuba passa por um filtro de vácuo que funciona apenas na época das vindimas, trabalhando 24 horas por dia durante 5 semanas. No entanto, existem dias em que este equipamento não é utilizado sendo que para efeito de cálculos estimou-se um total de 720 horas. Este filtro de vácuo está representado na figura 3.7.



Figura 3.7 - Filtro de vácuo.

Relativamente à fermentação dos vinhos brancos esta é realizada em depósitos de fermentação específicos e utiliza-se um sistema de refrigeração cujo objetivo é manter a temperatura mais adequada permitindo às leveduras “trabalharem”. Neste caso, os gastos relativos a esta fermentação dizem respeito ao sistema de refrigeração que no subcapítulo 3.1.3 irá ser explicado.

As trasfegas dos diferentes vinhos, são realizadas com o auxílio de bombas funcionando durante todo o ano. Para efeitos de cálculo estimou-se que diariamente estas trabalham 2 horas diárias. Na adega existem cinco bombas para este efeito. Três dessas bombas, designadas por bombas 1, apresentam uma potência instalada de 1,5 kW e as restantes duas, designadas por bombas 2 apresentam uma potência instalada de 4,6 kW. Para as bombas 1 o número de horas de funcionamento é de 2016 horas, enquanto que para as bombas 2 o número de horas total é de 1344 horas. Na figura 3.8 estão representadas as respetivas bombas.

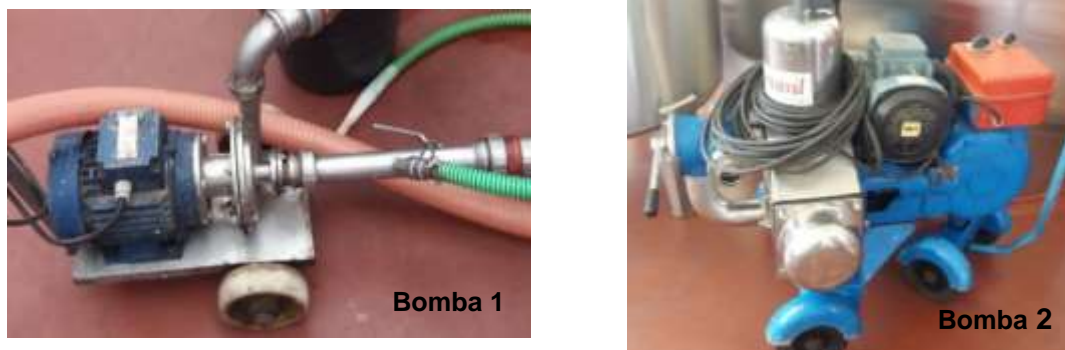


Figura 3.8 - Bomba utilizada com potência de 1,5 kW (Bombas 1) e com potência 4,6 kW (Bombas 2).

Posteriormente ao loteamento do vinho, há a necessidade de se proceder à estabilização tartárica onde se verifica a precipitação de uma parte do ácido tartárico que é conseguida pela redução da temperatura através de um equipamento de frio. Esta etapa vai ser explicada no subcapítulo 3.1.2.

Antes de encaminhar o vinho para a linha de enchimento, este passa por um filtro tangencial que tem como objetivo filtrar o vinho de modo a que este seja totalmente límpido. Este equipamento é utilizado todo o ano, estimando-se 3072 horas por ano (4 dias por semana/16 horas por dia). Este filtro tangencial tem uma potência instalada de 17,2 kW.

Na tabela 3.1 apresenta-se os consumos de energia elétrica em kWh e a respetiva conversão em tep.

Tabela 3.1 - Consumos energéticos relativos aos equipamentos existentes no processo produtivo.

Equipamento	Quantidade	Tempo de utilização (h)	Consumo (kWh)	Consumo (tep)
Desengaçador/Esmagador	2	840	12 936	2,78
Bomba de elevação de massa			9 240	1,99
Prensa CEP1000	2	-	-	-
Prensa RPA100	2	-	-	-
Depósitos de fermentação	2	1512	24 948	5,36
Flutuador	1	560	3 080	0,66
Filtro de Vácuo	1	720	554,4	0,12
Bombas 1	3	2016	3 024	0,65
Bombas 2	2	1344	6 183	1,33
Filtro tangencial	1	3072	52 838	11,36

3.1.2 Estabilização tartárica

A estabilização tartárica é uma operação do processo produtivo da adegas, utilizada antes da filtração tangencial, com o objetivo de promover a eliminação de parte dos tartaratos. Esta operação consiste em arrefecer o vinho até valores de temperatura de -4 °C, com o auxílio de um equipamento de frio. Este inclui um refrigerador e cubas isotérmicas.

Esta é uma etapa do processo que possui um custo energético bastante elevado devido à necessidade de produção de frio e um custo elevado também pelo investimento necessário em equipamento como o refrigerador e depósitos isotérmicos preparados para a refrigeração. É de salientar que este é um processo longo, utilizado todo o ano, e não só na época das vindimas. Relativamente aos depósitos isotérmicos, na Quinta da Lixa existem 7 depósitos isotérmicos para o armazenamento do vinho depois de se

proceder à estabilização tartárica. Na tabela 3.2 estão representados os depósitos isotérmicos utilizados para armazenagem do vinho após a estabilização tartárica.

Tabela 3.2 - Quantidade de depósitos isotérmicos e quantidades armazenadas.

Quantidade de depósitos	Capacidade armazenada (L)
2	7 500
4	10 000
1	12 500

É de salientar que o processo de estabilização tartárica não apresenta uma duração igual para todas as qualidades de vinho, variando entre 2 dias a 1 semana. Posteriormente a este processo, como já foi referido anteriormente, o vinho é armazenado em depósitos isotérmicos onde permanecem cerca de dois dias a temperaturas negativas.

3.1.3 Refrigeração

Na adega existem dois sistemas de refrigeração usados na época das vindimas para refrigerar as cubas utilizadas na fermentação do vinho branco e rosé. Estas duas centrais de refrigeração são utilizadas durante a época das vindimas nas primeiras quatro semanas durante 24 horas todos os dias da semana, incluindo o fim-de-semana. É de salientar que estas centrais têm um custo muito elevado na faturação energética, não tendo sido possível calcular o seu consumo.

Nas figuras 3.9 e 3.10 estão representadas as duas centrais existentes na Quinta da Lixa.



Figura 3.9 - Central de refrigeração.



Figura 3.10 - Central de refrigeração.

Existe ainda um depósito de armazenamento do frio e sete bombas que ajudam no transporte do frio para os depósitos pretendidos, quatro bombas, com potência instalada de 4 kW e três com potência de 2,6 kW. Todas elas funcionam apenas na época das vindimas. Na figura 3.11 estão representadas as bombas utilizadas.



Figura 3.11 - Bombas utilizadas na refrigeração.

3.1.4 Produção de azoto

Na empresa existe um sistema de produção de azoto cuja utilização na linha de enchimento, mais precisamente no engarrafamento, é essencial para preservar a qualidade do vinho e para evitar oxidações. Nesse sentido é injetada na garrafa uma certa quantidade de azoto para a eliminação do ar, antes do enchimento. Este sistema de produção de azoto é constituído por:

- 3 compressores de ar

- 2 são utilizados todo o ano (30 cavalos);
- 1 é utilizado na época de maior trabalho, nas vindimas (100 cavalos).
- 1 separador de óleo (figura 3.12)



Figura 3.12 - Separador de Óleo utilizado.

- 1 secador de ar como mostra a figura 3.13.



Figura 3.13 - Secador de ar utilizado.

- 1 gerador de azoto como mostra a figura 3.14.



Figura 3.14 - Gerador de Azoto utilizado.

- 2 depósitos, um de azoto e outro de ar, como mostra na figura 3.15.



Figura 3.15 - Depósitos utilizados para o armazenamento do Azoto (esquerda) e ar (direita).

3.1.5 Tratamento da água

A adega dispõe também de uma central de tratamento da água do processo para utilização na linha de enchimento ou na rede de lavagem. Esta compreende várias etapas, como se pode verificar no esquema da figura 3.16.

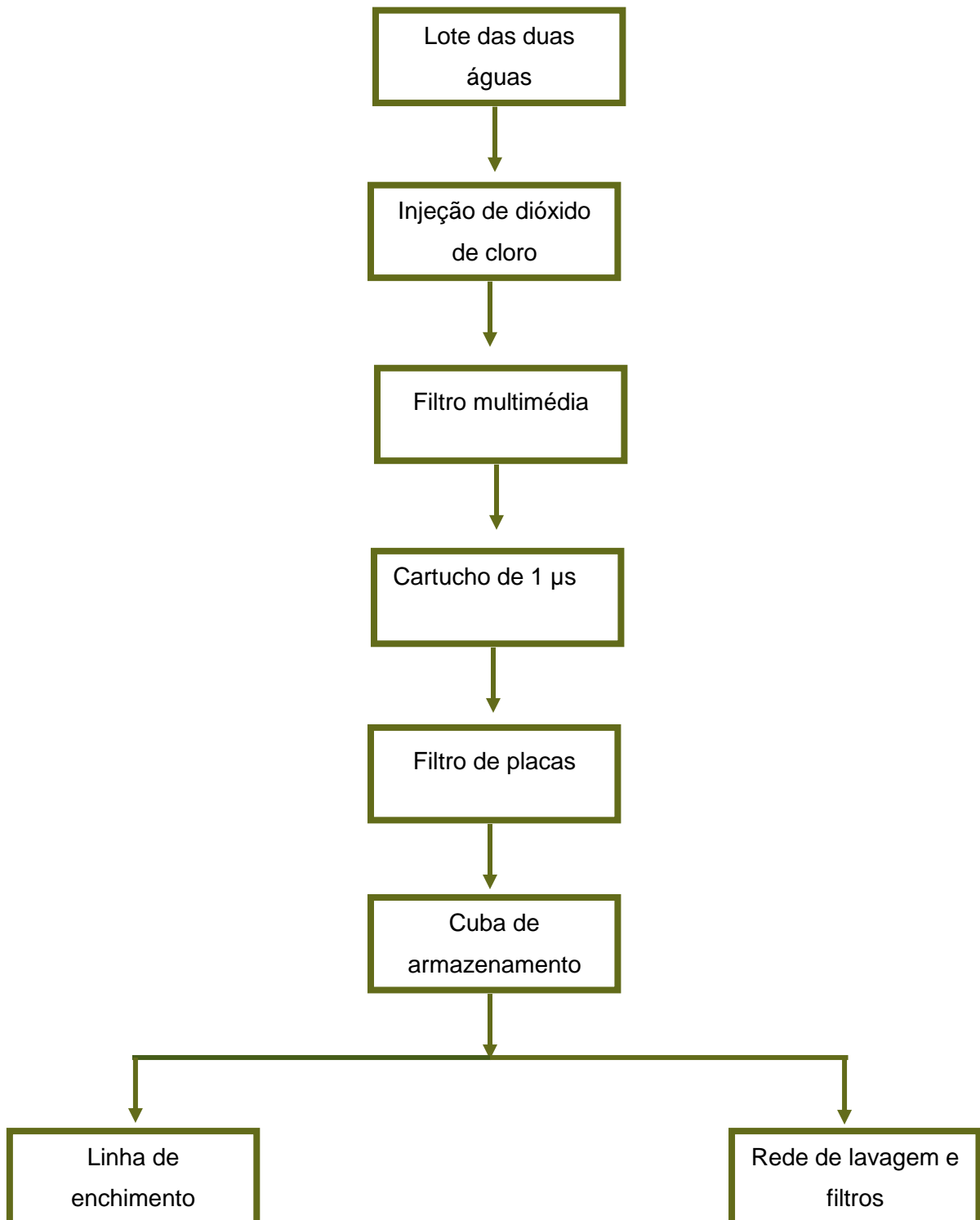


Figura 3.16 - Fluxograma relativo ao procedimento do tratamento da água.

