



Instituto Politécnico de Santarém

Escola Superior Agrária

**Estudo da estabilidade da
Pera Rocha de baixo
calibre desidratada
osmoticamente**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre na área
de Tecnologia Alimentar

Rafael Alexandre Duarte Marques

2020, outubro

INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM
Escola Superior Agrária de Santarém
Mestrado em Tecnologia Alimentar

**Estudo da estabilidade de Pera Rocha de baixo calibre desidratada
osmoticamente**

**Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre na
área de Tecnologia Alimentar**

Rafael Alexandre Duarte Marques

Orientador: Doutora Maria Gabriela de Oliveira Lima Basto de Lima

Co-Orientador: Doutora Ana Maria de Gomes Sousa Neves

Santarém, 2020

Agradecimentos

Não posso deixar de agradecer a diversas pessoas, sem as quais não seria possível realizar este trabalho e às quais me encontro eternamente grato.

À minha família, nomeadamente aos meus pais, irmã e cunhado;

À minha namorada;

Ao Departamento de Tecnologia Alimentar, Biotecnologia e Nutrição da Escola Superior Agrária de Santarém que disponibilizou os laboratórios para a realização dos ensaios de desidratação osmótica;

Ao Laboratório de Química da Escola Superior Agrária de Santarém que disponibilizou os laboratórios para a realização de análises físico-químicas;

Ao Laboratório de Microbiologia da Escola Superior Agrária de Santarém que disponibilizou os laboratórios para a realização de análises microbiológicas;

À Professora Maria Gabriela Basto de Lima por todo o apoio prestado;

À Professora Ana Maria Neves por todo o apoio prestado;

À Maria Alice Rodrigues pela ajuda e transmissão de conhecimentos;

A todos aqueles que, apesar de não os mencionar, contribuíram para este trabalho.

O meu Muito Obrigado!

Resumo

Este trabalho consistiu na aplicação da desidratação osmótica a pera Rocha de baixo calibre.

A pera foi fatiada e as fatias foram imersas em soluções de sacarose com várias concentrações (20 %-30 %-40 % (m/m)), a várias temperaturas (20 °C-30 °C-40 °C), durante 240, 360 e 480 minutos.

Constatou-se que o processo de desidratação osmótica provocou a diminuição da atividade de água. O tempo de imersão e a temperatura e a concentração de sacarose influenciam os parâmetros analisados, sendo a concentração de sacarose provavelmente o fator mais significativo.

Na prova sensorial, verificou-se a preferência dos provadores pelo ensaio de 30 % (m/m) de sacarose e 30 °C.

Pelos ensaios microbiológicos realizados, é possível considerar que a pera desidratada é estável do ponto de vista microbiológico.

A análise proximal permitiu obter alguns parâmetros da composição nutricional da pera desidratada e verificaram-se diferenças em relação à literatura consultada.

Palavras-chave: pera Rocha; desidratação osmótica; análise sensorial; análise microbiológica

Abstract

This work consisted of the application of osmotic dehydration to low-caliber Rocha pear.

The pear was sliced and the slices were immersed in sucrose solutions with various recommendations (20% -30% -40% (m / m)), at various temperatures (20 °C-30 °C-40 °C), during 240, 360 and 480 minutes.

It was found that the osmotic dehydration process caused a decrease in water activity. The immersion time and temperature and sucrose concentration influence the calculation parameters, with sucrose concentration probably being the most significant factor.

In the sensorial test, the preference of the tasters was verified by the assay of 30% (w / w) of sucrose and 30 °C.

From the microbiological tests carried out, it's possible to consider that the dried pear is microbiologically stable.

The proximal analysis needs to obtain some parameters of the nutritional composition of the dehydrated pear and differences were verified in relation to the consulted literature.

Key-words: Rocha pear; osmotic dehydration; sensory analysis; microbiological analysis

Índice

Agradecimentos	3
Resumo	4
Abstract	5
Abreviaturas e Nomenclatura	10
1. Enquadramento	11
2. Objetivo	12
3. Revisão bibliográfica	13
3.1. Pera Rocha, origem e características	13
3.2. Produção e consumo	15
3.3. Importância económica	18
3.4. Desidratação osmótica de alimentos	19
3.4.1. Fundamento do processo	19
3.4.2. Agente osmótico	22
3.4.3. Temperatura e Tempo de imersão	23
3.4.4. Formato e dimensão do produto	24
3.4.5. Proporção entre massa de solução e de produto	25
3.4.6. Alterações físico-químicas do produto desidratado	25
3.4.7. Atividade de água	26
3.4.8. Cor	27
3.4.9. Textura	27
3.4.10. Vantagens e desvantagens da DO	27
3.5. Análise Sensorial	28
3.6. Análises microbiológicas	28
3.7. Análise proximal	32
4. Materiais e Métodos	33
4.1. Materiais	33
4.2. Métodos	34
4.2.2. Métodos analíticos	36
4.2.3. Análise sensorial	38
4.2.4. Análises microbiológicas	38
4.2.5. Análise proximal	40
5. Apresentação e discussão de resultados	41
5.1. Teor de humidade	41
5.2. Teor de sólidos solúveis	43

5.3. Atividade de água.....	45
5.4. Perda de peso, perda de água e ganho de sólidos	47
5.5. Análise sensorial	53
5.6. Análise microbiológica	55
5.7. Análise proximal.....	58
6. Considerações finais	60
7. Referencias bibliográficas.....	63
Anexos.....	69
Anexo 1 – Folha de prova da Análise Sensorial	70
Anexo 2 – Metodologia utilizada na análise proximal	72
Anexo 3 – Boletins de resultados da análise proximal da pera desidratada	76
Anexo 4 – Boletins de resultados da análise microbiológica da pera desidratada	78

Índice de figuras

Figura 1 - Distribuição geográfica da produção de pera rocha, (Retirado de ANP, 2019).....	14
Figura 2 - Gráfico representativo da área de produção e produção de pera na UE nos anos de 2015, 2016 e 2017, (Retirado de FAO, 2019).....	16
Figura 3 - Produção e área de produção de pera em 2017, (Retirado de FAO, 2019)	16
Figura 4 - Gráfico representativo da produção de Pera e a média entre 2014-2018, (Retirado de INE, 2019).....	17
Figura 5 - Fluxos de transferência de massa na DO, (Retirado de Fumagalli, F, 2003).....	20
Figura 6 - Esquema da célula que sofre plasmólise, (Retirado de <i>Biology Online</i> , 2020).....	22
Figura 7 - Esquema da descrição do processo, (Adaptado de Rodrigues, A., 2017).....	36
Figura 8 - Gráficos do teor de humidade inicial e final para uma solução de 20 % de sacarose, temperaturas de 20, 30 e 40 °C nos tempos 240, 360 e 480 min.	42
Figura 9 - Gráficos do teor de humidade inicial e final para uma solução de 30 % de sacarose, temperaturas de 20, 30 e 40 ° C e tempos 240, 360 e 480 min.	42
Figura 10 - Gráficos do teor de humidade inicial e final para uma solução de 40 % de sacarose, temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	43
Figura 11 - Gráficos do teor de sólidos solúveis inicial e final para uma solução de 20 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	44
Figura 12 - Gráficos do teor de sólidos solúveis inicial e final para uma solução de 30 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	44
Figura 13 - Gráficos do teor de sólidos solúveis inicial e final para uma solução de 40 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	44
Figura 14 - Gráfico da atividade de água inicial e final para uma solução de 20 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	46
Figura 15 - Gráfico da atividade de água inicial e final para uma solução de 30 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	46
Figura 16 - Gráfico da atividade de água inicial e final para uma solução de 40 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	46

Figura 17 - Gráfico da perda de peso e perda de água para uma solução de 20 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	47
Figura 18 - Gráfico da perda de peso para uma solução de 20 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	48
Figura 19 - Gráfico da perda de água para uma solução de 20 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	48
Figura 20 - Gráfico do ganho de sólidos para uma solução de 20 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	49
Figura 21 - Gráfico da perda de peso e perda de água para uma solução de 30 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	49
Figura 22 - Gráfico da perda de peso para uma solução de 30 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	49
Figura 23 - Gráfico da perda de água para uma solução de 30 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	50
Figura 24 - Gráfico do ganho de sólidos para uma solução de 30 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	50
Figura 25 - Gráfico da perda de peso e perda de água para uma solução de 40 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	51
Figura 26 - Gráfico da perda de peso para uma solução de 40 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	51
Figura 27 - Gráfico da perda de água para uma solução de 40 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	52
Figura 28 - Gráfico do ganho de sólidos para uma solução de 40 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.	52
Figura 29 - Pontuação de ordenação dos três ensaios em estudo	54
Figura 30 - Apreciação global dos três ensaios em estudo.....	54
Figura 31 - Evolução das populações de microrganismos a 30 °C.	57
Figura 32 - Evolução das populações de fungos.	57

Índice de quadros

Quadro 1 -- Composição da pera Rocha (por 100g de matéria prima), (Adaptado de Soares <i>et al.</i> , 2001)	15
Quadro 2 - Produção de pera em 2016, 2017 e 2018 em Portugal, (Adaptado de INE 2019).	17
Quadro 3 - Produção de pera rocha em 2016, 2017 e 2018 em Portugal.....	18
Quadro 4 - Importações e exportações de Pera no ano de 2017, (Adaptado de INE, 2019)	18
Quadro 5 - Importações e exportações de Pera no ano de 2018, (Adaptado de INE, 2019)	18
Quadro 6 - Quantidade de pera rocha produzida e destinada à exportação e importação e o respetivo impacto financeiro da exportação.....	19
Quadro 7 - Soluções osmóticas para a desidratação osmótica, (Adaptado de FSTA, 2016).	22
Quadro 8 - Critérios microbiológicos internacionais para fruta desidratada, (Adaptado de NAS, 2003)	31
Quadro 9 - Critérios microbiológicos limite recomendados de acordo com European Pharmacopoeia (EP) e a World Health Organization (WHO), (Adaptado de AHPA, 2014)	32
Quadro 10 - Composição nutricional da Pera Desidratada, (Adaptado de INSA, 2020).....	33

Quadro 11 - Mapa de ensaios preparatórios.....	35
Quadro 12 - Teor de Humidade final para temperatura de 20, 30 e 40 °C e para concentrações de sacarose de 20, 30 e 40 %.....	43
Quadro 13 - Resultados médios obtidos da análise proximal á pera desidratada, o respetivo padrão e os valores referência.....	59
Quadro 14 - Valor da atividade de água da pera desidratada.....	59
Quadro 15 - Boletim de valores da gordura e fibra da pera desidratada.....	76
Quadro 16 - Boletim de resultados da Humidade e Cinza da pera desidratada	76
Quadro 17 - Boletim de resultados da atividade de água da pera desidratada	76
Quadro 18 - Boletim de resultados de Glúcidos da pera desidratada.....	77
Quadro 19 - Boletim da composição nutricional da pera desidratada.....	77
Quadro 20 – Resultados microbiológicos de microrganismos a 30 °C e microrganismos a 30 °C Osmotolerantes	78
Quadro 21 - Resultados microbiológicos de Bolores e Leveduras e Bolores e Leveduras Osmotolerantes	78
Quadro 22 - Média e desvio padrão para as populações de microrganismos a 30 °C osmotolerantes e Bolores e Leveduras osmotolerantes no decorrer dos 6 meses de estudo.....	79
Quadro 23 - Média e desvio padrão para as populações de microrganismos a 30 °C e Bolores e Leveduras no decorrer dos 6 meses de estudo	79

Abreviaturas e Nomenclatura

Abreviaturas

DO – Desidratação osmótica

PA – Perda de água

PP – Perda de peso

GS – Ganho de sólidos

PPO – Enzima Polifenol Oxidase

3030 – Ensaio preparatório com concentração de 30% (m/m) de sacarose a 30 °C

3040 - Ensaio preparatório com concentração de 30% (m/m) de sacarose a 40 °C

Nomenclatura

a_w – Atividade de água

DO- Desidratação osmótica

GS – Ganho de sólidos

ha – Hectare (equivale a 10 000 m²)

H_f - Teor de humidade final de pera desidratada.

H_i– Teor de humidade inicial de pera fresca.

PA – Perda de água

P_f - Peso final de pera desidratada.

pH - Potencial hidrogénico de pera

P_i - Peso inicial de pera fresca.

PP – Perda de peso

t – Tonelada (equivale a 1000 kg)

TSS_f - Teor de sólidos solúveis final de pera desidratada.

TSS_i - Teor de sólidos solúveis inicial de pera fresca.

1. Enquadramento

Desde sempre, o Homem teve a necessidade de encontrar formas de conservação de alimentos, sendo que a remoção de água do alimento pelo processo da secagem foi uma forma de o fazer. Com o avanço tecnológico foram desenvolvidos novos processos de secagem, sendo a desidratação osmótica um pré-tratamento para secagem posterior.

Conjugando uma maior exigência por parte dos consumidores com a procura de novos produtos, surgiram no mercado produtos desidratados e em particular a fruta desidratada.

A Pera Rocha é uma variedade de pera originalmente Portuguesa e com um elevado interesse gastronómico e económico para Portugal, em especial para a zona Oeste. As peças de frutas que não cumprem determinados requisitos, principalmente em termos de calibre, acabam por ser deixadas no chão do pomar ou, em alguns casos, são aproveitadas para a produção de sumos.

Com o surgimento do consumo de fruta desidratada abriu-se uma porta para a comercialização, aproveitamento e valorização da fruta de baixo calibre. Assim os produtores conseguem rentabilizar toda a fruta produzida. Contudo o nicho de mercado de fruta desidratada, e de pera desidratada em particular, ainda é de pequena proporção, sendo que este produto, em virtude de todo o seu processamento, poderá ser dispendioso, não sendo acessível para todos, pelo que seria do interesse comum o surgimento de um processo com o qual fosse possível obter um produto a um preço mais acessível, mantendo a qualidade da fruta

2. Objetivo

O principal objetivo do presente trabalho foi a aplicação de uma nova tecnologia de pré-tratamento por desidratação osmótica, antecedendo o processo de secagem, utilizando como matéria-prima pera rocha de baixo calibre. Desta forma promove-se o valor acrescentado ao produto para além de se poder verificar a redução do desperdício alimentar.

De forma a alcançar este objetivo o procedimento foi o seguinte:

- Analisar as características físico-químicas das peras.
- Analisar as características físico-químicas das peras após submetidas ao processo de desidratação osmótica utilizando uma solução de sacarose. Os parâmetros foram os seguintes: perda de água, perda de peso, ganho de sólidos, teor de sólidos solúveis totais e atividade da água.
- Estabelecer correlações entre os parâmetros analisados.
- Verificar as características sensoriais das peras desidratadas.
- Avaliar a estabilidade microbiológica do produto desidratado.
- Avaliar a composição nutricional do produto desidratado

3. Revisão bibliográfica

3.1. Pera Rocha, origem e características

A pera rocha da Oeste denominação de origem protegida (DOP) pertence à família das *Rosáceas* e da (espécie *Pyrus communis L*) e é o fruto obtido a partir da pereira “Rocha”.

De acordo com Associação Nacional de Produtores de Pera Rocha (ANP) (2019) esta surgiu em 1836, quando o Sr. Pedro António Rocha descobriu na sua propriedade (chamada na altura de “fazenda Rocha”) no concelho de Sintra uma pereira “diferente”. O Sr. Pedro Rocha orgulhoso dos seus frutos únicos, convidava em setembro amigos para desfrutarem desta fruta única à época e, desde essa altura, esta variedade disseminou-se e ganhou fama, sendo que de forma a homenagear o Sr. Rocha esta variedade passou a denominar-se Pera Rocha.

Desde 1836 a Pera Rocha dispersou-se pela zona oeste, onde os fatores edafo-climáticos (tipo de solo, humidade do ar, vento, clima, relevo) são condições determinantes para a produção desta fruta, estando delimitada (como se pode verificar na figura 1) a sul por Sintra e a Norte por Pombal (Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR), 2018). A Associação Nacional de Produtores de Pera Rocha (ANP) (1997) refere que esta região tem condições ímpares para esta variedade, a nível edáfico-climático, sendo que a proximidade ao mar tem um papel importante nas variações térmicas, evitando ou diminuindo o inconveniente de geadas tardias.



Figura 1 - Distribuição geográfica da produção de pera rocha, (Retirado de ANP, 2019)

A ANP (2019) refere que apesar de ter sido descoberta em 1836, apenas 90 anos depois é que foi reconhecida no 2.º Congresso Nacional de Pomologia, em Alcobaça. O regente agrícola Guilherme Joaquim da Matta relatou acerca da Pera Rocha:

“Constando-me que na Ribeira de Sintra várias pessoas afirmavam conhecer a pereira ‘Rocha’ de onde haviam sido tirados os primeiros garfos, ali me dirigi e obtive não só a confirmação do que diziam, como me mostraram na referida fazenda do Rocha a pereira a que se referiam, situada num pequeno valado que separa o pomar da terra lavradia e tendo perto mais quatro ou cinco exemplares de aspeto mais novo. Logo à primeira vista um facto que se me deparou digno de atenção – a robustez da árvore. Encontrava-me, de facto, em presença de um exemplar cuja idade reparei, quer pelo aspeto, quer por informação das pessoas idosas presentes, não inferior a 90 anos”.

Excerto retirado de ANP (2019).

Atualmente a colheita deste fruto inicia-se a meados de agosto podendo prolongar-se até meados de setembro e é realizada de forma tradicional, manualmente, tal como antigamente. Depois de colhido, o fruto é colocado em caixas de madeira/plástico que se encontram nas linhas das árvores, sendo transportadas posteriormente para centrais fruteiras e aí colocadas em câmaras de refrigeração com atmosfera controlada com temperaturas entre os 0 e 1 °C até serem expedidas, sendo possível conservarem-se nestas condições 7 a 8 meses (ANP, 2019).

Em geral, a composição nutricional de frutos e a pera rocha em particular, representado no **quadro 1**, é bastante variável dependendo de diversos fatores como: grau de maturação, técnicas culturais e data de colheita (Rossa, 2004).

Quadro 1 -- Composição da pera Rocha (por 100g de matéria prima), (Adaptado de Soares et al., 2001)

Parte edível (g/100g)	Água (g/100g)	Proteína (g/100g)	Gordura (g/100g)	Glúcidos (g/100g)	Valor Energético (kcal/100g)
78	85,5	0,2	0,5	9,4	43

De acordo com a ANP (1997) a pera possui sais minerais, como Sódio, Potássio, Fósforo, Cálcio, Enxofre, Ferro, Magnésio, zinco, é rica em fibras, contendo diversas vitaminas.

Segundo a ANP (1997) esta fruta é caracterizada por ser de forma variável (redonda, ovada), pedúnculo médio de 33 mm, possuir uma cor verde/amarelo clara (consoante estado de maturação), por vezes com uma mancha ténue rosada do lado do sol, e tem a superfície lisa. O calibre médio é de 60/65 mm e com um peso que varia entre 123 e 153 g.

A ANP (1997) refere ainda que do ponto de vista sensorial, a polpa desta variedade é caracterizada por ser branca, macia, granulosa, doce, não ácida e de perfume ligeiramente acentuado.

A ANP (1997) refere ainda, que a carepa (manchas ou pontuações castanhas na epiderme) é uma característica muito importante e típica desta variedade, apresentando-se unida na base, dispersa-se irregularmente por toda a superfície e tende a concentrar-se na fossa apical. A concentração da carepa no fruto varia consoante as condições edafo-climáticas em cada ano (DGADR, 2018).

3.2. Produção e consumo

Relativamente à União Europeia, de acordo com a FAO (2019) e conforme se pode visualizar na **figura 2**, em 2015 houve uma área de produção de 117846 ha para uma produção de 2523970 toneladas; em 2016 houve uma área de produção de 116830 ha para uma produção de 2364285 toneladas e em 2017 houve uma área de produção de 116016 ha para uma produção de 2416915 toneladas de pera.

