

Sidnei Aparecido de Castro Junior

Produção de pães hipermacios com farinha de *Castanea sativa* Mill. para redes de *fast-food*.

Dissertação

Mestrado em Qualidade e Tecnologia Alimentar



Sidnei Aparecido de Castro Junior

Produção de pães hipermacios com farinha de *Castanea sativa* Mill. para redes de *fast-food*.

Dissertação

Mestrado em Qualidade e Tecnologia Alimentar

Trabalho efetuado sob orientação de
Prof^ª. Doutora Paula Correia

Trabalho coorientado por
Prof^ª. Doutora Raquel Guiné



“As doutrinas expressas neste trabalho
são da exclusiva responsabilidade do autor”

Trabalho desenvolvido no âmbito do Projeto:

ValorCast - Valorização da castanha e otimização da sua comercialização (PDR2020-101-032035).



Financiado pelo Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural (FEADER) e pelo Estado Português no âmbito da Ação 1.1 «Grupos Operacionais», integrada na Medida 1. «Inovação» do PDR 2020 – Programa de Desenvolvimento Rural do Continente.



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu Agrícola
de Desenvolvimento Rural
A Europa Investe nas Zonas Rurais

Agradecimentos

A Deus pelo dom da vida e força para não desistir e enfrentar os desafios.

A Professora Doutora Paula Correia, por toda orientação e dedicação para que este projeto tomasse forma e vida.

A Professora Doutora Raquel Guiné pela coorientação e tempo despendido.

Agradeço aos meus pais por todo o esforço que fizeram para que hoje este projeto se concretizasse. Aos meus irmãos, Livia e João Vinícius, pelo apoio emocional nas horas mais difíceis.

Ao Diego Lima e a todos os amigos que me deram suporte, apoio e animo nos momentos em que quis desistir devido às dificuldades.

Ao Hugo Ribeiro, meu empregador, e a todas as colegas de trabalho da Pousada da Juventude de Viseu pelo incentivo, correções atentas e apoio estrutural.

Sem a ajuda de todos este projeto não teria sido iniciado. Todos foram extremamente importantes para que hoje se tornasse realidade. O trabalho foi árduo porem muito satisfatório e desafiador de se realizar com vossa ajuda.

Produção de pães hipermacios com farinha de *Castanea sativa* Mill. para redes de *fast-food*

ברוך אתה ה' א-לוהינו מלך העולם, המוציא לחם מן הארץ

**Baruch Atá Adonai, Elohênu Mélech haolam,
hamôtsi lêchem min haárets.
Berichi Rachamaná Elahaná, malcá dealmá,
Mará dehai pitá (Torah).**

Bendito és Tu, Adonai, nosso Deus, Rei do Uni-
verso, que faz sair pão da terra.

Bendito é o Misericordioso, nosso Deus, Rei do
Universo, Dono deste pão (Torah).

RESUMO

A alimentação saudável tem sido um desafio para a geração em que vivemos. O desafio de tornar a alimentação rápida cada vez mais saudável, cumprindo com a satisfação da necessidade diária de nutrientes que um indivíduo necessita. Na castanha encontra-se proteína, aminoácidos essenciais, amido, fibras dietéticas, vitamina E, potássio, fósforo, magnésio e ácidos gordos polinsaturados, sendo, portanto, um produto com muito potencial para o uso na alimentação.

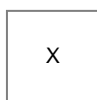
O objetivo deste trabalho foi verificar a aptidão da farinha de castanha para produção de um pão hipermacio utilizado em redes de *fast-food* através da substituição parcial da farinha de trigo tendo em vista o aumento de valor nutricional deste tipo de pão para potencial uso nas grandes redes de comida rápida.

Para a realização deste trabalho foram usadas quatro amostras de farinha de castanha: farinha de castanha fornecida por uma empresa (EFC); farinha produzida por moagem de castanhas secas fornecidas pela mesma empresa, do mesmo lote da farinha produzida por esta (ECP); farinha de castanha secas e moídas na ESAV sem película (CSP) e com película (CCP). Foi realizada a caracterização físico-química da farinha de castanha, determinando-se a humidade, a atividade de água, a cinza, a gordura, a proteína e o teor de fibra bruta. Na primeira fase do trabalho, a qual consistiu na determinação da percentagem de farinha de castanha a adicionar aos pães, atendendo nomeadamente ao resultado da análise sensorial. A percentagem de farinha de castanha que revelou os melhores resultados foi de 30%. Posteriormente, numa segunda fase, foi investigado o efeito das várias farinhas de castanha no pão, de modo a obter a melhor amostra de farinha de castanha para a produção do pão, em termos físicos, nutricionais e de aceitabilidade do consumidor, através da análise sensorial e físico-química. Caracterizou-se as amostras através de testes físicos de compressão e perfuração para análise da textura, testes com o programa *ImageJ* que determinou o número de alvéolos, a área ocupada, a área analisada e a percentagem correspondente e teste de cor nas coordenadas L^* , a^* e b^* .

O pão mais apreciado pelos provadores foi o da amostra ECP (farinha produzida por moagem de castanhas secas fornecidas pela empresa), que mostrou ser um pão equiparado na maciez a um pão hipermacio, os testes mostram que o pão com substituição de 30% para farinha de castanha resulta num pão com maior índice calórico, devido nomeadamente ao teor de gordura e fibras, com um leve sabor a castanha, sendo o favorito dos provadores.

Palavras-chave: castanha, farinha, pão hipermacio, caracterização físico-química, análise sensorial

Produção de pães hipermacios com farinha de *Castanea sativa* Mill. para redes de *fast-food*



ABSTRACT

Healthy eating has been a challenge for the generation in which we live. The challenge of making fast food increasingly healthy, fulfilling the daily need for nutrients that an individual need. In the nut, protein, essential amino acids, starch, dietary fibers, vitamin E, potassium, phosphorus, magnesium and polyunsaturated fatty acids are found, thus being a product with a lot of potential for use in food.

The objective of this work was to verify the suitability of chestnut flour for the production of hyper-soft bread used in fast-food chains by partially replacing wheat flour with a view to increasing the nutritional value of this type of bread for potential use in large fast food chains.

To carry out this work, four samples of chestnut flour were used: chestnut flour supplied by a company (EFC); flour produced by grinding dried chestnuts supplied by the same company, from the same batch of flour produced by it (ECP); dried and ground chestnut flour in ESAV without film (CSP) and with film (CCP). The physico-chemical characterization of chestnut flour was carried out, determining moisture, water activity, ash, fat, protein and crude fiber content. In the first phase of the work, which consisted of determining the percentage of brown flour to be added to the breads, taking into account the result of the sensory analysis. The percentage of brown flour that showed the best results was 30%. Subsequently, in a second phase, the effect of the various chestnut flours on bread was investigated, in order to obtain the best sample of chestnut flour for bread production, in physical, nutritional and consumer acceptability terms, through sensory and physical-chemical analysis. The samples were characterized by physical compression and perforation tests for texture analysis, tests with the ImageJ program that determined the number of wells, the area occupied, the area analyzed and the corresponding percentage and color test in the L * coordinates, a * and b *.

The bread most appreciated by the tasters was that of the ECP sample (flour produced by grinding dried chestnuts supplied by the company), which proved to be a bread equivalent in softness to hyper-soft bread, tests show that bread with a 30% substitution for chestnut flour it results in a bread with a higher caloric index, due in particular to the content of lipids and fibers, with a light brown flavor, being the favor of the tasters.

Keywords: chestnut, flour, hyper-soft bread, physical-chemical characterization, sensory analysis

ÍNDICE

Agradecimentos.....	II
Resumo	VIII
Abstract	XI
Índice	XIV
Índice de Tabelas	XVI
Índice de Figuras	XVIII

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 1

1. Introdução	3
1.1 A Castanha: história, origem e propriedades	4
1.2 Secagem de castanhas	8
1.3 Farinha de castanha.....	10
1.4 Utilização da farinha de castanha	12
1.5 Pão de castanha	14

MATERIAIS E MÉTODOS..... 18

2 AMOSTRAS 19

2.1 Moagem	19
2.2 Produção dos pães	21
2.3 Ensaio 1- Otimização e escolha da percentagem de farinha de castanha	24
2.3.1 Pesagem e medição	24
2.3.2 Análise sensorial.....	25
2.4 Ensaio 2- Caracterização das farinhas de castanhas e dos pães produzidos....	26
2.4.1 Análise química das farinhas de castanha e dos pães	26
2.4.1.1 Determinação de humidade e atividade de água.....	26
2.4.1.2 Determinação da gordura bruta	27
2.4.1.3 Determinação do teor de cinzas	28
2.4.1.4 Determinação da proteína bruta	28
2.4.1.5 Determinação de fibra bruta	29
2.4.1.6 Determinação do teor de hidratos de carbono totais	30
2.4.2 Análise Física do pão.....	30

2.4.2.1	Análise da textura	30
2.4.2.2	Determinação da cor.....	31
2.4.2.3	Caracterização alveolar	31
2.4.3	Análise sensorial.....	32

RESULTADOS E DISCUSSÃO 33

3 ENSAIO 1 – CARACTERIZAÇÃO DOS PÃES COM DIFERENTES PERCENTAGENS DE FARINHA DE CASTANHA. 34

3.1	Pesagem e medição dos pães.	34
3.2	Análise sensorial do ensaio de percentagens.	36

4 ENSAIO 2 – CARACTERIZAÇÃO DAS FARINHAS E DOS PÃES DE CASTANHA. 40

4.1	Análises químicas da farinha de castanha	40
4.2	Análise Física dos pães.....	42
4.2.1	Teste de Compressão (TPA)	42
4.2.2	Teste de Perfuração	46
4.2.3	Teste de cor	49
4.2.4	Caracterização alveolar	56
4.2.5	Análise sensorial das amostras dos pães de castanha.	61
4.3	Análise Química dos pães.....	64
4.3.1	Humidade e atividade da água	64
4.3.2	Análise química.....	65

CONCLUSÕES 70

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 74

ANEXOS..... 80

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Ingredientes dos pães para cada percentagem	24
Tabela 2 – Tabela de totais da apreciação global das diferentes percentagens de farinha de castanha no pão.....	39
Tabela 3 – Prova ordenatória da análise sensorial das diferentes percentagens de farinha de castanha no pão.....	39
Tabela 4 –Perímetro, circularidade e solidez dos pães de castanha e amostras de controlo.	61
Tabela 5 – Somatória da apreciação global dos provadores na análise sensorial dos pães com farinha de castanha e de duas amostras base.	64
Tabela 6 – Valor energético dos pães de castanha.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Amostras de castanhas secas (fornecidas pela empresa Agromontenegro)	10
Figura 2 – Moinho de martelos (Retsch typ.)	19
Figura 3 – Moinho de martelos com crivo de 1mm	20
Figura 4- Amostras após o processo de moagem.	20
Figura 5– Fluxograma da produção da farinha de castanha.	21
Figura 6 – Massa base do pão de castanha, após 1 hora de fermentação.	23
Figura 7- Preparação dos aros de metal com papel manteiga.	23
Figura 8– Medição do pão depois de cozido.	25
Figura 9– Média do peso da massa dos pães cru e peso dos pães cozidos em diferentes percentagens de farinha de castanha.	34
Figura 10 – Diferença de peso entre as massas cruas e seus pães cozidos.	35
Figura 11 – Largura e altura dos pães com diferentes percentagens de farinha de castanha.	35
Figura 12- Análise sensorial em pães com diferentes percentagens de farinha de castanha e uma amostra só com farinha de trigo. Analise aroma e sabor (intensidade do aroma, sabor a tostado, a castanha, a sal e a doce).	37
Figura 13- Análise da textura das amostras em percentagem referente a textura (densidade e elasticidade) dos pães de castanha.	38
Figura 14- Análise sensorial em pães com diferentes percentagens de farinha de castanha e o pão controlo (só trigo). Analise do aspeto visual (cor da còdea e miolo e uniformidade da còdea e miolo).	39
Figura 15 – Atividade de água nas amostras de farinha de castanha.	40
Figura 16 - Composição físico química elementar das farinhas de castanha.	42
Figura 17 – Dureza e mastigabilidade da média das amostras dos pães de farinha de castanha e amostras de controlo.	43
Figura 18– Dureza e mastigabilidade na média das amostras dos pães de castanha e amostra de controlo.	44
Figura 19 - Resiliência, coesividade e elasticidade das amostras de pães de castanha e amostras de controlo.	45
Figura 20 – Resiliência, coesividade e elasticidade na média das amostras dos pães de castanha e amostras de controlo.	45
Figura 21 – Firmeza da crosta e miolo do pão de castanha e amostras de controlo.	46

Figura 22 – Média da firmeza da crosta e miolo do pão de castanha e amostra de controlo.	47
Figura 23 – Viscosidade e adesividade dos pães de castanha e amostras de controlo.	48
Figura 24 – Média da viscosidade e adesividade dos pães de castanha e amostra de controlo	48
Figura 25 – Teste de cor para a coordenada L, das fornadas 1 e 2 com leituras da parte de cima, lado e baixo das amostras dos pães de castanha e das amostras de controlo.	50
Figura 26 – Média teste de cor das fornadas 1 e 2 para a coordenada L com leituras da parte de cima, lado e baixo das amostras dos pães de castanha e das amostras de controlo.	50
Figura 27 – Teste de cor para a coordenada a*, das fornadas 1 e 2 com leituras da parte de cima, lado e baixo das amostras dos pães de castanha e das amostras de controlo.	52
Figura 28 – Média do teste de cor para a coordenada a*, das fornadas 1 e 2 com leituras da parte de cima, lado e baixo das amostras dos pães de castanha e das amostras de controlo.	52
Figura 29 – Teste de cor para a coordenada b*, das fornadas 1 e 2 com leituras da parte de cima, lado e baixo das amostras dos pães de castanha e das amostras de controlo.	53
Figura 30 – Média do teste de cor para a coordenada b*, das fornadas 1 e 2 com leituras da parte de cima, lado e baixo das amostras dos pães de castanha e das amostras de controlo.	54
Figura 31 – Diferença de cor - ΔE , com leituras da parte de cima, lado e baixo das amostras dos pães de castanha comparado a amostra de controlo COM nas fornadas 1 e 2.	55
Figura 32 – Média da diferença de cor - ΔE , com leituras da parte de cima, lado e baixo das amostras dos pães de castanha comparado a amostra de controlo COM.....	55
Figura 33- Imagens das amostras dos pães de castanha e amostras de controlo scaneadas.	58
Figura 34 – Imagem do pão ECP e seu respetivo negativo.....	58
Figura 35 – Contagem de alvéolos das amostras de pão de castanha e pães de controlo.	59

Figura 36 - Tamanho médio (mm) de cada alvéolo nas amostras de pão de castanha e pães de controlo.	59
Figura 37 - Área alveolar das amostras de pão de castanha e amostras de controlo.	60
Figura 38 – Percentagem ocupada pelos alvéolos nas amostras de pão de castanha e amostras de controlo.....	60
Figura 39 –Análise sensorial referente ao aroma e sabor das amostras de pão de castanha.	62
Figura 40 – Textura (densidade e elasticidade) da análise sensorial dos pães.....	62
Figura 41 – Aparência dos pães de castanha (cor e uniformidade da côdea e miolo).	63
Figura 42 – Teor de humidade dos pães.	65
Figura 43- Atividade de água nos pães de castanha e amostras de controlo.	65
Figura 44 –Caracterização química dos pães.	67
Figura 45 – Teor de hidratos de carbono / ENA (extratos não azotados) dos pães. ...	68

Produção de pães hipermacios com farinha de *Castanea sativa* Mill. para redes de *fast-food*

Produção de pães hipermacios com farinha de *Castanea sativa* Mill. para redes de *fast-food*

Revisão bibliográfica

1. Introdução

Os olhos do mundo inteiro voltam-se na atualidade para a alimentação e a nutrição, com preocupações não apenas pelo que se consome, mas também pela procedência natural, orgânica e saudável dos produtos. As pessoas pensam mais na saúde e dão mais importância às tabelas nutricionais dos produtos, na procura de uma alimentação mais rica em nutrientes e com menores índices de gorduras e açúcares.

Analisou-se o crescente consumo de *fast-food*, nos últimos anos e a frequência de grande parte dos consumidores entrevistados em Portugal assumiram consumir *fast-food* mais de uma vez durante a semana, o que preocupa nutricionistas e médicos, pois as sandes consumidas nesta tipologia de restauração são produzidas apenas com a farinha de trigo a qual tem uma carga nutricional baixa, teor de gordura monoinsaturadas elevadas e fazem com que o indivíduo tenha déficit de nutrientes importantes para a saúde, nomeadamente lípidos, proteínas e fibras. Contudo o estudo realizado mostra que cerca de 50,7% dos consumidores de *fast-food* optam pela sandes, mesmo quando é lhe oferecido outras opções como salada, sopas entre outros (Dias, 2014).

Contudo, as pessoas não deixam de consumir os produtos das redes de *fast-food*, mesmo com predisposição a diabetes, hipertensão por conta da facilidade e rápido acesso a esses produtos.

O uso de farinhas não convencionais atrai os olhos do mercado e consumidores, como é o caso, em que muitas redes de *fast-food*, já tem modificado a composição de seus pães ao acrescentarem sementes, grãos e farinhas com potencial nutricional mais elevados.

Uma das alternativas que já poderia ser utilizada por essas redes, seria a farinha de castanha, pois tal farinha já vem sendo utilizada na produção de pães em escala não industrial. O não uso desse produto deve-se aos resultados que vinham até então se apresentando insatisfatórios para o grande público por ter textura ressequida e demasiada rigidez que a castanha promove (Paciulli et al., 2016).

A castanha doce (*Castanea sativa* Mill) sempre teve um papel muito importante na alimentação, consumidas tanto quanto o arroz ou batata, sempre estava presente na mesa, seja crua, assada, cozida ou até em forma de farinha em bolos e pães, porém num curto espaço de tempo caiu no esquecimento pela população devido a modernização e facilidade em encontrar outros produtos.

Hoje devido do ritmo de vida mais acelerado e pelo pouco tempo que se têm para cozinhar entre o trabalho e o descanso, a procura por alimentações rápidas tem tido grande crescimento, porem boa parte dessa população não deixa de analisar sempre os benefícios do que estão a comprar, principalmente para os que possuem restrições alimentares ou mesmo dietas específicas.

A crescente procura de produtos orgânicos e alimentos para intolerantes a glúten, lactose, para veganos e vegetarianos tem movimentado as indústrias alimentícias na demanda de produtos inovadores e saudáveis para suas linhas de produção, como é o caso da substituição do açúcar por agave e estévia, a utilização de gorduras diferenciadas como óleo de coco e farinhas de fontes alternativas à do trigo, como farinhas de arroz, mandioca e castanha.

Entretanto, se percebeu que seria possível juntar a agilidade de um *fast-food* sem se esquecer da saúde, utilizando um produto nacional e rico em suas propriedades. O objetivo deste trabalho é a criação de um produto que faça referência aos benefícios da castanha num pão bem finalizado, com textura agradável, sabor palatável e similar ao tradicional usado pelas redes de *fast-food*.

Testar a aplicação da farinha de castanha para a produção de pães hipermacios utilizados em redes de *fast-food*, através da substituição parcial de farinhas de trigo, desta forma, pretendeu-se elevar o valor nutricional ao pão. De realçar ainda que este produto terá por objetivo, não prejudicar a aparência do produto final e um baixo impacto no sabor e textura, quando comparado ao pão usualmente utilizado nas redes de *fast-food*.

1.1 A Castanha: história, origem e propriedades

Do género *Castanea* ssp pertence a ordem *Fagales* da família *Fagaceae* (a mesma dos carvalhos) da espécie *C. sativa* e levando o nome binomial de *Castanea sativa* Miller, esse fruto indígena europeu é o nome designado para a castanha doce, castanha europeia, *chestnut* (em inglês) ou castanha portuguesa. Fruto do Castanheiro que pode também ser conhecido como castanheira, castanheiro bravo, castanheira portuguesa no Brasil, castinheiro ou castiro na Galiza, uma árvore de grande porte que chega a 30 metros e por vezes ainda se encontra maiores, com idades

centenárias, de copa farta, possui folhas pontiagudas e verdes brilhantes. Desta árvore consegue-se ainda obter madeira para construção de móveis muito apreciados e ainda para a produção de cogumelo *Shitake* (Antunes, 2005).

O fruto nasce dentro de um ouriço que se abre quando este amadurece e cai da árvore em meados de setembro as espécies mais precoces até novembro as mais tardias segundo Esposito et al. (2019). As *Castaneas* possuem diferentes espécies, na América do Norte (*Castanea dentata*), no sudeste asiático (*Castanea mollissima*) e no Japão (*Castanea crenata*) e esta, por vezes, com produções maiores do que na Europa (Antunes, 2005).

Os castanheiros existem desde o período pré-romano, mas foram amplamente cultivados pelos romanos a partir do século V a.C. por toda a Europa ocidental. Usado na alimentação humana e dos animais por muitos anos como a principal base na alimentação dos moradores das regiões montanhosas do país, nomeadamente a região norte e centro de Portugal assim como a cevada, o trigo e o centeio durante o século XVII passou a ser desprezado e não cultivado como confirma Pontes (2018).

A castanha vem sendo utilizada em receitas da Antiguidade clássica ao Portugal contemporâneo. O consumo da castanha, essencialmente como um fruto ou farinha teve início nas civilizações grega e romana e permanece até os dias atuais com diversos estudos e inovação dos processos de armazenagem e consumo face a evolução da tecnologia (Soares e Coelho, 2018).

O governo português procurou alavancar em meados de 1970 a produção para que a cultura não decrescesse e se perdesse na memória, a partir daí a produção voltou a subir em meados de 1990 e o fruto volta a mesa dos portugueses em diversas formas: cozidas, assadas (as que são mais apreciadas pelos portugueses, com sal e quentes), para além de sopas, em geleias doces como o Marrom glacê assim como em alguns pães e pratos quentes. No entanto, a estes últimos ainda pouco produzidos e explorados (Matos, 2003; Costa et al., 2008). Atualmente, a castanha pode ser encontrada nas regiões Norte e Centro de Portugal, na região de Trás-os-Montes, região que possui ainda hoje a maior produção de *Castanea sativa* Mill.

A *Castanha sativa* Mill possui quatro regiões em Portugal com designação DOP (Denominação de origem protegida) sendo elas Castanha da Pedrela DOP, Castanha da Terra Fria DOP, Castanha dos Soutos da Lapa DOP e Castanha Marvão-Portalegre DOP. Reconhecidas a partir de 1993 pelo ministério da agricultura e órgãos competentes do país e as imagens dos certificados podem ser vistas em (Anexo I).

O consumo do fruto está muito relacionado com as festas de São Martinho e com o magusto na região de Valpaços distrito de Vila Real e parte da área DOP “Castanha da Padrela”, encontra-se a maior mancha contínua de castanheiros de toda a Península Ibérica. Nesta região, as variedades de castanha mais representativas são a Judia (predominante), Longal, Lada e Cota. São, ao todo mais de 3700 hectares de soutos, divididos por quase 2000 produtores nas 18 localidades do concelho. As empresas localizadas nesta região abastecem as grandes superfícies comerciais e exportam para diversos países, entre os quais se destacam a Espanha, Brasil, Itália e França. De uma produção que ronda as 12 mil toneladas anual, cerca de 80% destina-se ao mercado externo (Matos, 2003).

Relativamente as diferentes variedades de *Castanea sativa* Mill, existem características similares e outras que as diferenciam e estas são estudadas por diversos investigadores nacionais dedicados a compreender cada vez mais sobre este fruto, nomeadamente as suas propriedades nutricionais e possíveis aplicações industriais como é possível observar em (Antunes, 2005; Costa et al., 2008; Dinis et al., 2012).

Cerca de 50% da castanha é constituída por água o que dificulta no armazenamento *in natura* pois a atividade enzimática continua a evoluir mesmo sendo submetida a refrigeração (Rodrigues et al., 2012).

A quantidade de proteína é moderada sendo um ótimo complemento na alimentação vegetariana. Sabe-se que o excesso de proteína animal na alimentação pode causar aterosclerose, cancro e osteoporose, entretanto a proteína vegetal tende a ser mais saudável e não desencadear tais patologias. Apesar do nível ser considerado baixo em comparação com os demais frutos secos, por não conter glúten, torna a castanha ainda mais interessante. A proteína da castanha é metade da encontrada na farinha de milho e o dobro da farinha de mandioca por exemplo e ainda são encontrados cerca de 17 aminoácidos que somam de 4-7% do total, sendo eles a cisteína (cys), prolina (Pro), L-amina (Ala), L-acido aspártico (Asp), glicina (Gly), acido L-glutâmico (Glu), arginina (Arg). E aminos essenciais isoleucina (Iso), leucina (Leu), lisina (Lys)L-histidina (His), L-metionina (Met), L-treonina (Thr), L-fenilalanina (Phe), L-tironina (Tyn), L-serina (Ser) e L-vavina (Val). o que torna a castanha um alimento com alto valor biológico (Souza et al., 2014).

A farinha de castanha possui uma quantidade de amido resistente e propriedades funcionais comparáveis a fibra muito interessante para o uso nesse produto

(Fontinha e Correia, 2010). Estes amidos são complexos o que torna a castanha semelhante, a nível nutricional dos cereais e tubérculos e permite o estabelecimento da equivalência alimentar como mostra o estudo FAO pela Universidade do Porto (FCNAUP) (2004). Sendo esta uma boa fonte de energia por conta da quantidade de amido presente no fruto, oferecendo de 70 a 80% da necessidade diária de um indivíduo e apresenta um perfil de colagem tipo B semelhante ao amido de milho, mas com uma menor gelatinização 56,1 °C e pico de viscosidade em 79,5 °C. Sendo que, a castanha é uma alternativa tecnológica potencial para amido de milho segundo pesquisa de Cruz et al. (2013). Ainda encontra-se 61,5 – 36,0 °C na gelatinização de algumas variedades como apresenta Correia et al. (2012). O amido, faz com que o corpo absorva mais lentamente os açúcares e gorduras, evitando picos glicémicos indesejados no organismo como afirma Vasconcelos (2010).

Possui um valor energético substancial de cerca de 200 cal/100 g, esse valor corresponde a duas vezes o das batatas e da banana. Posto isto e devido a todas as suas características é amplamente recomendada a praticantes de desportos físicos de alta competição, para além dos seus efeitos tónico, estimulante cerebral, sexual, antisséptico, revitalizante (Dias, 2014).

Pode proporcionar numerosos benefícios para a saúde, como regulação do intestino, melhora do perfil lipídico e combate a radicais livres, apresenta níveis significativos de ácidos gordos monoinsaturados (MUFAs) e poliinsaturados (PUFAs), possui aminoácidos essenciais, contém quantidades significativas de fibra, fonte de vitaminas e minerais, dentre os quais se destaca o ferro por atingir a RDI (Referência de Ingestão Diária) para homens e 50% da RDI para mulheres, o que a torna um alimento saudável (Fernandes et al., 2011).

O teor de fibra dietética varia de 4 a 10%, possuindo 2,6% de lípidos e sete ácidos orgânicos (ácidos oxálicos, cis-aconiótico, cítrico, ascórbico, málico, fólico, quínico e fumárico). A castanha é rica essencialmente em fibra insolúvel, sendo a sua ingestão benéfica para o organismo humano, reduzindo a velocidade de absorção dos açúcares, gorduras e de alguns minerais como o sódio. Na castanha encontram-se ainda carotenóides - beta-caroteno que tem sido utilizado no tratamento de doenças como a eritropoiética protoporfíria - condição sensível à luz e pode ter efeitos positivos que melhoram a imunidade e respostas celulares. Conta ainda com mais dois carotenóides, luteína e zeaxantina, que também estão associados à proteção do epitélio

pigmentar da retina contra os efeitos oxidativos da luz azul (ultra-violeta). Os carotenóides também fornecem outros benefícios para a saúde humana, como vias celulares de sinalização redox e vitamina A. Para além dos benefícios nutricionais, a castanha possui um efeito anticancerígeno associado à diminuição de morte súbita relacionada a doenças cardiovasculares e transtornos neurológicos (Vasconcelos, 2010).