Como se pode verificar no esquema anterior, inicialmente é realizado um lote de duas águas, uma proveniente do poço e outra do furo num depósito de 25000L. Neste caso utiliza-se uma bomba de furo, para a realização desta mistura. No entanto, não foi possível saber as características da bomba utilizada, bem como a potência instalada e horário de funcionamento da mesma. Seguidamente, é feita a injeção de dióxido de cloro utilizando o equipamento representada na figura 3.17. A água passa então por um filtro multimédia, representado pela figura 3.18, por um cartucho de 1 μ s e um filtro de placas de 0,45 μ s (ver figura 3.19).



Figura 3.17 - Doseador de dióxido de cloro.



Figura 3.18 - Filtro multimédia utilizado.



Figura 3.19 - Filtro de placas.

Posteriormente, a água tratada é armazenada numa cuba, funcionando como depósito de água de 10000L no qual se procede à medição do pH e da condutividade e, se necessário, a um ajuste da concentração de dióxido de cloro. Em seguida, esta água é encaminhada para a linha de enchimento ou para a rede de lavagem.

Relativamente aos consumos energéticos relativos ao tratamento da água estes não foram calculados devido à falta de dados.

3.1.6 Caldeira

Nesta adega existe ainda uma caldeira de vaporização rápida cujo funcionamento é a gasóleo. Este tipo de gerador de vapor é encontrado em pequenas e médias empresas para a produção de vapor de média pressão. Para o funcionamento é necessária cerca de 45 L de gasóleo em cada utilização. Esta caldeira funciona apenas quando é necessário realizar a desinfeção da linha de enchimento, sendo então utilizada aproximadamente duas a três vezes por semana, mediante a necessidade de desinfeção da linha de enchimento.

No ano de 2016 foram utilizadas aproximadamente 6 cisternas de 1000L de gasóleo, ou seja, foram utilizados 6 000 L de gasóleo para o funcionamento da caldeira. No subcapítulo 3.3 encontra-se calculado o consumo em tep relativo ao gasóleo utilizado no ano de 2016.

3.1.7 Linha de enchimento

Relativamente à linha de enchimentos, esta é constituída por várias etapas, sendo estas:

Despaletização

As garrafas utilizadas no engarrafamento são transportadas em paletes cobertas em plástico. Estas paletes são colocadas no despaletizador onde o operador responsável pela etapa retira o plástico envolvente e a máquina automaticamente coloca as garrafas no tapete transportador para as etapas seguintes. Na figura 3.20 está representada o despaletizador utilizado. Como não foi possível efetuar um cálculo pormenorizado relativo ao tempo de utilização decidiu-se fazer um cálculo médio de 4 dias por semana, 9 horas por dia em 10 meses. Este equipamento tem uma potência instalada de 13,5 kW.



Figura 3.20 - Despaletizadora existente na Quinta da Lixa.

Bomba de higienização

Nesta etapa, as garradas são lavadas, com a água previamente tratada através de um sistema de injetores, como se pode observar na figura 3.21.



Figura 3.21 - Sistema de higienização da linha de enchimento existente na Quinta da Lixa.

Distribuidor de rolhas

Na adega, existe ainda um distribuidor de rolhas utilizado mediante a necessidade de utilização de rolhas de cortiça. Este distribuidor é utilizado cerca de 4 dias por semana durante 9 horas e tem uma potência instalada de 0,4 kW. Na figura 3.22 está representada o equipamento utilizado.



Figura 3.22 - Distribuidor de rolhas utilizado na Quinta da Lixa.

Enxanguadora, Enchedora, capsuladora e rolhadora

Nesta etapa, a enxanguadora tem como principal objetivo a eliminação de quaisquer partículas existentes no interior das garradas, que tenham origem no fornecedor das garrafas e ou no processo de despaletização. Posteriormente, precede-se ao enchimento das garrafas com o respetivo vinho e ao rolhamento/capsulamento das mesmas, mediante o pretendido. Este equipamento apresenta uma potência instalada de 18 kW. Na figura 3.23 está representado o equipamento utilizado nesta etapa.



Figura 3.23 - Enxanguadora, Enchedora, capsuladora e rolhadora existente na Quinta da Lixa.

Controlador de nível

De seguida, quando as garrafas se encontram devidamente rolhadas estas passam por um controlador de nível onde é medido o respetivo nível de líquido presente nas garrafas, sendo rejeitadas se o nível não for o estipulado. Este equipamento apresenta uma potência instalada de 0,4 kW. Na figura 3.24 está representada o equipamento que realiza esta controle.



Figura 3.24 - Controlador de nível existente na Quinta da Lixa.

Doseador, lubrificação e tapete

Este equipamento tem como função controlar e dosear a lubrificação do tapete transportador das garrafas. Para esta função existe uma bomba com uma potência instalada de 0,12 kW que faz com que esta etapa de realize. Na figura 3.25 está representada o equipamento descrito



Figura 3.25 - Doseador, lubrificação e tapete existente na Quinta da Lixa.

Túnel de lavagem

As garrafas passam então um túnel de lavagem onde são retirados quaisquer vestígios não pretendidos. Este equipamento tem uma potência instalada de 11 kW e apresenta-se na figura 3.26.

Neste mesmo túnel três a quatro vezes por ano é realizada uma lavagem com vapor, utilizando para isso a caldeira mencionada no subcapítulo 3.1.5. No entanto, não foi possível estimar os gastos para esta procedimento.



Figura 3.26 - Túnel de lavagem existente na Quinta da Lixa.

Túnel de secagem

De seguida, as garrafas seguem no tapete transportador e passam por um túnel de secagem de forma a retirar toda a humidade, não dificultando a introdução a da cápsula, quando utilizável, e a rotulagem das garrafas. Este equipamento tem uma potência instalada de 18kW. Na figura 3.27 está representada o equipamento descrito.



Figura 3.27 - Túnel de secagem existente na Quinta da Lixa.

Capsuladora

Quando as garrafas já estão com o nível de líquido pretendido e devidamente secas, passam por uma capsuladora onde é introduzido a cápsula consoante a garrafa pretendida. Este equipamento apresenta uma potência instalada de 7kW. Na figura 3.28 está representada o equipamento descrito.



Figura 3.28 – Capsuladora existente na quinta da Lixa.

Mesa de acumulação

Nesta fase do processo, as garrafas com anomalias, como por exemplo o nível de líquido não ser o especificado, são rejeitadas para a mesa de acumulação como mostra a figura 3.29.



Figura 3.29 - Mesa de acumulação existente na Quinta da Lixa.

Rotuladora

Depois das garrafas estarem em condições para serem comercializadas, são rotuladas mediante o rótulo utilizado em cada tipo vinho. Os rótulos não são todos iguais e diferem consoante o tipo de vinho utilizado. É de salientar que os rótulos são introduzidos na rotuladora e são automaticamente colocados nas respetivas garrafas. Este equipamento apresenta uma potência instalada de 6,5kW. Na figura 3.30 está representado o equipamento descrito.



Figura 3.30 - Rotuladora existente na Quinta da Lixa.

Formadora de caixas

As caixas utilizadas para o armazenamento das garrafas de vinho são formadas automaticamente. Este equipamento apresenta uma potência de 6kW. Na figura 3.31 está representada o equipamento descrito.



Figura 3.31 - Formadora de caixas existente na Quinta da Lixa.

Encaixotadora

Formadas as caixas a utilizar, as garrafas são colocadas nas respetivas caixas. Este processo é realizado automaticamente quando o programa é pré-definido. O equipamento apresenta uma potência de 11 kW. Na figura 3.32 está representado o equipamento descrito.



Figura 3.32 - Encaixotadora existente na Quinta da Lixa.

Balança

As caixas seguem no tapete transportador, passando por uma balança que pesa todas as caixas rejeitando as que não correspondem ao peso adequado de todas as garrafas cheias. Este equipamento apresenta uma potência de 1,1 kW. Na figura 3.33 está representado o equipamento descrito.



Figura 3.33 – Balança existente na Quinta da Lixa.

Colagem de caixas

De seguida estas são encaminhadas para a máquina de colagem das caixas, que as fecha com cola na parte superior. Este equipamento apresenta uma potência de 4,5kW. Na figura 3.34 está representado o equipamento descrito.



Figura 3.34 - Colagem de caixas existente na Quinta da Lixa.

Paletizadora

Após a colagem das caixas, estas são encaminhadas para uma paletizadora. É de salientar que o equipamento utilizado é automático. Este equipamento apresenta uma potência de 15 kW. Na figura 3.35 está representado o equipamento descrito.



Figura 3.35 - Paletizadora existente na Quinta da Lixa.

Depois desta breve explicação das várias etapas que constituem a linha de enchimento, apresenta-se na tabela 3.3 o consumo de energia elétrica em kWh e a respetiva conversão em tep. É de salientar que estes consumos energéticos são calculados utilizando as potências apresentadas em cada equipamento das várias etapas deste processo mencionados nos tópicos anteriores.

Tabela 3.3 - Consumos de energia relativos à linha de enchimento.

Equipamento	kWh	tep
Despaletizadora	19 440	4,18
Bomba de higienização	-	-
Distribuidor de rolhas	576	0,124
Enxanguadora	25 920	5,57
Enchedora		
Capsuladora		
Rolhadora		
Controlador de nível	576	0,124
Doseador	172,8	0,04
Lubrificação		
Tapete		
Museletadora	3600	0,774
Túnel de lavagem	15 840	3,41
Com vapor	-	
Túnel de secagem	25 920	5,57
Capsuladora	10 080	2,17
Mesa de acumulação	-	-
Rotuladora	9 360	2,01
Formadora de caixas	8 640	1,86
Encaixotadora	15 840	3,41
Balança	1 584	0,341
Colagem das caixas	6 480	1,39
Paletizadora	21 600	4,64
Total	165 629	34,6

Estes equipamentos descritos na tabela 3.3 são equipamentos que a Quinta da Lixa adquiriu recentemente. Isto permitiu uma redução no consumo de energia, bem como a redução de materiais utilizados. Além disso, proporcionou a possibilidade de reduzir o número de pessoas necessárias para a linha de enchimento e assim reduzir os custos.

