



Estudo de vida útil acelerado em *snacks* de fruta

Nadine Vaz Tavares

Orientadoras

Professora Doutora Fernanda Maria Grácio Delgado Ferreira de Sousa

Doutora Cristina José Miguel Pintado

Relatório de estágio apresentado à Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de licenciada em Produção de Alimentos e Nutrição Humana, realizado sob a orientação científica da Doutora Fernanda Maria Grácio Delgado Ferreira de Sousa, Professora Adjunta do Instituto Politécnico de Castelo Branco, e da Doutora Cristina José Miguel Pintado, Responsável Técnica do Laboratório de Microbiologia e do Laboratório de Análise Sensorial do Centro de Apoio Tecnológico Agro Alimentar.

Outubro, 2019

O presente trabalho foi financiado pelo Projeto Inovação Aberta e Inteligente na EUROACE - INNOACE, cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, através do programa INTERREG V-A Espanha-Portugal (POCTEP) 2014-2020.



Agradecimentos

Foram vários os que contribuíram para o desenvolvimento e concretização do presente trabalho, pelo que quero expressar o meu profundo e sincero agradecimento.

Em primeiro lugar, agradeço à minha família, à minha mãe, às minhas irmãs e ao meu irmão pelo incentivo constante e pelo esforço e sacrifício no decorrer desta trajetória.

À minha orientadora da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco (ESA), a Professora Doutora Fernanda Maria Grácio Delgado Ferreira de Sousa, pela oportunidade de participar neste projeto e por todo o apoio prestado.

À minha orientadora do Centro de Apoio Tecnológico Agro Alimentar (CATAA), Doutora Cristina José Miguel Pintado, especial gratidão pela constante orientação, pela partilha de informação e conhecimento, pela disponibilidade, compreensão, dedicação e ensinamentos inestimáveis.

À Associação Centro de Apoio Tecnológico Agro Alimentar de Castelo Branco, pela oportunidade que me foi concedida para realizar estágio. Um especial agradecimento a toda a equipa dos Laboratórios de Análise Sensorial, de Físico-química e de Microbiologia do CATAA.

Ao Abel Veloso, pelo apoio, dedicação e incentivo, sempre presentes.

Aos colegas da ESA e aos meus amigos, aqueles que estão comigo desde sempre e aos que me acompanharam nos últimos anos, expresso a minha gratidão pela amizade e pelos bons momentos.

A todos os que me ajudaram a concretizar este marco importante da minha vida pessoal e profissional, muito obrigada.

Ao Projeto INNOACE – Inovação Aberta e Inteligente na EUROACE, co-financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, através do Programa Interreg V-A Espanha-Portugal (POCTEP) 2014-2020, pelo financiamento.

Resumo

No processo de desenvolvimento de um novo produto, a indicação do tempo de vida útil no rótulo é um imperativo legal e esta informação, que é essencial para todos os elos da fileira agroalimentar, também contribui para a redução de desperdício alimentar.

Este trabalho centra-se na determinação do tempo de vida útil de *snacks* de cereja desidratada, amêndoa e mel, utilizando um teste acelerado, em que o fator de aceleração foi a temperatura, com recurso a equações cinéticas.

Para o efeito, este alimento foi armazenado a 5, 20, 35 e 50°C e analisado em seis de datas compreendidas entre o dia da preparação e 72 dias de armazenamento. A qualidade dos *snacks* foi definida com base em variáveis físico-químicas (atividade da água, pH, acidez, atividade antioxidante, coordenadas de cor L^* , a^* e b^*), microbiológicas (contagens de bolores, leveduras, enterobactérias e mesófilos) e sensoriais (*Aspeto, Textura, Sabor e Apreciação global*).

A atividade da água, inferior a 0,6, e o pH, inferior a 4,5, apontam para a estabilidade microbiológica dos *snacks* e para as restantes variáveis resposta físico-químicas não se registaram modificações significativas entre o dia da preparação e a última data de amostragem ($p > 0,05$), para as quatro temperaturas.

No que concerne à determinação da vida útil, foram consideradas as variáveis sensoriais definindo como limite de aceitação 5,0 pontos, numa escala de 1 a 9 pontos. Selecionou-se a equação cinética de ordem 0 para *Apreciação global*, por apresentar o valor mais elevado relativamente à soma dos coeficientes de determinação. Os resultados evidenciam um bom ajuste das constantes cinéticas (0,01350 d⁻¹ a 5°C; 0,01520 d⁻¹ a 20°C; 0,02370 d⁻¹ a 35°C; 0,06220 d⁻¹ a 50°C) à temperatura, utilizando a Equação de Arrhenius, a partir da qual se obtiveram os valores do fator pré-exponencial ($k_0=446$ d⁻¹) e da Energia de ativação ($E_a=24,6$ kJ mol⁻¹). Este modelo conjunto permite estimar o tempo de vida útil para qualquer temperatura do intervalo experimental (5-50°C) e, concretamente para a temperatura de referência selecionada, 25°C, foi de 108 d.

