



ESCOLA SUPERIOR  
DE TURISMO E  
TECNOLOGIA DO MAR

# **Abóbora da Região Oeste: Desenvolvimento de um novo produto alimentar com desperdício zero**

Mestrado em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar

**Karinne Morais Leitão**

Peniche, 30 de setembro de 2025



ESCOLA SUPERIOR  
DE TURISMO E  
TECNOLOGIA DO MAR

# **Abóbora da Região Oeste: Desenvolvimento de um novo produto alimentar com desperdício zero**

Mestrado em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar

**Karinne Morais Leitão**

Trabalho desenvolvido sob a orientação da Professora Doutora Maria Joaquina Pinheiro e co-orientação da Doutora Susana Silva

Peniche, 30 de setembro de 2025

# **Abóbora da Região Oeste: Desenvolvimento de um novo produto alimentar com desperdício zero**

Copyright © Karinne Morais Leitão

Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar, Peniche.

Instituto Politécnico de Leiria

2025

A presente dissertação é original, elaborada unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para a sua elaboração.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas desde que seja mencionada a Autora e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual o mesmo foi realizado, a saber, Curso de Mestrado em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar, no ano letivo 2024/2025, da Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me sustentar nos momentos mais difíceis desta caminhada. Houve dias em que pensei em desistir, questionei minhas escolhas, duvidei de mim. Mas Ele, com paciência e amor, permaneceu ao meu lado, mesmo com a minha fé enfraquecida.

À minha professora e orientadora, Doutora Joaquina Pinheiro, minha sincera gratidão por ter sido mais que uma orientadora acadêmica: foi uma guia, uma mentora e uma presença firme mesmo diante das minhas inseguranças. A sua paciência, o seu apoio constante, sua escuta generosa e a maneira como conduziu este trabalho com responsabilidade e humanidade me marcaram profundamente. Sua dedicação e compromisso foram fundamentais para que este sonho pudesse se concretizar.

Agradeço também à minha co-orientadora, Doutora Susana Silva, pela forma atenciosa com que acompanhou o desenvolvimento deste trabalho. Sou muito grata por tê-la nesta jornada.

Ao meu esposo, Diego Alves, meu parceiro de vida, meu grande incentivador: obrigada por acreditar em mim mesmo quando eu não acreditava. Foi você quem me empurrou para essa candidatura, quem me lembrou, nos dias de desânimo, do porquê eu havia começado. Seu apoio emocional, suas palavras de motivação e a sua presença constante foram o alicerce que me sustentou. Nada disso seria possível sem você.

Aos tios do meu esposo, Odson Capistrado e Márcio Capistrano, meus mais sinceros agradecimentos. Vocês foram mais do que representantes financeiros, foram pontes que me levaram adiante quando os caminhos pareciam fechados. Mesmo após a aprovação no curso, sem o apoio de vocês eu não teria conseguido seguir. Serei eternamente grata pela generosidade, pela confiança e por terem acreditado que eu merecia essa oportunidade.

À minha mãe, Eliene Sabina, mulher guerreira, exemplo de força e dedicação: sua trajetória me ensinou a nunca desistir, mesmo nos dias mais difíceis. E à minha filha Maria Alícia, que é minha luz diária, meu maior motivo pelo qual me esforço para ser alguém melhor: é por você que sigo, é por você que tento, todos os dias, me tornar uma pessoa mais forte, justa e humana. Filha, que um dia eu possa ser, para você, o exemplo que minha mãe é para mim.

Concluir este mestrado representa mais do que a obtenção de um título acadêmico. É a materialização de um percurso construído com o apoio de muitas mãos, com superações silenciosas e com a certeza de que sonhar vale a pena, especialmente quando lutamos com coragem e quando somos lembrados, por quem está ao nosso lado, que somos capazes.

Muito obrigada a todos, de coração.

## RESUMO

Este estudo investigou o potencial da abóbora da Região Oeste como matéria-prima para a criação de produtos alimentares sustentáveis, com ênfase na produção de farinha de abóbora de desperdício zero. Foram avaliadas características físico-químicas, como teor de humidade, atividade de água ( $a_w$ ) e componentes bioativos, em três variedades de abóbora (*Cucurbita spp.*): Manteiga, Hokkaido e Menina, no estado fresco e após secagem a 60 °C durante aproximadamente 20 horas, até obtenção de peso constante. A análise comparativa entre o produto fresco e o seco incluiu atributos de qualidade como cor (CIELab), teor de humidade, atividade de água e componentes bioativos, nomeadamente capacidade antioxidante e teor de compostos fenólicos totais. Os resultados demonstraram que a farinha de abóbora apresenta elevada estabilidade, associada à reduzida atividade de água, favorecendo a preservação de fibras, vitaminas e compostos bioativos. Assim, a farinha de abóbora revelou potencial para aplicação em diversas formulações alimentares, incluindo produtos de pastelaria e/ou panificação, atuando como ingrediente funcional e inovador. O estudo evidencia ainda o contributo da economia circular, ao promover a utilização integral do fruto: polpa, casca e sementes, reduzindo o desperdício alimentar, valorizando o perfil nutricional e reforçando a sustentabilidade industrial. Entre as limitações do estudo, destaca-se a necessidade de validação em escala industrial, bem como a realização de análises complementares, incluindo estudos microbiológicos, análise sensorial, avaliação da vida útil e aplicação de diferentes metodologias para determinação da capacidade antioxidante.

**Palavras-chave:** Abóbora, farinha de abóbora, desperdício zero, sustentabilidade, economia circular, atividade de água, produto alimentar inovador.

## ABSTRACT

This study investigated the potential of pumpkin from the Western Region as a raw material for the development of sustainable food products, with an emphasis on the production of zero-waste pumpkin flour. Physico-chemical characteristics, such as moisture content, water activity ( $a_w$ ) and bioactive components, were evaluated in three pumpkin varieties (*Cucurbita* spp.): Manteiga, Hokkaido and Menina, in the fresh state and after drying at 60 °C for approximately 20 hours, until constant weight was achieved. A comparative analysis between the fresh and dried products included quality attributes such as colour (CIELab), moisture content, water activity and bioactive components, namely antioxidant capacity and total phenolic content. The results demonstrated that pumpkin flour exhibits high stability, associated with low water activity, which favours the preservation of fibres, vitamins and bioactive compounds. Consequently, pumpkin flour showed potential for application in various food formulations, including pastry and/or bakery products, acting as a functional and innovative ingredient. The study also highlights the contribution of the circular economy by promoting the full utilisation of the fruit—pulp, peel and seeds—thereby reducing food waste, enhancing the nutritional profile and strengthening industrial sustainability. Among the study's limitations is the need for validation at an industrial scale, as well as the performance of complementary analyses, including microbiological studies, sensory analysis, shelf-life evaluation and the application of different methodologies for determining antioxidant capacity.

**Keywords:** Pumpkin, pumpkin flour, zero waste, sustainability, circular economy, water activity, innovative food product.

## ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABELAS.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Evolução histórica e econômica da abóbora em Portugal.....	1
1.2 Crescimento da produção de abóbora em Portugal: impacto na horticultura nacional.....	1
1.3 A importância da região oeste.....	2
1.4 Exemplo de sucesso local.....	2
1.5 Benefícios nutricionais e gastronomia.....	4
1.6 Sustentabilidade e inovação.....	6
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
2.1 Matéria-prima: abóbora.....	9
2.1.1 Etapas de preparação e secagem.....	9
2.1.2 Percentagem de aproveitamento.....	11
2.1.3 Percentagem de perda de peso.....	12
2.2 Preparação e confecção dos muffins.....	13
2.2.1 Ingredientes e Formulação.....	13
2.2.2 Etapas de Preparação.....	14
2.3 Avaliação da qualidade físico-química.....	15
2.3.1 Determinação da cor.....	15
2.3.2 Determinação da atividade de água ( $a_w$ ).....	16
2.3.3 Determinação do teor de humidade.....	16
2.3.4 Determinação do Teor de Sólidos Solúveis Totais.....	16
2.3.5 Determinação da textura.....	16
2.3.6 Compostos fenólicos totais.....	16
2.3.7 Capacidade antioxidante (DPPH).....	17
2.4. Análise estatística.....	17

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
3.1 Secagem da abóbora.....	18
3.2 Percentagem de utilização e perda de peso dos componentes da abóbora.....	18
3.3 Avaliação das propriedades físico-químicas da abóbora após secagem .....	20
3.3.1. Atividade de água ( $a_w$ ) .....	20
3.3.2. Teor de humidade.....	22
3.3.3. Determinação da cor da abóbora.....	23
4.1 Avaliação das propriedades físico-químicas do muffins formulado com farinha de abóbora.....	25
4.1.1 Atividade de água ( $a_w$ ) .....	25
4.1.2. Teor de humidade.....	26
4.1.3 Cor.....	27
4.1.4 Textura .....	30
4.1.5 Teor de sólidos solúveis totais .....	31
4.1.6 Compostos fenólicos totais .....	31
4.1.7 Capacidade antioxidante (DPPH) .....	33
5 CONCLUSÃO .....	34
5.1 Síntese das principais conclusões .....	34
5.2 Potencial para a indústria alimentar e sustentabilidade .....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA .....	37
ANEXO I .....	41
ANEXO II .....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Produção horícola em Portugal em 2023, de acordo com o Instituto Nacional de Estatística (INE). .....	2
Figura 2: Produção de abóboras da empresa RIBAHORTA (Musquée, Butternut e Comprida), localizada em Atouguia da Baleia, Peniche – Leiria. ....	3
Figura 3: Utilização de Plásticos Biodegradáveis na empresa RIBAHORTA. ....	4
Figura 4: Abóboras: Butternut – Manteiga, Hokkaido e Menina. ....	9
Figura 5: Separação da polpa, casca e sementes. O procedimento foi realizado para as três variedades estudadas: Butternut, Hokkaido e Menina. ....	10
Figura 6: Amostras distribuídas em grelhas numa estufa de convecção forçada Memmert™ a 60 °C, com papel vegetal para evitar adesão. ....	11
Figura 7: Variedades de abóbora (Butternut, Hokkaido e Menina) com morfologia e dimensões distintas. ....	19
Figura 8: Aspecto das polpas, cascas e sementes de três variedades de abóbora antes e depois da secagem. ....	20
Figura 9: Efeito da secagem sobre na atividade de água ( $a_w$ ) da polpa, casca e sementes das variedades de abóbora Butternut-Manteiga, Hokkaido e Menina. As barras verticais representam o intervalo de confiança de 95%. Letras diferentes indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ , teste de Tukey). .	22
Figura 10: Atividade de água ( $a_w$ ) em muffins formulados com diferentes percentagens de farinha de abóbora (0%, 10%, 20%, 40% e 50%). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os muffins a diferentes proporções de farinha de abóbora ( $p$ -value $< 0.05$ Tukey). ....	25
Figura 11: Teor de humidade (%) dos muffins elaborados com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo (FT) por farinha de abóbora (FA). Valores representam a média de três repetições	26
Figura 12: Muffins com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo (FT) por farinha de abóbora (FA).FA 50%. ....	27
Figura 13: Aspeto da parte interna dos muffins elaborados com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo (FT) por farinha de abóbora (FA). ....	28

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Composição nutricional da abóbora crua (por 100 g).....	5
Tabela 2: Composição nutricional das sementes de abóbora.....	6
Tabela 3: Formulações dos muffins com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo (FT) por farinha de abóbora (FA).....	13
Tabela 4: Peso inicial e percentagem de aproveitamento da polpa, casca e sementes das diferentes variedades de abóbora.....	19
Tabela 5: Teor de humidade (%) (média ±DV) das amostras de abóbora fresca e seca.....	23
Tabela 6: Parâmetros de cor (L, a, b*) de abóboras frescas e secas (média ± DP).....	24
Tabela 7: Parâmetros de cor (L, a, b*) de muffins com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinha de abóbora (média ± DP, n = 10).....	28
Tabela 8: Parâmetros de textura dos muffins com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinha de abóbora (média ± DP).....	30
Tabela 9: Teor de sólidos solúveis (°Brix) em muffins com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinha de abóbora. ....	31

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Evolução histórica e econômica da abóbora em Portugal

A história da abóbora em Portugal reflete profundamente a ligação do país à terra e às suas tradições. Cultivada ao longo dos séculos, a abóbora, fruto pertencente à família das Cucurbitaceae, incorpora influências de diferentes culturas e povos que moldaram a história agrícola do território, entre os quais romanos e mouros, que contribuíram para a divulgação de técnicas de cultivo e novas variedades (Portugal Our Way, 2020). Muito mais do que um alimento, a abóbora tornou-se parte integrante da identidade portuguesa, sendo parte essencial dos pratos típicos nas estações mais frias e adornando as mesas durante as festas regionais. O crescimento da sua utilização foi impulsionado pela introdução de novas variedades, como a *Butternut* e a *Musquée* de Provence, que ganharam um espaço considerável no mercado (Agroportal, 2020).

## 1.2 Crescimento da produção de abóbora em Portugal: impacto na horticultura nacional

Portugal é o terceiro maior produtor de abóbora da Europa, com uma produção anual de cerca de 60 mil toneladas, das quais aproximadamente 90% são destinadas à exportação, especialmente da variedade *Butternut* (Voz do Campo, 2023).

De acordo com um relatório do Instituto Nacional de Estatística (INE) referente a 2023, a Região Oeste desempenha um papel essencial na produção hortícola em Portugal, com destaque para a produção de abóbora. Neste ano, embora se tenha observado uma redução de 6% na área total dedicada ao cultivo de hortícolas no país, a produção global registou um aumento de 4%, atingindo 1,063 milhões de toneladas. De salientar que a produção de abóbora, incluindo a variedade *Butternut*, também conhecida por abóbora manteiga, apresentou um crescimento superior a 20% face a 2022. Este aumento foi decisivo para que a produção combinada de abóbora, cenoura, alface, tomate fresco e couve representasse mais de metade da produção nacional de hortícolas pela primeira vez desde 2011, totalizando 531 mil toneladas. A **Figura 1** ilustra este crescimento significativo da produção de hortícolas.