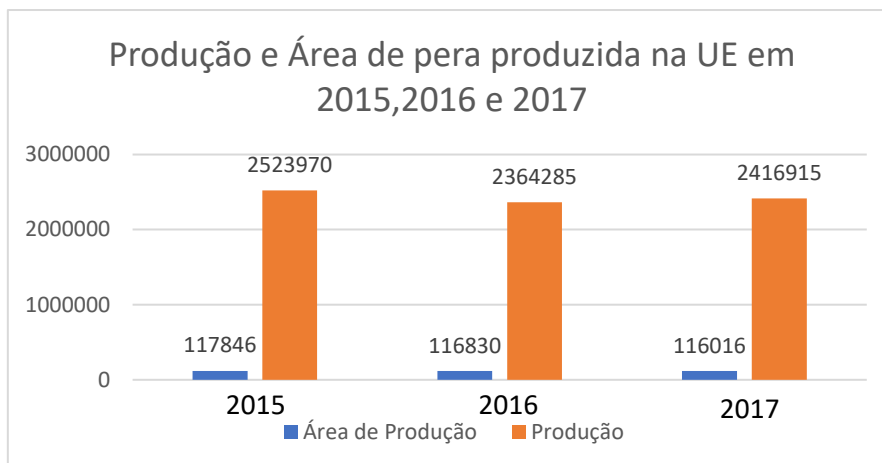


Figura 2- Gráfico representativo da área de produção e produção de pera na UE nos anos de 2015, 2016 e 2017, (Retirado de FAO, 2019)

Realizando uma análise a nível mundial, de acordo com FAO (2019) é possível constatar que em 2017 a maior produtora de pera é a China, seguindo-se a Argentina, Itália e Estados Unidos da América, sendo que Portugal encontra-se em 9º lugar.

Na **figura 3** pode-se ver claramente que a China tem uma produção e área de produção superior a qualquer outro, o que faz da China a maior produtora de pera do mundo.

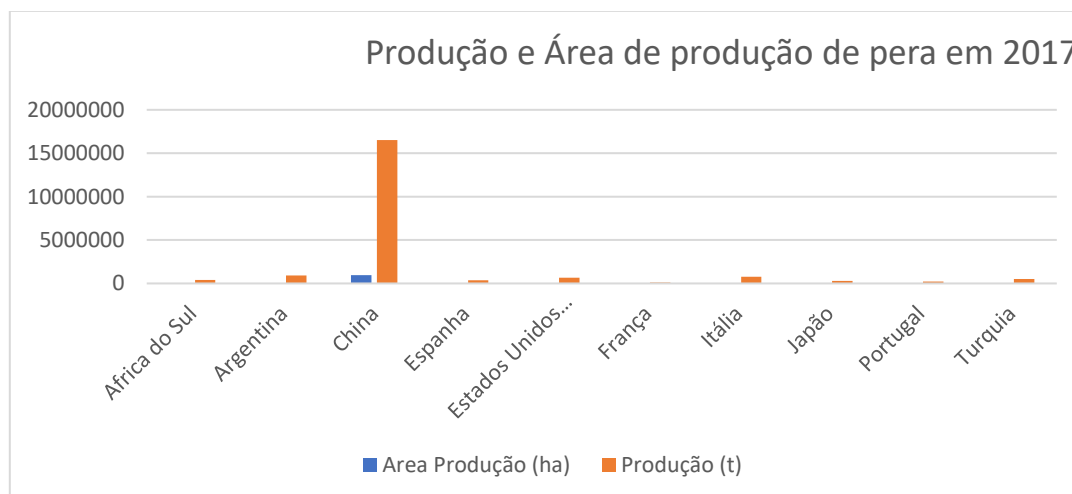


Figura 3 - Produção e área de produção de pera em 2017, (Retirado de FAO, 2019)

De acordo com INE (2019), a colheita de pera no ano de 2018 terminou em final de setembro.

O Instituto Nacional de estatística (INE) referiu que em 2019 existiu uma quebra de produção na ordem dos 20,2 % face ao ano de 2017, tendo diminuído para as 161,4 mil toneladas. Esta fonte informa ainda que apesar das peras deste ano terem um calibre inferior, apresentavam uma boa qualidade organolética.

Tal como se pode visualizar na **figura 4** e no **quadro 2**, a produção de pera diminuiu em 2018 para 161, 4 mil toneladas, sendo que em 2017 existiu uma produção de 202,3 mil toneladas. A produção em 2018 fica também marcada por se encontrar num valor abaixo da média entre 2014 e 2018, tal como se pode verificar pela linha azul na **figura 4**.

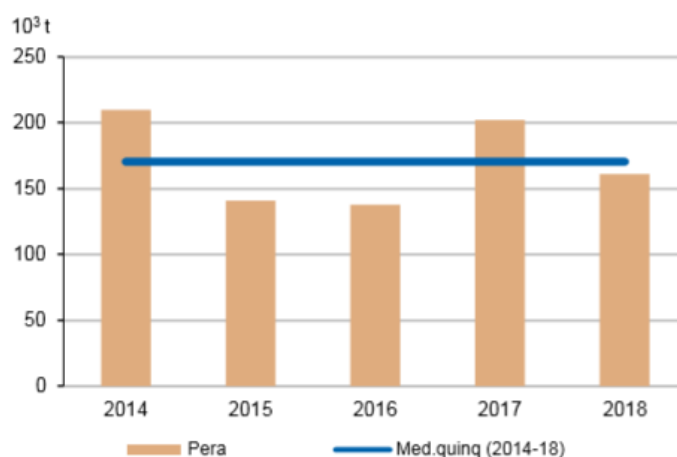


Figura 4 - Gráfico representativo da produção de Pera e a média entre 2014-2018, (Retirado de INE, 2019).

Quadro 2 - Produção de pera em 2016, 2017 e 2018 em Portugal, (Adaptado de INE 2019).

Produção de pera em Portugal em 2016, 2017 e 2018 (em toneladas)		
2016	2017	2018
137 805	202 277	161 353

De acordo com o INE (2019), uma justificação para a baixa produtividade em 2018 foi o calor excessivo, sentido no início de agosto desse mesmo ano, o que provocou uma paragem de crescimento dos frutos e assim não atingiram o calibre desejado, conseqüentemente, registou-se um menor peso de produção de pera.

Apesar de todos os valores apresentados anteriormente tendo como referência INE (2019) serem relativos à produção de pera em território nacional, nem toda a pera produzida é da variedade Rocha. O INE (2019) refere que a Rocha é a variedade largamente predominante nos pomares de produção de peras. O Marketing Agrícola (MA) (2016) informa que a variedade Rocha representa 95% da produção nacional, sendo que entre as outras variedades destaca-se a Carapinheira.

Tendo por base o valor referência (95%) para a percentagem de pera rocha produzida, é apresentada no **quadro 3** a produção de pera rocha em Portugal entre 2016 e 2018.

Acompanhando a tendência geral verificada na produção de pera em território nacional, a produção de pera rocha também aumentou em 2017, tendo diminuído em 2018.

Quadro 3 - Produção de pera rocha em 2016, 2017 e 2018 em Portugal.

Produção de pera rocha em Portugal em 2016, 2017 e 2018 (em toneladas).		
2016	2017	2018
130 915	192 163	153 285

3.3. Importância económica

De acordo com o **quadro 4**, no ano de 2017 houve um total de 17 320 toneladas de pera importada, o que equivale a um total de 16 806 000 €, sendo que nesse mesmo ano existiu um total exportado de 107 973 toneladas equivalente a 93 472 000 €.

Quadro 4 - Importações e exportações de Pera no ano de 2017, (Adaptado de INE, 2019)

Importações e exportações de pera e respetivo valor em 2017			
Importações		Exportações	
T	x 1 000 €	T	x 1 000 €
17 320	16 806	107 973	93 472

Como se pode observar no **quadro 5**, em 2018 houve um aumento de pera importada relativamente a 2017, tendo sido importadas 19 436 toneladas, equivalente a 17 034 000 €. Relativamente a exportações, houve um decréscimo comparativamente a 2017, explicado também pela redução de produção, para um total de 96 421 toneladas, equivalente a 78 831 000 € (INE, 2019).

Quadro 5 - Importações e exportações de Pera no ano de 2018, (Adaptado de INE, 2019)

Importações e exportações de pera e respetivo valor em 2018			
Importações		Exportações	
T	x 1 000 €	T	x 1 000 €
19 436	17 034	96 421	78 831

A ANP (2019) refere que em 2018, 60 % da produção de pera rocha é exportada para países como Reino Unido, Rússia, Marrocos, França, Espanha, Brasil, Canadá. Sendo que, 40 % da produção nacional de pera rocha destina-se ao mercado interno,

como se pode ver no **quadro 6** a quantidade, em toneladas, de pera rocha destinada à exportação e importação no ano de 2018 e o respetivo impacto económico da exportação.

Quadro 6 - Quantidade de pera rocha produzida e destinada à exportação e importação e o respetivo impacto financeiro da exportação

Ano	2018
Produção (em toneladas, t)	153 285
Quantidade destinada ao mercado interno (t)	61 314
Quantidade destinada à exportação (t)	91 971
Valor obtido pela exportação (x 1000 €)	75 193

Considerando que 95% da pera produzida em Portugal é da variedade Rocha, sendo que esta é produzida num limitado espaço territorial e com toda a importância económica envolvida, pode-se afirmar que esta variedade de pera tem uma grande importância para Portugal particularmente na região Oeste.

3.4. Desidratação osmótica de alimentos.

3.4.1. Fundamento do processo

De acordo com Shi, X.Q. & Fito, P. (1993), a desidratação osmótica (DO) é uma alternativa aos processos convencionais de desidratação e tem vindo a ser utilizada na indústria fruteira, de vegetais, de carne e peixe de forma crescente.

Esta tecnologia consiste na redução da atividade da água, o que leva a reduzir o crescimento e desenvolvimento de microrganismos patogénicos e indesejáveis ao consumidor e assim aumentar o tempo de vida útil do produto (Rosa & Giroux, 2001). Permitindo assim transformar produtos perecíveis e pouco valorizados em produtos com maior valor económico e com maior tempo de vida, permitindo também preservar as características nutricionais e sensoriais do produto, reduzir a temperatura, e consequentemente, os custos energéticos do processo de secagem. Contudo esta tecnologia não oferece produtos com teor de água suficientemente reduzido para estabilizar em armazenamento de forma a não re-hidratar à temperatura ambiente (Isabella, 2013). Segundo Mendes, *et al.* (2013), há a permanência de uma camada de açúcar/sal na superfície do produto, o que poderá ser um inconveniente no processo.

A DO é utilizada como um processo que antecedente a outras tecnologias de desidratação, apresentando melhor qualidade no produto desidratado (Rastogi *et al.*,

2004). Apesar da DO levar à redução da atividade de água, esta redução não é suficiente para reduzir de forma a garantir produtos seguros do ponto de vista microbiológico, pelo que este processo deve ser encarado como um processo complementar a outras tecnologias.

A DO pode preceder diversos processos como a congelação, secagem (liofilização, vácuo, ar quente) ou pasteurização (Apaza, 2007).

Teoricamente, este processo, consiste em emergir o produto numa solução hipertónica (sal ou açúcar), originando dois fluxos em contra-corrente, através das membranas e paredes celulares da fruta, ou seja, um fluxo no qual a água do alimento sai deste para a solução e, simultaneamente, há um segundo fluxo onde ocorre a transferência do soluto da solução para o interior do produto, tal como está representado na **figura 5**. Estes fluxos originam uma diminuição da atividade da água no produto e aumentando o seu tempo de vida útil (Salvatori *et al.*, 1999). A qualidade do produto desidratado depende de diversos fatores, tais como: a solução hipertónica utilizada, a sua concentração, o binómio tempo/temperatura, as características do fruto, entre outros (Mendes, *et al.*, 2013).

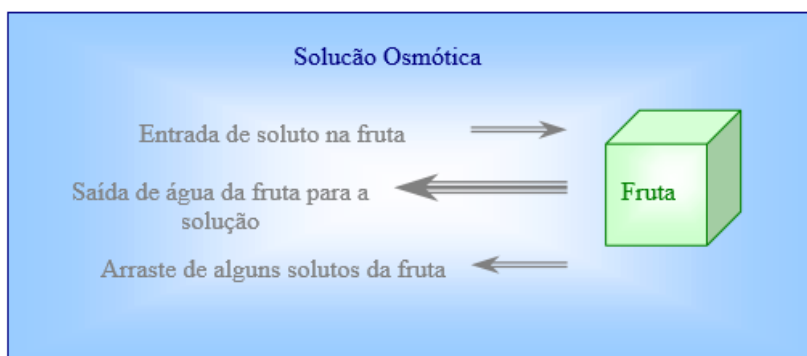


Figura 5 - Fluxos de transferência de massa na DO, (Retirado de Fumagalli, F, 2003)

Existe um terceiro fluxo, que apesar de pouco relevante, tem alguma influência na qualidade nutricional e organoléptica da fruta. Consiste na lixiviação (processo de extração de uma substância de sólido através da sua dissolução num líquido) dos compostos hidrossolúveis (açúcares, vitaminas, minerais, etc.) (Lenart, 1996; Torreggiani, 1993;).

Labuza (1990) referiu que os produtos que sofrem DO têm uma atividade de água entre 0,6 e 0,9 e, por isso, estes produtos podem ser microbiologicamente estáveis.

Durante a remoção de água, a frente de desidratação do fruto dirige-se desde da superfície que está em contacto com a solução osmótica em direção ao centro, sendo que esta ação pode levar à ocorrência de danos celulares visto que se verifica redução de tamanho devido à perda de água (Rastogi *et al.*, 2004).

De acordo com Torreggiani (1993), a remoção de água é de 40 a 70 % (m/m) e o ganho de solutos de 5 a 25 % (m/m).

A DO permite assim remover parcialmente a água do material celular do alimento, quando imerso numa solução hipertônica, sem o danificar e sem alterar muito significativamente a sua qualidade, sendo que permite que a fruta desidratada por este processo mantenha algumas das características organolépticas semelhantes da fruta em fresco.

Raoult-Wack *et al.* (1994) referiu que, na DO se forma uma camada superficial de soluto com cerca de 2 mm. Esta camada tem um papel importante na transferência de massa no decorrer do processo, pois contribui para a perda de água e limita a absorção de soluto. Esta camada pode ter influência sobre o produto no processo de secagem (Raoult-Wack *et al.*, 1994).

A transferência de água e ganho de sólidos durante a DO depende de vários fatores, tais como: características e concentração da solução osmótica, temperatura da solução, tempo de imersão do produto na solução, as características da fruta, entre outros.

A transferência de massa e de água durante a DO é também influenciada pela membrana celular do fruto e de acordo com Lazarides (1994) esta influência poderá ser diferente não só entre variedades, e dentro da variedade, consoante o estado de maturação dos frutos.

Giangiaco *et al.* (1987) refere que a transferência de água e solutos também é influenciada pelo grau de compactação dos tecidos, pela natureza da solução e pela atividade enzimática da fruta.

O tecido celular dos frutos é constituído por diversas células e espaços intercelulares (ligados entre si pela lamela média) e têm uma dimensão significativa. Estes espaços são permeáveis à água e a solutos de pequena dimensão (Nobel, 1991).

Em condições normais, a pressão interna da célula empurra a membrana plasmática contra a parede celular e se for adicionado um soluto à água, quanto maior a concentração menor será a pressão hidrostática dentro da célula. Desta forma, o fluxo de água ocorre para fora da célula e esta irá encolher até deixar de ser turgida, levando

a que a água se comece a mover para fora da célula e a membrana plasmática e a parede celular começam a afastar-se (plasmólise incipiente), Com o aumento da concentração do soluto, a água sai da célula e ocorre a entrada de soluto, resultando no colapso celular (plasmólise). (Nobel, 1991). Na **figura 6** encontra-se esquematizada a plasmólise celular, a plasmólise incipiente e a turgência.

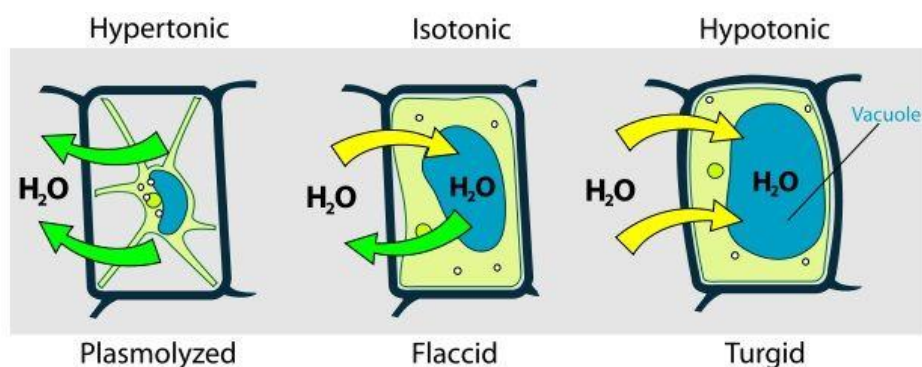


Figura 6 - Esquema da célula que sofre plasmólise, (Retirado de Biology Online, 2020)

3.4.2. Agente osmótico

O soluto a utilizar na DO não podem ser tóxicos e devem ser facilmente solúveis.

Segundo a *Food Science and Technology Abstracts (FSTA)* (2016), a sacarose é o agente osmótico mais usado para as frutas na gama de concentração de 40 a 70 °Brix. Segundo o **quadro 7**, também são utilizados glucose, cloreto de sódio ou uma combinação entre cloreto de sódio e sacarose.

Quadro 7 - Soluções osmóticas para a desidratação osmótica, (Adaptado de FSTA, 2016).

Soluções osmóticas para desidratação osmótica		
Tipo de solução osmótica	Concentração/Temperatura	Tipo de Alimentos
Sacarose	40-70 °Brix 30-70 °C	Maçã, Ananás, Cenoura, Kiwi, Uva, Pera, Cogumelo, Coco
Glucose	40- 60 °Brix 25-40 °C	Morango, Ameixa, Ananás, Maçã, Pera, Cereja, Cenoura
Cloreto de sódio (NaCl)	8-25%; 8-40 °C	Batata, Pimento, Cenoura, Feijão-Verde, Carne, Peixe
Sacarose + NaCl	45-15% ou 50-10% 20-40 °C	Maçã, Batata, Ananás

Lenart (1996) referiu que quanto maior a massa molecular do soluto, maior será a perda de água e menor será o ganho de sólidos.

A glucose enquanto soluto oferece um maior ganho de sólidos no alimento, em virtude da maior velocidade de penetração das moléculas no produto, diminuindo a perda de água (Torreggiani, 1993). De acordo com Raoult-Wack *et al.* (1994), a sacarose e o cloreto de sódio (mais utilizado em carne ou peixe) são os solutos mais utilizados na DO, contudo um soluto com solubilidade elevada, como a glucose, também poderá ser usado.

Bolin *et al.* (1983) referiram que a solução de sacarose foi considerada um dos melhores agentes osmóticos, porque contribui para um ganho de sólidos baixo. Por outro lado, verifica-se a manutenção das características sensoriais satisfatórias, e facilidade na reciclagem da solução. Além disso, quando se utiliza uma solução de sacarose é possível prevenir o escurecimento enzimático bem como a diminuição de perda de alguns aromas, apesar de intensificar o sabor doce na fruta. Uma combinação de agentes osmóticos (cloreto de sódio e sacarose, por exemplo) tem efeitos positivos na medida em que o cloreto de sódio impede a formação do filme à superfície do produto e a sacarose por outro lado impede a impregnação de sal no produto, sendo que desta forma a desidratação é mais eficiente e a penetração de solutos é menor (Colligan & Raoult-Wack, 1994).

Segundo Saurel *et al.* (1994), a perda de água aumenta com o aumento da concentração da solução, contudo uma elevada concentração origina a formação de um filme, que funciona como “barreira”, reduzindo a perda de nutrientes, o que poderá ser benéfico, mas também pode dificultar a perda de água.

Resumindo, é possível perceber que quanto maior for a concentração da solução osmótica, maior será a perda de água (o que é benéfico), mas leva a um maior ganho de sólidos (o que pode ser indesejável).

3.4.3. Temperatura e Tempo de imersão

A DO é influenciada pela temperatura da solução osmótica, sendo que uma temperatura mais elevada acelera o processo. Contudo, uma temperatura excessivamente elevada (acima de 60 °C) pode levar à modificação dos tecidos celulares da fruta e assim contribuir para uma elevada absorção de sólidos (Farkas & Lazar, 1969). Beristain *et al.* (1990) referiu que uma temperatura acima de 55 °C poderá ser prejudicial ao tecido vegetal. Consequentemente, temperaturas entre os 20 °C e 50 °C são as mais indicadas para na DO, como é indicado na maior parte da literatura consultada, contudo a temperatura utilizada no processo tem de ser adaptada a cada tipo de produto.

Para o processo de DO ser eficiente é necessário determinar corretamente o tempo de contacto entre o produto e a solução, ou seja, o tempo de imersão.

O tempo de imersão é um fator importante na DO, sendo que o objetivo é alcançar uma elevada perda de água no alimento e um pequeno ganho de sólidos (Lenart, 1996).

