



Instituto Politécnico
de Viana do Castelo

Núria Leandra do Nascimento Reis

Desenvolvimento de um *mix* para pão sem
glúten: efeito do amido de arroz nativo e
modificado nas propriedades reológicas e de
textura

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Empreendedorismo e
Inovação na Indústria Alimentar

Trabalho efectuado sob orientação de
Professora Doutora Rita Pinheiro

Março de 2015

Júri:

Professor Doutor Rui Alves

Professora Doutora Isabel Belo

Agradecimentos

À minha orientadora, Professora Doutora Rita Pinheiro, dirijo um agradecimento muito especial pelo seu apoio e incentivo. As suas preciosas sugestões e críticas, a sua disponibilidade e a forma como sempre me acompanhou foram imprescindíveis no desenvolvimento deste trabalho.

À NUTRIPAR e ao Eng.º Ricardo Lacerda por ter proposto este tema de projeto, pelo interesse e dedicação a este estudo e pela disponibilidade para acompanhar o desenvolvimento do projeto.

À BNEO por nos disponibilizar os amidos de arroz necessários para a realização deste projeto.

Aos meus colegas de mestrado pelo companheirismo e pelos bons momentos.

À técnica de laboratório, Eng.ª Susana Rocha, pela disponibilidade e pelo apoio técnico prestado.

Aos meus pais um enorme obrigado por acreditarem sempre em mim e naquilo que faço, por todos os ensinamentos de vida e pelo esforço que fizeram para eu poder chegar até aqui.

Ao Ricardo pelo companheirismo, pela amizade, pelo carinho, por me incentivar e não me deixar ir abaixo nos momentos mais difíceis e pelas críticas construtivas ao meu trabalho.

A elaboração da dissertação conduziu à realização dos seguintes trabalhos:

Ata:

Reis, N., Pinheiro, R. (2014). *Effect of different modified starches on the properties of a gluten-free bread mix*. In: Atas do International Conference on Food Innovation 2014. Concordia, Argentina. (aceite - em impressão)

Poster:

Reis, N., Pinheiro, R. (2014). *Effect of different modified starches on the properties of a gluten-free bread mix*. International Conference on Food Innovation 2014. Concordia, Argentina. Book of abstracts, pp. 307.

Resumo

A indústria alimentar tem estudado alternativas à utilização de farinhas com glúten para a produção de pão destinado aos doentes celíacos. Uma vez que o glúten desempenha um papel fundamental na estrutura do pão, as tentativas na utilização de outras farinhas resultam em produtos com pouca qualidade organolética. A substituição do glúten, presente na farinha de trigo, e por conseguinte no pão, por outros componentes como hidrocolóides e amidos de cereais, tem sido um desafio para a indústria.

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um *mix* para pão sem glúten a ser reconstituído pelo consumidor em casa, de acordo com um modo de preparação a indicar no rótulo. Numa primeira fase do trabalho selecionou-se a formulação base (*mix*) a qual era constituída por: farinha de arroz, amido de milho, dextrose, goma de alfarroba e goma de guar, e a preparação de reconstituição: água, gordura sólida, levedura e sal. Fez-se um estudo de consumidor para averiguar qual a preferência relativamente ao pão sem glúten branco (farinha de arroz) e pão escuro (farinha de arroz e farinha de trigo sarraceno). Com este estudo concluiu-se que o consumidor preferiu o pão branco. De forma a otimizar o *mix* de pão branco estudou-se o efeito do tipo de amido de arroz e da respetiva concentração nas propriedades de textura, viscosidade, cor e pH da massa e do pão após cozedura.

Estudaram-se quatro tipos de amidos de arroz diferentes: amido de arroz ceroso, nativo e de granulometria normal (RemyLine AXDR); amido de arroz ceroso, pré-gelatinizado e de granulometria fina (RemyLine AXFG-P); amido de arroz ceroso modificado quimicamente (RemyGel 663); amido de arroz regular, nativo e com granulometria grossa (Remy B).

Com os resultados obtidos concluiu-se que concentrações de amido superiores a 10% resultam em produtos com características organoléticas indesejáveis. Concluiu-se também que o amido RemyLine AXFG-P, independentemente da concentração, conferiu características de textura e cor mais semelhantes às do pão tradicional com glúten. Pelo contrário, e de uma forma geral os restantes amidos conferiram ao miolo e à crosta do pão maior dureza, sendo este efeito mais pronunciado no caso do amido RemyLine AXDR. Como conclusão final sugere-se uma formulação de *mix* com 5% de RemyLine AXFG-P.

Abstract

The food industry has been studying alternatives to gluten-based flour in the production of bread for celiacs. Since the gluten plays a key-role in the bread structure, the use of other flours results in products with low organoleptic quality. The replacement of gluten with other components such as hydrocolloids and cereals starches has been a challenge for the industry.

This study aimed to develop a mix for gluten-free bread, prepared by the consumer at home according to indicated method of preparation. In the first stage of the work it was selected the base-formulation (mix) which consisted of: rice flour, corn starch, dextrose, locust bean gum and guar gum; and the preparation of reconstitution: water, solid fat, yeast and salt. It was developed a consumer study to ascertain the preference of consumers between a bread without gluten white (rice flour) and dark bread (rice flour and buckwheat flour). It was concluded that consumers preferred the white bread. In order to optimize the white bread mix, it was studied the effect of the type of rice starch and respective concentration in texture properties, viscosity, color and pH of the dough and bread after baking.

There were studied four different rice starches: rice waxy starch, native and normal powder (RemyLine AXDR); waxy rice starch, pregelatinized and fine grain (RemyLine AXFG-P); waxy rice starch, chemically modified (RemyGel 663); regular rice starch, native and coarse (Remy B).

From the results obtained it was concluded that starch concentrations above 10% results in products with undesirable organoleptic properties. It was also concluded that RemyLine AXFG-P, regardless of its concentration, has given more similar characteristics to the traditional bread with gluten, like texture and color, although the remaining starches gave higher hardness to the crumb and crust of the bread, and this effect was more marked with the use of RemyLine AXDR. It is suggested that a final mix formulation with 5% of RemyLine AXFG-P.

Índice

Índice de Tabelas.....	X
Índice de Figuras	xvi
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento	4
1.2 Objectivos	4
2. Revisão bibliográfica	5
2.1 Glúten.....	7
2.2 A doença celíaca	8
2.3 Produtos sem glúten.....	9
2.3.1 Hidrocolóides	10
2.3.1.1 Goma de Guar	10
2.3.1.2- Goma de Alfarroba	11
2.4 Farinhas sem glúten	12
2.5 Amido	12
2.5.1 Amido de arroz	13
2.5.2 Amidos de arroz Modificados	15
2.6 Gelatinização do amido.....	16
2.7 Retrogradação do amido.....	18
3. Materiais e métodos.....	20
3.1 Delineamento experimental.....	22
3.2 Matérias-primas utilizadas.....	23
3.3 Ensaio preliminares.....	24
3.3.1 - 1ª fase dos ensaios preliminares	24
3.3.2 - 2ª Fase dos ensaios preliminares.....	26
3.3.1.1 Estudo de consumidor	27

3.4 Ensaiois Finais.....	29
3.4.1 Preparação das amostras	29
3.5 Processo produtivo	31
3.6 Análise à textura	32
3.6.1 Determinação da textura da massa.....	33
3.6.2 Determinação da textura do miolo	34
3.6.3 Determinação da textura da crosta	35
3.7 Determinação do pH.....	36
3.8 Determinação da viscosidade	36
3.9 Determinação da cor	38
3.9.1 Procedimento.....	38
3.10 Determinação do teor de humidade	39
3.11 Determinação da altura do pão após cozedura	40
3.12 Análise estatística dos resultados	41
4. Resultados e discussão	42
4.1 – Teste consumidor	44
4.2 – Ensaiois preliminares	45
4.3 Textura	47
4.3.1 Textura da massa.....	47
4.3.2 Textura do miolo.....	48
4.3.3 Textura da crosta	51
2.4 Determinação do pH.....	51
4.5 Determinação da viscosidade	52
4.6 Determinação da cor	54
4.7 Determinação do teor de humidade	56
4.8 Comparação visual	57
4.9 Componentes principais	61
5. Conclusão	63

6. Bibliografia.....	67
7. Anexos	72

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Resultados de estudos relativos a hidrocolóides e amidos de arroz em produtos de pastelaria.	15
Tabela 2 – Matérias-primas utilizadas e respetivas marcas.	23
Tabela 3 – Tabela com a caracterização dos diferentes tipos de amidos de arroz.	24
Tabela 4 – Composição de formulações para mix base (preparado de secos) para 250g e dos restantes constituintes para a regeneração.	25
Tabela 5 – Tabela de formulações dos ensaios preliminares com os ingredientes da BNEO.	29
Tabela 6 – Formulações utilizadas no procedimento experimental.	30
Tabela 7 – Volume das diferentes formulações do pão sem glúten.	57
Tabela 8 – Valores da dureza da crosta obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).	74
Tabela 9 – Valores da dureza do miolo obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).	74
Tabela 10 – Valores da adesividade do miolo obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).	74
Tabela 11 – Valores da coesividade do miolo obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).	75
Tabela 12 – Valores da luminosidade do pão obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).	75
Tabela 13 – Valores do L/B do pão obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).	75
Tabela 14 – Valores da dureza da massa obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).	76
Tabela 15 – Valores da adesividade da massa obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).	76
Tabela 16 – Valores do pH da massa obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).	76
Tabela 17 – Valores da humidade do pão obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).	77
Tabela 18 – Resultados da análise de variância para a concentração de 0,5 %.	77
Tabela 19 – Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (concentração de 0,5 %).	77

Tabela 20 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (concentração de 0,5 %).	78
Tabela 21 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (concentração de 0,5 %).	78
Tabela 22 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (concentração de 0,5 %).	78
Tabela 23 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (concentração de 0,5 %).	78
Tabela 24 – Resultados do teste LSD para o L/B (concentração de 0,5 %).	78
Tabela 25 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (concentração de 0,5 %).	79
Tabela 26 – Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (concentração de 0,5 %).	79
Tabela 27 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (concentração de 0,5 %).	79
Tabela 28 – Resultados do teste LSD para a humidade do pão (concentração de 0,5 %).	79
Tabela 29 – Resultados da análise de variância para a concentração de 1 %.	79
Tabela 30 – Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (concentração de 1 %).	80
Tabela 31 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (concentração de 1 %).	80
Tabela 32 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (concentração de 1 %).	80
Tabela 33 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (concentração de 1 %).	80
Tabela 34 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (concentração de 1 %).	80
Tabela 35 – Resultados do teste LSD para o L/B (concentração de 1 %).	81
Tabela 36 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (concentração de 1 %).	81
Tabela 37 – Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (concentração de 1 %).	81
Tabela 38 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (concentração de 1 %).	81
Tabela 39 – Resultados do teste LSD para a humidade do pao (concentração de 1 %).	81

Tabela 40 – Resultados da análise de variância para a concentração de 2,5 %.....	82
Tabela 41 – Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (concentração de 2,5 %).	82
Tabela 42 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (concentração de 2,5 %).	82
Tabela 43 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (concentração de 2,5 %).	82
Tabela 44 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (concentração de 2,5 %).	82
Tabela 45 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (concentração de 2,5 %).	83
Tabela 46 – Resultados do teste LSD para o L/B (concentração de 2,5 %).	83
Tabela 47 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (concentração de 2,5 %).	83
Tabela 48 – Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (concentração de 2,5 %).	83
Tabela 49 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (concentração de 2,5 %).	83
Tabela 50 – Resultados do teste LSD para a humidade do pão (concentração de 2,5 %).	84
Tabela 51 – Resultados da análise de variância para a concentração de 5 %.....	84
Tabela 52 – Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (concentração de 5 %).	84
Tabela 53 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (concentração de 5 %).	84
Tabela 54 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (concentração de 5 %).	85
Tabela 55 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (concentração de 5 %).	85
Tabela 56 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (concentração de 5 %).	85
Tabela 57 – Resultados do teste LSD para o L/B (concentração de 5 %).	85
Tabela 58 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (concentração de 5 %).	85
Tabela 59 – Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (concentração de 5 %).	86

Tabela 60 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (concentração de 5 %).	86
Tabela 61 – Resultados do teste LSD para a humidade do pão (concentração de 5 %).	86
Tabela 62 – Resultados da análise de variância para a concentração de 10 %.	86
Tabela 63 – Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (concentração de 10 %).	86
Tabela 64 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (concentração de 10%).	87
Tabela 65 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (concentração de 10 %).	87
Tabela 66 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (concentração de 10 %).	87
Tabela 67 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (concentração de 10 %).	87
Tabela 68 – Resultados do teste LSD para o L/B (concentração de 10 %).	87
Tabela 69 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (concentração de 10 %).	88
Tabela 70 – Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (concentração de 10 %).	88
Tabela 71 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (concentração de 10 %).	88
Tabela 72 – Resultados do teste LSD para a humidade do pão (concentração de 10 %).	88
Tabela 73 – Resultados da análise de variância para o RemyGel 663.	88
Tabela 74 - Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (RemyGel 663).	89
Tabela 75 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (RemyGel 663).	89
Tabela 76 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (RemyGel 663).	89
Tabela 77 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (RemyGel 663).	89
Tabela 78 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (RemyGel 663).	89
Tabela 79 – Resultados do teste LSD para o L/B (RemyGel 663).	90
Tabela 80 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (RemyGel 663).	90
Tabela 81 - Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (RemyGel 663).	90
Tabela 82 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (RemyGel 663).	90
Tabela 83 – Resultados do teste LSD para a humidade do pão (RemyGel 663).	90
Tabela 84 – Resultados da análise de variância para o RemyLine AXDR.	91
Tabela 85 – Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (RemyLine AXDR).	91

Tabela 86 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (RemyLine AXDR).....	91
Tabela 87 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (RemyLine AXDR).	91
Tabela 88 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (RemyLine AXDR).	91
Tabela 89 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (RemyLine AXDR).	92
Tabela 90 – Resultados do teste LSD para o L/B (RemyLine AXDR)	92
Tabela 91 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (RemyLine AXDR).....	92
Tabela 92 – Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (RemyLine AXDR).	92
Tabela 93 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (RemyLine AXDR).	92
Tabela 94 – Resultados do teste LSD para a humidade do pão (RemyLine AXDR).	93
Tabela 95 – Resultados da análise de variância para o RemyLine AXFG-P.....	93
Tabela 96 – Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (RemyLine AXFG-P). ..	93
Tabela 97 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (RemyLine AXFG-P). ...	93
Tabela 98 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (RemyLine AXFG-P).	93
Tabela 99 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (RemyLine AXFG-P).	94
Tabela 100 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (RemyLine AXFG- P).	94
Tabela 101 – Resultados do teste LSD para o L/B (RemyLine AXFG-P).....	94
Tabela 102 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (RemyLine AXFG-P). 94	
Tabela 103 – Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (RemyLine AXFG- P).	94
Tabela 104 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (RemyLine AXFG-P).....	95
Tabela 105 – Resultados do teste LSD para a humidade do pão (RemyLine AXFG-P).95	
Tabela 106 – Resultados da análise de variância para o Remy B.	95
Tabela 107 – Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (Remy B).	95
Tabela 108 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (Remy B).	95
Tabela 109 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (Remy B).....	96
Tabela 110 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (Remy B).	96
Tabela 111 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (Remy B).....	96
Tabela 112 – Resultados do teste LSD para o L/B (Remy B).....	96

Tabela 113 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (Remy B).....	96
Tabela 114 – Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (Remy B).....	97
Tabela 115 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (Remy B).....	97
Tabela 116 – Resultados do teste LSD para a humidade do pão (Remy B).	97

Índice de Figuras

Figura 1 – Representação da estrutura do glúten (gliadina + glutenina).....	7
Figura 2 – Representação da estrutura da amilose (A) e da amilopectina (B).....	13
Figura 3 – Representação da gelatinização.	17
Figura 4 – Esquema de representação do gel de amido.	18
Figura 5 – Evolução da altura do pão ao longo do tempo de fermentação (valores médios ± desvio padrão de 3 ensaios).	26
Figura 6 – Evolução da temperatura de cozimento ao longo do tempo (valores médios ± desvio padrão de 3 ensaios).....	27
Figura 7 – Ficha de prova do pão sem glúten.	28
Figura 8 – Fluxograma de processo produtivo do pão sem glúten e respectivas análises realizadas.	31
Figura 9 - Curva típica da Força Vs tempo obtido após análise no texturómetro.....	33
Figura 10 – Texturómetro com a sonda cónica P/60c.	34
Figura 11 – Condições do teste TPA com a sonda cónica P/60C realizado à massa crua do pão sem glúten	34
Figura 12 – Condições do teste de resistência à compressão com a sonda cilíndrica P/4 realizado ao miolo do pão sem glúten.	35
Figura 13 – Texturómetro com a sonda de agulha P/2N.	35
Figura 14 – Condições do teste de textura realizado na crosta.	36
Figura 15 – Potenciómetro.	36
Figura 16 – Viscosímetro.....	37
Figura 17 – Condições do teste de viscosidade.	38
Figura 18 – Colorímetro.	39
Figura 19 – Gráficos das distribuições das preferências dos consumidores relativamente ao pão branco (A) e ao pão escuro (B).	44
Figura 20 – Imagens dos diversos ensaios realizados (A) RemyLine AXDR (amido arroz nativo) 10%, (B) Remyline AXDR (amido arroz nativo) 20%, (C) RemyLine AXFG-P (amido arroz pré-gelatinizado) 10%, (D) RemyGel 663 (amido arroz modificado) 10%, (E) Remy B (amido de arroz nativo) 10%, (F) RemyFlo (farinha de arroz gelatinizada) 20%, (G) RemyFlo (farinha de arroz gelatinizada) 30%, (H) Controlo.....	45
Figura 21- Gráfico da dureza da massa segundo os diferentes amidos e concentrações.	47
Figura 22 - Gráfico da adesividade da massa segundo os diferentes amidos e concentrações.....	48

Figura 23 - Gráfico da dureza do miolo segundo os diferentes amidos e concentrações.	49
Figura 24 - Gráfico da adesividade do miolo segundo os diferentes amidos e concentrações.	50
Figura 25 - Gráfico da coesividade do miolo segundo os diferentes amidos e concentrações.	50
Figura 26 - Gráfico da dureza da crosta segundo os diferentes amidos e concentrações.	51
Figura 27 - Gráfico do pH da massa segundo os diferentes amidos e concentrações.	52
Figura 28 – Gráficos da viscosidade aparente em função da taxa de corte para as diferentes concentrações.	53
Figura 29 - Gráfico da luminosidade do pão segundo os diferentes amidos e concentrações.	54
Figura 30 - Gráfico do L/B segundo os diferentes amidos e concentrações.	55
Figura 31 - Gráfico do teor de humidade do pão segundo os diferentes amidos e concentrações.	56
Figura 32 – Imagens obtidas do corte transversal do pão (A) controlo e com RemyLine AXFG-P em diferentes concentrações (B) 0,5%, (C) 1%, (D) 2,5%, (E) 5%, (E) 10% (as imagens B, C, D, E e F apresentam uma tonalidade mais escura que se deve à luz do laboratório).	58
Figura 33 – Imagens obtidas do corte transversal do pão (A) controlo e com RemyLine AXDR em diferentes concentrações (B) 0,5%, (C) 1%, (D) 2,5%, (E) 5%, (E) 10% (as imagens B, C, D, E e F apresentam uma tonalidade mais escura que se deve à luz do laboratório).	59
Figura 34 – Imagens obtidas do corte transversal do pão (A) controlo e com Remy B em diferentes concentrações (B) 0,5%, (C) 1%, (D) 2,5%, (E) 5%, (E) 10% (as imagens B, C, D, E e F apresentam uma tonalidade mais escura que se deve à luz do laboratório).	59
Figura 35 – Imagens obtidas do corte transversal do pão (A) controlo e com RemyGel 663 em diferentes concentrações (B) 0,5%, (C) 1%, (D) 2,5%, (E) 5%, (E) 10% (as imagens B, C, D, E e F apresentam uma tonalidade mais escura que se deve à luz do laboratório).	60
Figura 36 – Representação das componentes principais com projecção de variáveis e de casos.	61
Figura 37 – Gráfico de valorização por grupos etários.	97

1. Introdução

O pão é um alimento considerado, nos dias de hoje, como essencial na dieta do homem, e que é obtido a partir da farinha de diversos cereais. Um dos elementos essenciais para se obter o pão tal como o conhecemos atualmente é o glúten, uma proteína presente em alguns cereais, tais como o trigo ou o centeio, que é responsável pela estrutura do pão.