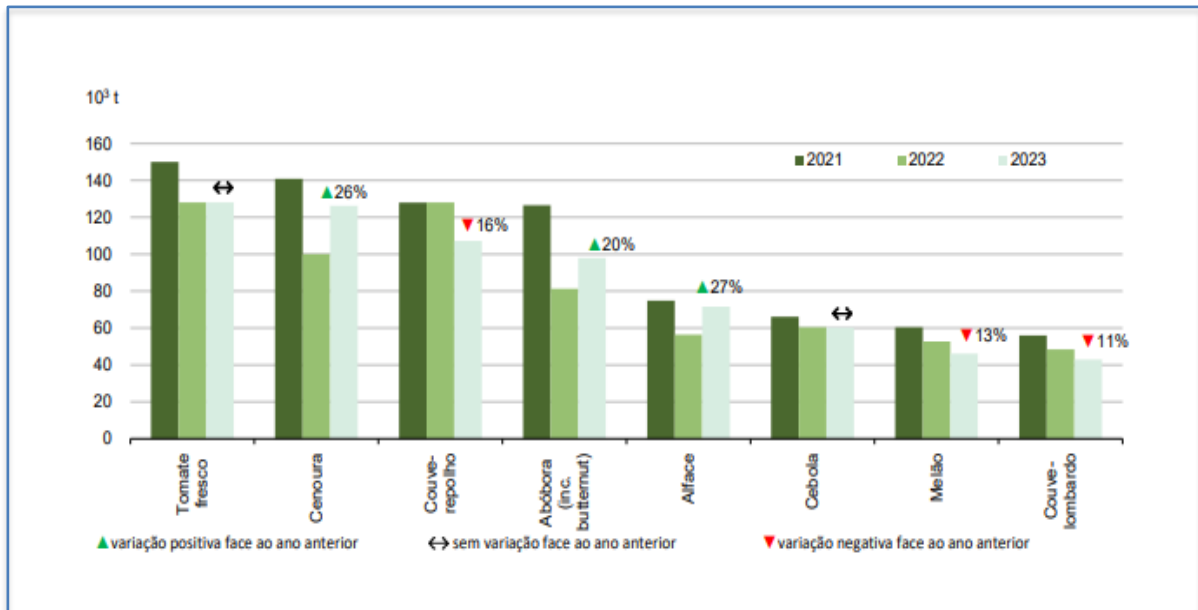


Figura 1: Produção horticola em Portugal em 2023, de acordo com o Instituto Nacional de Estatística (INE).

### 1.3 A importância da região oeste

A Região Oeste de Portugal, estrategicamente localizada entre as cidades de Lisboa e do Porto, destaca-se pelo seu perfil demográfico e económico dinâmico. A sua localização central contribui para um dos melhores desempenhos económicos do país, conferindo-lhe significativa relevância no contexto nacional (AIRO, 2024). Nos últimos anos, a produção de abóbora nesta região tem registado um crescimento significativo, com uma produção anual estimada de cerca de 44 mil toneladas, correspondendo aproximadamente a 70% da produção nacional (Agroportal, 2020). Este crescimento tem sido acompanhado pelo aumento das exportações e pelo investimento dos produtores em variedades de maior valor de mercado, como *Butternut*, *Musquée de Provence* e *Hokkaido*, reforçando a competitividade da Região Oeste no setor agrícola europeu (Vida Rural, 2015).

### 1.4 Exemplo de sucesso local

A empresa RIBAHORTA, localizada em Atouguia da Baleia, Peniche - Leiria, no coração da região Oeste de Portugal, é reconhecida como uma das principais empresas produtoras da região. A sua trajetória exemplifica o sucesso da agricultura local, sustentada pela combinação de práticas de cultivo inovadoras e uma sólida inserção no mercado internacional. A produção da empresa está centrada em três variedades de abóboras, *Musquée*, *Comprida* e *Butternut*, conforme ilustrado na **Figura 2**. Entre estas variedades, a *Butternut* destaca-se como a mais cultivada, o que reflete tanto a preferência dos consumidores internacionais como a sua elevada adaptabilidade às condições de cultivo da região.



*Musquée*



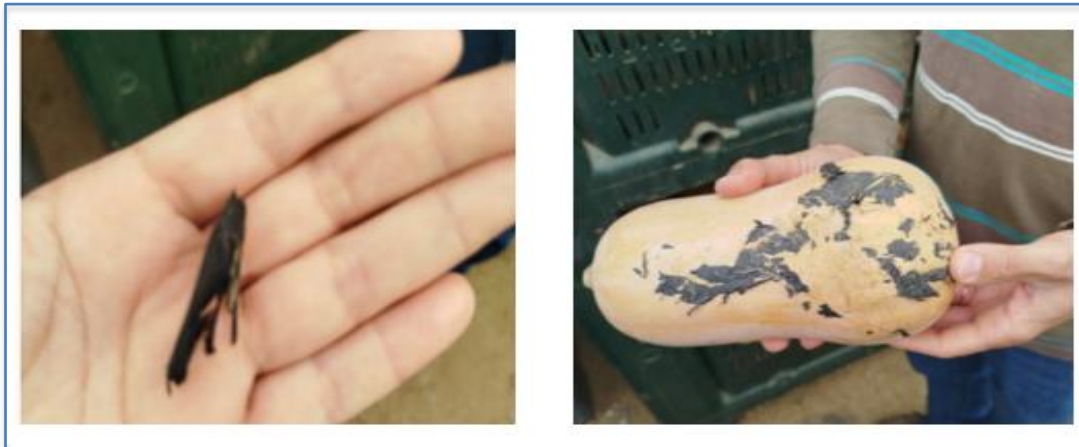
Comprida



*Butternut*

*Figura 2: Produção de abóboras da empresa RIBAHORTA (Musquée, Butternut e Comprida), localizada em Atouguia da Baleia, Peniche – Leiria.*

Demonstrando um firme compromisso com a qualidade e a sustentabilidade, a Ribahortas implementa práticas de irrigação por gotejamento, uma técnica que reduz significativamente o consumo de água. Além disso, embora a utilização de plásticos na preparação do solo continue a ser um desafio devido aos custos envolvidos, a empresa está a investigar alternativas, como os plásticos biodegradáveis, como ilustrado na **Figura 3**. Esta iniciativa demonstra uma abordagem inovadora e sustentável, mesmo na ausência de pressão direta do mercado por práticas mais ecológicas.



*Figura 3: Utilização de Plásticos Biodegradáveis na empresa RIBAHORTA.*

### **1.5 Benefícios nutricionais e gastronomia**

A abóbora é um alimento altamente nutritivo, destacando-se pela sua riqueza em  $\beta$ -caroteno, um antioxidante presente na sua polpa alaranjada, cuja conversão pelo organismo resulta em vitamina A, um elemento vital para a saúde ocular e imunitária, contribuindo assim para a visão e o bom funcionamento do sistema imunitário (Passoto, 1998).

Para além do  $\beta$ -caroteno, a abóbora constitui uma fonte relevante de vitamina C, potássio e fibra alimentar, nutrientes essenciais associados à regulação da pressão arterial, ao equilíbrio eletrolítico e à promoção da saúde digestiva. O seu baixo teor energético, aliado à elevada percentagem de água e à quantidade significativa de fibras, torna-a particularmente adequada para dietas equilibradas e hipocalóricas, contribuindo para a saciedade sem um aporte calórico elevado, sendo, assim, uma excelente opção para uma alimentação saudável (Equipe Editorial do Tua Saúde, 2025; Manaker, 2024). A **Tabela 1** apresenta a composição nutricional da abóbora por 100 g, com base nos dados disponibilizados pela base de dados portuguesa PortFIR – Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (INSA).

Tabela 1: Composição nutricional da abóbora crua (por 100 g)

<i>Componente</i>	<i>Valor</i>
<b>Energia</b>	11 kcal (47 kJ)
<b>Água</b>	96,6 g
<b>Proteína</b>	0,3 g
<b>Lípidos totais</b>	0,1 g
<b>Ácidos gordos saturados</b>	0,1 g
<b>Hidratos de carbono</b>	1,4 g
<b>Açúcares</b>	1,4 g
<b>Fibra alimentar</b>	0,7 g
<b>Vitamina A</b>	160 µg
<b>β-caroteno</b>	962 µg
<b>Vitamina C</b>	12 mg
<b>Potássio (K)</b>	200 mg
<b>Cálcio (Ca)</b>	25 mg
<b>Magnésio (Mg)</b>	5 mg
<b>Fósforo (P)</b>	5 mg
<b>Ferro (Fe)</b>	0,1 mg
<b>Zinco (Zn)</b>	0,1 mg
<b>Sódio (Na)</b>	1 mg

**Fonte:** PortFIR – Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (INSA). Legenda: g – grama; kJ – quilojoule; kcal – quilocaloria; mg – miligrama; µg – micrograma.

Além disso, as sementes de abóbora, frequentemente descartadas, possuem um perfil nutricional bastante rico, sendo uma excelente fonte de proteínas, gorduras saudáveis, fibras e minerais essenciais como ferro, magnésio, fósforo, potássio e zinco. Contêm ainda vitaminas do complexo B, vitamina E e antioxidantes como luteína e zeaxantina, que desempenham papéis importantes na saúde cardiovascular e ocular (Equipe Editorial do Tua Saúde, 2025). A **Tabela 2** apresenta a composição nutricional das sementes de abóbora por 100 g e por porção de 10 g, permitindo visualizar a densidade de nutrientes contidos neste alimento.

Tabela 2: Composição nutricional das sementes de abóbora

Componentes	100 g	1 porção (10 g)
<b>Energia</b>	567 kcal	56,7 kcal
<b>Proteínas</b>	29,5 g	2,95 g
<b>Gorduras totais</b>	48,5 g	4,85 g
<b>Gordura monoinsaturada</b>	15,5 g	1,55 g
<b>Gordura poli-insaturada</b>	19,6 g	1,96 g
<b>Carboidratos</b>	14,5 g	1,45 g
<b>Fibras</b>	6,4 g	0,64 g
<b>Cálcio</b>	52 mg	5,2 mg
<b>Ferro</b>	7,97 mg	0,80 mg
<b>Magnésio</b>	543 mg	54,3 mg
<b>Fósforo</b>	1160 mg	116 mg
<b>Potássio</b>	779 mg	77,9 mg
<b>Zinco</b>	7,55 mg	0,75 mg
<b>Selênio</b>	9,3 µg	0,93 µg
<b>Vitamina E</b>	35,1 mg	3,51 mg
<b>Vitamina C</b>	1,8 mg	0,18 mg
<b>Vitamina A</b>	16 µg	1,6 µg
<b>Vitamina B3</b>	4,38 mg	0,43 mg
<b>Vitamina B9</b>	56 µg	5,6 µg
<b>Colina</b>	62,3 mg	6,23 mg
<b>Luteína + zeaxantina</b>	30 µg	0,30 µg

*Fonte: Equipe Editorial do Tua Saúde (2025). Legenda: g – grama; kJ – quilojoule; kcal – quilocaloria; mg – miligrama; µg – micrograma.*

Na cozinha portuguesa, a abóbora é um ingrediente muito apreciado, podendo ser encontrada fresca, inteira ou em pedaços, além de ser processada de diversas formas. Versátil e nutritiva, é utilizada em diversas receitas tradicionais, que vão desde sopas cremosas, como o caldo de abóbora, a doces típicos, como o doce de abóbora com canela. O seu sabor ligeiramente adocicado e textura macia fazem dele uma escolha popular na gastronomia, sendo rico em fibras, vitaminas e antioxidantes (Portugal Our Way, 2020).

## 1.6 Sustentabilidade e inovação

Num contexto de crescente preocupação com a sustentabilidade, a redução do desperdício alimentar surgiu como uma questão de importância global. Ribeiro et al. (2017) salientam que comer transcende o simples ato de ingerir alimentos e a sua disponibilidade. Abrange uma cadeia produtiva complexa que começa no campo e inclui a preparação de sementes, mudas e insumos, estendendo-se por vários ciclos de plantação e colheita. Neste processo, os elementos naturais desempenham um papel central, mas estão cada vez mais sujeitos a influências tecnológicas, financeiras e sociais.

Segundo as Nações Unidas (ONU, 2024), mais de 1 bilhão de refeições são desperdiçadas todos os dias no mundo, enquanto 783 milhões de pessoas enfrentam a fome e um terço da população global lida com a insegurança alimentar. Estes dados realçam um paradoxo global significativo: enormes quantidades de alimentos são desperdiçadas, enquanto milhões não têm acesso a alimentos nutritivos e suficientes. Este paradoxo evidencia a necessidade urgente de melhorar a utilização dos alimentos disponíveis, tornando o seu aproveitamento integral uma prática essencial para combater o desperdício e promover uma alimentação mais sustentável. Segundo a Direção-Geral da Saúde (DGS, 2024), esta abordagem não só reduz o desperdício, como também resulta numa alimentação mais nutritiva, contribuindo para melhorar a segurança alimentar global e promover uma gestão eficiente dos recursos.

Neste contexto, a secagem de hortícolas, como a abóbora, desempenha um papel crucial. A secagem não só ajuda a preservar os nutrientes, o sabor e a textura dos produtos, como também aumenta o seu prazo de validade, tornando-os mais práticos e acessíveis ao consumo. De acordo com o estudo de Chobot et al. (2024), o desenvolvimento de novos métodos de secagem tem sido essencial para a produção de snacks saudáveis à base de vegetais, alinhados às tendências nutricionais atuais, como o aumento do teor de fibras, a redução de açúcares e gorduras, e a preservação de compostos bioativos que promovem a saúde. Estes processos não só aumentam a vida útil dos alimentos, como também preservam as suas propriedades, tornando-os mais práticos de consumir e adequados às exigências da indústria e dos consumidores.

Para garantir o aproveitamento integral da abóbora, polpa, casca e sementes, é importante considerar as perdas durante a secagem. Estudos experimentais com sementes de *Cucurbita moschata* indicam que a perda de massa pode atingir aproximadamente 56% durante a secagem em estufa a 80 °C (Santos et al., 2023), evidenciando a necessidade de técnicas que minimizem perdas, preservem nutrientes e promovam o uso sustentável de todo o vegetal.

Exemplo desta inovação é a produção de farinha de abóbora, um ingrediente versátil e rico em nutrientes, que tem um grande potencial na indústria alimentícia, especialmente na preparação de produtos de panificação, como pães, bolos e bolachas. A prática de reutilizar todas as partes da abóbora não só diversifica as formas de consumo, como também contribui para a redução do desperdício, promovendo práticas alimentares mais sustentáveis. Esta abordagem é corroborada por pesquisas, como a realizada por Sarmiento et al. (2024), que realçam a importância do reaproveitamento de resíduos agroindustriais, como o da acerola, para a produção de novos produtos alimentares. Desta forma, transformar partes dos alimentos que seriam rejeitados em bens de valor acrescentado não só favorece uma utilização mais consciente dos recursos, como também resulta na criação de alimentos mais inovadores e ambientalmente responsáveis.