Rico em vitamina C e D que são antioxidantes e onde 100g do fruto equivale a 36% da dose diária necessária, vitamina E, complexo B, potássio (530 mg/100 g), fósforo, ferro, magnésio (em que 100 g do fruto equivale entre 10-15% do valor diário recomendado), sais minerais e ácidos gordos polinsaturados, como o ácido oleico, linoleico e palmítico (Sacchetti et al., 2004).

Cálcio, zinco e manganês também estão presentes para além de açúcares livres, com predominância da sacarose. Níveis significativos de luteína, ésteres de luteína e γ -tocoferol, também foram encontrados nos frutos de castanha na pesquisa realizada por (Vasconcelos et al., 2010).

Sacchetti et al. (2004) e Costa et al. (2008) avaliaram variedades desse fruto e concluíram que o uso da farinha de castanha como substituto de cereais para aumentar o valor nutritivo de produtos transformados, e cita a linina como um dos benefícios agregado pela farinha de castanha em comparação com outros cereais.

A castanha é um produto versátil que pode ser consumido cru, cozido, em forma de compotas ou doces. Tem muito potencial para produção de pães, bolos (Gonzaga, 2015; Rinaldi et al., 2015; Paciulli et al., 2016;). Contudo os experimentos com esse fruto tem sido feitos em diversas áreas como na produção de cerveja com castanha (Velić et al., 2018).

Nas suas folhas, flores e ouriço encontram-se substâncias anti-inflamatórias que auxiliam no tratamento da boca, garganta, intestino para além de curar tosse, debelar a faringe e afinar as cordas vocais (Valente, 2015).

1.2 Secagem de castanhas

A secagem adequada é essencial para manter a vida de prateleira e qualidade para além de manter características dos produtos, existindo varias alterações nomeadamente alterações da cor, aroma e sabor (*flavour*), da textura, escurecimento enzimático e não enzimático, oxidação de lípidos, oxidação de vitamina C e alterações nos açucares redutores (Celestino, 2010; Zhu, 2016)

A secagem é a operação na qual é retirado a maior parte da água de um material e para Celestino (2010) a variação de temperatura na secagem é importante ser observada nomeadamente pela influência na perda de nutrientes e nas reações reológicas que podem alterar as propriedades físico-química da castanha, devendo ser utilizado um diagrama psicométrico, onde é calculado a temperatura ideal tendo em vista a percentagem de humidade de cada alimento.

Segundo Moreira et al. (2013), conclui que pode efetuar-se o processo entre 30 °C e 90 °C. e ainda mostra que ao realizar a secagem a 85 °C, apresentou notável elasticidade associada com a gelatinização do amido presente no fruto, necessitam, porém, de maior quantidade de água para atingir a consistência necessária.

O escurecimento não enzimático ocorre com os aminoácidos e açúcares reductores, onde a partir dos 70 °C ocorre a perda de valor nutritivo das proteínas que formam melanoidinas, devido a reação de Maillard, porem isso depende do tipo de açúcar que esta presente no alimento, onde as hexoses (glicose e frutose) sofrem mais reações que os dissacarídeos (sacarose e lactose) (Celestino, 2010).

Correia et al. (2009) estudou a influência da temperatura de 40 °C, 50 °C, 60 °C e 70 °C verificando que a composição química, a morfologia do amido e os parâmetros de cor foram afetados com o aumento da temperatura. Quanto maior a temperatura maior os teores de açúcares reductores e menor o teor de amido.

Ahmed e Al-Attar (2015) avaliaram a influência de dois métodos de secagem (liofilização e secagem convencional) nas propriedades funcionais e reológicas de dispersões de farinha de castanha e entre temperaturas de 40 °C e 85 °C. O método de secagem não influenciou algumas das propriedades físicas, nomeadamente a densidade, a capacidade de retenção de água e a fração de volume de sedimentos da farinha de castanha, no entanto, afetou significativamente tanto a distribuição de massa das partículas quanto a cor. Embora houvesse apenas pequenas diferenças no teor total de amido entre as duas farinhas de castanha, eles apresentaram variabilidade significativa nas propriedades de empastamento durante o aquecimento. Para Moreira et al. (2013), a farinha seca a 85 °C mostra um potencial quanto a elasticidade, relacionada a gelatinização do amido e necessita de maior quantidade de agua para que atinja o objetivo proposto.

O teor de proteína e de açúcares reductores são os mais afetados com o processo de secagem. Quanto maior a temperatura menor é o teor de humidade, en-

tretanto são maiores as percentagens de perda dos açúcares redutores e das proteínas. A temperatura mais baixa, o teor de proteína são menos afetados do que os açúcares redutores, assim como conclui Guiné et al. (2004) que a castanha é um fruto sensível ao calor e quanto maior a temperatura de secagem, maiores são as perdas.

Segundo Fontinha e Correia (2010) o teor de amilose aumenta com o aumento da temperatura, sendo 60 °C o máximo para a amilose, ao secar a castanha a 70 °C, a quantidade de amilose diminui devido a degradação do amido. As autoras concluem que a temperatura de 60 °C na secagem da castanha é a que melhor preserva a estrutura do amido resistente e suas propriedades físicas pelo processo físico-químico de extração, apresenta grande potencial de melhoria nos produtos que contenham essa farinha.

Como um dos objetivos neste estudo é manter o máximo possível as características físico-química e nutricional da castanha, estas foram secadas em estufa (BINDER FD 115) a 50 °C durante 5 dias, simulando as condições de secagem utilizadas na indústria, neste caso a empresa Agromontenegro, a qual forneceu as amostras de castanha para este estudo (Figura 1).



Figura 1- Amostras de castanhas secas (fornecidas pela empresa Agromontenegro).

1.3 Farinha de castanha

Paladio (IV-V d.C.) autor do *Opus agriculturae*, regista num dos seus livros uma informação muito pertinente relativa à conservação do fruto que diz respeito aos produtos transformados, referindo a moagem do fruto, que segundo ele, já naquela época era considerado a facilidade no transporte, sendo possível levar o produto a regiões longínquas, onde o produto in natura não chegaria pela vida útil reduzida pois a castanha contém vários nutrientes, fibras, vitaminas e minerais o que o torna um

produto com rápido processo de decomposição e com a transformando em farinha era possível obter períodos de validade mais estendidos. Esse é um dos primeiros registros históricos de ordem económica e ecológica, da farinha de castanha (Soares e Coelho, 2018).

A farinha de castanha é utilizada há muito tempo pelos populares rurais de Portugal, Espanha, França e Itália nomeadamente nas papas, crepes ou pães, sendo considerada um alimento para famílias mais pobres no início do século XX. As castanhas de baixo calibre ou partida podem ser separadas e processadas em farinha (Cauvain e Young, 2006).

Um dos métodos mais eficazes de conservação com vista no não desperdício, onde pode-se aproveitar as castanhas de baixo calibre, as quebradas e até as de pior qualidade é a produção da farinha de castanha (Ramalhosa, Antonio e Bento, 2010).

O processo de produção da farinha de castanha, deve passar pelos processos de secagem, descasque, triagem e moagem. O resultado caracteriza-se por um produto de cores variáveis entre branco, amarelado e arruivado. Aromas olfativos e gustativos complexos, sabor adocicado e teor de umidade não superior a 10% (Souza et al., 2014).

O processo de secagem, para que a maior parte da atividade de água do fruto seja evaporada, o processo deve ser cuidadoso para que a farinha tenha uma validade maior e a degradação seja a menor possível. Por isso a secagem desse fruto é estudada incansavelmente para que as propriedades nutricionais do fruto sejam minimamente deterioradas e cada vez mais bem aproveitada (Guiné et al., 2004; Correia et al., 2009; Moreira et al., 2013). A temperatura aplicada na obtenção da farinha de castanha pode ter influência direta nas características obtidas no produto final, como endurecimento de miolo e crosta resultando num produto mais denso e difícil de comer, vários estudos foram conduzidos com as castanhas a fim de verificar a influência do tempo de secagem nas características físicas e químicas do produto seco.

Correia et al. (2009; 2012) observou que as farinhas obtidas com secagem a 60 °C, além de apresentarem um processo mais rápido, demonstraram um maior teor de amido danificado, maior viscosidade da suspensão de amido, além de maiores teores de amilose e de amido resistente, comparadas com as farinhas obtidas de frutos secos a 40 °C e 50 °C. E em Guiné et al. (2004) é possível verificar que a proteína

e os açúcares redutores são os compostos mais afetados com a temperatura, sendo dessas duas a proteína menos afetada.

O processo de moenda também é muito importante pois deve se ter o cuidado de não contaminar e alterar as características das farinhas obtidas. As propriedades nutricionais e atividades antioxidantes também devem ser cuidadosamente preservadas, pois são facilmente deterioradas se sofrerem um processo muito intenso e longo (Barreira et al., 2008; Vasconcelos et al., 2010; Pietri et al., 2012).

1.4 Utilização da farinha de castanha

A farinha de castanha é considerada como uma segunda transformação, assim como a castanha pilada e a congelada (Henriques e Borges, 2017). É um produto muito versátil devido sua característica física, seu teor em amido muito parecido ao do milho, podendo ser usado em molhos, sopas e espessantes culinários.

O amido é um hidrato de carbono, um importante alimento para as leveduras, exercendo uma função importante no envelhecimento do pão, pois é ele que tem a função de reter a humidade evitando que resseque e que desfarele. O amido é constituído por dois polissacarídeos: amilose e amilopectina, ambas constituídas por moléculas de α -glicose, fonte energética natural, formando uma rede tridimensional com o glúten, por isso o amido vem sendo estudado amplamente para substituição do trigo em diversos meios (Correia, 2018). O teor de amido após extração na castanha chega a 79,9% de rendimento como apresentado em Correia et al. (2012).

Correia et al. (2009) mostrou que cerca de 48% dos frutos secos são compostos por amido e na castanha entre 32,3% e 44,1% dependendo da variedade é constituído por amido resistente, uma parte do amido que é digerido lentamente pelo organismo, sendo uma fração que não fornece glicose ao organismo. Esse amido resistente é considerado um prebiótico (não digerível e que estimula o crescimento das bactérias do cólon, indispensáveis para um sistema digestível saudável) e em conjunto com as fibras pode beneficiar o abaixamento de índice glicémico, redução de níveis de colesterol entre outros benefícios a saúde.

A farinha de castanha é utilizada como complemento nutricional em dietas para celíacos, vegetarianos e veganos por se tratar de um produto com propriedades nutricionais muito altas, tendo um uso comum em massas e biscoitos pois apresenta

uma densidade a dar a crocância desejável aos biscoitos (Cauvain e Young, 2006; Fonseca, 2011; Dias, 2014).

Por não conter glúten essa farinha tem sido muito utilizada na substituição do trigo em pães, porém esses apresentam uma massa pesada, difícil de comer e sem grande maciez (Gonzaga, 2015).

Em Pontes (2018) refere-se um estudo com diversos tipos de farinhas não convencionais, incluindo a farinha da castanha, no qual resultou um pão mais macio por adicionar um composto isento de glúten nas suas receitas, mas resultando em pães com uma firmeza de miolo ainda indesejada e uma tendência a desmoronar.

Souza et al. (2014) refere-se a farinha de castanha em pães, *muffins* e *cookies* e através de análise sensorial conclui que o produto para além de saudável foi amplamente aceito pelos provadores no Brasil.

Em Moreira (2014) testou-se a farinha de castanha no bolo inglês e *cookies* com uma substituição de 30% da quantidade de trigo por farinha de castanha, resultando em um bolo inglês sem grandes alterações na uniformidade e simetria e para os *cookies* alterou apenas o diâmetro, porém houve um aumento de mais de 50% nos teores de fibra alimentar e de amido resistente e apresentou resultados satisfatórios na análise sensorial. Para além disso em testes realizados pelo mesmo autor em *cookies* e bolos produzidos com a farinha de castanha, mostrou uma potencialidade no aumento do teor de fibras alimentar principalmente na amostra produzida com a película do fruto e amido resistente, assim como uma menor variação no teor de humidade e atividade de água quando armazenado o produto.

Borges et al. (2019) apresentou quatro diferentes formas de produzir farinha de castanha e suas características, utilizando castanhas congeladas, uma amostra cozida a 100 °C por 10, 30 e 50 min, existindo influência no rendimento da produção e na granulometria do produto, sendo a amostra não cozida a mais rentável.

Delgado et al. (2015) produziram um *snack* com a farinha da castanha, resultando em um *snack* saudável, prático e obteve uma aceitação positiva dos provadores.

A farinha de castanha tem sido aplicada em diversas receitas e experiências no desenvolvimento de novos produtos alimentares, porém o que se vê é que boa parte dos estudos estão encontrados em biscoitos, *cookies* e/ou produtos mais crocantes e secos, devido às características da farinha de castanha nomeadamente isenção de glúten e alto teor de amido.

Criar um pão macio, hipermacio com farinhas não convencionais ainda tem sido um dos principais desafios aos investigadores, pois o mais frequente é resultar um pão mais duro, denso, de difícil digestão e muito secos.

Deste modo vários autores, reconhecem que a farinha de castanha tem grande potencial para implementação de novos produtos na indústria alimentar devido as suas características físicas e químicas, que trazem grandes benefícios ao consumidor e o desenvolvimento de novos produtos também leva a uma maior procura do produto o que incentivara a maior produção (Cabo e Almeida, 2019).

1.5 Pão de castanha

O pão é um produto alimentício produzido através da mistura de farinha, água e sal. O primeiro pão produzido teria sido na Mesopotâmia, atualmente Iraque, há cerca de 6000 anos. Acredita-se que os primeiros pães eram produzidos com farinha de castanha e de bolota resultando num pão duro e amargo (Cauvain e Young, 2006).

Somente no Egito, anos depois, por um erro, ao deixarem a farinha e a água no sol, a massa levedou e ao assar teria se obtido um pão macio e mais fácil de comer (Brilhante, 1969). A partir de então estudou-se o que poderia ter ocorrido e descobriu-se que no ar existem diversos microrganismos, nomeadamente esporos e fungos de leveduras denominada *Saccharomyces cerevisiae*, a qual se alimenta de hidratos de carbono, como o amido. Em consequência da ação desses microrganismos, o amido divide-se em gás carbónico (CO₂) e álcool. O gás carbónico que é produzido não consegue escapar através da superfície e faz crescer a massa, tornando-a fofa, com uma textura esponjosa, durante a cozedura o gás carbónico e o álcool conseguem volatilizar-se, mas o seu efeito fica, na porosidade, sabor e aroma do pão (Cauvain e Young, 2006).

O pão passa por algumas fases importantes para que haja um resultado satisfatório no final. A começar pela escolha dos ingredientes que basicamente são farinha de trigo, água, levedura, sal e por vezes açúcar e ovo (Cauvain e Young, 2006).

- A farinha de trigo é normalmente utilizada devido a sua capacidade única de formar uma rede denominada glúten, que ao ser hidratada com água e sofrer uma ação mecânica cria uma estrutura elástica capaz de conter o gás carbónico produzido pela fermentação dentro do pão.

- A água é indispensável na produção do pão, é ela que ajuda a dissolver e homogeneizar os ingredientes solúveis, atua como solvente e plastificante e permite com que durante a assadura ocorra a gelatinização do amido. Influencia diretamente no crescimento da massa enquanto passa pela cozedura, para além de caracterizar um pão mais macio e viscoso.
- A levedura (*Saccharomices cerevisiae*) ou fermento é o responsável direto por fazer a conversão dos açucares fermentáveis em dióxido de carbono (CO₂) e etanol. Esse gás é responsável pela leveza, estrutura e volume do pão. O álcool produzido é responsável pela expansão da massa durante a cozedura e responsável pelo aroma. A levedura ainda influencia nas propriedades reológicas da massa.
- O sal atua de duas formas distintas, para além de ser indispensável na produção do pão, o sal atua na atividade reológica do pão mantendo a massa mais forte e o amido mais resistente. Endurece o amido gelatinizado, proporcionando a melhor granulação do miolo do pão. E atua diretamente no sabor e aroma do pão.
- O açúcar pode ser adicionado na forma de mel, sacarose (açúcar de mesa), açúcar invertido (uma mistura de 1/3 de glicose, 1/3 de frutose e 1/3 de sacarose, uma solução aquosa comumente utilizada em gelados, frutas em caldas) ou outros e ainda é produzido naturalmente através da degradação do amido pelas enzimas amílases, é responsável pela cor caramelizada através da reação de caramelização entre açucares e da reação de Maillard entre açucares e aminoácidos. Age como veículo do aroma e ajuda na retenção da humidade, volume, estrutura do miolo, sabor e suavidade do pão. Mas a principal função é auxiliar na formação do gás e do etanol na fermentação. Durante a cozedura evapora-se todo o álcool produzido e morte das leveduras.
- O ovo tem função coagulante, amaciante (pelos lípidos da gema), aerador (pela espuma da albumina da clara) e capacidade emulsificante (pela ação da lecitina da gema) e espumante. Para além da cor amarelada, função de *flavour*, melhorando a aeração e estrutura, ainda possui grande quantidade de proteínas, vitaminas e minerais.

Para a produção do pão são necessários alguns processos como a amassadura, a fermentação e a cozedura.

Misturado a farinha e a água, há um processo intermediário denominado Autólise, que é a fase de início da separação entre amido e proteínas, quando hidratados com a água, neste processo após a mistura deixa-se descansar a massa por 20 minutos (o resultado também é conhecido como massa mãe ou massa base) antes de adicionar os demais ingredientes, entretanto passa pelo processo de amassadura, para que todos os ingredientes se homogeneizem e é nesta fase onde as cadeias proteicas da farinha se partem, o amido se quebra resultando na dispersão de toda a massa facilitando na fermentação. O amido que é composto por polímeros denominados amilase e amilopectina, absorve a água e com o aumento do calor ocorre o processo de gelatinização, que ocorre entre 60 °C e 90 °C, onde ocorre uma rutura de estrutura ordenada e amorfa (Aquino et al., 2012). Durante a fermentação as amilases e proteases presentes na farinha irão quebrar-se e separar o amido e as proteínas da farinha, e ocorrendo também a conversão do amido em glucose que alimentara as leveduras e das proteínas em glúten. A glucose transforma-se em CO₂, que fica preso nas malhas formadas pelo glúten, fazendo o pão ganhar tamanho e leveza. O quando a massa está com o tamanho desejado vai ao forno.

Na cozedura o forno deve ser entre 200 °C e 250 °C, assim que colocado no forno deve-se dar um banho de vapor, para que a caramelização dos açucares externos seja suave e crie uma casca macia e impeçam a saída do gás de dentro do pão criando bolhas (alvéolos), ocorre então a gelatinização do amido, o que também depende de quão resistente está o glúten (Sabino et al., 2015).

Quando ocorre a perda de água devido a hidratação do amido, chama-se retrogradação e interfere na firmeza da massa, isso ocorre quando a pasta de amido começa a arrefecer e torna-se menos energético. As pontes de hidrogénio mais forte formam um gel denso, quando ocorre um alinhamento dos polímeros de glucose. Durante o tempo de armazenamento podem ocorrer reações entre as cadeias de amido e eventuais cristais, o que tem grande influência na textura e digestibilidade. A expulsão de água da rede do gel é denominada sinérese. Alguns fatores como a diminuição de temperatura, pH neutro, grau de polimerização reduzido, e a ausência de ramificações influenciam a retrogradação do produto, tornando-o mais resistente e seco com o tempo (BeMiller, 2004).

Existem diferentes formas de se produzir pão, desde fermentações com massa velha, como é o caso do o pão alentejano, até à adições de fermentos e me-

lhoradores industriais que surgiram com a industrialização, o que resulta em uma fermentação mais rápida, fermentações por diferentes leveduras como a da cerveja e diferentes receitas e métodos de produção.

Portugal tem cerca de 39 mil hectares de trigo, porém ainda boa parte é importado de outros países. Apesar de ser um produto barato e versátil, quando chega ao consumidor final resulta num produto com baixa carga nutricional sendo necessário adicionar químicos e melhoradores ricos em ferro e ácido fólico para que possa ter mais valor nutricional maior (Ismael, 2011). Portanto os pães que tem por base somente o trigo não têm um valor nutricional alto.

O uso de produtos não convencionais tem tido uma procura crescente no mercado, não só pelos seus benefícios, mas também pela procura de inovação e pela diferenciação de mercado, para além disto a concorrência de mercado tem sido cada vez maior e a inovação em produtos com incorporação de produtos não convencionais tem sido uma estratégia muito eficaz. Neste sentido, o aumento significativo da produção de pão com farinhas não convencionais tem crescido significativamente, não só devido aos fatores referidos, mas também devido ao aumento do número de pessoas que desenvolvem intolerâncias ao glúten, como é o caso dos celíacos (Gonzaga, 2015; Anjos et al., 2017).

O crescente consumo de *fast-food*, nos últimos anos tendo em consideração e a frequência de cerca de 85,7% e consumidores entrevistados numa pesquisa em Portugal os quais assumem consumir *fast-food* mais de uma vez durante a semana, tem preocupado nutricionistas e médicos, pois a saúde consumida nesta tipologia de restauração e que são produzidas apenas com a farinha de trigo tem uma carga nutricional baixa como pode ser analisado no Anexo II, III e IV, as fichas técnicas dos restaurantes Mc Donald's®, Burger king® e Pans & company®, o que faz com que o indivíduo tenha um déficit de nutrientes importantes para a saúde, nomeadamente gorduras boas, proteínas e fibras quando consomem esse pão em sua saúde. De realçar ainda que, os resultados do estudo realizado mostram que cerca de 50,7% dos consumidores de *fast-food* optam pela sandes, mesmo quando lhe é oferecido outras opções como salada, sopas entre outros (Dias, 2014).

Materiais e métodos

2 Amostras

Foram produzidas duas amostras de farinhas de castanha utilizando castanhas comerciais, provenientes da região de Trás-os-montes, em Portugal. Numa das farinhas manteve-se a película interna e na outra a película foi removida, totalmente pilada. Estas farinhas foram processadas integralmente à escala laboratorial na ESAV. Para além destas, foram moídas castanhas secas do mesmo lote desta empresa, nas mesmas condições de processamento das castanhas secas e moídas na ESAV. E ainda uma farinha de castanha comercializada pela Fábrica Secas & Boas, de Celorico da Beira – Portugal, a qual já enviaram a amostra pronta para uso (farinha de castanha).

Nomeadamente para os testes com os pães, numa segunda fase desse projeto foram ainda utilizadas amostras de pão de hambúrguer comercial comercializada pela empresa BIMBO®, em que a tabela nutricional e formulação pode-se consultar em Anexo V e VI, esta foi escolhida por ser a mais semelhante ao pão de hambúrguer utilizado pelas redes de *fast-food*.

2.1 Moagem

As castanhas foram partidas em pedaços pequenos e submetidas a moagem num moinho de martelos (RETSCH typ. WRB 80 c/2 O 88) (Figura 2 e 3), com um crivo de 1 mm de poro, obtendo-se as farinhas utilizadas para este estudo (Figura 4).



Figura 2 – Moinho de martelos (Retsch typ.)



Figura 3 – Moinho de martelos com crivo de 1mm



Figura 4- Amostras após o processo de moagem.

O processo utilizado para a obtenção das farinhas de castanha está ilustrado no fluxograma da Figura 5.

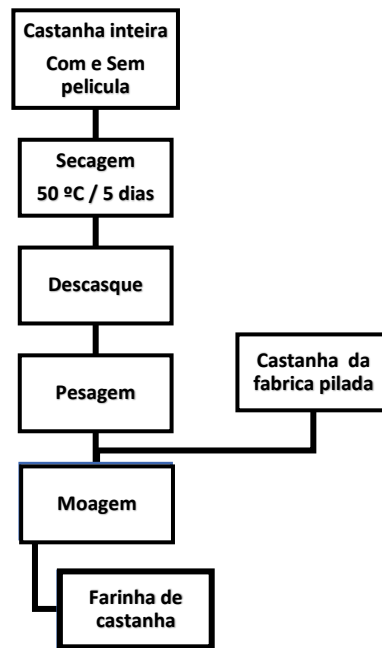


Figura 5– Fluxograma da produção da farinha de castanha.

Após a obtenção da farinha, as amostras foram nomeadas da seguinte forma:

- Duas amostras de farinha de castanha comercial, inteiramente processadas na ESAV:

- Comercial Com Película – **CCP**
- Comercial Sem Película – **CSP**

- Duas amostras da empresa Secas e Boas, uma amostra de farinha de castanha inteiramente processada pela empresa e a outra consistiu na moagem de castanhas secadas (do mesmo lote das castanhas moídas pela empresada) nas mesmas condições das amostras preparadas na ESAV:

- Empresa Castanha Pilada – **ECP** (castanhas moídas na ESAV)
- Empresa Farinha Castanha – **EFC** (castanhas moídas na empresa)

2.2 Produção dos pães

Para a produção de um pão com características pressupostas por uma rede de *fast-food*, foram pesquisadas diferentes receitas em que se encontrou uma, a qual

apresentou resultados satisfatórios nomeadamente a estrutura similar e sabor. A massa base acaba por ser uma massa mais mole do que as convencionais, pois a proporção de farinha utilizada nesta receita é menor que na maioria das receitas de pão.

A receita utilizada foi:

- 4 ovos
- 180 g de água
- 8 g de fermento liofilizado
- 180 g de leite
- 70 g de óleo alimentar
- 55 g de açúcar
- 18 g de sal
- 1000 g de farinha de trigo 55

O modo de produção do pão foi o seguinte: primeiro misturou-se a água, o fermento e adicionou-se metade da farinha. De seguida homogeneizaram-se os ingredientes e levou-se à estufa a 30 °C por 30 min, e adicionou-se depois o açúcar, o sal, o leite e os ovos, e aos poucos o restante da farinha atentando-se para não haver grumos. Depois, bateu-se com uma espátula por 10 minutos. Após a mistura dos ingredientes, colocou-se a massa na estufa a 30 °C, cerca de uma hora, sendo o resultado apresentado na (Figura 6). Retirou-se a massa da estufa e amassou-se com um pouco mais de farinha até que a massa comece a descolar das mãos. De seguida, enrolou-se a massa em pequenas bolas, as quais foram colocadas na estufa por mais uma hora.

Entretanto, preparou-se aros de metal com papel manteiga, como apresentado na Figura 7. Abriu-se a massa com a ponta dos dedos e boleou-se (faz-se bolinhas). a mesma em pequenas porções de cerca de 100 ± 1 g. Após esta operação, as bolas de massa foram untadas com óleo e foram colocadas na estufa mais hora e meia. Com um borrifador aplicou-se água na superfície do pão.

Os pães foram cozidos num forno modelo MF 1604 X- Meireles, pré-aquecido a 200 °C, meia hora antes de levar os pães ao forno. A cozedura dos pães foi de 15 minutos. Retirou-se os pães do forno e colocou-se um pano húmido sobre as amostras para que não se ganhe uma côdea rija.

No total, o processo de produção durou 5 horas, entretanto o total de tempo da fermentação foram de 4 horas.