3.2 ANÁLISE DAS FATURAS ENERGÉTICAS

Neste subcapítulo procede-se a uma análise de alguns parâmetros das faturas energéticas relativas ao ano de 2016 tendo em consideração a economia de energia e/ou redução da fatura elétrica. Estas faturas são documentos cujo objetivo é fazer o registo pormenorizado dos consumos de energia elétrica. Através destes, consegue-se obter e, posteriormente, realizar uma análise detalhada relativa aos consumos realizados, verificar a potência da instalação, potência contratada e, também verificar a opção tarifária aplicável à empresa.

Nesta adega o fornecedor de energia nos primeiros 5 meses foi a Iberdroéla e nos restantes 7 meses a empresa fornecedora foi a Simples. O nível de tensão utilizada é de Média Tensão (MT), com uma opção tarifária de utilizações de tetra-horária e de ciclo horário semanal. Na figura 3.36 está representada a desagregação das horas tendo em conta a opção tarifária e do ciclo semanal.

Ciclo semanal para todos os fornecimentos em Portugal Continental			
Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
De segunda-feira a sexta-feira		De segunda-feira a sexta-feira	
Ponta:	09.30/12.00 h 18.30/21.00 h	Ponta:	09.15/12.15 h
Cheias:	07.00/09.30 h 12.00/18.30 h 21.00/24.00 h	Cheias:	07.00/09.15 h 12.15/24.00 h
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/07.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/07.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
Sábado		Sábado	
Cheias:	09.30/13.00 h 18.30/22.00 h	Cheias:	09.00/14.00 h 20.00/22.00 h
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/09.30 h 13.00/18.30 h 22.00/24.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/09.00 h 14.00/20.00 h 22.00/24.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
Domingo		Domingo	
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/24.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/24.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h

Figura 3.36 - Desagregação do período horário- ciclo semanal.

A fatura energética está dividida em diversas parcelas, entre elas, o custo de energia ativa e custos de acesso de rede relativos à energia ativa, potência e energia reativa. Outro dos parâmetros presentes nas faturas faz referência aos custos de rede relativos à potência, sendo esta constituída pela potência contratada, PC, e a potência em hora de ponta, PTHPT.

A potência contratada, PTCO_N, é a potência correspondente ao valor máximo de potência ativa média registada em intervalos contínuos de 15 minutos sem interrupções. A potência em horas de ponta, PTHPT, é definida pela razão entre a energia ativa consumida no período de horas de ponta e o número de horas do respetivo período horário, durante o período de faturação.

Relativamente aos preços aplicáveis à energia faturada tendo em conta a opção tarifária estes foram retirados das respetivas faturas energéticas e estão apresentados na tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Preços aplicáveis à energia faturada tendo em conta a HP, HC, Vazio e S/vazio.

Empresa fornecedora	HP (€/kWh)	HC (€/kWh)	Vazio (€/kWh)	S/vazio (€/kWh)
Iberdrola	0,080016	0,073763	0,062533	0,053123
Simples	0,07086	0,064204	0,055685	0,055685

Observando a tabela 3.4 e, como já mencionada anteriormente, no ano de 2016, a empresa ao fim de 5 meses alterou o fornecedor de energia elétrica e, passou a trabalhar com a Simples. Relativamente a esta escolha e, tendo em conta os valores apresentados na tabela 3.5, foi uma medida vantajosa devido ao facto de o custo de energia (€/kWh) nos diferentes períodos horários serem mais baixos na Simples relativamente à Iberdrola. No entanto, o valor apresentado relativo às horas de super vazio é mais elevado na Simples, o que tem pouco significado dado que neste período de super vazio a empresa consome menos energia durante a maioria do ano, exceto nas vindimas.

Os consumos de energia ativa consumida relativa ao ano de 2016, tendo em conta as HP, HC, Vazio e S/vazio, estão representados na tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Energia ativa consumida (kW) relativo ao ano de 2016.

Meses (dia/mês)	Energia faturada (kWh)				
	HP	HC	Vazio	S/vazio	Total
19/12 a 19/01	5 435	13 737	3 301	1 971	24 444
19/01 a 19/02	6 664	17 312	3 865	2 235	30 076
19/02 a 19/03	5 768	14 465	3 396	2 115	25 744
19/03 a 19/04	5 712	14 441	3 392	1 874	25 419
19/04 a 31/05	5 785	17 903	3 618	2 435	29 741
01/06 a 19/06	2 714	8 680	1 917	1 394	14 705
20/06 a 19/07	5 375	16 235	2 791	2 049	26 450
20/07 a 19/08	5 716	16 314	2 897	2 022	26 949
20/08 a 19/09	5 573	17 916	3 414	2 292	29 195
20/09 a 19/10	8 406	40 847	26 005	13 115	88 373
20/10 a 19/11	5 079	15 956	6 064	2 885	29 984
20/11 a 19/12	5 069	12 592	4 365	1 843	23 869
Total (kWh)	67 296	206 398	65 025	36 230	374 949

Como se pode verificar pela tabela 3.5, no ano de 2016, a empresa apresentou um consumo de energia de aproximadamente 374 949 kWh o que corresponde aproximadamente a 80,61 tep. Perante este dado torna-se evidente não considerar esta instalação como consumidora intensiva de energia, visto que o seu consumo energético anual é muito inferior a 500 tep, não sendo, portanto, abrangida pelo SGCIE.

Na figura 3.37 apresenta-se um gráfico representativo da energia consumida, em kWh, em função do período de faturação (dia/mês) relativo ao ano de 2016.

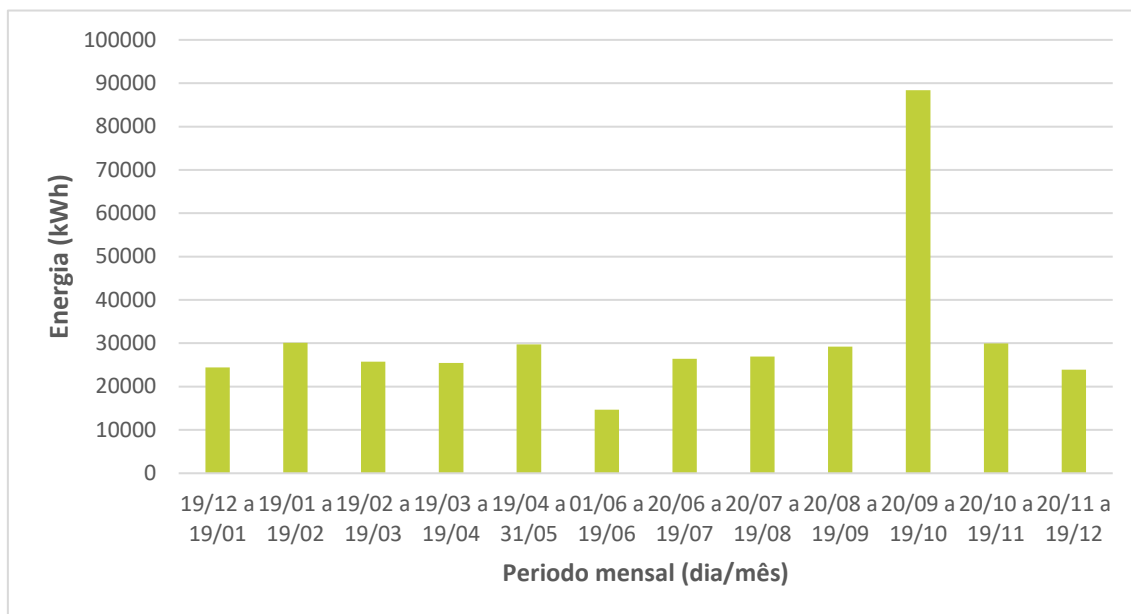


Figura 3.37 – Representação gráfica da Energia consumida (kW) em função do período de faturação (dia/mês) relativo ao ano de 2016.

Como se pode verificar pela figura 3.37, os consumos de energia elétrica ao longo do ano não variam muito exceto entre o mês de Setembro e Outubro. Isto deve-se ao facto de, neste período, se realizarem as vindimas e, por isso, a adega funciona 24 horas por dia e quase todos os equipamentos estão a funcionar.

Na figura 3.38 está representada a distribuição percentual tendo em conta a opção tarifária tetra- horário de ciclo semanal.

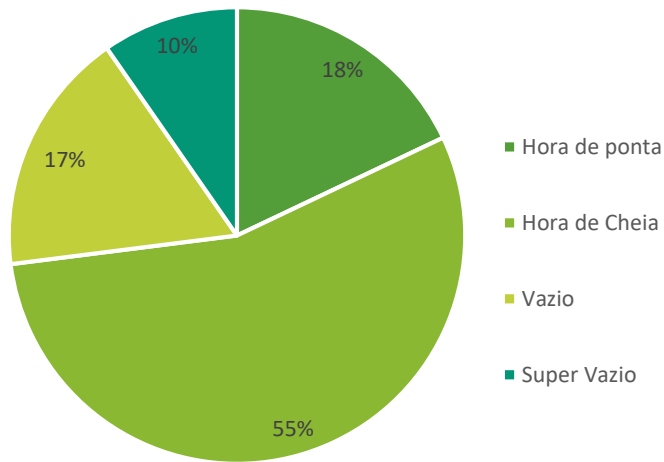


Figura 3.38 - Distribuição percentual por período horário em ciclo semanal.

Pela análise da figura 3.38 verifica-se que o período de horas de cheia é aquele que apresenta uma maior percentagem, ou seja, é o período de maior consumo de energia, uma vez que também é o período com um número maior de horas comparativamente aos outros períodos. Em contrapartida, o período com menor percentagem, logo menor consumo, é o período de super vazio, uma vez que este período, das 2:00h às 6:00h, corresponde ao menor período de atividade.

Na tabela 3.6 está representado o valor total faturado, incluindo toda a energia consumida, o acesso à rede, potência contratada, bem como as taxas e impostos obrigatórios.

Tabela 3.6 – Valores totais das faturas relativas à energia elétrica relativos ao ano de 2016.