Da mesma forma, a abóbora, cujas cascas e sementes são frequentemente descartadas, apresenta um considerável potencial para a inovação e o desenvolvimento de novos produtos. O aproveitamento integral deste vegetal abre caminho para a criação de alimentos nutritivos e funcionais, ao mesmo tempo que incentiva práticas sustentáveis e promove um uso mais consciente e eficiente dos recursos disponíveis, alinhando-se aos princípios da economia circular (Pinna et al., 2023).

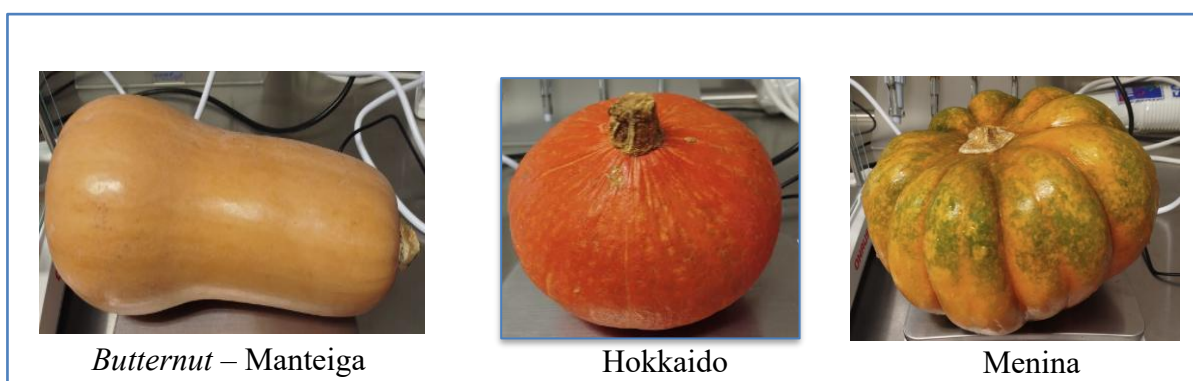
Perante este contexto, esta dissertação tem como objetivo valorizar a abóbora cultivada na Região Oeste de Portugal através do desenvolvimento de um novo alimento sustentável e inovador, utilizando os seus componentes na sua totalidade (casca, polpa e sementes). A proposta visa reduzir o desperdício e maximizar o aproveitamento nutricional da abóbora, criando um produto funcional e de elevado valor acrescentado.

Para tal, serão analisadas três variedades de abóbora cultivadas na região, aplicando métodos bioquímicos para avaliar as suas características físico-químicas, nutricionais e bioativas. O estudo procurará identificar quais as variedades com maior potencial para a formulação do novo produto, garantindo qualidade, segurança alimentar, bem como benefícios sociais, ambientais e económicos.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Matéria-prima: abóbora

O procedimento experimental foi realizado de forma sistemática, abrangendo todas as etapas desde a aquisição das abóboras frescas até à utilização da farinha de abóbora na formulação de muffins, seguindo-se a avaliação das qualidades destes produtos. Inicialmente foram utilizadas três variedades de abóbora: *Butternut* – Manteiga, Hokkaido e Menina, tendo sido adquiridas nos supermercados locais de Peniche, Portugal, garantindo a sua frescura e qualidade (**Figura 4**).



*Figura 4: Abóboras: Butternut – Manteiga, Hokkaido e Menina.*

#### 2.1.1 Etapas de preparação e secagem

À chegada ao laboratório da Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar (ESTM), as 3 variedades de abóboras foram lavadas, secas e pesadas individualmente para cálculo do rendimento. De seguida, foram cortadas e divididas nos três componentes que a constituem: polpa, casca e sementes, pesados separadamente (**Figura 5**).



*Figura 5: Separação da polpa, casca e sementes. O procedimento foi realizado para as três variedades estudadas: Butternut, Hokkaido e Menina.*

A secagem é um processo crítico na preservação dos alimentos, pois reduz eficazmente o teor de humidade e, conseqüentemente, prolonga o tempo de prateleira do produto.

Com o objetivo de realizar a secagem de forma eficaz e uniforme dos diferentes componentes da abóbora, estes foram distribuídos uniformemente nas prateleiras da estufa de convecção forçada Memmert™, à temperatura de 60°C até à obtenção do peso constante. Para evitar a adesão da abóbora à prateleira, utilizou-se papel manteiga para uma correta secagem (**Figura 6**). O tempo de secagem variou consoante a variedade de abóbora.



*Figura 6: Amostras distribuídas em grelhas numa estufa de convecção forçada Memmert™ a 60 °C, com papel vegetal para evitar adesão.*

O peso da polpa, da casca e das sementes das três variedades de abóbora foi registado antes e após a secagem. Com base nesses dados, calcularam-se a percentagem de aproveitamento e a percentagem de perda de peso de cada componente, fornecendo informações sobre o rendimento de cada parte da abóbora e a eficiência do processo de secagem.

#### 2.1.2 Percentagem de aproveitamento

A percentagem de aproveitamento de cada componente em relação ao peso total da abóbora fresca foi calculada pela seguinte equação:

$$\text{Percentagem de Aproveitamento (\%)} = \frac{\text{Peso do Componente Fresco}}{\text{Peso Total da Abóbora Fresca}} \times 100$$

em que:

Peso do componente fresco (g) corresponde à massa fresca da polpa, da casca ou das sementes após a separação manual;

Peso total da abóbora fresca (g) corresponde à massa total da abóbora inteira antes da separação.

Esta medida permite determinar a fração percentagem de cada componente em relação à abóbora inteira, fornecendo informações sobre o rendimento inicial de cada variedade.

### 2.1.3 Percentagem de perda de peso

A percentagem de perda de peso durante o processo de secagem foi calculado conforme a equação:

$$\text{Percentagem de Perda de Peso (\%)} = \frac{\text{Peso Inicial do Componente} - \text{Peso Após Secagem}}{\text{Peso Inicial do Componente}} \times 100$$

em que:

Peso inicial do componente (g): massa da polpa, casca ou sementes antes da secagem;

Peso após secagem (g): massa do mesmo componente após o processo de remoção de água.

Este cálculo permite quantificar a redução de massa de cada componente, indicando a eficiência do processo de secagem e a concentração dos nutrientes e compostos bioativos restantes.

## 2.2 Preparação e confeção dos muffins

Com o objetivo de avaliar a aplicação tecnológica da farinha de abóbora em produtos de panificação, foi elaborada uma formulação de muffins com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinha de abóbora (0%, 10%, 20%, 40% e 50%).

A farinha utilizada foi produzida a partir da abóbora Butternut, cultivada na Região Oeste de Portugal, aproveitando integralmente a polpa, a casca e as sementes. Essa escolha reflete não só a preocupação com a viabilidade prática e a disponibilidade da matéria-prima, mas também o interesse em valorizar a produção local. A variedade *Butternut* revelou-se especialmente adequada devido ao seu elevado rendimento de polpa (81,73%), baixos teores de humidade residual após a secagem (1,1%) e reduzida atividade de água, características que conferem maior estabilidade e segurança microbiológica ao produto. Ao aproveitar integralmente o fruto, esta abordagem contribui para a criação de uma farinha mais nutritiva, para a redução do desperdício e para o fortalecimento da economia circular na região.

A receita dos muffins foi adaptada a partir de uma formulação caseira tradicional, assegurando uma maior aplicabilidade, praticidade e aceitação sensorial.

### 2.2.1 Ingredientes e Formulação

A formulação padrão dos muffins compreendeu os seguintes ingredientes e respetivas quantidades: 60 g de farinha de trigo (FT), 100 mL de leite, 1 ovo, 40 g de manteiga, 30 g de açúcar e 5 g de fermento químico em pó.

Foram elaboradas cinco versões dos muffins, variando a percentagem de substituição da farinha de trigo (FT) por farinha de abóbora (FA), conforme indicado na **Tabela 3**.

*Tabela 3: Formulações dos muffins com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo (FT) por farinha de abóbora (FA)*

Substituição de FT por FA (%)	Farinha de Trigo (FT) (g)	Farinha de Abóbora (FA) (g)
0%	60	0
10%	54	6
20%	48	12
40%	36	24
50%	30	30

A quantidade dos demais ingredientes permaneceu constante em todas as formulações.

### 2.2.2 Etapas de Preparação

O processo de elaboração dos muffins foi dividido em três etapas principais:

1. Mistura Inicial: Os ingredientes (ovo, leite, manteiga, açúcar e o fermento biológico) foram adicionados no liquidificador e batidos até a obtenção de uma mistura homogênea.
2. Incorporação das Farinhas: As farinhas (trigo e abóbora, conforme a formulação) foram adicionadas à mistura anterior, e a massa foi novamente batida até atingir consistência uniforme e livre de grumos.
3. Cozedura: A massa foi distribuída em formas individuais previamente untadas. As formas foram levadas a forno pré-aquecido a 180 °C, com tempo médio de cozedura de aproximadamente 25 minutos, sendo o ponto final determinado pelo douramento uniforme da superfície.

## 2.3 Avaliação da qualidade físico-química

Com o objetivo de avaliar o impacto da secagem e da incorporação da farinha de abóbora no desenvolvimento dos muffins, foram realizadas análises físico-químicas tanto nos componentes das abóboras frescas e secas (polpas, cascas e sementes), como também nos muffins obtidos com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo por farinha integral de abóbora (0%, 10%, 20%, 40% e 50%).

### 2.3.1 Determinação da cor

A cor das amostras frescas de abóbora e após a secagem, bem como dos muffins preparados com a farinha integral de abóbora *versus* muffins preparados com farinha de trigo, foi avaliada utilizando o colorímetro Konica Minolta Chroma Meter CR-400 (Osaka, Japão), iluminante D65 e observador 2°, de acordo com o sistema CIE Lab (Gonçalves et al., 2020). Os parâmetros de cor avaliados foram:  $L^*$ , que indica a luminosidade da amostra, variando de 0 (preto) a 100 (branco);  $a^*$ , que representa a variação entre o verde (valores negativos) e o vermelho (valores positivos); e  $b^*$ , que indica a variação entre o azul (valores negativos) e o amarelo (valores positivos). Foi ainda calculada a diferença total de cor (TCD) para determinar a variação global entre as amostras frescas e secas, bem como entre os muffins preparados com diferentes proporções de farinha de abóbora:

$$TCD = \sqrt{(L_1 - L_0)^2 + (a_1 - a_0)^2 + (b_1 - b_0)^2}$$

$L_1, a_1, b_1$ : valores médios de luminosidade ( $L^*$ ) e coordenadas cromáticas ( $a^*, b^*$ ) da amostra seca ou do muffins com farinha de abóbora;

$L_0, a_0, b_0$ : valores médios de luminosidade ( $L^*$ ) e coordenadas cromáticas ( $a^*, b^*$ ) da amostra fresca ou do muffins controlo (0% de farinha de abóbora).

Os resultados expressam a média de dez determinações por amostra.

### 2.3.2 Determinação da atividade de água ( $a_w$ )

A atividade de água ( $a_w$ ) foi determinada através do analisador portátil Rotronic HP23-AW-A (Suíça). Os resultados expressam a média de três determinações por amostra.

### 2.3.3 Determinação do teor de humidade

O teor de humidade das amostras de aboboras e dos muffins foi determinado utilizando o analisador de humidade Ohaus® MB-23 (Ohaus Corporation, Parsippany, EUA), até se obter peso constante. Para cada análise, aproximadamente 3 g de amostra foram pesadas, e cada medição foi repetida três vezes para garantir precisão.

### 2.3.4 Determinação do Teor de Sólidos Solúveis Totais

Para avaliar o teor de sólidos solúveis (TSS) nos muffins, foi utilizada a técnica de refratometria, expressa em °Brix. Cada amostra de muffins foi pesada (2 g) e diluída com água destilada até um total de 6 g, formando uma solução homogênea. O TSS foi determinado utilizando um refratômetro digital (modelo PAL-1 da Atago, Tóquio, Japão), previamente calibrado com água destilada. Cada amostra foi analisada em duplicado. Este método permite estimar a concentração de açúcares solúveis e outros sólidos presentes na matriz alimentar, sendo importante para caracterizar o impacto da substituição da farinha de trigo por farinha de abóbora na composição dos muffins.

### 2.3.5 Determinação da textura

A textura dos muffins foi avaliada utilizando o texturómetro TA.XT Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Reino Unido) com recurso ao software TEE32. Foi realizado o teste TPA (texture profile analysis), com recurso à sonda de 5 mm, uma distância de penetração de 10 mm, à velocidade de teste de 5 mm.s<sup>-1</sup>. Os resultados expressam a média de 4 determinações por amostra.

### 2.3.6 Compostos fenólicos totais

O teor de compostos fenólicos totais (TPC) das amostras dos muffins preparados com diferentes proporções de farinha de abóbora foi determinado após preparação/extração em solvente. Brevemente, cerca de 0,25 g de cada amostra foi misturada com 1,25 mL de metanol: água (80:20, v/v) e ficou em repouso durante a noite à temperatura de refrigeração. Posteriormente, os extratos foram centrifugados (Eppendorf 5424, Hamburgo, Alemanha) a 1500 rpm durante 10 min e os sobrenadantes foram recolhidos e mantidos protegidos da luz até à análise.

O TPC foi determinado pelo método de Folin–Ciocalteu (Singleton et al., 1965), adaptado a ensaio em microplaca de 96 poços: 20 µL do extrato ou padrão foram adicionados a 100 µL de reagente de Folin–Ciocalteu (diluído 1:10, v/v). Após 4 min de reação, acrescentaram-se 80 µL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (7,5% m/v). As placas foram mantidas em repouso durante 2 h à temperatura ambiente. A

absorbância foi medida a 725 nm num leitor de microplacas (Epoch 2 Microplate Reader, BioTek Instruments, Winooski, VT, EUA).

O ácido gálico foi utilizado para a curva de calibração (0,05–0,25 mg/mL). Os resultados foram expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico por 100 g de amostra (mg EAG/100 g). Todas as determinações foram realizadas em triplicado e os valores apresentados correspondem à média ± desvio-padrão.

### 2.3.7 Capacidade antioxidante (DPPH)

A atividade antioxidante foi avaliada pelo método de sequestro do radical DPPH, de acordo com Brand-Williams et al. (1995), com adaptações.