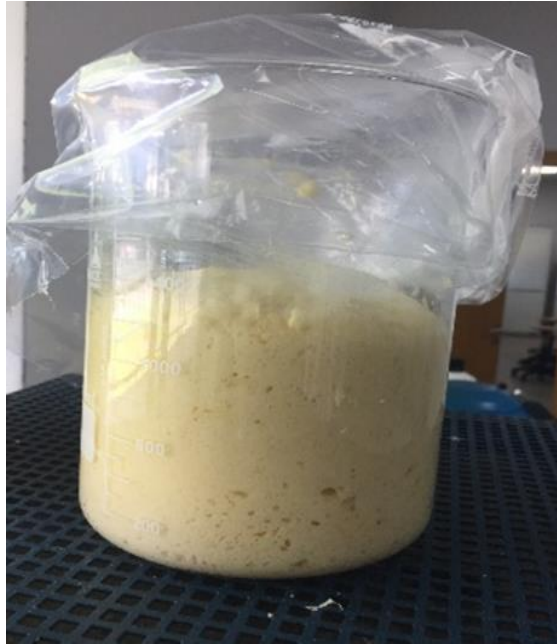


Figura 6 – Massa base do pão de castanha, após 1 hora de fermentação.



Figura 7- Preparação dos aros de metal com papel manteiga.

Para testar a reprodutibilidade entre lotes de pães, produziu-se duas fornadas de 6 pães em cada fornada com farinha de castanha e uma amostra de controlo também em duas fornadas, usando apenas farinha de trigo.

Após a otimização da receita, passou-se para a realização de dois ensaios:

- **Ensaio 1-** Otimização e escolha da percentagem de farinha de castanha.
- **Ensaio 2-** Testar os diferentes tipos de farinha de castanha.

2.3 Ensaio 1- Otimização e escolha da percentagem de farinha de castanha

Nesta primeira fase, foi realizado um ensaio com diferentes percentagens de farinha de castanha, com o objetivo de selecionar a percentagem ideal do pão. As percentagens de farinha de castanha testadas foram 0, 10, 20, 30 e 40% de substituição da farinha de trigo por farinha de castanha. A amostra produzida sem qualquer adição de farinha de castanha foi designada como amostra de controlo. Todos os outros ingredientes foram mantidos, na proporção e processo igual ao original (Tabela 1).

Tabela 1 – Ingredientes dos pães para cada percentagem

Ingredientes	0%	10%	20%	30%	40%
Farinha de trigo	1000 g	900 g	800 g	700 g	800 g
Farinha de castanha	–	100 g	200 g	300 g	400 g
Água	180 g	180 g	180 g	180 g	180 g
Ovo	240g	240g	240g	240g	240g
Óleo	70 g	70 g	70 g	70 g	70 g
Açúcar	55 g	55 g	55 g	55 g	55 g
Sal	18 g	18 g	18 g	18 g	18 g
Leite	180 g	180 g	180 g	180 g	180 g
Fermento	8 g	8 g	8 g	8 g	8 g

2.3.1 Pesagem e medição

As amostras dos pães produzidos foram pesadas em balança antes de irem ao forno e após cozedura, os pães produzidos foram medidos, sendo registada a altura e a largura como apresentado na Figura 8.

Foram produzidos 6 pães, em duas fornadas, no total de 12 pães para cada percentagem de farinha de castanha.

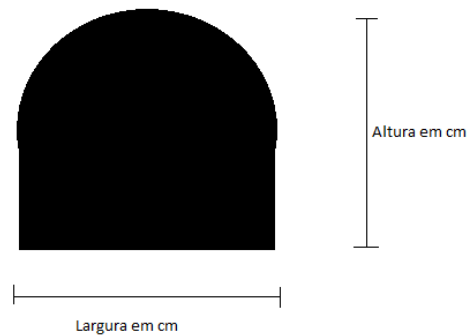


Figura 8– Medição do pão depois de cozido.

2.3.2 Análise sensorial

Para a avaliação dos pães e escolha das preferências dos provadores foi realizada uma análise sensorial aos pães produzidos com diferentes percentagens de farinha de castanha.

O painel de prova era constituído por 27 provadores não treinados, consumidores de *fast-food*, com idades compreendidas entre os 18 e os 51 anos, sendo 13 provadores do género masculino e 14 do género feminino.

Elaborou-se uma ficha de prova (Anexo VII) com a avaliação de 15 características de cada amostra apresentadas ao provador. As características avaliadas foram pontuadas com base numa escala de 0 a 10 pontos. As características avaliadas foram as seguintes:

- Cor: da còdea e miolo,
- Visual: uniformidade da còdea e miolo,
- Aroma: a pão, a fermento, a castanha e a tostado,
- Textura: elasticidade e densidade,
- Intensidade do sabor: a pão, a fermentado, a castanha, a sal e a doce.

Ao final da prova, o provador era convidado a pontuar cada amostra, numa escala de 0 a 10 pontos, tendo em consideração a apreciação geral do pão.

No fim, os provadores preencheram uma ficha de ordenação por preferência, dos 5 pães de farinha de castanha, com a pontuação 1 a 5, sendo 5 (Gostou muito); 4 (Gostou); 3 (Indiferente); 2 (Gostou pouco) e 1 (Não gostou). (Anexo VIII).

2.4 Ensaio 2- Caracterização das farinhas de castanhas e dos pães produzidos.

Nesta segunda fase do trabalho foi realizado a análise físico-química das farinhas de castanha (CSP, CCP, EFC e CCP) nomeadamente testes de humidade, atividade de água, teor de gordura bruta, proteína bruta, fibras bruta e teor de hidratos de carbono totais.

Foram confeccionados 6 pães, em duas fornadas no total de 12 pães, para cada uma das farinhas, acrescidas da amostra sem adição de castanha (SC). Para além destas amostras, fora adquirido pão de hambúrguer da marca BIMBO®, com a designação COM. Os diversos pães foram sujeitos a uma caracterização físico-química e a análise sensorial.

2.4.1 Análise química das farinhas de castanha e dos pães

A análise físico-química das quatro amostras de farinha de castanha e dos pães consistiu na determinação da humidade, atividade de água (a_w), gordura bruta, cinzas, proteína bruta, fibra bruta e do teor de hidratos de carbono. Estas análises foram realizadas em triplicado.

2.4.1.1 Determinação de humidade e atividade de água

O teor de humidade é a perda de peso sofrida pela amostra quando seca a temperatura entre 100 °C e 105 °C, até peso constante, utilizando uma estufa elétrica (Modelo Binder FD 115), com circulação forçada de ar (AOAC, 2000).

$$\% \text{ Humidade } (\%H) = (M1 - M2)/(M1 - M3) * 100$$

Onde: M1- Massa da amostra com a cápsula (g), M2 – Massa da amostra seca juntamente com a cápsula (g), M3 – Massa da cápsula (g).

A determinação da atividade de água foi feita através da determinação da humidade relativa da amostra num higrómetro (Rotronic-hygroscop, com a sonda WA-14TH), tendo como finalidade avaliar a percentagem de água livre no alimento.

Começou-se por colocar cerca de 5 g de amostra dentro da câmara fechada do higrómetro, a 25 °C, até que existisse um equilíbrio da humidade relativa da amostra. Avaliar a atividade de água é importante para a estabilidade de alguns compostos alimentares, nomeadamente as vitaminas e também para o controlo do desenvolvimento de microrganismos, reações enzimáticas, químicas, oxidação e determinar prazo de validade, entre outros aspetos importantes.

O teor de humidade e atividade de água são conceitos muito próximos, pois ambos tem o objetivo de ajudar a definir o tempo de vida do produto, assim como prever a proliferação microbiana no produto. A água possui o valor 1 e quanto mais próximo de 1 a amostra apresentar em seus resultados, maiores são as chances de proliferação microbiana, pois esta quimicamente ligada as moléculas da matriz (proteína, carboidratos e minerais) reduzindo o tempo de vida do produto, para além do endurecimento. A água livre é muito mais volátil do que a água ligada, por isso a água que evapora para atingir um ambiente de equilíbrio em uma câmara fechada a temperatura ambiente, é apenas água livre, medindo então a pressão de vapor da água em um ambiente em equilíbrio é possível avaliar a quantidade de água livre no alimento dividindo o valor obtido pelo valor da pressão de vapor do ambiente de equilíbrio da água pura, é encontrado o valor de a_w na forma:

$$a_w = \frac{p_w}{p_{0w}}$$

Onde, a_w – atividade de água, p_w – pressão de vapor de água de um alimento num ambiente fechado a uma dada temperatura, P_{0w} – pressão de vapor da água de água pura num ambiente fechado na mesma temperatura (Braga, 2016).

2.4.1.2 Determinação da gordura bruta

Entende-se por gordura bruta a fração da amostra extraída por um solvente orgânico, neste caso, éter de petróleo, em aparelho de Soxhlet.

Pesou-se 10 g de amostra para dentro de um cartucho de celulose e colocou-se no aparelho Soxhlet, sendo acoplado um balão volumétrico de 250 ml com éter de petróleo. A extração realizou-se durante um período de 16 h como definido pela AOAC (2000). O éter removido evaporou-se e passou por condensação rotativa,

sendo o balão seco durante 1 h a 104 °C numa estufa elétrica (Binder FD 115), posteriormente arrefecido em exsiccador e pesado.

A fórmula para a determinação da gordura bruta é mostrada a seguir.

$$\%Gordura\ Bruta = (P2 - P1) \times 100/Q$$

Onde, Q - peso da amostra; P1- peso do balão; P2 – peso do balão + extrato (g).

2.4.1.3 Determinação do teor de cinzas

A cinza é o resíduo calcinado obtido submetendo 2 g da amostra pesadas num cadinho de porcelana, a uma temperatura de 550 °C em mufla (modelo AF 11/6, Lenton furnaces) até a obtenção de um resíduo branco, que é calcinado com ácido nítrico e colocado novamente na mufla até obtenção de um resíduo completamente branco (AOAC, 2000).

Os cálculos são realizados aplicando a fórmula seguinte:

$$\%Teor\ de\ cinzas = \frac{(P3 - P1)}{(P2 - P1)} \times 100$$

Onde, P1- Peso cadinho (g); P2- Peso cadinho + amostra (g); P3-Peso cadinho + amostra (conjunto) + cinza (g).

2.4.1.4 Determinação da proteína bruta

A proteína bruta é obtida da destilação criada a partir de 1 g da amostra, 10 ml de ácido sulfúrico e 1 g de sulfato de cobre aquecido a 400 °C num mineralizador (Velp VDK 142) até estar translucido. A destilação constitui na colocação dos tubos de Kjeldahl, os quais contém a solução mineralizada da mostra, no destilador para se recolher o destilado em um Erlenmeyer de 250 ml com 20 ml de ácido bórico a 1% (m/v), programou-se o equipamento para adicionar ao tubo Kjeldahl 50 ml de água destilada e 50 ml de hidróxido de sódio (NaOH) a 40% (m/v). Após esta operação, acrescenta-se ao volume recolhido duas gotas de indicador misto e titulasse com HCl

0,01 N até o ponto de viragem de cor (do verde para o rosa). A quantidade titulada é multiplicada pelo fator de conversão do hidrogénio 6,25 a percentagem de azoto total como apresenta-se na fórmula abaixo (AOAC, 2000).

$$\%Proteína\ bruta = \left[\left(\frac{vg \times 0,01 \times 0,014}{m(g)} \right) \times 100 \right] \times 6,25$$

Onde, vg = volume gasto na titulação (ml); m = massa da amostra em gramas (g).

2.4.1.5 Determinação de fibra bruta

O método mais divulgado e utilizado para verificar a fibra de um material é conhecido como método de “Weende”, designação da estação agrícola alemã onde foi inicialmente estudado em meados do século passado. Fibra bruta é o resíduo orgânico vegetal, constituído por celulose contendo apenas quantidade de hemicelulose e pentosanas e obtido a partir de substância seca e isenta de matéria gorda, pela remoção de outros glúcidos e dos prótidos, mediante tratamento por ebulição, primeiro em meio ácido e depois em meio alcalino (Alves et al., 2016).

Esta determinação foi baseada no método descrito por Soest (1967) em que é secado em estufa a 104 °C os cadinhos filtrantes de porosidade 2, arrefecido em exsiccador e pesou-se 2 g de amostra. No *Dosi-fiber* (modelo 4000623, JP Selecta, as) foi feita uma ebulição da amostra utilizando uma solução ácida de H₂SO₄ 1,25%, previamente aquecidas. Após ebulição por 30 minutos foram abertas as válvulas de aspiração, e as colunas e os respetivos cadinhos foram lavados com 150 ml de água destilada por 3 vezes. Repetiu-se o processo com uma solução básica de NaOH 1,25%. Retirados os cadinhos do equipamento, foram colocados em um kitasato ligado a uma bomba de vácuo e lavado com 5 ml de acetona por 3 vezes. Colocados em estufa a 104 °C até peso constante. A equação para determinação encontra-se em abaixo.

$$\%Fibra\ Bruta = \frac{(P3 - P1)}{(P2 - P1)} \times 100$$

Onde, P1- Peso cadinho (g); P2- Peso cadinho + amostra (g); P3- Peso cadinho + amostra (conjunto) + fibra bruta (g).

2.4.1.6 Determinação do teor de hidratos de carbono totais

Para determinar o teor de hidratos de carbono totais calcula-se a diferença para 100 da soma dos valores obtidos para cada grama de proteína soma-se 4 kcal, para cada grama de gordura soma-se 9 kcal e para as cada grama de cinzas soma-se 4 kcal, conforme a fórmula:

$$\% \text{ HC} = 100 - (\% \text{ proteína} \times 4 \text{ Kcal}) + (\% \text{ gordura} \times 9 \text{ kcal}) + (\% \text{ cinzas} \times 4 \text{ kcal})$$

2.4.2 Análise Física do pão

2.4.2.1 Análise da textura

Para a análise da textura dos pães, foi utilizado o *Texture Analyser* (modelo *TA.XT. Plus, da Stable Micro Systems*) realizou-se dois tipos de teste: perfuração e compressão.

Para o teste de perfuração utilizou-se uma sonda de agulha de 2 mm (P/2). Efetuou-se algumas perfurações: uma perfuração ao centro e mais três no perímetro superior de cada amostra dos 6 pães, das 2 fornadas. Totalizando 48 perfurações por amostra em que se determinou a firmeza da côdea e do miolo, a aderência e adesividade dos pães.

O teste de compressão ou TPA foi realizado através de dois ciclos de compressão entre duas placas paralelas com intervalo de 5 segundos com uma sonda cilíndrica de 75 mm (P/75) com uma célula de carga de 30 kg. Foram recolhidos os dados de cada um dos ensaios, tendo-se realizado dois ensaios para cada amostra, sendo que para os 12 pães totalizou-se 24 TPAs.

Neste teste avaliou-se a dureza, a elasticidade, a resiliência, a coesão e a mastigabilidade de cada amostra.

2.4.2.2 Determinação da cor

Para a determinação da cor foi utilizado um colorímetro Minolta (*Chroma Meter - CR-400, Konica Minolta*), calibrado com um azulejo branco padrão CIE D65. Foram determinadas as coordenadas **L** (Luminosidade) que corresponde à luminosidade ou brilho, variando de 0 (preto) a 100 (branco), coordenada **a*** varia entre -60 (verde) a +60 (vermelho) e coordenada **b*** que varia de -60 (azul) a +60 (amarelo).

Foram realizadas 6 medições na parte superior de cada pão, 4 na parte lateral e mais 4 na parte inferior. No total foram avaliados 6 pães em cada uma das 2 fornadas, para os 6 tipos de pão diferente (Pão comercial (COM), pão a 100% de trigo (SC), EFC, ECP, CCP, CSP).

O ΔE representa a diferença de cor e foi calculado tendo como referência a amostra de pão comercial (COM).

$$\Delta E = \sqrt{(L - l_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2}$$

2.4.2.3 Caracterização alveolar

Foram cortadas duas fatias de cada uma das amostras, com cerca de 1cm, sendo posteriormente digitalizadas, num scanner HP *All in One 2500*. O programa ImageJ analisou dentro duma área delimitada o número e tamanho dos alvéolos, perímetro (limites externos da seleção), solidez que é o resultado da expressão [Área] / [Área convexa] e circunferência que é obtido através do cálculo de $4 \pi \times [\text{Área}] / [\text{Perímetro}]^2$ sendo que resultando um valor de 1,0 indica-se um círculo perfeito. À medida que o valor se aproxima de 0,0 indica-se uma forma cada vez mais alongada. Os dados foram obtidos pelo programa *ImageJ* da *Wayne Rasbund do National Institute of Health, USA*.

Este teste foi realizado nas 6 unidades, de 2 fornadas distintas, para os diferentes tipos de pão.

2.4.3 Análise sensorial

No Ensaio 2 realizou-se a prova sensorial aos pães produzidos com diferentes farinhas de castanha, ao pão só com farinha de trigo (SC) e ao pão de hambúrguer comercial da marca BIMBO® (COM).

O objetivo desta análise sensorial realizada nesta fase é entender e saber qual a preferência dos consumidores pelos pães elaborados com as diferentes farinhas de castanha, em comparação com a amostra de pão de hambúrguer comercial e com o pão feito só com farinha de trigo.

O painel de prova era constituído por 26 provadores não treinados, com idades compreendidas entre os 17 e os 53 anos, sendo 12 provadores do género masculino e 14 do género feminino, obtendo-se assim um painel de pessoas adultas consumidoras de *fast-food*.

Utilizou-se as mesmas fichas de provas (Anexo XII) e características de avaliação do Ensaio 1 deste trabalho.

Também foram ordenados e pontuados os pães das diferentes farinhas de castanha, por preferência, variando a pontuação de 1 (amostra que não gostou) a 6 (amostra preferida) (Anexo IX).

No final da prova, o provador era convidado a realizar uma apreciação geral do pão, numa escala de 0 a 10 pontos numa escala que poderia variar pela quantidade de provadores de 0 a 280 pontos.

Resultados e Discussão

3 Ensaio 1 – Caracterização dos pães com diferentes percentagens de farinha de castanha.

No ensaio 1, realizou-se a pesagem das amostras dos pães em dois momentos, um antes da última fermentação e outro após a cozedura. Após cozedura os diferentes pães produzidos foram medidos (altura e largura), sendo depois submetidos a análise sensorial.

3.1 Pesagem e medição dos pães.

Os resultados do peso da massa dos pães cru e do peso dos pães cozidos encontram-se na Figura 9.

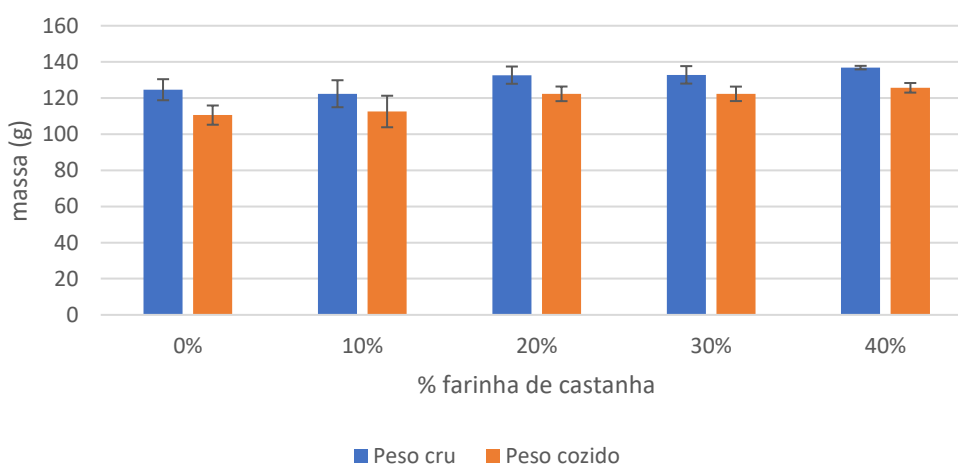


Figura 9– Média do peso da massa dos pães cru e dos pães cozidos em diferentes percentagens de farinha de castanha.

As amostras apresentam um valor médio de 129 ± 9 g para peso da massa crua e média de $118 \pm 2,66$ g para peso dos pães cozidos, portanto, após a cozedura existe uma perda de peso nos pães cozidos relativamente às massas cruas, isto devido a evaporação da água e compostos voláteis durante a cozedura, a diferença de perda é apresentada na Figura 10.

E é possível analisar que a amostra a % de adição de farinha de castanha apresentou maior perda de massa durante a cozedura, com quase 15 g de massa perdida em relação a 10/12 g das demais amostras.

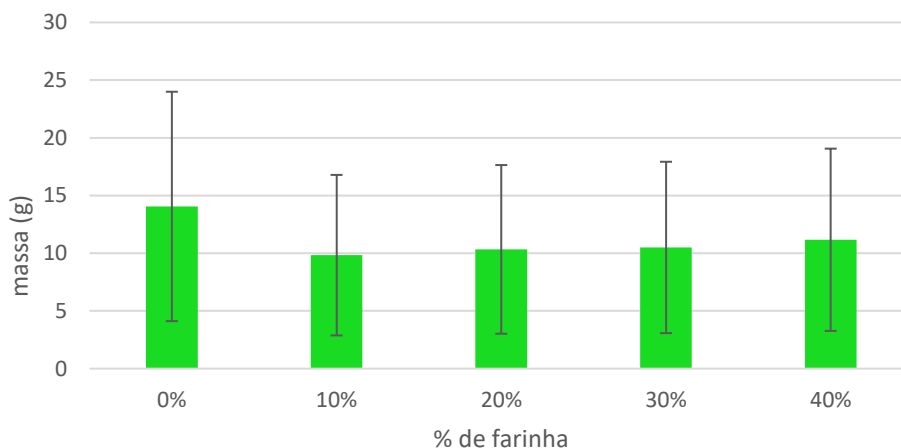


Figura 10 – Diferença de peso entre as massas cruas e seus respectivos pães cozidos

Na Figura 11 pode-se observar os valores encontrados para a largura e altura dos pães produzidos com diferentes percentagens de farinha de castanha.

As amostras foram produzidas dentro de aros o que limitou a largura do pão. Deste modo será na altura que poderá existir alguma variação. De facto, pode observar-se que os pães com 10%, 20% e 30% de farinha de castanha apresentam uma maior altura. O pão com 40% de farinha de castanha foi aquele que apresentou menos altura, podendo significar que a estrutura do pão com 40% é mais densa que as demais. A média de largura foi de $9,56 \pm 0,36$ cm e altura $6,46 \pm 0,80$ cm. A altura maior foi apresentada pela amostra com 10% de farinha de castanha, que mostrou $6,97 \pm 0,85$ cm, enquanto a altura menor foi a da amostra 40% de farinha de castanha, que apresentou $5,10 \pm 0,33$ cm.

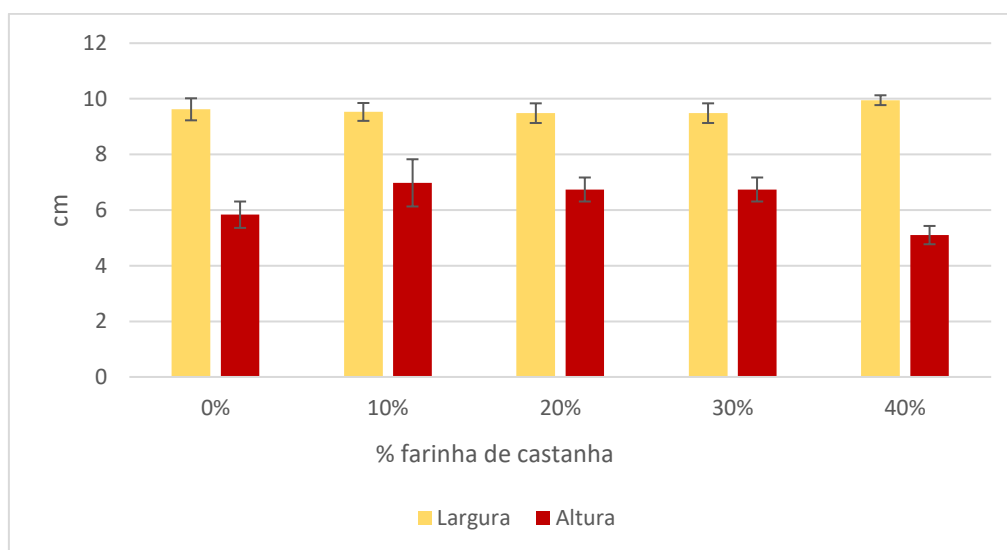


Figura 11 – Largura e altura dos pães com diferentes percentagens de farinha de castanha.

3.2 Análise sensorial do ensaio de percentagens.

Realizado a produção dos pães na 1ª fase de pães como descrito anteriormente utilizando-se a farinha EFC (farinha da empresa) com diferentes percentagens de farinha de castanha 0% (pão só com farinha de trigo), 10%, 20%, 30% e 40%, estas foram submetidas a análise sensorial com ficha de prova com pontuação em cada atributo avaliado, em que foram analisados aspetos visuais como a cor e uniformidade da cõdea e do miolo, para os aspetos gustativos relativamente a intensidade do sabor, o sabor a sal, a doce, a castanha e a tostado, a densidade e elasticidade da massa.

Da análise da Figura 12 podemos observar que existem diferenças significativas entre o pão só com farinha de trigo e os pães com farinha de castanha, nomeadamente ao nível da intensidade do aroma, do sabor doce e do sabor a castanha, aumentando os seus valores com o aumento da percentagem de farinha de castanha adicionada aos pães. Deste modo os pães com 30% e 40% de farinha de castanha apresentaram maior intensidade do aroma e sabor mais marcante a farinha de castanha, ao contrário do pão sem farinha de castanha.

Relativamente à perceção do sal, ao longo do trabalho foi mais notória nos pães de castanha do que no pão só com a farinha de trigo, apesar da proporção de sal adicionada a massa em todas as amostras ser a mesma, a perceção de sal nos pães de castanha foi maior nos pães de castanha, o que é um fator positivo pois é possível reduzir a quantidade de sal, numa continuação do desenvolvimento desse projeto.

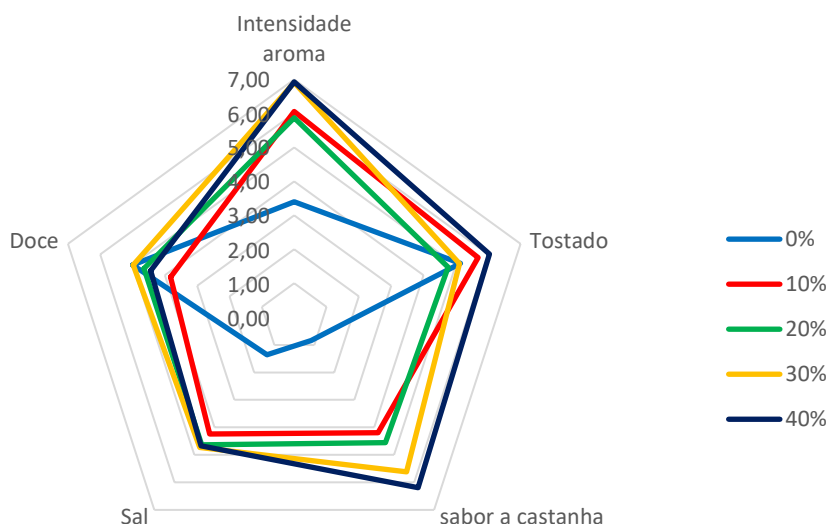


Figura 12- Análise sensorial em pães com diferentes percentagens de farinha de castanha e uma amostra só com farinha de trigo. Análise de aroma e sabor (intensidade do aroma, sabor a tostado, a castanha, a sal e a doce).