O glúten do trigo tem um papel fundamental na panificação, sendo responsável pela formação de uma massa coesa, elástica e extensível, que permite a retenção de gás durante a fermentação (de la Hera *et al.*, 2013). No entanto, a doença celíaca impede uma parte da população, 1% a 3%, não possa consumir produtos que contenham glúten, provocando distúrbios gástricos, entre os quais uma inflamação crónica intestinal. A doença celíaca é uma perturbação das funções digestivas no intestino delgado causada pela ingestão de glúten. Os indivíduos que sofrem desta doença apresentam sintomas no sistema digestivo, podendo até causar danos irreversíveis nas microvilosidades intestinais (Korus *et al.*, 2009). Este facto coloca um desafio para a indústria alimentar, que assenta na dificuldade em fazer um tipo de pão que não inclua glúten, mas que apresente características similares às de um pão tradicional. Existem diversos estudos (Alvarez-Jubete *et al.*, 2010; de la Hera *et al.*, 2013; Gallagher, 2009; Gallagher *et al.*, 2003, 2004; Mariotti *et al.*, 2013; Ribotta *et al.*, 2004; Sciarini *et al.*, 2012) que indicam que o desenvolvimento destes produtos representa um desafio tecnológico e científico.

A rede formada pelo glúten no pão de trigo confere características reológicas únicas, tais como a capacidade de retenção de gás, que torna o pão numa estrutura alveolar. O pão sem glúten é produzido com recurso a farinhas sem glúten e amidos, cujo resultado é um produto com uma qualidade estrutural pobre (Andersson *et al.*, 2011). Para contrariar este facto, vários autores têm tentado adicionar hidrocolóides a massas de pão sem glúten, os quais pretendem imitar as características viscoelásticas do glúten, resultando em melhorias substanciais na qualidade do pão.

Outro ingrediente utilizado, e que tem revelado resultados positivos, é o amido de arroz. O amido de arroz é um polissacarídeo constituído por uma mistura de amilose e amilopectina, que confere boa estabilidade ao longo do tempo e um sabor suave ao produto final. Também tem vantagem em relação a outros amidos, uma vez que tem maior resistência, melhora a estabilidade e resistência ao pH ácido e confere maior resistência ao fenómeno da retrogradação.

1.1 Enquadramento

O *mix* é uma mistura de secos pré-preparada e pronta a utilizar pelo consumidor. Ao comprar este *mix* será apenas necessário acrescentar os componentes líquidos e a levedura e fazer a sua reconstituição.

Este *mix* tem como vantagem a possibilidade dos doentes celíacos poderem comer pão fresco diariamente, com uma qualidade muito similar à do pão normal. O pão sem glúten já existente no mercado caracteriza-se por ser um pão com algumas diferenças sensoriais em relação ao pão tradicional com glúten, devido à excessiva quantidade de gordura presente, o que leva a que tenha um sabor e uma textura muito diferente em relação ao pão tradicional.

O presente trabalho insere-se numa parceria com a empresa NUTRIPAR, distribuidora de produtos da marca BENEIO. A NUTRIPAR é uma empresa de prestação de serviços e comercialização de ingredientes para a indústria agro-alimentar. Na parte da prestação de serviços a NUTRIPAR apoia as empresas no desenvolvimento de novos produtos alimentares, através de parcerias com centros de conhecimento científico e tecnológico. Foi neste âmbito que a NUTRIPAR lançou o desafio à UIDICTA para a elaboração de um *mix de pão sem glúten*.

1.2 Objectivos

Este trabalho consiste no desenvolvimento e otimização de uma mistura base para um preparado de pão sem glúten (*mix*), estudando o efeito de diferentes tipos de amido de arroz.

Pretende-se estudar a influência destes amidos em algumas características físico-químicas, reológicas e de textura, tais como a textura da massa, do miolo e da crosta, humidade, pH, viscosidade da massa e cor do miolo, utilizando formulações contendo concentrações diversas de amidos de arroz com características distintas. Pretende-se também estudar as diferenças entre os tipos de amidos aplicados e determinar qual a concentração ideal a utilizar no *mix*.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Glúten

O pão é um alimento tradicional geralmente preparado a partir de farinha de trigo, sendo o glúten o componente do trigo responsável pela qualidade do pão. O glúten é constituído pelas frações proteicas de glutenina e gliadina após hidratação (Figura 1). Enquanto a gliadina proporciona viscosidade e capacidade de expansão à massa, a glutenina é responsável pelas propriedades de elasticidade e coesão da massa (Demirkesen *et al.*, 2010). O glúten apresenta propriedades coesivas, elásticas e viscosas, que combinam os extremos dos dois componentes.

A matriz de glúten é um dos principais determinantes das propriedades importantes de massa de pão (extensibilidade, capacidade de retenção de gás e resistência ao estiramento), que envolve os grânulos de amido e fragmentos de fibras (Gallagher *et al.*, 2004).

O glúten pode ser encontrado em diversos cereais como o trigo, a aveia, o centeio, a cevada e o malte, amplamente utilizados na composição de alimentos, medicamentos, bebidas industrializadas e cosméticos (Quaglia, 1991).

O glúten não é eliminado quando os alimentos são processados termicamente, por isso deve ser substituído por outras farinhas alternativas ao trigo, como é o caso da farinha de arroz, do amido de milho, da farinha de milho, de fubá, da farinha de mandioca e da fécula de batata (Paulus, 1986).

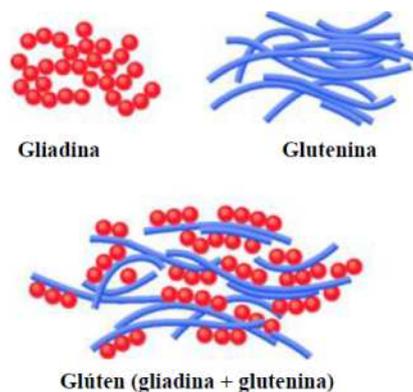


Figura 1 – Representação da estrutura do glúten (gliadina + glutenina).

2.2 A doença celíaca

A doença celíaca (DC) é uma doença de caráter autoimune, precipitada pela ingestão de cereais que contêm glúten, em indivíduos geneticamente predispostos (Pimenta-Martins *et al.*, 2014). Atualmente, o único tratamento para a doença celíaca é uma dieta livre de glúten para toda a vida (Gonçalves, 2012). Dados da Associação Portuguesa de Celíacos (APC) indicam que 1% a 3% da população portuguesa é celíaca. No entanto, apenas cerca de 10.000 celíacos estão diagnosticados e estimam que existam entre 70.000 a 100.000 celíacos por diagnosticar em Portugal.

Esta doença caracteriza-se por um estado de inflamação crónica da mucosa intestinal. Na base da inflamação crónica estão reações imunológicas complexas que vão induzir alterações morfológicas e funcionais na mucosa do intestino delgado proximal, com grave prejuízo na absorção de nutrientes e risco aumentado de morbilidade e malignidade (Pimenta-Martins *et al.*, 2014). O dano às mucosas do intestino delgado pode ser irregular e progressivo, levando à atrofia das vilosidades e à consequente má absorção dos nutrientes (Wakim-Fleming *et al.*, 2014), que reverte aquando da exclusão do glúten da alimentação e reincide após a sua reintrodução na dieta (Pimenta-Martins *et al.*, 2014; Wakim-Fleming *et al.*, 2014).

É tradicionalmente considerada uma síndrome de má absorção rara na infância. No entanto, reconhece-se atualmente, que a DC é uma condição mais frequente, que pode ser diagnosticada em qualquer idade e que afeta múltiplos sistemas de órgãos. São frequentes os atrasos entre o início dos sintomas e o diagnóstico e a DC permanece ainda subdiagnosticada apesar dos avanços no conhecimento do espectro clínico e nos métodos de rastreio e diagnóstico (Pimenta-Martins *et al.*, 2014).

Quando a DC não é tratada, podem surgir uma série de complicações, tais como a osteoporose, infertilidade, endocrinopatias, artrite e artralgia, doenças hepáticas, deficiências nutricionais, distúrbios neurológicos, doenças do sistema digestivo, doenças autoimunes, entre outras. Em relação à população em geral, estes pacientes têm um maior risco de desenvolver enteropatia associada ao linfoma de célula T, carcinoma de faringe e esófago, sendo o mais grave a neoplasia maligna do intestino delgado (Gonçalves, 2012).

Alguns dos problemas que as pessoas com DC têm de enfrentar são a falta de produtos de panificação sem glúten, a má qualidade (características pobre crosta, o endurecimento rápido e pobre sensação de boca e sabor) dos que existem e o preço elevado dos produtos sem glúten (Calaveras, 2004; de la Hera *et al.*, 2013).

2.3 Produtos sem glúten

O desenvolvimento de produtos sem glúten ainda representa um desafio tecnológico, no entanto já foram encontradas algumas alternativas ao glúten que podem ser utilizados no fabrico de produtos de panificação (de la Hera *et al.*, 2013; Gallagher *et al.*, 2004). A ausência de glúten produz problemas tecnológicos na produção de produtos de panificação (Sciarini *et al.*, 2012). O glúten é muitas vezes chamado a proteína "estrutural" para a panificação. As propriedades do glúten tornam-se aparentes quando a farinha é hidratada, dando origem a uma massa extensível, com boas propriedades de gás de exploração, e uma boa estrutura de miolo de pão cozido. A ausência de glúten, muitas vezes resulta numa massa crua e líquida e pode também resultar em pão cozido com uma textura de desintegração, sem cor característica e outros defeitos de qualidade após cozimento (Gallagher *et al.*, 2004).

A preparação de massas sem glúten é um processo difícil, pois o glúten contribui para uma rede forte de proteína que impede a dissolução da massa no cozimento (Gallagher *et al.*, 2004). Vários estudos demonstram (Alvarez-Jubete *et al.*, 2010; de la Hera *et al.*, 2013; Gallagher, 2009; Gallagher *et al.*, 2003, 2004; Mariotti *et al.*, 2013; Ribotta *et al.*, 2004; Sciarini *et al.*, 2012) que a massa do pão sem glúten só pode reter o gás se se adicionar um aditivo alimentar, como por exemplo os hidrolóides para substituir o glúten.

Para contrariar estas dificuldades tecnológicas foram utilizados vários aditivos para imitar as propriedades do glúten (Sciarini *et al.*, 2012), envolvendo principalmente a abordagem de incorporação de amidos, proteínas lácteas e hidrocolóides numa base de farinha sem glúten (arroz e farinha de milho), que podem simular as propriedades viscoelásticas do glúten e resultar na melhoria da estrutura, do paladar, aceitabilidade e no aumento da vida de prateleira dos produtos (Lazaridou *et al.*, 2007).

2.3.1 Hidrocolóides

Têm sido adicionados diferentes hidrocolóides aos produtos fermentados sem glúten com resultados positivos sobre a estrutura do miolo, sabor, aceitabilidade global e tempo de prateleira (Sciarini *et al.*, 2012). As gomas, ou hidrocolóides, pertencem a um grupo de biopolímeros utilizados em tecnologia alimentar. Na indústria panificadora, esses compostos ajudam a melhorar a textura dos alimentos e a retenção de umidade, para retardar a retrogradação do amido, e, finalmente, para aumentar a qualidade global dos produtos durante o seu armazenamento (Kohajdova e Karovicova, 2009). Segundo Gallagher *et al.* (2004) a hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), a goma de alfarroba, a goma de guar, a carragenina, a goma de xantana e o agar-agar originaram produtos, como o pão de arroz, com características estruturais satisfatórias.

Tem sido relatado que os hidrocolóides têm a capacidade de melhorar a retenção do gás através do aumento da viscosidade do sistema, resultando em pão com maior volume (Sciarini *et al.*, 2012). A goma de alfarroba (E410) é um hidrocolóide natural extraído das sementes da alfarrobeira, e é constituída por polissacáridos de galactomanano, é utilizada na indústria alimentar como um espessante ou modificador de viscosidade ou como um agente estabilizante. A aplicação deste hidrocolóide na panificação resulta num maior rendimento dos produtos cozidos, melhorando a textura final e adicionando viscosidade à massa (Kohajdova e Karovicova, 2009).

2.3.1.1 Goma de Guar

A goma guar encontra-se em extratos de sementes de uma planta leguminosa *Cyamopsis tetragonolobus*. É retirada do endosperma do feijão do tipo guar, *Cyamopsis*. A sua principal propriedade é a capacidade de se hidratar rapidamente em água fria e atingir alta viscosidade. O resíduo de sua semente, depois de extraída a goma, é bastante valioso para a utilização em rações animais.

A goma de guar (E412) é um emulsionante, espessante (que tem cerca de oito vezes o poder de espessamento do amido de milho), e estabilizante (Mariotti *et al.*, 2013).

Trata-se de um heteropolissacarídeo que consiste numa cadeia de unidades de 1,4 - D-manopiranosose e pertence ao grupo das galactomanoses (1 galactose para 2 manoses) (Ribotta *et al.*, 2004).

A goma de guar é um hidrocolóide solúvel, largamente utilizado em produtos de panificação pela sua capacidade de aumento de volume e viscosidade; é solúvel em água fria, formando dispersões coloidais. Além disso, os hidrocolóides retardam a retrogradação do amido – formando complexos com as cadeias de amilose – aumentam a capacidade dos produtos de panificação e retêm a humidade, contribuindo positivamente para a qualidade geral dos produtos (Munhoz *et al.*, 2004).

É uma goma de elevado peso molecular, estável ao calor devido à presença dos resíduos de galactose, que dificultam a aproximação das moléculas de polissacarídeos, capazes de formar dispersões coloidais em água com elevada viscosidade devido à sua baixa ramificação. Não forma géis e a viscosidade é pouco afetada pelo pH, na gama de 4 a 9. Interage com outras gomas, alterando a viscosidade final do produto.

A goma guar é totalmente solúvel em água ou leite quentes. É um agente espessante, com características pseudoplásticas. Quando sujeito a temperaturas elevadas perde parte da viscosidade (Linden e Lorient, 1999).

2.3.1.2- Goma de Alfarroba

Pensa-se que a alfarrobeira terá sido trazida pelos gregos da Ásia Menor. Existem indícios de que os romanos mastigavam as suas vagens secas, muito apreciadas pelo seu sabor adocicado. À semelhança de outras, esta planta foi levada pelos árabes para o Norte de África, Espanha e Portugal.

Do fruto da alfarrobeira tudo pode ser aproveitado, embora a sua excelência esteja ainda ligada à semente, donde é extraída a goma de alfarroba, constituída por hidratos de carbono complexos (galactomananos), que têm uma elevada qualidade como espessante, estabilizante, emulsionante e múltiplas utilizações na indústria alimentar (E410).

A farinha de alfarroba é a fração obtida pela trituração e posterior torrefação da polpa da vagem. Contém, em média, 48-56% de açúcar (essencialmente sacarose, glucose, frutose e manose), 18% de fibra (celulose e hemicelulose), 0,2-0,6% de gordura, 4,5% de proteína e elevado teor de cálcio (352 mg/100 g) e de fósforo. Também, as características particulares dos seus taninos (compostos polifenólicos) levam a que a farinha de alfarroba seja muitas vezes utilizada como antidiarreico, principalmente em crianças (Houaiss, 2005).

2.4 Farinhas sem glúten

Um dos componentes mais frequentemente utilizado como substituto dos cereais de trigo em produtos alimentares sem glúten é o arroz, esta farinha tem baixos níveis de sódio, proteína, fibra, gordura e uma quantidade elevada e hidratos de carbono de fácil digestão (Turabi *et al.*, 2008).

Pode ainda utilizar-se o trigo-sarraceno, cuja composição tem um elevado teor de flavonóides e polifenóis. É também uma das melhores fontes vegetais de proteínas, uma vez que a sua composição em aminoácidos é bem equilibrada e nutricionalmente superior ao das proteínas de outros cereais. É também rico em fibra. O elevado teor de fibra é uma característica importante na seleção de matéria-prima no desenvolvimento de produtos sem glúten, uma vez que os pacientes com doença celíaca geralmente têm um défice de ingestão de fibra (Mariotti *et al.*, 2013).

2.5 Amido

O amido é a principal substância de reserva dos cereais e tubérculos e fornece 70% a 80% das calorias consumidas pelo homem, é abundante na natureza e pode ser facilmente extraído com alta pureza e baixo custo. O amido de tubérculos possui maior facilidade de extração, enquanto que os amidos de cereais necessitam de mais recursos para extração. O amido é um polissacarídeo que consiste em resíduos de D-glicose e, como tal, pode ser considerado um homopolissacarídeo, apresenta-se na forma de grãos com forma e tamanho dependente da sua fonte botânica e é constituído por dois polímeros de glicose com estruturas diferentes: amilose e amilopectina. A organização

física destas duas macromoléculas na estrutura granular determinam as propriedades do amido. A proporção entre amilose (Figura 2 (A)) e amilopectina (Figura 2 (B)) varia de acordo com a fonte botânica, o que confere características específicas à pasta de amido. Segundo Cereda (2014) a amilose é essencialmente linear constituída por polímeros de D-glicose interligados - 1,4 e a amilopectina é altamente ramificada e, além das ligações -1,4, apresenta de 5 a 6% de ligações -1,6 nos pontos de ramificação. A grande maioria dos amidos contém 20-30% de amilose e 70-80% de amilopectina.

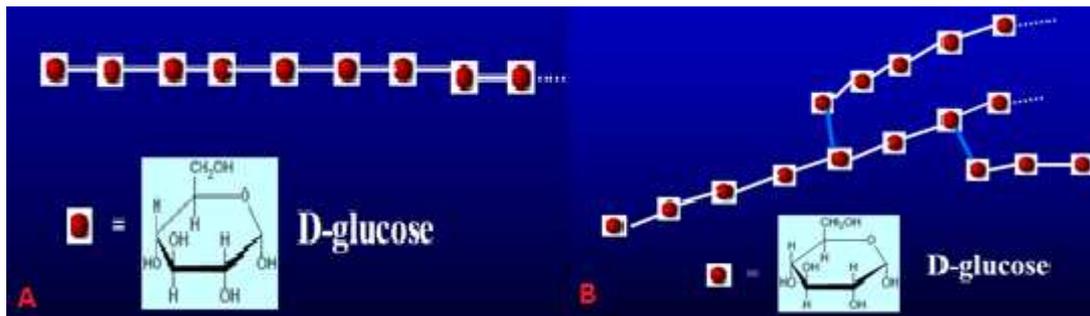


Figura 2 – Representação da estrutura da amilose (A) e da amilopectina (B).

Além do valor nutritivo, o amido tem importância pelo seu efeito sobre os alimentos, como espessante, aumento da consistência, confere estabilidade em condições de arrefecimento e congelamento, aumento da adesividade, aumento da transparência, melhoramento da textura de pastas e géis e modifica as características de cozedura. O grão de amido apresenta diversos tamanhos, formatos e temperatura de gelatinização, variando de acordo com a origem. A principal função do amido de milho em produtos de panificação é absorver água e, deste modo, estabelecer a estrutura do produto (Cereda, 2001).

2.5.1 Amido de arroz

Os derivados do arroz adquiriram, desde há muito tempo destaque na indústria alimentar, uma vez que proporcionam algumas vantagens funcionais únicas para um grande número de produtos alimentares. A estabilidade ao longo do tempo, a estrutura lisa, o sabor suave e um branco intenso são características que tornam a utilização do amido de arroz vantajosa no fabrico de produtos sem glúten (Stonyfield Farm, 2007; Wouters, 2013).

Os amidos de arroz estão amplamente disponíveis e oferecem elevado potencial na formulação de produtos de panificação sem glúten. A ausência do glúten, baixo teor de sódio e elevado teor de hidratos de carbono de fácil digestão são algumas das propriedades de amidos de arroz, que são adequadas para dietas especiais (Gallagher *et al.*, 2004). Estes amidos interagem com outros agentes espessantes (ex. hidrocolóides) para criar um agente de gelificação único. Segundo (Stonyfield Farm, 2007), a combinação de amido de arroz, goma de semente de alfarroba, pectina e carragenina reforçam os géis de cada componente, proporcionando uma textura elástica e impedindo a sinérese (separação da água).

Quando comparados com outros amidos, os amidos de arroz têm maior resistência a pH baixos e são mais estáveis ao longo tempo de armazenamento (retrogradação mais lenta) (Stonyfield Farm, 2007). O amido pode apresentar uma variedade de texturas, que depende da proporção amilose/amilopectina (BeMiller e Whistler, 2009).