Período de faturação (dia/mês)	Total da faturação (€)
19/12 a 19/01	3.384,44
19/01 a 19/02	4.076,96
19/02 a 19/03	3.537,94
19/03 a 19/04	3.705,74
19/04 a 31/05	4.432,81
01/06 a 19/06	2.262,71
20/06 a 19/07	4.029,40
20/07 a 19/08	4.163,37
20/08 a 19/09	4.412,93
20/09 a 19/10	4.446,72
20/10 a 19/11	10.247,80
20/11 a 19/12	3.458,58
Total	47.714,70

Pela análise da tabela 3.6 verifica-se a existência de um valor muito superior aos restantes e que é referente ao período das vindimas. Isto é de esperar visto que, na época das vindimas, a adega trabalha durante as 24 horas por dia, sete dias por semana, e, por essa razão, este valor é muito elevado comparativamente aos restantes.

3.3 INDICADOR DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Para uma melhor eficiência energética nas indústrias e, de modo a reduzir o consumo de energia e as respetivas emissões de gases com efeito de estufa é importante conhecer e estudar os indicadores de eficiência energética.

Para o cálculo destes indicadores, é necessária a conversão da energia elétrica total (kWh), tendo em conta as faturas energéticas e a energia térmica (L) referente ao ano de 2016 para tep.

Como se verificou no subcapítulo anterior, o consumo total de energia ativa relativa ao ano de 2016 foi de 374949 kWh e a produção total de vinho produzido nesse mesmo ano foi de 4.200.000L. Utilizando a conversão $1kWh = 215 \times 10^{-6} t$.

$$374949 \frac{kWh}{ano} \times 215 \times 10^{-6} \frac{tep}{kWh} = 80,6 \frac{tep}{ano}$$

Relativamente à energia térmica e, como foi mencionado no subcapítulo 3.1.6 Caldeira, o consumo de gasóleo foi de 6000L. Utilizando a conversão $1000L = 0,835t$ de gasóleo e equivalência é $1 t = 1,045 tep$.

$$6000 \frac{L}{ano} \times \frac{0,835 t}{1000 L} \times \frac{1,045 tep}{1 t} = 5,24 \frac{tep}{ano}$$

$$Energia total = 80,6 + 5,24 = 85,8tep$$

Como se pode verificar pelo somatório dos valores obtidos anteriormente, o consumo de energia total relativa ao ano de 2016 é inferior a 500 tep/ano conclui-se que a Quinta da Lixa não é considerada uma instalação consumidora intensiva de energia (CIE), logo não é abrangida pelo Sistema de Gestão dos consumos intensivos de energia (SGCIE).

3.3.1 Consumo específico de energia (CEE)

Este indicador e, como foi explicado no subcapítulo 2.3.6 é calculado com base no consumo total de energia e o volume de produção anual. Para isso e, utilizando a equação 1 mencionada nesse subcapítulo calculou-se o respetivo CEE.

$$\text{Consumo específico de energia (CEE)} = \frac{\text{Consumo total de energia (tep)}}{\text{Produção (L)}}$$

$$\text{CEE} = \frac{80,6}{4200000}$$

$$\text{CEE} = 0,012 \frac{\text{tep}}{1000L}$$

Relativamente ao consumo específico de energia este foi de 0,012 tep por 1000 litros de vinho.

3.3.2 Intensidade Carbónica (IC)

A Intensidade carbónica representa o quociente entre a quantidade, em kg, de emissões de gases com efeito estufa e consumo total de energia, em tep.

Na tabela 3.7 apresenta-se os consumos inerentes de emissões com gases com efeito de estufa, em Kg, associadas ao consumo de energia referentes ao ano de 2016.

Tabela 3.7 -Valores de emissões de CO₂ (kg) associada ao consumo de energia relativa ao período de faturação.

Período de faturação (Dia/mês)	FECO ₂ (Kg)
19/12 a 19/01	8.736,2
19/01 a 19/02	10.749,1
19/02 a 19/03	9.200,9
19/03 a 19/04	9.220
19/04 a 31/05	14.870,5
01/06 a 19/06	4.973,82
20/06 a 19/07	977,48
20/07 a 19/08	934,92
20/08 a 19/09	1.077,83
20/09 a 19/10	3.262,57
20/10 a 19/11	15.700,82
20/11 a 19/12	12.498,75

Utilizando a equação 3 apresentada no subcapítulo 2.3.6 e, com os valores de emissões de CO₂ calculou-se a intensidade carbónica (IC) referente a cada período de faturação.

$$IC = \frac{\text{Emissões GEE (kgCO}_2\text{)}}{\text{Consumo total de energia (tep)}}$$

Na tabela 3.8 apresenta-se os valores de intensidade carbónica para cada período de faturação referente ao ano de 2016.

Tabela 3.8 – Valores de da intensidade carbónica (IC) referente ao ano de 2016.

Período de faturação(Dia/mês)	IC (KgCO₂/tep)	IC (KgCO₂/kW)
19/12 a 19/01	108,4	0,023
19/01 a 19/02	133,4	0,029
19/02 a 19/03	114,2	0,025
19/03 a 19/04	111,4	0,024
19/04 a 31/05	184,5	0,040
01/06 a 19/06	61,7	0,013
20/06 a 19/07	12,1	0,003
20/07 a 19/08	11,6	0,002
20/08 a 19/09	13,4	0,003
20/09 a 19/10	40,5	0,009
20/10 a 19/11	194,8	0,042
20/11 a 19/12	155,1	0,033
Total	1144,0	0,246

Para efeitos de contabilização da intensidade carbónica por emissões de gases com efeito de estufa, são estabelecidos no Despacho nº17313/2008 da Portaria nº63/2008, da Direção Geral de Energia e Geologia, fatores de emissões associados ao consumo de eletricidade, cujo valor é de 0,47 kgCO₂/kWh.

Como se pode verificar pela tabela 3.8, este valor varia entre 0,002 e 0,042 kgCO₂/kWh. esta variação deve-se à variação nos consumos de energia, no entanto estes valores encontram-se abaixo do estabelecido na legislação.

4. PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo apresenta-se as propostas de melhoria tendo em conta toda a análise efetuada ao processo produtivo da empresa em questão.

4.1 DIMENSIONAMENTO SISTEMA PAINEL FOTOVOLTAICA

Neste subcapítulo é apresentado uma proposta de melhoria que consiste no recurso a uma fonte de energia mais sustentável, a energia solar, para a produção e autoconsumo de energia elétrica por parte da empresa reduzindo a sua fatura energética. Para isso, foi consultada uma empresa, a HIGHGREENPOWER, que apresentou uma proposta de sistema fotovoltaico.

Os painéis fotovoltaicos são sistemas de geração de energia elétrica que têm sido usados globalmente por possuírem uma fácil instalação e ainda por apresentarem uma durabilidade bastante elevada e pouca manutenção. São, frequentemente, vistos nos telhados de edifícios, desde habitações até a instalações industriais, sobretudo por permitirem reduzir a dependência da rede e, conseqüentemente a redução da fatura energética. Apesar de possuírem um custo inicial elevado, os custos de manutenção são reduzidos e a longa duração do mesmo permite, ainda que a longo prazo, recuperar o investimento inicial.

Face a esta importância da redução dos consumos de energia e a preferência pelo uso de recursos renováveis, dimensionou-se um sistema de painéis fotovoltaicos para as instalações da Quinta da Lixa. Para isso, foi necessário ter em conta os consumos elétricos da empresa bem como uma estimativa do número de horas de funcionamento. O levantamento efetuado, apresenta-se, na tabela 4.1 os consumos totais (kWh) relativos ao ano de 2016, tendo em conta as faturas energéticas fornecidas.

Tabela 4.1 – Energia total ativa consumida no ano de 2016.

Meses (dia/mês)	Energia faturada
	Total (kWh)
19/12 a 19/01	24444
19/01 a 19/02	30076
19/02 a 19/03	25744
19/03 a 19/04	25419
19/04 a 31/05	29741
01/06 a 19/06	14705
20/06 a 19/07	26450
20/07 a 19/08	26949
20/08 a 19/09	29195
20/09 a 19/10	88373
20/10 a 19/11	29984
20/11 a 19/12	23869
Total	374949

Como foi referido no capítulo anterior, o nível de tensão utilizado é de Média Tensão (MT), com uma opção tarifária tetra-horária e de ciclo horário semanal. Relativamente à potência decidiu-se projetar o sistema para um valor de potência máxima de injeção de 50kW para reduzir o investimento inicial, visto que a empresa em questão apresenta consumos superiores a 75kW.

O dimensionamento realizado destina-se a uma instalação em regime de autoconsumo (UPAC). O objetivo deste regime rege-se pela adequação da capacidade de produção para consumo próprio e, assim minimizando a injeção de energia na rede (ao distribuidor). Com isto, reduz-se a quantidade de energia vendida à rede produzindo assim, a energia apenas para consumo próprio.

De forma a simular convenientemente a instalação de painéis fotovoltaicos para a Quinta da Lixa, recorreu-se a um software designado por PVGIS. Este consiste num programa de análise da produção do sistema tendo em conta as coordenadas da instalação, orientação da estrutura, inclinação dos painéis e as perdas do sistema devido a aspetos que influenciem o rendimento da instalação, tais como a radiação

solar, temperaturas, avaliação de desempenho, humidade, entre outros que estima a produção de eletricidade a partir da exposição ao sol. Na tabela 4.2 apresenta-se os resultados dessa análise, sendo o Ed a produção diária de eletricidade do sistema apresentado, Em a produção mensal de eletricidade do sistema apresentado, Hd a soma média diária de irradiação solar por metro quadrado recebida nos módulos do sistema e Hm representa a soma média de irradiação solar por metro quadrado de cada mês.

Tabela 4.2 – Estimativa de produção relativa ao primeiro ano de exploração.

Meses	Ed (kWh)	Em (kWh)	Hd (kWh/m ²)	Hm (kWh/m ²)
Janeiro	121	3740	2.93	90.9
Fevereiro	185	5170	4.54	127
Março	224	6930	5.70	177
Abril	221	6640	5.77	173
Mai	241	7480	6.37	198
Junho	259	7770	6.95	208
Julho	273	8460	7.44	277
Agosto	268	8300	7.33	227
Setembro	244	7310	6.50	195
Outubro	194	6010	4.99	155
Novembro	144	4330	3.56	107
Dezembro	118	3660	2.85	88.4
Total		75 800		

Como se pode observar pela tabela acima, para o primeiro ano de exploração, a produção de energia total relativa será de 75 800 kWh.



Figura 4.1 - Representação gráfica da produção de eletricidade por cada mês do ano.

No gráfico da figura 4.1 observa-se um aumento de produção de eletricidade a partir do sistema fotovoltaico até ao mês de Agosto, decrescendo posteriormente até ao mês de Dezembro. Isto seria de esperar visto que os meses com maior exposição solar são os de Junho, Julho e Agosto. O mês de Julho, com um valor de 8 460 kW, é o mês com maior produção de eletricidade, e o mês de Dezembro com 3 660 kW, é o mês com menor produção de eletricidade.