Nos dados apresentados na Figura 13 pôde-se observar que a densidade aumenta quando há um aumento da quantidade de farinha de castanha nos pães, sendo a elasticidade mais constante. É notório, portanto a diferença da textura dos pães de farinha de castanha e do pão só com farinha de trigo, apenas na amostra a 10% é que apresentou elasticidade superior as demais amostras, enquanto a amostra 0% foi a com menor elasticidade. Deste modo o pão com 40% de farinha de castanha foi avaliado pelos provadores como o pão mais duro, fato que corrobora os resultados analisados anteriormente relativamente a altura dos pães que foram produzidos.

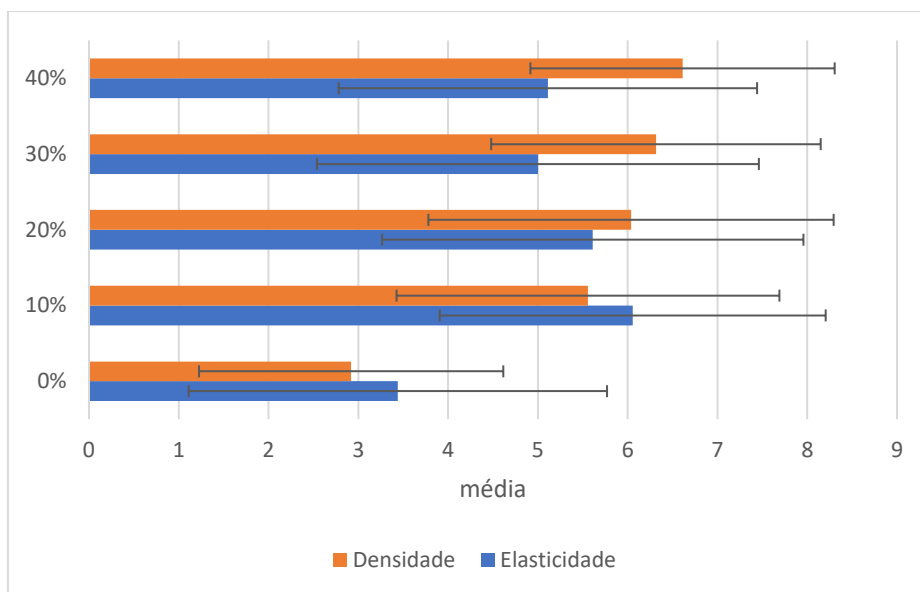


Figura 13- Textura das amostras. Média das respostas para densidade e elasticidade dos pães de castanha.

Quanto a avaliação visual das características da cêdea e do miolo (Figura 14), podemos observar que o pão com 40% de farinha de castanha foi aquele que mais se distinguiu e o que apresentou uma maior intensidade de cor, tanto do miolo como da cêdea. Isto poderá ser devido às reações de Maillard e caramelização dos açúcares que podem ser potencializadas pelo aumento do teor de farinha de castanha (com maior teor de açúcares) (Fontes, 2014).

Quanto a uniformidade da cêdea e do miolo, os pães não se mostraram muito diferentes. Relativamente a apreciação geral verifica-se que o pão mais apreciado por 14 dos 27 provadores, foi o pão produzido com 30% de farinha de castanha (Figura 14, Tabela 2 e 3). O pão menos apreciado foi o pão de castanha com 40% de farinha de castanha seguido do pão com 0% e para a 10% ficaram indiferentes a amostra, pois segundo comentários feitos, os outros pães tinham mais sabor.

Tendo em consideração estes resultados, decidiu-se então que a percentagem de farinha de castanha a adicionar ao pão de farinha de castanha seria a de 30% para conseguir produzir pães nutricionalmente mais ricos e com boas características organoléticas.

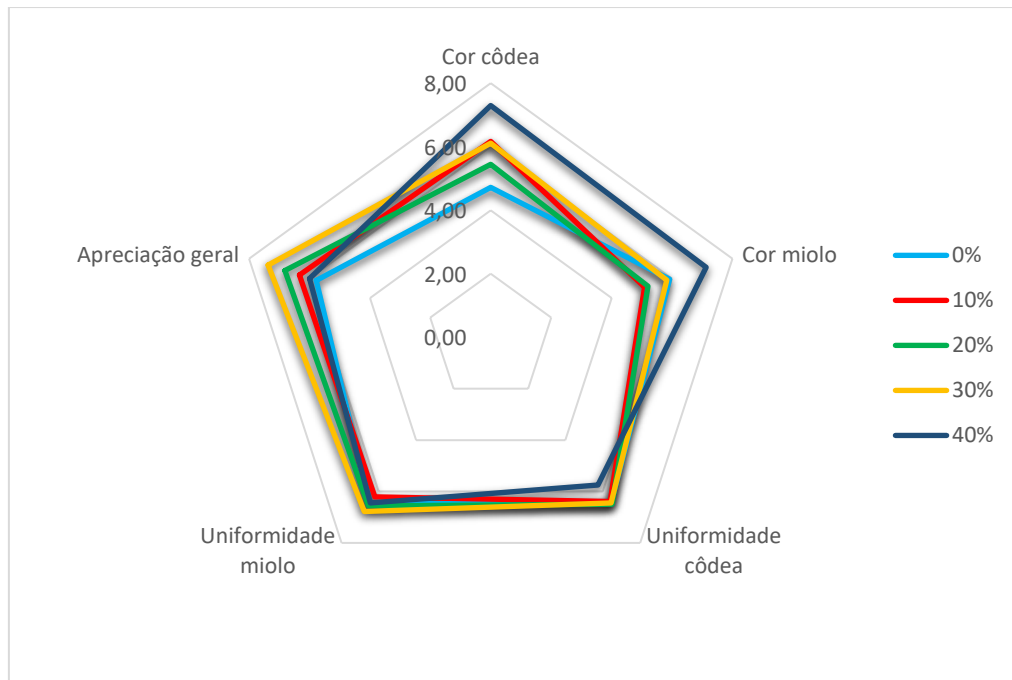


Figura 14- Análise sensorial em pães com diferentes percentagens de farinha de castanha e ao pão controlo (só trigo). Análise do aspeto visual (cor da côdea e miolo e uniformidade da côdea e miolo).

Tabela 2 – Tabela de totais da apreciação global das diferentes percentagens de farinha de castanha no pão.

Amostra	Apreciação global
0%	156
10%	171
20%	184
30%	199
40%	162

Tabela 3 – Prova de ordenação das diferentes percentagens de farinha de castanha no pão.

Amostra	5 (Gostou muito)	4 (Gostou)	3 (Indiferente)	2 (Gostou pouco)	1 (Não gostou)
0%	0	3	4	11	9
10%	3	6	10	3	2
20%	2	12	5	6	2
30%	14	3	6	4	1
40%	7	3	4	3	13

4 Ensaio 2 – Caracterização das farinhas e dos pães de castanha.

4.1 Análises químicas da farinha de castanha

Para a determinação do teor de humidade da farinha de castanha as amostras ECP e EFC apresentaram média maior de humidade em comparação com as amostras CCP e CSP. Os resultados obtidos por amostra foram EFC $9,8 \pm 0,05$ g/100g | ECP $11,9 \pm 0,05$ g/100g | CSP $8,8 \pm 0,07$ g/100g | CCP $8,7 \pm 0,06$ g/100g e tem valores similares a Wani et al. (2017) que em seus estudos apresenta um conteúdo de umidade entre 10,10 g/100 g, e 9,83 g/100 g. O tratamento térmico é suscetível de reduzir o teor de humidade da castanha.

E para a atividade de água (a_w), a amostra ECP apresentou uma diferença dos demais resultando em $0,96 \pm 0,00$. Mostrando assim ter uma chance de proliferação de microrganismos maior que as demais e possível vida de prateleira reduzida enquanto farinha, ao ser comparada com as demais (Figura 15).

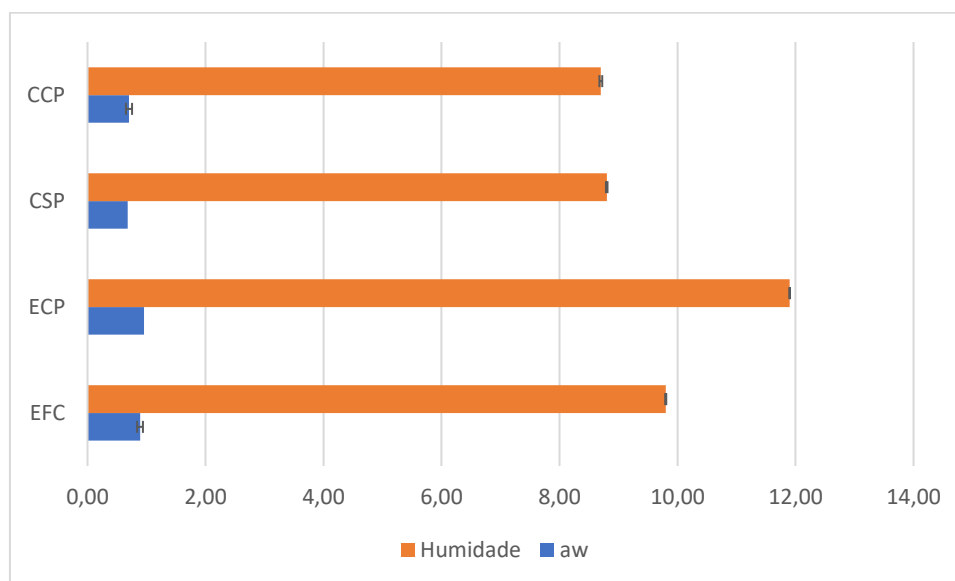


Figura 15 – Humidade e atividade de água nas amostras de farinha de castanha.

(EFC - castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV).

No teste de Soxhlet, a determinação da gordura bruta para as amostras EFC e ECP, são semelhantes pois apresentaram valores entre 4,17 e 4,32 g/100 g, que foram acima dos valores obtidos nas amostras CSP e CCP, que ficaram entre 2,63 e 2,82 g/100 g. Os resultados apresentados por Borges et al. (2007) onde para o teor

de gordura bruta apresenta resultados entre 1,67 e 3,50 g/100 g dependendo da variedade de castanha.

Para a análise do teor de cinzas foi realizado procedimento de incineração onde nota-se que as amostras CSP seguido da amostra CCP (2,06 e 2,26 g/100 g consecutivamente) são os níveis mais altos de cinzas (M.S) e as amostras ECP e EFC apresentam resultados idênticos mais baixos de 1,61 g/100 g. O autor Wani et al. (2017) encontrou resultados muito similares entre 2,3 e 2,7g/100 g. E nos resultados apresentados por Gonçalves et al. (2010) o teor de cinzas sempre estão entre 1,3 e 2,7 g/100 g.

Os níveis de proteínas obtidos no teste são muito significativos, em que foram maiores dos obtidos por Borges et al. (2008) que encontrou 4,73 g/100 g, foi encontrado em nativas farinhas e reduzida para 4,56 g / 100 g em amostra torrada e um pouco acima do 5,58 g/100 g encontrado por Demiate et.al. (2001). A castanha com película obteve o segundo melhor resultado com 7,16 porem com o maior desvio padrão de 1,04. A amostra fornecida já processada pela empresa mostrou um melhor nível de proteína dentro das amostras estudadas. Na Figura 15, podemos observar claramente as similaridades das amostras CCP, CSP e ECP. Já na amostra EFC apresentou teor de proteína mais elevado de 7,79 g/100 g, enquanto as outras estão sempre entre com 6,95 e 7,16 g/100 g na média dos testes.

A fibra apresentou resultados semelhantes em todas as amostras. Sendo a amostra CCP (Castanha Com Película) o maior valor ($4,77 \pm 0,9$ g/100 g) e a CSP (Castanha Sem Película) o menor valor ($3,95 \pm 0,0$ g/100 g), portanto a disparidade entre as amostras é reduzida. Os resultados obtidos foram maiores que ($2,50 \pm 0,06$ g/100 g e $3,33 \pm 0,21$ g/100 g) apresentados por Borges et al. (2008) e de 2,4 g/100 g apresentado por Demiate et al. (2001).

Para Demiate et al. (2001) em estudos com castanhas mostraram que para além do amido, os índices de lípidos (5,39g /100g), cinzas (2,14g /100g), fibra (2,34g /100g) e proteína (5,58g /100g) foram resultados muito semelhantes ao que foi verificado nos testes neste trabalho. (Figura 16).

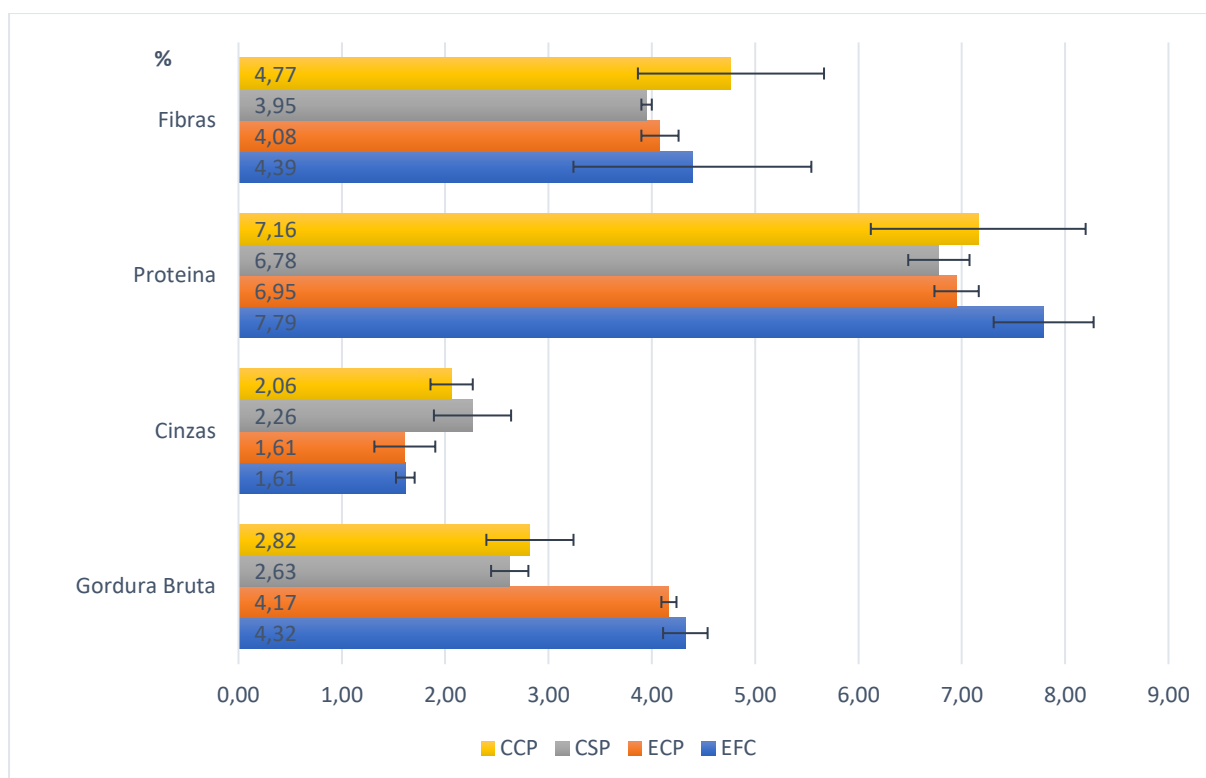


Figura 16 - Composição físico-química elementar das farinhas de castanha.

(EFC - castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV).

4.2 Análise Física dos pães

4.2.1 Teste de Compressão (TPA)

Aplicado o teste de compressão em todas as amostras (EFC - Castanha da empresa secas e boas | ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV | CCP – Castanha com película produzida na ESAV | CSP- Castanha sem película produzida na ESAV | SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo) todos em duas fornadas com 6 pães cada e da amostra COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) com 6 pães de dois sacos diferentes, os resultados estão apresentados nas Figuras 17 e 18.

Ao analisar o gráfico na Figura 17, podemos concluir que as amostras COM e ECP mostraram uma leveza maior, com valores menores de dureza e mastigabilidade. A dureza está amplamente ligada a facilidade de mastigação do pão, pois quanto maior a dureza do pão, mais difícil é a mastigação. A amostra com valor maior foi no ensaio 2 da amostra CCP (20,03%).

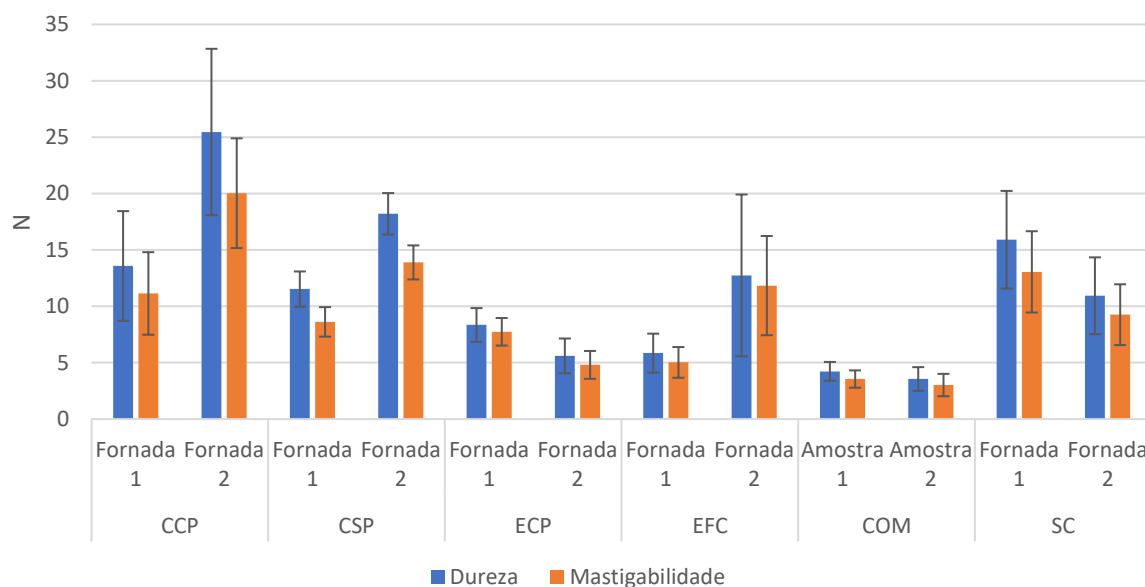


Figura 17 – Dureza e mastigabilidade da média das amostras dos pães de farinha de castanha e amostras de controlo.

(EFC - Castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

Quando se analisou a média na Figura 18, todas as amostras para a dureza e mastigabilidade, pôde-se definir que a amostra CCP foi a que apresentou maior dureza (19,51 N) e mastigabilidade (15,58 N) mais altos. As amostras CSP e SC apresentou valores próximos para dureza (14,86 N e 13,42 N respetivamente) e para mastigabilidade (10,95 N e 11,15 N respetivamente). Já a amostra COM apresentou valores bem distintos das demais amostras nesse aspeto, sendo 3,89 N para dureza e 3,28 N para mastigabilidade.

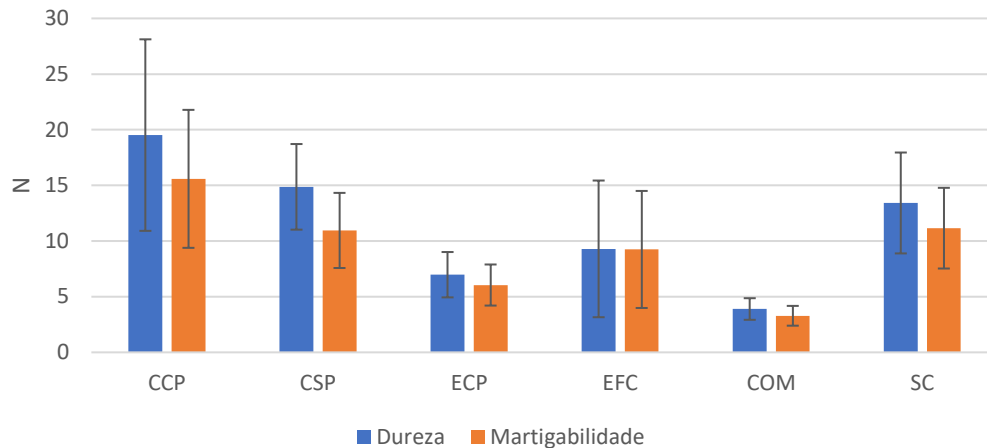


Figura 18– Dureza e mastigabilidade na média das amostras dos pães de castanha e amostra de controlo. (EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

No teste de compressão também foi possível analisar através da Figura 19, a resiliência, coesividade e elasticidade de cada amostra e notou-se que todas as amostras são semelhantes nestes aspetos. Assim como para a coesividade apresentaram valores entre 76 e 87%. Para a resiliência todas as amostras foram similares entre si. Para a coesividade a fornada 1 do pão CCP, fornada 1 do pão ECP, fornada 1 e 2 do pão SC e as amostras 1 e 2 do pão COM foram similares e seus resultados acima dos 80%. Para o teste de elasticidade a fornada 2 do pão EFC apresentou o maior resultado 126,63%, enquanto as demais tiveram resultados entre 96 e 119%

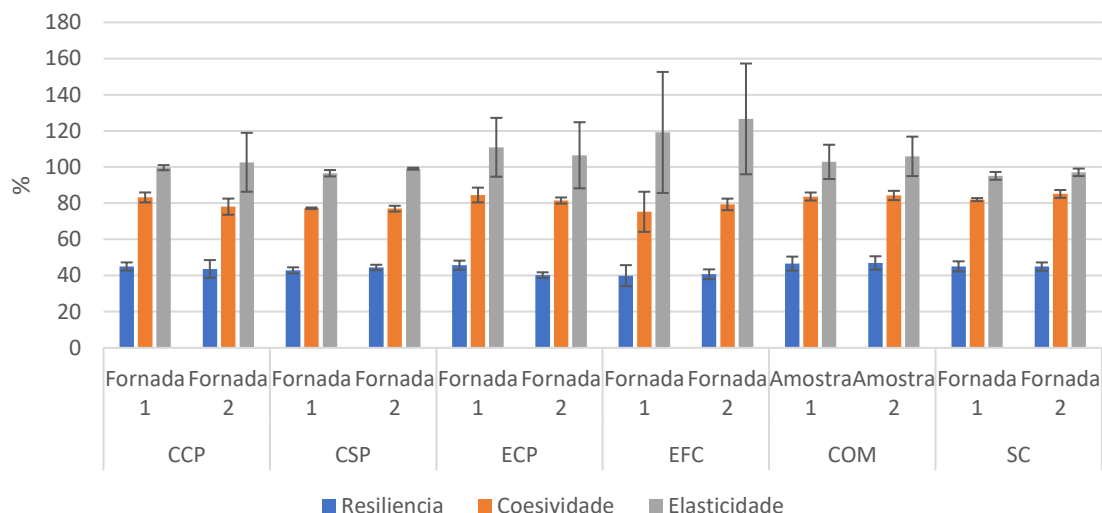


Figura 19 - Resiliência, coesividade e elasticidade das amostras de pães de castanha e amostras de controle.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controle) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controle).

A Figura 20, mostra que todas as amostras foram similares nos três testes. Para o teste de resiliência foi obtido média de 43,84%, para a coesividade a média é de 80,93% e para elasticidade a média é 105,18%. Com uma pequena diferença entre as amostras EFC e SC para elasticidade, onde é apresentado para EFC 122,89%, sendo a média maior entre as amostras, 96,11% para a amostra SC, sendo a menor média encontrada.

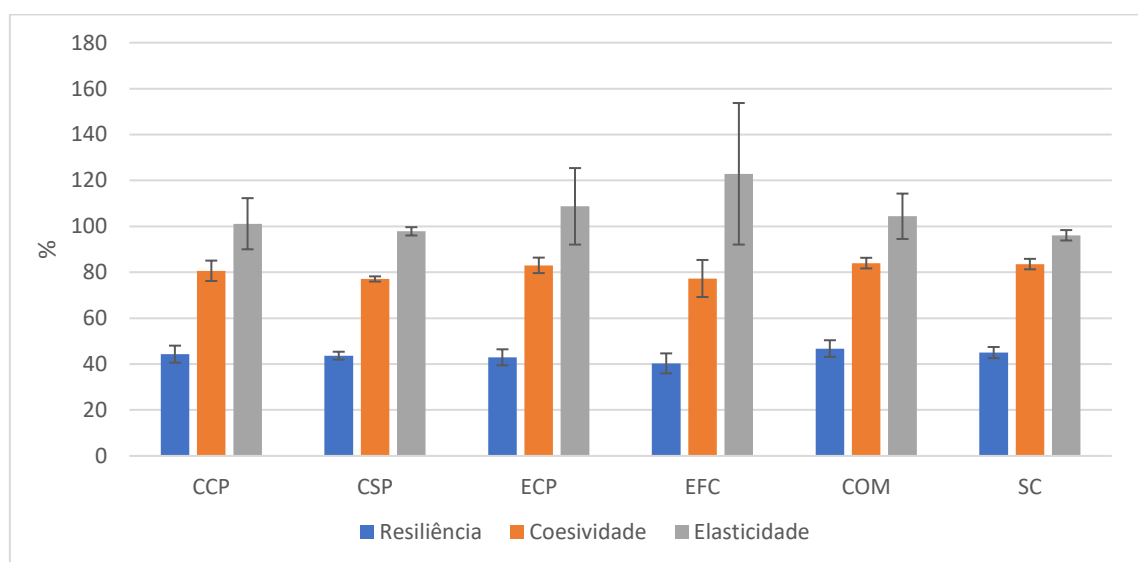


Figura 20 – Resiliência, coesividade e elasticidade na média das amostras dos pães de castanha e amostras de controle.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV / CCP – Castanha com película produzida na ESAV / CSP- Castanha sem película produzida na ESAV / COM – Pão BIMBO (amostra de controle) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controle)

4.2.2 Teste de Perfuração

Para a firmeza da crosta e do miolo observa-se que o pão COM obteve os menores valores e os mais concisos entre os seus pães em ambas amostras analisadas (0,2 a 0,3 N), sendo a amostra mais mole nomeadamente à crosta e ao miolo. Já a amostra SC foi a que apresentou uma crosta mais firme com (0,8 a 1,3 N), sendo a firmeza do miolo similar a do pão CCP (Castanha Com Pelicula) e da fornada 2 do pão EFC (Empresa Farinha de Castanha).

As médias para a firmeza da crosta foi maior que a firmeza do miolo em todos os testes, na média por amostra é possível verificar que o pão COM teve o menor resultado (0,1 a 0,2 N) enquanto a SC o maior resultado e maior diferença entre a firmeza da crosta e miolo.

As amostras CSP, ECP e EFC apresentaram diferenças na crosta e no miolo quando comparadas entre suas fornadas. Enquanto as demais amostras, apresentaram uma tendência e constância entre as fornadas/ amostras.

A tendência da firmeza da crosta é acompanhada pela firmeza do miolo que apresentam em todos os testes valores menores que a crosta. (Figura 21 e 22).