Normalmente um maior tempo de imersão leva a que haja uma maior perda de água, contudo a velocidade a que se dá a transferência de massa vai diminuindo ao longo do tempo, porque não só a concentração da solução se altera à medida que o soluto é transferido para o produto, como também o tipo de constituintes que contém, uma vez que são transferidos do produto para a solução. Consequentemente é alcançado um patamar onde a transferência de massa é minimizada, observando-se uma tendência para a estabilização (Lenart *et al.*, 1984).

Resumindo, o tempo de imersão do produto na solução é uma variável relevante sendo que se deve obter um elevado grau de desidratação para um reduzido ganho de sólidos. Raoult-Wack *et al.* (1994) refere que a transferência de massa aquando da imersão ocorre principalmente nas duas primeiras horas, sendo que após este tempo ocorre uma fase decrescente de desidratação.

Na DO, a perda de água pode ocorrer em duas etapas, uma etapa inicial, de cerca de duas horas, onde se verifica uma remoção de água e ganho de sólidos significativos. Isto é consequência da grande diferença entre a pressão osmótica da solução e do líquido celular da fruta. A etapa seguinte, que pode durar entre duas e seis horas, onde ocorre uma diminuição da taxa de remoção de água de forma gradual até ao momento em que se alcança um equilíbrio (Raoult-Wack *et al.*, 1994; Lenart *et al.*, 2001).

3.4.4. Formato e dimensão do produto

O formato e a dimensão do produto influenciam a absorção de soluto e a velocidade de desidratação, sendo que de acordo com Apaza (2007), os formatos mais utilizados na desidratação osmótica de pera são: rodela, cilindros, cubos, estrelas ou o formato “meia-lua”.

Com o aumento da superfície do produto, haverá uma maior perda de peso até determinado ponto, a partir do qual começa a diminuir, contudo haverá um maior ganho de sólidos (Lerici, 1985).

3.4.5. Proporção entre massa de solução e de produto

A proporção entre a massa de solução e a massa do produto vai ter influência no DO, pois quando o produto é submerso na solução, este irá “libertar” água para a solução, diluindo-a e conseqüentemente leva a uma diminuição da pressão osmótica existente inicialmente e assim a eficácia da solução osmótica irá diminuir. Uddin *et al.* (1985), ao estudar o efeito da solução na desidratação de ananás chegou à conclusão que até à proporção de 1:4 (m/m) (1 porção de ananás para 4 de solução) existe perda de peso, contudo para valores superiores não há diferenças significativas, contudo Lenart *et al.* (1984) referiu que a proporção recomendada encontra-se compreendida entre 1:1 (m/m) e 1:5 (m/m).

3.4.6. Alterações físico-químicas do produto desidratado

Ao sofrer um processo de desidratação, quer seja osmótica quer seja térmica, os produtos sofrem alterações tanto a nível físico como químico, como por exemplo: cor, sabor, peso, forma, a nível microbiológico e atividade de água, sendo este um dos mais importantes.

Fisicamente, o produto irá perder água e conseqüentemente “encolher”, sendo que irá ocorrer a plasmólise celular onde a pressão hidrostática intercelular diminui devido á saída de água para a solução. Nobel (1991) refere que quando uma célula sofre a plasmólise, o protoplasto separa-se da parede celular e assim deforma-se e contrai, sendo que no espaço disponível dá-se a entrada da solução osmótica.

Lewicki *et al.* (2000) e Torreggiani *et al.* (2001) afirmam que a DO oferece um menor encolhimento durante a secagem térmica (em virtude da impregnação do soluto no pré-tratamento) e que ao combinar a DO com uma secagem térmica oferece produtos de melhor qualidade comparativamente aos produtos que sofreram apenas tratamento térmico, pois produtos que sofrem antecipadamente um processo de DO e posterior secagem térmica, permitem que a fruta desidratada mantenha algumas das características organoléticas semelhantes à fruta em fresco. Desta forma é possível consumir produtos fora de época com características próximas às da fruta da época em fresco.

3.4.7. Atividade de água

Segundo Alonso (2019), a água encontra-se nos alimentos sob diversas formas: água livre, água fortemente ligada (de hidratação) ou água fracamente ligada (capilar):

- **Água livre:** encontra-se na superfície externa do alimento na zona entre os espaços e os poros, sendo que é fácil de congelar e evaporar e encontra-se disponível para o desenvolvimento microbiano.
- **Água fortemente ligada:** Esta não é facilmente eliminada e não se encontra disponível para os microrganismos.
- **Água fracamente ligada:** É a água que se encontra no interior do alimento que se encontra nas paredes de macromoléculas (pectina, proteínas, amido), sendo que influencia o crescimento microbiano.

O valor de a_w é expresso entre 0 e 1, e expressa pela razão entre a pressão parcial de água no alimento e a pressão de vapor de água a uma mesma temperatura.

De acordo com Labuza (1980), com uma $a_w < 0,60$ tem-se a inibição da maior parte da atividade microbiológica (a maioria dos fungos não se desenvolve abaixo de $a_w = 0,70$; leveduras de $a_w = 0,75$ e bactérias de $a_w = 0,80$), para valores abaixo de 0,4 ocorre alguma oxidação lipídica, e abaixo de 0,25 há a inibição da atividade enzimática. O escurecimento não enzimático é mais elevado no intervalo de a_w de 0,40-0,60.

Os alimentos que sofrem desidratação têm uma grande capacidade de conservação essencialmente devido à sua baixa a_w , onde com um valor baixo ocorre a inibição de microrganismos (não ocorre a eliminação) que poderiam ser potencialmente prejudiciais à saúde do consumidor, contudo isto não significa que os alimentos estão “livres” de microrganismos, eles podem estar ainda presentes sob a forma de esporos que não encontram naquele momento as condições favoráveis ao seu desenvolvimento e caso o alimento volte a hidratar, os esporos podem encontrar aí condições favoráveis ao seu desenvolvimento.

Labuza (1980) agrupa os alimentos em 3 grupos de acordo com o seu valor de atividade de água:

- **Secos** - a_w inferior a 0,6 (arroz, massa, cereais).
- **Humidade intermédia** – Valores da a_w entre 0,60 e 0,90 (carnes curadas, doces).
- **Alto teor de humidade** - a_w superior a 0,90 (frutas, legumes).

3.4.8. Cor

As frutas são muito suscetíveis à alteração de cor, sendo que esta alteração pode ser provocada pelo escurecimento enzimático, reações de Maillard e a oxidação do ácido ascórbico. O escurecimento enzimático é catalisado pela enzima Polifenol Oxidase (PPO), sendo que em frutas como a pera há a formação de pigmentos castanhos.

Quiles *et al.* (2005) refere que as alterações da cor na DO não se fazem notar de forma significativa em virtude da solução preencher os espaços intercelulares, que continham oxigénio que iria contribuir para a alteração da cor, ao serem preenchidos com a solução impede que haja oxigénio disponível para a PPO e, conseqüentemente, irá diminuir a suscetibilidade ao escurecimento enzimático

3.4.9. Textura

De acordo com Lima (2015), a importância da textura na aceitação por parte do consumidor, varia consoante o tipo de alimento, sendo que na fruta tem um parâmetro crítico para a sua aceitação na qualidade em geral e poderá ser equiparada ao *flavour* e ao aspeto, esse parâmetro é a estalicidade.

Aquando da DO, a água do produto move-se para fora deste pelas paredes celulares (devido ao gradiente de concentração), com esta perda de água ocorre a contração das células, logo o produto irá diminuir de tamanho, sendo que é isto que confere um maior endurecimento ao produto desidratado ficando desta forma mais apetecível e apreciado por quem procura fruta desidratada, ou seja, o ideal é ficar estaladiça mas não “emborrachada”.

3.4.10. Vantagens e desvantagens da DO

Ponting *et al.* (1966) e Bolin *et al.* (1983) referem inúmeras vantagens da DO, tais como:

- Preserva as características nutricionais e sensoriais do produto, alterando a cor, textura e sabor para patamares muito reduzidos.
- O escurecimento do produto é minimizado, o que não torna necessário o uso de tratamentos químicos para evitar este escurecimento, e conseqüentemente será mais saudável para a saúde do consumidor.
- Permite a inibição da atividade microbiana devido à redução da a_w
- Reduz o custo do processo térmico, bem como a sua temperatura.
- Redução de energia devido á redução de água sem haver mudança de fase.

Apesar destas visíveis vantagens, e como todos, este processo também apresenta desvantagens, entre as quais:

- Acrescenta teor de açúcar/sal (consoante o soluto em solução) ao produto.
- A solução resultante do processo origina, em uso industrial, um grande volume de efluente e se não for adequadamente tratado de acordo com a legislação, poderá provocar impacto ambiental, apesar disso, a solução poderá ser reutilizada, sendo para isso necessário corrigir a concentração e filtrar a solução para retirar as impurezas (Valdez-Fragoso *et al.* 2002).
- Não reduz o teor de água ao ponto de não reidratar à temperatura ambiente.
- Permanência de uma camada/filme de açúcar/sal à superfície do produto.

3.5. Análise Sensorial

A análise sensorial é importante para perceber a aceitação e preferência dos consumidores por determinado produto e pode ser utilizada, para avaliar novos produtos antes de serem lançados no mercado.

De acordo com Lima (2015), as provas sensoriais podem classificar-se como afetivos e analíticos, sendo que deve-se optar por um deles consoante o objetivo que se pretende atingir. Se o objetivo for avaliar a preferência/satisfação de um produto, ou a probabilidade de obter um produto, deve-se utilizar um teste afetivo, sendo que neste, normalmente, é utilizado um painel de provadores não treinados. Por outro lado, se o que se pretende é fazer uma descrição exaustiva e objetiva das características organolépticas de um produto, devem ser utilizados testes analíticos com recurso a um painel de provadores treinados, para que o resultado da análise seja mais preciso nos diversos parâmetros.

3.6. Análises microbiológicas

Na atualidade as doenças de origem alimentar são um problema relevante na saúde pública, pelo que o controlo dos mais diversos parâmetros microbiológicos é crucial e importante para garantir a saúde e bem-estar humano, prevenindo desta forma doenças de origem alimentar

Soares (2007) refere que o maior perigo de contaminação microbiológica para os consumidores acontece quando os microrganismos são patogénicos que podem causar infeções de origem alimentar ou quando há toxinas causadores de intoxicações alimentares.

A fruta é um componente importante para uma dieta saudável e equilibrada e contém microbiota natural não patogênica, contudo pode ser contaminada por patógenos provenientes da ação humana, animais ou do ambiente ao longo de toda a cadeia, desde da produção ao consumidor final (Ntuli *et al.*, 2017).

A desidratação é uma das mais antigas e comuns formas de preservação de alimentos. Desidratar frutas permite inibir o crescimento de microrganismos, impede a deterioração do alimento, preservando as suas características (Ntuli *et al.*, 2017).

Cowan (2012) refere que os microrganismos obtêm a maioria dos nutrientes em solução a partir da água dos alimentos, ou seja, se a atividade da água de um microrganismo é mais baixa que a do alimento, este absorve a água e assim é possível ocorrer a multiplicação e crescimento microbiano, contudo se a atividade da água (a_w) do microrganismo é mais elevada do que do alimento, o microrganismo desidrata e acaba por ficar inativo ou morrer. Em situações de desidratação, o alimento tem menos água disponível comparativamente aos microrganismos, o que levará à inibição do crescimento microbiano. Labuza (1980), refere que com uma $a_w < 0,60$ ocorre a inibição da maior parte da atividade microbiológica e que a maioria dos fungos filamentosos não se desenvolve para $a_w < 0,70$; as leveduras de $a_w < 0,75$ e as bactérias de $a_w < 0,80$.

De acordo com Ntuli *et al.* (2017) foram encontrados valores de contagens de microrganismos e de patogênicos superiores aos limites internacionais estipulados em fruta e vegetais frescos que foram desidratados de forma convencional. Este autor refere ainda que culturas patogênicas de *Salmonella* e *Escherichia coli* foram encontrados em alimentos desidratados em casa. No estudo realizado por Ntuli *et al.* (2017) foi encontrado um valor de $2,0 \times 10^2$ u.f.c./g para microrganismos a 30 °C e bolores e leveduras e um valor 0 u.f.c./g para *Clostridium spp*, sendo que refere que estes valores estão dentro dos limites de referência para estes parâmetros microbiológicos.

Witthuhn *et al.*, (2005) refere que em estudos realizados em África do Sul foi encontrada a presença de espécies patogênicas como *Staphylococcus*, *Clostridium* e elevados valores de fungos em fruta desidratada.

De acordo com Bourdoux *et al.* (2016), a redução microbiana obtida com a desidratação osmótica é semelhante à inativação que se consegue obter com a lavagem, sendo que a evidente redução da carga microbiana utilizando uma solução de sacarose ficou a dever-se ao efeito de lavagem.

Kucner *et al.* (2013) refere que a própria solução osmótica pode ser um veículo de contaminação microbiológica na medida em que se houver a reutilização da mesma sem sofrer um processo de pasteurização levará a que haja contaminação cruzada da

fruta, pois a solução vai receber um crescente número de microrganismos, sendo que neste estudo foi utilizada a mesma solução osmótica 15 vezes e se foi possível verificar um número baixo de bactérias mesófilas ($<10^3$ u.f.c./g), por outro lado verificou-se um aumento da presença de bolores e leveduras osmotolerantes ao longo do estudo (variou de 10^3 para $2,5 \times 10^4$ u.f.c./g).

A desidratação osmótica tem sido estudada de forma a assegurar e garantir uma melhor estabilidade microbiana dos produtos aquando do armazenamento, contudo as reduções microbianas dos produtos durante o próprio processo não são sistematicamente reportadas, sendo por isso necessário mais estudos acerca da contaminação cruzada nos pontos críticos (Bourdoux *et al.*, 2016).

Neste âmbito, a avaliação microbiológica de frutos desidratados, nomeadamente o estudo da sua estabilidade, requer a existência de critérios microbiológicos.

Por “Critério microbiológico” entende-se “um critério que define a aceitabilidade de um produto, de um lote de géneros alimentícios ou de um processo, baseado na ausência ou na presença de microrganismos, ou no seu número, e/ou na quantidade das suas toxinas/metabolitos, por unidade(s) de massa, volume, área ou lote” (Regulamento (CE) N.º 2073/2005).

Sobre os critérios microbiológicos aplicáveis a géneros alimentícios, o Regulamento (CE) N.º 2073/2005 refere que estes não devem conter microrganismos nem as suas toxinas e metabolitos em quantidades que representem um risco inaceitável para a saúde humana.

Os critérios microbiológicos normalmente são utilizados para avaliar o estado microbiológico dos alimentos num determinado ponto da cadeia produtiva do alimento, ou seja, permitem perceber se o alimento é seguro para a saúde humana dentro de determinados valores. Podem também ser usados como ferramenta para verificar as medidas de controlo de higiene dos processos (Regulamento (CE) N.º 2073/2005).

Os critérios microbiológicos podem existir sob a forma de INSA (2019):

- **Leis e Regulamentos** – Encontram-se em legislação, são de cumprimento obrigatório e indicam o valor máximo aceitável de um grupo de microrganismos de forma a garantir a segurança do consumidor, o qual não é possível ultrapassar, sendo a sua aplicação verificada por autoridades competentes.
- **Especificações Microbiológicas** – À semelhança das Leis e Regulamentos, também indicam um máximo aceitável/admissível de microrganismos, contudo neste caso são os atributos de qualidade e segurança exigidos por um comprador ao seu

vendedor. Frequentemente são mais rigorosos do que a legislação e podem ser de cumprimento obrigatório ou simplesmente uma recomendação.

- **Valores – guia** – São recomendações sem estatuto legal ou vínculo contratual. Constituem linhas de orientação para avaliar a qualidade microbiológica dos alimentos e dos processos de produção e conservação dos alimentos. Os valores são indicativos, pelo que o seu cumprimento não é obrigatório. Indicam se os resultados microbiológicos obtidos se encontram em níveis habitualmente aceitáveis e assim identificar situações microbiologicamente fora de controlo alertando para a necessária implementação de medidas corretivas.

A avaliação dos níveis de microrganismos presentes num determinado produto alimentar, pode ser classificado como (INSA, 2019):

- **Satisfatório** – o resultado analítico encontra-se dentro dos valores previstos, ou seja, inferior ou igual ao Valor Máximo de Referência (VMR).
- **Questionável** – o resultado analítico é superior ao VMR e inferior ou igual ao Valor Máximo Admissível (VMA) e indica que há probabilidade de existirem falhas nos processos. Recomenda-se que seja efetuada uma análise de causas, de forma a esclarecer a causa provável.
- **Não satisfatório e Não satisfatório/potencialmente perigoso** – o resultado analítico é superior ao VMA e indica que há falhas nos processos. Deve ser efetuada uma análise de causas, de forma a esclarecer a causa provável.

Até ao momento os critérios microbiológicos são algo subjetivos, variam consoante as diversas organizações ou entidades. Os **quadros 8 e 9** apresentam valores de referência provenientes de três fontes.

Quadro 8 - Critérios microbiológicos internacionais para fruta desidratada, (Adaptado de NAS, 2003)

Microrganismos	Qualidade Microbiológica (u.f.c./g., exceto quando especificado)			
	Satisfatório	Aceitável	Não Satisfatório	Não aceitável/ Potencialmente perigoso
Microrganismos a 30 °C	< 10 ⁵	10 ⁵ - < 10 ⁶	≥10 ⁶	N/A
Bolores e Leveduras	N/A	N/A	N/A	N/A
<i>Enterobacteriaceae</i>	< 10	10 - < 10 ⁴	≥ 10 ⁴	N/A
<i>Staphylococcus coagulase positive</i>	< 2 x 10	2 x 10 - < 10 ²	10 ² < 10 ⁴	N/A

N/A – Não aplicável

Quadro 9 - Critérios microbiológicos limite recomendados de acordo com *European Pharmacopoeia (EP)* e a *World Health Organization (WHO)*, (Adaptado de AHPA, 2014)

Microrganismos	Qualidade Microbiológica (u.f.c./g., exceto quando especificado)	
	EP	WHO
Microrganismos a 30 °C	10 ⁴	10 ⁵
Bolores e Leveduras	10 ²	10 ³
<i>Enterobacteriaceae</i>	10 ²	10 ³
<i>Staphylococcus coagulase positiva</i>	ND	ND

ND – Não detetado

Nestes quadros é possível verificar que de facto há discrepâncias entre os valores de cada microrganismo ou grupo de microrganismos consoante as organizações ou entidades. De salientar a ausência de valores para os esporos de clostrídios sulfito redutores. No entanto, *National Academy of Sciences (NAS)* (2003) refere que o valor de *Clostridium perfringens* deve inferior a 10² u.f.c./g.

3.7. Análise proximal

Cada vez mais as pessoas se preocupam com a sua dieta, sendo que procuram cada vez mais alimentos saudáveis do ponto de vista nutricional.

Por forma a obter a composição nutricional da pera desidratada, foi realizada análise proximal às amostras pera que foi sujeita a DO e secagem posterior.

Rossa (2004) refere que a pera rocha em fresco, apresenta uma composição nutricional bastante variável, sendo que depende de fatores como o grau de maturação, técnicas culturais, data da colheita e condições edafo-climáticas. Considerando isto, será expectável que a pera desidratada também apresentará uma composição nutricional variável.

Os parâmetros analíticos foram:

Energia (kcal/kJ) – Unidade de medida da energia, sendo normalmente associada a alimentos.

Teor de humidade – em g/100 g de produto % (m/m).

Proteína - É a mais importante das macromoléculas biológicas, sendo que praticamente todas as funções celulares necessitam delas (Costa, Y. 2020). Em g/100 g de produto % (m/m).

Lípidos totais - São compostos químicos orgânicos que ocorrem nos seres vivos, tendo como principal característica a sua insolubilidade em água (Costa, Y. 2020). Em g/100 g de produto % (m/m).

Glúcidos – ou hidratos de carbono, são macronutrientes tal como as proteínas e os lípidos (CUF, 2020). Em g/100 g de produto % (m/m).

Fibra total – As fibras presentes na fruta são fibras solúveis e são responsáveis por aumentar o tempo de absorção de nutrientes no intestino e contribuindo para o bom funcionamento do aparelho digestivo. Em g/100 g de produto % (m/m).

Cinzas – É o resíduo inorgânico remanescente após a destruição da matriz orgânica do produto (Menezes, E., Purgatto, E., 2016). Em g/100 g de produto % (m/m).

Foi ainda analisada a atividade de água (a_w), que é a disponibilidade de água de um determinado alimento.