4.1.1 Constituição do sistema fotovoltaico

Relativamente ao sistema energético optou-se por definir um sistema autoconsumo (UPAC). Relativamente ao sistema fotovoltaico, este será constituído por painéis fotovoltaicos, componentes de ligação e inversor. A energia captada é enviada ao inversor que tem como função converter a corrente contínua produzida em corrente alternada, ficando assim disponível para as necessidades pretendidas. De seguida, será explicado e apresentado todas as características dimensionais deste sistema fotovoltaico.

4.1.1.1 Módulo fotovoltaico

Uma unidade de painel fotovoltaico é constituída por diversos elementos. Esta é constituída por uma estrutura de módulos fotovoltaicos instalados na cobertura da unidade industrial, orientadas mediante a posição mais favorável ao sol. Na figura 4.2 está representado um exemplo de módulo fotovoltaico UPAC.



Figura 4.2 - Módulo fotovoltaico UPAC.

Para a Quinta da Lixa é proposto um painel fotovoltaico policristalino e 60 células, cujas características são:

- Fabricante: TrinaSolar;
- Modelo TSM-PDS05;
- Potência de cada painel: 0,27kW;
- Eficiência: 16.5%;
- Dimensões(mm): 1650 x 992 x 35
- Peso (kg): 18.6

Com isto, e sabendo que a potência a projetar é de 50kW este sistema terá na sua constituição 203 painéis, agrupados em sete grupos de 23 cada um perfazendo um total de potência de 54.81 kW. No anexo A.1 apresenta-se as características dos módulos do painel fotovoltaico a ser estudado.

4.1.2 Componentes de ligação

Esta unidade também será constituída por componentes com o objetivo de interligar este sistema, sendo selecionados conforme a estrutura e arquitetura do projeto, utilizando cabos e conectores apropriados, com um índice de proteção (IP) adequado para instalações no exterior. Na figura 4.3 estão representados os componentes de ligação fotovoltaica.



Figura 4.3 - Componentes de ligação fotovoltaica.

4.1.3 Inversor

É necessário também um inversor cuja função é converter a corrente contínua (DC) em corrente alternada (AC) para a alimentação dos equipamentos existentes. É importante também garantir a interligação física com a rede, incorporando funções de segurança elétrica e de monitorização. Este inversor será do tipo TRIO-50-TL-OUT com as seguintes características:

- Potência: 50 kW;
- Tensão de saída: 400V;
- Eficiência: 98,6%;
- Dimensões (mm): 146,5 x 731,5 x 300.

É de salientar que para a ligação do inversor é necessário a instalação de um disjuntor diferencial de 4 x 100A no quadro elétrico bem como o respetivo cabo de ligação ao sistema fotovoltaico. Na figura 4.4 está representado um exemplo de um inversor e no anexo A.2 estão representadas algumas informações relativas ao inversor utilizado.



Figura 4.4 – Inversor utilizado numa instalação fotovoltaica com potência de 50kW.

4.1.4 Contador

É necessário também um contador cuja função é a contabilização da energia produzida bem como um elo de comunicação para a monitorização da produção do sistema. Este seria instalado à cabeça da instalação e, por isso é necessário um cabo de comunicação com o inversor. Na figura 4.5 está representado um exemplo de um contador de eletricidade.



Figura 4.5 - Exemplo de um contador.

4.1.5 Avaliação do dimensionamento

Para uma instalação de um sistema em regime de autoconsumo é necessário ter em conta que o preço da energia a energia vendida à rede tem que ser inferior a 1/3 do preço da energia comprada à rede. Por isso, o objetivo é reduzir ao máximo a quantidade de energia comprada à rede não superando o consumo. No entanto, como o sistema fotovoltaico produz energia diariamente durante o ano todo, é normal que se

produza mais energia do que a consumida, nomeadamente aos fins de semana, sendo esta energia excedente vendida à rede segundo o tarifário em vigor. Para reduzir o impacto do investimento inicial é proposto um sistema fotovoltaico de 50kW.

Relativamente à avaliação realizada às faturas energéticas pode-se concluir que mais de metade da produção ocorre em hora de cheia seguida da hora de ponta. O sistema fotovoltaico produz energia a 0,078 €/kWh (0,050€/kWh para manutenção e 0,028 €/kWh para a amortização), a Quinta da Lixa paga diariamente, em média 0,1412 €/kWh.

Para o estudo da evolução dos custos no mercado e com aquisição do sistema fotovoltaico considerou-se uma taxa de atualização de 3% no custo da energia e na tabela 4.3 apresenta-se a evolução desse custo sem o sistema fotovoltaico e com aquisição deste sistema.

Tabela 4.3 – Evolução do custo no mercado (kWh) e no sistema fotovoltaico (kWh) com uma taxa de evolução de 3%.

Ano	Evolução do custo no mercado (kWh)	Preço de manutenção por kWh	Evolução do custo no sistema fotovoltaico (kWh)
0	0,1412	0,0500	0,0780
1	0,1454	0,0515	0,0795
2	0,1498	0,0530	0,0810
3	0,1543	0,0546	0,0826
4	0,1589	0,0563	0,0843
5	0,1637	0,0580	0,0860
6	0,1686	0,0597	0,0877
7	0,1737	0,0615	0,0895
8	0,1789	0,0633	0,0913
9	0,1842	0,0652	0,0932
10	0,1898	0,0672	0,0952
11	0,1955	0,0692	0,0972
12	0,2013	0,0713	0,0993
13	0,2074	0,0734	0,1014
14	0,2136	0,0756	0,1036
15	0,2200	0,0779	0,1059
16	0,2266	0,0802	0,1082
17	0,2344	0,0826	0,1106
18	0,2404	0,0851	0,1131
19	0,2476	0,0877	0,1157
20	0,2550	0,0903	0,1183
21	0,2627	0,0930	0,1210
22	0,2706	0,0958	0,1238
23	0,2787	0,0987	0,1267
24	0,2870	0,1016	0,1296
25	0,2956	0,1047	0,1327

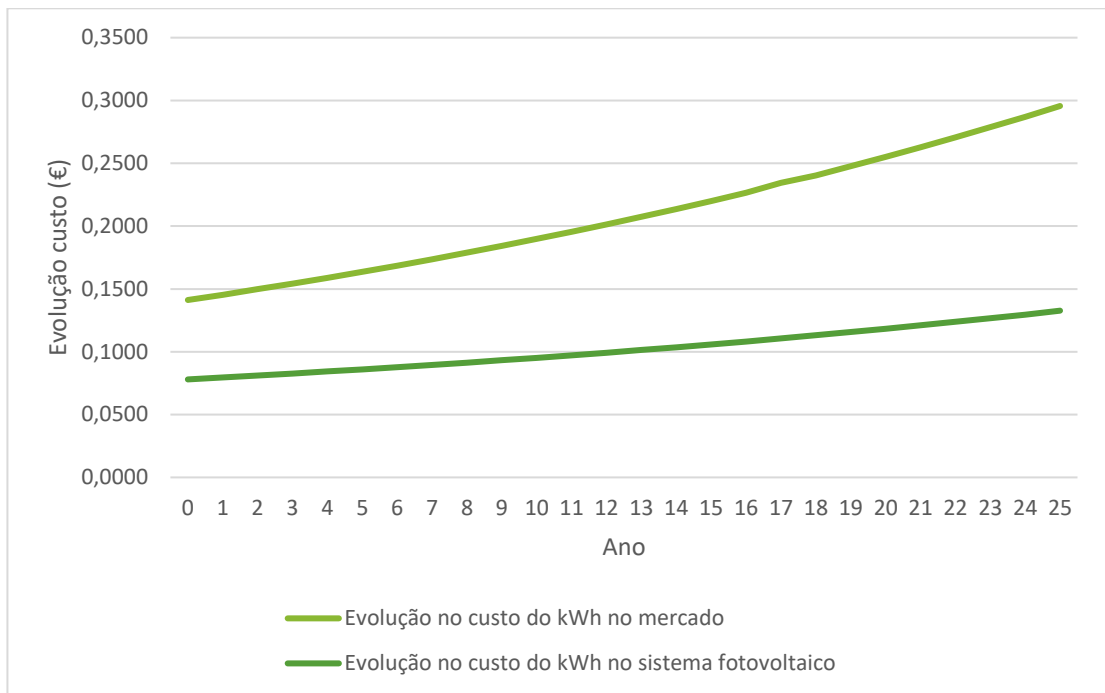


Figura 4.6 -Representação gráfica da evolução no custo do kWh no mercado e no sistema fotovoltaico relativos aos próximos 25 anos.

Como se pode verificar pelo gráfico 4.6 a evolução do custo com aquisição do sistema fotovoltaico nos próximos 25 anos não apresenta uma subida tão acentuada como o visualizado sem este sistema, podendo-se concluir que o sistema fotovoltaico é uma mais valia a nível económico.

4.1.6 Análise económica

Relativamente à análise económica, esta tem por base alguns pressupostos como o investimento inicial que apresenta um valor de 50 000 € e a produção anual de energia cujo valor é de 75 800 kWh. É de realçar que ao fim de semana a energia produzida é vendida à rede. Na tabela 4.4 apresenta-se alguns parâmetros necessários para realizar a análise económica.

Tabela 4.4 - Parâmetros necessários para a realização da análise económica.

Custo médio da energia elétrica (€/kWh)	0,1412
Preço de venda à rede (€/kWh)	0,0471
Custo operativo (manutenção) (€/kWh)	0,05
Taxa de aumento anual (%)	3

Com isto, assumindo um tempo de vida da instalação igual a 25 anos, o cálculo do valor atualizado líquido (VAL), *Payback* e a taxa interna de rentabilidade (TIR) apresenta os valores de 159,16 €, 7,9 anos e 13,6 %, respetivamente. Como se pode constatar com estes resultados o sistema fotovoltaico é viável sob o ponto de vista económico.

4.1.7 Vantagens da utilização de Sistema Autoconsumo

A unidade de produção fotovoltaica com regime autoconsumo apresenta uma serie de vantagens perante as outras alternativas no mercado, sendo estas:

Menor risco de variações nos custos da eletricidade

As empresas reduzem a sua exposição à variação dos preços da eletricidade na energia que produzem. Com regime de autoconsumo, as empresas garantem um aumento no preço da eletricidade.

Redução de custos

Com este regime, as empresas reduzem os custos com a energia elétrica pois deixam de comprar essa energia autoconsumida.

Produção de energia sustentável

As empresas garantem uma produção de energia 100 % limpa devido à aposta num modelo que integra uma organização cada mais reconhecida pela estratégica sustentável. Esta energia produzida contribui para a diminuição das emissões de gases com efeito de estufa.

Retorno no investimento

A aquisição de sistemas com regime autoconsumo permite *paybacks* compreendidos entre 6 a 9 anos. Este retorno está associado a um ótimo dimensionamento.