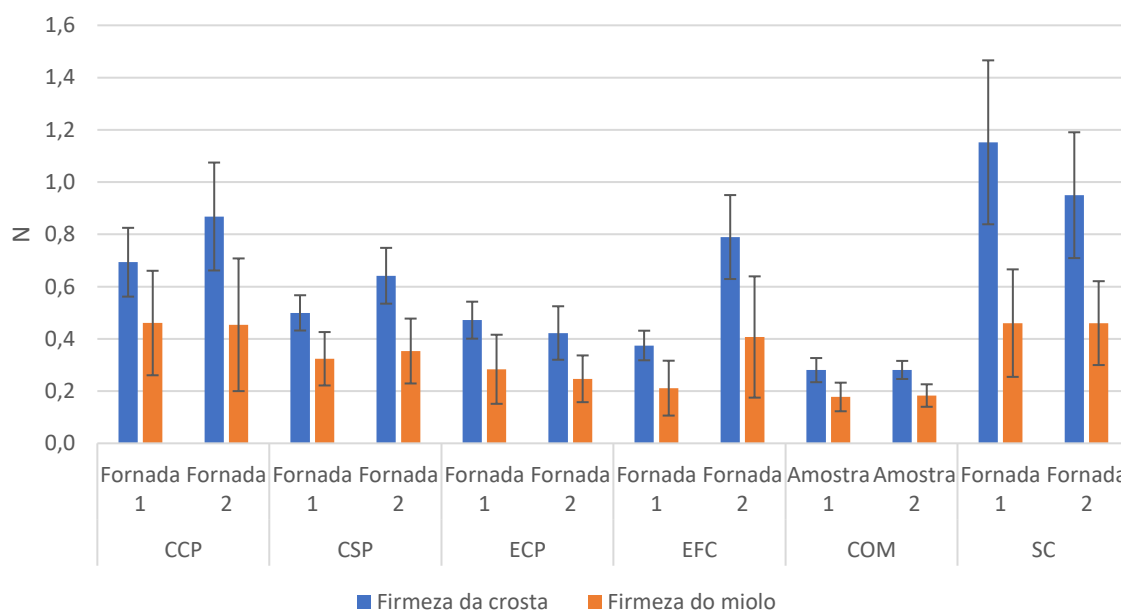


Figura 21 – Firmeza da crosta e miolo do pão de castanha e amostras de controlo.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com pelicula produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem pelicula produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

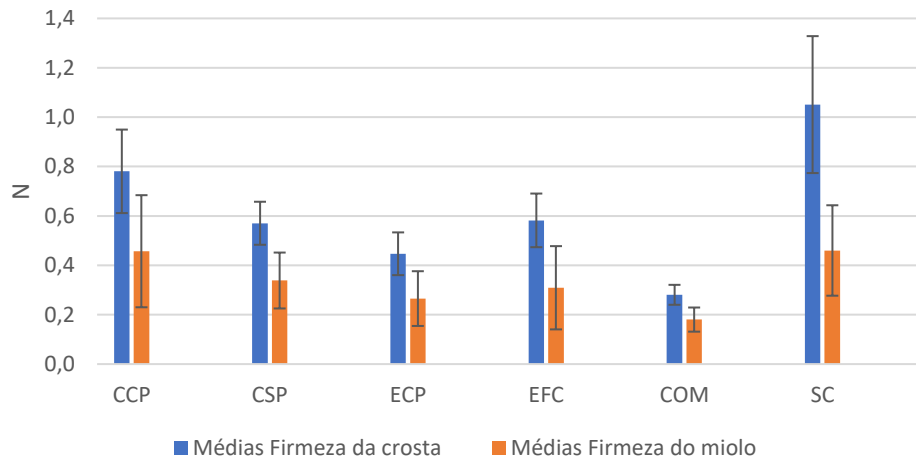


Figura 22 – Média da firmeza da crosta e miolo do pão de castanha e amostras de controlo.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

Para o teste de pegajosidade os pães de castanha mostraram-se mais viscosos, porem com uma viscosidade muito semelhante as amostras de controlo.

As amostras CCP e COM apresentaram similaridades entre seus resultados por amostra em que nas demais, houve variação por fornadas. A amostra COM apresentou os menores valores com média de -0,09 N, já a amostra SC mostrou os maiores valores com média de -0,27 N.

Para a adesividade os resultados da amostra COM também apresentaram valores menores que as demais amostras, com média de -0,35 N, o que à torna a amostra com menor adesividade e menor viscosidade quando comparada com as demais amostras. Entretanto a variação para a adesividade é muito menor que para a viscosidade estando as demais amostras entre -1,23 e -2,15 N. Os resultados são apresentados nas Figuras 23 e 24.

Produção de pães hipermacios com farinha de *Castanea sativa* Mill. para redes de *fast-food*

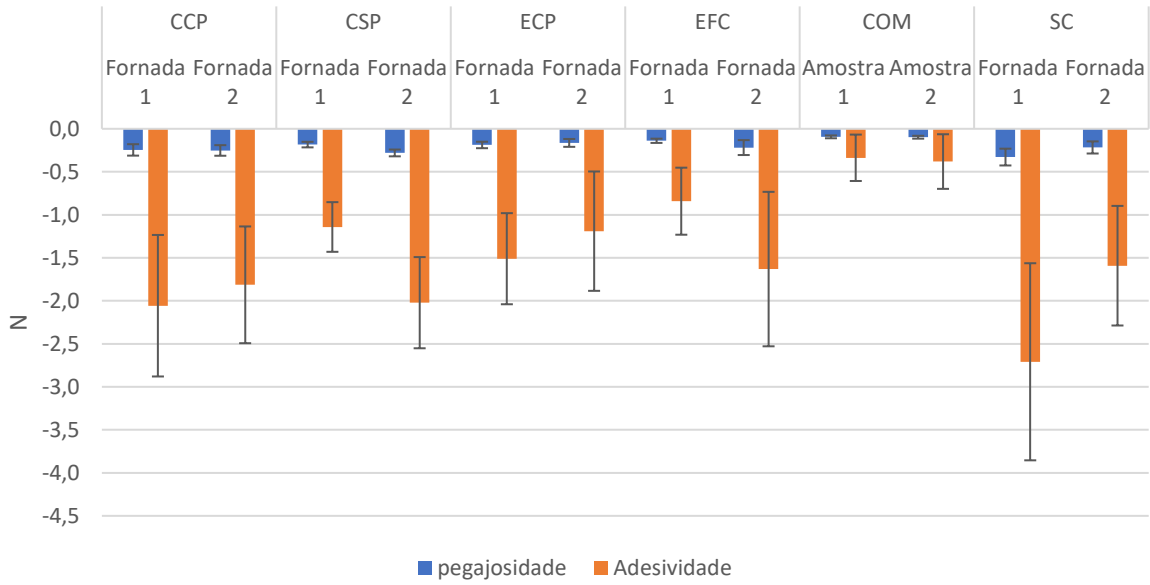


Figura 23 – Pegajosidade e adesividade dos pães de castanha e amostras de controlo.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

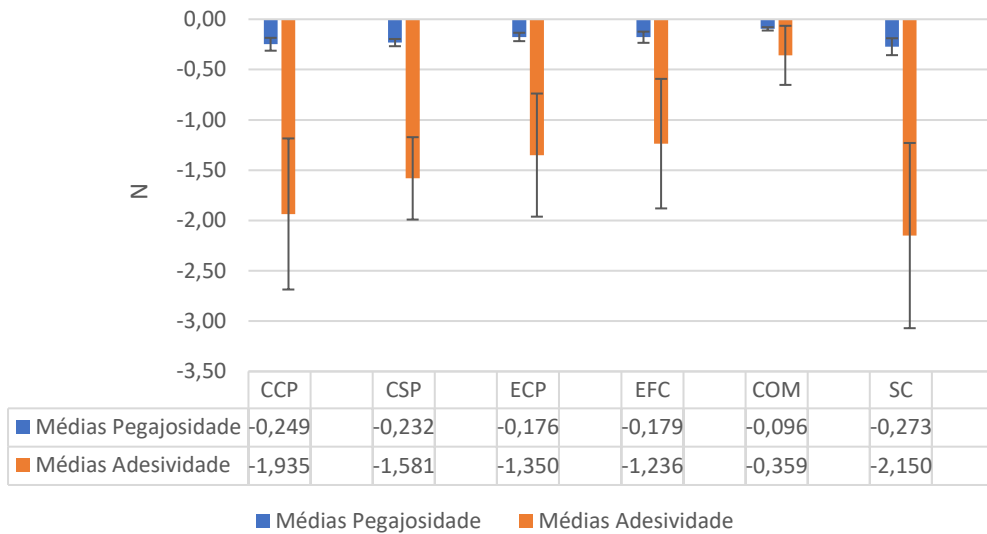


Figura 24 – Média da pegajosidade e adesividade dos pães de castanha e amostra de controlo

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

4.2.3 Teste de cor

Realizado o teste de cor se chegou aos resultados a seguir para a coordenada L* (luminosidade) apresentado na Figura 25 e 26.

Na variação entre branco e preto na luminosidade L*, observa-se que os pães mantiveram uma padronização com média de $(46,38 \pm 2,19)$ pontos na coordenada que varia de 1 a 100. Na face de baixo são mais escuros, pelo contacto com a forma a uma temperatura mais alta, os lados por serem protegidos pelo papel tende a ser mais claro e em cima apenas a amostra CSP apresentou uma cor mais escura que as demais amostras $(31,08 \pm 5,06)$. Tais valores estão em acordo com a pesquisa de Dall'Asta et al. (2013a), a qual afirma que a variação entre uma amostra com e sem castanha se deve à quantidade de açúcar presente na castanha e devido a reação de Maillard segundo os estudos feitos por Fontes (2014).

Na parte superior observou-se uma grande variação entre as amostras, estando entre $31,08 \pm 5,06$ a fornada 2 do pão CSP (Castanha Sem Pelicula) e $61,34 \pm 7,72$ para o pão EFC (Empresa Farinha de Castanha) na fornada 1.

Na média dos testes para a parte superior dos pães, as amostras EFC e COM apresentaram resultados similares e são as amostras mais escuras. Já as amostras ECP e CSP que também apresentaram resultados semelhantes apresentou diferença na amostra CCP que foi a mais clara dentre todas as amostras na análise da parte superior dos pães.

Na média das amostras, apresentado na Figura 26, observou-se que os pães EFC (54,56) e COM (54,96), foram as amostras mais escuras. ECP (44,08) e CSP (44,05) foram semelhantes e o pão mais claro foi o CCP com 35,48 na parte superior dos pães.

Na análise do lado dos pães, o pão SC mostrou-se o mais escuro com 66,68 e o pão CCP foi o mais claro 47,29.

Para a parte de baixo dos pães neste teste, a amostra COM foi a que mais divergiu das demais sendo a mais escura. Entretanto todas as demais amostras apresentaram resultados semelhantes.

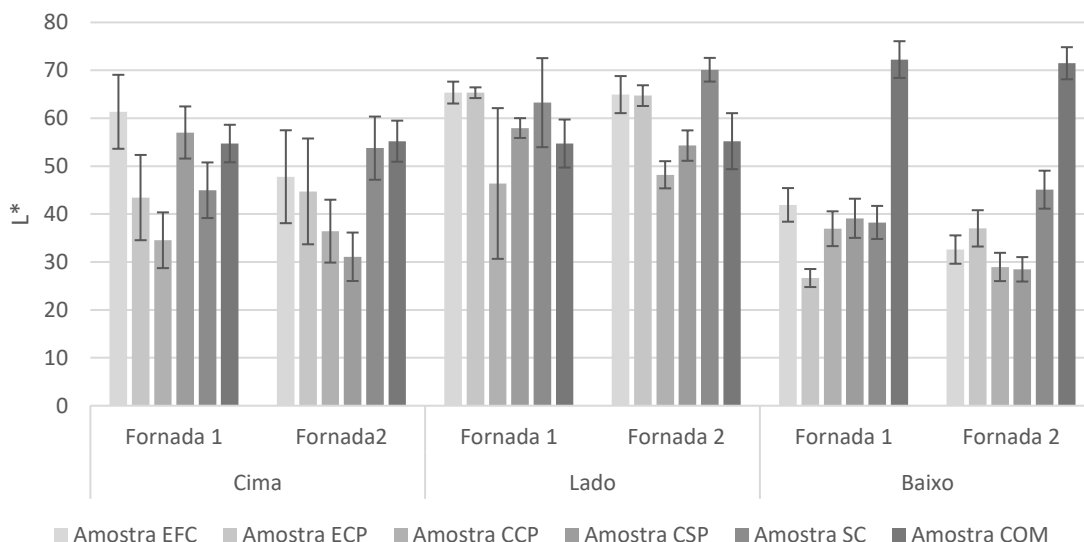


Figura 25 – Teste de cor para a coordenada L*, das fornadas 1 e 2 com leituras da parte superior, lateral e baixo das amostras dos pães de castanha e das amostras de controlo.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

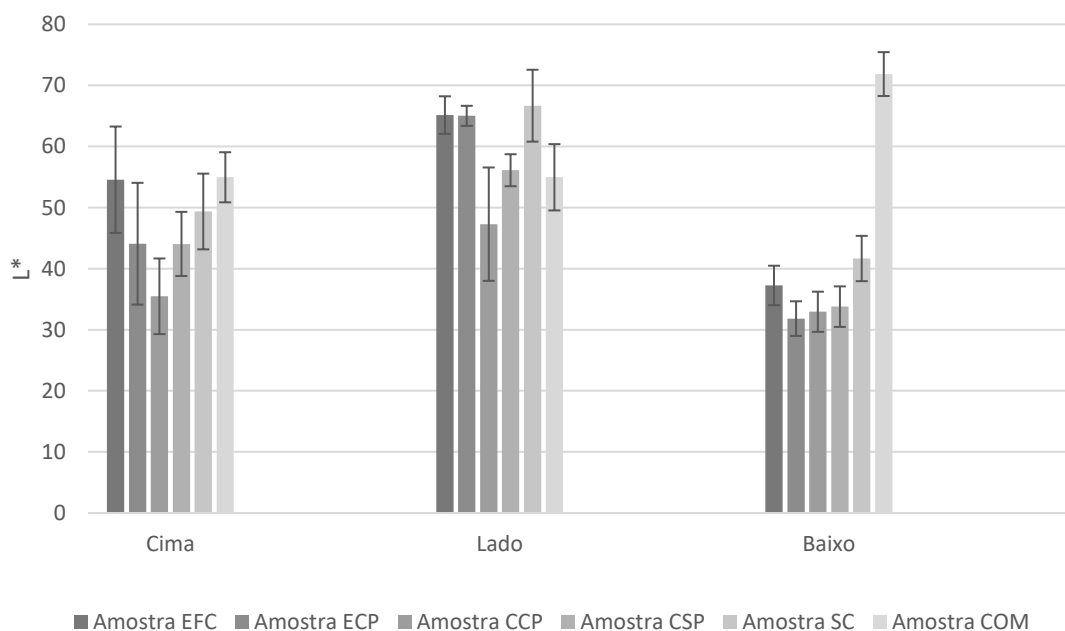


Figura 26 – Média teste de cor das fornadas 1 e 2 para a coordenada L* com leituras da parte superior, lateral e baixo das amostras dos pães de castanha e das amostras de controlo.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

Relativamente a coordenada a* os valores variam em -60 (cor verde) e +60 (cor vermelha) e no caso deste estudo todas as amostras foram positivas.

De um modo geral, existe coerência entre os valores encontrados nas fornadas dos pães cozidos.

Para a parte de cima dos pães das amostras EFC e CSP existem diferenças significativas da coordenada a^* , na parte de cima dos pães o mesmo acontece na parte de baixo da amostra ECP. Na fornada 1 das amostras EFC e CSP apresentaram valores inferiores das demais ($8,16 \pm 5,68$ e $7,91 \pm 2,74$) respetivamente. Nos demais pães a média foi de $15,91 \pm 2,22$ pontos na coordenada e os padrões do teste da coordenada L^* se repete, em que na parte lateral os valores foram menores que a parte superior e de baixo.

Os valores para o lado do pão foram os que tiveram valores mais baixos na coordenada a^* e as amostras que apresentaram valores mais altos entre as amostras na medição do lado dos pães foram a amostra CCP e CSP ($7,59 \pm 0,54$ para pão CCP na fornada 2 e $7,79 \pm 2,22$ para a amostra CSP na fornada 2).

Já nas medições na parte de baixo das amostras COM e ECP apresentaram valores inferiores à média de $15,22 \pm 0,68$, sendo para a amostra COM ($10,58 \pm 3,53$ na fornada 1 / $11,53 \pm 2,90$ na fornada 2) e para ECP ($12,71 \pm 2,07$ na fornada 1).

Tanto a parte de cima como a de baixo apresentam valores de a^* mais elevados o que significa a predominância da cor vermelha, muito possivelmente devido a reação de caramelização dos açúcares e reação Maillard devido à temperatura de cozedura elevada e os resultados estão apresentados na Figura 27 e 28.

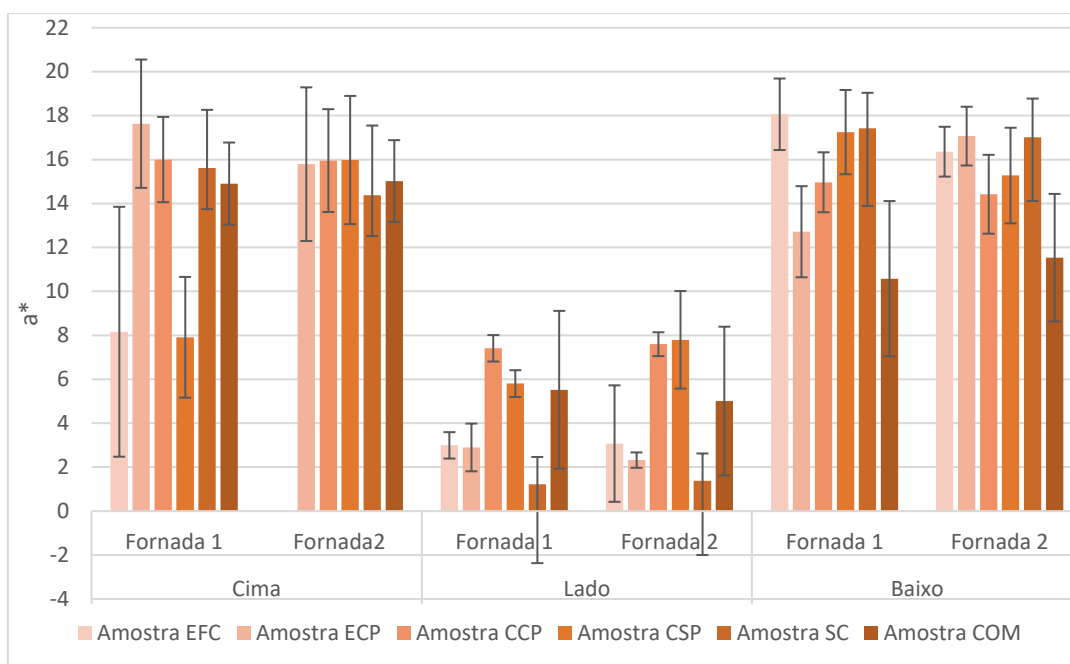


Figura 27 – Teste de cor para a coordenada a^* , das fornadas 1 e 2 com leituras da parte superior, lateral e baixo das amostras dos pães de castanha e das amostras de controlo.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

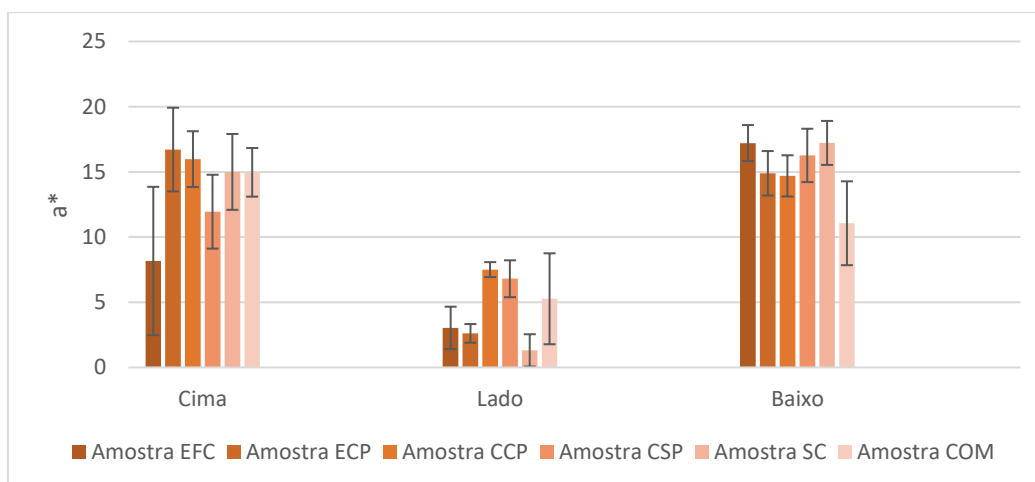


Figura 28 – Média do teste de cor para a coordenada a^* , das fornadas 1 e 2 com leituras da parte superior, lateral e baixo das amostras dos pães de castanha e das amostras de controlo.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

Para a coordenada b^* revelou-se a pureza da cor, os valores estão entre -60 (azul) e +60 (amarelo) e para as medições da parte superior dos pães da amostra CSP na fornada 2 apresentou o menor valor ($18,01 \pm 6,60$) seguido da amostra CCP

($20,95 \pm 5,69$ e $22,38 \pm 5,61$ na fornada 1 e 2 respetivamente). Já os valores mais elevados verificaram-se entre $35,06 \pm 1,80$ e $36,16 \pm 1,27$ na fornada 1 e 2 da amostra COM.

Ao analisar as medições de lado dos pães, o CCP apresenta novamente os menores valores ($22,73 \pm 1,36$ e $22,29 \pm 1,56$ nas fornadas 1 e 2) enquanto os maiores valores estiveram na amostra SC ($30,60 \pm 2,27$ e $31,74 \pm 2,30$).

Ao comparar por fornadas, apenas os resultados do lado dos pães foram similares entre as fornadas, o que não aconteceu na parte superior e de baixo. E no gráfico das médias da coordenada b^* é de fácil perceção que as amostras foram mais concisas entre si, em ambos lados da análise os resultados foram similares. Sendo a amostra CCP a que apresenta menor valor para o teste.

Relativamente a parte de baixo, o menor valor é o da fornada 1 da amostra ECP ($12,71 \pm 3,00$) e o maior na amostra COM ($37,59 \pm 2,63$). (Figura 29 e 30).

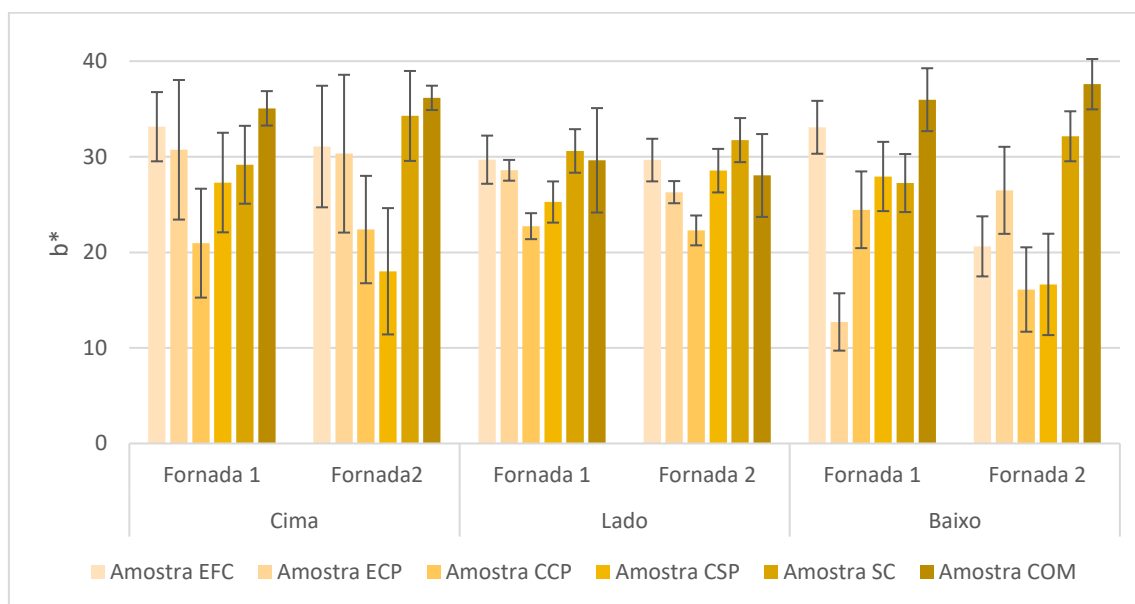


Figura 29 – Teste de cor para a coordenada b^* , das fornadas 1 e 2 com leituras da parte superior, lateral e baixo das amostras dos pães de castanha e das amostras de controlo.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película manipulada na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

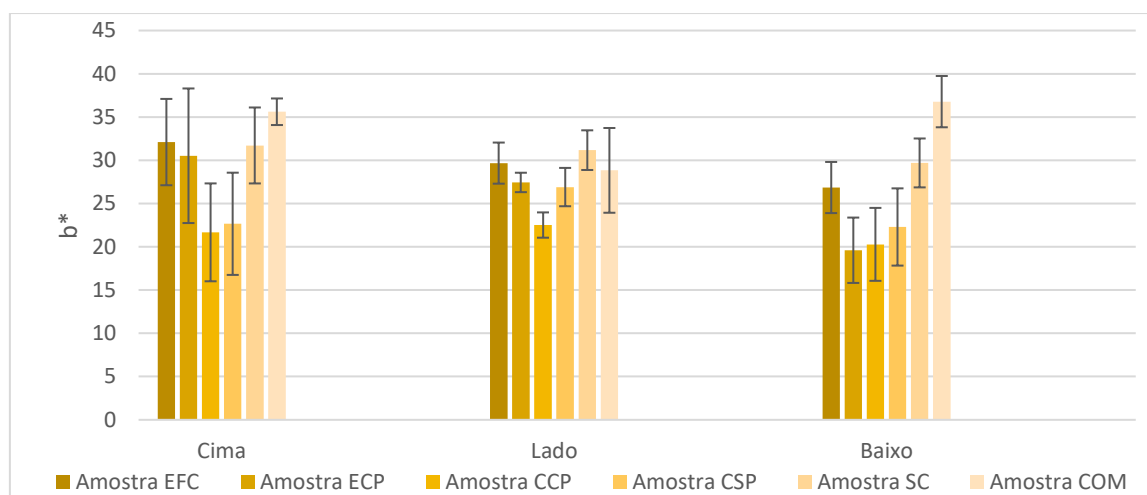


Figura 30 – Média do teste de cor para a coordenada b*, das fornadas 1 e 2 com leituras da parte superior, lateral e baixo das amostras dos pães de castanha e das amostras de controlo.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película manipulada na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

Ao analisarmos as amostras comparando a diferença de cor com a amostra de controlo COM, teremos a Figura 31.

Na análise de ΔE , os valores positivos mostram que a amostra é mais clara que a amostra de controlo que para esse trabalho foi considerada a amostra COM.

Na amostra CCP na fornada 1 apresentou a maior diferença que foi 24,64, enquanto as demais amostras variaram entre EFC (9,64) e ECP (12,38). Já na fornada 2 a maior diferença esta na amostra CSP (30,20), seguido pela amostra CCP (23,31) e a amostra SC, apresentou a menor diferença 2,47.

Para o lado a amostra CCP obteve o maior resultado em ambos ensaios (26,84 e 24,11). As amostras EFC e ECP apresentam resultados semelhantes em ambas fornadas.

Há diferenças significativas, nomeadamente na parte de baixo dos pães quando comparado com a amostra de controlo, com destaque no ensaio 1 da amostra ECP (42,48) e as demais amostras apresentam resultados semelhantes entre 21 e 29 na fornada 1. E na fornada 2, a amostra CSP mostrou um valor de 39,84, bem semelhante a amostra CCP (39,64). Na fornada 2 a amostra que apresentou menor diferença com a amostra de controlo foi a amostra SC (18,73).