De forma a estabelecer um termo de comparação com os resultados, foram utilizados valores de referência da Tabela de composição dos alimentos do Instituto Nacional de saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA), referente à Pera Desidratada, são apresentados no **quadro 10**.

Quadro 10 - Composição nutricional da Pera Desidratada, (Adaptado de INSA, 2020)

Energia (kcal/kJ)	Água (g/100g)	Proteína Bruta (g/100g)	Lípidos Totais (g/100g)	Glúcidos (g/100g)	Fibra Total (g/100g)	Cinza (g/100g)
300/1270	5	1,9	2,6	59,9	14	2,3

4. Materiais e Métodos

4.1. Materiais

A variedade de pera utilizada foi a “rocha”, fornecida por um produtor local da zona das Caldas da Rainha.

As peras foram acondicionadas em caixas de plástico e armazenadas à temperatura de refrigeração (aproximadamente entre os 3 – 5 °C) até serem utilizadas.

Para obter a solução osmótica foi utilizada sacarose (o corrente açúcar de grau alimentar) adquirido num Hipermercado de Caldas da Rainha.

O trabalho foi efetuado nos Laboratórios da Escola Superior Agrária de Santarém do Instituto Politécnico de Santarém.

Equipamentos:

- Incubadora Agimatic - Selecta (0 – 80) °C;
- Balança de precisão Mettler Toledo (200g±0,0001) g;
- Agitador magnético Agimatic-Selecta, com placa de aquecimento;
- Estufa Dry Big Selecta (0 - 180) °C;
- Centrifugadora Moulinex;
- Balança digital Mettler Toledo (2000,00±0,01) g;
- Refratómetro tipo Abbe (Atago), com escala de 0,0 a 95,0 °Brix com termómetro digital;
- Digestor Velp Scientifica DKL;
- Destilador e titulador Velp Scientifica UDK 159;
- Extrator de fibra Velp Scientifica FIWE;
- Extrator Velp Scientifica SER 148;
- Estufa Memmert;
- Mufla Lindberg

4.2. Métodos

4.2.1. Ensaio preparatórios

4.2.1.1. Preparação das peras

As peras foram mantidas a temperatura de refrigeração e mantidas à temperatura ambiente, sendo que foram selecionadas de acordo com a cor, estado de maturação (11 °Brix a 13 °Brix), bem como pela ausência de quaisquer danos físicos. De seguida foram lavadas, descascadas, retirou-se o caroço e cortadas em fatias circulares de espessura cerca de 4,21 mm (valor médio) e variáveis em diâmetro.

4.2.1.2. Preparação da solução osmótica

As soluções de sacarose (20 %;30 %;40 %) foram preparadas com água destilada. Posteriormente foi utilizado um agitador magnético (Agimatic-Selecta) para proceder à dissolução e homogeneização da solução.

4.2.1.2. Descrição dos ensaios preparatórios

De forma a obter a melhor combinação tempo/temperatura/concentração de solução, foram realizados um total de 27 ensaios esquematizados no **quadro 11**.

Nestes ensaios foram usadas três tempos, três temperaturas e três concentrações de sacarose diferentes, os quais foram escolhidos tendo por base indicações na literatura consultada existente para trabalhos similares, entre as quais: Fumagalli, F. (2003) e Marcussi, B. (2005), Raoult-Wack *et al.* (1994) e Lenart *et al.* (2001).

Cada ensaio foi realizado em triplicado, sendo que a quantidade de fatias de peras por cada triplicado foi de $(100 \pm 0,3)$ g.

Quadro 11 - Mapa de ensaios preparatórios

Temperatura (°C)	Concentração de sacarose %(m/m)		
	20	30	40
20	4 h; 6 h; 8 h	4 h; 6 h; 8 h	4 h; 6 h; 8 h
30	4 h; 6 h; 8 h	4 h; 6 h; 8 h	4 h; 6 h; 8 h
40	4 h; 6 h; 8 h	4 h; 6 h; 8 h	4 h; 6 h; 8 h

As fatias de peras foram colocadas num copo de vidro de 1000 mL ao qual foi adicionada a solução de sacarose com a respetiva concentração à proporção 1:5 (m/m), ou seja, 100 g de pera fatiada e 500 g de solução.

De forma a conseguir que todas as fatias ficassem totalmente imersas na solução foi utilizado um suporte circular em PVC construído especificamente para este efeito, de forma a que as peras estivessem permanentemente em contacto com a solução. Em seguida, as peras imersas na solução foram colocadas numa incubadora (Incudigit-Selecta) os vários tempos e temperaturas considerados

No final desse tempo dentro da incubadora, as fatias foram retiradas dos copos, enxaguadas com água destilada (de forma a retirar o filme de açúcar formado), limpas com papel absorvente para remover o excesso de água procedendo-se posteriormente à sua pesagem. Na **figura 7** é apresentado o fluxograma do processo

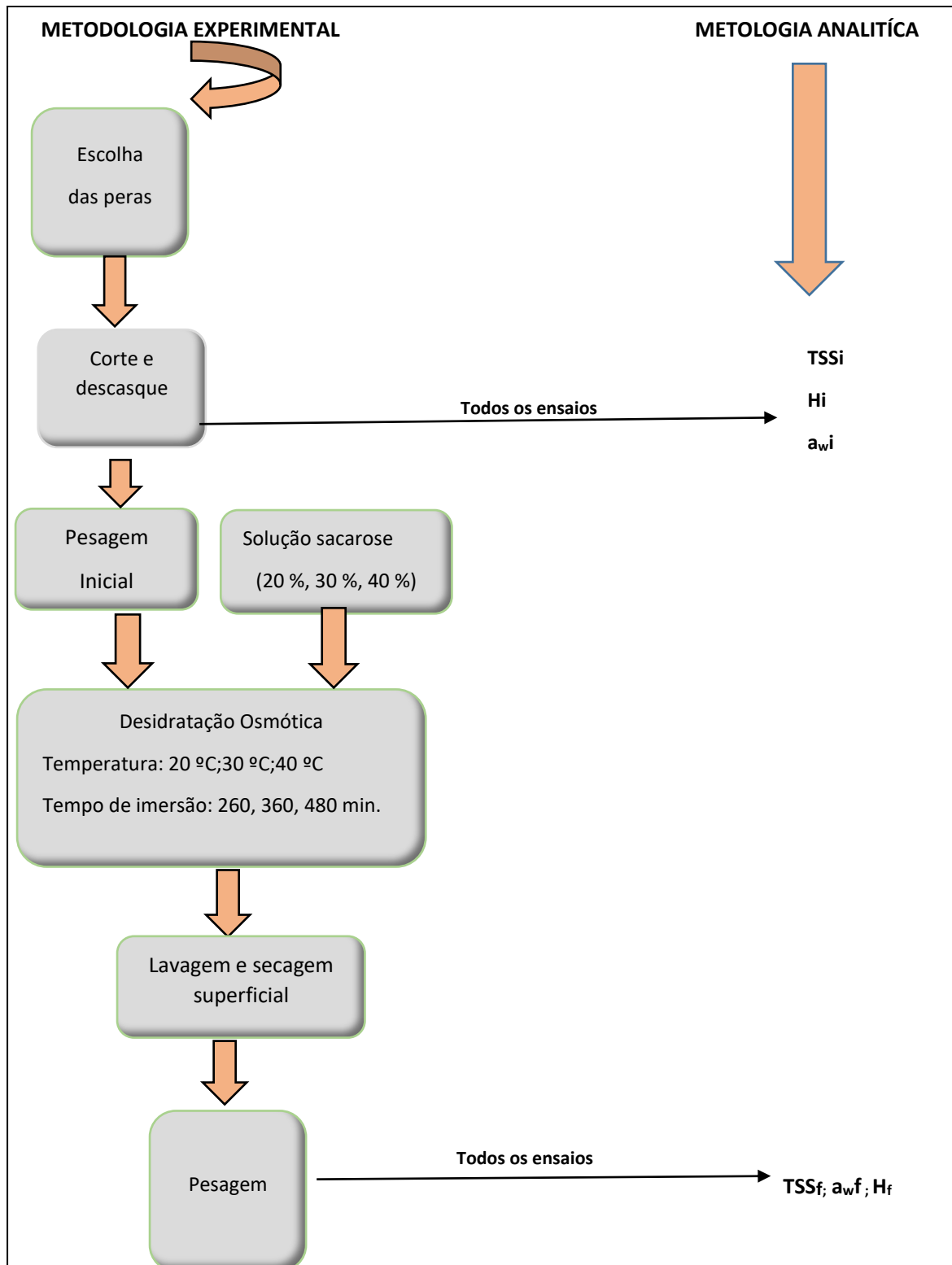


Figura 7 - Esquema da descrição do processo, (Adaptado de Rodrigues, A., 2017)

4.2.2. Métodos analíticos

Antes de cada ensaio preparatório foram realizados ensaios, em duplicado, para caracterizar as peras, nomeadamente: teor de água, teor de sólidos solúveis e atividade

da água. Sendo que estes ensaios foram igualmente realizados, sempre em duplicado, para as peras que sofreram desidratação osmótica, ou seja, realizou-se em duplicado cada um dos testes acima mencionados tanto para as peras em fresco, como para as peras após a DO.

4.2.2.1. Teor de Humidade

O teor de humidade inicial foi determinado por gravimetria de acordo com a técnica descrita pela AOAC (2002). Retiraram-se dois pedaços de peras frescas ao acaso, do mesmo lote de peras que foram sujeitas ao processo de desidratação e pesaram-se numa balança analítica (Mettler Toledo), posteriormente foram colocadas em estufa (Dry Big-Selecta) a (70 ± 1) °C durante 24 h, de seguida procedeu-se à sua transferência para um exsiccador até arrefecerem e serem pesadas, voltou-se a colocar em estufa e repetiu-se o arrefecimento e pesagem até a massa atingir um valor constante. Com a massa inicial e final obtida foi possível determinar a humidade da pera, utilizando a equação:

$$\text{Humidade}(\%) = \frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_3} \times 100 \quad \text{Eq.1}$$

Na qual:

P1 é o peso (g) do cadinho com a amostra húmida;

P2 é o peso (g) do cadinho com a amostra seca;

P3 é o peso (g) do cadinho vazio.

Foi utilizada a técnica gravimétrica descrita pela AOAC (2002) para humidade das peras que sofreram o processo de desidratação, sendo que foi também calculado a perda de peso (PP), perda de água (PA) e o ganho de sólidos (GS), respetivamente, pelas equações (Sacchetti *et al*, 2001):

$$PP(\%) = \frac{(P_0 - P_f)}{P_0} \times 100 \quad \text{Eq.2}$$

$$PA(\%) = \frac{(P_0 \times H_0) - (P_f \times H_f)}{P_0} \quad \text{Eq.3}$$

$$GS(\%) = PA - PP \quad \text{Eq.4}$$

4.2.2.2. Atividade da água

A atividade da água foi determinada no equipamento LABSWIFT – a_w (marca Novasina).

4.2.2.3. Teor de sólidos solúveis

A determinação do teor de sólidos solúveis foi realizada por refratometria com com refratômetro de bancada Abbe (Atago) com escala de 0,0 a 95,0 °Brix, sendo que foi previamente calibrado com água destilada. Os resultados, após correção para 20 °C, foram expressos em °Brix. Esta análise foi realizada em duplicado.

4.2.3. Análise sensorial

Foram realizadas provas sensoriais às peras desidratadas com pré-tratamento com DO e uma amostra com desidratação por secagem convencional. O intuito foi selecionar a amostra mais apreciada pelos provadores de forma a ter um termo de comparação com a pera desidratada sem qualquer tratamento osmótico, ou seja, foram feitos três ensaios distintos, os quais incluíam duas amostras DO e consequente secagem em estufa e uma terceira amostra sem DO, sujeita apenas a secagem em estufa.

Foi efetuada uma prova de ordenação afetiva. Foram 22 provadores não treinados (alunos e docentes da ESAS). Foi-lhes solicitado que atribuísem pontuação às amostras codificadas (entre 1 “gosto menos” e 7- “gosto mais”) relativo aos atributos de cor, aroma, doce, acidez, dureza, crocância e a apreciação global, sendo que nenhuma podia ter igual pontuação para cada atributo, para isso foi entregue uma folha de prova (em anexo) com as instruções, para poderem atribuir as suas pontuações.

4.2.4. Análises microbiológicas

As análises microbiológicas são essenciais aquando do momento de avaliar a qualidade de um alimento, sendo por isso importante considerar as consequências de todas (boas e más) as práticas desde a receção de matérias primas até ao seu armazenamento e consecutiva expedição. Sendo a não aplicação de boas praticas de higiene/produção poderá causar contaminações indesejáveis ao produto e caso estas não sejam detetadas podem causar danos á saúde do consumidor.

4.2.4.1. Preparação das amostras

De cada uma das 5 unidades que constituem as amostras P0, P1, P2, P3 e P6, foram retiradas 25 g e homogeneizadas em triptona sal. A partir da suspensão mãe foram efetuadas as diluições decimais consideradas necessárias, usando soro fisiológico.

4.2.4.2. Contagem de microrganismos a 30 °C

A contagem de microrganismos a 30 °C, foi realizada segundo a ISO 4833-1:2013, através da técnica de incorporação em placa de Petri de 1 mL de cada diluição decimal em meio de cultura PCA (Plate Count Agar). As placas foram homogeneizadas e incubadas a 30 °C por 48 a 72 horas em aerobiose. Os resultados obtidos foram expressos em u.f.c./g ou log u.f.c./g, como descrito na norma NP 4405/2002.

4.2.4.3. Contagem de microrganismos osmofílicos e osmotolerantes a 30 °C

A contagem de microrganismos osmofílicos e osmotolerantes a 30 °C foi realizada tendo como base a ISO 21527-2:2008, através da técnica de incorporação em placa de Petri de 1 mL de cada diluição decimal em meio de cultura DG18 sem cloranfenicol (Dichloran Glycerol Agar Base). As placas foram homogeneizadas e incubadas a 30 °C por 48 a 72 horas em aerobiose. Os resultados obtidos foram expressos em u.f.c./g ou log u.f.c./g, como descrito na norma NP 4405/2002.

4.2.4.4. Contagem de bolores e leveduras

A contagem de bolores e leveduras, foi realizada de acordo com a ISO 21527-1:2008, através da técnica de espalhamento em superfície em meio de cultura DRBC (Dicloran, Rosa Bengala, Cloranfenicol Agar). As placas foram incubadas em aerobiose a 25°C durante 5 dias. Ao final deste tempo procede-se à leitura das placas. Os resultados obtidos foram expressos em u.f.c./g ou log u.f.c./g, como descrito na norma NP 4405/2002.

4.2.4.5. Contagem de bolores e leveduras osmofílicos e osmotolerantes

A contagem de bolores e leveduras, foi realizada de acordo com a ISO 21527-2:2008, através da técnica de espalhamento em superfície em meio de cultura DG18 com cloranfenicol (Dichloran Glycerol Cloranfenicol Agar). As placas foram incubadas em aerobiose a 25 °C durante 5 dias. Ao final deste tempo procede-se à leitura das placas. Os resultados obtidos foram expressos em u.f.c./g ou log u.f.c./g, como descrito na norma NP 4405/2002.

4.2.4.6. Contagem de *Enterobacteriaceae*

A contagem de *Enterobacteriaceae*, foi realizada de acordo com a ISO 21528-2:2017 através da técnica de incorporação em placa de Petri de 1 mL de cada diluição decimal em meio de cultura VRBD (Violet Red Bile Dextrose Agar). A contagem das colónias características (coloração 24 rosa a vermelha, com halo de precipitação de sais

biliares) foi efetuada após incubação a 37 °C durante 24 horas. Os resultados obtidos foram expressos em u.f.c./g ou log u.f.c./g, como descrito na norma NP 4405/2002.

4.2.4.7. Contagem de *Staphylococcus coagulase positiva*

A contagem de *Staphylococcus coagulase positiva*, foi realizada de acordo com a ISO/DIS 6888-1, através da técnica de espalhamento em superfície em meio de cultura BP (Baird Parker Agar). As placas foram incubadas em aerobiose a 37 °C durante 48 horas. Após o período de incubação, foram selecionadas as placas contendo colónias típicas: negras, lisas e pequenas, circundadas por zona opaca e/ou halo transparente. Em seguida 5 colónias típicas de cada placa realizou-se a prova de coagulase com *PASTOREX™ STAPH-PLUS* (BioRad). Os resultados obtidos foram expressos em u.f.c./g ou log u.f.c./g, como descrito na norma NP 4405/2002.

4.2.4.8. Pesquisa de esporos de clostrídios sulfito redutores

Para a pesquisa de clostrídios sulfito redutores em 1 g de amostra, seguiu-se a metodologia da Norma Portuguesa NP – 2262 (1986). Utilizou-se a suspensão inicial (diluição 10-1), retirando-se 10 mL correspondentes a 1 g de amostra. Neste procedimento, realiza-se a inativação de células vegetativas aquecendo a 80 °C durante 10 minutos, de seguida arrefecem-se os tubos em água fria. Incorpora-se o meio de cultura SPS (*Sulfit Polimixin Sulphadiazin Agar*) e os tubos vão a incubar a de 37 °C, por um período de 1 a 5 dias, sendo observados para se verificar ou não, a existência de colónias suspeitas. Os resultados são expressos indicando-se como positivos ou negativos em 1 g de amostra.

4.2.5. Análise proximal

A avaliação nutricional da pera desidratada foi realizada de acordo com a AOAC (2002) e normas portuguesas (NP). Os parâmetros analisados foram: teor calórico, teor de humidade (NP 2183-1984), proteína bruta, gordura (NP 2183-1984), glúcidos, fibra e cinzas (NP 2163-1983) e o teor de humidade.

Encontra-se no **Anexo 2** a metodologia utilizada para realizar a análise proximal.

5. Apresentação e discussão de resultados

Os resultados experimentais dos parâmetros teores de humidade inicial e final e da desidratação osmótica (PP, PA e GS) e foram avaliados estatisticamente recorrendo ao programa Statistica versão 7.0 (Stat Soft Inc.). Procedeu-se à análise de variância (ANOVA/MANOVA) com dois factores e efeitos fixos (tratamento e tempo). Aplicou-se o teste de significância de Wilks para verificar a homogeneidade (cf. tabelas no Anexo X). Para cada uma das variáveis dependentes foram calculados a média e o desvio-padrão (LS Mean) para cada amostra, e utilizou-se o teste *Post Hoc* de comparação de médias LSD Fisher, para um nível de significância de 5 %, para detetar a eventual existência de diferenças significativas entre grupos. Letras diferentes indicam que o *p-value* < 0,05 há diferenças significativas e letras iguais indicam que *p-value* > 0,05 não há diferenças significativas entre amostras. Na codificação das amostras, os dois primeiros algarismos correspondem à concentração de sacarose; os terceiro e quarto algarismos correspondem à temperatura, por exemplo, 2030 significa concentração de sacarose 20 %, temperatura 30 °C

5.1. Teor de humidade

Nas **figuras 8, 9 e 10** são apresentados os resultados dos teores de humidade inicial e final para as três concentrações de solução osmótica (20, 30 e 40 %); três temperaturas diferentes (20; 30 e 40 °C) e três tempos diferentes (240, 360 e 480 min). É possível constatar que o teor de humidade final do processo de DO é inferior ao teor de humidade inicial da pera em fresco, tal como seria de esperar. De uma forma geral, após os 360 minutos (seis horas), existe um patamar onde ocorre uma ligeira tendência para o abrandamento da diminuição do teor final de humidade dos ensaios realizados, ou seja, diminui menos e em alguns casos verifica-se que se mantém constante após esse tempo. O valor máximo verificado para a humidade inicial foi de 88,03 g/100 g, o mínimo foi de 86,52 g/100 g. O que demonstra uma relativa semelhança entre as peras utilizadas, considerando que esta análise foi realizada no espaço de aproximadamente 4 meses.

Comparativamente ao referido por Soares *et al.* (2001), expresso no **quadro 1**, os valores obtidos são superiores ao sugerido por estes autores (85,5%), o que poderá ser explicado pelo teor de humidade da fruta depender de diversos fatores como por exemplo o estado de maturação, mas sobretudo da variedade de pera utilizada.

No caso do teor de humidade final (H_f) como p -value é $< 0,05$, há diferenças significativas entre os ensaios. É de realçar que em geral, à medida que a temperatura aumenta H_f diminui.

Verificando o teor de humidade inicial, verifica-se, entre os ensaios, letras iguais, pelo que não haverá diferenças significativas, o que significa que as peras tinham aproximadamente o mesmo teor de humidade inicial (H_i).