O amido de arroz é um polissacarídeo, constituído por uma mistura de amilose e amilopectina, que formam um grânulo de tamanho considerável. A amilose é constituída por 250 a 300 resíduos de D-glicopiranoose, ligados por pontes glicosídicas α -1,4 que conferem à molécula uma estrutura linear. A amilopectina é uma macromolécula menos hidrossulúvel do que a amilose, constitui aproximadamente 80% dos polissacarídeos, é formada por cerca de 1400 resíduos de α -glicose ligados por pontes glicosídicas α -1,4, ocorrendo também ligações α -1,6 que lhe dão uma estrutura ramificada (Calaveras, 2004). A amilopectina é um polímero de glucose altamente ramificado, e a amilopectina do arroz ainda tem mais ramificações. A distribuição das ramificações do amido de arroz apresenta mais ramificações do que os restantes amidos. As diferenças entre variedades de arroz podem ser encontradas na razão amilose/amilopectina, a ordem interna e a distribuição do comprimento das cadeias laterais (Stonyfield Farm, 2007).

As propriedades típicas do gel do amido devem-se à estrutura e à proporção de amilose e de amilopectina (BeMiller e Whistler, 2009; Stonyfield Farm, 2007). Estes parâmetros significam que as principais características do gel de arroz são a sua consistência macia e cremosa e a sensação na boca. A principal diferença entre o amido de arroz padrão e o amido de arroz ceroso é a estrutura de gel e a sua estabilidade à temperatura, bem como a sua estabilidade durante a esterilização e congelação. Estas características são muito mais importantes do que a sua viscosidade, o que pode ser ajustado, em particular, com os hidrocolóides (Stonyfield Farm, 2007). A pulverização de amido de

arroz, em que os grânulos de amido individuais são secos em agregados, produz esferas de amido porosas, com maior dispersão em relação a outros amidos (BeMiller e Whistler, 2009).

2.5.2 Amidos de arroz Modificados

As propriedades dos amidos de arroz podem ser alteradas por modificação química do mesmo modo como são as dos restantes amidos. Os amidos preparados através do método alcalino foram modificados para aumentar a estabilidade numa gama de valores de pH e também melhorar a estabilidade ao cisalhamento. Em geral, o amido de arroz oxidado (amido modificado) tem uma temperatura de gelatinização mais baixa e menor viscosidade máxima da pasta, produzindo um gel mais macio e mais claro. Amidos de arroz hidroxipropilado (amido modificado) têm temperaturas de gelatinização mais baixas, ao passo que o amido de arroz reticulado (amido modificado) tem um aumento da temperatura de gelatinização, o aumento da resistência ao cisalhamento e estabilidade a pH ácido (BeMiller e Whistler, 2009).

Na Tabela 1 encontram-se resumidos alguns dos estudos realizados, com gomas e com amidos de arroz.

Tabela 1 – Resultados de estudos relativos a hidrocolóides e amidos de arroz em produtos de pastelaria.

Produto	Aditivos	Conclusões	Autores
Pão de arroz sem glúten	Goma guar Goma afarroba	Estas gomas dão boa estrutura ao pão	(Gallagher <i>et al.</i> , 2004)
Pão sem glúten	Amido arroz Goma Alfarroba	A combinação destes dois aditivos, proporciona uma textura elástica e impede a sinérese	(Stonyfield Farm, 2007)
Pão sem glúten	Amido Arroz	Reduz a dureza do miolo e a taxa de endurecimento	(Gallagher <i>et al.</i> , 2004)
Pastelaria fina	Amido arroz (RemyLine AXFG-P)	A dureza e a fragilidade destes produtos pode ser afinada com pequenas percentagens deste amido	(Wouters, 2013)
Bolos	Amido arroz (RemyGel 663)	É ideal para manter uma estrutura suave no produto final	(Wouters, 2013)
Massa pão sem glúten	Goma Guar	A adição desta goma melhorou a textura elástica e a resistência da massa. Aumento a capacidade de água	(Ribotta <i>et al.</i> , 2004)
Produtos de Panificação	Goma Guar	Esta goma melhorou o sabor dos produtos	(Kohajdova e Karovicova, 2009)

Segundo Ribotta *et al.* (2004) quando adicionada à massa de pão, a goma guar melhorou a textura e a resistência da massa, e aumentou a capacidade de retenção de água. A incorporação da goma guar em certos tipos de alimentos melhora o seu sabor (Kohajdova e Karovicova, 2009).

Segundo Gallagher *et al.*, (2004), esta goma em junção com a goma de alfarroba originão pão com uma estrutura alveolar mais satisfatória. Segundo este autor também a adição de amido de arroz ao pão sem glúten reduz a dureza do miolo e a propensão para o endurecimento do pão.

No trabalho de Wouters (2013), verificou-se que a adição de pequenas quantidades de amido de arroz RemyLine AXFG-P¹ melhora a textura (dureza/fragilidade) de produtos de pastelaria fina. No que diz respeito ao amido de arroz RemyGel 663² é ideal o para manter uma estrutura suave em bolos.

Segundo Stonyfield Farm (2007) a combinação da goma de alfarroba com amido de arroz proporciona uma textura elástica e impede a sinérese do pão sem glúten.

2.6 Gelatinização do amido

Quando uma dispersão de amido em água é submetida a aquecimento, e atinge a temperatura crítica, o amido sofre alterações irreversíveis. Esta temperatura crítica denomina-se por *temperatura de gelatinização* e todo o conjunto de alterações sofridas pelo amido, durante o aquecimento, é conhecido por gelatinização (Figura 3) (Jacobson *et al.*, 1997).

¹ -designação do amido de arroz ceroso, pré-gelatinizado e com granulometria fina da marca BNEO

² - designação amido de arroz ceroso, modificado quimicamente da marca BNEO

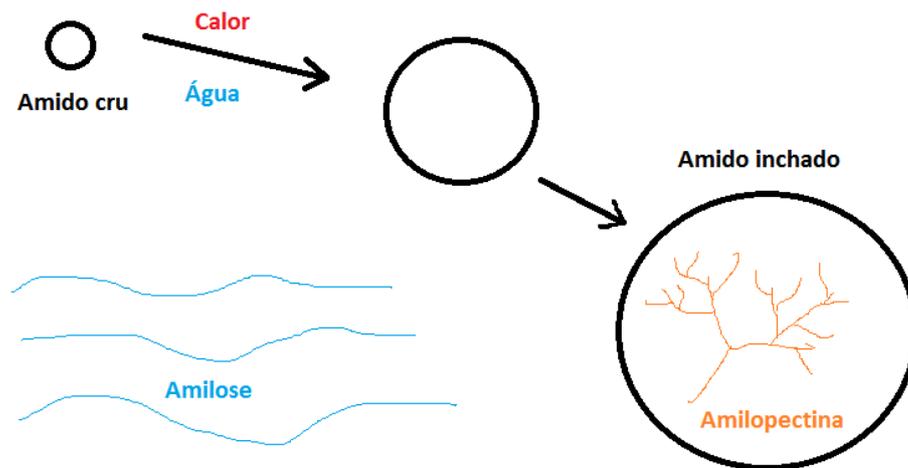


Figura 3 – Representação da gelatinização.

Durante o aquecimento do amido e na presença de água, ocorrem alterações no sistema, enfraquecendo as ligações de hidrogénio entre as moléculas de amilose e de amilopectina. A estrutura granular “relaxa” e a água começa a penetrar no interior dos grânulos. Mantendo o aquecimento, há o aumento da dimensão dos grânulos devido à interação dos grupos -OH com a água, sendo que o amido gelatiniza nesta fase. Com estas alterações, há um aumento da viscosidade, em que a água fria é retida pelos grânulos, dificultando o seu movimento. A temperatura a que ocorre este processo é dependente da origem do amido e chama-se temperatura de gelatinização (Atwell *et al.*, 1988).

O produto final da gelatinização denomina-se por gel (Figura 4), sendo este um sistema com propriedades viscoelásticas, formado por uma rede de cadeias de amilose/amilopectina às quais estão ligadas camadas de água por pontes de hidrogénio (Jacobson *et al.*, 1997).

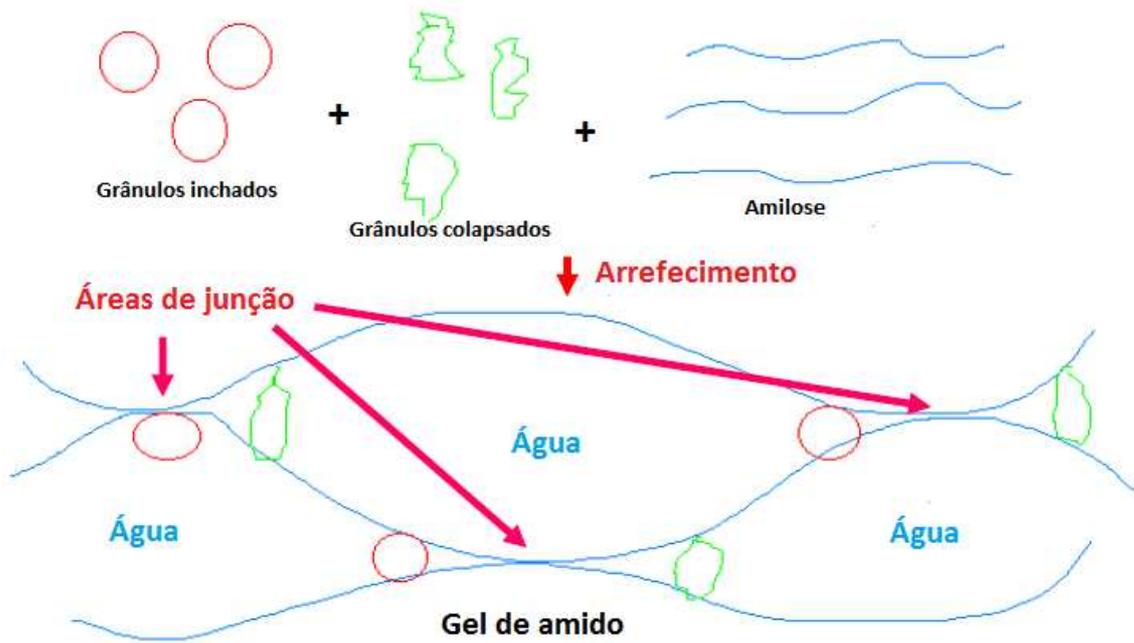


Figura 4 – Esquema de representação do gel de amido.

2.7 Retrogradação do amido

O “staling” ou o aumento da dureza do amido é uma das propriedades mais desagradáveis no pão sem glúten, que tem sido associada com a retrogradação do amido. A retrogradação do amido ocorre muito rapidamente durante o arrefecimento e ajuda a estabilizar o miolo. Em contraste, a retrogradação da amilopectina é mais lenta e parece ser o fator decisivo no “staling” tal como a firmeza do miolo e perda de elasticidade (Gallagher, 2009).

À medida que um gel de amido arrefece, as cadeias de amilose/amilopectina tornam-se menos móveis, as ligações de hidrogénio ficam mais fortes e o gel fica mais rígido. Num arrefecimento mais prolongado e mais acentuado, as cadeias de amido (principalmente as de amilose) têm uma forte tendência para interagirem umas com as outras, forçando a água a migrar para fora do sistema. A este processo dá-se o nome de sinérese. Num armazenamento mais prolongado, as interações entre as cadeias são cada vez mais fortes podendo eventualmente formarem-se cristais. O processo de cristalização das cadeias de amido com a formação de um gel mais opaco e mais rígido é denominado por *retrogradação*. A taxa de retrogradação depende de vários fatores tais como a razão

amilose/amilopectina, temperatura, concentração de amido, origem botânica e presença de outros ingredientes (Jacobson *et al.*, 1997).

A retrogradação é tanto maior, quanto maior for a percentagem de amilose no amido. E isto porque, como as amiloses são moléculas lineares, mais facilmente se ligam umas às outras, dando origem a uma espécie de recristalinização e a um aumento de rigidez (Atwell *et al.*, 1988).

3. Materiais e métodos

Neste capítulo encontram-se descritas as matérias-primas utilizadas, o processo produtivo, assim como todos os métodos analíticos utilizados para a determinação do pH, humidade, viscosidade, textura e cor. Faz-se ainda a distinção entre dois tipos de ensaios realizados: preliminares e finais. Esta diferenciação pretende distinguir todos os ensaios que foram necessários para desenvolver a formulação base (*mix*) a utilizar nos ensaios finais. Nestes últimos estudou-se o efeito do tipo de amido de arroz (nativo ou modificado) nas propriedades do pão sem glúten ao nível da massa crua e do pão, com o produto final.

3.1 Delineamento experimental

O planeamento deste trabalho foi dividido em duas partes principais:

- 1) Desenvolvimento de um *mix* base.

Nesta primeira parte pretende-se obter um *mix* (preparado de secos), que será disponibilizado ao consumidor, o qual fará a respetiva reconstituição com as restantes matérias-primas (também fazendo parte da formulação a desenvolver) em casa de acordo com o modo de preparação indicado.

Para tal realizaram-se os seguintes ensaios preliminares:

- 1- Seleção das matérias-primas da formulação;
- 2- Otimização das condições operacionais: tempo de fermentação e binómio Temperatura/Tempo de cozedura;
- 3- Seleção do *mix* base final através de um estudo de consumidor;

- 2) Estudo do efeito da concentração e do tipo de amido de arroz nas propriedades de:

textura, cor, humidade e reológicas do pão sem glúten. Nesta segunda parte do trabalho aferiu-se a gama de concentrações de diferentes amidos de arroz a estudar. Posteriormente, avaliou-se o efeito de diferentes concentrações (0,5%, 1%, 2,5%, 5% e 10%) nas propriedades de textura, humidade e cor do pão após cozedura e reologia, pH e textura na massa.

3.2 Matérias-primas utilizadas

Na Tabela 2 encontram-se detalhadas as matérias-primas utilizadas na elaboração desta experiência, indicando a marca de cada uma delas.

De referir que as matérias-primas Remyline AXDR, RemyFlo, RemyLine AXFG-P, Remygel 663 e Remy B (marca BENEIO) foram fornecidos pela empresa NUTRIPAR.

Tabela 2 – Matérias-primas utilizadas e respetivas marcas.

Matéria-prima	Marca
Farinha de Arroz	Globo
Trigo-sarraceno	Celeiro
Amido milho	Maizena
Dextrose	Formulab
Goma de Alfarroba	Formulab
Goma de Guar	Formulab
Margarina	Vaqueiro
RemyLine AXDR (amido arroz)	BENEIO
RemyFlo (farinha arroz)	BENEIO
RemyLine AX-FG-P (amido arroz)	BENEIO
RemyGel 663 (amido arroz)	BENEIO
Remy B (amido arroz)	BENEIO
Levedura (<i>Sacchchromyces cerevisiae</i>)	Levital
Sal	Vatel

Na Tabela 3 estão descritas as características dos ingredientes da BENEIO. As características apresentadas estão relacionadas com o tipo de farinha, tipo de amido, a granulometria e o tratamento adicional que sofrem.

Tabela 3 – Tabela com a caracterização dos diferentes tipos de amidos de arroz.

Nome do produto	Características		
	Tipo de farinha	Tipo de amido	Granulometria
RemyLine AXDR	Waxy ** (ceroso)	Nativo	Normal
RemyLine AXFG -P	Waxy (ceroso)	Pré-gelatinizado	Fina
RemyGel 663	Waxy (ceroso)	Modificado Quimicamente	_____
Remy B	Regular	Nativo (alto ponto de gelatinização)	Grossa
Remyflo *	Regular	_____	_____

*Farinha de arroz gelatinizada

** tipo de arroz, cultivado principalmente no Sudeste e Leste da Ásia, tem grãos opacos e com baixo teor de amilose.

3.3 Ensaios preliminares

Os ensaios preliminares tiveram como objetivo estabelecer as condições ótimas para os ensaios finais, reduzindo o espectro de ação de modo a excluir formulações cujos resultados não seriam passíveis de analisar corretamente, assim como as condições do processo produtivo. Desta forma dividiram-se os ensaios preliminares em 3 fases sequenciais.

3.3.1 - 1ª fase dos ensaios preliminares

Numa primeira fase do trabalho, como primeira abordagem, analisaram-se alguns dos *mix's* disponíveis no mercado, assim como os respetivos rótulos e juntamente com a informação obtida de pesquisa bibliográfica desenvolveram-se 8 formulações diferentes de pão branco (farinha de arroz) e pão escuro (farinha de arroz e farinha de trigo sarraceno), as quais se encontram representadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Composição de formulações para mix base (preparado de secos) para 250g e dos restantes constituintes para a regeneração.

		1 ^a exp	2 ^a exp	3 ^a exp	4 ^a exp	5 ^a exp	6 ^a exp	7 ^a exp	8 ^a exp
Mix (%)	Amido de milho	74	74	50	40	40	30	40	40
	Farinha de trigo-sarraceno	20	20	30	20	20	35	-----	-----
	Farinha de Arroz	-----	-----	10	30	30	20	50	50
	Dextrose	5	5	9	9	9	14	9	9
	Goma de Alfarroba	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	Goma Guar	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Ingredientes de Preparação (g)	Margarina	10	10	10	10	-----	-----	-----	10
	Sal	5	5	5	5	5	5	5	5
	Levedura	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
	Água	240	150	150	150	150	150	150	150

Nota: As quantidades dos ingredientes de preparação descritas na Tabela estão representadas em gramas, sendo que o consumidor terá de acrescentar estes ingredientes para a reconstituição final

Como resultado da experiência 1, a massa ficou muito líquida, e depois de cozido o pão ficou muito húmido, concluindo-se que tinha água em excesso.

Na experiência 2, o pão ficou com cheiro característico e sem cheirar demasiado a goma, tal como os mix já existentes no mercado, tendo miolo bem alveolado, a côdea partia muito e separava-se do miolo.

Na experiência 3 o pão tornou-se azedo visto ter uma maior percentagem de trigo-sarraceno.

Na experiência 4 a mistura de farinhas utilizadas levou a que o pão ficasse equilibrado, com bom sabor, a cor do pão escura e miolo bem alveolar. Esta foi a formulação escolhida para o pão "escuro".

Na experiência 5, que tem formulação igual à experiência 4, apenas foi retirada a gordura. No entanto, esta formulação não resultou, pois o pão não cresceu tanto, nem ficou tão alveolar como o anterior (experiência 4).

Na experiência 6 aumentou-se a quantidade de dextrose e de farinha de arroz e diminuiu-se a quantidade de amido de milho. O pão ficou demasiado doce devido ao excesso de dextrose e quebrava muito devido à menor quantidade de amido.

Na experiência 7 retirou-se a farinha de trigo-sarraceno, substituindo-a na totalidade por farinha de arroz, retirando-se a margarina. Devido à falta de margarina a côdea esfarelou muito.

Na experiência 8 utilizou-se a mesma formulação da experiência 7, acrescentando-se margarina. Com esta alteração obteve-se o resultado pretendido, tendo o pão bom sabor, crosta estaladiça e com miolo alveolar. Esta foi a formulação escolhida para o pão "branco".

Após análise dos resultados da análise visual selecionaram-se as duas formulações que apresentavam melhores características (4ª – pão "escuro"; 8ª – pão "branco").

3.3.2 - 2ª Fase dos ensaios preliminares

Numa segunda fase do trabalho foi feito um estudo do tempo de fermentação e de cozedura, de modo otimizar o processo produtivo e a obter os valores ideais para procedimento experimental.

No caso do tempo de fermentação avaliou-se a altura do pão ao longo do tempo de fermentação numa estufa de incubação (Sanyo MIR-253, Japão) a 30°C. Para tal mediui-se a altura da massa, com uma régua graduada, este procedimento repetiu-se três vezes. A cada 10 minutos, durante 75 minutos. Os resultados obtidos estão na Figura 5.

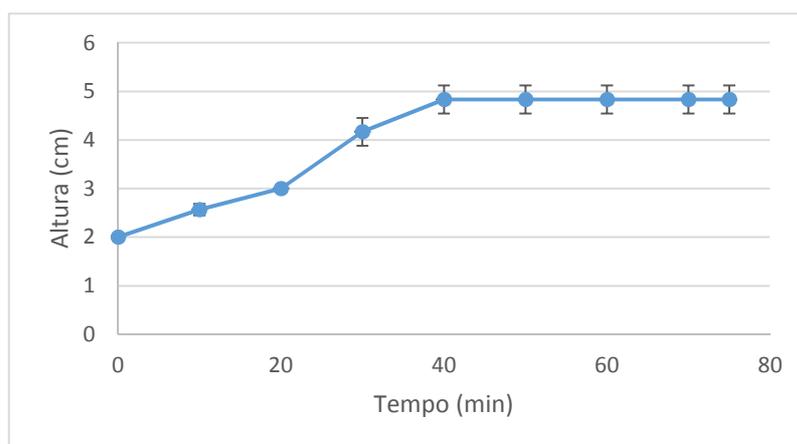


Figura 5 – Evolução da altura do pão ao longo do tempo de fermentação (valores médios \pm desvio padrão de 3 ensaios).