Relativamente as medições na parte superior e lateral na Figura 32 das médias da diferença de cor, foram menores do que as diferenças da parte de baixo dos pães. As amostras EFC, ECP e CCP foram as que mostraram menor desvio padrão entre as amostras quando analisado as duas fornadas em conjunto.

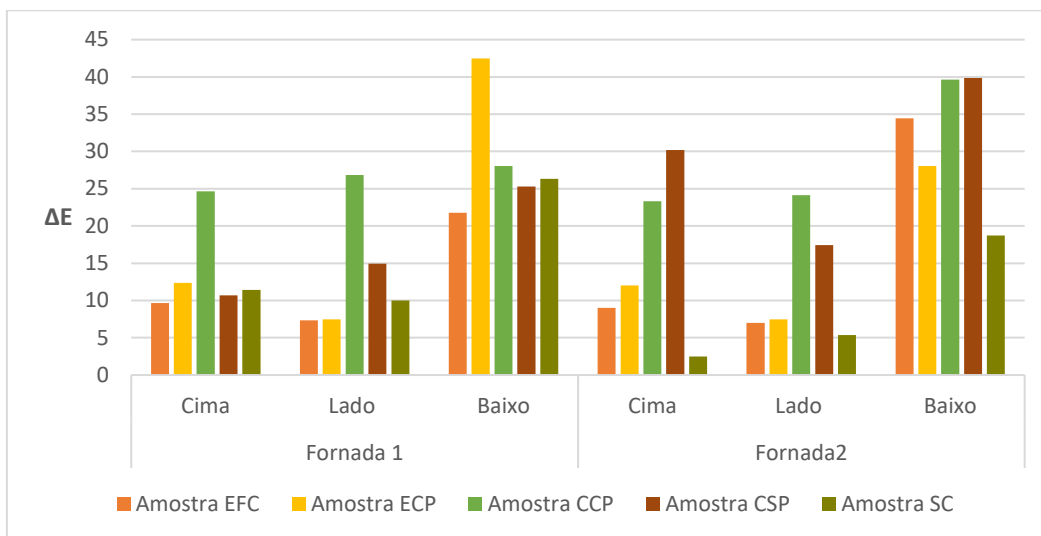


Figura 31 – Diferença de cor - ΔE (CIELAB) , com leituras da parte superior, lateral e baixo das amostras dos pães de castanha comparado a amostra de controlo COM nas fornadas 1 e 2.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e manipulada na ESAV/ CCP – Castanha com película manipulada e produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película manipulada e produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

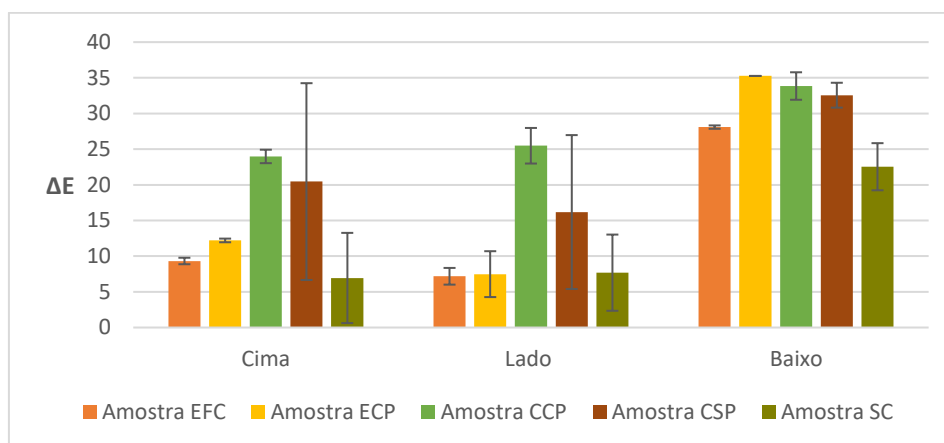


Figura 32 – Média da diferença de cor - ΔE (CIELAB), com leituras da parte superior, lateral e baixo das amostras dos pães de castanha comparado a amostra de controlo COM.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e manipulada na ESAV/ CCP – Castanha com película manipulada e produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película manipulada e produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

4.2.4 Caracterização alveolar

As amostras dos pães foram digitalizadas e são apresentadas na Figura 33. E as imagens scaneadas, foram posteriormente processadas e analisada com recurso ao software *ImageJ*. Na Figura 34 apresenta-se o negativo da imagem da amostra ECP, como exemplo.

As medições obtidas com o teste no *ImageJ* foram tabuladas, em primeira análise para avaliar a contagem de alvéolos é apresentada na Figura 35, o tamanho dos alvéolos das amostras mostra-se na Figura 36, a área média ocupada pelos alvéolos apresenta-se na Figura 37 e a percentagem de área ocupada pelos alvéolos apresenta-se na Figura 38.

Na contagem de alvéolos, verifica-se diferenças entre as amostras de controlo COM (936,17) e SC (373,00) onde COM apresenta maior número de alvéolos dentre todas as amostras, portanto compararmos com a amostra BIMBO® (COM) todas as amostras restantes estariam muito abaixo do esperado, nomeadamente a contagem de alvéolos. Isso deve-se ao pouco espaço para crescimento dentro do aro. Dentre os pães de castanha a amostra CSP foi o pão de castanha que apresentou maior número de alvéolos, o que pode ser devido a granulometria da farinha, que parecia ser mais fina, embora não se tenha comprovado esta teoria com testes efetivos. O aumento significativo na dureza, mastigabilidade, resiliência, coesividade e elasticidade das amostras com castanha também é equiparado com a diferença de peso das amostras, estas amostras, como visto anteriormente, foram fracionados em 100g (peso cru), e após última fermentação cresceu cerca de 18-30g e após cozedura perdeu cerca de 10g. Já a amostra COM possui cerca de 90g (peso cozido), portanto futuramente, deve-se considerar uma redução para 70-80g de massa crua antes da última fermentação, assim a massa terá mais espaço para se desenvolver o que refletira principalmente na dureza e mastigabilidade do pão de castanha.

As amostras EFC e ECP tiveram valores semelhantes e parecido com a amostra de pão só com trigo.

Já se compararmos as amostras de castanha baseados na amostra de controlo SC (0,75 mm) e COM (1,89 mm) foram as que apresentaram um tamanho pequeno de alvéolos face as demais amostras, já a amostra CSP (1,78 mm), apresentou melhores resultados comparado as de controlo, portanto foi a que teve alvéolos menores, para a amostra CCP (6,94 mm), EFC (5,53 mm) e ECP (6,43 mm), tiveram resultados

semelhantes sendo a CCP com maiores alvéolos. É possível ainda observar que os tamanhos médios dos alvéolos que foram maiores nas amostras EFC, ECP e CCP, as quais anteriormente mostraram uma contagem menor, contudo é de se notar que apesar de menor quantidade estes são maiores.

As áreas alveolares foram maiores nas amostras EFC (1045,29 mm²), ECP (1003,36 mm²) e CCP (908,97 mm²), foram maiores que as demais com média de 625,18 mm² onde a amostra CSP (595,58 mm²) apresentou resultados semelhantes as amostras SC e COM.

- A amostra de controlo COM foi a que teve maior número de alvéolos 936,17 em uma área de 644,15 mm² e foi a que teve tamanho médio menor 0,75mm, o que representa 36,29% da área ocupada pelos alvéolos.
- A amostra de controlo SC mostrou uma contagem de 373,00 de alvéolos em uma área de 635,80 mm² e tamanho médio de 1,89 mm, ocupando assim uma área de 47,65% por alvéolos.
- A amostra CCP apresentou 166,36 alvéolos em uma área de 908,97 mm², com tamanho médio de 6,94 mm e representa 74,80% da área ocupada pelos alvéolos.
- A amostra CSP apresentou uma contagem de 495,08 de alvéolos em uma área de 595,58 mm² de tamanho médio de 1,78 mm e os alvéolos, portanto ocupam 48,63% do pão.
- A amostra ECP mostrou uma contagem de 314,00 de alvéolos, em uma área de 1003,36 mm² e tamanho médio de 6,43 mm, ocupando assim uma área de 68,70% por alvéolos.
- A amostra EFC apresentou uma contagem de 315,75 de alvéolos, em uma área de 1045,29 mm² de tamanho médio de 5,53 mm e os alvéolos, portanto ocupam 68,70% do pão.

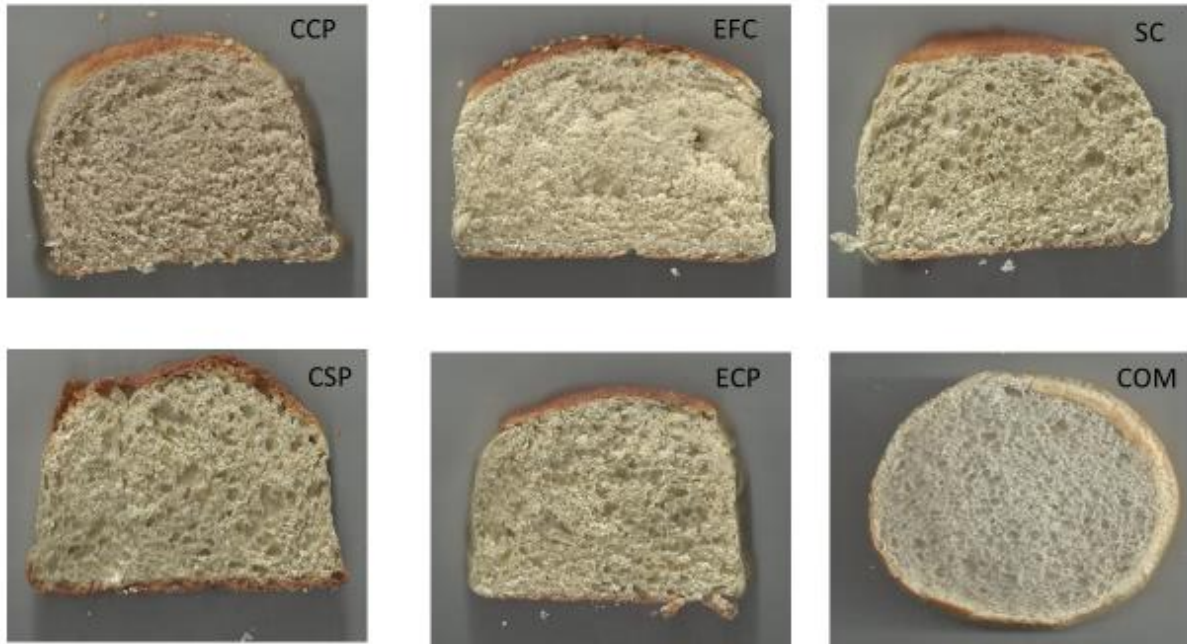


Figura 33- Imagens das amostras dos pães de castanha e amostras de controlo scaneadas. (EFC - Castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO® (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

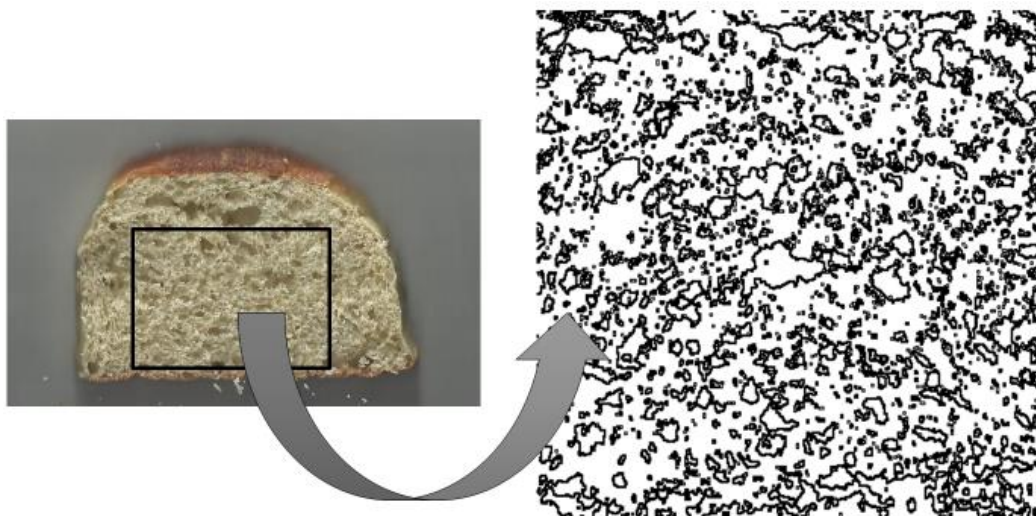


Figura 34 – Imagem do pão ECP e seu respetivo negativo (ECP – Castanha da empresa, moídas na ESAV).

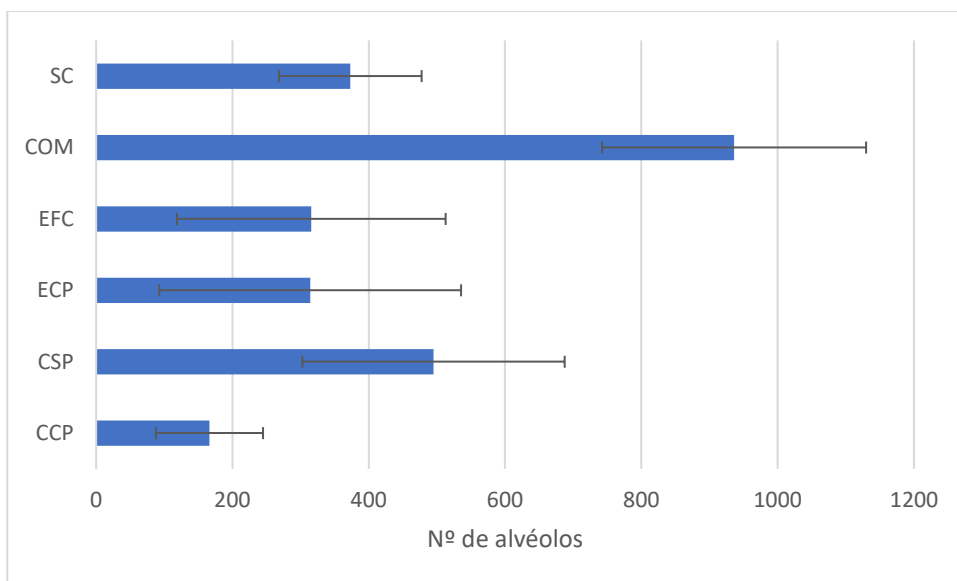


Figura 35 – Contagem de alvéolos das amostras de pão de castanha e pães de controlo.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

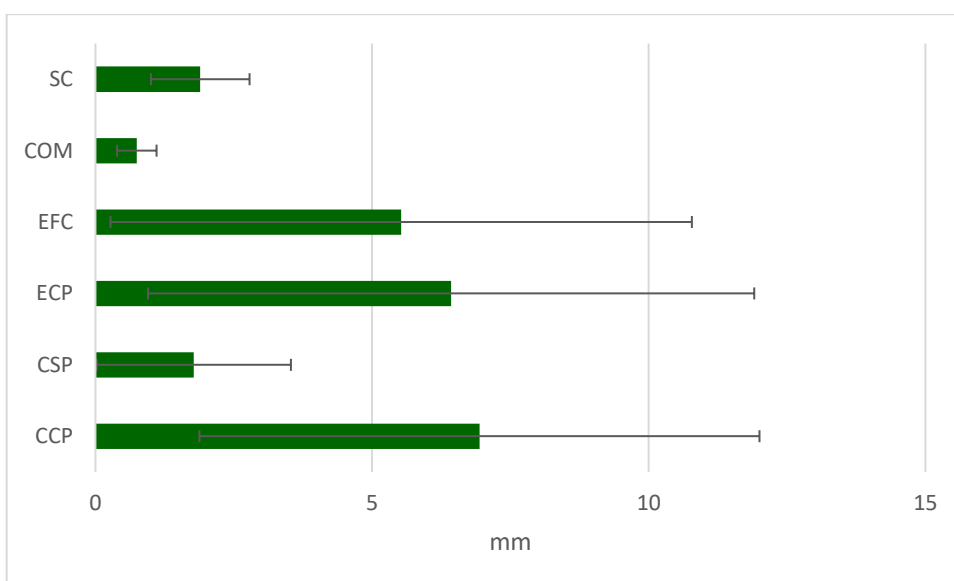


Figura 36 - Tamanho médio (mm) de cada alvéolo nas amostras de pão de castanha e pães de controlo.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO® (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

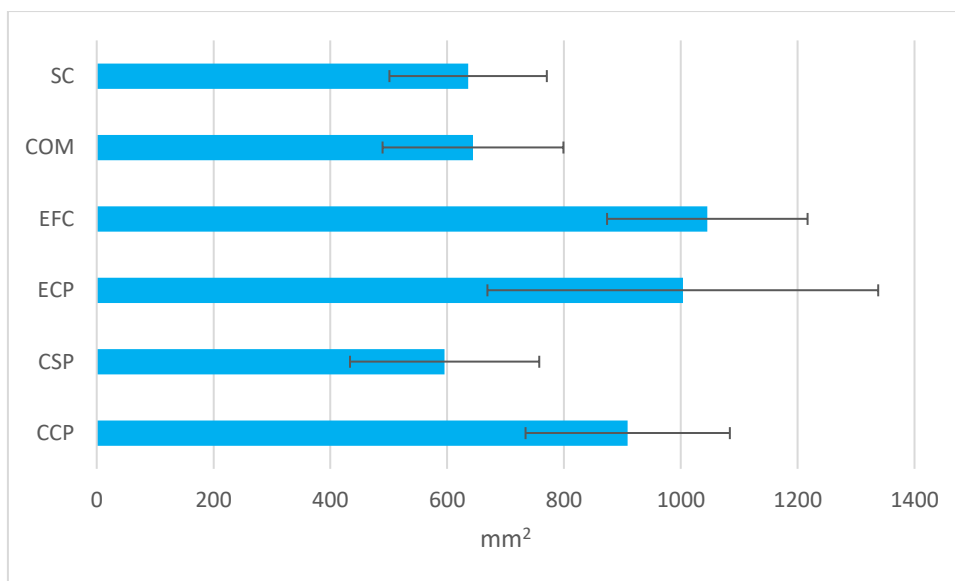


Figura 37 - Área alveolar (mm²) das amostras de pão de castanha e amostras de controle. (EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controle) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controle).

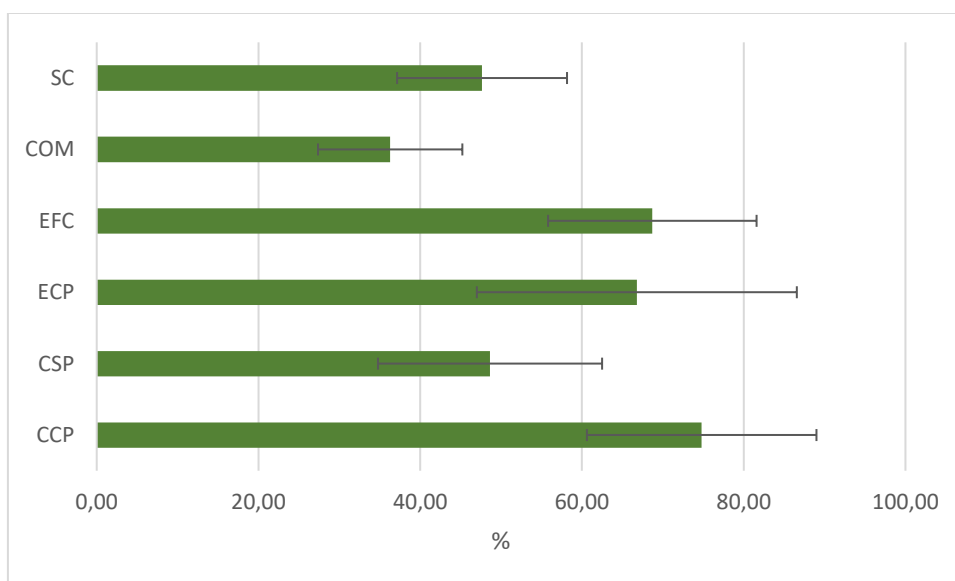


Figura 38 – Percentagem ocupada pelos alvéolos nas amostras de pão de castanha e amostras de controle.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO® (amostra de controle) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controle).

Analisando o perímetro é possível observar que a amostra COM (Comercial) apresentou a menor soma de seus lados, totalizando 3,35 mm. Enquanto a amostra CCP (Castanha Com Película) apresentou 8,06 mm de perímetro, sendo a amostra com maior somatória.

Para a circularidade quanto mais próximo de 1, mais redondo é o alvéolo e em todas as amostras foi muito semelhante, variando entre 0,80 – 0,82, com valor médio de 0,81.

E para solidez que expressa o ângulo convexo do alvéolo, que é a relação entre a área projetada (A) e a área do fecho convexo (AC). Indica quão compacta é a imagem da partícula a partir da expressão $S = \frac{A}{Ac}$, sendo o resultado mais próximo a 0 uma linha reta e a 1 um círculo perfeito.

Todas as amostras apresentaram resultados semelhantes entre 0,88 - 0,89 na média de todas as amostras. Ou seja, os alvéolos na amostra são mais arredondados. como apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 –Perímetro, circularidade e solidez dos pães de castanha e amostras de controlo.

	Perímetro (mm)	Circularidade	Solidez
CCP	8,06 ± 2,41	0,82 ± 0,03	0,89 ± 0,02
CSP	5,02 ± 2,06	0,81 ± 0,02	0,88 ± 0,01
ECP	7,32 ± 2,56	0,81 ± 0,02	0,89 ± 0,01
EFC	7,53 ± 2,29	0,82 ± 0,03	0,89 ± 0,01
COM	3,35 ± 1,07	0,81 ± 0,03	0,88 ± 0,01
SC	5,68 ± 1,41	0,80 ± 0,02	0,88 ± 0,01

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO® (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

4.2.5 Análise sensorial das amostras dos pães de castanha.

Os pães foram submetidos a uma análise sensorial com um novo painel de provadores, encontrando-se os resultados nas Figuras 39, 40 e 41.

Da análise da Figura 39, dos resultados do aroma e do sabor, as amostras CSP, CCP, EFC e ECP apresentaram resultados muito próximos em todos os parâmetros. Já a amostra COM e SC por não possuírem castanhas na sua composição a pontuação neste parâmetro foi baixa e os sabores a sal e relativamente a intensidade apresentaram resultados mais baixos que as demais amostras e para o sabor a doce e a tostado pontuaram valores próximos a das outras amostras.

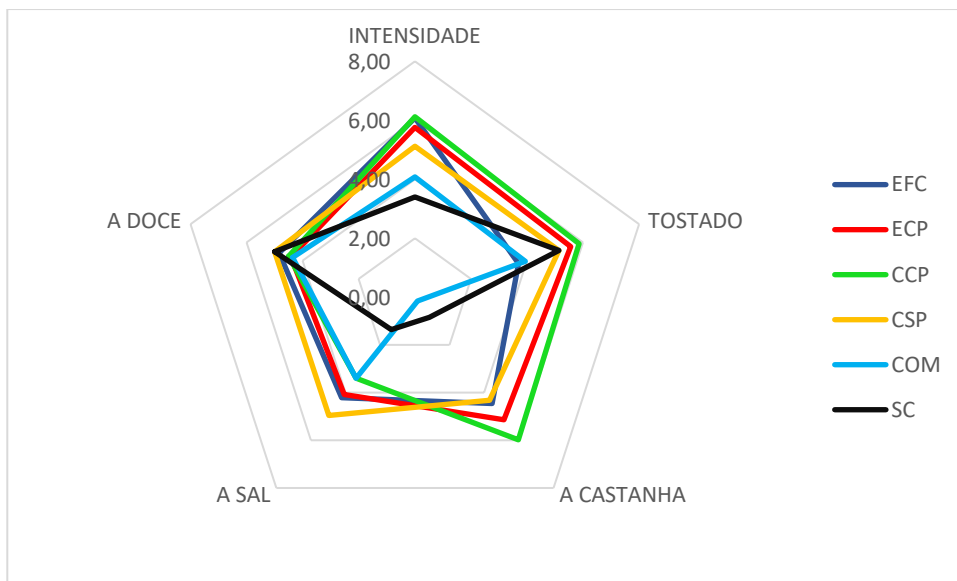


Figura 39 –Análise sensorial referente ao aroma e sabor das amostras de pão de castanha.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO® (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

A amostra SC (Sem Castanha) é a menos densa (2,92 pontos) comparando com as restantes, as quais apresentaram resultados entre 4,72 e 5,78 pontos. A elasticidade nas amostras CCP, SC e COM são semelhantes e mostram resultados entre 3,3 – 3,4 pontos e a EFC foi a mais elástica entre as amostras com 5,16 pontos (Figura 40).

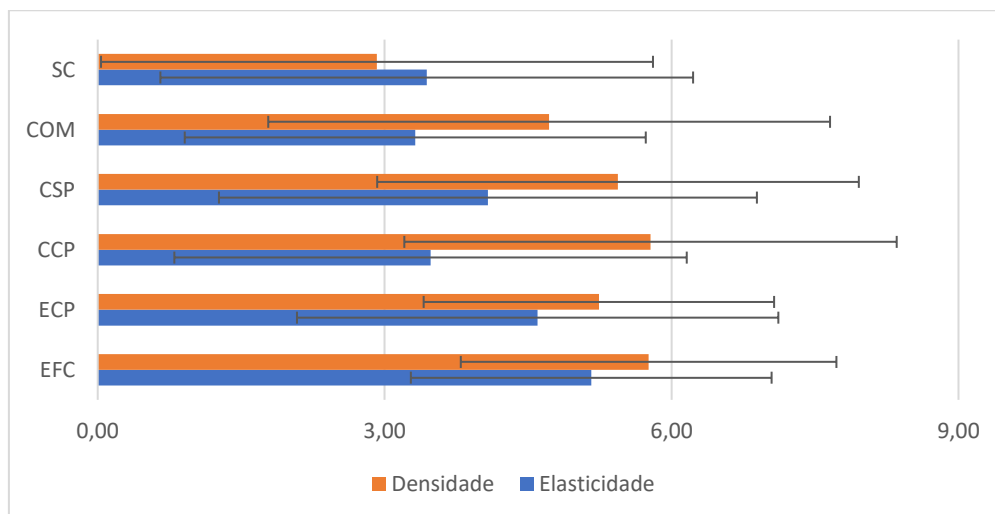


Figura 40 – Textura (densidade e elasticidade) da análise sensorial dos pães.

(EFC -farinha de castanha da empresa, ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV, CCP – Castanha com película produzida na ESAV, CSP- Castanha sem película produzida na ESAV, COM – Pão BIMBO® (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

Relativamente à Figura 41, é possível analisar que as amostras ECP, CCP, CSP e COM apresentaram resultados muito próximos para os parâmetros analisados nesse teste, nomeadamente a cor da cêdea (7,3 pontos) e do miolo (6 pontos), assim como a uniformidade da cêdea (6,2 pontos) e miolo (6,4 pontos). A amostra EFC e SC apresentaram resultados mais baixos quanto a cor da cêdea 4,8 e 4,7 pontos respetivamente. Para a uniformidade da cêdea a amostra EFC (Empresa Farinha de Castanha) teve 6,8 pontos sendo a que mais pontuou e as amostras CSP, COM e SC tiveram resultado igual a 6,4 pontos e para a uniformidade do miolo a amostra EFC teve novamente o maior resultado com 7,3 pontos e novamente as amostras CSP, COM e SC foram iguais entre si com 6,4 pontos.