Tendo em consideração as diferentes temperaturas para a mesma concentração de solução de sacarose, é possível verificar, em geral, que à medida que a temperatura aumenta o H_f diminui, isto significa o seguinte:

- concentração de sacarose de 20 % H_f varia desde 84,5 – 86,0 %;
- concentração de sacarose de 30 % H_f varia desde 79,0 – 82,0 %;
- concentração de sacarose de 40 % H_f varia desde 75,0 – 81,0 %

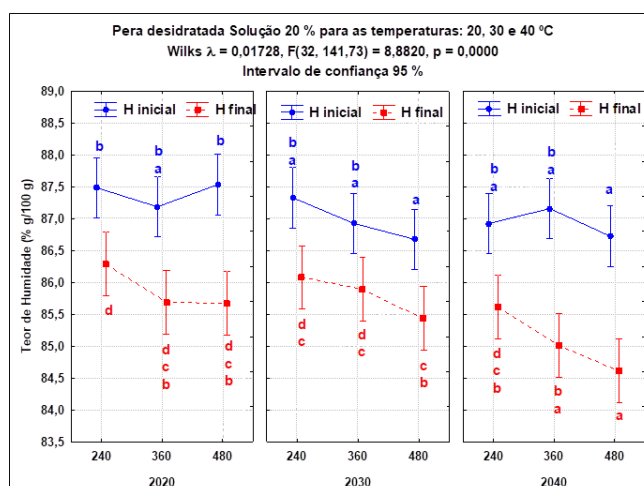


Figura 8 - Gráficos do teor de humidade inicial e final para uma solução de 20 % de sacarose, temperaturas de 20, 30 e 40 °C nos tempos 240, 360 e 480 min.

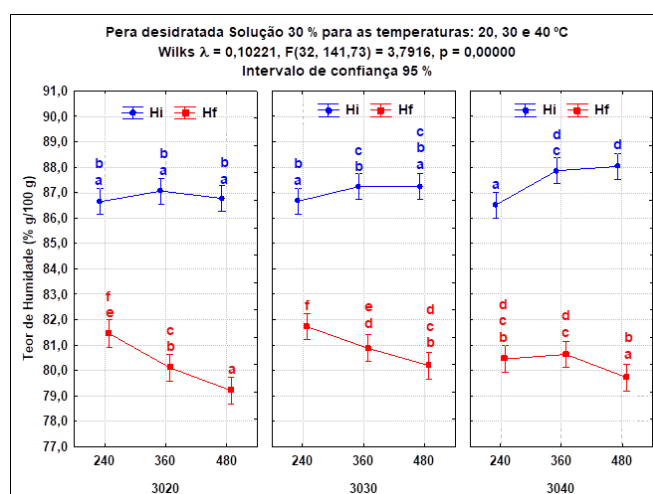


Figura 9 - Gráficos do teor de humidade inicial e final para uma solução de 30 % de sacarose, temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

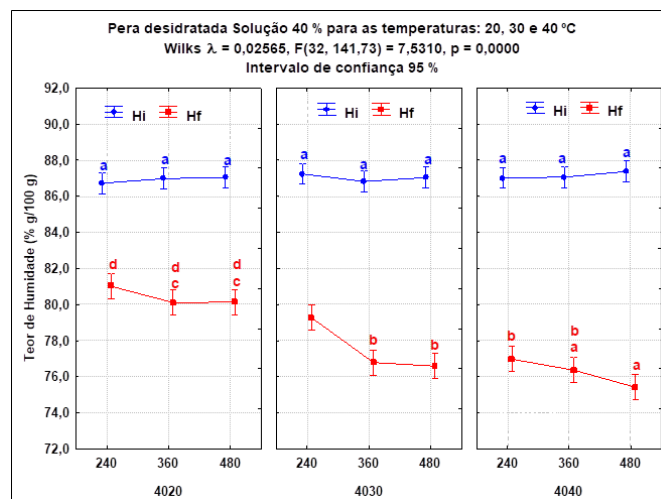


Figura 10 - Gráficos do teor de humidade inicial e final para uma solução de 40 % de sacarose, temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

Tendo em consideração as diferentes concentrações de solução de sacarose para a mesma temperatura (**figuras 8 a 10**), é possível verificar que à medida que a temperatura aumenta o H_f diminui, como se pode ver no **quadro 12**.

Quadro 12 - Teor de Humidade final para temperatura de 20, 30 e 40 °C e para concentrações de sacarose de 20, 30 e 40 %.

Temperatura / °C	Concentração / %	Hf / %
20	20	85,5 - 86,5
	30	79,0 - 82,0
	40	80,0 - 81,0
30	20	85,5 - 86,0
	30	80,0 - 81,0
	40	77,0 - 79,0
40	20	84,5 - 85,5
	30	79,0 - 81,0
	40	75,0 - 77,0

5.2. Teor de sólidos solúveis

Nas **figuras 11, 12 e 13** está representada a evolução do teor de sólidos solúveis (TSS) ao longo do processo de DO.

O processo de DO vai provocar um aumento de TSS comparativamente à pera em fresco, como seria de esperar.

Como se pode verificar na **figura 11** o TSS final aumenta ao longo do tempo, contudo nas **figuras 12 e 13** é possível perceber que após os 360 min inicia-se um patamar de estabilidade até 480 min

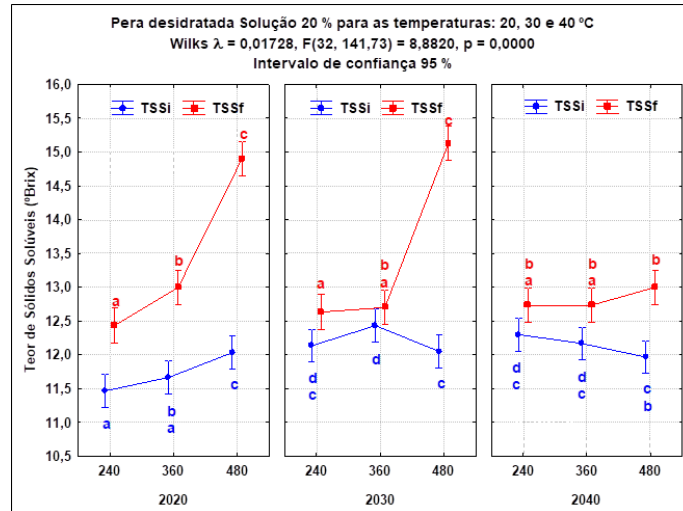


Figura 11 - Gráficos do teor de sólidos solúveis inicial e final para uma solução de 20 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

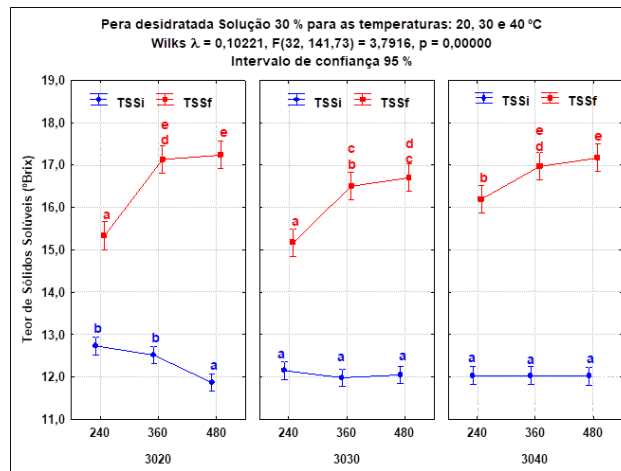


Figura 12 - Gráficos do teor de sólidos solúveis inicial e final para uma solução de 30 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

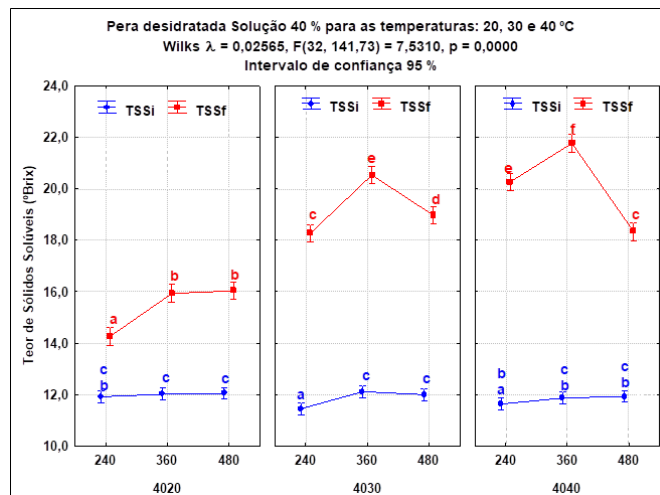


Figura 13 - Gráficos do teor de sólidos solúveis inicial e final para uma solução de 40 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

Resumindo é possível verificar através das linhas vermelhas correspondentes TSS_f que de uma forma em geral, após as seis horas de tratamento existe uma tendência a estabilização do TSS, excetuando o ensaio 2020 e o 2030, o que poderá ser explicado por eventuais erros experimentais.

Este patamar de estabilidade ao fim das seis horas para o TSS_f , tal como se verificou também para o H_f , demonstra que será neste espaço temporal que se irá encontrar o ensaio com o qual se vai prosseguir par as análises seguintes.

É importante realçar aqui que o TSS_i (linhas azuis dos gráficos das **figuras 11, 12 e 13**) não tem diferenças significativas para qualquer das amostras, aspeto extremamente importante na medida em que dá a indicação que as peras utilizadas tinham um estado de maturação semelhante no início. É possível constatar que a concentração de solução influencia o TSS, sendo que este aumenta com o aumento da concentração de solução.

5.3. Atividade de água

Tal como seria expectável, a atividade de água diminuiu após o tratamento de DO comparativamente à pera em fresco, como se pode comprovar em todos os gráficos das **figuras 14, 15 e 16**, ou seja, a atividade de água final (a_{wf}) é inferior à atividade de água inicial (a_{wi}).

Nas **figuras 14, 15 e 16** é possível verificar que a a_{wf} tende a diminuir até às 6 h, exceto no ensaio 2030 onde aumenta ligeiramente até às 6 h (ainda que sem diferenças significativas) e depois diminui e no ensaio 4020 onde aumenta até às 6h e depois diminui (ainda que sem diferenças significativas entre os três tempos de ensaio).

Por outro lado, a a_{wi} encontra-se, de uma forma geral, na mesma gama de valores (0,935-0,940), sendo as exceções os ensaios 2030 (um ponto) e 2040 (dois pontos).

Mais uma vez verifica-se que às seis horas (360 min) é o tempo que se destaca dos demais, com os valores mais baixos.

Este parâmetro permite verificar a disponibilidade de água nas peras e pelos resultados pode-se constatar que as peras frescas, de uma forma em geral, encontram-se com uma disponibilidade de água semelhante.

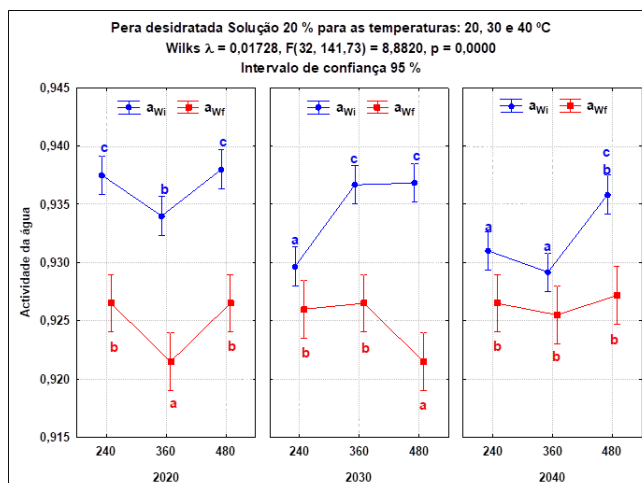


Figura 14 - Gráfico da atividade de água inicial e final para uma solução de 20 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

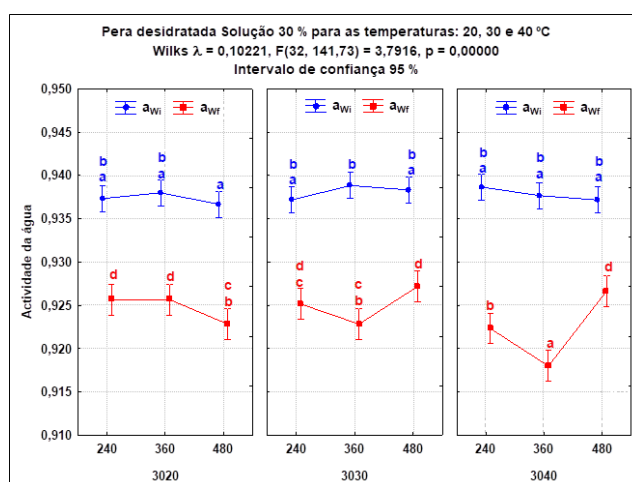


Figura 15 - Gráfico da atividade de água inicial e final para uma solução de 30 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

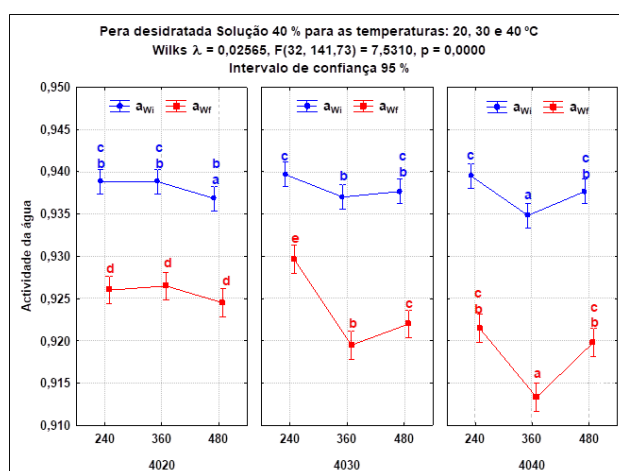


Figura 16 - Gráfico da atividade de água inicial e final para uma solução de 40 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

Tendo por base os valores de a_{Wf} obtidos (superiores a 0,90), comprova-se que o processo de DO não é suficiente para garantir produtos microbiologicamente estáveis, tal como Rastogi *et al.*, (2004) referiu.

Realizando uma análise com base nas diferentes concentrações de solução de sacarose, para um mesmo valor de concentração de solução, verifica-se que a atividade de água aumenta com o aumento da concentração de sacarose, pelo que se pode considerar que a concentração de solução evidentemente influencia a atividade de água.

5.4. Perda de peso, perda de água e ganho de sólidos

A transferência de massa nas fatias de pera que sofreram a DO é medida pela perda de peso (PP), perda de água (PA) e ganho de sólidos (GS).

Nas **figuras 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 e 28** são apresentados os valores médios de PA, PP e GS nos respetivos ensaios.

Ao analisar os gráficos das **figuras 17, 18 e 19** é possível constatar que no ensaio 2020 (20 % sacarose; 20 °C) há um aumento da perda de peso (PP) e da perda de água (PA) após as 6 h, contudo nos outros dois ensaios existe uma tendência para a constância de valores após os 360 min (6 h).

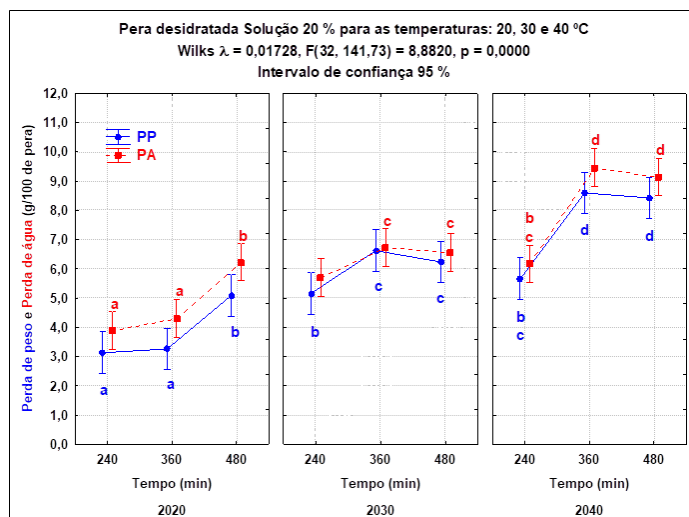


Figura 17 - Gráfico da perda de peso e perda de água para uma solução de 20 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

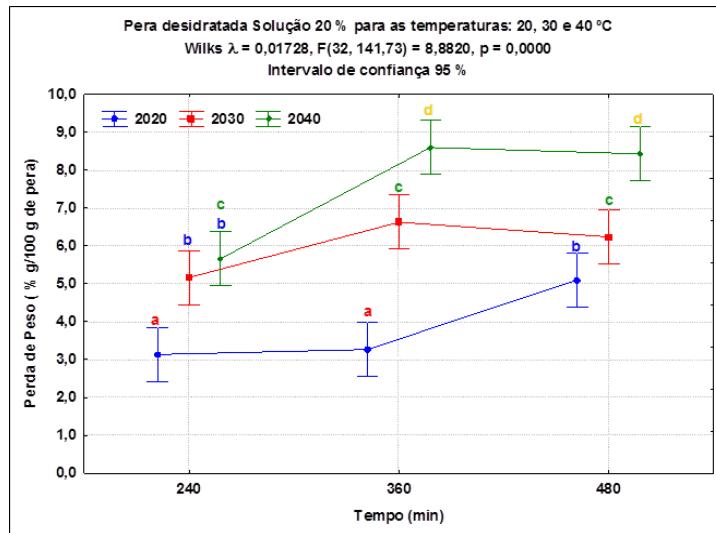


Figura 18 - Gráfico da perda de peso para uma solução de 20 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

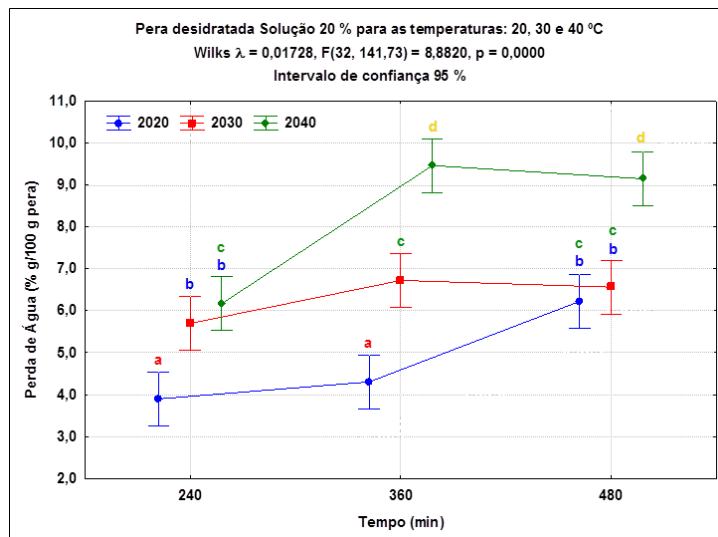


Figura 19 - Gráfico da perda de água para uma solução de 20 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

Verifica-se ainda que os valores de PA são sempre superiores aos valores de PP, devendo-se isto à incorporação de sólidos na pera, ou seja, ao GS.

Na figura 20, relativamente ao ganho de sólidos (GS), no ensaio 2030 há uma diminuição até às 6 h e depois volta a aumentar, contudo tal como se pode verificar não há diferenças significativas. Nos outros dois ensaios, após as 6 h verifica-se o patamar, havendo uma tendência para a constância de valores.

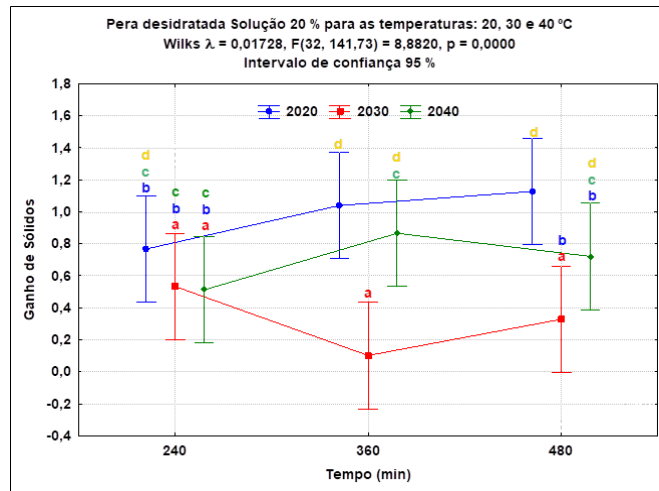


Figura 20 - Gráfico do ganho de sólidos para uma solução de 20 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

Nos ensaios a 30 % de sacarose, representados na figura 21 verifica-se novamente que os valores de PA são sempre superiores aos valores de PP, devido GS.