Através deste ensaio foi possível determinar o tempo de fermentação, que será de 40 minutos, uma vez que após este período não se observou um incremento da altura na massa.

Para a determinação do tempo de cozedura do pão realizou-se um ensaio (em triplicado) no qual se monitorizou a temperatura do pão ao longo do tempo (Figura 6).

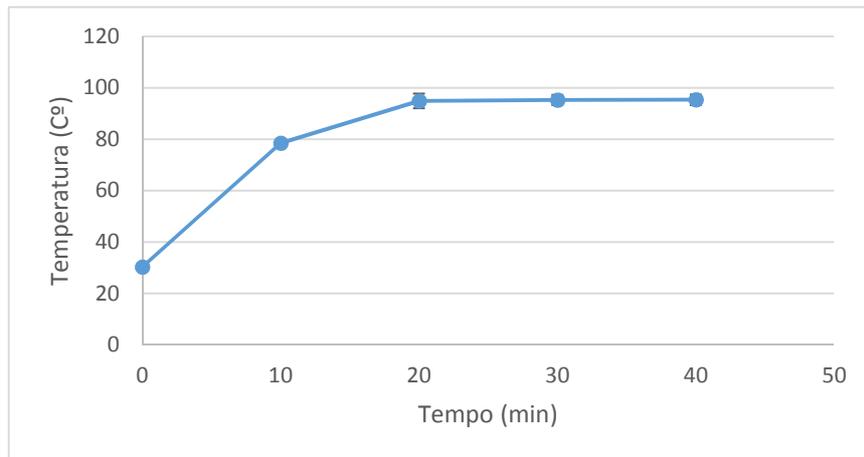


Figura 6 – Evolução da temperatura de cozimento ao longo do tempo (valores médios \pm desvio padrão de 3 ensaios).

Através deste teste ensaios foi possível concluir que o tempo de cozedura será de 30 minutos, pois após este tempo o pão começa a ficar queimado e a adquirir uma textura mais dura.

3.3.1.1 Estudo de consumidor

De forma a avaliar qual a preferência do consumidor relativamente aos dois *mix*'s, pão "branco" e pão "escuro" realizou-se um teste de preferência. Este teste é utilizado quando o objetivo do estudo é determinar qual o produto preferido dos consumidores. Quando apenas estão em causa duas amostras, o teste mais utilizado é o da comparação por pares, no qual se pergunta diretamente ao consumidor qual das duas amostras prefere (Figura 7).

O teste foi realizado na Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viana do Castelo, com uma amostra de 60 consumidores não celíacos.

Por favor preencha os campos pedidos na ficha de prova.

Idade:_____ Sexo:_____

É portador da doença celíaca? Sim____ Não____

- Código :_____
- Compraria o produto? Sim____ Não____

- Código :_____
- Compraria o produto? Sim____ Não____

Figura 7 – Ficha de prova do pão sem glúten.

3.3.3 - 3ª Fase dos ensaios preliminares

Nesta fase do trabalho pretendeu-se avaliar o efeito da concentração de amidos de arroz (Tabela 5) nas propriedades do pão. Para tal recorreu-se à formulação do ensaio 8 (Tabela 4), o qual foi utilizado como ensaio controlo.

Esta primeira fase da análise baseou-se apenas no aspeto visual, no cheiro e na cor do pão após cozedura. Na Tabela 5 encontra-se a composição das formulações estudadas.

Tabela 5 – Tabela de formulações dos ensaios preliminares com os ingredientes da BENEÓ.

Ingredientes		E1 10% AXDR	E2 20% AXDR	E3 11% AXDR	E4 10% AXFGP	E5 10% 663	E6 10% B	E7 20% remyflo	E8 30% remyflo
Constituição do Mix %	Farinha de Arroz	50	50	50	50	50	50	30	20
	Amido Milho	30	20	30	30	30	30	40	40
	Dextrose	9	9	9	9	9	9	9	9
	Goma Alfarroba	0.5	0.5	--	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	Goma Guar	0.5	0.5	--	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	RemyLin e AXDR	10	20	11	--	--	--	--	--
	RemyLin e AXFGP	--	--	--	10	--	--	--	--
	RemyGel 663	--	--	--	--	10	--	--	--
	Remy B	--	--	--	--	--	10	--	--
	Remyflo							20	30
Ingredientes de preparação (g)	Margarina	10	10	10	10	10	10	10	10
	Sal	5	5	5	5	5	5	5	5
	Levedura	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
	Água	150	150	150	150	150	150	150	150

3.4 Ensaios Finais

3.4.1 Preparação das amostras

Após a realização dos ensaios preliminares descritos anteriormente procedeu-se à elaboração do pão com a incorporação dos diferentes tipos de amido: RemyLine AXDR, RemyLine AXFG-P, RemyGel 663 e Remy B nas concentrações de 0,5%, 1%, 2,5%, 5% e 10% (Tabela 6). Em todos os ensaios realizaram-se análises físico-químicas, reológicas e de textura à massa, miolo e crosta do pão.

Tabela 6 – Formulações utilizadas no procedimento experimental.

Constituição do Mix (%)										Ingredientes de preparação (g)			
% de amido utilizada	Farinha de Arroz	Amido de milho	Dextrose	Goma Alfarroba	Goma Guar	Remyline AXDR	Remyline AXFGP	Remygel 663	Remy B	Margarina	Sal	Levedura	Água
0,5%	50	39.5	9	0.5	0.5	0.5	-	-	-	10	5	7.5	150
1%		39				1	-	-	-				
2,5%		37.5				2.5	-	-	-				
5%		35				5	-	-	-				
10%		30				10	-	-	-				
0,5%		39.5				-	-	-	0.5				
1%		39				-	-	-	1				
2,5%		37.5				-	-	-	2.5				
5%		35				-	-	-	5				
10%		30				-	-	-	10				
0,5%		39.5				-	-	0.5	-				
1%		39				-	-	1	-				
2,5%		37.5				-	-	2.5	-				
5%		35				-	-	5	-				
10%		30				-	-	10	-				
0,5%		39.5				-	0.5	-	-				
1%		39				-	1	-	-				
2,5%		37.5				-	2.5	-	-				
5%		35				-	5	-	-				
10%		30				-	10	-	-				

3.5 Processo produtivo

Na Figura 8 encontra-se o fluxograma do processo produtivo do pão sem glúten. Na mesma figura encontram-se descritas as análises realizadas.

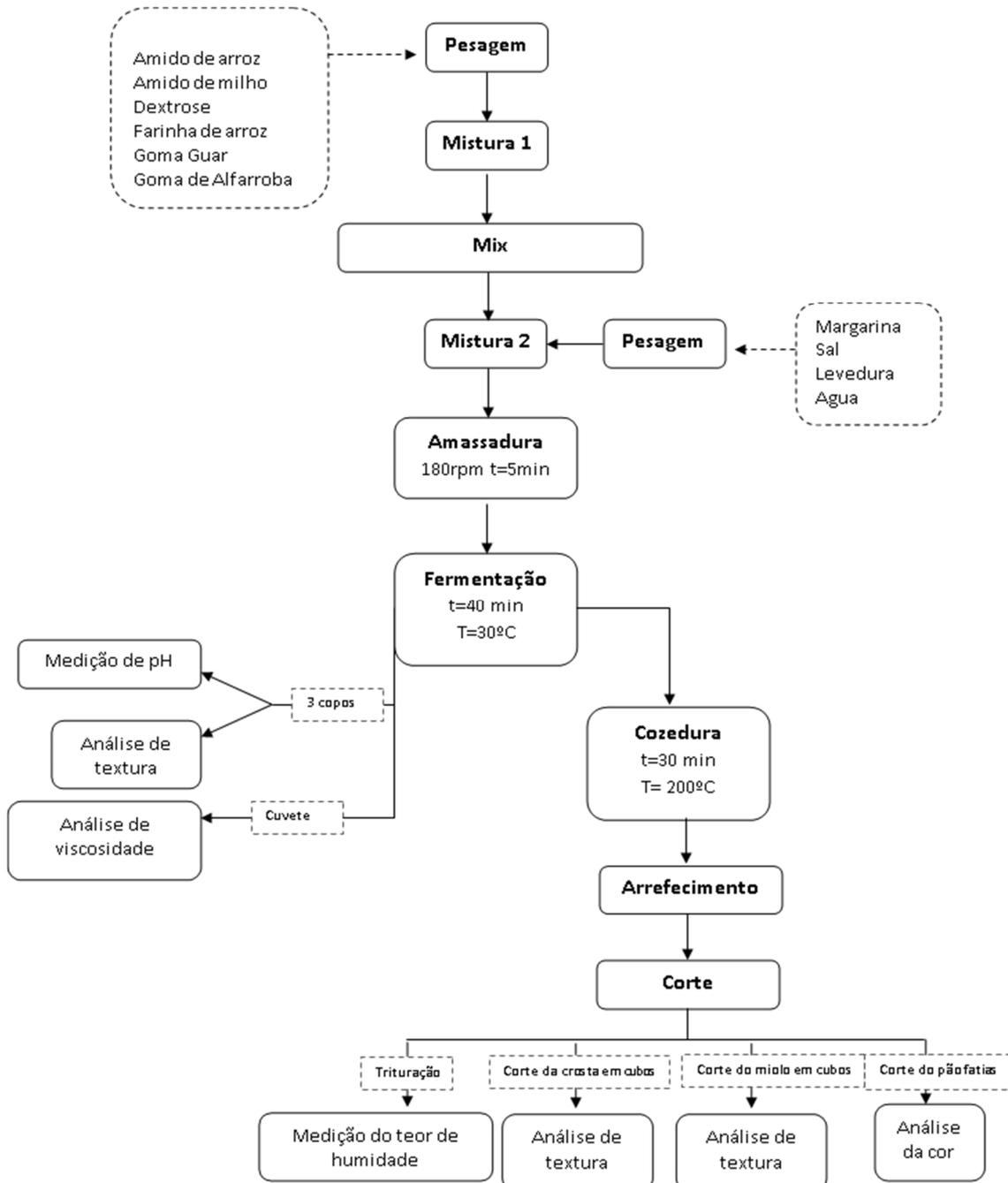


Figura 8 – Fluxograma de processo produtivo do pão sem glúten e respectivas análises realizadas.

Desenvolvimento de um *mix* para pão sem glúten: efeito do amido de arroz nativo e modificado nas propriedades reológicas e de textura

As matérias-primas do *mix* (amido de arroz, amido de milho, dextrose, farinha de arroz, goma de guar e goma de alfarroba) são pesadas e misturadas (mistura 1) de seguida procede-se à homogeneização durante 30 segundos a 80 rpm.

Posteriormente procede-se à mistura 2, adicionando as restantes matérias-primas: margarina, sal, levedura e água. Faz-se a hidratação da levedura antes da sua adição. Posteriormente realiza-se a amassadura durante 5 minutos a 180 rpm.

Findo o tempo de amassadura, enformam-se 500 gramas de massa numa cuvette de alumínio e 250 gramas de massa são distribuídas da seguinte forma: numa cuvette pequena e em três copos³ (até perfazer 2 centímetros de altura), sendo posteriormente colocadas a fermentar na incubadora (Sanyo MIR-253, Japão). A fermentação decorre durante 40 minutos à temperatura de 30°C.

Por fim a cuvette com 500 gramas de massa é introduzida num forno com ventilação de ar quente durante 30 minutos a 200°C. Depois é retirado e arrefecido até atingir a temperatura ambiente.

3.6 Análise à textura

A textura é muita das vezes essencial na qualidade de um produto e pode ser determinante para a aceitabilidade deste por parte do consumidor. O princípio fundamental usado na avaliação instrumental da textura baseia-se no contacto entre uma sonda e a amostra. A amostra é deformada e a resistência oferecida é registada e utilizada para analisar a textura dos alimentos.

Existem dois tipos de testes realizados num texturómetro: testes uniaxiais de penetração e testes de análise de perfil de textura. Os testes uniaxiais determinam a resistência que a amostra opõe a uma determinada força, aplicada a uma velocidade constante, mediante um dispositivo de geometria bem definida. Nos testes de análise de perfil de textura (TPA), a sonda atua duas vezes no material, simulando a ação de duas dentadas no alimento. A resposta da amostra depende, em cada caso, da sua estrutura e composição, obtendo-se

³ - os copos utilizados são em perspex próprios para análises

através dos testes as curvas que relacionam a força com o tempo ou a força com a distância (Figura 9) (Barbosa, 2013).

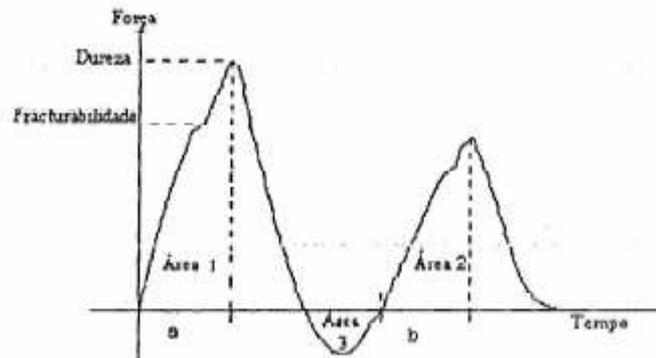


Figura 9 - Curva típica da Força Vs tempo obtido após análise no texturómetro.

Os parâmetros de textura obtidos a partir dos testes são:

Dureza: força máxima registada no primeiro ciclo de penetração ou compressão. Na maior parte dos casos a dureza está relacionada com a força de rutura do material. (N ou *kgf*).

Coesividade: razão do trabalho realizado no segundo ciclo pelo trabalho realizado no primeiro ciclo (**A2/A1**).

Adesividade: o trabalho necessário para ultrapassar as forças de atração entre o material e a superfície da sonda. É dado pelo valor da área correspondente à força negativa **A3** (N×s).

Na análise da textura foi utilizado o Texturómetro TA.XT2i (UK) (Figura 10)

3.6.1 Determinação da textura da massa

A análise à textura da massa foi realizada após o processo de fermentação. As amostras, de massa, nos copos de análise (Figura 10) são posicionados no texturometro para a realização do teste.



Figura 10 – Texturometro com a sonda cónica P/60c.

Realizou-se um teste de TPA com a sonda cónica P/60C (Figura 10). Realizaram-se 3 determinações para cada ensaio, estando as condições do mesmo expressas na Figura 11.

Caption	Value	Units
Test Mode	Compression	
Pre-Test Speed	3,00	mm/sec
Test Speed	2,00	mm/sec
Post-Test Speed	10,00	mm/sec
Target Mode	Distance	
Distance	20,000	mm
Trigger Type	Auto (Force)	
Trigger Force	0,04900	N
Break Mode	Off	
Stop Plot At	Start Position	
Tare Mode	Auto	
Advanced Options	On	

Figura 11 – Condições do teste TPA com a sonda cónica P/60C realizado à massa crua do pão sem glúten .

3.6.2 Determinação da textura do miolo

Após cozedura, o pão sem glúten foi desenformado e arrefecido à temperatura ambiente (T=20°C). Cortaram-se cubos de miolo com 2 centímetros de espessura.

Na análise à textura do miolo selecionou-se o teste de resistência à compressão, realizando-se 10 determinações, de modo a aferir a dureza, adesividade e coesividade do miolo. As condições do teste estão demonstradas na Figura 12, sendo utilizada a sonda cilíndrica P/4.

Caption	Value	Units
Pre-Test Speed	1,00	mm/sec
Test Speed	5,00	mm/sec
Post-Test Speed	5,00	mm/sec
Target Mode	Distance	
Distance	10,000	mm
Time	5,00	sec
Trigger Type	Auto (Force)	
Trigger Force	0,04903	N
Break Mode	Off	
Tare Mode	Auto	
Advanced Options	On	
Control Oven	Disabled	
Frame Deflection Correction	Off (XT2 compatability)	

Figura 12 – Condições do teste de resistência à compressão com a sonda cilíndrica P/4 realizado ao miolo do pão sem glúten.

3.6.3 Determinação da textura da crosta

Para a determinação da textura da crosta, cortou-se o pão em cubos com arestas de 2 centímetros, utilizando-se o teste uniaxial de penetração para aferir a dureza da crosta, recorrendo à sonda P/2N agulha (Figura 13), e efetuando 10 repetições. As condições deste teste constam na Figura 14.



Figura 13 – Texturómetro com a sonda de agulha P/2N.

Caption	Value	Units
Test Mode	Compression	
Pre-Test Speed	3,00	mm/sec
Test Speed	2,00	mm/sec
Post-Test Speed	10,00	mm/sec
Target Mode	Distance	
Distance	6,000	mm
Trigger Type	Auto (Force)	
Trigger Force	0,04903	N
Advanced Options	Off	

Figura 14 – Condições do teste de textura realizado na crosta.

3.7 Determinação do pH

O pH foi determinado através de um potenciómetro ((Crison pH 25⁺, Espanha) representado na Figura 15), específico para medir o pH em massa. O eléctrodo foi calibrado com três soluções padrão de pH 4,01, pH 7 e pH 9,21. Para a determinação do pH o eléctrodo foi inserido no centro da amostra (massa crua) e procedeu-se à sua medição. O valor do pH foi registado a partir de leitura direta do potenciómetro. Realizaram-se 3 determinações para este teste.



Figura 15 – Potenciómetro.

3.8 Determinação da viscosidade

Neste trabalho utilizou-se o viscosímetro (marca HAAKE PK 100 D, Alemanha), o qual está equipado por um sistema de peças de diferentes geometrias, sendo constituído por duas

partes principais: uma placa estacionária, que incorpora o sistema de controlo de temperatura, e um componente móvel de geometria variável, associado a um eixo de motor que permite o movimento rotacional deste componente (Figura 16). A escolha da geometria a utilizar depende do tipo de sistema que se pretende estudar: existe a geometria placa-placa, que é mais usada para sistemas semissólidos, constituídos por partículas na ordem dos microns, e a geometria placa-cone, que é geralmente usada para sistemas homogéneos líquidos ou sistemas constituídos por partículas de tamanhos inferiores a 1 μm (Santos, 2005).



Figura 16 – Viscosímetro.

A distância de separação entre a placa superior (móvel) e a inferior (fixa) é conhecida como “gap” e pode ser ajustada de acordo com as amostras em estudo. O valor do gap deverá ser cerca de dez vezes superior ao tamanho médio das partículas da amostra (Santos, 2005). Na análise à massa do pão o gap foi aberto o máximo possível, dado ser necessária esta adaptação. Foram feitas 3 repetições a cada ensaio. As condições usadas no teste estão descritas na Figura 17.

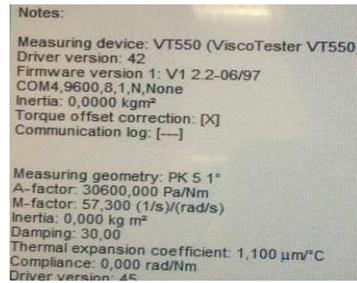


Figura 17 – Condições do teste de viscosidade.

3.9 Determinação da cor

A colorimetria refere-se à ciência e à tecnologia usada para quantificar e descrever (pela ajuda de modelos matemáticos) a percepção humana da cor. A percepção das cores pelo olho humano não é um processo meramente visual, mas sim psico-visual. A cor é algo que se vê com os olhos e se interpreta com o cérebro, sendo o resultado da interação da luz com os materiais (Pathare *et al.*, 2013).

O Hunter Lab foi desenvolvido em 1948 para medição fotoelétrica de CIE $L^* a^* b^*$, que é um sistema de cores, desenvolvida pela International Commission of Illumination (CIE), para a definição cromática. O parâmetro a^* toma valores positivos para as cores avermelhadas e valores negativos para os esverdeados, enquanto b^* toma valores positivos para as cores amareladas e valores negativos para os azulados. L^* é uma medida aproximada de luminosidade, que é a propriedade segundo a qual cada cor pode ser considerada como equivalente a um membro da escala de cinza, entre o preto e o branco (Pathare *et al.*, 2013).

3.9.1 Procedimento

Para a determinação da cor utilizou-se um colorímetro Minolta CR-300 (Konica Minolta, USA - Figura 18) utilizando o sistema CIEL $^*a^*b^*$.