A solução de DPPH foi preparada em metanol a 80%, numa concentração final de 150 µM, pesando-se aproximadamente 2,36–3,6 mg de DPPH em 20 mL de solvente. Para cada ensaio, 50 µL do extrato foram adicionados a 150 µL da solução de DPPH. As misturas foram mantidas no escuro, à temperatura ambiente, durante 30 minutos.

A absorbância foi medida a 517 nm num espectrofotómetro (Epoch 2 Microplate Reader, BioTek Instruments, Winooski, VT, EUA). Os resultados foram expressos como percentagem de atividade sequestradora do radical (%RSA), calculada pela fórmula:

$$\%RSA = \frac{\text{Absorbância do Controlo} - \text{Absorbância da Amostra}}{\text{Absorbância do Controlo}} \times 100$$

Onde:

Absorbância do Controlo: valor da solução de DPPH sem extrato;

Absorbância da Amostra: valor da solução de DPPH com o extrato testado.

Todas as análises foram realizadas em triplicado.

## 2.4. Análise estatística

O tratamento dos resultados foi realizado com recurso ao programa *Statistica* (versão 8.0; StatSoft Inc.), com base na análise de variância (ANOVA) simples, seguido do teste de comparação múltipla Tukey, considerando um nível de significância de  $p < 0,05$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Secagem da abóbora

Durante o processo de secagem dos vários componentes da abóbora, estas foram monitorizadas de forma a evitar sobreaquecimento ou sinais de degradação. A temperatura e o fluxo de ar foram mantidos constantes ao longo de todo o processo. A secagem foi conduzida até peso constante, com o objetivo de assegurar a remoção suficiente de humidade e garantir a estabilidade microbiológica da farinha de abóbora (atividade de água  $a_w$ , inferior a 0,6).

O tempo de secagem variou consoante a variedade de abóbora, ou seja, a variedade *Butternut* demorou aproximadamente 20 h e 30 min, a variedade Hokkaido cerca de 5 h, e a variedade Menina cerca de 20 h e 40 min. Estas diferenças devem-se essencialmente à composição e à estrutura própria de cada variedade, nomeadamente ao teor inicial de humidade, à densidade da polpa e à proporção da casca/polpa/sementes, fatores que influenciam diretamente a taxa de desidratação.

#### 3.2 Percentagem de utilização e perda de peso dos componentes da abóbora

A avaliação da percentagem de utilização das três variedades de abóbora fresca revelou diferenças claras no aproveitamento dos seus componentes. Os pesos iniciais das amostras foram de 2063,45 g para a variedade *Butternut*, 1143,91 g para a variedade Hokkaido e 3016,33 g para a variedade Menina. A variedade *Butternut* apresentou o maior rendimento em polpa (81,73 %), seguida da variedade Menina (75,62 %) e da variedade Hokkaido (72,47 %), demonstrando maior eficiência na obtenção da fração com maior interesse tecnológico e alimentar.

Estas diferenças podem ser explicadas pelas características morfológicas específicas de cada variedade, nomeadamente a forma, o tamanho do fruto e a espessura da casca, conforme ilustrado na **Figura 7**. A abóbora *Butternut* apresenta geralmente uma casca mais fina e uma cavidade seminal reduzida, o que favorece uma maior proporção de polpa. Por outro lado, a variedade Menina, apesar do maior peso total, apresenta uma casca mais espessa, o que reduz ligeiramente o rendimento em polpa. A variedade Hokkaido, caracterizada por frutos mais pequenos e com maior proporção relativa de casca e sementes, apresentou o menor rendimento em polpa.



Figura 7: Variedades de abóbora (Butternut, Hokkaido e Menina) com morfologia e dimensões distintas.

A percentagem de aproveitamento dos diferentes componentes, calculada em relação ao peso total do fruto fresco, encontra-se apresentada na **Tabela 4**. Relativamente à casca, a variedade Hokkaido apresentou a maior percentagem (17,52 %), enquanto a variedade Menina apresentou o menor valor (9,31 %). No que respeita às sementes, observaram-se igualmente diferenças entre as variedades, destacando-se a Hokkaido com a maior percentagem de sementes (4,29 %), o que evidencia um maior potencial para a valorização desta fração, nomeadamente para a produção de farinhas ou outros produtos derivados.

Tabela 4: Peso inicial e percentagem de aproveitamento da polpa, casca e sementes das diferentes variedades de abóbora

<b>Variedade</b>	<b>Peso inicial (g)</b>	<b>Polpa (g)</b>	<b>Polpa (%)</b>	<b>Casca (g)</b>	<b>Casca (%)</b>	<b>Sementes (g)</b>	<b>Sementes (%)</b>
Manteiga	2063,45	1686,5	81,73	308,2	14,93	46,4	2,25
Hokkaido	1143,91	829	72,47	200,4	17,52	49,1	4,29
Menina	3016,33	2280,3	75,62	281	9,31	81,7	2,71

No geral, os resultados demonstram que a variedade de abóbora influencia diretamente o rendimento e a distribuição dos seus componentes. A variedade *Butternut* revela-se mais adequada para aplicações que privilegiam a polpa, enquanto a *Hokkaido* apresenta maior potencial para o aproveitamento da casca e das sementes. Estes resultados estão em concordância com estudos anteriores, como os de Kulczyński et al. (2020), que também reportam variações significativas na proporção dos diferentes componentes da abóbora em função da variedade.

### 3.3 Avaliação das propriedades físico-químicas da abóbora após secagem

A secagem promoveu alterações nas características organolépticas das amostras, evidenciadas por variações na cor e no aspeto de cada componente analisado (polpa, casca e sementes). Essas modificações estão ilustradas na Figura 8, que apresenta uma comparação dos componentes antes e após a secagem. Os resultados obtidos são consistentes com os de outros estudos, como o de Kulczyński et al. (2020), que reportou alterações nas propriedades físicas e sensoriais das abóboras secas, com base na intensidade do processo de secagem e nas diferenças entre as variedades.

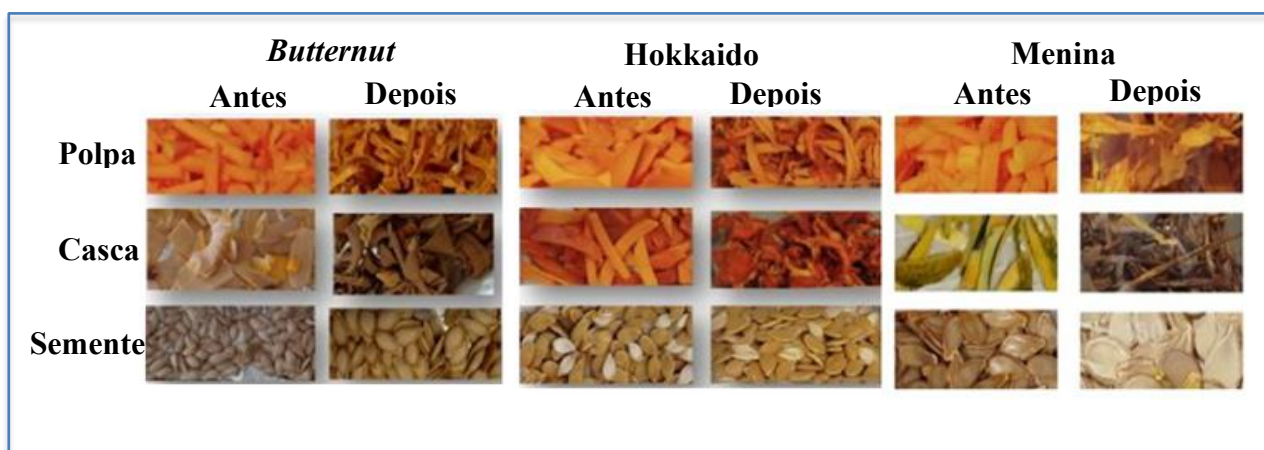


Figura 8: Aspecto das polpas, cascas e sementes de três variedades de abóbora antes e depois da secagem.

#### 3.3.1. Atividade de água ( $a_w$ )

A atividade de água ( $a_w$ ) é um parâmetro fundamental na avaliação da estabilidade microbiológica dos alimentos, uma vez que expressa a fração de água disponível para o crescimento de microrganismos e para a ocorrência de reações químicas e enzimáticas. Valores elevados de  $a_w$  estão geralmente associados a maior suscetibilidade à deterioração microbiológica, enquanto valores inferiores a 0,60 limitam o desenvolvimento da maioria dos microrganismos patogénicos (ASAE, 2025). Os resultados para  $a_w$  obtidos para as amostras frescas e secas das diferentes variedades de abóbora encontram-se apresentados na Tabela A.1, Anexo I. Observou-se que o processo de secagem

promoveu uma redução significativa na  $a_w$  em todas as partes da abóbora, refletindo a remoção de água e, conseqüentemente, o aumento da estabilidade microbiológica dos componentes analisados.

Os dados de  $a_w$  foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de um fator para cada componente (polpa, casca e sementes), considerando os fatores “variedade” e “estado da amostra” (fresco vs. seco). Para identificar diferenças significativas entre os grupos, aplicou-se o teste de comparações múltiplas de Tukey com nível de significância de  $\alpha = 0,05$ .

Na variedade *Butternut*-Manteiga, a polpa apresentou redução significativa de  $a_w$  de 0,852 para 0,447 após a secagem, enquanto a casca diminuiu de 0,878 para 0,492 e as sementes de 0,862 para 0,398. Na Hokkaido, a polpa manteve valores relativamente elevados de  $a_w$  após secagem (0,667), enquanto a casca e as sementes apresentaram reduções mais expressivas. Para a abóbora Menina, todas as partes apresentaram redução significativas de  $a_w$ , sendo as sementes as mais afetadas (0,891 → 0,387).

Em geral, a secagem reduziu significativamente a  $a_w$  de todas as partes da abóbora ( $p < 0,05$ ), evidenciando a eficácia do processo para alcançar a estabilidade microbiológica. As sementes mostraram a maior queda na  $a_w$ , indicando que são particularmente sensíveis à remoção de água. Diferenças significativas entre variedades também foram observadas, principalmente na polpa, destacando a Hokkaido como a variedade que retém mais água após a secagem. Esses resultados estão representados visualmente na **Figura 9**, permitindo observar de forma clara a redução de  $a_w$  em cada componente das diferentes variedades de abóbora após a secagem. A média geral da atividade de água das amostras secas foi de  $0,418 \pm 0,046$ , resultados consistentes com estudos prévios sobre secagem de sementes e polpa de abóbora (Ortiz-Jerez, Franco Sánchez, & Zapata Montoya, 2022).

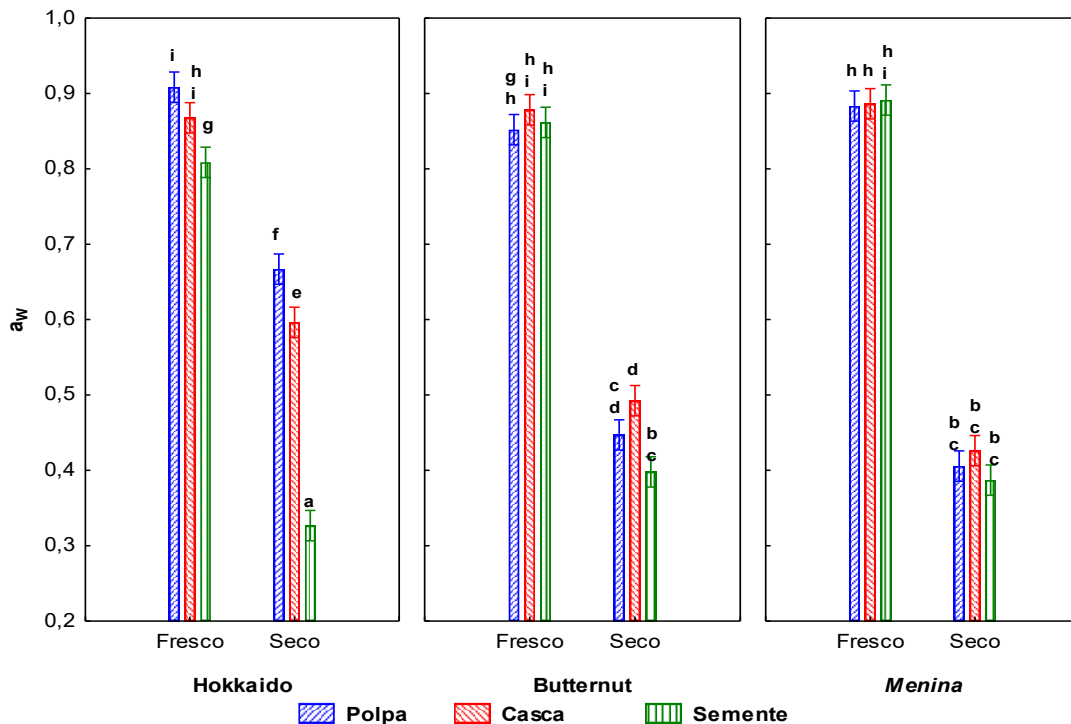


Figura 9: Efeito da secagem sobre na atividade de água ( $a_w$ ) da polpa, casca e sementes das variedades de abóbora Butternut-Manteiga, Hokkaido e Menina. As barras verticais representam o intervalo de confiança de 95%. Letras diferentes indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ , teste de Tukey).

### 3.3.2. Teor de humidade

Após a secagem, observou-se uma redução significativa do teor de humidade em todos os componentes, sendo as reduções mais pronunciadas na polpa. A variedade Manteiga apresentou o menor teor de humidade na polpa seca, 1,1%, seguida de perto pela variedade Menina, com 1,57%. Em contraste, a variedade Hokkaido reteve um teor de humidade relativamente mais elevado de 15,7% na sua polpa, indicando que esta variedade pode necessitar de processos de secagem mais prolongados ou intensivos para atingir níveis de desidratação semelhantes.

A casca apresentou também uma diminuição considerável de humidade, com valores finais que variaram entre 1,17% na variedade Manteiga e 1,12% na Hokkaido. As sementes secas também apresentaram uma redução substancial de humidade, com valores a oscilar entre 2,07% para a Menina e 2,29% para a Hokkaido. O teor de humidade ligeiramente mais elevado nas sementes de Hokkaido sugere uma composição estrutural distinta quando comparada com as outras variedades. Estes resultados indicam que, embora a secagem diminua efetivamente o teor de água, a eficácia deste processo varia de acordo com a variedade específica de abóbora e com o componente analisado. Os dados referentes a esta análise estão apresentados na **Tabela 5**.