Nas figuras 22 e 23 é possível verificar que em ambos os ensaios após as 6 h há constância de valores de PP e PA, e estes aumentam com a concentração de sacarose.

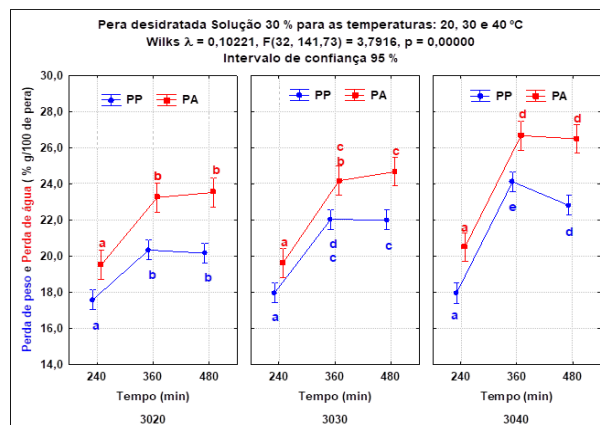


Figura 21 - Gráfico da perda de peso e perda de água para uma solução de 30 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

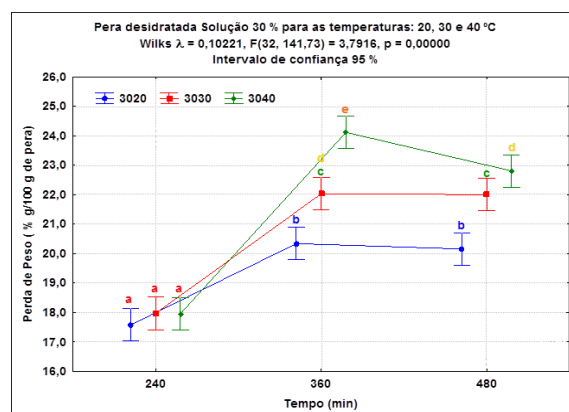


Figura 22 - Gráfico da perda de peso para uma solução de 30 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

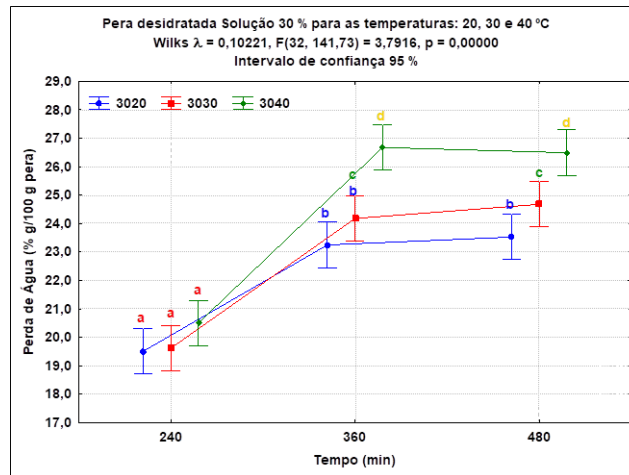


Figura 23 - Gráfico da perda de água para uma solução de 30 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

Pela análise da **figura 24**, verifica-se que existe um maior GS numa concentração de 30% de sacarose comparativamente à concentração de 20%.

Na **figura 24** é possível visualizar que os valores de GS para os ensaios 3030 e 3040 têm os valores mais baixos para as 6 h, verificando-se constância de valores de PP e PA a partir desse tempo, o que leva a que estes ensaios sejam interessantes do ponto de vista dos resultados obtidos, pois tem elevada PP e PA para um GS baixo.

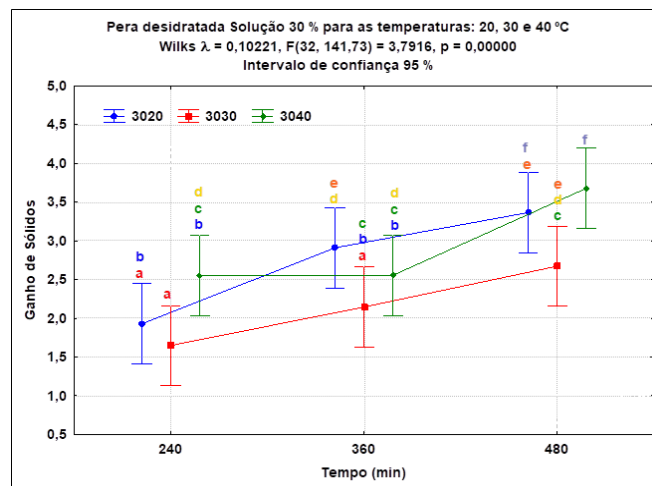


Figura 24 - Gráfico do ganho de sólidos para uma solução de 30 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

Na **figura 25** estão representados os valores de PA, PP e GS para o ensaio com uma solução com 40 % de sacarose, sendo que se volta a verificar que os valores de PA são superiores aos valores de PP.

Nas **figuras 26 e 27** constata-se o que já se verificou na análise anterior, ou seja, os valores de PP e PA após as 6 h tendem a manter-se constantes, sendo que

relativamente aos valores de GS (**figura 28**) não há diferenças significativas ao longo do tempo para o mesmo ensaio, sendo que o ensaio 4020 tem os menores valores de GS.

De uma forma geral, verifica-se que os valores médios de PP e PA aumentam ao longo do tempo de imersão, sendo após 6 h tendem para a constância de valores, sendo que é neste patamar, uma vez mais, onde ocorre a estabilização dos valores, indicando assim, mais uma vez, que será neste período temporal onde se irá situar o ensaio ideal. Verifica-se também que, em geral, com o aumento de temperatura numa mesma concentração de sacarose, os valores de PA e PP têm uma tendência para aumentar. Verifica-se também que, excetuando o ensaio 4020, os valores de PA e PP aumentam com a concentração de sacarose.

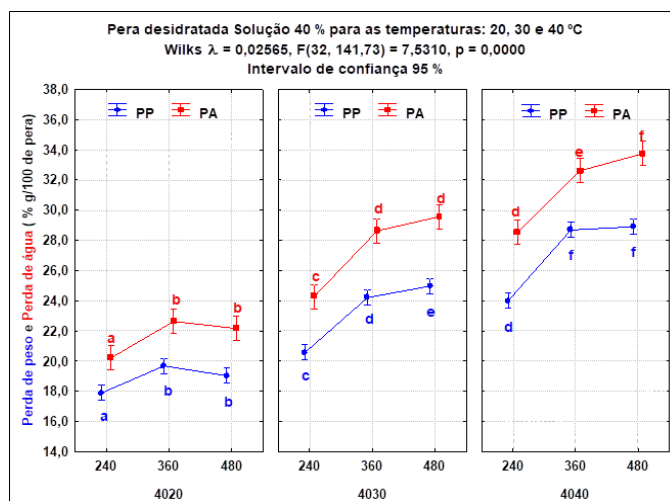


Figura 25 - Gráfico da perda de peso e perda de água para uma solução de 40 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

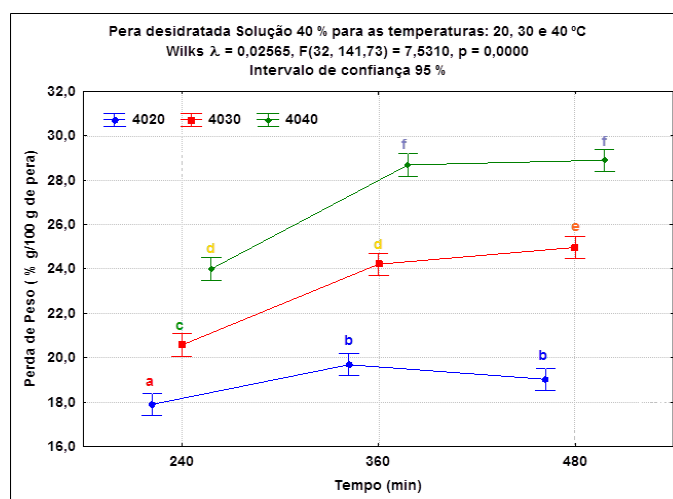


Figura 26 - Gráfico da perda de peso para uma solução de 40 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

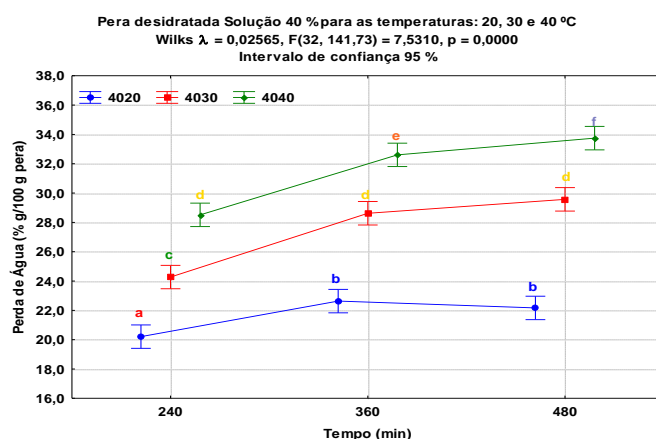


Figura 27 - Gráfico da perda de água para uma solução de 40 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

Os valores de GS para a solução de 40 % de sacarose são maioritariamente superiores aos valores para a solução de 30 % de sacarose e consecutivamente é superior para a solução de 20 % de sacarose, pelo que se pode concluir que o GS aumenta com a concentração da solução.

Os valores de GS são inferiores à PA e à PP, pois o GS ocorre através de um processo de difusão, sendo que o GS aumenta, geralmente, com o aumento da concentração de sacarose.

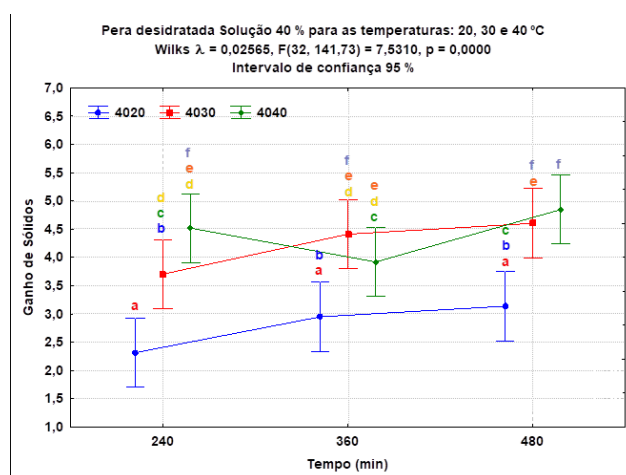


Figura 28 - Gráfico do ganho de sólidos para uma solução de 40 % de sacarose e temperaturas de 20, 30 e 40 °C e tempos 240, 360 e 480 min.

Relativamente à influência da temperatura nos valores de PP e PA, estes parâmetros aumentam com a temperatura numa mesma concentração de solução.

Relativamente aos valores de GS em função da temperatura pode-se verificar que este aumenta com a temperatura.

Para se determinar o ensaio mais adequado, depois de considerar como o tempo ideal será as seis horas, o pretendido é uma boa relação entre uma elevada PA e PP para e um baixo GS. Neste âmbito é possível verificar que os ensaios 3030,3040, 4030 e 4040 apresentam valores mais elevados de PA e PP e baixos valores de GS. Considerando isto, como os ensaios de 30 % e 40 % de concentração de solução de sacarose têm valores similares/pouco dispares entre si, a escolha tem em base de conta os custos, sendo que para realizar uma solução de 30% de sacarose é menos dispendioso do que realizar uma solução de 40 % de sacarose. Para além dos custos, uma solução de 30 % de sacarose é mais vantajosa do que uma solução de 40% do ponto de vista nutricional.

Desta forma restaram dois ensaios, o 3030 e o 3040, por isso foi realizada uma prova sensorial para se tomar a decisão qual deveria ser a amostra mais apropriada para prosseguir com as análises posteriores.

5.5. Análise sensorial

Quando se desenvolvem novos produtos, para que tenham sucesso comercial é necessário que sejam apreciados pelos consumidores, sendo por isso relevante realizar provas sensoriais.

A discussão dos resultados analíticos obtidos, permitiu verificar que existem dois ensaios com resultados muito promissores (ensaio de 6 h a 30 % 30 °C e 30 % 40 °C). Assim, para se poder decidir qual seria o ensaio escolhido foram efetuadas as provas sensoriais.

Foram avaliadas três amostras diferentes, duas com DO (as que apresentaram resultados promissores) e uma terceira sem qualquer pré-tratamento, apenas secagem convencional. O painel de provadores foi constituído por alunos e docentes da ESAS, num total de 22 pessoas.

Os resultados para os parâmetros de cor, aroma, doce, acidez, dureza e crocância são apresentados na **figura 29**

Da observação da **figura 29** é possível constatar que o ensaio 3030 (linha vermelha no gráfico) é o mais apreciado pelos provadores em 5 dos 6 parâmetros.

No parâmetro “Aroma”, o ensaio 3030 surge como o “segundo preferido”, sendo que aquele que é o preferido é a pera sem tratamento osmótico, apesar da diferença

entre ambos ser pouco significativa. Apesar disto, o tratamento 3030 é sempre mais apreciado ao tratamento 3040 em todos os parâmetros.

Relativamente ao tratamento 3040, encontra-se num patamar intermedio de preferência (com exceção do “aroma”, onde está em último lugar preferencial).

Por último, o ensaio sem tratamento é os “menos preferidos” em cinco dos seis parâmetros analisados.



Figura 29 - Pontuação de ordenação dos três ensaios em estudo

Com base na **figura 30**, é possível constatar, tal como anteriormente, que o ensaio 3030 é apreciado por 39 % dos provadores e a pera sem tratamento osmótico e a menos apreciada (29%) dos provadores, sendo que o tratamento 3040 ficou num patamar intermédio, sendo apreciado por 32% dos provadores.

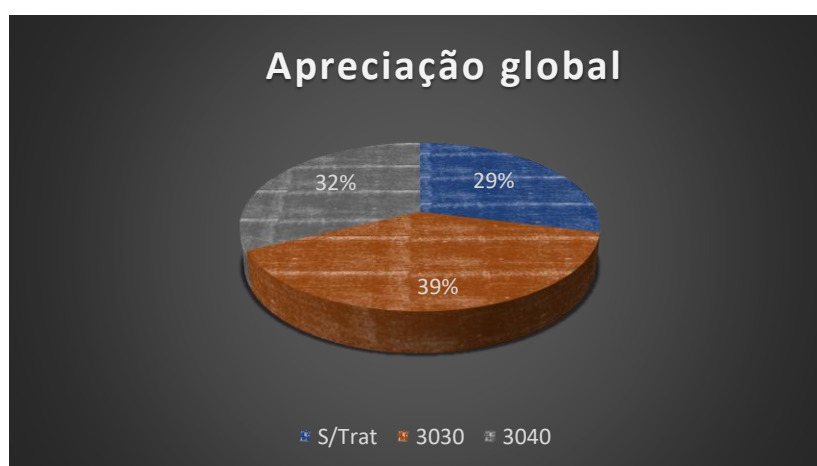


Figura 30 - Apreciação global dos três ensaios em estudo

Considerando que numa apreciação global, o ensaio preferido foi o 3030, será com este que se prosseguiu com a análise proximal e microbiológica.

Nota ainda para o facto utilizar o ensaio 3030 em detrimento do ensaio 3040 permite reduzir os custos energéticos, pois tem um maior custo atingir os 40 °C do que atingir os 30 °C. A temperatura de 40 °C por outro lado pode afetar as características nutricionais do produto.

5.6. Análise microbiológica

O estudo da estabilidade microbiológica decorreu durante 6 meses.

No delineamento do estudo foram considerados como indicadores de qualidade as populações de microrganismos a 30 °C (M30) e microrganismos osmofílicos ou osmotolerantes a 30 °C (M30o) e bolores e leveduras (B+L) e bolores e leveduras osmofílicos ou osmotolerantes (B+Lo).

Foi ainda realizada contagem de microrganismos da família das *Enterobacteriaceae*, a qual foi usada como indicador de higiene, enquanto que contagem de *Staphylococcus coagulase* positiva e a pesquisa de esporos de clostrídios sulfito redutores foram selecionados como indicadores de segurança.

Os resultados obtidos encontram-se no **Anexo 4**.

As análises da evolução das populações totais em estudo encontram-se apresentadas nas **figuras 31 e 32**.

As populações de microrganismos indicadores de qualidade, englobando os microrganismos a 30 °C e os bolores e leveduras e as populações com características osmofílicas ou osmotolerantes, apresentam níveis muito semelhantes e com evoluções equivalentes. Os níveis das populações microbianas após a produção são 2,5 log u.f.c./g, com exceção para microrganismos osmofílicos ou osmotolerantes a 30 °C que são mais elevados (6,76 log u.f.c./g), mas para os quais se verifica baixarem para 2,49 log u.f.c./g ao fim de 1 mês e continuando nestes níveis aos 6 meses de conservação nas condições estabelecidas.

Comparando os resultados obtidos com os valores pesquisados na bibliografia (NAS, 2003; AHPA, 2014) para os microrganismos a 30°C, sendo que o valor mais baixo é de 10⁴u.f.c./g (valor pertencente á EP) e verificando que dos valores obtidos, o valor máximo registado é 5,99x10² u.f.c./g, para este parâmetro, encontramos um nível satisfatório.

Quanto aos Bolores e Leveduras, os resultados obtidos encontram-se na ordem de grandeza de 10^2 (valor máximo registado $6,81 \times 10^2$ u.f.c./g), sendo que pelos valores sugeridos (10^3 u.f.c./g para a WHO e 10^2 u.f.c./g para a EP), pode-se constar que os resultados estão dentro dos limites para a WHO, mas já ultrapassam os valores limite da EP (NAS, 2003; AHPA, 2014).

Relativamente aos microrganismos osmotolerantes a 30 °C e aos bolores e leveduras osmotolerantes, com base nos dados obtidos, pode-se verificar que para M30o existe um valor que excede os valores limites sugeridos pela literatura, sendo que para P0 temos um valor de $5,77 \times 10^6$ u.f.c./g, pelo que se considera que se encontra no nível “Não Satisfatório” de acordo com NAS (2003) e fora dos limites estabelecidos por WHO e EP. Contudo os resultados ao longo do tempo apresentaram valores considerados como “Satisfatórios”. O valor discrepante encontrado em P0 pode dever-se a um eventual erro de manuseamento aquando da realização da análise, pois nas análises posteriores encontra-se valores satisfatórios do ponto de vista de qualidade.

Quanto aos Bolores e Leveduras osmotolerantes, o maior valor obtido foi de $5,78 \times 10^2$ u.f.c./g) sendo que os restantes se encontram entre este valor e acima de 10^2 u.f.c./g. Considerando os valores sugeridos (10^3 u.f.c./g para a WHO e 10^2 u.f.c./g para a EP), pode-se constar que os resultados estão dentro dos limites para a WHO, mas já ultrapassam os valores limite da EP. De referir que Kucner *et al* (2013) obteve, na sua pesquisa, valores na ordem de 10^3 u.f.c./g para bolores e leveduras osmotolerantes (NAS, 2003; AHPA, 2014).

A proximidade de níveis e evolução das populações microbianas verificadas, sugere que os grupos de microrganismos têm características osmotolerantes, uma vez que crescem em condições de atividade da água superior a 0,95 e em valores inferiores a 0,95.

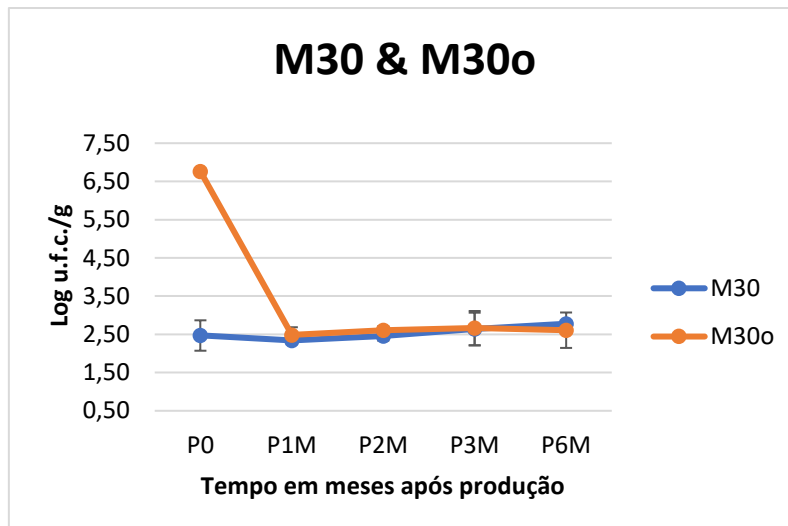


Figura 31 - Evolução das populações de microrganismos a 30 °C.