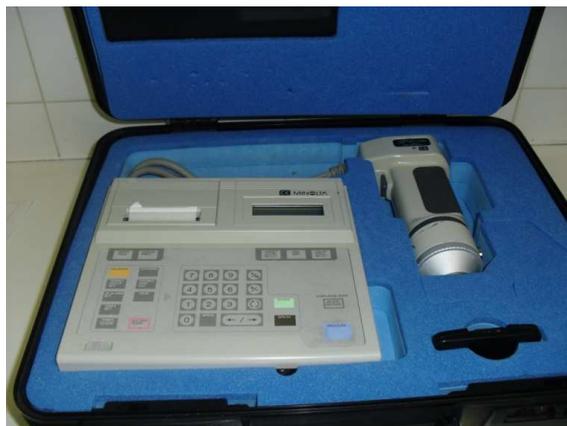


Figura 18 – Colorímetro.

Previamente à determinação de cor das amostras, procedeu-se à calibração do colorímetro. Para tal, recorreu-se a placa própria para o efeito, sendo que os valores presentes no mostrador $L^* 97.06$; $a^* +5.28$; $b^* -3.49$, indicavam que a calibração tinha sido efetuada corretamente.

Posteriormente procedeu-se à determinação da cor das amostras, posicionando-se o medidor no centro das mesmas e registando os valores ($L^*a^*b^*$) obtidos. Para cada tipo de amostra fizeram-se dez leituras.

Foi calculada a razão L^*/b^* . Este parâmetro é calculado pela seguinte equação 1:

$$L^*/b^* = \frac{L_1^*}{b_1^*}$$

Em que:

L_1 – média da luminosidade no tempo em análise;

b_1 – média da coordenada b no tempo em análise.

3.10 Determinação do teor de humidade

Para a determinação do teor de humidade do pão (após cozimento) utilizou-se o método gravimétrico, fazendo uma adaptação à NP 2966 – derivados de cereais-pão determinação dos teores de água e de matéria seca.

Numa primeira fase os cadinhos de cerâmica são colocados na estufa (marca EHRET, BK 260, GmbH) durante 1h a 104°C. Após este tempo são retirados para o exsicador onde ficam em repouso até arrefecerem.

Depois do pão estar à temperatura ambiente, retirou-se uma amostra e triturou-se com a picadora de forma a obter uma amostra homogénea.

Os cadinhos foram codificados e pesados na balança analítica (marca Sartorius, modelo BP 221S), sendo depois adicionadas 5 gramas de amostra, colocando-se na estufa durante 150 minutos à temperatura de 104°C.

Após este tempo os cadinhos foram retirados da estufa e colocados no exsicador até atingirem a temperatura ambiente, sendo depois pesados. Foram feitos triplicados de todas as amostras.

O teor de humidade é calculado pela seguinte equação 2:

$$\% \text{ humidade} = \frac{(M_1 - M_2)}{(M_1 - M_3)} \times 100$$

Onde:

M₁ – Massa da amostra com cadinho;

M₂ – Massa da amostra seca juntamente com cadinho;

M₃ – Massa do cadinho;

3.11 Determinação da altura do pão após cozedura

Para a determinação da altura foram tiradas fotografias às fatias de pão das diferentes formulações, sendo colocada uma régua de escala real com 15 centímetros ao lado das fatias de modo a aferir a altura do mesmo.

3.12 Análise estatística dos resultados

Os dados obtidos foram sujeitos a uma análise de variância (one-way ANOVA), com um nível de significância de 5%, tendo em análise duas dimensões distintas: as diferenças entre tipos de amidos utilizados; e as diferenças entre as concentrações utilizadas nas formulações de amido.

Esta análise teve o propósito de avaliar a influência dos amidos utilizados nos parâmetros de cor, textura, humidade e pH, utilizando o software Statistica, versão 7 (Statsoft Inc, EUA).

Quando a análise de variância revela um resultado significativo, isto indica que pelo menos um grupo é diferente dos outros grupos. No entanto, o teste abrangente não refere qual a diferença. A fim de analisar o padrão de diferença entre as médias, a ANOVA é geralmente seguida por comparações específicas (Williams e Abdi, 2010). O teste Least Significant Difference (LSD ou teste de Fischer) foi utilizado para detetar onde estavam localizadas as diferenças significativas com um nível de significância de 5%. O objetivo principal do LSD é calcular a diferença significativa menor entre duas médias, como se fossem as únicas a ser comparadas (Williams e Abdi, 2010).

Foi ainda efetuada uma análise de componentes principais, baseada em correlações, com projeção de casos para os tipos de pão em análise, relativas às análises físico-químicas, reológicas e de textura.

4. Resultados e discussão

A realização deste trabalho teve como principal objetivo o desenvolvimento e otimização de um *mix* para pão sem glúten. Estudou-se o efeito da concentração e tipo de amido de arroz em algumas características físico-químicas, reológicas e de textura, tais como textura da massa, textura do miolo, textura da crosta, viscosidade da massa, determinação da cor no miolo, determinação da humidade, determinação pH na massa e determinação do volume do pão.

Este capítulo encontra-se dividido em vários subcapítulos, nos quais se faz a análise aos diferentes resultados obtidos nos vários ensaios realizados.

4.1 – Teste consumidor

Na Figura 19 é possível observar os resultados obtidos da prova de consumidor, realizada ao pão "branco" e pão "escuro".

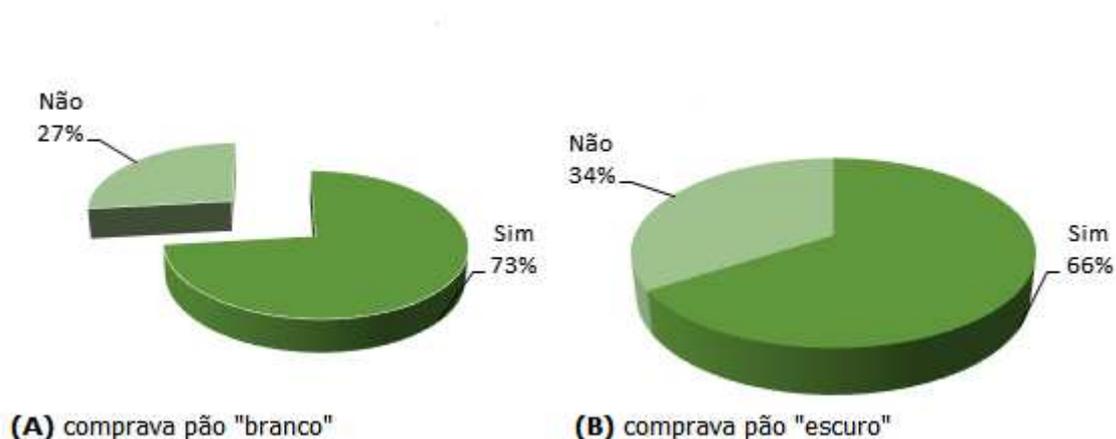


Figura 19 – Gráficos das distribuições das preferências dos consumidores relativamente ao pão branco (A) e ao pão escuro (B).

Através da análise desta Figura verificou-se que no teste de consumidores, o pão com maior aceitabilidade por parte dos consumidores (não celíacos) foi o pão "branco" com 73% de aceitabilidade.

Apesar do teste ter como propósito inicial avaliar a preferência dos consumidores relativamente ao pão "branco" e pão "escuro", os dados recolhidos (tal como consta nos anexos Figura 37) revelam que os consumidores com mais de 26 anos preferem claramente o pão "escuro".

4.2 – Ensaio preliminares

De referir que a análise destes resultados baseia-se apenas na análise do aspecto visual, no cheiro e sabor do pão.

Na Figura 20 é possível observar as imagens obtidas do pão produzido com os diferentes tipos de amido com concentrações que variam entre 10, 20 e 30%.

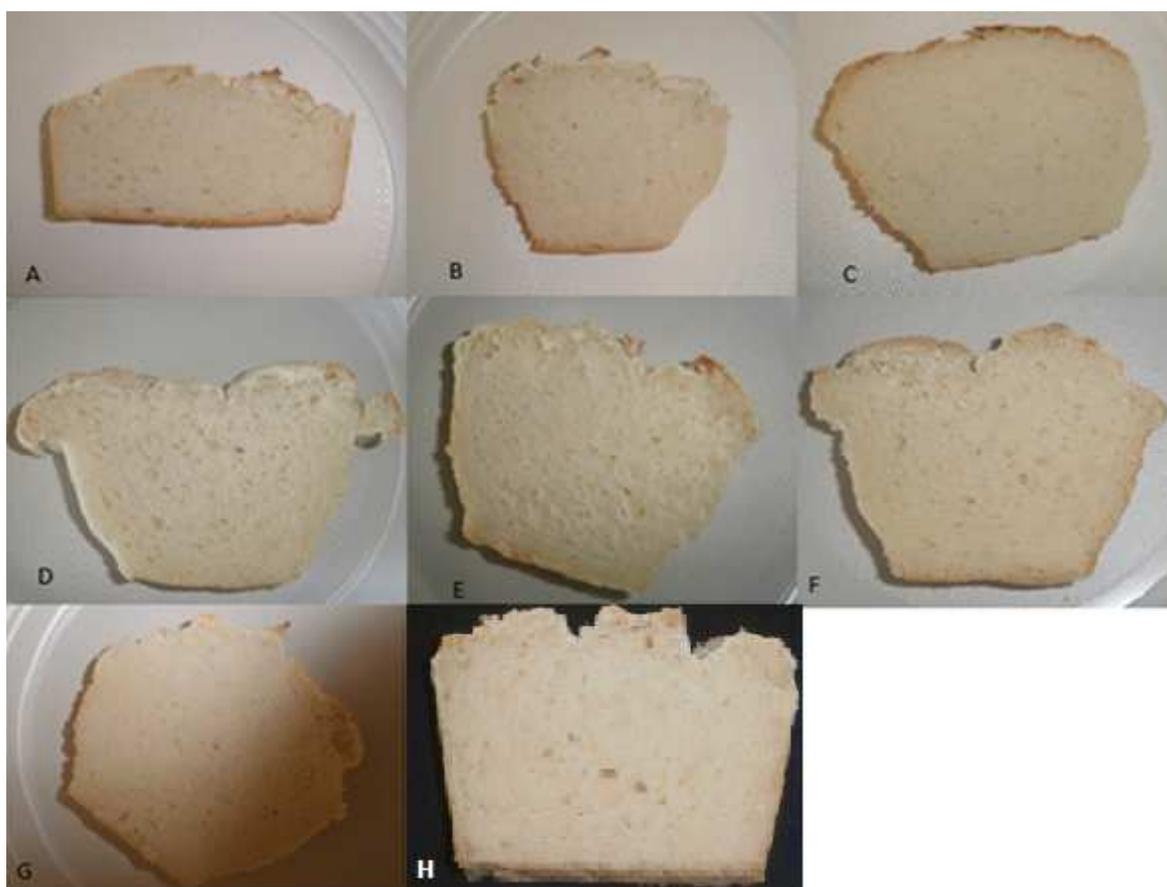


Figura 20 – Imagens dos diversos ensaios realizados (A) RemyLine AXDR (amido arroz nativo) 10%, (B) Remyline AXDR (amido arroz nativo) 20%, (C) RemyLine AXFG-P (amido arroz pré-gelatinizado) 10%, (D) RemyGel 663 (amido arroz modificado) 10%, (E) Remy B (amido de arroz nativo) 10%, (F) RemyFlo (farinha de arroz gelatinizada) 20%, (G) RemyFlo (farinha de arroz gelatinizada) 30%, (H) Controlo

Com a adição 10% de RemyLine AXDR (Figura 20 A) foi possível constatar que o pão apresentou melhor aspeto. No entanto, a massa ficou mais adesiva. Tendo em conta a análise visual esta formulação teve uma avaliação positiva em relação ao controlo.

Ao adicionar uma concentração maior de RemyLine AXDR, 20% (Figura 20 B) a massa do pão ficou demasiado adesiva e muito pesada, o que resultou num pão difícil de mastigar e desagradável ao paladar. Tendo em conta estas características, esta formulação teve avaliação negativa, concluindo-se que a quantidade de amido adicionado foi excessiva.

Ao incorporar 11% de RemyLine AXDR (não existe registo fotográfico), a massa ficou bastante adesiva. O pão teve um sabor desagradável e ficou muito adesivo e gomoso, colando-se à boca. Assim sendo, esta formulação teve uma avaliação insatisfatória.

Com a utilização de 10% de RemyLine AXFG-P (Figura 20 C) o pão não formou crosta. Ficando com uma película fina, tipo pão de forma. O miolo do pão é mais macio e fofo, e a nível de sabor fica um pouco mais doce. Esta formulação teve uma avaliação satisfatória. No entanto, notaram-se características mais semelhantes às de um pão de forma.

A adição de 10% de RemyGel 663 (Figura 20 D) levou a que a massa ficasse pesada. O pão ficou com um sabor desagradável, e o miolo com uma adesividade elevada. Considera-se esta formulação como insastifatória.

Ao incorporar 10% de Remy B (Figura 20 E), o pão ficou com uma boa aparência e alvéolos maiores que os restantes. O sabor era agradável e a crosta estaladiça. Esta formulação teve avaliação satisfatória.

Adicionando 20% de RemyFlo (Figura 20 F) a massa ficou mais elástica e mais compacta. O volume de levedação foi maior, o pão teve menos alvéolos do que o controlo, tendo também um sabor ligeiramente desagradável. A avaliação desta formulação foi igualmente insatisfatória.

Com adição de 30% de RemyFlo (Figura 20 G) as características são idênticas às obtidas com 20%, sendo ainda mais intensas. A formulação teve avaliação insatisfatória.

Com estes ensaios concluiu-se que as formulações que obtiveram resultados satisfatórios foram com 10% de RemyLine AX DR, com 10% de RemyLine AX FG P e com 10% de Remy B. As restantes revelaram características negativas, sendo rejeitadas, com a exceção do ensaio com 10% de RemyGel 663. Decidiu-se incorporar nas formulações concentrações menores, uma vez que concentrações superiores a 10% originam sabor desagradável no pão.

A utilização de RemyFlo foi posta de lado, visto não se verificarem resultados positivos com a sua inclusão no pão.

4.3 Textura

A textura é uma característica fundamental dos produtos alimentares, muitas vezes a textura é fundamental na qualidade do produto e pode ser também determinante para a aceitabilidade do produto.

4.3.1 Textura da massa

A Figura 21 representa a variação da dureza da massa com o tipo de amido e respetivas concentrações utilizadas. Observa-se que a massa do pão com RemyLine AXDR tem um valor de dureza superior ao controlo, e significativamente superior em relação aos restantes ensaios com diferentes amidos ($p < 0,05$), sendo mais duro na concentração 10% ($p < 0,05$). Verifica-se ainda que a massa se torna mais macia com a adição do Remy B, RemyGel 663 e RemyLine AXFG-P. Pelo contrário, o pão com menor dureza foi feito com RemyLine AXFG-P, sendo menos duro na concentração 0,5% ($p < 0,05$).

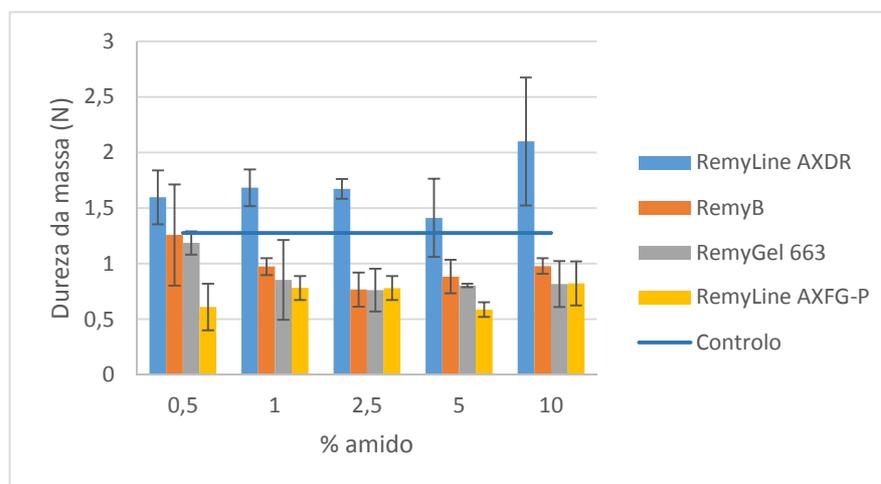


Figura 21- Gráfico da dureza da massa segundo os diferentes amidos e concentrações.

Na Figura 22 é possível observar a variação da adesividade da massa com o tipo e concentração de amido. Pela análise do gráfico desta Figura verifica-se que, de uma forma geral, a massa com RemyLine AXDR tem maior adesividade do que o controlo, exceto a formulação com 5% de amido. Todos os restantes, exceto o Remy B 0,5%, têm menor adesividade do que o controlo.

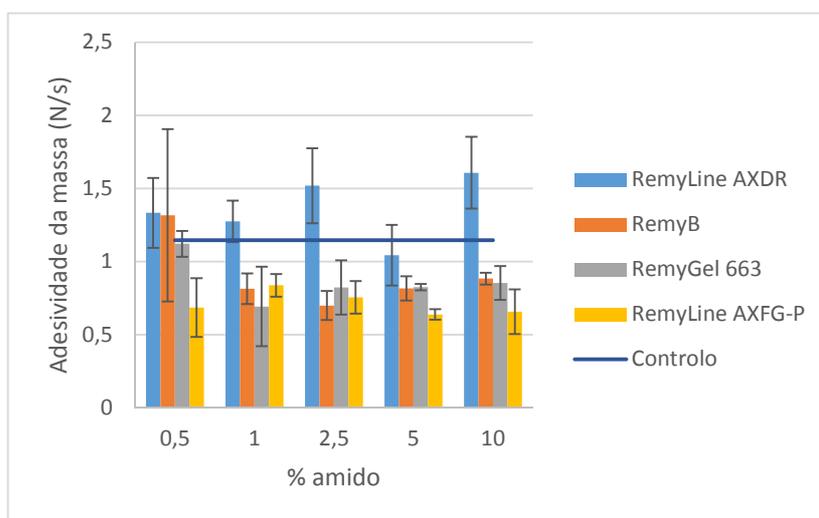


Figura 22 - Gráfico da adesividade da massa segundo os diferentes amidos e concentrações.

A massa com RemyLine AXDR nas concentrações 10% e 2,5% apresenta a maior adesividade ($p < 0,05$).

Verifica-se ainda que, como não existem diferenças significativas entre os produtos que conferem menores valores de adesividade à massa, logo não se poderá indicar qual o menos adesivo.

No entanto, existe a tendência do produto RemyLine AXFG-P ser o menos adesivo na massa, e a adesividade diminui nos produtos Remy B, RemyLine AXFG-P e RemyGel 663, à medida que se aumenta a concentração.

4.3.2 Textura do miolo

Na Figura 23 é possível observar o gráfico relativo à variação da dureza do miolo do pão, para os diferentes amidos estudados em diferentes concentrações. Através desta figura verifica-se que em todos os produtos a dureza é inferior ao controlo ($p < 0,05$).

Relativamente ao produto com RemyLine AXDR, observa-se que a dureza é superior aos restantes exceto na concentração de 2,5%. Entre os amidos testados o pão com RemyLine AXDR 0,5% é o que apresenta maior dureza, sendo significativamente diferente em relação aos restantes ($p < 0,05$).

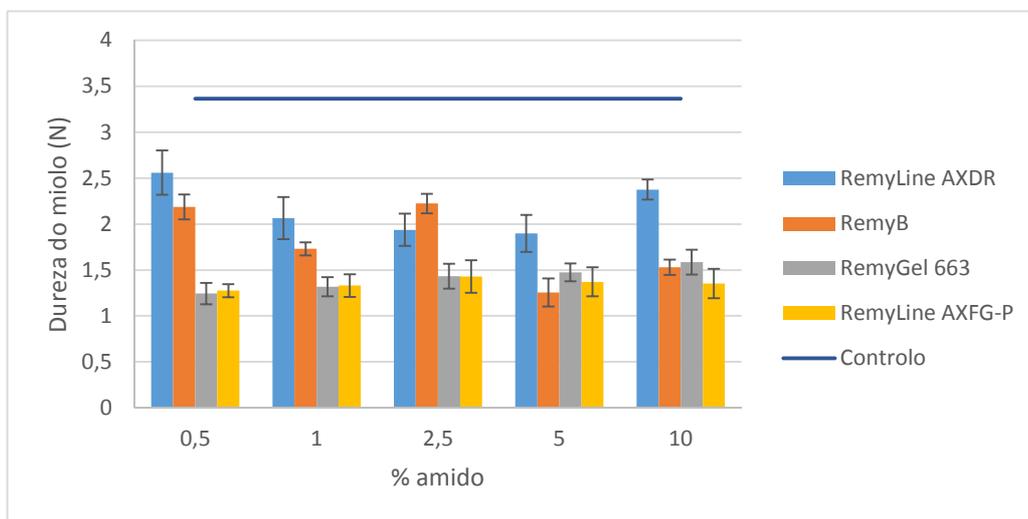


Figura 23 - Gráfico da dureza do miolo segundo os diferentes amidos e concentrações.