Tabela 5: Teor de humidade (%) (média ±DV) das amostras de abóbora fresca e seca

Variedade	Componente	Fresco (%)	Seco (%)
Manteiga	Polpa	86,93 <sup>ef</sup> ± 1,52	1,1 <sup>a</sup> ± 0,09
	Casca	83,66 <sup>ef</sup> ± 1,27	1,2 <sup>a</sup> ± 0,24
	Sementes	26,33 <sup>c</sup> ± 4,70	2,2 <sup>ab</sup> ± 0,14
Hokkaido	Polpa	85,34 <sup>ef</sup> ± 10,13	15,7 <sup>bc</sup> ± 0,85
	Casca	81,57 <sup>e</sup> ± 7,92	1,12 <sup>ab</sup> ± 1,26
	Sementes	47,23 <sup>d</sup> ± 6,02	2,29 <sup>ab</sup> ± 0,58
Menina	Polpa	95,66 <sup>f</sup> ± 0,09	1,57 <sup>a</sup> ± 0,29
	Casca	93,52 <sup>ef</sup> ± 0,39	2,27 <sup>ab</sup> ± 0,45
	Sementes	55,86 <sup>d</sup> ± 2,46	2,07 <sup>a</sup> ± 0,09

\*Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as 3 variedades estudadas, os componentes estudados e o tratamento aplicado ( $p$ -value < 0.05, Tukey)

Estes resultados estão alinhados com estudos anteriores sobre a secagem de sementes de abóbora, como o trabalho de Ortiz-Jerez, Sánchez e Zapata Montoya (2022), que também observaram reduções significativas no teor de humidade após processos de secagem entre diferentes componentes. Apesar de esse estudo ter utilizado secagem por janela de refração (RW), os seus padrões confirmam que a eficácia da remoção de água varia consoante a parte da abóbora e a variedade analisadas, reforçando a importância de ajustar os parâmetros de secagem de acordo com as características específicas de cada produto.

### 3.3.3. Determinação da cor da abóbora

A cor é um parâmetro crítico avaliado tanto pela indústria quanto pelos consumidores, sendo sensível a alterações durante o processamento, especialmente na secagem de alimentos (Song et al., 2017). Os efeitos da secagem nos parâmetros de cor CIE Lab\* das diferentes partes das abóboras das variedades Hokkaido, *Butternut* e Menina são apresentados na **Tabela 6**.

Tabela 6: Parâmetros de cor (L, a, b\*) de abóboras frescas e secas (média ± DP)

Pumpkin	Part	L*		a*		b*	
		Fresh	Dry	Fresh	Dry	Fresh	Dry
Hokkaido	Pulp	57.09±4.40 <sup>gh</sup>	48.54±5.40 <sup>def</sup>	18.06±3.11 <sup>g</sup>	15.99±3.78 <sup>fg</sup>	31.80±3.29 <sup>g</sup>	23.53±3.45 <sup>g</sup>
	Skin	45.73±4.29 <sup>cde</sup>	35.44±5.45 <sup>ab</sup>	30.09±2.82 <sup>h</sup>	16.64±3.36 <sup>fg</sup>	20.8±3.58 <sup>efg</sup>	10.47±3.53 <sup>ab</sup>
	Seed	63.48±7.66 <sup>h</sup>	59.48±6.38 <sup>gh</sup>	2.94±1.71 <sup>ab</sup>	4.60±1.73 <sup>ab</sup>	17.60±3.97 <sup>cdef</sup>	14.55±1.66 <sup>bc</sup>
Butternut	Pulp	44.47±6.02 <sup>cd</sup>	32.76±5.11 <sup>ab</sup>	14.63±2.60 <sup>efg</sup>	13.07±3.33 <sup>def</sup>	23.24±4.17 <sup>g</sup>	14.33±3.18 <sup>bc</sup>
	Skin	57.15±1.56 <sup>gh</sup>	34.01±4.20 <sup>ab</sup>	10.49±0.32 <sup>cde</sup>	6-75±1.19 <sup>bc</sup>	18.94±0.56 <sup>def</sup>	10.50±2.31 <sup>ab</sup>
	Seed	52.14±3.81 <sup>defg</sup>	64.22±2.66 <sup>h</sup>	3.77±2.23 <sup>ab</sup>	1.95±0.42 <sup>a</sup>	12.17±1.42 <sup>b</sup>	11.22±0.84 <sup>b</sup>
Menina	Pulp	54.86±5.27 <sup>th</sup>	47.93±7.88 <sup>cdef</sup>	9.68±3.38 <sup>cd</sup>	10.27±3.88 <sup>cd</sup>	21.74±2.24 <sup>fg</sup>	20.69±4.56 <sup>efg</sup>
	Skin	40.30±2.95 <sup>bc</sup>	30.78±6.62 <sup>a</sup>	1.41±4.06 <sup>a</sup>	5.25±3.05 <sup>ab</sup>	16.55±1.81 <sup>cde</sup>	6.83±1.41 <sup>a</sup>
	Seed	53.25±4.94 <sup>efg</sup>	59.53±3.01 <sup>gh</sup>	4.40±0.99 <sup>ab</sup>	3.33±0.32 <sup>ab</sup>	14.56±1.48 <sup>bc</sup>	14.73±0.98 <sup>bcd</sup>

\*Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as 3 variedades estudadas, os componentes estudados e tratamento aplicado ( $p$ -value < 0.05, Tukey)

O parâmetro L\*, que representa a luminosidade, variou entre os componentes e as variedades. Apesar de se encontrar diferenças significativas entre as polpas das variedades Hokkaido e Menina ( $p < 0,05$ , teste de Tukey), ambas apresentaram um valor maior de luminosidade em comparação à *Butternut*, cuja polpa mostrou-se ligeiramente mais escura. Esta redução na luminosidade pode indicar maior teor de carotenoides na *Butternut*, corroborando o estudo realizado por Song et al. (2017), onde relacionaram a diminuição da luminosidade com o conteúdo de carotenoides nas abóboras durante a secagem.

O valor de a\*, que expressa a variação entre verde (valores negativos) e vermelho (valores positivos), mostrou que a tonalidade avermelhada típica da abóbora se manteve na maioria das amostras, tanto frescas como secas. A exceção verificou-se na casca da abóbora Menina, que apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ), sugerindo maior sensibilidade desta estrutura ao processamento. Resultados semelhantes foram descritos por Fernandes, Silva e Silva (2017), que reportaram alterações mais expressivas em a\* nas cascas do que na polpa durante a secagem convectiva de abóbora.

No parâmetro b\*, que indica a variação entre azul e amarelo, registaram-se valores relativamente consistentes entre variedades e componentes, reforçando a estabilidade da coloração amarelada característica desta hortícola. Contudo, tal como referem Fernandes, Silva e Silva (2017), pequenas reduções em b\* podem estar associadas à degradação térmica de carotenoides, em particular da luteína, que contribui para o tom amarelo.

A diferença total de cor (DTC), que permite avaliar alterações visuais globais após o processo de secagem, encontra-se na **Figura 8**. É possível observar que a abóbora *Butternut* apresentou a maior DTC, especialmente na casca, evidenciando maior impacto do processo de secagem sobre a coloração de seus componentes. Comparando as polpas, a DTC mais elevada foi registrada na *Butternut* ( $15,16 \pm 5,93$ ) e na Hokkaido ( $12,95 \pm 5,47$ ), indicando mudanças perceptíveis na aparência visual.

De um modo geral, a secagem reduziu a luminosidade e provocou pequenas alterações nos parâmetros  $a^*$  e  $b^*$ , indicando mudanças ligeiras na coloração das polpas, cascas e sementes. Estas alterações não comprometeram a tonalidade típica das abóboras, preservando características organoléticas relevantes para produtos alimentares, Song et. al., (2017).

#### 4.1 Avaliação das propriedades físico-químicas do muffins formulado com farinha de abóbora

##### 4.1.1 Atividade de água ( $a_w$ )

A atividade de água ( $a_w$ ) dos muffins variou entre 0,940 e 0,960). O controlo (100% farinha de trigo) apresentou um valor de  $a_w$  de 0,958, valor próximo ao observado nas formulações com substituição parcial de 10% (0,954) e 20% (0,960) por farinha de abóbora. Já nas formulações com maiores níveis de substituição, de 40% e 50%, registaram-se valores inferiores, 0,947 e 0,940, respetivamente. Esses dados completos encontram-se disponíveis na Tabela A.2, no Anexo II. A **Figura 10** ilustra a variação da atividade de água ( $a_w$ ) entre as formulações de muffins, evidenciando a tendência de redução com o aumento da proporção de farinha de abóbora. A média geral da  $a_w$  das formulações foi de  $0,952 \pm 0,008$ .

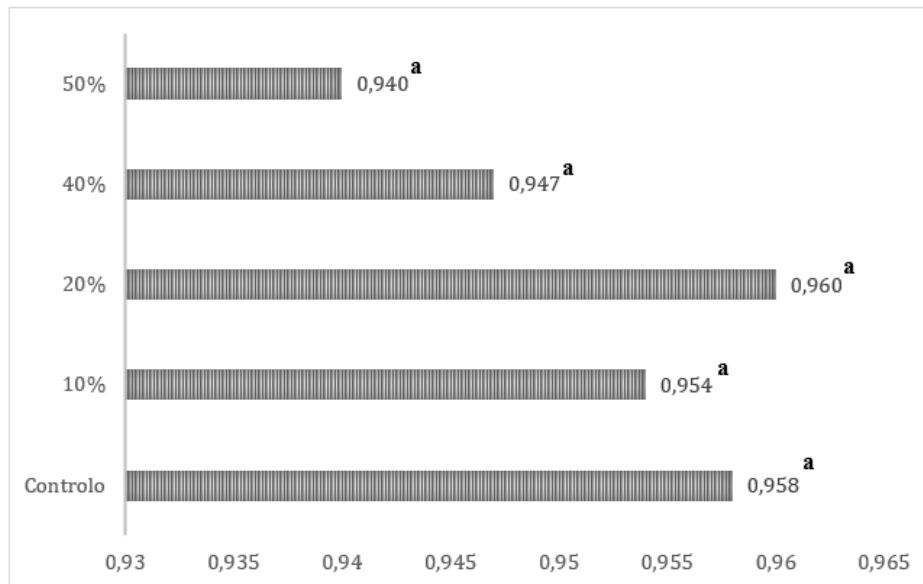
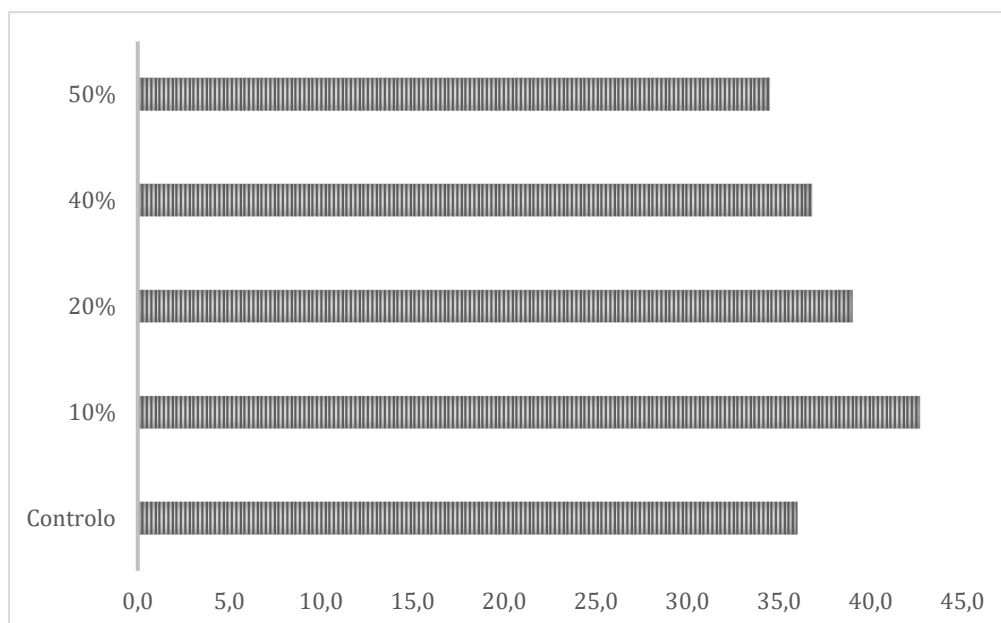


Figura 10: Atividade de água ( $a_w$ ) em muffins formulados com diferentes percentagens de farinha de abóbora (0%, 10%, 20%, 40% e 50%). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os muffins a diferentes proporções de farinha de abóbora ( $p$ -value < 0.05 Tukey).

#### 4.1.2. Teor de humidade

O teor de humidade dos muffins variou de acordo com a adição de farinha de abóbora (**Figura 11**). O muffin controlo apresentou 36,0% de humidade. A inclusão de 10% de farinha de abóbora resultou em aumento do teor de humidade para 42,7%, seguido de 39,0% para 20%, 36,8% para 40% e 34,5% para 50%.



*Figura 11: Teor de humidade (%) dos muffins elaborados com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo (FT) por farinha de abóbora (FA). Valores representam a média de três repetições*

O aumento inicial do teor de humidade com a adição de 10% de farinha de abóbora pode ser atribuído ao alto conteúdo de fibras solúveis presentes na abóbora, que possuem elevada capacidade de retenção de água, conforme discutido por Ciurzyńska et al. (2014) e Workneh et al. (2014). No entanto, concentrações maiores de farinha (40–50%) resultaram na redução da humidade, possivelmente devido à maior absorção de água pelas fibras, diminuindo a disponibilidade de água livre na massa durante o processamento e a cocção (Song et al., 2017; Chobot et al., 2024).

Além disso, a variação no teor de humidade pode estar relacionada às características intrínsecas da variedade de abóbora utilizada, como apontado por Öztürk et al. (2022), e ao efeito do processamento térmico sobre a estrutura da fibra e retenção de água (Atencio et al., 2022). A literatura também sugere que a presença de carotenoides e outros compostos bioativos da abóbora pode influenciar a interação da farinha com a matriz da massa, impactando propriedades físico-químicas como textura e humidade final (Mukherjee et al., 2022; Sharma et al., 2024; Farzana et al., 2023). Dessa forma, os resultados indicam que pequenas adições de farinha de abóbora podem

aumentar a retenção de água e melhorar a textura dos muffins, enquanto concentrações mais elevadas exigem ajustes na formulação para evitar produtos excessivamente secos.