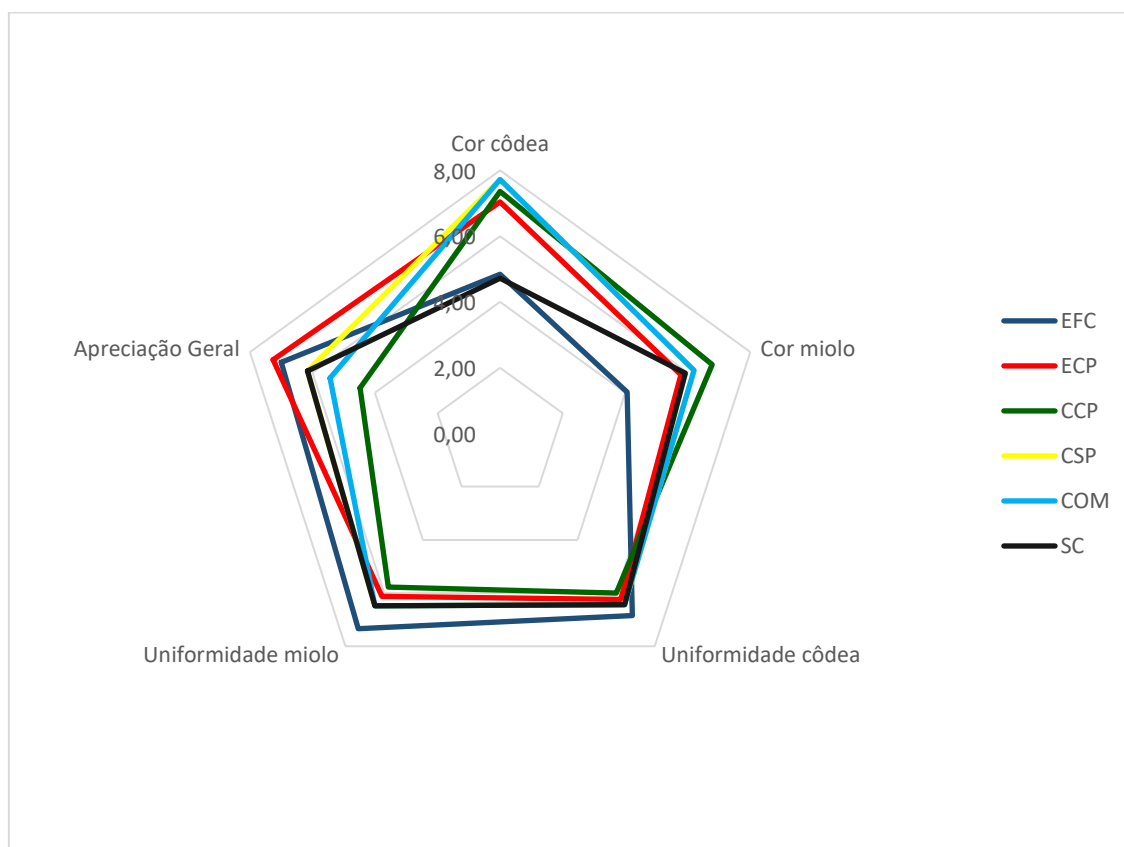


Figura 41 – Aparência dos pães de castanha (cor e uniformidade da cêdea e miolo).

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e manipulada na ESAV/ CCP – Castanha com pelicula manipulada e produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem pelicula manipulada e produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO® (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

A apreciação global de cada uma das amostras é apresentado na Tabela 5. E que mostra a amostra preferida foi a ECP com 181,5 numa escala de 0 a 280 pontos e a menos apreciada pelo painel foi a CCP com 112 pontos na apreciação global.

Tabela 5 – Somatória da apreciação global dos provadores na análise sensorial dos pães com farinha de castanha e de duas amostras base.

Preferência	Amostra	Apreciação global
Preferida	ECP	181,5
Gostou	EFC	175
Indiferente	SC	154
Não gostou e nem desgostou	CSP	154
Gostou pouco	COM	136
Não gostou	CCP	112

(EFC - Castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO® (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

4.3 Análise Química dos pães

4.3.1 Humidade e atividade da água

Para a humidade os resultados são apresentados na figura 42.

Todas as amostras apresentaram teor de humidade semelhante, entre $38,5 \pm 1,52$ g/100g na amostra ECP (Empresa Castanha Pilada) e $44,4 \pm 5,31$ g/100g para a amostra SC (Sem Castanha). Este resultado reflete que não há uma grande variação entre as amostras de controlo e as amostras com castanha estudada. O mesmo padrão de similaridade repete-se no teste da atividade de água (a_w), em que todas as amostras ficaram com variação ente 0,89 e 0,92 como é mostrado na Figura 43.

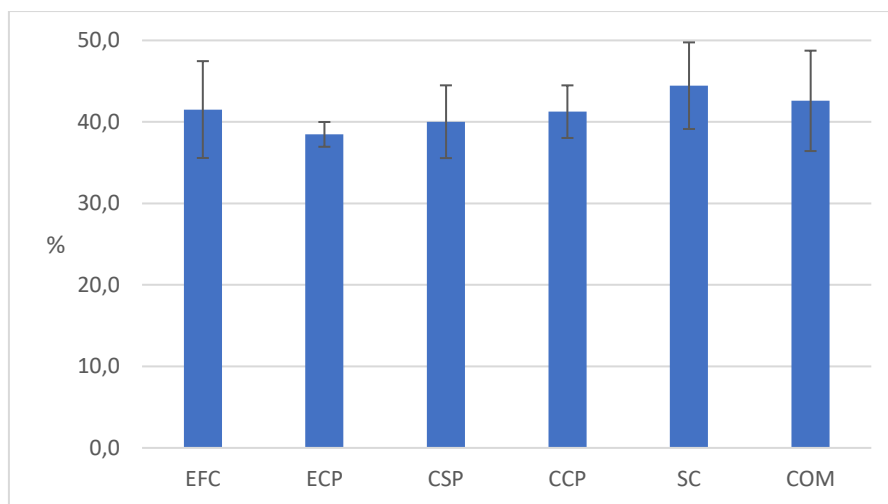


Figura 42 – Teor de humidade dos pães.

(EFC -farinha de castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

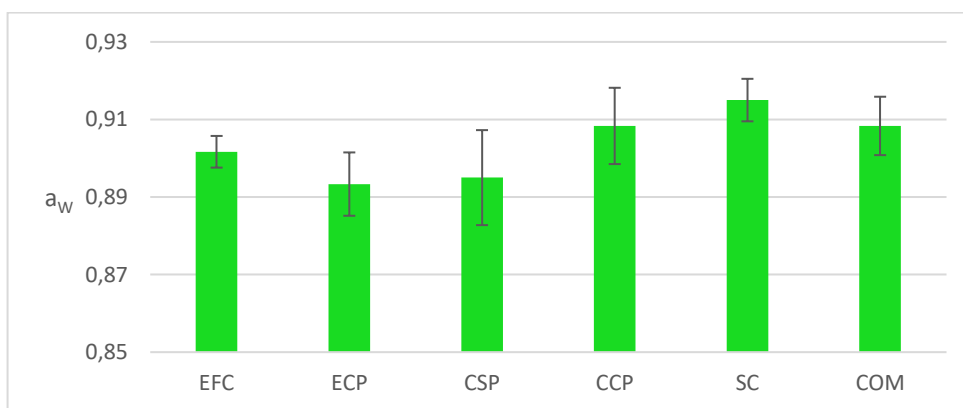


Figura 43- Atividade de água (a_w) nos pães de castanha e amostras de controlo.

(EFC -Castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película e produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

4.3.2 Análise química

Realizados os testes químicos dos pães, os resultados são apresentados na Figura 44.

Os resultados apresentados mostram uma grande diferença quanto ao teor de gordura bruta, as amostras COM ($4,29 \pm 1,33$ g/100 g), que fora usado como amostras de controlo e que a tabela nutricional e rotulo divulgados pela BIMBO®, mostra 3,7 g/100 g para teor de gordura bruta.

Para a amostra SC os valores obtidos para gordura bruta foram $17,03 \pm 0,95$ g/100 g sendo o maior resultado nos testes. As amostras com castanha apresentaram os valores para a amostra EFC $15,56 \pm 2,37$ g/100 g e para a amostra ECP $12,82 \pm 1,21$ g/100 g. Se compararmos as amostras com castanha e a amostra (COM) tendo em conta que esta amostra de controlo é produzida com uma receita diferente, para além do método de produção utilizado sendo industrial e para as demais amostras o método artesanal. E sabendo que a castanha possui baixo teor de gordura bruta aos níveis de ácidos gordos saturados porem altos níveis de ácidos gordos insaturados que podem ser encontrados em lípidos gordos/totais nos frutos da castanha são oleicos (C18:1), linoleicos (C18:2) e α -linoleico (C18:3), constituindo mais do que 85% do teor total de ácidos gordos impulsionado pela quantidade de gorduras (Borges et al., 2007). Dall'Asta et al., (2013) que também observou alguns valores para os ácidos gordos para adição de farinha de castanha ao pão. É possível afirmar, portanto que a castanha não acrescenta valor de gordura bruta entretanto a qualidade da gordura presente torna-se interessante. Entretanto se compararmos com a amostra produzida com a mesma receita e o mesmo método artesanal das amostras com castanha, houve uma leve redução na quantidade de gordura bruta.

Todas as amostras com castanha apresentaram valores similares para proteína, entre 14 e 15,94 g/ 100 g, tanto nas amostras com castanhas, quanto nas amostras sem castanha, sendo possível avaliar que a adição de farinha de castanha não contribui substancialmente para a adição de proteínas ao pão.

As cinzas apresentam resultados para a amostra COM ($6,37 \pm 1,84$ g/100 g) que foram similares a amostra EFC ($6,48 \pm 0,42$ g/100 g). E mantem assim elementos minerais como o magnésio, fosforo, cálcio, sódio, cloreto, chumbo (Choupina, 2019)

Para fibra as amostras de controlo mostraram valores para COM ($2,80 \pm 0,54$ g/100 g) e para a amostra SC ($3,91 \pm 1,49$ g/100 g) A fibra exerce uma função importante no pão nomeadamente na estrutura, na aeração, palato, comestibilidade e no tempo de vida e prateleira do pão segundo afirma Alves et al. (2016). Entretanto as amostras com castanha apresentaram maior teor de fibra entre $3,09 \pm 0,59$ g/100 g e $4,63 \pm 1,06$ g/100 g nas amostras EFC e CSP respetivamente. Para Cauvain e Young (2006), a quantidade de fibra presente na matéria é de grande importância na consistência da massa final, nomeadamente na capacidade de absorção de água, o que torna a massa mais firme. Porem se presente em excesso, pode retardar o processo

de produção do pão, levando a um aumento do tempo de fermentação. É certo de que as fibras adicionadas à farinha de trigo aumentam o valor nutricional ao pão.

A Figura 45 apresenta os resultados do teor de hidratos de carbono. A amostra de controlo sem castanha SC apresentou 61,22 g/100 g, sendo o menor resultado. As amostras com farinha de castanha apresentam resultados semelhantes entre 64,54 g/100 g (CCP) e 68,78 g/100 g (CSP).

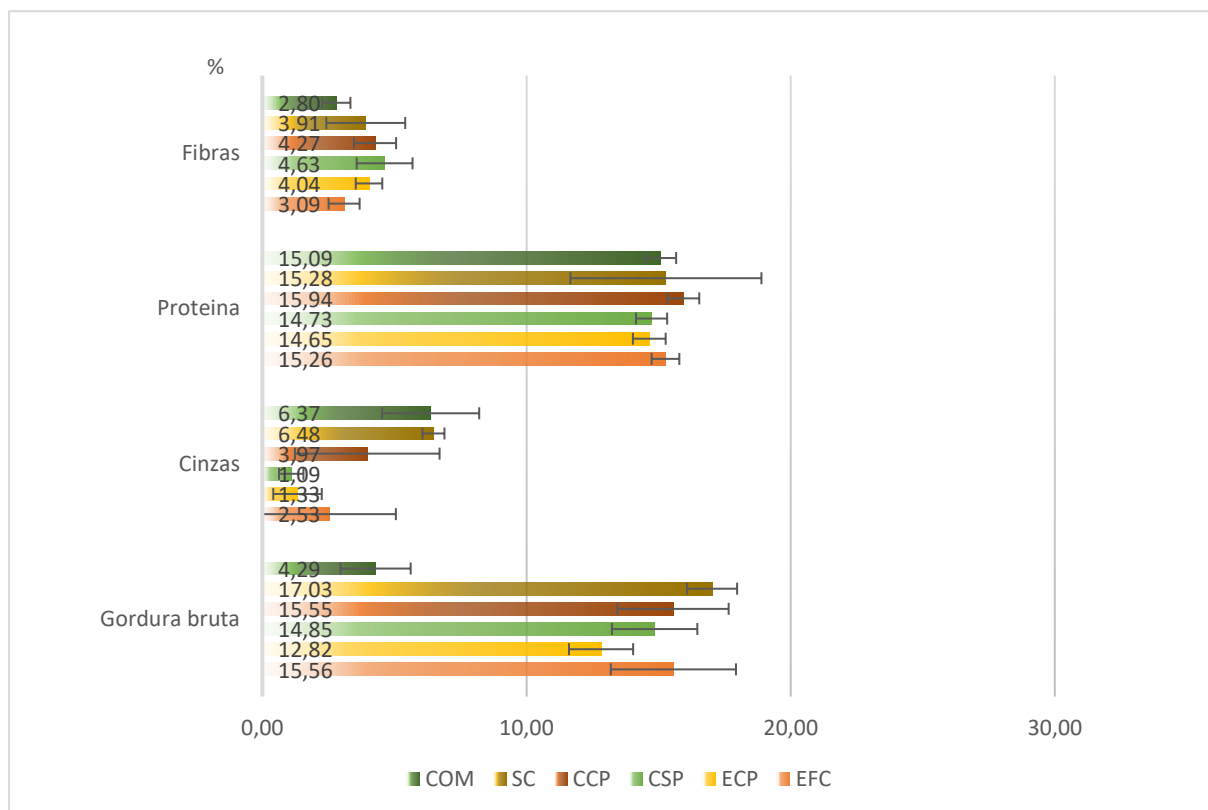


Figura 44 –Caracterização química dos pães.

(EFC - Castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película e produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

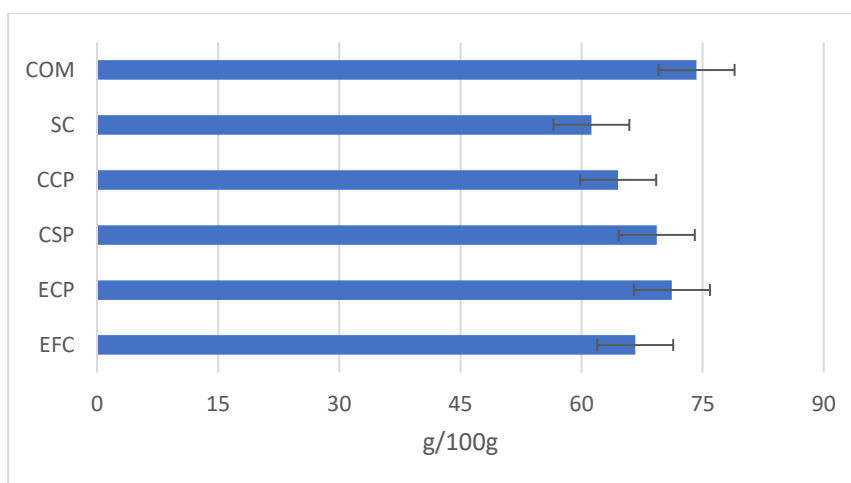


Figura 45 – Teor de hidratos de carbono dos pães.

(EFC - Castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

Para calcular o valor energético do pão foi multiplicado para cada 1 g de hidratos de carbono/glúcidos - 4 Kcal, para cada 1 g de proteínas - 4 Kcal e para cada 1 g de gordura - 9 Kcal. Para determinar em Kilojoules é multiplicado cada 1 cal por 4,18 kJ. Os resultados são apresentados na tabela 5.

Tabela 6 – Valor energético dos pães de castanha.

	Kcal/100g	kJ/g
EFC	467,7	1955,0
ECP	438,6	1833,4
CSP	467,7	1955,0
CCP	461,8	1930,5
SC	459,2	1919,6
COM	395,9	1655,0

(EFC - Castanha da empresa / ECP – Castanha da empresa e moída na ESAV/ CCP – Castanha com película produzida na ESAV/ CSP- Castanha sem película produzida na ESAV/ COM – Pão BIMBO (amostra de controlo) e SC – Amostra sem farinha de castanha (amostra de controlo).

A amostra COM apresentou um valor calórico maior do que que é vendido em seu rotulo (259 kcal/100 g e 1097 kJ), nos testes e somatórias realizadas apresenta 395,9 kcal e 1655,0 kJ. A amostra EFC apresentou 467,7 kcal e 1955,0 kJ sendo o maior resultado por ter o maior índice de hidratos de carbono e gorduras em comparação com as demais amostras.

Algumas redes de *fast-food* apresentam em suas tabelas nutricionais os valores de seus pães, na rede BK® os pães contem em média 241 kcal / 1009 kJ com 2,1 g/100 g de fibras, 44,1 g/100 g de teor de HC, 3,4 g/100 g de lípidos e 7,6 g/100 g de proteínas, na rede Pans&Company® cerca de 296 Kcal / 1237 kJ sendo 10,0 g/100 g de proteína, 1,4 g/100 g de lípidos, 60 g/100 g de HC. Nas redes Mc Donald's® apresentou-se três diferentes pães (branco, fatiado e de cereais) de fornecimento da Panike® (Portugal) e as tabelas podem ser consultadas em anexo X, XI e XII deste trabalho e seus valores são similares aos ditos anteriormente em que boa parte do valor nutricional está em hidratos de carbono de baixa complexidade e baixa carga de proteínas, lípidos e de fibras.

As amostras com castanha apresentaram valores superiores nomeadamente fibras, hidratos de carbono e baixa quantidade de gordura bruta em comparação com as amostras de controlo.

Por sua composição ser na sua grande maioria de glúcidos, nomeadamente amido e ser de absorção lenta, evita a subida repentina de glucose no sangue e promove doses de energia durante todo o período de digestão, fazendo assim com que o individuo tenha mais energia ao longo de todo o dia e portanto é amplamente recomendada a desportistas. A quantidade de fibras juntamente com a consistência amilácea da castanha proporciona uma satisfação de apetite durante boa parte do dia.

Apesar da pouca quantidade de gordura mas com a qualidade e as características da castanha a torna tão interessante e com potencial para esse estudo.

Já para proteína as amostras CCP e EFC foram semelhantes as amostras de controlo e portanto a substituição estudada não influenciou na quantidade ou potencialidade da proteína.

A amostra com pelicula (CCP) mostrou que não separar a pelicula aumenta em 1,20 g/100 g o teor de cinzas, 11,26 g/100 g o teor de gordura, 1,47 g/100 g o teor de fibra, 0,85 g/100 g o teor de proteína, resultando num ganho de hidratos de carbono de 2,98 g/100 g comparado a sem pelicula, o que resulta num ganho de 60 Kcal e com uma perda de 3,1% de humidade.

Conclusões

A procura de novos produtos com um bom valor nutricional e que cumpram com a necessidade de nutrientes diária de um indivíduo em redes de *fast-food*, tem sido elevada, pois para além da necessidade de uma refeição rápida, muitos tem se preocupado com a saúde e é de conhecimento geral que a qualidade nutricional dos produtos que lá são vendidas são baixas relativamente a gordura bruta, proteínas e fibras o que faz com que o indivíduo tenha déficit de nutrientes importantes para a saúde.

Encontrou-se na farinha de castanhas (*Castanea sativa* Mill.) um produto versátil e de fácil aplicação em diversos produtos, tanto na substituição de farinhas com glúten para celíacos ou para adicionar valor nutricional a produtos alimentares na suplementação em dietas como vegetarianos ou veganos.

A valorização de um produto DOP, endógeno de várias regiões de Portugal em que pode aproveitar-se o excesso da produção que seriam descartados pelos produtores e indústria, assim como os frutos quebrados, frutos de pequeno calibre, os quais não são utilizados nem para venda em fresco nem nouro tipo de indústria, para a produção da farinha de castanha, aumentando o rendimento dos produtores.

Foi estudada a potencialidade de utilização de 4 amostras diferentes de farinha de castanha, sendo duas totalmente produzidas na ESAV, sendo uma com e outra sem película e duas fornecidas por uma empresa da região, parte como castanha pilada em que procedemos a moagem, todas essas em crivo de 1mm e parte já em farinha.

As análises químicas feitas nessas amostras mostram potencialidades em todas as amostras nomeadamente aos níveis de gordura bruta, e fibras, sendo mais fácil percepção nas amostras EFC e ECP.

As amostras desse projeto passaram pelo teste de repetibilidade, medição e pesagem das amostras com 5 diferentes percentagens, 0, 10, 20, 30 e 40%. A diferença do peso cru para o peso cozido foi de uma perda de no máximo 15 g devido a perda de água e compostos voláteis. Em análise sensorial com 27 provadores mostrou que a amostra com 30% foi a amostra que apresentou menor impacto no sabor e textura final do produto. Relativamente ao sal, foi observado que é possível uma redução da quantidade na receita base, pois com a adição da farinha de castanha, ficou mais notório o sal do que na amostra a 0%.

Para a análise física e química dos pães, ainda se testou duas amostras de controlo, uma com a mesma receita sem a adição de farinha de castanhas (SC) e ainda uma amostra adquirida no mercado (COM).

Nos testes de textura por perfuração e compressão, a amostra ECP foi a que apresentou resultados mais próximos da amostra de controlo COM, nomeadamente para a dureza, mastigabilidade, firmeza da crosta e miolo.

Nos testes de cor na escala CIELAB, houve diferenças substanciais na parte de baixo das amostras produzidas, entretanto, entendeu-se que os resultados e desvios foram altos e que se deu, por se tratar de amostras artesanais em comparação com uma amostra de controlo a nível industrial. Contudo as amostras EFC e ECP foram as de resultados mais parecidos com as amostras de controlo.

De salientar que o pão ECP apresentou as características alveolares distintas as amostras de controlo, pois mostraram alvéolos maiores e em menor quantidade. Entendeu-se que por terem sido fracionados em 100g (peso cru), e após última fermentação ganhou cerca de 20g e após cozedura perdeu cerca de 10g. Deve-se considerar uma redução para 70-80g de massa crua antes da última fermentação, assim a massa terá mais espaço para se desenvolver o que refletira principalmente na dureza e mastigabilidade, assim como para o desenvolvimento do número e do tamanho dos alvéolos.

Em nova análise sensorial, foi concluído que a amostra ECP foi a preferida dentro do painel, tanto na textura, aspetos olfativos e gustativos, com uma pontuação de 181,5 de uma escala até 280 pontos, sendo, portanto, a preferida pelos provadores.

Entretanto ainda se analisou todas as amostras a nível químico e os pães de castanha possui baixo teor de gordura bruta aos níveis de ácidos gordos saturados porem altos níveis de ácidos gordos insaturados que podem ser encontrados em lípidos gordos/totais nos frutos da castanha são oleicos (C18:1), linoleicos (C18:2) e α -linoleico (C18:3), constituindo mais do que 85% do teor total de ácidos gordos impulsionado pela quantidade de gorduras (Borges et al. 2007)

A quantidade de fibras, por ser rica em amido, quase 80% do seu total e é digerido lentamente pelo organismo, sendo uma fração que não fornece glicose ao organismo e assim proporciona para além de energia durante todo o dia, também a sensação de saciedade por um período maior. Esse amido resistente é considerado um prebiótico (não digerível e que estimula o crescimento das bactérias do cólon, indispensáveis para um sistema digestível saudável) e em conjunto com as fibras pode

beneficiar o abaixamento de índice glicêmico, redução de níveis de colesterol entre outros benefícios a saúde e ainda aumenta o nível calórico do produto por uma fonte saudável.

A amostra com película (CCP) mostrou que não separar a película aumenta em 1,20 g/100 g o teor de cinzas, 11,26 g/100 g o teor de gordura, 1,47 g/100 g o teor de fibra, 0,85 g/100 g o teor de proteína, resultando num ganho de hidratos de carbono de 2,98 g/100 g comparado a sem película, o que resulta num ganho de 60 Kcal e com uma perda de 3,1% de humidade.

Numa perspetiva futura, seria importante estudar o efeito de melhorantes e conservantes de farinha e determinar a durabilidade dos produtos, de modo a cumprir os requisitos solicitados pelas grandes redes de *fast-food* para implementação deste produto nas suas ementas.

Produção de pães hipermacios com farinha de *Castanea sativa* Mill. para redes de *fast-food*

Referências bibliográficas

- Ahmed, J., & Al-Attar, H. (2015). Effect of drying method on rheological, thermal, and structural properties of chestnut flour doughs. *Food Hydrocolloids*, 51, 76–87. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.04.030>
- Alves, A., Pascoal, L., Cambuí, G., Trajano, J. & Gois, G. (2016). Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. *PUBVET*, 10, 513–579.
- Anjos, C., Barros, B., Silva, E., Mendes, M. & Messias, C. (2017). DESENVOLVIMENTO E ACEITAÇÃO DE PÃES SEM GLÚTEN COM FARINHAS DE RESÍDUOS DE ABÓBORA (CUCURBITA MOSCHATA). *Arquivos de Ciências da Saúde*, 24(4), 58–62. <https://doi.org/10.17696/2318-3691.24.4.2017.870>
- Antunes, L. (2005). *Caracterização físico-química de diferentes variedades de castanha*. ESAV.
- AOAC. (2000). AOAC - Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists*.
- Aquino, V., Converti, A. & Lannes, P. P. and S. C. da S. (2012, Maio 1). *Leavening Bread Dough*. Current Nutrition & Food Science. <http://www.eurekaselect.com/99407/article>
- Barreira, J., Ferreira, I., Oliveira, M. & Pereira, J. (2008). Antioxidant activities of the extracts from chestnut flower, leaf, skins and fruit. *Food Chemistry*, 107(3), 1106–1113. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.09.030>
- BeMiller, J. (2004). Carbohydrates. Em *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. American Cancer Society. <https://doi.org/10.1002/0471238961.0301180202051309.a01.pub2>
- Borges, A., Fonseca, C., Carreira, F., Rodrigues, I., Henriques, M., Veloso, A. & Peres, A. M. (2019). Valorisation of frozen chestnut by-products: Technological challenges for the production of gluten-free flour. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-9999-6>
- Borges, O., Gonçalves, B., de Carvalho, J., Correia, P. & Silva, A. (2008). Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars from Portugal. *Food Chemistry*, 106(3), 976–984. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.011>
- Borges, O., Soeiro Carvalho, J., Correia, P. & Silva, A. (2007). Lipid and fatty acid profiles of *Castanea sativa* Mill. Chestnuts of 17 native Portuguese cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(2), 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.07.008>
- Braga, A. (2016). *Caracterização de atividade de água e cinética de desorção de água em alimentos*. <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/256425>
- Brilhante, S. (1969). *Contribuição ao estudo do melhoramento químico de farinhas para pão*.