Os produtos com amido RemyGel 663 e RemyLine AXFG-P são os que apresentam menores valores de dureza em todas as concentrações utilizadas. As formulações com menor valor de dureza foram RemyLine AXFG-P e RemyGel 663 nas concentrações 0,5% e 1% (não existem diferenças significativas entre elas). De acordo com Gallagher *et al* (2004), pequenas quantidades de amidos de arroz melhoram a textura do miolo. Segundo Wouters (2013), a adição de pequenas quantidades de RemyLine AXFG-P melhora significativamente a textura, de referir também que para produtos de pastelaria o RemyGel 663 é o ideal para manter uma estrutura suave no produto final.

Através do gráfico da adesividade do miolo, representado na Figura 24, observa-se que os produtos com maior valor de adesividade são controlo e o RemyLine AXDR 1%.

A tendência para a adesividade ser menor foi observado no pão com RemyLine AXFG-P, RemyGel 663 e Remy B nas concentrações mais baixas, não se podendo indicar um produto em específico, visto não existirem diferenças significativas entre elas.

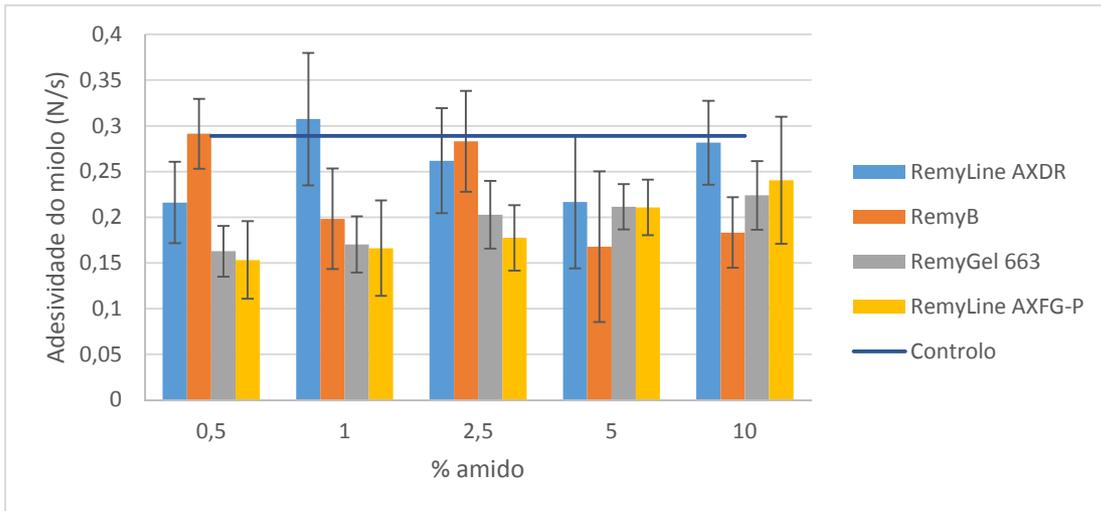


Figura 24 - Gráfico da adesividade do miolo segundo os diferentes amidos e concentrações.

No gráfico representado na Figura 25 verifica-se que quase todos os produtos são mais coesos do que o controlo, com a exceção do RemyGel 663 e Remy B nas concentrações de 0,5% e 1%.

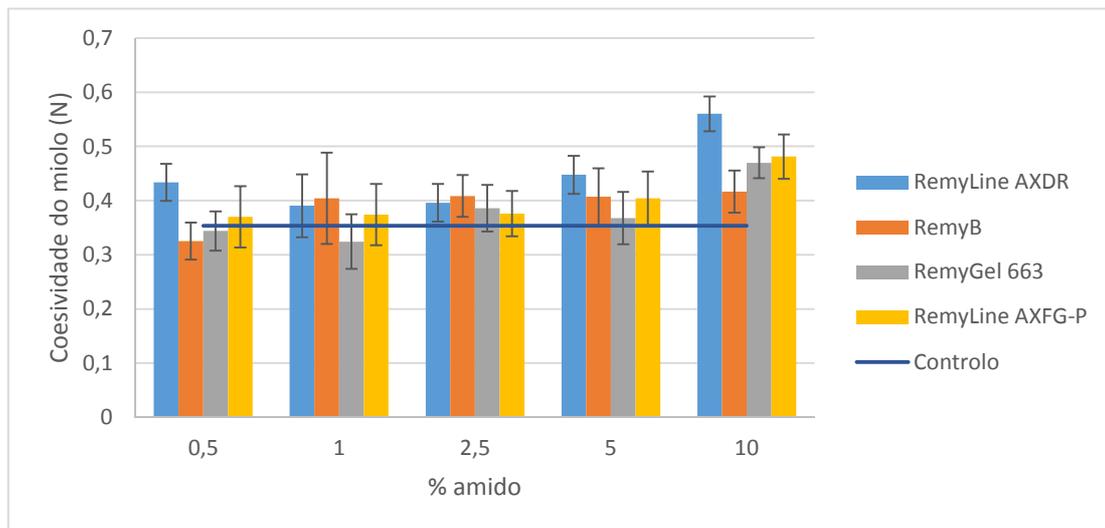


Figura 25 - Gráfico da coesividade do miolo segundo os diferentes amidos e concentrações.

O produto com maior coesividade é o RemyLine Axdr ($p < 0,05$). A tendência é para a coesividade ser menor nos produtos Remy B e RemyGel 663 em baixas concentrações.

4.3.3 Textura da crosta

Na Figura 26 pode-se observar o gráfico da evolução da dureza da crosta nos diferentes amidos e concentrações.

Constata-se que a dureza da crosta é superior com o amido RemyLine AXDR em qualquer concentração, sendo mais dura à medida que a concentração aumenta. Verifica-se ainda que qualquer um dos outros produtos tem menor dureza de crosta em relação ao controlo. No entanto, segundo um estudo realizado com amidos de arroz por Gallagher *et al* (2004), revela que estes não interferem com a textura da crosta.

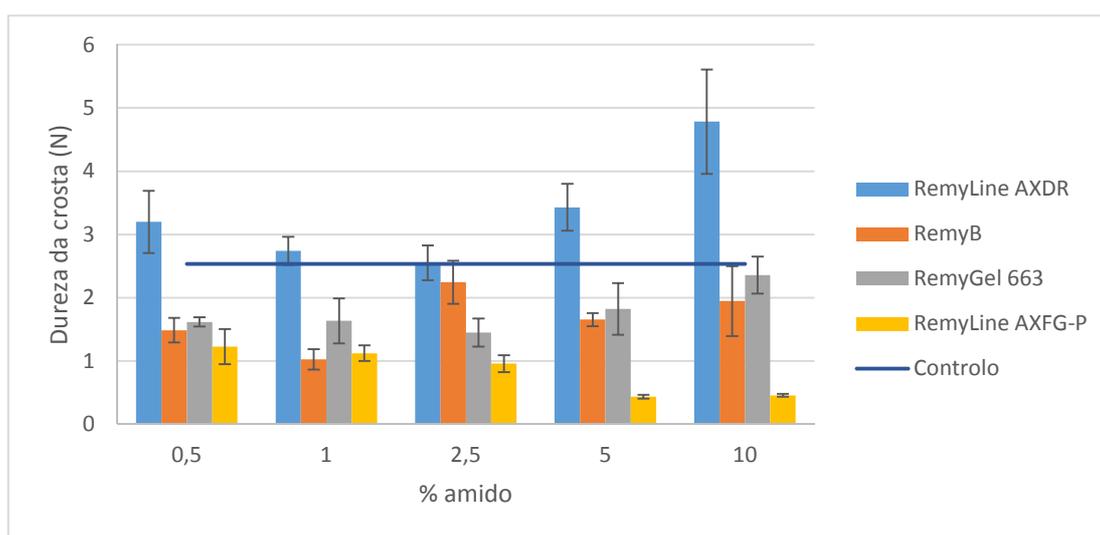


Figura 26 - Gráfico da dureza da crosta segundo os diferentes amidos e concentrações.

No geral, o pão feito com RemyLine AXFG-P apresenta menor dureza em todas as concentrações, diminuindo à medida que a concentração aumenta.

O pão que apresentou maior dureza de crosta foi com RemyLine AXDR 10% ($p < 0,05$). Pelo contrário, o pão com menor dureza de crosta foi obtido com RemyLine AXFG-P nas concentrações de 5% e 10%, não existindo diferenças significativas entre elas ($p > 0,05$).

2.4 Determinação do pH

A partir da Figura 27 pode-se verificar que para as concentrações mais elevadas o pão com RemyLine AXDR tem maior valor de pH que o controlo, sendo que os restantes têm menor valor que o controlo. De uma forma geral verifica-se que o pH aumenta à medida que se

vão aumentando as concentrações dos amidos, apesar das diferenças não serem significativas ($p > 0,05$).

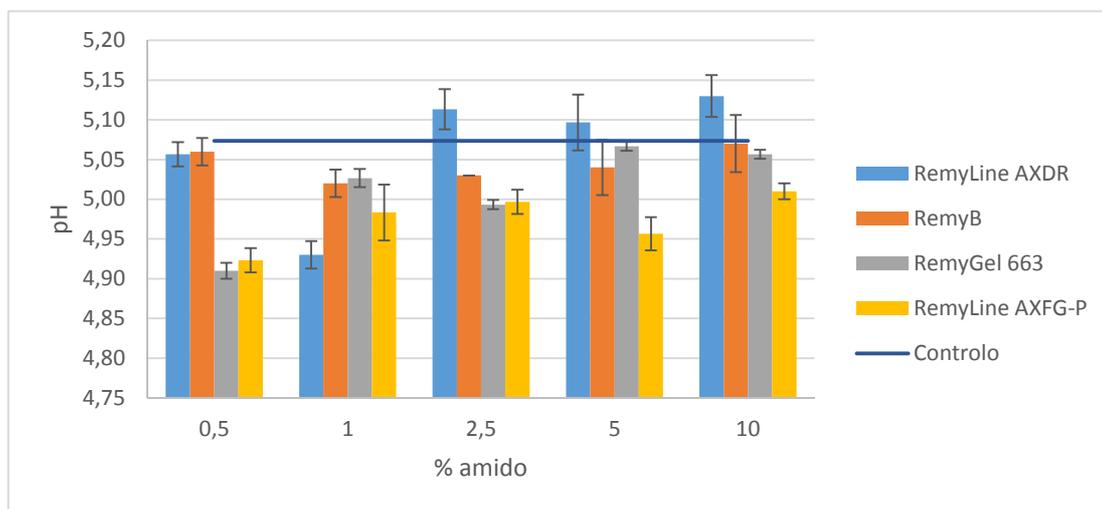


Figura 27 - Gráfico do pH da massa segundo os diferentes amidos e concentrações.

As formulações com maior valor de pH são as concentrações de 2,5% e 10% com RemyLine AXDR. Sendo que as formulações com menor pH foram Remy B 0,5% e RemyLine AX-FG-P 0,5%.

4.5 Determinação da viscosidade

Na análise aos gráficos da viscosidade, representados na Figura 28, deve-se ter em conta os valores iniciais da taxa de corte, uma vez que os valores de viscosidade terão que ser lidos com a temperatura e com o tempo de fermentação da massa similar ao da entrada para o forno. Tal implica que nos tempos seguintes a massa altera as suas características, nomeadamente na temperatura e quantidade de ar existente na sua matriz.

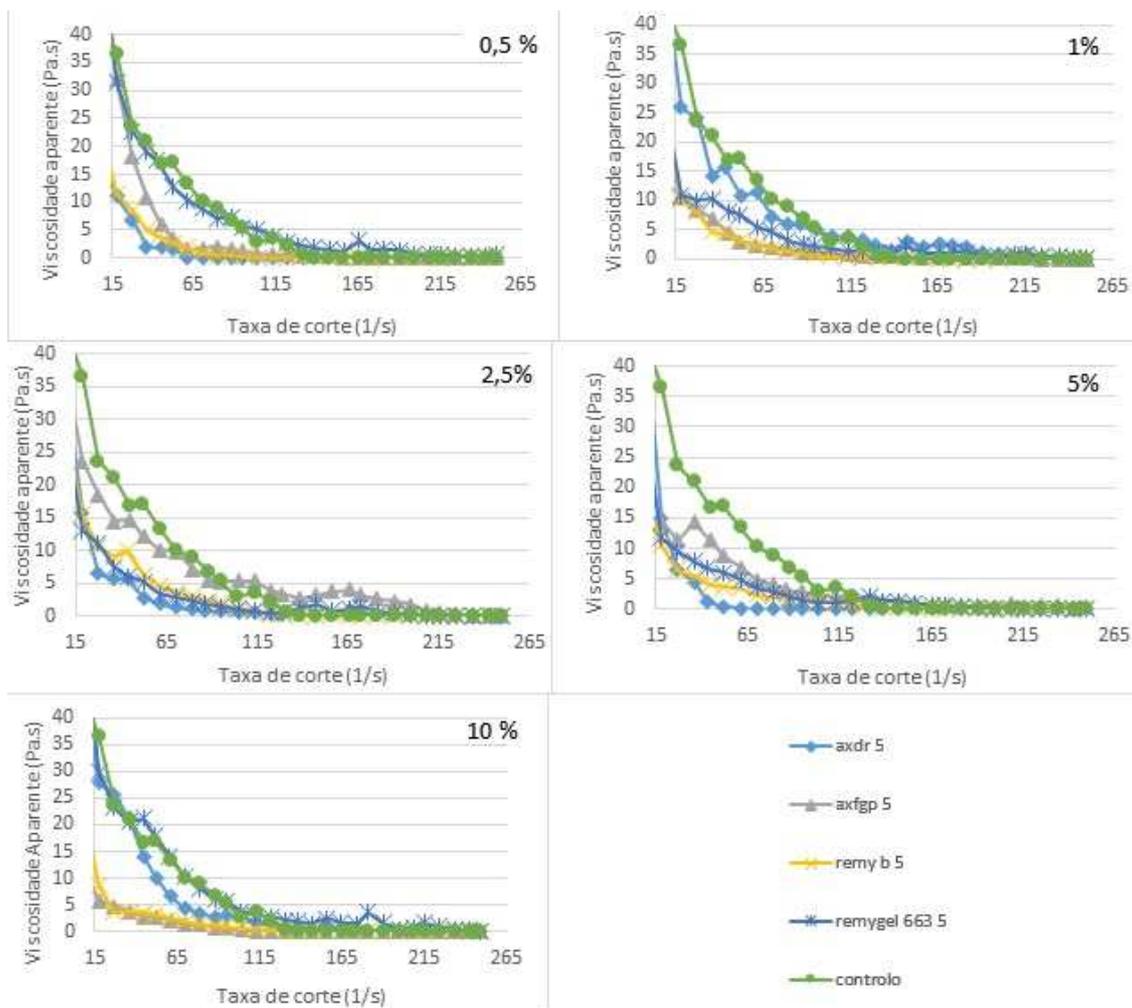


Figura 28 – Gráficos da viscosidade aparente em função da taxa de corte para as diferentes concentrações.

Pela análise aos gráficos relativos à viscosidade, pode-se observar que existe uma redução da mesma para o RemyLine AXFG-P, RemyGel 663 e Remy B à medida que a percentagem destes amidos aumenta.. Pelo contrário, no RemyLine AXDR existe um ligeiro aumento da viscosidade à medida que a concentração vai aumentando. O controlo apresentou uma viscosidade da massa superior aos restantes amidos, independentemente da sua concentração

Segundo Stonyfield Farm (2007), a combinação de amido de arroz com goma de alfarroba reforça os géis e proporciona maior viscosidade, tal como foi observado nos resultados para o amido RemyLine AXDR.

4.6 Determinação da cor

A aparência é um dos mais importantes atributos de qualidade sensorial de alimentos frescos e transformados. É um termo abrangente que envolve tamanho, forma, textura, massa, brilho, cor e outros. A cor da superfície de alimentos é o primeiro parâmetro de qualidade avaliada pelos consumidores e é fundamental para a aceitação do produto (Pathare *et al.*, 2013).

A aparência dos alimentos é determinada principalmente pela cor da superfície. É a primeira sensação que o consumidor percebe e utiliza como uma ferramenta para aceitar ou rejeitar alimentos. A aparência visual dos alimentos manifesta-se com a sua cor e tem uma forte influência na opinião do consumidor sobre a qualidade dos alimentos (Pathare *et al.*, 2013).

A cor é uma característica importante nos produtos de panificação, porque, juntamente com a textura e aroma, contribui para a preferência do consumidor. Este parâmetro é dependente das características físico-químicas da massa (quantidade de água, pH, teor de açúcares redutores e de aminoácidos) e as condições de funcionamento aplicadas durante o cozimento (Gallagher *et al.*, 2003).

A cor do pão pode ser avaliada através da sua luminosidade. Esta determinação é baseada na medida de luz refletida ou absorvida pela massa, indicando uma tendência para o branqueamento ou escurecimento (Alvarez-Jubete *et al.*, 2010).

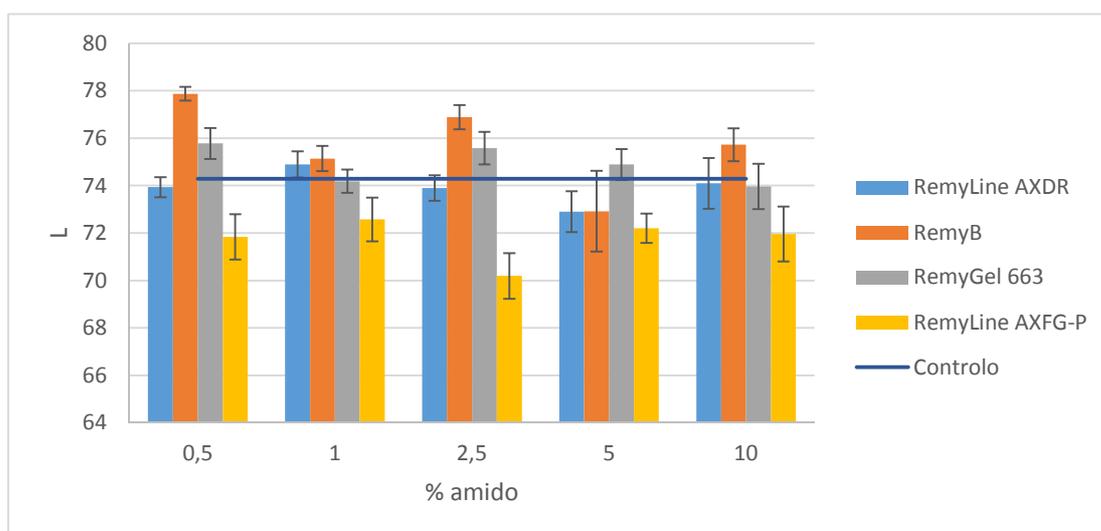


Figura 29 - Gráfico da luminosidade do pão segundo os diferentes amidos e concentrações.

A partir da Figura 29 pode-se constatar que, no geral, o produto com Remy B tem uma luminosidade superior ao controlo. O RemyGel 663 também tem um valor de luminosidade superior ao controlo, exceto nas concentrações 1% e 10%, que são similares ao controlo.

O RemyLine AXFG-P é o produto que apresenta menor luminosidade, sendo o menor valor para a concentração de 2,5% ($p < 0,05$). Isto indica que a adição deste amido provoca um escurecimento do miolo, quando comparado com os restantes amidos. De acordo com Gomez *et al.*, 2003, a cor do miolo de pão e crosta é associada à reação de Maillard e caramelização. Os Remy B 0,5% e 2,5% têm tendência a serem os produtos com maiores valores de luminosidade.

Segundo Alvarez-Jubete *et al.* (2010), e Gallagher *et al.* (2003), a razão L^*/b^* (luminosidade/amarelo) é o parâmetro que avalia a cor do miolo. Na Figura 30 podem-se observar os resultados obtidos neste parâmetro.