Eficiência Energética

Este investimento deixa de ser considerado apenas como um investimento no solar fotovoltaico e, passa a ser visto como uma ferramenta essencial para uma melhor eficiência energética.

Consumidores frequentes de eletricidade

As empresas com consumos de energia mais elevados, minimizam os excessos de energia a vender à rede com este sistema e têm, terão melhores retornos nos investimentos que realizaram na aquisição do sistema [37].

4.2 ESTABILIZAÇÃO TARTÁRICA

A estabilização tartárica é realizada através do arrefecimento do vinho até à temperatura aproximadamente de $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, o que implica a existência de um sistema de produção de frio, um refrigerador, que consome uma quantidade elevada de energia. Por isso, há necessidade da procura de novas soluções que não tenham um impacto negativo nas propriedades do vinho e que reduzam o consumo de energia [34].

Não tendo sido possível determinar o consumo de energia do sistema de refrigeração, pode fazer-se uma estimativa calculando a necessidade de arrefecimento e, assumindo um coeficiente de funcionamento do sistema de refrigeração (COP) igual a 2,0. Na tabela 4.5 apresenta-se os dados utilizados para o cálculo da potência de arrefecimento.

Tabela 4.5 - Dados para o cálculo da potência de arrefecimento.

Caudal diário de vinho a tratar (L/dia)	20 000
Massa específica do vinho (kg/m^3)	0,997
Calor específico do vinho ($\text{kJ}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$)	0,3920
Temperatura média do vinho ($^{\circ}\text{C}$)	15
Temperatura do vinho após arrefecimento ($^{\circ}\text{C}$)	-4
Tempo de trabalho diário (h)	8

Tendo em conta os dados apresentados na tabela 4.5, a necessidade de arrefecimento é dados por:

$$Q_{\text{arrefecimento}} = \frac{20\,000}{8 \times 3600} \times 0,996 \times 0,3920 \times (15 + 4) = 52,2 \text{ kW}$$

Para um valor de COP = 2, ter-se-ia uma potência do sistema de refrigeração igual a 26,1 kW, o que conduz a um consumo diário de eletricidade igual a 208,7 kWh.

Como proposta de melhoria para minimizar o consumo de energia na estabilização tartárica propõe-se duas alternativas: a integração de calor através do arrefecimento preliminar do vinho a alimentar ao sistema de estabilização tartárica via permuta de calor com vinho já estabilizado quando este é encaminhado para os tanques de armazenagem; a utilização da permuta iónica de parte do vinho a tratar de forma a diminuir a concentração de tartaratos.

4.2.1 Estabilização tartárica por permuta iónica

Como já foi referido no subcapítulo 2.5, o vinho contém vários elementos dissolvidos, nos quais os sais de potássio e cálcio. Estes elementos podem originar precipitação, sendo a precipitação dos cristais de bitartarato de potássio mais frequente devido à possibilidade do catião potássio formar uma ligação com o grupo carboxilo do ácido tartárico dando origem ao tartarato de potássio.

A permuta iónica consiste na troca reversível de iões entre um líquido e um sólido, não modificando substancialmente o sólido. Nesta, o sólido é uma resina sintética insolúvel e permeável, que, neste caso, troca iões com o vinho reduzindo a quantidade de tartaratos e promovendo a estabilização do vinho.

De seguida são apresentadas algumas vantagens desta técnica perante outras técnicas utilizadas para a estabilização que são:

- Estabilização definitiva e segura para os vários vinhos existentes;
- Apresenta um baixo custo de tratamento;
- É de fácil operação;
- Apenas parte do vinho passa pelo processo;
- Elimina parcialmente o Cálcio, Ferro e Cobre;
- Tratamento rápido;

- Baixo custo de manutenção;
- Apresenta uma baixa área de instalação;

Para a implementação de uma unidade de estabilização tartárica por permuta iónica é necessário conhecer a capacidade de tratamento, a quantidade real a ser tratada, o tempo previsto para a regeneração, tempo de funcionamento, número previsto de tratamentos a efetuar diariamente, bem como a quantidade de vinho estabilizado. Foi consultada uma empresa que fornece o sistema de estabilização tartárica por permuta iónica e que, para a produção de 34 000 L de vinho por dia apresentou uma proposta cujos dados se mostram na tabela 4.6 a seguir apresentada.

Tabela 4.6 – Dados relativos ao tratamento por permuta iónica.

Capacidade de tratamento (L/h)	5 600 – 8 500
Caudal a tratar diariamente (L/h)	2 800 – 4 250
Tempo previsto para regeneração (min)	45
Tempo de laboração (h)	8
Nº tratamentos diários	6
Volume de vinho estabilizado em 9 horas (L)	22 400 – 34 000
Base de cálculo	Vinho com 1500 ppm K ⁺

A implementação desta unidade de permuta iónica terá um custo de 26 750,00€, sendo que a potência elétrica instalada é de 4 kW e as resinas de permuta iónica utilizadas apresentam um tempo médio de vida de 2 anos.

4.2.2 Integração de calor

Com o objetivo de reduzir o consumo de energia referente ao refrigerador utilizado na estabilização tartárica pensou-se utilizar a corrente de vinho estabilizado para arrefecer a nova corrente de vinho a estabilizar, através da utilização de um permutador de calor, quando da transferência o vinho do tanque de estabilização para o tanque de armazenamento. Assim, o vinho a estabilizar é arrefecido de 15 °C até 3°C pela corrente de vinho estabilizado que é aquecida de -4 °C a 5 °C.

Existem vários tipos de permutadores, os permutadores de duplo tubo, os permutadores de carcaça e tubos, e os permutadores placas. No entanto, os mais utilizados para indústrias alimentar/bebidas são os permutadores de placas. Um permutador de placas consiste num empilhamento de placas de metal finas com aberturas de entrada e saída para circulação dos fluidos, apertadas conjuntamente num quadro. Estas placas são, normalmente de aço inox, podendo ser constituídas por diferentes materiais, de acordo com as condições de operação e dos fluidos a utilizar. Cada placa apresenta uma determinada rugosidade para permitir uma melhor rigidez da placa, controlar o espaço entre as placas, aumentar o coeficiente de transferência de calor e, ainda aumentar a área de transferência de calor. Relativamente às juntas de vedação estas podem ser constituídas por borrachas de nitrilo e butilo, dependendo de acordo com a problemática corrosão e das condições de operação utilizadas.

Estes permutadores têm como vantagens serem bastante flexíveis, pois adaptam-se a uma variedade de fluidos e de condições de operação. Estes são relativamente compactos, podem ser facilmente desmontáveis de forma a aumentar ou diminuir o número de placas necessárias e, são permutadores relativamente baratos [38].

Na figura 4.7 encontram-se representadas as correntes de entrada e saída do permutador a utilizar.



Figura 4.7 - Representação das correntes de entrada e saída do permutador a utilizar.

As características consideradas para o permutador a dimensionar encontram-se na tabela 4.7.

Tabela 4.7 - Características do permutador dimensionado.

Largura da placa (m)	0,12
Altura da placa (m)	0,25
Espessura da placa (m)	0,001
Espaçamento entre placas (m)	0,0015
$A_{\text{transferência de calor}} \text{ (m}^2\text{)}$	0,03
$A_{\text{escoamento}} \text{ (m}^2\text{)}$	$1,8 \times 10^{-4}$

Relativamente ao permutador este apresenta um escoamento em paralelo. Na tabela 4.6 estão representados os dados obtidos no dimensionamento do permutador de placas. Os cálculos e equações utilizadas para a obtenção destes dados encontram-se no anexo B.

Tabela 4.8 - Dados obtidos no dimensionamento do permutador.

$Q_{vf} \text{ (m}^3\text{/h)}$	5
$Q_{vq} \text{ (m}^3\text{/h)}$	3,75
$T_{qe} \text{ (}^\circ\text{C)}$	15
$T_{qs} \text{ (}^\circ\text{C)}$	3
$T_{fe} \text{ (}^\circ\text{C)}$	-4
$T_{fs} \text{ (}^\circ\text{C)}$	5
$q_f = q_q \text{ (W)}$	48 872,6
$\Delta T_{lm} \text{ (}^\circ\text{C)}$	8,4
$h_f \text{ (W/(m}^2\text{.}^\circ\text{C))}$	4468,4
$h_q \text{ (W/(m}^2\text{.}^\circ\text{C))}$	3797,4
$U \text{ (W/(m}^2\text{.}^\circ\text{C))}$	2105
N_p	94

Como se verifica na tabela 4.8 o número de placas necessárias para este dimensionamento é de 94 com um coeficiente global de transferência de calor de 2105 W/(m².°C). Todos os cálculos efetuados encontram-se no anexo B.

5. CONCLUSÃO

O objetivo desta dissertação consistiu num estudo do consumo de energia no processo de produção de vinho de forma a tornar a utilização da energia mais eficiente contribuindo para uma melhor eficiência. Para tal, foram analisadas todas as etapas do processo produtivo, avaliando o consumo de energia e apresentadas propostas de melhoria.

O interesse na questão do consumo de energia tem crescido em todos os setores da indústria. Isto deve-se, não só relativo aos impactos imediatos nos custos de produção, mas também devido ao seu considerável impacto na sustentabilidade. Com o objetivo de garantir uma melhor eficiência energética e sustentabilidade foram analisadas todas as etapas do processo produtivo da empresa, avaliado o consumo de energia e apresentadas propostas de melhoria.

Com a análise das faturas de energia elétrica, verificou-se que o consumo de energia elétrica da Quinta da Lixa, relativo ao ano de 2016, equivalente a aproximadamente 80,6 tep e um o consumo de gasóleo a 5,06 tep o que perfaz um valor total de 86,61 tep, concluindo-se então que a empresa não está abrangida pelo SGCIE. No entanto, a realização de auditorias realizadas de forma espontânea e periódica, permitirá obter informações mais detalhadas sobre a situação energética da empresa. Isto, permitirá também uma otimização de recursos, uma vez que algum desperdício de energia é imediatamente detetado, ou seja, as auditorias energéticas são consideradas um primeiro passo em direção a uma boa gestão energética e uma melhor sustentabilidade,

Nesta dissertação projetou-se uma instalação de painéis fotovoltaicos para a Quinta da Lixa, com o objetivo de minimizar os consumos de energia e privilegiar o uso de recursos renováveis para uma melhor sustentabilidade energética. Assim, depois da obtenção dos consumos energéticos da empresa através das faturas energéticas disponibilizadas, relativas ao ano de 2016 foi possível a realização deste mesmo projeto.

Através da utilização do PVGIS foi possível analisar e estimar a geração de eletricidade na localização em estudo. O sistema proposto para uma potência instalada de 50kW, implica a instalação de 7 grupos com 29 painéis perfazendo um total de 203 painéis mais todo o equipamento de suporte ao funcionamento do sistema e tem um custo de 50 000€.