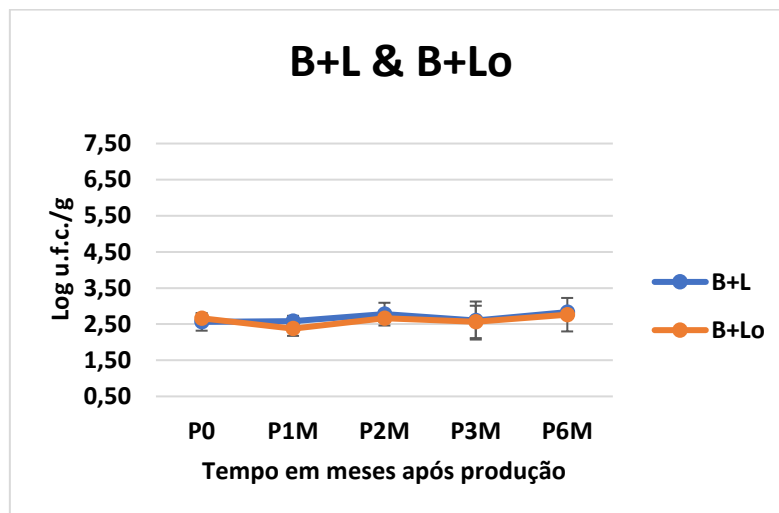


Figura 32 - Evolução das populações de fungos.

Ao longo do estudo verificou-se a ausência de populações de bactérias da família das *Enterobacteriaceae*, demonstrando a aplicação de boas práticas e garantindo a higiene dos produtos, sendo que de acordo com NAS (2003), considera-se que se encontra num nível “Satisfatório” do ponto de vista de qualidade/estado higiénico.

A ausência de crescimento de *Staphylococcus* coagulase positiva, bem como a ausência de esporos de clostrídios sulfito redutores, garantem a segurança dos produtos e conseqüentemente encontram-se num nível “Satisfatório” de acordo com NAS (2003) e como tal seguros para a saúde humana. A WHO e a EP consideram que para *Staphylococcus* coagulase positiva, para ser seguro tem de se comprovar a “Não deteção” deste microrganismo.

5.7. Análise proximal

Foram analisados, a proteína, gordura, fibra, humidade, cinza e os glúcidos, os resultados são apresentados no **quadro 13**.

Por forma a estabelecer um termo de comparação, recorreu-se à Tabela de composição dos alimentos do Instituto Nacional de saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA), referente à Pera Desidratada, a qual apresenta os valores expressos na seguinte tabela.

Comparando os valores de referência disponibilizados com os valores médios obtidos e presentes no **quadro 13**, temos:

Energia – O valor obtido foi de 353,6 kcal e o de referência é de 300 kcal, não sendo muito diferente.

Teor de humidade - Há uma grande proximidade entre valores obtidos (4,96 g) e valor de referência (5 g).

Proteína – Com um valor obtido de 0,042 g e um valor referencia de 1 g, existe uma diferença relevante.

Lípidos – Obteve-se um valor de 0,000 g, enquanto que de valor de referência é 2,6 g.

Glúcidos – O valor obtido foi de 88,3622 g e o valor de referência de 59,9 g, sendo que este valor obtido seria esperado considerando que a pera desidratada sofreu um pré-tratamento de desidratação osmótica em solução de sacarose.

Fibra – Valor obtido de 4,9655 g e o valor de referência de 14 g.

Cinza - Com um valor obtido de 1,6663 g e um valor de referência de 2,3 g.

Com base nos dados obtidos e de referência, é facilmente perceptível que o teor de humidade é semelhante ao valor de referência, contudo os restantes parâmetros apresentam resultados muito diferentes relativamente aos valores de referência, sendo que esta diferença poderá ser explicada, de acordo com Rossa (2004) por diversos fatores, como a variedade de pera utilizada, o seu estado de maturação, técnicas culturais e data de colheita. Considerando ainda que se trata, em ambos os casos, de fruta desidratada, a forma como foi desidratada irá influenciar a sua composição nutricional, sendo por isso expectável que haja resultados divergentes.

Quadro 13 - Resultados médios obtidos da análise proximal à pera desidratada, o respetivo padrão e os valores referência

Composição	Valores experimentais	Desvio padrão	Valores referência - Adaptado de INSA (2020)
Energia (kcal/kJ)	353,6 / 1479,5	0,577 / 0,577	300 / 1270
Proteína (g/100g)	0,042	0,007	1,9
Gordura (g/100g)	0,000	0,000	2,6
Fibra (g/100g)	4,966	0,296	14
Humidade (g/100g)	4,964	0,181	ND
Cinza (g/100g)	1,666	0,346	2,3
Glúcidos (g/100g)	88,362	0,138	59,9
Água (g/100g)	4,960	0,208	5

ND – Não definido

Foi ainda medida a atividade de água (a_w) à pera desidratada, sendo que foi obtido os seguintes valores para cada uma das amostras, expressos no **quadro 14**.

A pera rocha após sofrer todo o processo de desidratação sofre uma clara e esperada, diminuição da atividade de água, sendo que foi obtido um valor médio de 0,217. Fazendo uma comparação com o ensaio selecionado, relativamente à a_w referente à pera em fresco (0,94) e o valor da pera em fresco após a DO (0,92), nota-se uma grande diminuição, tal como expectável.

Este valor de atividade de água já permite que exista estabilidade microbiológica no produto e de acordo com Ntuli *et al.* (2017), permite inibir o crescimento de microrganismos, impede a deterioração do alimento, preservando as suas características.

Quadro 14 - Valor da atividade de água da pera desidratada.

Atividade de água da pera desidratada	
Valor Médio	0,217
Desvio-padrão	0,0218

6. Considerações finais

Através dos ensaios preparatórios foi possível verificar que a atividade de água diminuiu ao longo do processo de DO, com redução mais acentuada até aos 360 minutos. No geral os valores de a_w inicial estavam dentro da mesma gama, pelo que se pode constatar que as peras, teriam uma disponibilidade de água muito similar. Apesar da a_w diminuir, esta não é suficiente só por si para inibir o desenvolvimento de microrganismos.

Os valores de TSS_f e H_f diminuíram de forma acentuada, independentemente da concentração ou da temperatura da solução, até aos 360 minutos de imersão, e após esse tempo se verificou o aparecimento de um patamar de estabilização. Os valores de TSS_i obtidos estão dentro da mesma gama, observação extremamente importante na medida em que significa que as peras estariam num estado de maturação muito próximo.

Os valores da perda de peso (PP) e da perda de água (PA) aumentaram com a temperatura até aos 360 minutos de imersão, apresentando constância de valores após esse tempo. Os valores do ganho de sólidos (GS) aumentaram com a temperatura e mostraram tendência para aumentar ao longo do tempo, registando o patamar de estabilização aos 360 minutos de imersão, sendo que existem ensaios nos quais não há diferenças significativas de GS.

A concentração da solução de sacarose é provavelmente o fator mais significativo e relevante no processo de DO, sendo que a PA e a PP aumentam com o aumento da concentração, pois um maior gradiente de concentração entre a solução e a pera promove um aumento da PA e PP da pera. Por outro lado, também aumenta o GS.

A partir dos 360 minutos de DO pode estar a acontecer que o sistema esteja a entrar em equilíbrio, sendo possível tirar ilações de que o tempo de imersão de 360 minutos é suficiente para os ensaios realizados. Verifica-se ainda que os valores de PA são sempre superiores aos valores de PP, devendo-se isto à incorporação de sólidos na pera.

Na desidratação osmótica, o ideal é favorecer a perda de água com o mínimo possível de ganho de sólidos, visto que a impregnação de solutos no alimento poderá modificar as propriedades sensoriais e nutricionais do produto.

Os resultados dos ensaios preparatórios permitiram concluir que existiam quatro ensaios possíveis nos quais existiram resultados promissores (3030; 3040; 4030; 4040,

todos aos 360 minutos (seis horas) de tratamento osmótico. Verificou-se para estes que tinham valores elevados de PP e PA para baixos ganhos de sólidos (GS). Devido à similaridade, *i. e.*, diferenças pouco significativas entre os valores dos ensaios, tomou-se a decisão de excluir os ensaios nos quais foi utilizada uma solução de concentração de 40 % de sacarose, pois esta poderá ser mais dispendiosa quando comparada com uma solução de 30 % de concentração, sendo que a solução de 30 % também poderá ser mais vantajosa do ponto de vista nutricional. Restaram dois ensaios 3030 e 3040.

Para perceber qual dos ensaios restantes seria o “ideal” para prosseguir o trabalho, a análise sensorial teve um papel fundamental, pois permitiu aferir qual foi o ensaio mais apreciado pelo painel de provadores. Nesta análise, para além dos ensaios 3030 e 3040, foram avaliadas peras desidratadas por secagem convencional (sem pré-tratamento osmótico). Assim, a formulação 3030 foi a melhor pontuada por 39 % dos provadores, a formulação 3040 obteve 32% da preferência e por último ficou a pera desidratada sem pré-tratamento osmótico com 29% de preferência.

Escolhido o ensaio “ideal”, procedeu-se à análise microbiológica, para avaliar a estabilidade da pera desidratada. Este ensaio decorreu num espaço temporal de seis meses. Neste caso, considerando que os valores de referência são variáveis consoante a entidade e/ou organização, os resultados obtidos encontram-se dentro de valores recomendados, à exceção do ensaio P0 para microrganismos osmotolerantes a 30 °C que se encontra acima dos valores constantes da literatura consultada. Nos ensaios realizados posteriormente para microrganismos osmotolerantes a 30 °C, verificaram-se valores dentro dos limites recomendados, pelo que se pode concluir que o resultado obtido em P0 pode ser devido, hipoteticamente, a erros experimentais.

Desta forma constatou-se que a pera desidratada é microbiologicamente estável e segura, na medida em que foi verificada a ausência de populações de bactérias da família *Enterobacteriaceae*, demonstrando a aplicação de boas práticas e garantindo a higiene dos produtos. A ausência de crescimento de *Staphylococcus* coagulase positiva, bem como a ausência de esporos de clostrídios sulfito redutores, garantem a segurança dos produtos.

Para estes resultados microbiológicos em muito contribuiu a_w , com um valor extremamente baixo (0,217), promovendo deste modo a inibição do crescimento microbiano, impedindo a deterioração do alimento, preservando as suas características, tornando-o estável e seguro.

Com a análise proximal foi possível obter alguns parâmetros da composição nutricional da pera desidratada. Verificou-se a existência de diferenças em relação à

literatura consultada, sendo que para isso contribuiu a variedade da pera, estado de maturação, a existência/ausência do processo de DO e o tipo de secagem.

Por fim, a desidratação osmótica da pera Rocha seguida de secagem permite considerar este produto mais aceitável do que a pera desidratada sem pré-tratamento, e desta forma é possível acrescentar valor ao produto.

Sugestões de trabalhos futuros:

- Realização de testes de cor, textura e dureza para estudar as alterações de cor da pera desidratada osmoticamente.
- Estudar a influência na transferência de massa com introdução de agitação na solução osmótica.
- Estudar o número de ciclos possíveis para a reutilização da solução osmótica.
- Estudar a desidratação osmótica associada a outras tecnologias emergentes como a desidratação a vácuo, aplicação de ultrassons e micro-ondas.
- Realizar testes utilizando outro agente osmótico (cloreto de sódio ou uma combinação deste com sacarose).
- Estudar o tempo de secagem em estufa da pera após sofrer o pré-tratamento.
- Estudo do tempo de vida útil da pera desidratada.

7. Referencias bibliográficas

- Alonso, V. (2019). Propriedades da água e sua importância na estabilidade de alimentos *in-natura* e processados. Acedido a 20/12/2019 às 19h19, disponível em <https://cienciasdosalimentos.wordpress.com/2013/03/15/propriedades-da-agua-e-sua-importancia-na-estabilidade-de-alimentos-in-natura-e-processados/>
- American Herbal Products Association (2014). *Recommended Microbial Limits for Botanical Ingredients (in colony-forming units (cfu)/g)*.
- AOAC (1990). *Official methods of analysis. Agricultural chemicals, contaminants, drugs*. Volume I, 15th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington
- AOAC (2002). *Guidelines for Single Laboratory Validation of Chemical Methods for Dietary Supplements and Botanicals. Official Method of Analyses*. 16th Edition, Association of Official Analytical, Washington DC.
- Apaza, C. A. S. (2007). *Deshidratación Osmótica de Alimentos*. Boletim de Divulgação Tecnológica Agroindustrial, v 1.
- Associação Nacional de Produtores de Pera Rocha (ANP). (1997). Caderno de especificações de pera Rocha – Denominação de Origem.
- Associação Nacional de Produtores Pera Rocha (2019). Pera Rocha - A História. Acedido às 17h45 de 25/11/2019, disponível em <http://perarocha.pt/pera-rocha/#historia>
- Beristain, C. I., Azuara, E., Cortes, R., Garcia, H. S. (1990). *Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple rings*. International Journal of Food Science and Technology. v. 25, p.576-582.
- Biology Online, (2020). *Dictionary Turgidity, flaccidity, and plasmolysis*. Acedido a 14/10/2020 às 17h45m. Disponível em <https://www.biologyonline.com/dictionary/turgidity>.
- Bolin, H.R.; Huxsoll, C.C.; Jackson, R & NG, K. C. (1983). *Effect of Osmotic Agents and Concentration on Fruit Quality*. Journal of Food Science.
- Bourdoux, S., Li D., Rajkovic A., Devlieghere F., Uyttendaele M. (2016). *Performance of Drying Technologies to Ensure Microbial Safety of Dried Fruits and Vegetables*. Vol.15.
- Caloria *in* Dicionário infopédia da Língua Portuguesa. Porto: Porto Editora, 2003-2020. [consult. 2020-09-24 14:00:57]. Disponível em <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/caloria>

- Collignan, A. & Raoult-Wack, A. L. (1994). *Dewatering and Salting of Cod by Immersion in Concentrated Sugar/salt Solution*. *Lebensmittel-Wissenschaft- und-Technologie*, 27, 259 – 264.
- Costa, Y. (2020). Lipídios. Acedido a 24/09/2020 às 10h39. Disponível em <https://www.infoescola.com/bioquimica/lipidios/>
- Costa, Y. (2020). Proteínas. Acedido a 24/09/2020 às 10h59. Disponível em <https://www.infoescola.com/bioquimica/proteinas/>
- Cowan, M. K. (2012) *Microbiology A Systems Approach*. 3th ed. New York: McGraw-Hill. 180-682
- CUF (2020). Os Hidratos de Carbono são bons ou maus?. Acedido a 24/09/20 às 12h54. Disponível em <https://www.cuf.pt/mais-saude/os-hidratos-de-carbono-sao-bons-ou-maus>
- Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (2018). Pera Rocha do Oeste DOP. Acedido a 29/10/2018 às 21h14m. Disponível em <https://tradicional.dgadr.gov.pt/pt/cat/frutosfrescos/686-pera-rocha-do-oeste-dop>
- FAO (2019). Dados de produção e Área de produção de pera. Acedido a 27/12/2019, disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/#country>.
- FARKAS, F. D. & LAZAR, M. E. (1969). *Osmotic Dehydration of Apple Pieces: Effect of Temperature and Syrup Concentration on Rates*. *Food Technology* 23, 688 –690.
- Farmácias Portuguesas (2020). Fibras alimentares: tudo o que deve saber. Acedido a 24/09/2020 às 13h10. Disponível em <https://www.farmaciasportuguesas.pt/menu-principal/bem-estar/vida-ativa/nutricao-e-actividade-fisica/fibras-alimentares-tudo-o-que-deve-saber.html>
- FSTA (2016). *Food Science and Technology Abstracts*.
- Fumagalli, F. (2003). Secagem de Pêra em Secador a Microondas. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. São Carlos-SP
- Giangiacomo, R. Torreggiani D., Abbo E. (1987). *Osmotic dehydrated of fruit, Part I-Sugar Exchange*. *Journal of Food Processing and Preservation* n.º 11; p.183-195.
- Hortinet (2014). Apesar da baixa de preços, existem boas oportunidades para os produtores de pera rocha. Acedido a 29/10/2018 às 20h36m. Disponível em <http://hortinet.info/2014/12/04/apesar-dabaixa-de-precos-existem-boas-oportunidades-para-os-produtores-de-perarocha/>

- Instituto Nacional de Estatística - Estatísticas agrícolas: 2018. Lisboa: INE, 2019. ISBN 978-989-25-0495-7
- Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge. Interpretação de resultados de ensaios microbiológicos em alimentos prontos para consumo e em superfícies do ambiente de preparação e distribuição alimentar: valores-guia. Lisboa: INSA IP, 2019.
- Isabella (2013). Desidratação dos alimentos. Acedido a 29/10/2018 às 22h 34m. Disponível em <http://isabellasvoice.blogspot.com/2013/05/desidratacao-dos-alimentos.html>
- Kucner A, Papiewska A, Sojka M, Klewicki R. (2013). *Chemical and microbiological changes in blueberries and in hypertonic solution during osmotic dehydration employing reused concentrate*. J Food Pro Eng 36:608–18.
- Labuza, T. P. (1980). *The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration*. Food Technology, 4, 36-41, 59.
- Lazarides, H. N. (1994). *Osmotic preconcentration developments and prospects. In minimal processing of foods and process optimization*. Edited by Singh R. and Oliveira F., CRC PRESS, London, p. 73-85.
- Lenart A., (1996). *Osmo-convective drying of fruits and vegetables: technology and application*. Drying Technology, v.14.
- Lenart A., Flink J. M. (1984). *Osmotic concentration of potato. Criteria for the end point of osmosis process*. J. Food Technology 19, p.45-60.
- Lenart, A., Piotrowski, D. (2001). *Drying characteristics of osmotically dehydrated fruits coated with semipermeable edible films*. Drying Technology., v.19, n.5.
- Lericci, C., Pinnavaia G., Rosa M. D. and Bartolucci L. (1985). *Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agent on drying behaviour and product quality*. Journal of Food Science, 50: p.1217-1219.
- Lewick, P. P., Lukaszuk, A. (2000). *Effect of osmotic dewatering on rheological properties of apple subjected to convective drying*. Journal of Food Engineering, v.45, p.119-126.
- Lima, M. G. (2015). "Textos de apoio da unidade curricular de Análise Sensorial; Tecnologia Alimentar. Nutrição Humana e Qualidade Alimentar Escola Superior Agrária de Santarém – Instituto Politécnico de Santarém.
- Marcela, A. (2016). Exportações de Pera Rocha recuam 15%, menos do que a produção. Acedido a 27/10/2018, disponível em <https://www.dinheirovivo.pt/economia/exportacoes-de-pera-rocha-recuam-15-menos-do-que-a-producao/>

- Marcussi, B. (2005). Desidratação Osmótica e Impregnação a Vácuo de Pêra (variedade Buerre D'Anjou). Dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Marketing Agrícola, (2016). Produção e comercialização de pera. Publicado a 3 de Agosto de 2016. Acedido às 18h41 de 25/11/2019. Disponível em <https://marketingagricola.pt/producao-e-comercializacao-de-pera/>
- Mendes, G.R.L., Freitas, C.H., Scaglioni, P.T., Schimidt, C.G & Furlong, E.B (2013). Condições para a desidratação Osmótica de Laranjas e as Propiedades Funcionais do Produto- Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental
- Menezes, E., Purgatto, E., (2016). Determinação de cinzas em alimentos. Acedido a 24/09/2020 às 13h40. Disponível em https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjvIMih54HsAhUKfBoKHW-4ANsQFjAAeqQIBxAB&url=https%3A%2F%2Fdisciplinas.usp.br%2Fpluginfile.php%2F1682933%2Fmod_folder%2Fcontent%2F0%2FAula%252004%2FAula%2520de%2520CINZAS%25202016.pdf%3Fforcedownload%3D1&usq=AOvVaw22OLnxW0PpzB9KWnOVLuJc
- National Academy of Sciences (2003). *Scientific Criteria to Ensure Safe Food*. Appendix E- International Microbiological Criteria. PP.317-358.
- Nobel, P. S. (1991). *Physicochemical and Environmental Plant Physiology*. San Diego: Academic Press.
- Ntuli, V., Chatanga, P., Kwiri, R., Gadaga, H., Tendekayi, Gere J., Matsepo T. & Potloane Rethabile Portia (2017). *Microbiological quality of selected dried fruits and vegetables in Maseru, Lesotho*. African Journal of Microbiology Research. Vol. 11(5), pp. 185-193
- Ponting, J. D., G. G Warrers, R. R. Forrey, R. Jackson and W. L. Stanley (1966). *Osmotic dehydration of fruits*. Food Technology, p.1365-1368.
- Primofruta – Sociedade Hortofruticola, Lda (2019). Pera Rocha. Acedido a 20/12/2019, disponível em <http://primofruta.pt/pt/pera-rocha>
- Quiles, A., Hernando, I., Perez-Munuera, I., Larrea, V., Liorca, E., Lluch, M. A. (2005). *Polyphenoloxidase (PPO) activity and osmotic dehydration in Granny Smith apple*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1017-1020.
- Raoult-Wack, A. L.; Rios, G.; Saurel, R.; Giroux, F.; Guilbert, S. (1994). *Modeling of dewatering and impregnation soaking process (osmotic dehydration)*. Food Research International. v. 27.