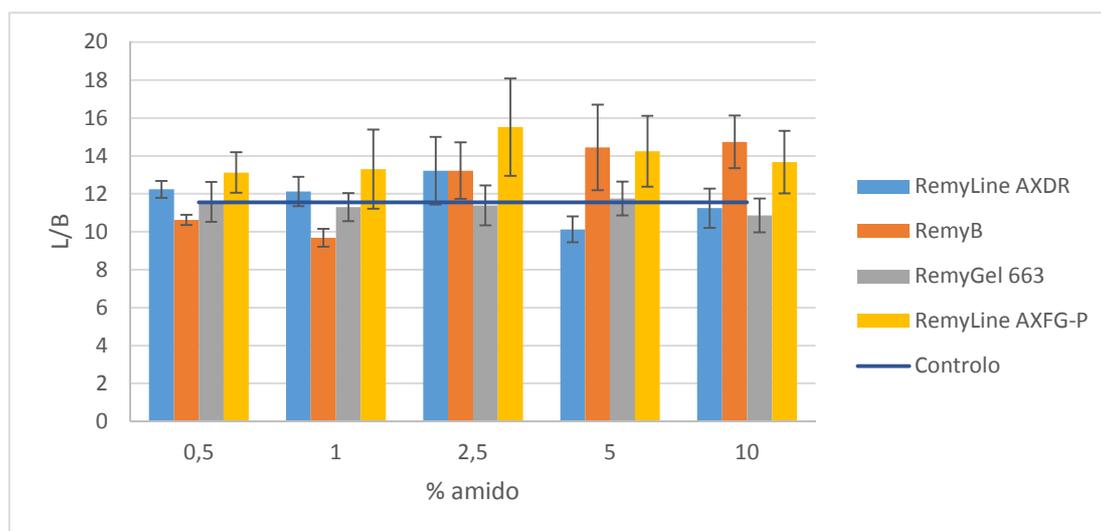


Figura 30 - Gráfico do L/B segundo os diferentes amidos e concentrações.

O RemyLine AXDR apresenta um valor de L^*/b^* igual ao controlo nas concentrações de 0,5%, 1% e 10%, porém na concentração de 2,5% apresenta um L^*/b^* maior, ou seja, é um pouco mais amarelado.

O RemyLine AXFG-P é o amido que apresenta maior L^*/b^* ($p < 0,05$). Os produtos obtidos com este amido são os que apresentam uma cor mais amarela, sendo mais intensa na concentração de 2,5%.

No que diz respeito ao Remy B, este apresenta valores de L^*/b^* menores que o controlo em concentrações baixas. No entanto, à medida que se aumenta a concentração deste produto, o valor de L^*/b^* aumenta consideravelmente.

O RemyGel 663 tem um valor de L^*/b^* igual ao controlo.

4.7 Determinação do teor de humidade

Na Figura 31 (variação do teor de humidade com o tipo de amido) observa-se que existe um aumento do teor de humidade à medida que se aumenta a concentração do amido utilizado. Este comportamento observa-se em todos os ensaios realizados.

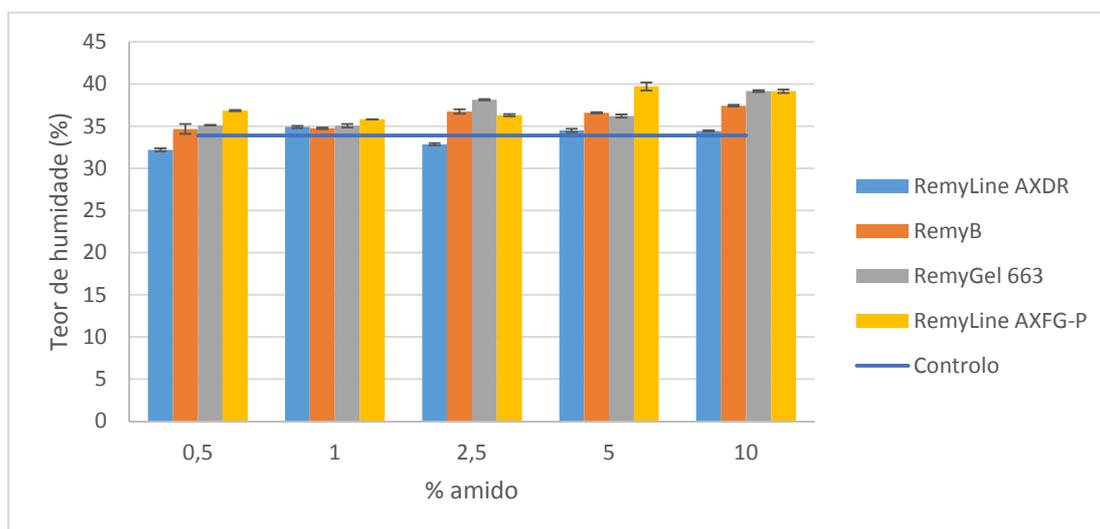


Figura 31 - Gráfico do teor de humidade do pão segundo os diferentes amidos e concentrações.

As formulações com RemyLine AXDR 0,5% e 2,5% foram as que retiveram menos água ($p < 0,05$), pelo contrário, o amido RemyLine AXFG-P confere ao pão uma maior retenção de água, sendo a concentração de 5% aquela que promove um aumento do teor de humidade.

Segundo Wouters (2013), a melhoria da textura no pão sem glúten ao incorporar pequenas quantidades de amido de arroz está relacionada com o facto dos amidos terem uma boa absorção de água durante a cozedura. Através dos resultados obtidos constata-se que a retenção de água aumenta com a adição de qualquer tipo de amido de arroz.

4.8 Comparação visual

De forma a fazer uma apreciação e comparação entre os vários ensaios realizados registaram-se as imagens do pão após cozedura (Figura 32, 33,34 e 35). Destas imagens foi possível registar a altura do pão, tal como consta na Tabela 7

Tabela 7 – Volume das diferentes formulações do pão sem glúten.

Formulações	Altura (cm)
Controlo	7
RemyLine AXFG-P 0,5%	9
RemyLine AXFG-P 1%	9
RemyLine AXFG-P 2,5%	9,3
RemyLine AXFG-P 5%	9,3
RemyLine AXFG-P 10%	9
RemyLine AXDR 0,5%	8
RemyLine AXDR 1%	7
RemyLine AXDR 2,5%	7
RemyLine AXDR 5%	7
RemyLine AXDR 10%	6,5
Remy B 0,5%	7,3
Remy B 1%	7
Remy B 2,5%	8
Remy B 5%	9
Remy B 10%	8,5
RemyGel 663 0,5%	8,5
RemyGel 663 1%	8
RemyGel 663 2,5%	8
RemyGel 663 5%	8,3
RemyGel 663 10%	8

Através da análise da Tabela 7 verificaram-se alterações no volume do pão, dependendo dos amidos.

As Figuras 32, 33, 34 e 35 apresentam as imagens do pão obtido com os diferentes amidos para diferentes concentrações.

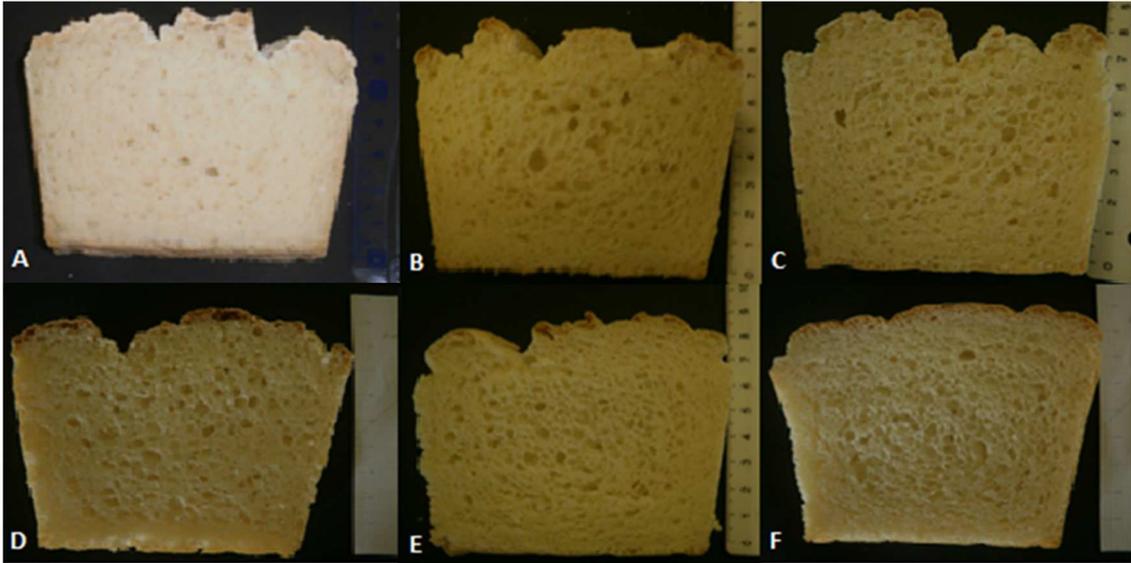


Figura 32 – Imagens obtidas do corte transversal do pão (A) controlo e com RemyLine AXFG-P em diferentes concentrações (B) 0,5%, (C) 1%, (D) 2,5%, (E) 5%, (F) 10% (as imagens B, C, D, E e F apresentam uma tonalidade mais escura que se deve à luz do laboratório).

Na Figura 32 observa-se o efeito do RemyLine AXFG-P no pão. Pela análise das imagens, e através da consulta da Tabela 7, verifica-se que todos os ensaios apresentam altura superior ao controlo. Sendo que as concentrações maiores favorecem ainda o incremento de altura exceto para 10%.

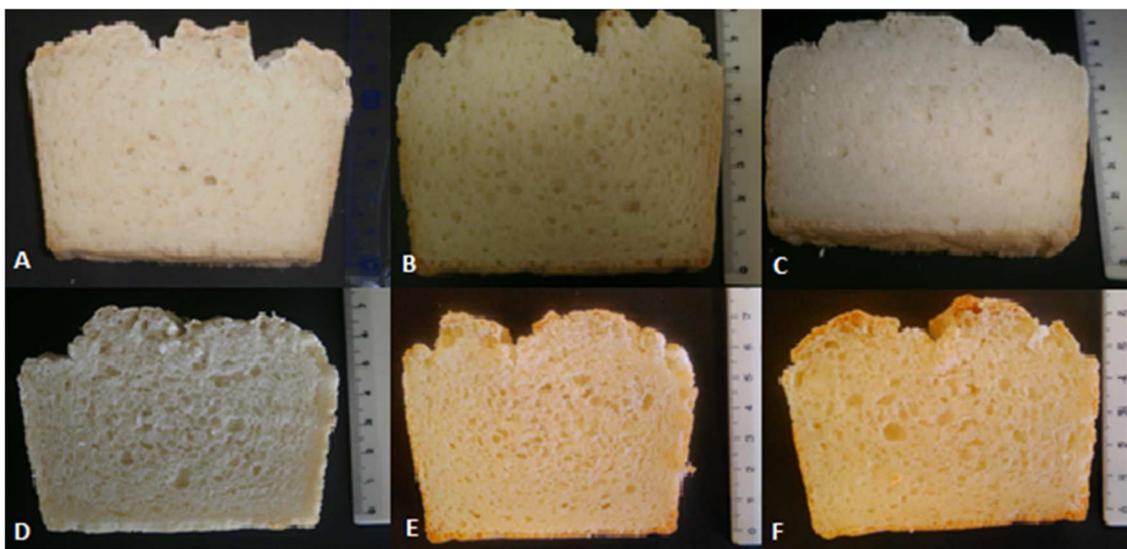


Figura 33 – Imagens obtidas do corte transversal do pão (A) controlo e com RemyLine AXDR em diferentes concentrações (B) 0,5%, (C) 1%, (D) 2,5%, (E) 5%, (F) 10% (as imagens B, C, D, E e F apresentam uma tonalidade mais escura que se deve à luz do laboratório).

Na Figura 33 observa-se o efeito do RemyLine AXDR no pão. Pela análise das imagens, e através da consulta da Tabela 7, verifica-se que apenas o ensaio de 0,5% apresenta altura superior ao controlo. Nos ensaios de 1%, 2,5% e 5% a altura mantém-se igual ao controlo e no ensaio 10% a altura do pão é inferior ao controlo.

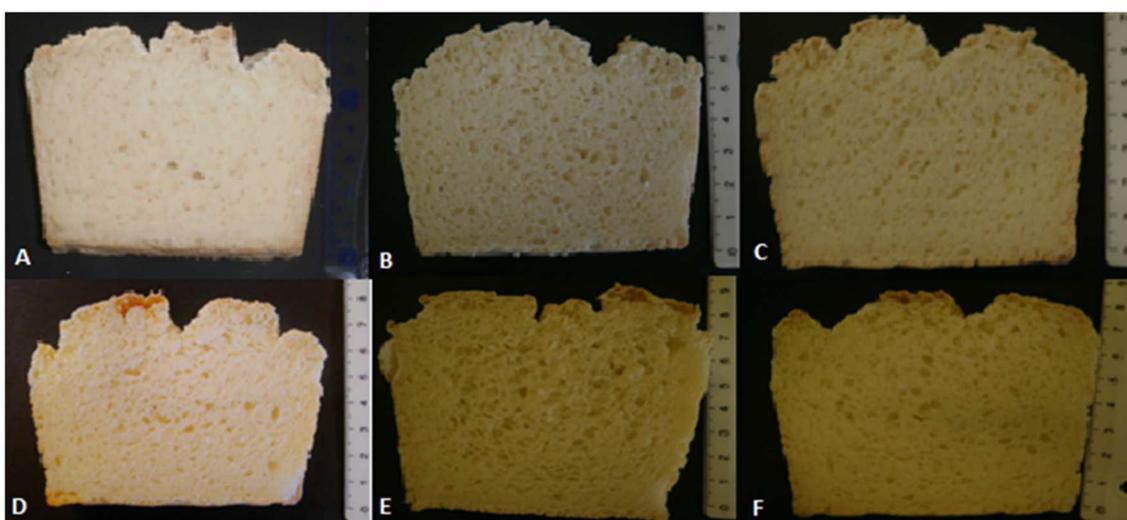


Figura 34 – Imagens obtidas do corte transversal do pão (A) controlo e com Remy B em diferentes concentrações (B) 0,5%, (C) 1%, (D) 2,5%, (E) 5%, (F) 10% (as imagens B, C, D, E e F apresentam uma tonalidade mais escura que se deve à luz do laboratório).

Na Figura 34 observa-se o efeito do Remy B no pão. Pela análise das imagens, e através da consulta da Tabela 7, verifica-se que todos os ensaios apresentam altura superior ao controlo. Sendo que as concentrações maiores favorecem ainda o incremento de altura exceto para 10%.

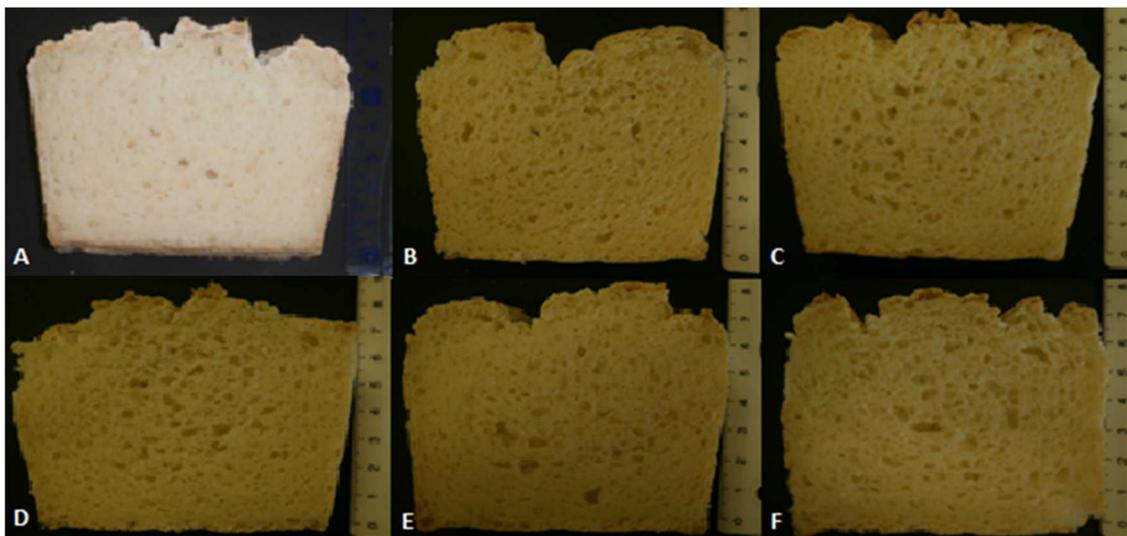


Figura 35 – Imagens obtidas do corte transversal do pão (A) controlo e com RemyGel 663 em diferentes concentrações (B) 0,5%, (C) 1%, (D) 2,5%, (E) 5%, (F) 10% (as imagens B, C, D, E e F apresentam uma tonalidade mais escura que se deve à luz do laboratório).

Na Figura 35 observa-se o efeito do RemyGel 663 no pão. Pela análise das imagens, e através da consulta da Tabela 7, verifica-se que todos os ensaios apresentam altura superior ao controlo. Sendo que a concentração de 0,5% é a que mais favorece o incremento de altura.

No geral em relação a altura do pão, o amido que teve a influência mais negativa foi o RemyLine AXDR, uma vez que à medida que se aumentava a concentração, o volume ia diminuindo, chegando mesmo a ter menor volume que o controlo, na concentração de 10%. O amido que confere maior volume ao pão, independentemente da concentração, é o RemyLine AXFG-P. Os restantes amidos influenciam positivamente o volume do pão, aumentando-o.

4.9 Componentes principais

De forma a averiguar a existência de correlações entre os diversos parâmetros calculados (dureza, adesividade, viscosidade e pH da massa, dureza, adesividade e coesividade do miolo, dureza da crosta, teor de humidade e cor) para os diferentes amidos e respetivas concentrações fez-se uma análise de componentes principais.

A Figura 36 representa um gráfico dos componentes principais, com projeção das variáveis (à esquerda) e dos casos ou produtos (à direita). Verifica-se que existiu uma distribuição dos produtos em pequenos agrupamentos, significando que independentemente das concentrações utilizadas, os amidos se conseguem diferenciar relativamente bem, apenas pela sua natureza. O caso mais pertinente refere-se ao RemyLine AXFG-P, que tem uma distribuição presente apenas no primeiro quadrante do gráfico.

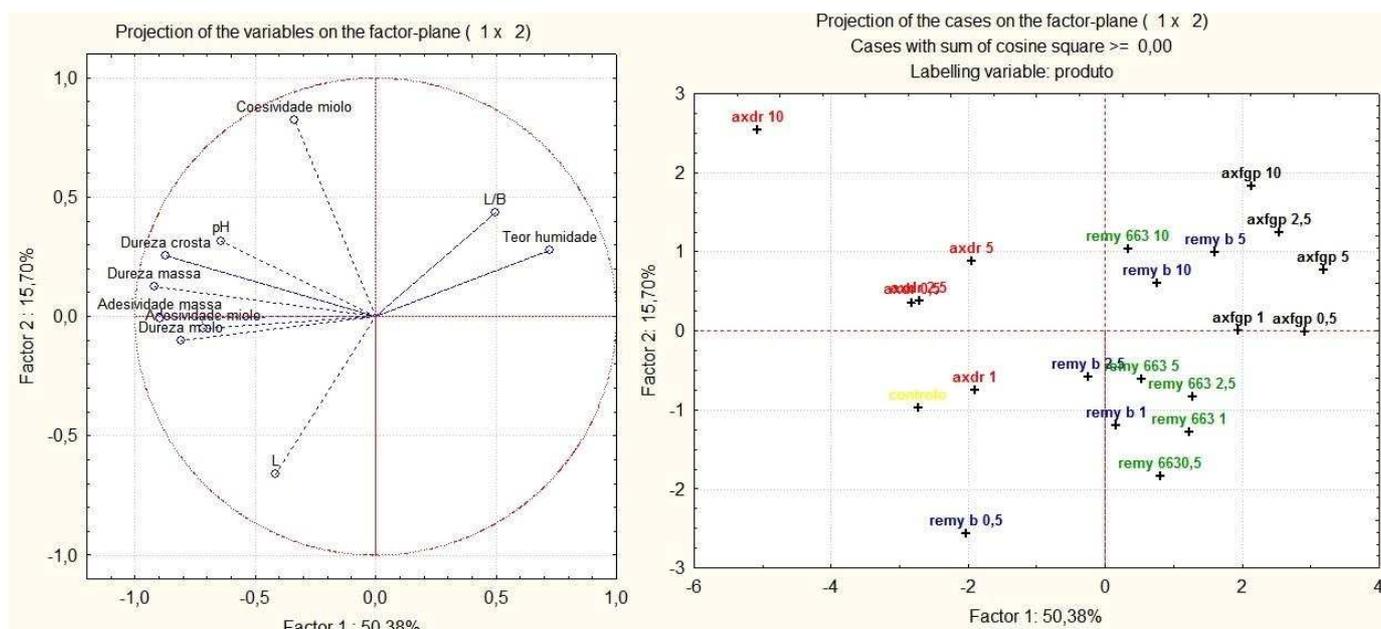


Figura 36 – Representação das componentes principais com projecção de variáveis e de casos.