Por fim, efetuou-se a análise económica do projeto, para um tempo de vida do sistema de 25 anos, tendo-se chegado a um VAL 159,16 €, ROI de 7,9 anos e um TIR

de 13,6 %. Conclui-se ainda que a instalação do sistema é um investimento compensador.

Foi ainda dimensionado um permutador de calor utilizado para integrar o calor no processo de estabilização tartárica. Neste projeto, o calor envolvido foi de 48 872,6 W, com um coeficiente global de transferência de calor de 2105 W/m².°C. Com isto, o número de placas necessárias são 94 placas.

Ainda relativamente à estabilização tartárica foi também proposto uma alternativa ao equipamento de frio já existente. A alternativa proposta consiste na permuta iónica com resinas catiónicas que apresenta custo total de investimento de 27 750,0 €.

6. BIBLIOGRAFIA

[1] – Quinta da Lixa - <http://www.quintadalixa.pt/conteudo.php?s=1> (acedido a 13 de Abril de 2017).

[2] – Lucas, M, S, Peres, J, A, 2011. Processos de Tratamento de Efluentes Vinícolas: Breve Perspectiva.

[3] – Campos, R, A, O, 2015. A problemática da quebra de Garrafas no Processo de Engarrafamento da JMP. Dissertação de Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. 83 pp.

[4] – Grainger, K, Tattersall H, 2005. Wine Production to Bottle. (1ªEdição). Oxford: Blackwell Publishing Ltd. 149 pp.

[5] – Vieira, R, M, G, 2010. Contribuição para o estudo do tratamento de efluentes da indústria vinícola. Tese de Mestrado em Engenharia Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. 111 pp.

[6] – Fuentes, J, P e García, J, L, 2014. Manual de eficiência energética em adegas. Tesla, 36pp.

[7] – Volte Face, WinesOfChance. “Módulo II. O Vinho Branco:Prensagem. The White Wine:Pressing.” Setembro 19, 2013. <http://volteface-winesofchange.blogs.sapo.pt/8564.html> (acedido a 7 de Abril de 2017).

[8] – Lopes, A, S, 2015. Gestão Ambiental de uma Empresa do Sector Vinícola. Tese de Mestrado em Tecnologia Ambiental. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança. 150 pp.

[9] - Volte Face, WinesOfChance. “Módulo II. O Vinho Tinto: Desencube. The Red Wine: Running Off”. Agosto 27, 2013. <http://volteface-winesofchange.blogs.sapo.pt/8016.html> (acedido a 7 de Abril de 2017).

[10] – Rosado, A, R, S, 2013. Evolução de Parâmetros Físicos, Químicos e Controlo Microbiológico em Vinhos Brancos e Tintos da Adega Cooperativa de Palmela. Tese de mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa. 94 pp.

[11] – Quinta dos Vales, Wine Estete. “Produção”. http://www.quintadosvales.eu/vinhos/vindima-manual-manualmente-escolhidos-estabilizacao-a-frio_6679. (Acedido a 7 de Abril de 2017).

[12] – Rizzon, L, A e Menequizzo. JEmbrapa. “Sistema de Produção de Vinho Tinto”.

<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinho/SistemaProducaoVinhoTinto/estabilizacao.htm>. (Acedido a 7 de Abril de 2017).

[13] – Oz3oeno. Enologia Viva. “Como Conduzir o Estágio”. <https://www.az3oeno.pt/processos/estagio/como-conduzir-o-estagio/>.” (Acedido a 7 de Abril de 2017).

[14] - - - - - Infovini, http://www.infovini.com/classic/pagina.php?codPagina=23&codEsquema=1#_submenu (acedido a 7 de Abril de 2017).

[15] – Álvares, L, R; Azevedo, S e Tavares, J. 2005. Manual de Boas práticas de Eficiência Energética – Implementar o Desenvolvimento Sustentável nas Empresas. (Versão PDF do documento descarregada em 21 de Abril de 2017).

[16] – Gilinsky, A, Newton, S.K e Veja R.F. 2015. Sustainability in the global wine industry: Concepts and cases. ScienceDirect. 8 (2016) 37-39.

[17] - Redução de Consumos e otimização de energia na adega, <http://sustentabilidade.vinhosdoalentejo.pt/pt/melhores-praticas-na-adega/energia/reducao-de-consumos-e-otimizacao-de-energia-na-adega> (acedido a 7 de abril de 2017).

[18] – Brazão A. C. S. 2012. Políticas para a Promoção da Eficiência na Indústria Portuguesa. Tese de mestrado em Gestão e Sistemas Ambientais. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. 159pp.

[19] – DL 71 (2008) – Decreto-Lei nº 71/2008 de 15 de Abril, SGCIE – Sistema de Gestão de Consumos Intensivos Energéticos. Ministério da Economia e Inovação. Portugal.

[20] – Apontamentos fornecidos na unidade curricular Gestão de Energia e Reengenharia do processo.

[21] – Belo P. M. S. 2015. Auditorias de Energia em Instalações Industriais do Setor Automóvel. Tese de mestrado em Engenharia Mecânica. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. 132 pp.

[22] – Cardoso B. M. J. 2014. Auditorias Energéticas na Indústria Agro-Alimentar: Fileira dos Vinhos. Tese de mestrado integrado em Engenharia Eletrotécnica e de

Computadores. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. 76 pp.

[23] – Bento L. G. S. 2011. Revisão Crítica de uma Auditoria Energética e de um Plano de Racionalização de Consumos. Tese de mestrado de Energia para a Sustentabilidade. Universidade de Coimbra. 63 pp.

[24] – IXUS Formação e Consultadoria. IXUS Energia. 2016. <http://www.ixus.pt/index.php?id=8> (acedido a 31 de Julho de 2017).

[25] – Iberdrola. Manual de Boas Práticas Energéticas. (versão PDF do documento descarregado a 31 de Julho de 2017).

[26] – Loja luz – Selectra. “Fatura Iberdrola”. <https://lojaluz.com/iberdrola/fatura> (acedido a 31 de Julho de 2017).

[27] – Curto B. S. 2013. Monitorização e Racionalização Energética na Oliveira & Irmão, S.A. Tese de mestrado em Engenharia de Gestão Industrial. Universidade de Aveiro. 99pp.

[28] – ADENE – Agência para a Energia. “Medidas de Eficiência – Indústria”. 2017. <http://www.adene.pt/textofaqs/industria> (acedido a 31 de Julho de 2017).

[29] - Torres, D.M.C (2009) Sistemas Fotovoltaicos Desenvolvimento de uma ferramenta de apoio ao projectista e de um manual de instalação. Dissertação para obtenção do Grau Mestre em Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade da Coimbra, 94 pgs.

[30] – Adene. Saiba Mais Sobre Paineis Fotovoltaicos. <http://www.adene.pt/sites/default/files/documentos/10see-10-sist-fotovoltaico.pdf> (acedido a 30 de outubro de 2017).

[31] - Torres, D.M.C (2009) Sistemas Fotovoltaicos Desenvolvimento de uma ferramenta de apoio ao projectista e de um manual de instalação. Dissertação para obtenção do Grau Mestre em Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade da Coimbra, 94 pgs;

[32] – Apontamentos fornecidos para a unidade curricular Fontes e Conversão de Energia.

[33] – Cabrita, Maria João; Clemente, Ana; Mari, Ari Di; Couto, Madalena; Catarino, Sofia (2014) A Utilização de resinas de Troca Iónica Em Vinhos. Winetech plus. 48-49.

[34] – Simões, Madalena (2014) Estabilização Tartárica em Vinhos. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Vinicultura e Enologia da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora. 132 pp.

[35] – Andrade, Mário Jorge Caldeira (2012). Estabilização Tartárica de Vinhos Tintos Por Combinação de Nanofiltração e Permuta Catiónica. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia do Vinho da Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa. 76 pp.

[36] – Santos, Paulo Cameira; Pereira, O. Mendes; Gonçalves, F.; Simões, J. Tomás; Pinho, M.N. (2000). Ensaios de estabilização em Vinhos Portugueses: Estudo comparativo de Eletrodialise e de um método Tradicional. Ciência Técnica Vinícola, 15 (2), 95-108 editada pelo Instituto Nacional de Recursos Biológicos, IP, INIA – Estação Vitivinícola Nacional.

[37] - EuroTérmica. Autoconsumo Fotovoltaico PME's. (2016). <http://www.eurotermica.pt/solucoes/autoconsumo-fotovoltaico-pme.aspx> (acedido a 31/10/2017).

[38] - Ribeiro, A. M. (2011/2012). Permutadores de calor. Apontamentos de Utilidades e Sistemas Térmicos. Instituto de Engenharia do Porto.

[39] - Genc, M., Genc, S. Goksungur Y. (2016) Exergy analysis of wine production: Red wine production process as a case study. Elsevier Applied Thermal Engineering. 117 (2017) 512-521.

[40] - Kardjilova, K. (2016). Changes in select winw physical properties during the short-time storage. Department of physics, Faculty of Engineering, Slovak University of Agriculture in Nitra. Vol. 62, 2016 (3): 147-153.

ANEXO A – SISTEMA FOTOVOLTAICO

ANEXO A.1 PAINEL FOTOVOLTAICO

Na figura A.1 apresenta-se as características dos módulos do painel fotovoltaico como explicado no subcapítulo 4.1.

The image shows a promotional page for the Trina Solar Honey Module. At the top, there are navigation tabs for 'Mono', 'Multi', and 'Solutions', with 'Multi' selected. The main heading is 'THE Honey MODULE'. To the right, three solar panels are shown in a perspective view, labeled 'PD05', 'PD05.08', and 'PD05.05'. The left side of the page lists key specifications in a blue box: '60 CELL MULTICRYSTALLINE MODULE', '255-270W POWER OUTPUT RANGE', '16.5% MAXIMUM EFFICIENCY', and '0~+5W POSITIVE POWER TOLERANCE'. Below this is a paragraph of text about Trina Solar's commitment to quality and service, followed by the company name and website. A 'LINEAR PERFORMANCE WARRANTY' graph shows power output over 25 years. The right side of the page lists five key features with icons: 'Our most versatile product', 'Maximize Limited Space', 'Highly reliable due to stringent quality control', and 'Certified to withstand challenging environmental conditions'. At the bottom, there is a section for 'Comprehensive products and system certificates' listing various international standards and certification logos like UL, CE, ISO, and PV CYCLE.

60 CELL MULTICRYSTALLINE MODULE

255-270W POWER OUTPUT RANGE

16.5% MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W POSITIVE POWER TOLERANCE

As a leading global manufacturer of next generation photovoltaic products, we believe close cooperation with our partners is critical to success. With local presence around the globe, Trina is able to provide exceptional service to each customer in each market and supplement our innovative, reliable products with the backing of Trina as a strong, bankable partner. We are committed to building strategic, mutually beneficial collaboration with installers, developers, distributors and other partners at the backbone of our shared success in driving Smart Energy Together.