- Rastogi N., Raghavarao K. (2004). *Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple considering Fickian diffusion in cubical configuration*. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 37 (1), p. 43-47.
- Rastogi N., Raghavarao K., Niranjana K. Y Knorr D. (2002). *Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer*. Trends in Food Science and Technology, 13, p. 48-59.
- Regulamento (CE) nº 2073/2005 da Comissão, de 15 de novembro de 2005, relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios (JO L 338 de 22.12.2005, p. 1-26)
- Rodrigues, M. A. F. (2017). *“Estudo de um pré-tratamento ao processo de secagem convencional por desidratação osmótica, no âmbito da valorização de maçã de baixo calibre”*. Escola Superior Agrária de Santarém, dissertação de Mestrado, do Mestrado em Tecnologia Alimentar.
- Rosa, M. D. & Giroux, F. (2001). *Osmotic Treatments (OT) and Problems Related to Solution Management*. Journal of Food Engineering.
- Rossa, A. R. (2004). *Pera Rocha minimamente processada. Influência de pré-tratamentos térmicos moderados na qualidade*. Relatório de fim de curso de engenharia alimentar. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Sacchetti. G., Gianotti, Marco Dalla Rosa, (2001). *Sucrose-Salt combined effects on mass transfer kinetics and product acceptability. Study on apple osmotic treatments*. Journal of Food Engineering, v.49.163-173
- Salvatori, D. (1999). *Deshidratación osmótica de frutas: cambios composicionales y estructurales a temperaturas moderadas*. Ph. D. thesis. Universidade Politécnica de Valencia.
- Saurel R., Raoult- Wacck A. L., Ríos G., Guilbert S. (1994). *Mass transfer phenomena during osmotic dehydration of apple II frozen plant tissue*. International Journal of Food Science and Technology, 29, p.543-550.
- Shi, X.Q. & Fito, P. (1993). *Vacuum Osmotic Dehydration of Fruits*. *Drying Technology*.
- Soares, E. (2007). "Doenças de origem alimentar: infecções e intoxicações." Segurança e qualidade alimentar
- Soares, J., Silva, A., Alexandre, J. (2001). O Livro da Pera Rocha - Volume Primeiro. ANP - Associação Nacional de Produtores de Pera Rocha, Cadaval.
- Torreggiani, D. (1993). *Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing*. Food. Research International, v.26, pg 59.

- Torreggiani, D., Bertolo, G. (2001). *Osmotic treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects*. Journal of Food Engineering, Oxford, v. 49, n. 2, p. 247- 256.
- Uddin M. B., Islam N. (1985). *Development of shelf-stable pineapple products by different methods of drying*. J. Inst. Engrs. Bangladesh 13, p.5-13.
- Valdez-Fragoso, A., Mujica-Paz H., Giroux F., Welti-Chanes, J. (2002). *Pilot plant for osmotic dehydration of fruits: Design and evaluation*. Journal of Food Processing and Engineering, 25, 189 - 199.

Anexos

Anexo 1 – Folha de prova da Análise Sensorial

PRODUTO: Pera Rocha desidratada

Aprecie individualmente cada protótipo de pera desidratada, nos atributos que a seguir se indicam:

1. **Aspetto Visual-** Aprecie a **cor** da pera desidratada.

Prova de pontuação (**NÃO PODE** repetir pontuações).

1	2	3	4	5	6	7

1-Gosto menos

1	2	3	4	5	6	7

7-Gosto mais

1	2	3	4	5	6	7

2. **Odor-**Aprecie o **aroma** da pera desidratada.

Prova de pontuação (**NÃO PODE** repetir pontuações).

1	2	3	4	5	6	7

1-Gosto menos

1	2	3	4	5	6	7

7-Gosto mais

1	2	3	4	5	6	7

3. **Sabor:**

Aprecie a **doçura** da pera desidratada.

Prova de pontuação (**NÃO PODE** repetir pontuações).

1	2	3	4	5	6	7

1-Gosto menos

1	2	3	4	5	6	7

7-Gosto mais

1	2	3	4	5	6	7

Aprecie a **acidez** da pera desidratada.

Prova de pontuação (**NÃO PODE** repetir pontuações).

1	2	3	4	5	6	7

1-Gosto menos

1	2	3	4	5	6	7

7-Gosto mais

1	2	3	4	5	6	7

4. **Textura**

Aprecie a **dureza** da pera desidratada.

Prova de pontuação (**NÃO PODE** repetir pontuações).

1	2	3	4	5	6	7

1-Gosto menos

1	2	3	4	5	6	7

7-Gosto mais

1	2	3	4	5	6	7

Aprecie a **crocrância** da pera desidratada.

Prova de pontuação (**NÃO PODE** repetir pontuações).

1	2	3	4	5	6	7

1-Gosto menos

1	2	3	4	5	6	7

7-Gosto mais

1	2	3	4	5	6	7

Apreciação Global

Prova de pontuação (**NÃO PODE** repetir pontuações).

1	2	3	4	5	6	7

1-Gosto menos

1	2	3	4	5	6	7

7-Gosto mais

1	2	3	4	5	6	7

Detetou outros sabores: **SIM/NÃO**

Se sim, qual ou quais? _____

Sugestões de melhoria?

Anexo 2 – Metodologia utilizada na análise proximal

Proteína Bruta

Inclui: Digestão da amostra; Destilação; Titulação.

Digestão

- 1 - Pica-se a amostra (consoante tipo de amostra)
- 2 - Pesa-se a amostra
- 3 - Adiciona-se 12 mL de ácido sulfúrico a 98% e duas pastilhas (K₂SO₄Se) por tubo
- 4 - Vai para o digestor. Deve-se, em todas as digestões completar o conjunto com 6 tubos.
- 5 - Deixa-se a digerir durante 45 minutos ou mais até as amostras ficarem com a cor semelhante à do ensaio em branco (transparente), a 450 °C.
- **NOTA:** Faz-se sempre um ensaio em branco (12 mL de H₂SO₄ + 2 pastilhas)

Destilação

- 1 - Colocar 25 mL de ácido bórico em cada balão de Erlenmeyer 250 mL;
- 2 - Colocar o tubo da amostra no equipamento;
- 3- Carregar **3X ÁGUA, 2X NaOH e 1X STEAM**
- 4- Quando o líquido chegar ao 150 mL no balão Erlenmeyer, carregar no botão **STOP**
- 5 - Retira-se o balão, limpando o tubo de saída do destilado com água destilada.

Titulação

1 - Com a ajuda de uma bureta, deita-se HCl (0.5N), gota a gota, de modo a atingir o ponto de viragem (coloração rosa).

Cálculos:

$$\% N = [(v_1 - v_0) \times T \times 0,014 \times 100] / m \%$$

V₀ = mL HCl usados na titulação EB

V₁ = mL HCl usados na titulação da amostra

T = normalidade do HCl

m = massa da amostra (g ou mL)

$$PB = C \times \% N$$

Humidade

1. Homogeneizar a amostra na picadora
2. Colocar o cadinho na estufa, a 103 °C, durante pelo menos 30 min
3. Arrefecer em exsiccador

4. Pesar e registrar o peso (m_0)
5. No mesmo cadinho, pesar 5 a 8 g de amostra e registrar o peso (m_1)
6. Secar na estufa a 103 °C durante pelo menos 2 h
7. Arrefecer em exsicador até à temperatura ambiente
8. Pesar e registrar o peso
9. Repetir as operações de secagem e arrefecimento até que a diferença em duas pesagens consecutivas, separadas por uma hora
10. Efetuar os cálculos:

$$W = [(m_1 - m_2) / (m_1 - m_0)] \times 100$$

- W = teor de humidade em percentagem em massa;
- m_0 = massa do cadinho, expressa em gramas;
- m_1 = massa do cadinho e toma para análise antes da secagem, expressa em gramas;
- m_2 = massa, do cadinho e toma para análise após secagem, expressa em gramas;
- Apresentam-se os resultados arredondados às décimas.

Determinação de gordura

1. Moer e homogeneizar a amostra
2. Pesar 3 a 10 g de amostra para um papel de filtro
3. Colocar os copos de extração na estufa durante 2 h a 103 °C
4. Colocar os copos de extração a arrefecer no exsicador
5. Pesar os copos de extração e identificar os mesmos
6. Colocar as amostras dentro de cartuchos de extração
7. A cada cartucho fazer corresponder um copo de extração previamente pesado e identificado
8. Colocar um anel metálico em cada cartucho de extração
9. Em cada copo de extração deitar 50 a 70 mL de solvente
10. Fechar com a alavanca a unidade de extração, abrir a torneira de recuperação (posição vertical) e iniciar o aquecimento
11. Quando o solvente borbulhar submergir o dedal de extração no solvente
12. Após 15 – 60 min passar á posição *washing*

13. Após 30- 60 min nesta posição, colocar na posição *recover*, 20 min, fechando as torneiras (posição deitada) e injetando ar.
14. Finalizadas estas etapas retirar os copos de extração da unidade e levá-los à estufa cerca de 30 min a 103 °C. Arrefecer no exsiccador e pesar o copo após a extração

m_1 - massa da amostra

m_2 - massa copo extração antes da determinação

m_3 – massa copo extração depois da determinação

A matéria gorda total, expressa em percentagem, calcula-se por:

$$\frac{(m_3 - m_2)}{m_1} \times 100$$

m_1

Fibra bruta

1. Preparar a amostra;
2. Pesar 0,5 g de amostra desengordurada no cadinho;
3. Colocar os 6 cadinhos no aparelho;
4. Juntar 150 mL de ácido sulfúrico à amostra, com o aparelho desligado (2º traço branco);
5. Ligar o aparelho e aquecer o máx e depois de começar a ferver marcar 30 min e ir regulando a fervura se necessário baixar a temperatura;
6. Ao fim dos 30 min esvaziar colocando o botão da base de cada coluna na posição vácuo e ligar o botão vácuo;
7. Lavar cerca de 3 x cada amostra com água destilada aquecida sempre com o vácuo ligado;
8. Desligar o vácuo, posição inicial e juntar 150 mL de base (2º traço branco);
9. Aquecer ao máx e depois de começar a ferver marcar 30 min e ir regulando a fervura se necessário baixar a temperatura;
10. Ao fim dos 30 min esvaziar colocando o botão da base de cada coluna na posição vácuo e ligar o botão vácuo;
11. Lavar cerca de 3 x cada amostra com água destilada aquecida sempre com o vácuo ligado;
12. Passar com cerca de 1/3 do cadinho com acetona, esvaziar ligando o vácuo;
13. Retira os cadinhos da unidade e levá-los à estufa cerca de 1 hora a 103 °C;

14. Arrefecer no exsiccador e pesar;
15. Levar à mufla 3 horas a 550 °C, arrefecer no exsiccador e pesar.

Cálculos:

F0 - massa do cadinho mais amostra

F1 - massa cadinho após a estufa

F2 – massa cadinho após a mufla

$$\% \text{ FIBRA BRUTA} = \frac{F1-F2}{F0} \times 100$$

Cinza

1. Colocar o cadinho na mufla pelo menos 30min, a 550-600 °C
2. Arrefecer no exsiccador
3. Pesar
4. Pesar no cadinho cerca de 5 g de amostra
5. Carbonizar na mufla a 350 °C durante 2 h
6. Incinerar na mufla a 550-600 °C durante 4 h
7. Arrefecer o cadinho no exsiccador
8. Pesar
9. Repetir as operações de incineração, arrefecimento e pesagem até que os resultados de duas pesagens sucessivas não difiram entre si em mais de 1 mg

Cálculos:

m_1 = peso do CADINHO

m_2 = peso do CADINHO + amostra

m_3 = peso do CADINHO + a cinza

O valor da cinza total da amostra, expressa em gramas é:

$$\frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100$$

Anexo 3 – Boletins de resultados da análise proximal da pera desidratada

Quadro 15 - Boletim de valores da gordura e fibra da pera desidratada

Amostra nº	Proteína	Gordura				Fibra			
		Massa Amostra	Massa copo (m2)	Massa copo +gordura	Teor Gordura	Massa amostra (F0)	Massa estufa amostra+cadinho (F)	Massa mufla amostra+cadinho	Teor Fibra
						0,9887	28,9035	28,8565	4,7537
12	0	5,02	75,32	75,32	0	1,1566	30,4768	30,4172	5,153
	0,098	4,99	77,64	77,64	0	1,0292	30,7838	30,7382	4,4306
Valor Médio	0,049				0				4,7791
13	0,026	5,01	75,09	75,09	0	0,9916	30,418	30,3649	5,355
						0,895	29,7021	29,6575	4,9832
	0,044	5,04	73,06	73,06	0	1,2116	27,8212	27,7695	4,2671
Valor Médio	0,035				0				4,811
14	0,049	5,02	75,47	75,47	0	1,1051	28,7293	28,6719	5,1941
						1,1029	30,4931	30,4262	6,0658
	0,035	5,03	75,47	75,47	0	1,0648	29,1706	29,1129	5,4189
Valor Médio	0,042				0				5,3065

Quadro 16 - Boletim de resultados da Humidade e Cinza da pera desidratada

Amostra nº	Humidade					Cinza	
	Massa Pesa-filtro (m0)	Massa Inicial Amostra (m1)	Massa Inicial Amostra +Pesa-filtro (m2)	Massa Final Amostra +Pesa-filtro (m3)	H	Massa Final amostra+pesa-filtro(m4)	Teor Cinza
12	24,5833	1,0361	25,6194	25,5671	5,047775	24,5983	1,4477
	24,5584	1,0605	25,6189	25,5707	4,545026	24,5848	2,4894
Valor Médio					4,796401		1,9686
13	24,3686	1,0623	25,4309	25,3785	4,932693	24,3925	2,2498
	24,5595	1,0226	25,5821	25,5315	4,948171	24,5721	1,2322
Valor Médio					4,940432		1,741
14	23,7936	1,0653	24,8589	24,8057	4,993898	23,8072	1,2766
	24,7434	1,0063	25,7497	25,6962	5,316506	24,7565	1,3018
Valor Médio					5,155202		1,2892

Quadro 17 - Boletim de resultados da atividade de água da pera desidratada

aW	12	0,207
	13	0,202
	14	0,242
Valor Médio		0,217

Quadro 18 - Boletim de resultados de Glúcidos da pera desidratada

Amostr nº	Glúcidos
12	88,4069
13	88,4725
14	88,2071
Valor Médio	88,9915

Quadro 19 - Boletim da composição nutricional da pera desidratada

Amostra	Energia (kcal/kJ)	Proteína (g)	Gordura (g)	Fibra (g)	Humidade (g)	Cinza (g)	Glúcidos (g)	Água (g)
12	354/1480	0,0490	0,0000	4,7791	4,7964	1,9686	88,4069	4,8
13	354/1481	0,0350	0,0000	4,8110	4,9404	1,7410	88,4725	4,9
14	353/1477	0,0420	0,0000	5,3065	5,1552	1,2892	88,2071	5,2
Valor Médio	353,6/1479,5	0,0420	0,0000	4,9655	4,9640	1,6663	88,3622	4,96
Desvio Padrão	0,577/0,577	0,007	0,000	0,296	0,181	0,346	0,138	0,208

Anexo 4 – Boletins de resultados da análise microbiológica da pera desidratada

Quadro 20 – Resultados microbiológicos de microrganismos a 30 °C e microrganismos a 30 °C Osmotolerantes

Datas	M30	log(M30)	Média (M30)	Desvio Padrão	M30o	log(M30o)	Média (M30o)	Desvio Padrão
P0a	3,00E+02	2,48	2,47	0,40	5,80E+06	6,76	6,76	0,05
P0b	1,17E+02	2,07			6,50E+06	6,81		
P0c	7,30E+02	2,86			5,10E+06	6,71		
P1a	1,70E+02	2,23	2,34	0,10	2,30E+02	2,36	2,49	0,20
P1b	2,70E+02	2,43			2,40E+02	2,38		
P1c	2,30E+02	2,36			5,20E+02	2,72		
P2a	3,70E+02	2,57	2,46	0,13	4,70E+02	2,67	2,61	0,10
P2b	3,10E+02	2,49			4,60E+02	2,66		
P2c	2,10E+02	2,32			3,10E+02	2,49		
P3a	7,10E+02	2,85	2,64	0,43	1,40E+02	2,15	2,66	0,45
P3b	8,30E+02	2,92			7,90E+02	2,90		
P3c	1,40E+02	2,15			8,80E+02	2,94		
P6a	6,90E+02	2,84	2,78	0,07	1,20E+02	2,08	2,61	0,46
P6b	5,10E+02	2,71			6,40E+02	2,81		
P6c	6,10E+02	2,79			8,70E+02	2,94		

Quadro 21 - Resultados microbiológicos de Bolores e Leveduras e Bolores e Leveduras Osmotolerantes

Datas	B+L	log(B+L)	Média(B+L)	Desvio Padrão	B+Lo	log(B+Lo)	Média(B+Lo)	Desvio Padrão
P0a	3,30E+02	2,52	2,56	0,08	2,60E+02	2,41	2,66	0,24
P0b	4,50E+02	2,65			4,60E+02	2,66		
P0c	6,70E+02	2,52			8,00E+02	2,90		
P1a	3,30E+02	2,52	2,58	0,07	1,60E+02	2,20	2,38	0,15
P1b	4,50E+02	2,65			3,10E+02	2,49		
P1c	3,70E+02	2,57			2,70E+02	2,43		
P2a	5,50E+02	2,74	2,78	0,10	8,70E+02	2,94	2,67	0,32
P2b	7,80E+02	2,89			5,50E+02	2,74		
P2c	5,00E+02	2,70			2,10E+02	2,32		
P3a	1,00E+02	2,00	2,60	0,52	9,00E+01	1,95	2,56	0,53
P3b	8,30E+02	2,92			7,50E+02	2,88		
P3c	7,60E+02	2,88			7,20E+02	2,86		
P6a	7,50E+02	2,88	2,83	0,05	6,40E+02	2,81	2,76	0,04
P6b	6,10E+02	2,79			5,30E+02	2,72		
P6c	6,90E+02	2,84			5,70E+02	2,76		

Quadro 22 - Média e desvio padrão para as populações de microrganismos a 30 °C osmotolerantes e Bolores e Leveduras osmotolerantes no decorrer dos 6 meses de estudo

	M30o			B+Lo		
	Média (log u.f.c./g)	Média (u.f.c./g)	Desvio Padrao	Média (log u.f.c./g)	Média (u.f.c./g)	Desvio Padrao
P0	6,76	5,77E+06	0,05	2,66	4,57E+02	0,24
P1M	2,49	3,06E+02	0,20	2,38	2,37E+02	0,15
P2M	2,61	4,06E+02	0,10	2,67	4,65E+02	0,32
P3M	2,66	4,60E+02	0,45	2,56	3,65E+02	0,53
P6M	2,61	4,06E+02	0,46	2,76	5,78E+02	0,04

Quadro 23 - Média e desvio padrão para as populações de microrganismos a 30 °C e Bolores e Leveduras no decorrer dos 6 meses de estudo

	M30			B+L		
	Média (log u.f.c./g)	Média (u.f.c./g)	Desvio Padrao	Média (log u.f.c./g)	Média (u.f.c./g)	Desvio Padrao
P0	2,47	2,95E+02	0,40	2,56	3,66E+02	0,08
P1M	2,34	2,19E+02	0,10	2,58	3,80E+02	0,07
P2M	2,46	2,89E+02	0,13	2,78	5,99E+02	0,10
P3M	2,64	4,35E+02	0,43	2,60	3,98E+02	0,52
P6M	2,78	5,99E+02	0,07	2,83	6,81E+02	0,05