Por fim, importa sublinhar que modificações na formulação, no processo de fabrico, na embalagem e nas condições de armazenamento implicam uma reavaliação do tempo de vida útil.

Palavras chave

Tempo de vida útil, qualidade, deterioração, cinética, Equação de Arrhenius.

Abstract

In the new product development process, the shelf-life is a mandatory information, essential for all the agro food chain players, that should be mentioned in the label and its accurate determination can contribute to reduce food waste.

The main objective of this study was the shelf-life determination of snacks, prepared with dehydrated sweet cherry, almond and honey, through an accelerated test, considering the temperature as the acceleration factor and using kinetics equations.

In order to achieve that goal, the snacks were stored at 5, 20, 35 and 50°C and analyzed in six different dates between the preparation day and 72 days of storage. Quality evaluation was based on physico-chemical variables (water activity, pH, acidity, antioxidant activity, colour coordinates L^* , a^* and b^*), microbiological variables (moulds, yeasts, enterobacteria and mesophilic enumerations) and sensorial variables (*Appearance*, *Texture*, *Flavour* and *Global appreciation*).

The water activity, lower than 0.6, and the pH, lower than 4.5, indicated microbiological stability of the snacks and for the remaining physico-chemical variables no significant ($p>0.05$) changes were found between the preparation day and the last day of sampling, for each storage temperature.

Concerning the shelf-life determination, the sensorial variables were considered, with an acceptance limit of 5.0 points, in a scale ranging from 1 to 9 points. The zero-order kinetic equation was selected for the *Global appreciation* variable, because of its highest determination coefficients sum. The results showed the good fit of the model that explains the relation between the kinetics constants (0.01350 d⁻¹ at 5°C, 0.01520 d⁻¹ at 20°C, 0.02370 d⁻¹ at 35°C, 0.06220 d⁻¹ at 50°C) and the temperature, using the Arrhenius Equation, through which the pre-exponential factor ($k_0=446$ d⁻¹) and Activation energy ($Ea=24.6$ kJ mol⁻¹) were obtained. This model allows the determination of the shelf-life at any temperature within the experimental interval (5-50°C), and regarding the reference temperature of 25°C a value of 108 d was found.

The occurrence of any modification in formulation, processing technology, package or storage conditions imply the re-evaluation of the shelf-life.

Keywords

Shelf-life, quality, deterioration, kinetics, Arrhenius Equation.

Índice

Agradecimentos	I
Resumo	III
Abstract	IV
Índice de Figuras	VI
Índice de Tabelas	VII
Índice de Equações	VIII
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	IX
Lista de Símbolos	X
1. Introdução	1
2. Revisão Bibliográfica	2
2.1. Deterioração de alimentos	2
2.1.1. Desenvolvimento de microrganismos	3
2.1.2. Reações químicas e enzimáticas	5
2.2. Vida útil do alimento.....	6
2.2.1. Definição	6
2.2.2. Testes acelerados	7
2.3. Enquadramento e objetivo	12
3. Material e Métodos	13
3.1. Preparação de <i>snacks</i>	13
3.2. Ensaio de vida útil.....	13
3.3. Determinações analíticas e prova sensorial.....	15
3.3.1. Determinações físico-químicas	15
3.3.2. Determinações microbiológicas.....	17
3.3.3. Prova hedónica.....	18
3.4. Tratamento estatístico e determinação da vida útil.....	19
4. Resultados e Discussão	20
4.1. Qualidade dos ingredientes	20
4.2. Qualidade dos <i>snacks</i> durante o armazenamento	22
4.2.1. Variáveis resposta físico-químicas.....	22
4.2.2. Variáveis resposta microbiológicas	25
4.2.3. Variáveis resposta sensoriais.....	25
4.3. Determinação do tempo de vida útil.....	28
5. Conclusão	33
6. Referências Bibliográficas	34
ANEXO. Registo dos comentários dos provadores	41