Trina Solar Limited
www.trinasolar.com

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY
10 Year Product Warranty - 25 Year Linear Power Warranty

Trina Solar
Smart Energy Together

Our most versatile product

- Compatible with all major BOS components and system designs
- 1000V UL/1000V IEC certified

Maximize Limited Space

- 60-cell module power output up to 270W
- Up to 165 W/m² power density

Highly reliable due to stringent quality control

- Over 30 in-house tests (UV, TC, HF, and many more)
- In-house testing goes well beyond certification requirements
- PID resistant
- 100% EL double inspection

Certified to withstand challenging environmental conditions

- 2400 Pa wind load
- 5400 Pa snow load
- 35 mm hail stones at 97 km/h

Comprehensive products and system certificates

- IEC 61215/ IEC 61730/ UL 1703/ IEC 61701/ IEC 62716
- ISO 9001: Quality Management System
- ISO 14001: Environmental Management System
- ISO 14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
- OHSAS 18001: Occupation Health and Safety Management System

UL LISTED, IEC, CE, ISO, PV CYCLE

Figura A.1 - Características dos módulos dos painéis fotovoltaicos.

ANEXO A.2 INVERSOR

Na figura A.2 apresenta-se o inversor utilizado no dimensionamento do painel fotovoltaico explicado no subcapítulo 4.1.

Solar inverters
ABB string inverters
TRIO-50.0-TL-OUT
50kW



The most powerful ABB string inverter available today, the TRIO-50.0 has been designed to maximize the ROI in large systems. It has all the advantages of a decentralized configuration for both rooftop and ground-mounted installations.

The new TRIO-50.0 inverter is ABB's three-phase string solution for cost efficient large decentralized photovoltaic systems for both commercial and utility applications.

Modular design
TRIO-50.0 has a landscape modular design to guarantee maximum flexibility.

The separate and configurable AC and DC compartments increase the ease of installation and maintenance with their ability to remain separately wired from the inverter module inside the system.

The TRIO comes with the most complete wiring box configurations available including 12 DC inputs, AC and DC switches and monitored type II AC and DC surge arresters.

Flexibility of installation
The TRIO 50's forced air cooling system, designed for a simple and fast installation, enables for the maximum flexibility of installation. The option of horizontal or vertical mounting brackets enables the best use of space available beneath or behind the solar modules.

Design flexibility
The double stage conversion topology offers the advantage of a wide input voltage range for maximum flexibility of the system design.

Highlights:

- Modular landscape design to guarantee maximum flexibility
- Separate and configurable AC and DC compartments increase the ease of installation and maintenance
- Complete wiring box configurations; including, 12 or 16 inputs, AC and DC switches
- Forced air cooling system
- Mounting supports for both horizontal or vertical positions
- Wide input voltage range for maximum flexibility of the system design

Power and productivity
for a better world™ **ABB**

Figura A.2 - Inversor utilizado no dimensionamento do painel fotovoltaico.

ANEXO B – PERMUTADOR

No anexo B encontram-se todos os cálculos efetuados para o dimensionamento do permutador de placas.

ANEXO B.1 – DIMENSIONAMENTO

Relativamente ao dimensionamento do permutador de placas foi necessário especificar as características de cada placa. Na tabela B.1 está apresentado as características das placas utilizadas no permutador.

Tabela B.1 – Características das placas utilizadas no dimensionamento.

Largura da placa - w (m)	0,12
Altura da placa- L (m)	0,25
Espessura da placa - Δx (m)	0,001
Espaçamento entre placas - b (m)	0,0015

Sabendo as dimensões de cada placa é possível proceder-se ao cálculo da área de transferência de calor e a área de escoamento.

$$A_{transferencia\ de\ calor} = L \times w = 0,25 \times 0,1 = 0,025\ m^2$$

$$A_{escoamento} = w \times b = 0,12 \times 0,0015 = 1,8 \times 10^{-4}\ m^2$$

De seguida, com as quantidades de fluido (vinho) a tratar em cada corrente foi possível calcular o caudal volumétrico (m^3/s) bem como o caudal mássico (kg/s) para cada uma das correntes, considerando um tempo de 2 horas para ambos os fluidos.

$$Q_f = \frac{Qtd\ de\ vinho}{Tempo} = \frac{10\ 000}{2} = 5000\ \frac{L}{h} = 5\ \frac{m^3}{h} = 1,389 \times 10^{-3}\ \frac{m^3}{s}$$

$$Q_q = \frac{Qtd\ de\ vinho}{Tempo} = \frac{7500}{2} = 3750\ \frac{L}{h} = 3,75\ \frac{m^3}{h} = 1,042 \times 10^{-3}\ \frac{m^3}{s}$$

Com os caudais calculados anteriormente foi possível calcular o calor trocado pelos fluidos, sabendo que o $c_{p\text{vinho}} = 3920 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ [39] e, que as temperaturas se apresentam na tabela B.2.

Tabela B.2 – Representação das temperaturas do vinho.

Tqe(°C)	15
Tqs(°C)	---
Tfe(°C)	-4
Tfs (°C)	5

$$q_f = Q_f \times \rho_f \times c_p \times (T_{fs} - T_{fe}) \text{ (Equação B.1)}$$

$$\Leftrightarrow q_f = 1,39 \times 10^{-3} \times 997,4 \times 3920 \times (5 - (-4))$$

$$\Leftrightarrow q_f = 48\ 8872,6 \text{ W}$$

Para os seguintes cálculos foi necessário calcular as propriedades do fluido quente e frio. Na tabela B.3 estão representadas as propriedades do fluido quente e frio.

Tabela B.3 - Propriedades dos fluidos [40].

Fluido	Densidade (ρ) kg/m³	Viscosidade (μ) Pa.s	Calor específico (c_p) J/kg.k	Condutividade (k) W/(m.k)
Frio	997,4	$1,7 \times 10^{-3}$	3920	0,44
Quente	996,06	$1,51 \times 10^{-3}$	3920	0,47

De seguida, foi necessário calcular a temperatura do fluido quente à saída do permutador e, por isso sabendo que o calor do fluido frio é igual ao calor do fluido quente obtem-se:

$$q_f = q_q$$

$$\Leftrightarrow Q_f \times \rho_f \times c_p \times (T_{fs} - T_{fe}) = Q_q \times \rho_q \times (T_{qe} - T_{qs})$$

$$\Leftrightarrow 1,39 \times 10^{-3} \times 997,4 \times 3920 \times (5 - (-4)) = \\ = 1,04 \times 10^{-3} \times 996,06 \times 3920 \times (15 - T_{qs})$$

$$\Leftrightarrow T_{qs} = 3^{\circ} \text{C}$$

Com as temperaturas de ambas as correntes foi possível calcular a temperatura média logarítmica (ΔT_{lm}) em condições de contracorrente:

$$\Delta T_{lm} = \frac{(T_{qe} - T_{fs}) - (T_{qs} - T_{fe})}{\ln\left(\frac{T_{qe} - T_{fs}}{T_{qs} - T_{fe}}\right)} \text{ (Equação B.2)}$$

$$\Leftrightarrow \Delta T_{lm} = \frac{(15-3) - (3-(-4))}{\ln\left(\frac{15-5}{3-(-4)}\right)}$$

$$\Leftrightarrow \Delta T_{lm} = 8,4^{\circ} \text{C}$$

Posteriormente para o cálculo dos coeficientes peliculares de transferência de calor para os dois fluidos recorreu-se à equação de Coulson e Richardson representada na equação B.3:

$$Nu = \frac{h \times D_{eq}}{k} = 0,26 \times Re^{0,65} \times Pr^{0,4} \times \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0,14}$$

Como a temperatura da parede é aproximadamente igual à temperatura do fluido considera-se $\left(\frac{\mu}{\mu_w}\right) = 1$, logo,

$$\frac{h \times D_{eq}}{k} = 0.26 \times Re^{0,65} \times Pr^{0,4} \text{ (Equação B.3)}$$

Sabendo que:

$$D_{eq} = 2 \times b = 2 \times 0,0015 = 3 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$N_p = 94 \text{ placas}$$

E,

$$Q_p = \frac{Q}{\frac{N_p+1}{2}} \text{ (Equação B.4)}$$

$$v = \frac{Q_p}{A_{escoamento}} \text{ (Equação B.5)}$$

$$Re = \frac{\rho \times v \times D_{eq}}{\mu} \text{ (Equação B.6)}$$

$$Pr = \frac{c_p \times \mu}{k} \text{ (Equação B.7)}$$

Sabendo para as propriedades dos fluidos se encontram na tabela B.3 e aplicando as equações B.4, B.5, B.6 e B.7 obteve-se os resultados na tabela B.4.

Tabela B.4 - Parâmetros calculados para o fluido quente e frio.

Fluido	Q_p (m ³ /s)	v_p (m/s)	Re	Pr
Frio	$2,92 \times 10^{-5}$	0,16	285,52	15,20
Quente	$2,19 \times 10^{-5}$	0,12	242,45	13,58

Utilizando os parâmetros calculados na tabela B.4 procedeu-se aos cálculos dos coeficientes peliculares de transferência de calor para o fluido frio e quente recorrendo à equação B.3.

$$\frac{h_f \times 3 \times 10^{-3}}{0,44} = 0.26 \times 285,52^{0,65} \times 15,20^{0,4}$$

$$h_f = 4468,9 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

$$\frac{h_q \times 3 \times 10^{-3}}{0,47} = 0,26 \times 242,45^{0,65} \times 12,58^{0,4}$$

$$h_q = 3979,4 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

Para o cálculo do coeficiente global de transferência de calor recorre-se à seguinte equação:

$$\frac{1}{U \times A} = \frac{1}{h_q \times A} + \frac{1}{h_f \times A} + \frac{\Delta x}{k \times A}$$

Considerando a condução da parede desprezável:

$$\frac{1}{U \times A} = \frac{1}{h_q \times A} + \frac{1}{h_f \times A}$$

Como a área de transferência de calor é constante:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_q} + \frac{1}{h_f}} \text{ (Equação B.8)}$$

Utilizando a equação B.8 calculou-se o coeficiente global de transferência de calor.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{3979,4} + \frac{1}{4468,9}} = 2105 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

O número de placas é calculado tendo em conta o calor envolvido, o coeficiente global de transferência de calor e a média logarítmica da diferença de temperaturas do fluido frio e quente recorrendo à equação B.9.

$$q = U \times A_{\text{transferencia de calor}} \times (N_p - 2) \times \Delta T_{lm} \text{ (Equação B.9)}$$

$$\Leftrightarrow 48\ 8872,6 = 2105 \times 0,03 \times (N_p - 2) \times 8,4$$

$$\Leftrightarrow N_p = 94 \text{ placas}$$