#### 4.1.3 Cor

Na **Tabela 7** apresentam-se os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  das superfícies externa e interna dos muffins. A análise revelou que a substituição da farinha de trigo por farinha de abóbora influenciou significativamente a coloração dos produtos (**Figuras 12 e 13**).

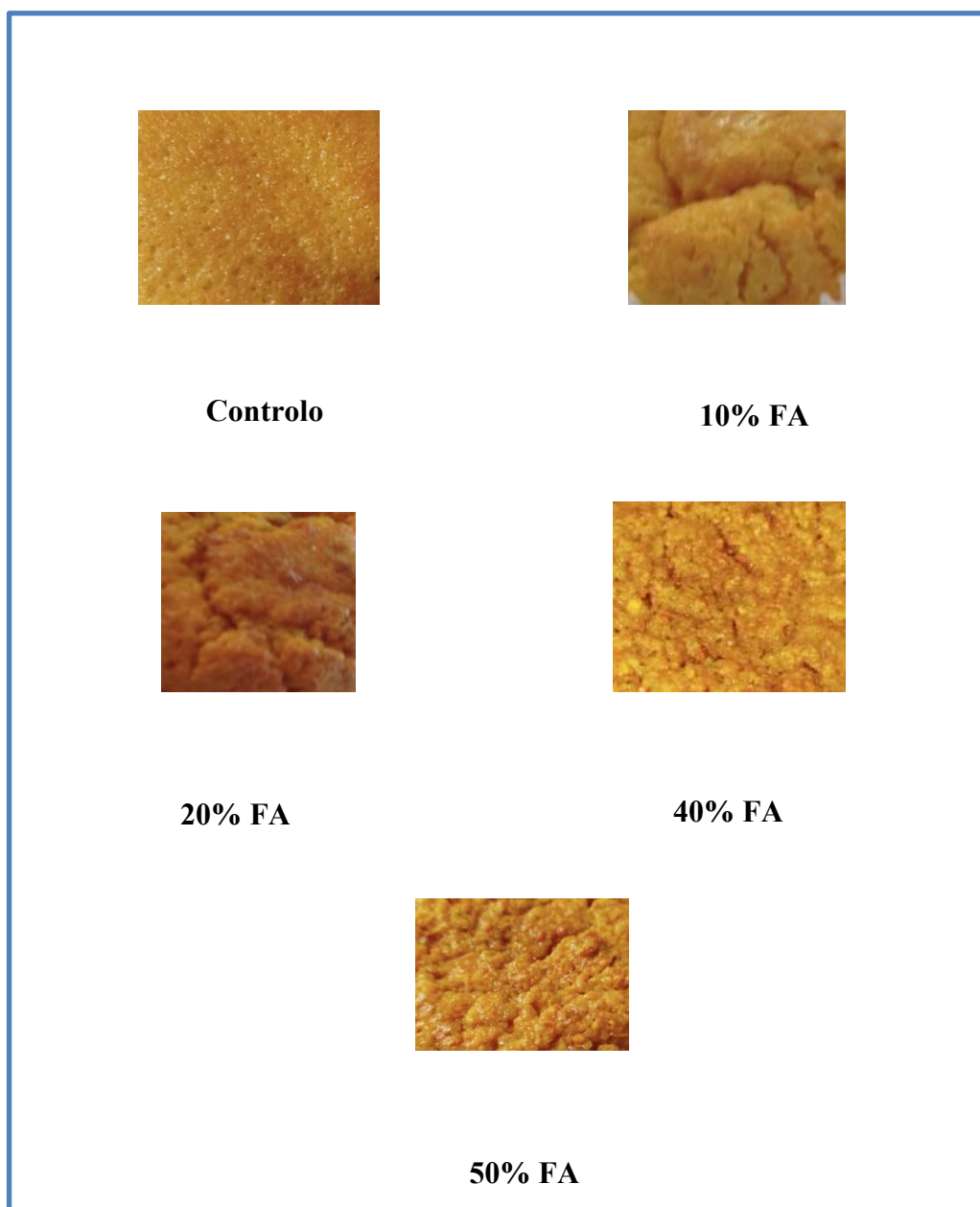


Figura 12: Muffins (parte externa) com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo (FT) por farinha de abóbora (FA).

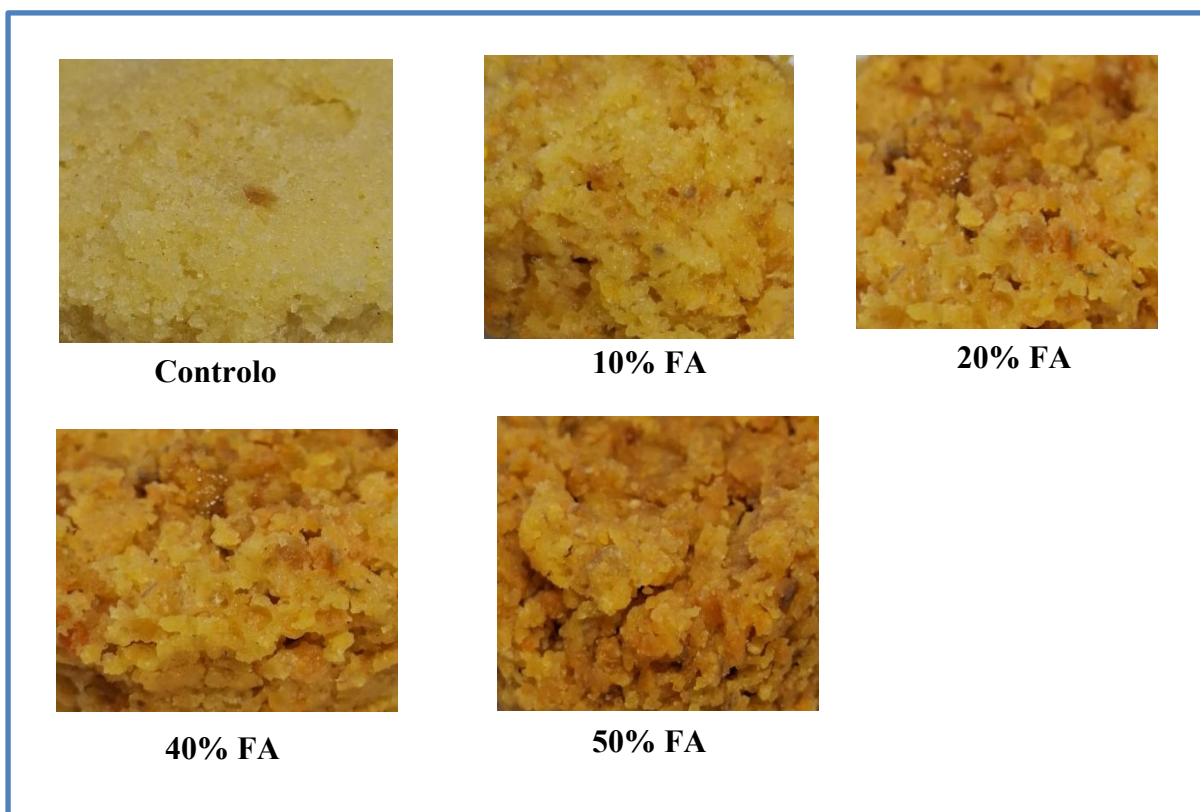


Figura 13: Aspeto da parte interna dos muffins elaborados com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo (FT) por farinha de abóbora (FA)

Tabela 7: Parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) de muffins com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinha de abóbora (média  $\pm$  DP,  $n = 10$ )

Substituição FT por FA (%)	Superfície	$L^*$ (Luminosidade)	$a^*$ (Verde-Vermelho)	$b^*$ (Azul-Amarelo)
Controlo (0%)	Externa	50,16 $\pm$ 1,82	3,81 $\pm$ 1,06	20,79 $\pm$ 1,04
	Interna	57,96 $\pm$ 1,30	-2,90 $\pm$ 0,32	19,84 $\pm$ 0,96
10%	Externa	49,86 $\pm$ 4,33	4,83 $\pm$ 0,77	19,91 $\pm$ 2,31
	Interna	53,67 $\pm$ 1,99	0,99 $\pm$ 1,08	22,63 $\pm$ 0,98
20%	Externa	41,95 $\pm$ 2,96	8,47 $\pm$ 1,58	14,84 $\pm$ 1,93
	Interna	47,00 $\pm$ 3,77	2,71 $\pm$ 1,30	19,11 $\pm$ 3,26
40%	Externa	41,22 $\pm$ 4,78	5,70 $\pm$ 1,77	14,88 $\pm$ 5,33
	Interna	45,66 $\pm$ 3,21	5,12 $\pm$ 1,12	17,49 $\pm$ 2,90
50%	Externa	44,42 $\pm$ 2,67	6,74 $\pm$ 1,36	17,33 $\pm$ 2,01
	Interna	44,85 $\pm$ 3,58	5,05 $\pm$ 1,73	16,26 $\pm$ 4,92

O valor de  $L^*$  registado nos muffins controlo, foi superior comparativamente às restantes formulações de muffins, especialmente na superfície interna (57,96  $\pm$  1,30), indicando maior claridade do produto sem adição de farinha de abóbora. Com a inclusão de 10% de farinha de abóbora, a luminosidade apresentou leve redução (externa: 49,86  $\pm$  4,33; interna: 53,67  $\pm$  1,99). Essa tendência

de escurecimento tornou-se mais evidente nas formulações com 20%, 40% e 50% de substituição, sendo que os muffins com 40% e 50% exibiram os menores valores de L\* (externa: 41,22–44,42; interna: 44,85–45,66). Essa diminuição na luminosidade poderá ser atribuída ao maior teor de carotenoides presentes na farinha de abóbora, reforçando estudos que associam pigmentos naturais à redução da claridade em produtos vegetais processados (Atencio et al., 2022; Sharma et al., 2024; Song et al., 2017).

O parâmetro a\*, que indica a variação entre verde (valores negativos) e vermelho (valores positivos), apresentou predominância de tons avermelhados em todas as superfícies avaliadas. Valores médios aumentaram com a adição de farinha de abóbora, passando de  $3,81 \pm 1,06$  no controle externo para  $6,74 \pm 1,36$  nos muffins com 50% de substituição, sugerindo intensificação do componente vermelho da coloração. As superfícies internas mantiveram valores próximos de zero ou ligeiramente positivos, indicando que a tonalidade avermelhada foi mais perceptível na superfície externa.

O parâmetro b\*, que representa a variação entre azul e amarelo, mostrou predominância de tons amarelados em todas as formulações, com leves aumentos nas superfícies internas em relação às externas. Nos muffins controle, b\* externo foi  $20,79 \pm 1,04$ , enquanto os muffins com 50% de farinha de abóbora apresentaram valores de  $17,33 \pm 2,01$  (externa) e  $16,26 \pm 4,92$  (interna), indicando leve intensificação do tom amarelado nas formulações enriquecidas.

Em síntese, a substituição da farinha de trigo por farinha de abóbora afetou a cor dos muffins, promovendo escurecimento e intensificação das tonalidades vermelha e amarela, especialmente em níveis de substituição mais elevados. No entanto, essas alterações não comprometeram a aparência visual dos produtos, mantendo características organolépticas adequadas para pastelaria e reforçando o potencial da farinha de abóbora como ingrediente funcional e nutritivo.

#### 4.1.4 Textura

Os resultados médios dos parâmetros de textura dos muffins com diferentes percentagens de substituição da farinha de trigo por farinha de abóbora (0%, 10%, 20%, 40% e 50%) encontram-se na **Tabela 8**.

*Tabela 8: Parâmetros de textura dos muffins com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinha de abóbora (média ± DP)*

Formulação	Firmeza (g)	Resiliência (%)	Coesão (%)	Elasticidade (%)	Gommosidade (g)	Mastigabilidade (g·s)	Adesividade (g·s)
Controlo (0%)	126,77 ± 10,86 a	30,26 ± 4,02	64,91 ± 6,85	82,77 ± 3,79	8277,95 ± 1441,50	6883,21 ± 1395,11	-
10% FA	140,78 ± 24,34 a	22,02 ± 2,80	56,49 ± 4,00	70,20 ± 1,73	7893,47 ± 1009,15	5552,92 ± 847,35	-0,69 ± 0,32
20% FA	163,69 ± 18,13 b	27,99 ± 2,68	64,43 ± 4,72	76,38 ± 1,89	10551,48 ± 1371,86	8067,63 ± 1130,09	-
40% FA	154,34 ± 29,60 ab	16,05 ± 3,33	47,53 ± 6,46	54,29 ± 10,08	7260,98 ± 1323,69	3961,36 ± 1056,61	-1,90 ± 1,78
50% FA	258,84 ± 62,18 c	13,82 ± 1,98	45,31 ± 2,38	56,83 ± 7,44	11777,63 ± 2999,20	6559,96 ± 1325,94	-3,23 ± 1,94

\* Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças estatisticamente significativas entre as formulações ( $p < 0,05$ ). DP = desvio padrão; FA = farinha de abóbora.

Observou-se que a firmeza dos muffins manteve-se relativamente constante entre o controlo (0%) e a formulação com 10% de substituição, não havendo diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ). A partir de 20% de substituição, a firmeza aumentou significativamente, atingindo valores médios de 163,69 g (20%) e 154,34 g (40%), sugerindo uma massa mais densa devido à redução do teor de glúten. A formulação com 50% de substituição apresentou o maior aumento da firmeza (258,84 g), diferindo significativamente das demais. Estes resultados são concordantes com os de Isik et al. (2022), que observaram incremento da firmeza em pães com substituição parcial da farinha de trigo por farinhas integrais.

A elasticidade apresentou tendência de diminuição conforme o aumento do teor de farinha de abóbora, especialmente nos muffins com 40% e 50% de substituição, mas manteve-se próxima ao controlo até 20%. Parâmetros como coesão, resiliência, mastigabilidade e gommosidade também variaram proporcionalmente à substituição, indicando alterações na estrutura da massa, que se torna menos elástica e mais firme com maiores teores de farinha de abóbora. Estes efeitos refletem padrões relatados por Dabash et al. (2017).

Os resultados indicam que até 20% de substituição, os muffins mantêm características texturais próximas às do produto tradicional, enquanto formulações com 40% e 50% apresentam mudanças perceptíveis que podem afetar a aceitação sensorial.