Índice de Figuras

Figura 2.1. Influência da atividade da água no desenvolvimento microbiano, na oxidação lipídica, nas reações enzimáticas, no escurecimento não enzimático e na humidade do alimento.	3
Figura 2.2. Representação da variável resposta (y) em função do tempo (t) para equações cinéticas de ordens 0, 1 e 2.	10
Figura 3.1. Aspeto da cereja e da amêndoa trituradas e dos <i>snacks</i>	13
Figura 3.2. Ensaio de vida útil de <i>snacks</i> : preparação, condições de armazenamento, datas de amostragem e determinações analíticas.	14
Figura 3.3. Definição de cor no sistema $CIE L^*a^*b^*$ (1976).	16
Figura 3.4. Apresentação simultânea das amostras para avaliação hedónica.	18
Figura 4.1. Número de provadores que referiram a dureza dos <i>snacks</i>	28
Figura 4.2. Equações cinéticas de ordens 0, 1 e 2 para as variáveis <i>Aspeto</i> , <i>Textura</i> , <i>Sabor</i> e <i>Apreciação global</i> , a 50°C.	30
Figura 4.3. Equações cinéticas de ordem 0 para a variável <i>Apreciação global</i> , a 5, 20, 35 e 50°C.	31
Figura 4.4. Equação de Arrhenius para <i>Apreciação global</i>	32
Figura 4.5. Tempo de vida útil estimado (t_{vu}) em função da temperatura de armazenamento (T), considerando <i>Apreciação global</i>	32

Índice de Tabelas

Tabela 2.1. Características intrínsecas e fatores extrínsecos que afetam a deterioração dos alimentos.....	2
Tabela 2.2. Atividade da água e desenvolvimento microbiano.....	3
Tabela 2.3. pH e desenvolvimento microbiano.	4
Tabela 2.4. Classificação dos alimentos quanto à vida útil.	6
Tabela 2.5. Cinética da deterioração de alimentos.	9
Tabela 2.6. Temperaturas de referência para alimentos congelados, refrigerados e conservados à temperatura ambiente.	11
Tabela 3.1. Condições de armazenamento: temperatura e humidade relativa.....	14
Tabela 3.2. Diferença de cor (ΔE) e percepção sensorial.....	16
Tabela 3.3. Metodologias para as enumerações de bolores, leveduras, enterobactérias e mesófilos.	17
Tabela 3.4. Critérios microbiológicos para frutos desidratados, amêndoa e mel.....	17
Tabela 4.1. Qualidade dos ingredientes, com base na atividade da água, acidez, pH, atividade antioxidante e contagens de bolores, leveduras, enterobactérias e mesófilos.	20
Tabela 4.2. Evolução da atividade da água, pH, acidez e atividade antioxidante dos <i>snacks</i> armazenados a 5, 20, 35 e 50°C.	23
Tabela 4.3. Evolução das variáveis de cor L^* , a^* , b^* e ΔE nos <i>snacks</i> armazenados a 5, 20, 35 e 50°C.....	24
Tabela 4.4. Evolução das enumerações de bolores, leveduras, enterobactérias e microrganismos mesófilos dos <i>snacks</i> armazenados a 5, 20, 35 e 50°C.	26
Tabela 4.5. Evolução das pontuações atribuídas a <i>Aspetto</i> , <i>Textura</i> , <i>Sabor</i> e <i>Apreciação global</i> dos <i>snacks</i> armazenados a 5, 20, 35 e 50°C.....	27
Tabela 4.6. Constantes cinéticas (k) e coeficientes de determinação (R^2) das equações cinéticas de ordens 0, 1 e 2 para as variáveis <i>Aspetto</i> , <i>Textura</i> , <i>Sabor</i> e <i>Apreciação global</i>	29

Índice de Equações

Equação 2.1. Equação cinética de uma reação química.	8
Equação 2.2. Equação cinética de ordem 0.....	10
Equação 2.3. Equação cinética de ordem 1.....	10
Equação 2.4. Equação cinética de ordem 2.....	10
Equação 2.5. Equação de Arrhenius.....	11
Equação 3.1. Determinação da diferença de cor a partir de L^* , a^* e b	16

Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

ANOVA	Análise de variância
CATAA	Centro de Apoio Tecnológico Agro Alimentar
CIE	<i>Commission Internationale de l'Eclairage</i>
DG18	Ágar dicloro-glicerol
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazilo
ESA	Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco
IGP	Indicação Geográfica Protegida
INNOACE	Inovação Aberta e Inteligente na EUROACE
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
PCA	Ágar peptona de caseína, glicose e extrato de levedura
UFC	Unidade Formadora de Colónias
VRBG	Ágar bÍlis vermelho violeta com glucose

Lista de Símbolos

$[A]$	Concentração do reagente A
a^*	Coordenada a^*
a_w	Atividade da água
b^*	Coordenada b^*
E_a	Energia de ativação
F	Estatística F (Fisher-Snedecor)
k	Constante cinética
k_0	Fator pré-exponencial
L^*	Luminosidade
p	Probabilidade de significância
R	Constante dos gases perfeitos
R^2	Coefficiente de determinação
t	Tempo
t_{vu}	Tempo de vida útil
T	Temperatura absoluta
Y	Variável resposta
y_0	Valor inicial da variável resposta
A	Ordem da reação
Δa^*	Diferença entre as coordenadas a^* de duas amostras
Δb^*	Diferença entre as coordenadas b^* de duas amostras
ΔE	Diferença de cor entre duas amostras
ΔL^*	Diferença entre a luminosidade de duas amostras