- Cabo, P. & Almeida, A. (2019). O Setor da Castanha em Portugal. *III Congresso Nacional das Escolas Superiores Agrárias (III CNESA)*, 99–99.
- Cauvain, S. & young, L. (2006). *Productos de panaderia: Ciencia, tecnologia e prática*. (1.^a ed.).
- Celestino, S. (2010). *Principios de secagem de alimentos* (<https://pdfs.semanticscholar.org/d06d/ec7f6a8db27fa686782a85cd8e488e3d0d26.pdf>). Embrapa Cerrado.
- Choupina, A. (2019). Nutritional and health potential of European chestnut Potencial nutricional e de saúde da castanha europeia. *Revista de Ciencias Agrarias*, 42), 801–807. <https://doi.org/10.19084/rca.17701>
- Correia, P. (2018). *Tecnologia da panificação*.
- Correia, P., Leitão, A. & Beirão-da-Costa, M. (2009). The effect of drying temperatures on morphological and chemical properties of dried chestnuts flours. *Journal of Food Engineering*, 90(3), 325–332. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.06.040>
- Correia, P., Nunes, M. & Beirão-da-Costa, M. (2012). The effect of starch isolation method on physical and functional properties of Portuguese nuts starches. I. Chestnuts (*Castanea sativa* Mill. Var. Martainha and Longal) fruits. *Food Hydrocolloids*, 27(1), 256–263. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.05.010>
- Costa, R., Ribeiro, C., Valdivieso, T., Afonso, S., Borges, O., Soeiro, J., Costa, H., Fonseca, L., Augusta, C., Cruz, M., Salazar, M., Soares, F., Sequeira, J., Assunção, A., Correia, P., & Lima, M. J. (2008). *Variedades de Castanha das Regiões Centro e Norte de Portugal*.
- Cruz, B., Abraão, A., Lemos, A. & Nunes, F. (2013). Chemical composition and functional properties of native chestnut starch (*Castanea sativa* Mill). *Carbohydrate Polymers*, 94(1), 594–602. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.12.060>
- Dall'Asta, C., Cirlini, M., Morini, E., Rinaldi, M., Ganino, T. & Chiavaro, E. (2013a). Effect of chestnut flour supplementation on physico-chemical properties and volatiles in bread making. *LWT - Food Science and Technology*, 53(1), 233–239. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.02.025>
- Dall'Asta, C., Cirlini, M., Morini, E., Rinaldi, M., Ganino, T. & Chiavaro, E. (2013b). Effect of chestnut flour supplementation on physico-chemical properties and volatiles in bread making. *LWT - Food Science and Technology*, 53(1), 233–239. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.02.025>
- Delgado, T., Pereira, J., Casal, S. & Ramalhosa, E. (2015). Produção de snacks de castanha. *Voz do Campo*, 182, v–v.
- Demiate, I., Oetterer, M. & Wosiacki, G. (2001). Characterization of chestnut (*Castanea sativa*, mill) starch for industrial utilization. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 44(1), 69–78. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132001000100010>

- Dias, M. (2014). *Avaliação de hábitos de consumo e adequação nutricional de refeições rápidas cuja base é o pão*. <http://repositorio.ipv.pt/handle/10400.19/3354>
- Dinis, L., Oliveira, M., Almeida, J., Costa, R., Gomes-Laranjo, J. & Peixoto, F. (2012). Antioxidant activities of chestnut nut of *Castanea sativa* Mill. (Cultivar 'Judia') as function of origin ecosystem. *Food Chemistry*, 132(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.096>
- Esposito, T., Celano, R., Pane, C., Piccinelli, A., Sansone, F., Picerno, P., Zaccardelli, M., Aquino, R. & Mencherini, T. (2019). Chestnut (*Castanea sativa* Miller.) Burs Extracts and Functional Compounds: UHPLC-UV-HRMS Profiling, Antioxidant Activity, and Inhibitory Effects on Phytopathogenic Fungi. *Molecules*, 24(2). <https://doi.org/10.3390/molecules24020302>
- FCNAUP. (2004). *Guia-Os Alimentos na Roda*. Instituto do Consumidor Praça Duque de Saldanha,31 1069-013 Lisboa.
- Fernandes, Â., Barreira, J., Antonio, A., Bento, A., Botelho, M. & Ferreira, I. (2011). Assessing the effects of gamma irradiation and storage time in energetic value and in major individual nutrients of chestnuts. *Food and Chemical Toxicology*, 49:9, 2429–2432. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.06.062>
- Fonseca, M. (2011). *Produção de sucedâneos de cereais de pequeno-almoço ricos em compostos bioativos* [MasterThesis, ISA/UTL]. <https://www.repositorio.utl.pt/handle/10400.5/4081>
- Fontes, E. (2014). *Estudo do processo de assadura num forno não industrial e o seu efeito em algumas propriedades físico químicas do fruto*. <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/11549>
- Fontinha, C. & Correia, P. (2010). Amido resistente em diversas fontes não convencionais de amido. *Millenium*, 67–81.
- Gonçalves, B., Borges, O., Costa, H., Bennett, R., Santos, M. & Silva, A. (2010). Metabolite composition of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) upon cooking: Proximate analysis, fibre, organic acids and phenolics. *Food Chemistry*, 122(1), 154–160. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.032>
- Gonzaga, M. (2015). *Desenvolvimento de pão não convencional: Castanha, Bolota e tremoço*. ESAV.
- Guiné, R., Fernandes, R. & Correia, P. (2004). Influência da secagem nas propriedades químicas de castanhas. *XIX Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química*, 64–64.
- Henriques, Candido & Borges, A. (2017). *Castanheiro: Estado da produção*.
- Ismael, L. (2011). *Consumo do trigo na alimentação brasileira e sua projeção na estratégia de fortificação de farinhas de trigo* [Text, Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/D.89.2011.tde-14092012-142448>


- Matos, A. (2003). *O sistema de comercialização de castanha da Terra Fria Transmontana e sua cadeia de valor* [MasterThesis, UTAD]. <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/930>
- Moreira, A. (2014). *Obtenção e caracterização da farinha de castanha (Castanea spp.) e seu potencial de aplicação em produtos de panificação*. <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/256009>
- Moreira, R., Chenlo, F., Torres, M. & Rama, B. (2013). Influence of the chestnuts drying temperature on the rheological properties of their doughs. *Food and Bioprocesses Processing*, 91(1), 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2012.08.004>
- Paciulli, M., Rinaldi, M., Cirlini, M., Scazzina, F. & Chiavaro, E. (2016). Chestnut flour addition in commercial gluten-free bread: A shelf-life study. *LWT - Food Science and Technology*, 70, 88–95. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.034>
- Pontes, A. (2018). *Desenvolvimento de pães sem glúten a partir de farinhas pouco exploradas*. <https://run.unl.pt/handle/10362/59487>
- Ramalhosa, E., Antonio, A. & Bento, A. (2010). Conservação da castanha: O presente e o futuro. *9ª Feira Internacional do Norte: Norçaça, Norpesca & Norcastanha*, 16–17.
- Rinaldi, M., Paciulli, M., Dall’Asta, C., Cirlini, M., & Chiavaro, E. (2015). Short-term storage evaluation of quality and antioxidant capacity in chestnut-wheat bread. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(1), 59–65. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6843>
- Rodrigues, P., Venâncio, A. & Lima, N. (2012). Mycobiota and mycotoxins of almonds and chestnuts with special reference to aflatoxins. *Food Research International*, 48(1), 76–90. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.02.007>
- Sabino, A., Sousa, J. & Santos, J. (2015). *Desenvolvimento de pão “sourdough” sem glúten a partir de culturas starters*. <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/5399>
- Sacchetti, G., Pinnavaia, G., Guidolin, E., & Rosa, M. (2004). Effects of extrusion temperature and feed composition on the functional, physical and sensory properties of chestnut and rice flour-based snack-like products. *Food Research International*, 37(5), 527–534. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2003.11.009>
- Soares, C., & Coelho, M. (2018). Um doce e nutritivo fruto: A castanha na história da alimentação e da gastronomia portuguesas. *Mesas Luso-brasileiras: Alimentação, Saúde & Cultura.*, 2, 103–176. https://doi.org/10.7213/978-85-54945-11-4_6
- Soest, V. (1967). Development of a Comprehensive System of Feed Analyses and its Application to Forages. *Journal of Animal Science*, 26(1), 119–128. <https://doi.org/10.2527/jas1967.261119x>

- Souza, A., Santos, L., Silva, A., & Passoni, C. (2014). Propriedades nutricionais da castanha portuguesa (*castanea sativa* mill) e elaboração de produtos. *CADERNOS DA ESCOLA DE SAÚDE*, 2(12), Article 12. <https://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/cadernossaude/article/view/2424>
- Valente, J. (2015). *Subprodutos alimentares: Novas alternativas e possíveis aplicações farmacêuticas* [MasterThesis, [s.n.]]. <https://bdigital.ufp.pt/handle/10284/5312>
- Vasconcelos, M. (2010). *Chestnut (Castanea sativa Mill.) Fruit Composition & Quality—Effects of Industrial Processing on Nutrients & Secondary Metabolites*. <http://repositorio.utad.pt/handle/10348/2167>
- Vasconcelos, M., Nunes, F., Viguera, C., Bennett, R., Rosa, E., & Ferreira-Cardoso, J. (2010). Industrial processing effects on chestnut fruits (*Castanea sativa* Mill.) 3. Minerals, free sugars, carotenoids and antioxidant vitamins. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(3), 496–505. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02155.x>
- Velić, N., Mujić, I., Krstanović, V., Velić, D., Franić, M., Zec Sombol, S., & Mastanjević, K. (2018). *Chestnut in beer production: Applicability and effect on beer quality parameters*. https://www.researchgate.net/publication/329055459_Chestnut_in_beer_production_Applicability_and_effect_on_beer_quality_parameters
- Wani, I., Hamid, H., Hamdani, A., Gani, A., Ashwar, B. (2017). Physico-chemical, rheological and antioxidant properties of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) as affected by pan and microwave roasting. *Journal of Advanced Research*, 8(4), 399–405. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2017.05.005>
- Zhu, F. (2016). Impact of γ -irradiation on structure, physicochemical properties, and applications of starch. *Food Hydrocolloids*, 52, 201–212. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.05.035>

Anexo I – **Certificados de origem DOP e das Castanhas sativa Mill souts da lapa e Terra fria.**



Anexo II – Ficha técnica da empresa **Pans e Company®**

			Energia (kj)	Energia (kcal)	Lípidos (g)	...dos quais saturados (g)	Hidratos de carbono (g)	...dos quais açúcares (g)	Proteínas (g)	Sal (g)
PIZZAS	Pizza 4 Queijos	por 100g	1238	296	10,4	5,3	39,3	2	11,6	1,1
		por unidade consumo	2514	691	21,1	10,7	79,8	4,1	23,6	2,3
	Pizza BBQ	por 100g	947	226	5,1	1,9	34,9	2,8	11,2	1,8
		por unidade consumo	2111	595	11,5	4,3	77,9	6,3	25,0	4
	Pizza Beringela	por 100g	920	220	5,4	2	35,4	2,2	10,3	1,5
		por unidade consumo	2108	594	12,3	4,5	76,4	5,1	23,7	3,5
	Pizza Carpeze	por 100g	927	222	5,1	2	34,4	2,2	10,6	1,6
		por unidade consumo	2048	490	11,2	4,5	76,0	4,9	23,5	3,6
	Pizza Carbonara	por 100g	1009	241	7,3	3,7	34,2	2	9,8	1,1
		por unidade consumo	2245	537	16,2	8,15	76,2	4,5	21,8	2,4
	Pizza Margarita	por 100g	1236	296	10,4	5,2	39,2	2	11,5	1,1
		por unidade consumo	2534	696	21,4	10,7	80,4	4,2	23,6	2,3
	Pizza Peato	por 100g	971	232	6,3	1,9	34,7	2,5	10,4	1,6
		por unidade consumo	2146	513	13,8	4,2	76,6	5,5	22,9	3,6
	Pizza Queijo e Flambre	por 100g	900	215	4,7	1,9	33,2	2,1	11,1	1,7
		por unidade consumo	2070	495	10,7	4,4	76,3	4,9	25,6	4
Pizza Serrano	por 100g	948	227	5,1	2,1	34,2	2,1	12	1,9	
	por unidade consumo	2098	502	11,3	4,6	75,7	4,6	26,5	4,1	
Pizza Vegetal	por 100g	828	198	4	1,3	32,2	2,6	9,3	1,7	
	por unidade consumo	1887	478	9,6	3,2	77,6	6,3	22,4	4,1	
TIPOS DE PÃO	Pão Gra Reserva	por 100g	1237	296	1,4	0,3	60,0	0,3	10,0	1,6
		por unidade consumo	1633	391	1,8	0,4	79,2	0,4	13,2	2,1
	Pão Gra Reserva Cebola	por 100g	1409	337	5,7	3	59,3	1,9	10,7	1,3
		por unidade consumo	2113	596	8,6	4,5	89,0	2,9	16,1	2
	Pão Pícolo	por 100g	1225	293	0,6	0,3	59,8	1,1	10,8	1,7
		por unidade consumo	808	193	0,4	0,2	39,5	0,7	7,1	1,1
	Pão Flauta	por 100g	1267	303	2,4	0,4	57,5	0,6	10,5	1
		por unidade consumo	811	194	1,5	0,3	36,8	0,4	6,7	0,8
	Pão Pequeno	por 100g	959	239	10,8	4,4	27	0,6	3,4	1,9
		por unidade consumo	749	179	8,1	3,3	20,3	0,5	6,3	1,4
	Pão Provençal	por 100g	959	239	1,5	0,3	67	0,3	11	2
		por unidade consumo	959	239	1,5	0,3	67	0,3	11	2
	Pão Cristal	por 100g	986	236	0,9	0,3	49	0,7	6,5	2
		por unidade consumo	986	236	0,9	0,3	49	0,7	6,5	2
Pão Cereais	por 100g	1580	378	6,2	0,9	65,0	0,6	13	0,9	
	por unidade consumo	3192	764	12,5	1,8	131,3	1,2	26,3	1,9	
Pão Bagel	por 100g	1283	307	4	0,4	57	5,5	9,6	1,4	
	por unidade consumo	1091	261	3,4	0,3	48,5	4,7	8,2	1,2	
ANINHAMENTOS	Batata Frita	por 100g	1141	273	11,0	1,3	37	0,9	4,1	0,4
		Batata pequena	970	232	9,4	1,1	31,5	0,4	3,6	0,2
		Batata média	1198	287	11,6	1,4	39	0,5	4,3	0,2
	Batata grande	1541	369	14,9	1,8	50,0	0,7	5,5	0,3	
	Nuggets	por 100g	1290	309	17,7	5	13,9	1,5	12,8	1
4 unidades		1187	284	16,3	4,6	12,8	1,4	11,8	0,9	

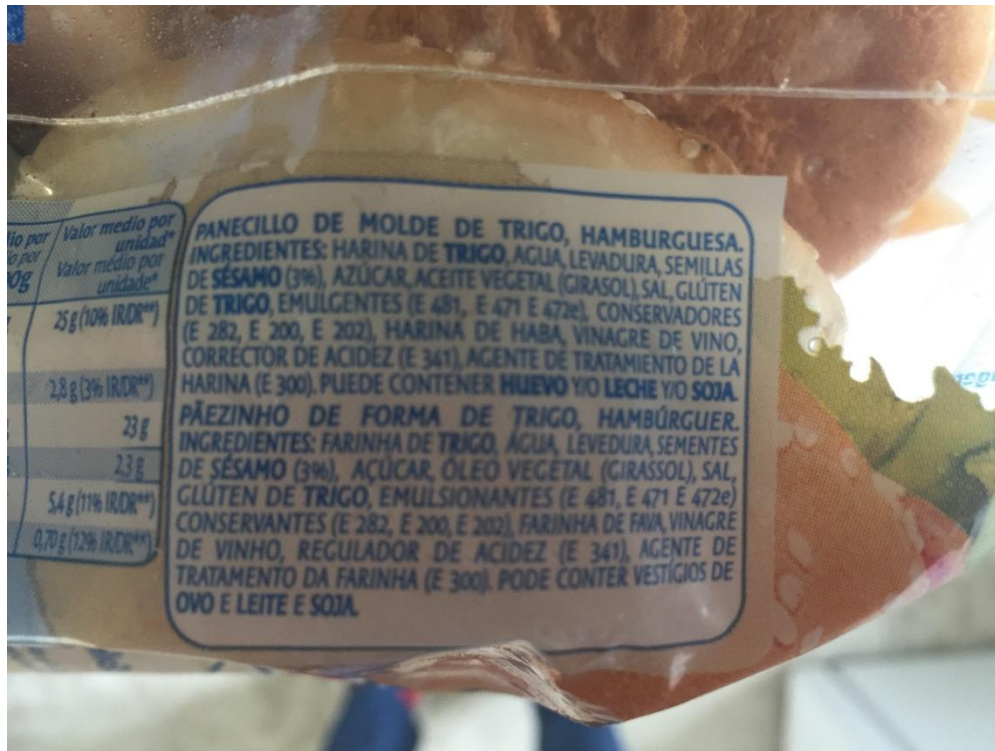
Anexo III- Ficha técnica Burger King®

Hambúrgueres	Peso (g)	Valor Energético (Kcal)	Valor Energético (KJ)	Proteínas (g)	Hidratos de Carbono (g)	Açúcar (g)	Açúcar Adicionado (g)	Gorduras Totais (g)	Gorduras Monoinsaturadas (g)	Gorduras Poliinsaturadas (g)	Gorduras Saturadas (g)	Gorduras Trans Naturais (g)	Gorduras Trans Hidrogenadas (g)	Gorduras Trans (g)	Fibra (g)	Sódio (mg)	Sal (mg)	Sal Micronizado (mg)
Whopper®	278,6	640,3	1671	26,7	51,3	12,8	2,8	32,6	11,9	11,8	8,7	0,2	0,0	0,2	3,2	929	2321	242
Double Whopper®	353,6	882,5	2684	44,8	51,3	12,8	2,8	47,8	18,8	13,0	15,6	0,2	0,0	0,2	3,2	986	2464	242
Triple Whopper®	428,6	1124,8	3697	62,9	51,4	12,9	2,8	63,1	25,8	14,3	22,5	0,2	0,0	0,2	3,2	1043	2606	242
Whopper® Jr	111,8	231,6	341	5,3	30,6	7,5	1,4	9,5	2,7	5,9	0,8	0,1	0,0	0,1	2,2	493	1233	121
Big King®	190,1	477,4	1105	24,5	42,3	9,5	0,6	22,9	10,1	4,1	8,4	0,2	0,1	0,3	2,7	884	2210	330
Big King® XXL	803,6	2479,4	9360	134,5	89,1	37,1	1,1	166,3	55,5	10,2	92,9	0,2	0,0	0,2	5,1	10090	25224	630
Steakhouse	297,8	890,5	2737	37,2	66,2	15,7	4,3	48,7	18,7	10,4	19,1	0,4	0,0	0,4	6,1	1416	3540	392
Double Cheese	159,4	416,5	1115	24,3	31,4	8,3	1,7	21,0	8,2	2,6	9,8	0,1	0,1	0,2	2,2	963	2408	246
Double Cheeseburger BBQ	156,4	417,1	1117	24,1	32,2	8,7	0,0	20,9	8,1	2,5	9,8	0,1	0,1	0,2	1,9	905	2264	0
Double Cheese Bacon	166,2	447,3	1244	27,1	31,8	8,5	1,7	23,0	9,1	2,8	10,6	0,1	0,1	0,2	2,3	1066	2664	246
Double Cheese Bacon XXL	331,4	964,8	3028	57,8	52,6	13,9	2,7	50,2	20,1	5,1	23,7	0,0	0,0	0,0	3,0	1920	4799	512
Hamburger	102,3	246,4	403	12,4	28,9	6,5	1,3	8,6	3,5	1,9	3,1	0,0	0,1	0,1	2,0	470	1176	211
Bean Burger	259,6	571,6	1338	16,4	70,1	11,9	2,6	23,0	11,2	5,0	5,7	0,0		0,0	9,5	1418	3546	1552
Cheeseburger	116,6	289,8	585	14,7	30,4	7,6	1,7	11,7	4,4	2,0	5,0	0,0	0,1	0,1	2,1	712	1781	246
Long Texas	240,6	646,5	1868	34,4	54,6	16,4	8,4	30,8	12,3	5,6	13,3	0,1	0,2	0,3	3,8	1191	2978	0
The King Ovo (1 Carne)	328,0	875,8	2677	43,5	58,3	12,8	3,2	47,5	18,5	10,7	17,5	0,3	0,0	0,3	6,3	1436	3590	935
The King Ovo (2 Carnes)	403,0	1118,1	3690	61,6	58,4	12,9	3,2	62,8	25,5	11,9	24,4	0,3	0,0	0,3	6,3	1493	3733	935
The King Bacon (1 Carne)	248,9	685,1	1879	35,3	48,8	6,9	0,0	33,9	15,1	5,0	12,8				4,6	1224	3059	0
The King Bacon (2 Carnes)	334,2	974,3	3088	57,6	49,6	7,4	0,0	52,3	23,5	6,6	20,9				4,7	1444	3610	0
Grand Whiskey BBQ (1 carne)	265,3	703,6	3082	35,3	66,4	20,2	0,0	27,4	10,6	2,3	18,3				3,0	1067	2668	158
Grand Whiskey BBQ (2 carnes)	340,4	946,9	3962	53,4	66,4	20,3	0,0	42,7	17,9	3,5	25,2				3,0	1124	2811	158
Grand Whiskey Special	360,3	897,4	3753	53,7	62,9	19,7	0,0	47,8	16,9	2,8	23,0	0,0	0,0	0,0	2,9	1666	4165	152
Grand Whiskey BBQ Tendercrisp®	318,2	804,1	3363	39,1	82,5	21,1		25,6	10,8	3,6	15,5	0,1		0,1	4,3	1886	4715	158
Chicken Wrap	209,3	533,8	2236	19,3	45,8	3,2	0,8	29,6	11,9	8,5	9,4	0,1	0,0	0,1	3,5	809	2023	284
Crispy Chicken®	189,0	516,0	1527	16,4	42,2	6,3	0,9	30,5	12,0	13,3	5,6	0,2	0,0	0,2	3,3	725	1812	284
Long Chicken®	223,0	605,6	1683	25,0	47,9	6,2	0,2	34,2	11,0	18,2	4,8	0,3	0,0	0,3	3,9	1265	3162	2
Chicken Tendercrisp®	273,0	655,1	1757	28,1	60,7	6,6	0,2	32,3	11,6	15,3	5,3	0,3	0,0	0,4	5,8	1359	3397	
Double cheese salad	169,5	436,9	1200	22,0	30,8	7,6	1,4	24,8	9,2	7,0	8,3	0,2	0,1	0,3	2,2	637	1593	121
Chicken Burger	136,0	393,1	1017	11,0	40,2	5,6	0,6	20,4	8,2	8,0	4,3	0,2	0,0	0,2	2,6	718	1796	84
Rebel Whopper®	291,2	604,7	2531	22,2	51,4	12,8	2,8	32,9	4,9	10,5	8,1	0,2	0,0	0,2	9,9	1136	2840	242
Pão	90,0	241,2	1009	7,6	44,1	7,2		3,4	1,1	1,6	0,7				2,1	389	972	
Margarine	21,0	129,4	329	0,1	0,4	0,3	0,2	13,7	3,8	0,8	1,1	0,2	0,0	0,2	0,1	147	300	
Rebel Whopper® Carne	88,0	207,7	869	13,6	0,4	0,3		15,5			6,2				6,7	299	748	

Anexo V- Foto da ficha nutricional divulgada para a amostra COM



Anexo VI – **Formulação descrita na embalagem comercial da amostra COM**



Anexo VII- Ficha de prova do teste em percentagem e dos pães de castanha e amostras de controlo

Ficha de Prova

Nome: _____

Idade: _____

Data: ____/____/____

Com o objetivo de desenvolver novos produtos na área da panificação, nomeadamente Pães de castanhas hipermacios. Observe e prove cada uma delas da esquerda para a direita, respondendo à sua avaliação. De acordo com cada parâmetro assinale numa escala de (0 –10) o valor mais adequado a sua avaliação. (Sendo 0 – Menos intenso e 10 – Mais intenso)

Código da amostra:

▪ Aparência

Cor da côdea

Menos intenso /-----/ Mais intenso

Cor do Miolo

Menos intenso /-----/ Mais intenso

Uniformidade da côdea

Menos intenso /-----/ Mais intenso

Uniformidade do miolo

Menos intenso /-----/ Mais intenso

▪ Aroma

A pão

Menos intenso /-----/ Mais intenso

A Fermento

Menos intenso /-----/ Mais intenso

A Castanha

Menos intenso /-----/ Mais intenso

Tostado

Menos intenso /-----/ Mais intenso

▪ Sabor

A pão

Menos intenso /-----/ Mais intenso

A fermentado

Menos intenso /-----/ Mais intenso

A Castanha

Menos intenso /-----/ Mais intenso

A sal

Menos intenso /-----/ Mais intenso

A doce

Menos intenso /-----/ Mais intenso

▪ **Textura**

Elasticidade

Menos /-----/ Mais

Densidade

Menos /-----/ Mais

▪ **Apreciação Global**

Não gosto /-----/ Gosto muito

Comentários:

Obrigado pela colaboração!

Anexo VIII – Ficha de apreciação global da análise sensorial da percentagem dos pães

Escola Superior Agraria

Apreciação global

Nome: _____ idade: _____

Data: _____

Ao finalizar a prova de cada uma das 5 amostras, enumere de 1 a 5 sendo:
5 (Gostou muito); 4 (Gostou); 3 (Indiferente); 2 (Gostou pouco); e 1 (Não gostou) e justifique.

Amostra que mais gostei.

ZTA92

EPL64

PLR75

WRT89

TPR00

Justificativa:

Obrigado pela colaboração!

Anexo IX – Apreciação global da análise sensorial dos pães de castanha

Escola Superior Agraria

Apreciação global

Idade: _____

Ao finalizar a prova de cada uma das 6 amostras, ordene sua preferência sendo (1- Não gostou, 2- Gostou pouco, 3- Não gostou e nem desgostou, 4- Indiferente, 5- Gostou e 6- Preferida) e justifique.

Amostra que mais gostei.

EFC12

CCP17

SC19

ECP11

COM14

ECP16

Justificativa:

Obrigado pela colaboração!

Anexo X – Tabela nutricional pão branco Mc Donald's

Nutrient Composition		
	Nutrient	Per 100g
1	Energy kJ	898.70000 kJ
2	Calories	212.40000 kcal
3	Protein	7.10000 g
4	Carbohydrate (Available)	39.60000 g
5	Dietary Fiber	2.00000 g
6	Sugars	1.50000 g
7	Total Fat	2.40000 g
8	Saturated Fat	0.70000 g
9	Trans Fatty Acid	0.01000 g
10	Sodium	400.00000 mg
11	Salt (Sodium Chloride)	1.01000 g

Anexo XI – Tabela nutricional pão fatiado Mc Donald's

Nutrient Composition		
	Nutrient	Per 100g
1	Energy kJ	1024.70000 kJ
2	Calories	242.00000 kcal
3	Protein	8.30000 g
4	Carbohydrate (Available)	47.00000 g
5	Dietary Fiber	4.10000 g
6	Sugars	2.70000 g
7	Total Fat	1.40000 g
8	Saturated Fat	0.70000 g
9	Trans Fatty Acid	0.01000 g
10	Sodium	342.00000 mg
11	Salt (Sodium Chloride)	0.85500 g

Anexo XII – Tabela nutricional pão de cereais Mc Donald's

	Nutrient	Per 100g
1	Energy kJ	1023.60000 kJ
2	Calories	242.90000 kcal
3	Protein	6.90000 g
4	Carbohydrate (Available)	39.40000 g
5	Dietary Fiber	3.20000 g
6	Sugars	0.50000 g
7	Total Fat	5.70000 g
8	Saturated Fat	3.20000 g
9	Trans Fatty Acid	0.10000 g
10	Sodium	500.00000 mg
11	Salt (Sodium Chloride)	1.30000 g