#### 4.1.5 Teor de sólidos solúveis totais

Os resultados do teor de sólidos solúveis totais (SST) dos muffins com os diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinha de abóbora encontram-se na **Tabela 9**.

*Tabela 9: Teor de sólidos solúveis (°Brix) em muffins com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinha de abóbora.*

Substituição FT por FA (%)	Resultado 1 ± DP	Resultado 2 ± DP	Média ± DP
Controlo (0%)	28,11 ± 0,09	28,23 ± 0,09	28,17 ± 0,09
10%	23,49 ± 0,47	22,83 ± 0,47	23,16 ± 0,47
20%	22,83 ± 0,81	23,97 ± 0,81	23,40 ± 0,81
40%	22,32 ± 0,28	22,71 ± 0,28	22,52 ± 0,28
50%	22,74 ± 0,11	22,59 ± 0,11	22,66 ± 0,11

O controlo (100 % farinha de trigo) apresentou valores mais elevados de sólidos solúveis totais (SST; 28,17 ± 0,09 °Brix), refletindo maior concentração de açúcares solúveis. A substituição parcial da farinha de trigo por farinha de abóbora promoveu uma redução nos valores de SST, variando entre 22,52 ± 0,28 °Brix (40 % de substituição) e 23,40 ± 0,81 °Brix (20 % de substituição), sem uma tendência linear clara entre os diferentes níveis de substituição. A média geral das formulações com farinha de abóbora foi de 23,98 ± 2,37 °Brix, indicando que, embora haja uma diminuição dos açúcares solúveis, esta não compromete significativamente a doçura percebida.

Essa redução nos sólidos solúveis pode ser explicada pelo menor teor de açúcares presentes na farinha de abóbora em comparação com a farinha de trigo, conforme relatado em estudos anteriores (Das & Banerjee, 2015; Pongjanta et al., 2006). Além disso, a inclusão de farinha de abóbora confere benefícios nutricionais adicionais, como aumento do teor de fibras, vitaminas, minerais e compostos bioativos, sem comprometer as propriedades sensoriais do produto (Ciurzyńska et al., 2014; Song et al., 2017; Atencio et al., 2022; Barros et al., 2020).

Portanto, a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de abóbora representa uma estratégia promissora para o desenvolvimento de produtos de pastelaria com perfil nutricional melhorado, mantendo boa aceitação sensorial e agregando valor funcional ao produto final.

#### 4.1.6 Compostos fenólicos totais

O teor de compostos fenólicos totais (TPC) nos muffins preparados com diferentes proporções de farinha de abóbora foi determinado e os resultados encontram-se apresentados na **Figura 14**.

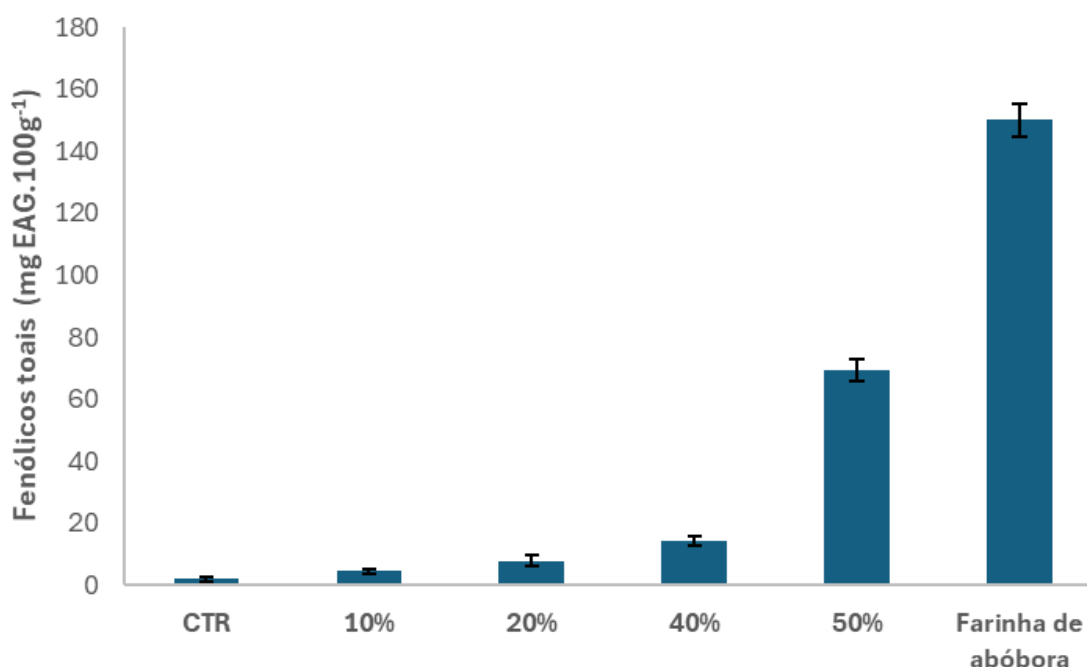


Figura 14: Compostos fenólicos totais (mg EAG/100 g) em muffins preparados com diferentes percentagens de farinha de abóbora (média  $\pm$  DP).

Verificou-se um aumento do TPC nas amostras em que parte da farinha de trigo foi substituída por farinha de abóbora, sendo este aumento proporcional à quantidade utilizada.

As amostras-controlo apresentaram os valores mais baixos de TPC, com uma média de  $2,08 \pm 0,77$  mg EAG/100 g, enquanto as amostras com adição de farinha de abóbora variaram entre 4,57 e 69,47 mg EAG/100 g na formulação com 10% e 50% de farinha de abóbora, respetivamente. A farinha de abóbora pura apresentou os valores mais elevados do teor de compostos fenólicos,  $150,10 \pm 5,32$  mg EAG/100 g, o que confirma o seu natural elevado teor. Estes resultados estão em concordância com estudos anteriores que demonstram a riqueza da abóbora no teor deste tipo de compostos (Stabnikova et al., 2024).

Também se observou uma tendência clara do aumento do teor de compostos fenólicos com a adição de farinha de abóbora nos muffins, o que sugere uma melhoria do potencial antioxidante do produto final. As variações registadas entre replicados poderão estar associadas a pequenas diferenças no processo de extração, à heterogeneidade das amostras ou a ligeiras discrepâncias na medição espectrofotométrica.

Estes resultados corroboram com as investigações anteriores, em que se demonstrou que a adição de farinhas vegetais a produtos de panificação aumenta significativamente o teor de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante do produto final (AACC, 2000; Singleton et al., 1999). É ainda importante denotar que factores como o tempo e temperatura de cozedura, pH e interações com outros componentes da massa podem influenciar o teor final destes compostos.

#### 4.1.7 Capacidade antioxidante (DPPH)

A capacidade antioxidante medida pelo ensaio DPPH demonstra uma tendência crescente à medida que a proporção de farinha de abóbora aumenta na formulação do muffin (Figura 15).

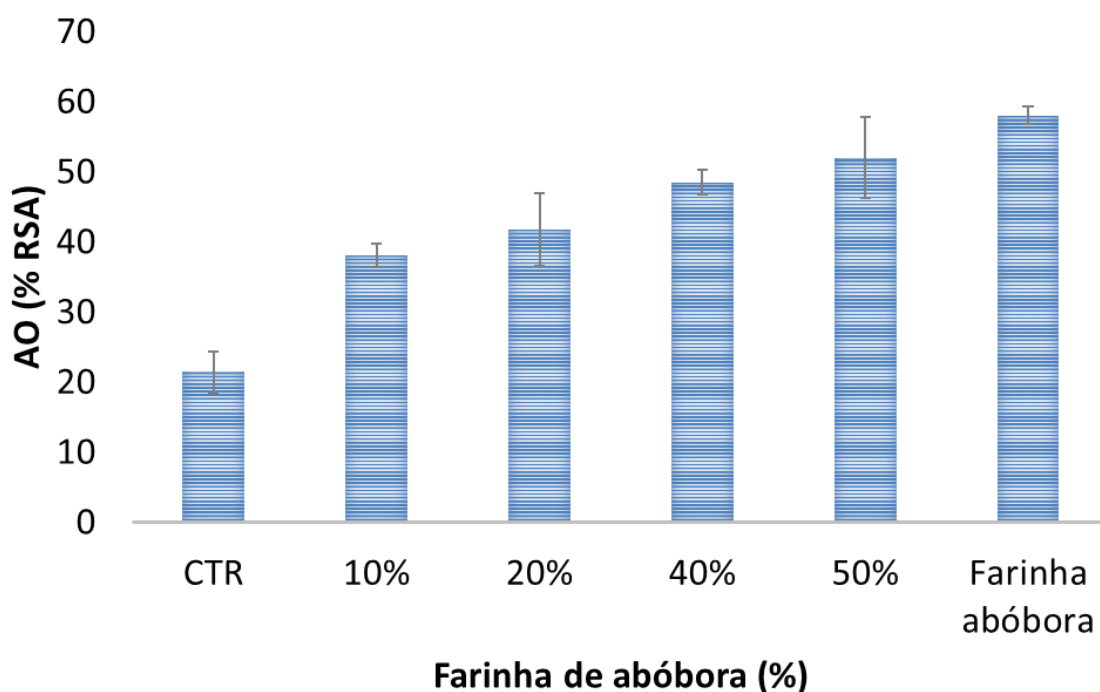


Figura 15: Capacidade antioxidante (%RSA) dos muffins com diferentes proporções de farinha de abóbora.

Os valores mais elevados de % RSA observam-se no muffin com 50% de farinha de abóbora (52,01% ± 5,81), enquanto as amostras com proporções de farinha de abóbora inferiores apresentam um valor de 38,04% ± 1,70. Apesar de não ser proporcional, o aumento da capacidade antioxidante presente nos muffins enriquecidos com uma maior quantidade de farinha de abóbora, esta contribui para o valor apresentado, uma vez que a farinha de abóbora apresentou uma capacidade antioxidante de 58,02% ± 1,70).

A discrepância pode dever-se a vários fatores: diferenças na composição química da farinha de abóbora, possível degradação de compostos fenólicos durante o processamento ou interferência de outros componentes presentes nos muffins. Além disso, a metodologia DPPH é influenciada pela

natureza dos antioxidantes presentes, e nem todos os compostos fenólicos reagem da mesma forma com o radical DPPH (Brand-Williams et al., 1995).

Estes resultados sugerem que o aumento de TPC nem sempre implica aumento da atividade antioxidante em ensaios DPPH, reforçando a necessidade de utilizar múltiplos métodos para avaliar a capacidade antioxidante de produtos alimentares.

## **5 CONCLUSÃO**

### **5.1 Síntese das principais conclusões**

Este estudo aprofundou a compreensão das propriedades físico-químicas da abóbora da Região Oeste, analisando o teor de humidade e a atividade da água em três variedades; Manteiga, Hokkaido e Menina, em estados fresco e seco. Os resultados evidenciam diferenças claras entre variedades e componentes (polpa, casca e sementes), contribuindo assim para o desenvolvimento de produtos alimentares inovadores e sustentáveis, como a farinha de abóbora, que aproveita o fruto na sua totalidade, ajudando assim a reduzir o desperdício alimentar.

Nas amostras frescas, a polpa apresentou elevada humidade, acima de 80% em todas as variedades, destacando-se a Menina com 95,67%. A casca também manteve elevada retenção de água, e as sementes apresentaram menor teor de humidade, variando entre 26,33% e 55,86%. Esses dados indicam que cada componente da abóbora tem características próprias de hidratação, influenciando seu comportamento durante a secagem e sua durabilidade.

A desidratação reduziu de forma significativa a humidade e a atividade da água, confirmando a eficácia da secagem como técnica de conservação. A polpa da Menina, por exemplo, atingiu valores extremamente baixos de humidade e atividade de água, mostrando-se altamente estável para armazenamento prolongado. Já a Hokkaido manteve maior humidade residual, indicando a necessidade de ajustes nos protocolos de secagem. Essas variações reforçam que o sucesso do processamento depende do conhecimento detalhado das propriedades de cada variedade e de cada componente.

A farinha de abóbora surge como uma aplicação prática com grande potencial. O baixo teor de humidade e a redução da atividade da água garantem estabilidade e segurança, enquanto a composição rica em fibras, nutrientes e compostos bioativos confere valor nutricional. Além disso, a utilização de sementes e cascas amplia a sustentabilidade do produto, transformando partes tradicionalmente descartadas em ingredientes funcionais que podem ser incorporados em farinhas, snacks e suplementos.

## **5.2 Potencial para a indústria alimentar e sustentabilidade**

Os resultados deste estudo têm implicações claras para o setor alimentar e para práticas sustentáveis. Compreender como cada variedade e componente se comporta permite desenvolver produtos de alto valor agregado e reduzir o desperdício de matéria-prima.

A farinha de abóbora, resultado direto desta pesquisa, é um exemplo concreto de inovação sustentável, pois aproveita integralmente o fruto, incluindo casca e sementes, mantém estabilidade e segurança devido ao baixo teor de água e atividade de água, conserva nutrientes e compostos bioativos importantes para a saúde, permite formulações versáteis, desde produtos de panificação a suplementos funcionais, e contribui para a economia circular, promovendo o uso completo dos alimentos e a redução de resíduos.

Além disso, otimizar os processos de secagem com base nos dados de humidade permite reduzir consumo energético e emissões de gases de efeito estufa, tornando o produto ainda mais sustentável. O desenvolvimento da farinha de abóbora não é apenas uma oportunidade industrial: representa uma alternativa saudável, nutritiva e ambientalmente consciente, alinhada às demandas do consumidor moderno.

## **6.3 Limitações e perspectivas para investigação futura**

Embora o presente estudo tenha fornecido resultados consistentes e relevantes, algumas limitações devem ser reconhecidas. Os ensaios foram realizados em condições laboratoriais controladas, que nem sempre refletem totalmente a realidade industrial. Assim, trabalhos futuros deverão testar os parâmetros obtidos em escala piloto ou industrial, de forma a confirmar a sua aplicabilidade prática.

Para além disso, a abordagem adotada não permitiu explorar em profundidade as interações complexas entre a água, as fibras, os açúcares e os compostos bioativos presentes na abóbora. A utilização de técnicas analíticas mais avançadas, como a ressonância magnética nuclear (RMN) ou a calorimetria exploratória diferencial (DSC), poderá contribuir para uma melhor compreensão da dinâmica da água e dos efeitos do processamento.

Importa ainda considerar que a composição da abóbora pode variar em função de fatores agrícolas, como o tipo de solo, as condições de cultivo, o regime de irrigação e as práticas pós-colheita. Neste sentido, estudos futuros poderão avaliar o impacto dessas variáveis na qualidade da matéria-prima e nos produtos obtidos. A realização de análises microbiológicas mais detalhadas também é recomendada, de modo a garantir a segurança e a estabilidade dos diferentes componentes após a desidratação.

Destaca-se, ainda, a importância de incluir análises nutricionais mais completas. Uma vez que este trabalho se centrou sobretudo em parâmetros físico-químicos e tecnológicos, investigações futuras deverão avaliar de forma mais detalhada o teor de fibras, vitaminas, minerais e compostos bioativos. Estas análises são fundamentais para compreender melhor o

impacto do processamento e para sustentar o potencial nutricional e funcional da farinha de abóbora e dos produtos desenvolvidos.

Apesar dessas limitações, o estudo confirma que a farinha de abóbora é um produto promissor, que combina inovação, sustentabilidade e valor nutricional. Pesquisas futuras podem ampliar o leque de variedades estudadas, explorar diferentes métodos de desidratação e desenvolver novas aplicações para sementes e cascas, fortalecendo o potencial do produto e consolidando práticas de desperdício zero.

~

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. Vida Rural. (2015, 14 de setembro). *Abóbora conquista Região Oeste*. Vida Rural. <https://www.vidarural.pt/sem-categoria/abobora-conquista-regiao-oeste/>
2. Agriculture in Portugal: Past, Present, and Future. (2020). Portugal Our Way. <https://portugalourway.com/agriculture-in-portugal-past-present-future/>
3. **Agroportal**. (2020, November 28). Abóbora *Butternut* a ganhar terreno. <https://www.agroportal.pt/abobora-butternut-a-ganhar-terreno>
4. Atencio, S., Verkempinck, S. H., Bernaerts, T., Reineke, K., Hendrickx, M., & Van Loey, A. (2022). (“Atencio, S., Verkempinck, S. H., Bernaerts, T., Reineke, K., Hendrickx ...”) Impact of processing on the production of a carotenoid-rich *Cucurbita maxima* cv. Hokkaido pumpkin juice. *Food Chemistry*, 380, 132191. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132191>
5. Barros, S. L., Santos, N. C., Monteiro, S. S., Melo, M. O. P., de Alcântara Silva, V. M., & Gomes, J. P. (2020). Influência da adição de geleia de abóbora e amido de milho nas características físico-químicas e texturais de iogurte grego. *Revista Principia*, (48), 128-138.
6. Brand-Williams, W.; Cuvelier, M. E.; Berset, C. (1995). *Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity – A Review*. *LWT – Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.
7. Chobot, M., Kozłowska, M., Ignaczak, A., & Kowalska, H. (2024). Development of drying and roasting processes for the production of plant-based pro-healthy snacks in the light of nutritional trends and sustainable techniques. (“Processing Techniques for Bio-based Products in the Global South”) *Trends in Food Science & Technology*, 104553. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104553>
8. Cinética de secagem e características sensoriais de sementes de abóbora desidratadas (*Cucurbita moschata*) obtidas por secagem em janela de refração
9. Ciużyńska, A., Lenart, A., & Gręda, K. J. (2014). Effect of pre-treatment conditions on content and activity of water and colour of freeze-dried pumpkin. (“Journal of Food Processing and Preservation - Wiley Online Library”) *LWT - Food Science and Technology*, 59(2), 1075–1081. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.05.015>
10. Dabash, V., Burešová, I., Tokár, M., Zacharová, M., & Gál, R. (2017). (“Chemical Characteristics and Sensory Analysis of Cake Enriched Pumpkin ...”) Efeito da adição de farinha de abóbora na qualidade sensorial e textural do pão de arroz. *Revista de Microbiologia, Biotecnologia e Ciências dos Alimentos*.
11. Das, S., & Banerjee, S. (2015). Production of pumpkin powder and its utilization in bakery products development: A review. (“(PDF) PRODUCTION OF PUMPKIN POWDER AND ITS UTILIZATION IN BAKERY ...”) *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 4(5), 478–481.

12. Drlange. (1994). *Colour review*. Drlange Application Report, No. 8. USA: Drlange.
13. Farzana, T., Abedin, M. J., Abdullah, A. T. M., & Reaz, A. H. (2023). Exploring the impact of pumpkin and sweet potato enrichment on noodles' nutritional profile and antioxidant capacity. *Journal of Agriculture and Food Research*, *14*, 100849. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100849>
14. Fernandes, F. A. N., Silva, M. A. A., & Silva, M. A. A. (2017). Efeito do pré-tratamento osmótico com sacarose e cloreto de sódio sobre a secagem convectiva de abóbora. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, *37*(4), 635–642. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.14616>
15. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024, December 23). Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
16. Fundamentos de Atividade de Água. (n.d.). METER Group. <https://metergroup.com.br/meter/fundamentos-de-atividade-de-agua/>
17. Geršak, J. (2022). *Design of clothing manufacturing processes: A systematic approach to developing, planning, and control*. Woodhead Publishing.
18. Goncalves, E. M., Raposo, I., Pinheiro, J., Alegria, C., & Moldão-Martins, M. (2020). Quality changes during thermal processing of two mixed formulas of fruits and vegetables pulps. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i7.2127>
19. Heliyon, Volume 8, Edição 10, e10947
20. Instituto Nacional de Estatística. (2024). *Estatísticas agrícolas: 2023*. Lisboa: INE. <https://www.ine.pt/xurl/pub/439500127>
21. Isık, F., Ozgoren, E., & Sola, Y. (2022). Comparison of quality characteristics of muffins produced with einkorn, whole grain and white wheat flours. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *28*(7), 1051-1061.
22. Kulczyński, B., Gramza-Michałowska, A., & Królczyk, J. B. (2020). Otimização das condições de extração para o potencial antioxidante de diferentes variedades de abóbora (*Cucurbita maxima*). *Sustentabilidade*, *12*(4), 1305. <https://doi.org/10.3390/su12041305>
23. Manaker, L., & Girgen, K. (2024, October 2). 6 health benefits of pumpkin—Plus, preparation tips. *Health*. <https://www.health.com/pumpkin-health-benefits-8721607>
24. Mukherjee, P. K., Singha, S., Kar, A., Chanda, J., Banerjee, S., Dasgupta, B., & Sharma, N. (2022). Therapeutic importance of Cucurbitaceae: A medicinally important family. *Journal of Ethnopharmacology*, *282*, 114599. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114599>
25. Oliveira, A. P., Silva, M. A. A., & Silva, M. A. A. (2018). Efeito do pré-tratamento osmótico com sacarose e cloreto de sódio sobre a secagem convectiva de abóbora. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, *38*(4), 635–642. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.21417>

26. Ortiz-Jerez, M. J., Franco Sánchez, A., & Zapata Montoya, J. E. (2022). *Drying kinetics and sensory characteristics of dehydrated pumpkin seeds (Cucurbita moschata) obtained by refractance window drying*. *Heliyon*, 8(10), e10947. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10947>
27. Öztürk, H. İ., Dönderalp, V., Bulut, H., & Korkut, R. (2022). Morphological and molecular characterization of some pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) genotypes collected from Erzincan province of Turkey. *Scientific Reports*, 12(1), 6814. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10566-5>
28. Passotto, J. A., Penteadó, M. V. C., & Mancini-Filho, J. (1998). Atividade antioxidante do beta-caroteno e da vitamina A. Estudo comparativo com antioxidante sintético. *Food Science and Technology*, 18, 68–72.
29. Pinheiro, J., Fernandes, W., Sá, H., Bernardino, R., Leandro, S. M., & Ganhão, R. (2023). Adding value to stalked barnacles from Berlingas Nature Reserve (Portugal) by the development of a new food. *Sustainability*, 15(4), 3149. <https://doi.org/10.3390/su15043149>
30. Pinna, N., Ianni, F., Selvaggini, R., Urbani, S., Codini, M., Grispoli, L., Cenci-Goga, B.T., Cossignani, L., & Blasi, F. (2023). Valorização de subprodutos de abóbora: atividade antioxidante e caracterização de carotenoides de extratos de casca e filamentos. *Foods*, 12 (21), 4035. <https://doi.org/10.3390/foods12214035>
31. Pongjanta, J., Naulbunrang, A., Kawngdang, S., Manon, T., & Thepjaikat, T. (2006). Aproveitamento de abóbora em pó em produtos de panificação. *Jornal Songklanakarin de Ciência e Tecnologia*, 28 (1), 71-79.
32. Redação. (2023, January 2). “Portugal é o terceiro maior produtor de abóbora da Europa. É hora de aumentar o consumo. *Revista Do Setor Agrário*. <https://vozdocampo.pt/arquivo/1458>
33. Ribeiro, H., Jaime, P. C., & Ventura, D. (2017). Alimentação e sustentabilidade. *Estudos Avançados*, 31, 185–198. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.313.010>
34. Sarmiento, M. R. (2024). Produtos de panificação enriquecidos com farinha de resíduos agroindustriais de fruto regional malpighiaceae (acerola). *Revista Sociedade Científica*, 7(1), 3363–3375.
35. Sharma, I., Khare, N., & Rai, A. (2024). Carotenoids: Sources, bioavailability and their role in human nutrition. In *Dietary carotenoids: Sources, properties, and role in human health*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.109765>
36. Singleton, V. L.; Rossi, J. R. (1965). *Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents*. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144–158.
37. Song, J., Wang, X., Li, D., & Liu, C. (2017). Degradation kinetics of carotenoids and visual colour in pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) slices during microwave-vacuum drying. (“Degradation kinetics of carotenoids and visual colour in

pumpkin ...”) *International Journal of Food Properties*, 20(sup1), S632–S643. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1329387>

38. Stabnikova, O., & Paredes-López, O. (2024). Materiais vegetais para a produção de alimentos funcionais para controlo de peso e prevenção da obesidade. *Current Nutrition & Food Science*, 20 (4), 401-422.

39. *Staphylococcus aureus*. (2025). Asae.gov.pt; Master Web Evolution 8.5. [https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/riscos-biologicos/staphylococcus-aureus.aspx?utm\\_source](https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/riscos-biologicos/staphylococcus-aureus.aspx?utm_source)

40. StatSoft Inc. (2007). *STATISTICA (Data Analysis Software System), Version 8*. Tulsa, OK: StatSoft Inc.

41. Equipe Editorial do Tua Saúde. (2025, dezembro). *11 benefícios da semente de abóbora (e como consumir)*. Tua Saúde. <https://www.tuasaude.com/semente-de-abobora/#informacao-nutricional>

42. Workneh, T. S., Zinash, A., & Woldetsadik, K. (2014). "Blanching, salting and sun drying of different pumpkin fruit slices." ("DEHYDRATION AND REHYDRATION CHARACTERISTICS OF PRETREATED PUMPKIN SLICES") *Journal of Food Science and Technology*, 51, 3114–3123. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0906->

43. United Nations. (2024, 27 March). *World squanders over 1 billion meals a day – UN report*. United Nations News. <https://news.un.org/pt/story/2024/03/1829741>

44. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *Relatório da ONU: O mundo desperdiça mais de mil milhões de refeições por dia*. UNRIC – Centro Regional de Informação para a Europa Ocidental. <https://unric.org/pt/relatorio-da-onu-o-mundo-desperdica-mais-de-mil-milhoes-de-refeicoes-por-dia/>

45. Santos, D. S. dos, Lima, J. G. O. de, Araújo, T. de O., Farias, F. P. M., & Souza, J. S. de (2023). *Determinação do teor de humidade da semente de abóbora de leite (Cucurbita moschata) submetida à secagem em estufa*. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, 14(2), 227–238. <https://revista.unifaema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/1342>

46. Voz do Campo. (2023, 2 de janeiro). *Portugal é o terceiro maior produtor de abóbora da Europa. É hora de aumentar o consumo*. <https://vozdocampo.pt/arquivo/1458>

## ANEXO I

Tabela A.1: Atividade de água ( $a_w$ ) da polpa, casca e sementes das três variedades de abóboras analisadas, nos estados fresco e seco. Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão.

<b>Variedade</b>	<b>Estado</b>	<b>Componente</b>	<b>Amostra 1</b>	<b>Amostra 2</b>	<b>Amostra 3</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>Butternut</b>	Fresca	Polpa	0,848	0,851	0,857	0,848	0,004
	Fresca	Casca	0,869	0,870	0,896	0,869	0,012
	Fresca	Sementes	0,885	0,857	0,843	0,885	0,017
	Seca	Polpa	0,436	0,466	0,439	0,436	0,013
	Seca	Casca	0,486	0,489	0,502	0,486	0,007
	Seca	Sementes	0,377	0,392	0,425	0,377	0,020
<b>Hokkaido</b>	Fresca	Polpa	0,645	0,685	0,671	0,645	0,016
	Fresca	Casca	0,580	0,610	0,599	0,580	0,012
	Fresca	Sementes	0,341	0,320	0,319	0,341	0,010
	Seca	Polpa	0,436	0,466	0,439	0,436	0,013
	Seca	Casca	0,486	0,489	0,502	0,486	0,007
	Seca	Sementes	0,377	0,392	0,425	0,377	0,020
<b>Menina</b>	Fresca	Polpa	0,890	0,877	0,883	0,890	0,005
	Fresca	Casca	0,883	0,883	0,893	0,883	0,005
	Fresca	Sementes	0,890	0,889	0,895	0,890	0,003
	Seca	Polpa	0,397	0,416	0,404	0,397	0,008
	Seca	Casca	0,402	0,433	0,443	0,402	0,017
	Seca	Sementes	0,365	0,379	0,417	0,365	0,022

## ANEXO II

*Tabela A.2: Valores de atividade de água ( $a_w$ ) dos muffins formulados com diferentes percentagens de substituição da farinha de trigo (FT) por farinha de abóbora (FA). Resultados expressos como média de duas amostras  $\pm$  desvio padrão.*

<b>Substituição de FT por FA (%)</b>	<b>Amostra 1</b>	<b>Amostra 2</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>Controlo</b>	0,965	0,950	0,957	0,011
<b>10%</b>	0,965	0,943	0,954	0,016
<b>20%</b>	0,961	0,969	0,965	0,006
<b>40%</b>	0,947	0,947	0,947	0,000
<b>50%</b>	0,939	0,941	0,940	0,001