Relacionando estes casos com a projeção das variáveis, verifica-se que o RemyLine AXFG-P apresenta os maiores valores de L/B e teor de humidade, ao passo que se destaca como sendo o produto com menores valores de dureza da crosta, da massa e do miolo, pH e adesividade da massa e do miolo.

O produto que apresenta características inversas às do RemyLine AXFG-P é o RemyLine AXDR, presente no 2º quadrante da projeção de casos. É também o produto que apresenta

características mais parecidas com o produto de controlo, tendo valores menores de retenção de água e valores maiores de dureza e adesividade.

Neste tipo de análises condensam-se todos os dados que foram demonstrados anteriormente, sendo apresentados de forma diferente. Assim sendo esta análise valida a discussão de dados apresentados anteriormente, relacionando-os entre si.

5. Conclusão

Com o trabalho realizado foi possível concluir que:

O consumidor preferiu o pão branco (farinha de arroz) ao pão escuro (farinha de arroz e farinha de trigo sarraceno).

Concentrações de amido de arroz superiores a 10% conferem ao pão características organolépticas insatisfatórias.

Os amidos RemyLine AXDR e RemyLine AXFG-P conferem características de textura opostas ao pão, enquanto que os amidos Remy B e RemyGel 663 não se diferenciam significativamente.

Concentrações de 10% de RemyLine AXDR apresentaram os maiores valores de dureza e adesividade da massa, dureza de crosta, dureza e coesividade do miolo, enquanto que com 10% de RemyLine AXFG-P os valores foram menores, para os mesmos parâmetros.

O RemyLine AXFG-P evidenciou características consideradas mais parecidas com o pão tradicional com glúten, isto é, apresentou maior valor de retenção de água, menor dureza e cor amarela mais pronunciada.

Relacionando os resultados obtidos com a natureza dos amidos estudados, concluiu-se que os amidos cerosos, pré-gelatinizados e com granulometria fina (identificado como o RemyLine AXFG-P) têm um efeito mais positivo na textura, ao contrario do amido ceroso e nativo e com granulometria normal (identificado como RemyLine AXDR), indicando que a pré-gelatinização é vantajosa quando se pretende incorporar este tipo de amido no pão.

A adição de um amido ceroso quimicamente modificado (RemyGel 663) promove melhores características em relação ao controlo (sem adição de amido de arroz), não sendo no entanto tão significativas como no caso do RemyLine AXFG-P.

O único amido não ceroso estudado foi o Remy B (regular nativo com granulometria grossa e um alto ponto de gelatinização). Este amido não apresentou um comportamento linear para os diferentes parâmetros estudados e para as diversas concentrações.

Com a exceção do RemyLine AXDR, todos os amidos incorporados no pão levaram a uma melhoria geral do pão em relação ao controlo, sendo que se considera o RemyLine AXFG-P como o melhor amido para aplicar. Também se verificou que a utilização de concentrações

mais altas de amidos Remy B e RemyGel 663 levou a comportamentos de textura e cor mais similares ao do RemyLine AXFG-P.

Como conclusão final, a composição sugerida a partir dos resultados obtidos é de 5% de RemyLine AXFG-P. Assim sendo, o pão sem glúten prepara-se segundo as instruções que se seguem:

Preparação: misturar 250g de mix, 10g de margarina, 5g de sal, adicionar 150ml de água morna com 7,5g de levedura. Misturar muito bem com a colher de pau até ficar homogéneo. Colocar numa forma e deixar levedar 40 minutos a 30°C. Colocar no forno a 200°C durante 30 minutos.

Ingredientes do mix: farinha de arroz, amido de milho, dextrose, amido arroz (RemyLine AXFG-P), goma guar e goma de alfarroba.

Como trabalho futuro deste projeto sugere-se:

- Elaborar um *mix* para pão escuro
- Adicionar fibras, como por exemplo leguminosas e maçã
- Avaliar o efeito dos amidos em produtos como biscoito, bolos e massa de pizza.

6. Bibliografia

- Alvarez-Jubete, L., M. Auty, E. K. Arendt, e E. Gallagher, 2010, Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations: *European Food Research and Technology*, v. 230, p. 437-445.
- Andersson, H., C. Ohgren, D. Johansson, M. Kniola, e M. Stading, 2011, Extensional flow, viscoelasticity and baking performance of gluten-free zein-starch doughs supplemented with hydrocolloids: *Food Hydrocolloids*, v. 25, p. 1587-1595.
- Atwell, W. A., L. F. Hood, D. R. Lineback, E. Varriano-Marston, e H. F. Zobel, 1988, THE TERMINOLOGY AND METHODOLOGY ASSOCIATED WITH BASIC STARCH PHENOMENA: *Cereal Foods World*, v. 33, p. 306-&.
- Barbosa, C., 2013, Material de apoio às aulas de mestrado - reologia, Escola Superior de Tecnologia e Gestão - Instituto Politécnico de Viana do Castelo.
- BeMiller, J., e R. Whistler, 2009, *Starch Chemistry and Technology*, ELSEVIER.
- Calaveras, J., 2004, *Nuevo tratado de panificación y bollería*, 2ª edição. Madrid, Espanha, AMV Ediciones e Mundi-prensa, ISBN-84-89922-91-8 e 84-8476-147-9.
- Cereda, P. M., 2001, *Modificação da fécula por fermentação*, v. 3: *Biotecnologia Industrial*, Edgar Blucher Ltda., 413-46 p.
- de la Hera, E., M. Martinez, e M. Gomez, 2013, Influence of flour particle size on quality of gluten-free rice bread: *Lwt-Food Science and Technology*, v. 54, p. 199-206.
- Demirkesen, L., B. Mert, G. Sumnu, e S. Sahin, 2010, Rheological properties of gluten-free bread formulations: *Journal of Food Engineering*, v. 96, p. 295-303.
- Gallagher, E., 2009, *Glúten-Free Food Science And Technology*.
- Gallagher, E., T. R. Gormley, e E. K. Arendt, 2003, Crust and crumb characteristics of gluten free breads: *Journal of Food Engineering*, v. 56, p. 153-161.
- Gallagher, E., T. R. Gormley, e E. K. Arendt, 2004, Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products: *Trends in Food Science & Technology*, v. 15, p. 143-152.

Gonçalves, F., 2012, Estudo da Incidência de Doença Celíaca na Região Autónoma Da Madeira, Universidade da Madeira.

Houaiss, A., 2005, Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa, Temas & Debates.

Jacobson, M. R., M. Obanni, e J. N. Bemiller, 1997, Retrogradation of Starches from Different Botanical Sources, Cereal Chemistry Journal.

Kohajdova, Z., e J. Karovicova, 2009, Application of hydrocolloids as baking improvers: Chemical Papers, v. 63, p. 26-38.

Korus, J., M. Witczak, R. Ziobro, e L. Juszczak, 2009, The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread: Food Hydrocolloids, v. 23, p. 988-995.

Lazaridou, A., D. Duta, M. Papageorgiou, N. Belc, and C. G. Biliaderis, 2007, Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations: Journal of Food Engineering, v. 79, p. 1033-1047.

Linden, G., and D. Lorient, 1999, New ingredients in food processing, Woodhead Publishing Ltd.

Mariotti, M., M. A. Pagani, and M. Lucisano, 2013, The role of buckwheat and HPMC on the breadmaking properties of some commercial gluten-free bread mixtures: Food Hydrocolloids, v. 30, p. 393-400.

Munhoz, M. P., F. H. Weber, and Y. K. Chang, 2004, Influência de hidrocolóides na textura de gel de amido de milho, Campinas, 403-406 p.

NP2966, 1983, Norma Portuguesa Derivados de Cereais: pão: determinação dos teores de água e de matéria seca, Instituto Português da Qualidade

Pathare, P. B., U. L. Opara, and F. A. Al-Said, 2013, Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review: Food and Bioprocess Technology, v. 6, p. 36-60.

Paulus, K., 1986, QUALITY OF DIETETIC FOOD - SIGNIFICANCE FOR HUMAN-NUTRITION: Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, v. 19, p. 147-151.

- Pimenta-Martins, A., E. Pinto, and A. M. P. Gomes, 2014, Perceção do estado de saúde e da qualidade de vida numa amostra de celíacos portugueses, *Jornal Português de Gastroenterologia*, Elsevier.
- Quaglia, G., 1991, *Ciencia y tecnologia de la panificación*, Zaragoza –Espanha, p. 485.
- Ribotta, P. D., G. T. Perez, A. E. Leon, and M. C. Anon, 2004, Effect of emulsifier and guar gum on micro structural, rheological and baking performance of frozen bread dough: *Food Hydrocolloids*, v. 18, p. 305-313.
- Santos, D., 2005, *Influência das pentosanas nas propriedades funcionais do glúten e amido de trigo* Universidade de Aveiro.
- Sciarini, L. S., P. D. Ribotta, A. E. Leon, and G. T. Perez, 2012, Incorporation of several additives into gluten free breads: Effect on dough properties and bread quality: *Journal of Food Engineering*, v. 111, p. 590-597.
- Stonyfield Farm, I., 2007, *Petition to the National Organic Standards Board to add the substance Rice Starch, non-modified*
- Turabi, E., G. Sumnu, and S. Sahin, 2008, Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend: *Food Hydrocolloids*, v. 22, p. 305-312.
- Wakim-Fleming, J., M. R. Pagadala, A. J. McCullough, R. Lopez, A. E. Bennett, D. S. Barnes, and W. D. Carey, 2014, Prevalence of celiac disease in cirrhosis and outcome of cirrhosis on a gluten free diet: A prospective study: *Journal of Hepatology*, v. 61, p. 558-563.
- Williams, L. J., and H. Abdi, 2010, Fisher's Least Significant Difference (LSD) Test, *Encyclopedia of Research Design*, Thousand Oaks.
- Wouters, R., 2013, Rice derivatives make their mark in gluten-free bakery, *Nutracos*, B5.

7. Anexos

Tabelas com os valores médios dos resultados obtidos nos parâmetros em análise para os diferentes amidos e respectivas concentrações.

Tabela 8 – Valores da dureza da crosta obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).

Dureza da crosta										
Produtos	0,5 %		1 %		2,5 %		5 %		10 %	
	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.
axdr	3,198	0,492	2,741	0,224	2,551	0,273	3,428	0,371	4,784	0,824
remyB	1,485	0,196	1,022	0,160	2,244	0,340	1,653	0,102	1,946	0,554
regygel663	1,617	0,075	1,632	0,355	1,449	0,221	1,822	0,409	2,355	0,293
axfgp	1,226	0,279	1,120	0,124	0,956	0,135	0,433	0,031	0,455	0,024
controlo	2,536 ± 0,276									

Tabela 9 – Valores da dureza do miolo obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).

Dureza do miolo										
Produtos	0,5 %		1 %		2,5 %		5 %		10 %	
	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.
axdr	2,560	0,242	2,065	0,229	1,937	0,176	1,899	0,201	2,375	0,110
remyB	2,187	0,136	1,730	0,070	2,225	0,106	1,255	0,152	1,530	0,085
regygel663	1,244	0,117	1,319	0,104	1,431	0,135	1,474	0,096	1,586	0,136
axfgp	1,275	0,071	1,330	0,124	1,428	0,177	1,370	0,158	1,352	0,161
controlo	3,366 ± 0,154									

Tabela 10 – Valores da adesividade do miolo obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).

Adesividade do miolo										
Produtos	0,5 %		1 %		2,5 %		5 %		10 %	
	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.
axdr	0,216	0,045	0,307	0,073	0,262	0,057	0,217	0,073	0,282	0,046
remyB	0,291	0,038	0,198	0,055	0,283	0,055	0,168	0,082	0,183	0,039
regygel663	0,163	0,028	0,170	0,031	0,203	0,037	0,211	0,025	0,224	0,038
axfgp	0,153	0,043	0,166	0,052	0,178	0,036	0,211	0,030	0,240	0,069
controlo	0,289 ± 0,065									

Tabela 11 – Valores da coesividade do miolo obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).

Coesividade do miolo										
Produtos	0,5 %		1 %		2,5 %		5 %		10 %	
	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.
axdr	0,434	0,034	0,391	0,058	0,396	0,035	0,448	0,035	0,560	0,032
remyB	0,325	0,034	0,404	0,084	0,409	0,039	0,407	0,053	0,417	0,039
regygel663	0,344	0,036	0,324	0,050	0,386	0,043	0,368	0,0483	0,469	0,029
axfgp	0,370	0,056	0,374	0,057	0,376	0,042	0,404	0,049	0,481	0,041
controle	0,354 ± 0,027									

Tabela 12 – Valores da luminosidade do pão obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).

Luminosidade										
Produtos	0,5 %		1 %		2,5 %		5 %		10 %	
	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.
axdr	73,934	0,424	74,895	0,556	73,898	0,542	72,901	0,858	74,095	1,068
remyB	77,876	0,291	75,140	0,533	76,885	0,512	72,918	1,702	75,726	0,692
regygel663	75,780	0,655	74,184	0,491	75,579	0,684	74,891	0,656	73,963	0,955
axfgp	71,841	0,959	72,573	0,924	70,194	0,961	72,205	0,620	71,957	1,156
controle	74,294 ± 0,684									

Tabela 13 – Valores do L/B do pão obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).

L/B										
Produtos	0,5 %		1 %		2,5 %		5 %		10 %	
	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.
axdr	12,236	0,443	12,120	0,776	13,217	1,779	10,128	0,676	11,240	1,027
remyB	10,626	0,275	9,689	0,470	13,220	1,488	14,445	2,249	14,739	1,389
regygel663	11,572	1,054	11,301	0,744	11,389	1,047	11,754	0,885	10,856	0,890
axfgp	13,124	1,074	13,304	2,090	15,516	2,563	14,249	1,866	13,666	1,648
controle	11,555 ± 0,786									

Tabela 14– Valores da dureza da massa obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).

Dureza da massa										
Produtos	0,5 %		1 %		2,5 %		5 %		10 %	
	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.
axdr	1,597	0,243	1,684	0,165	1,673	0,088	1,412	0,351	2,100	0,576
remyB	1,258	0,455	0,974	0,076	0,768	0,153	0,884	0,151	0,979	0,070
regygel663	1,186	0,106	0,855	0,359	0,763	0,193	0,803	0,016	0,817	0,206
axfgp	0,611	0,210	0,782	0,108	0,781	0,108	0,587	0,066	0,823	0,198
controle	1,276 ± 0,157									

Tabela 15 – Valores da adesividade da massa obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).

Adesividade da massa										
Produtos	0,5 %		1 %		2,5 %		5 %		10 %	
	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.
axdr	1,334	0,239	1,275	0,143	1,519	0,256	1,044	0,209	1,608	0,245
remyB	1,316	0,590	0,814	0,104	0,700	0,100	0,817	0,083	0,883	0,041
regygel663	1,121	0,089	0,693	0,272	0,824	0,186	0,825	0,021	0,854	0,116
axfgp	0,685	0,201	0,838	0,077	0,756	0,111	0,638	0,036	0,657	0,152
controle	1,147 ± 0,098									

Tabela 16 – Valores do pH da massa obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).

pH										
Produtos	0,5 %		1 %		2,5 %		5 %		10 %	
	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.
axdr	5,057	0,015	4,930	0,017	5,113	0,025	5,097	0,035	5,130	0,026
remyB	5,060	0,017	5,020	0,017	5,030	0,000	5,040	0,035	5,070	0,036
regygel663	4,910	0,010	5,027	0,012	4,993	0,006	5,067	0,006	5,057	0,006
axfgp	4,923	0,015	4,983	0,035	4,997	0,015	4,957	0,021	5,010	0,010
controle	5,073 ± 0,031									

Tabela 17 – Valores da humidade do pão obtidos para as diferentes concentrações dos amidos utilizados (média e desvio padrão).

Humidade										
Produtos	0,5 %		1 %		2,5 %		5 %		10 %	
	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.	Média	D. P.
axdr	32,200	0,185	34,904	0,134	32,852	0,132	34,489	0,196	34,441	0,072
remyB	34,660	0,587	34,758	0,097	36,729	0,260	36,589	0,085	37,430	0,091
regygel663	35,118	0,009	35,061	0,207	38,149	0,072	36,206	0,193	39,146	0,114
axfgp	36,851	0,079	35,809	0,016	36,314	0,136	39,711	0,481	39,151	0,199
controlo	33,915 ± 0,181									

Tabelas com os resultados dos cálculos de análises de variância (ANOVA) e de comparação planeada (LSD).

Tabelas obtidas no *software* Statistica® através de *One-way ANOVA* e do teste LSD. Os resultados a vermelho indicam a existência de diferenças significativas ($p < 0,05$).

Tabela 18 – Resultados da análise de variância para a concentração de 0,5 %.

Analysis of Variance (pao final) Marked effects are significant at $p < ,05000$								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
dur cros	27,33	4	6,83	3,95682	45	0,087929	77,7	0,000000
dur mio	32,31	4	8,08	1,07304	45	0,023845	338,8	0,000000
ades mio	0,18	4	0,04	0,09195	45	0,002043	21,5	0,000000
coes mio	0,07	4	0,02	0,06826	45	0,001517	11,3	0,000002
L	201,69	4	50,42	18,71741	45	0,415942	121,2	0,000000
L/B	34,30	4	8,58	28,36582	45	0,630351	13,6	0,000000
dur mass	1,54	4	0,39	0,69156	10	0,069156	5,6	0,012711
ades mass	0,82	4	0,21	0,92685	10	0,092685	2,2	0,139879
pH	0,08	4	0,02	0,00360	10	0,000360	54,3	0,000001
hum	34,66	4	8,66	0,83481	10	0,083481	103,8	0,000000

Tabela 19 – Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (concentração de 0,5 %).

LSD Test; Variable: dur cros (pao cont) Marked differences are significant at $p < ,05000$					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000000	0,000000	0,000000	0,000009
remyb {2}	0,000000		0,325960	0,056863	0,000000
remy663 {3}	0,000000	0,325960		0,005060	0,000000
axfgp {4}	0,000000	0,056863	0,005060		0,000000
controlo {5}	0,000009	0,000000	0,000000	0,000000	

Tabela 20 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (concentração de 0,5 %).

LSD Test; Variable: dur mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000002	0,000000	0,000000	0,000000
remyb {2}	0,000002		0,000000	0,000000	0,000000
remy663 {3}	0,000000	0,000000		0,655662	0,000000
axfgp {4}	0,000000	0,000000	0,655662		0,000000
controlo {5}	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	

Tabela 21 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (concentração de 0,5 %).

LSD Test; Variable: ades mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000551	0,011310	0,003229	0,000766
remyb {2}	0,000551		0,000000	0,000000	0,912937
remy663 {3}	0,011310	0,000000		0,640672	0,000000
axfgp {4}	0,003229	0,000000	0,640672		0,000000
controlo {5}	0,000766	0,912937	0,000000	0,000000	

Tabela 22 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (concentração de 0,5 %).

LSD Test; Variable: coes mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000000	0,000006	0,000677	0,000035
remyb {2}	0,000000		0,288733	0,013679	0,111955
remy663 {3}	0,000006	0,288733		0,142499	0,586641
axfgp {4}	0,000677	0,013679	0,142499		0,349687
controlo {5}	0,000035	0,111955	0,586641	0,349687	

Tabela 23 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (concentração de 0,5 %).

LSD Test; Variable: L (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000000	0,000000	0,000000	0,218427
remyb {2}	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000
remy663 {3}	0,000000	0,000000		0,000000	0,000006
axfgp {4}	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000
controlo {5}	0,218427	0,000000	0,000006	0,000000	

Tabela 24 – Resultados do teste LSD para o L/B (concentração de 0,5 %).

LSD Test; Variable: L/B (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000043	0,068025	0,016071	0,061483
remyb {2}	0,000043		0,010701	0,000000	0,012096
remy663 {3}	0,068025	0,010701		0,000072	0,961850
axfgp {4}	0,016071	0,000000	0,000072		0,000062
controlo {5}	0,061483	0,012096	0,961850	0,000062	

Tabela 25 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (concentração de 0,5 %).

LSD Test; Variable: dur mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,145629	0,084700	0,000988	0,164944
remyb {2}	0,145629		0,744158	0,012963	0,937987
remy663 {3}	0,084700	0,744158		0,023037	0,686685
axfgp {4}	0,000988	0,012963	0,023037		0,011314
controle {5}	0,164944	0,937987	0,686685	0,011314	

Tabela 26 – Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (concentração de 0,5 %).

LSD Test; Variable: ades mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,945503	0,412909	0,026046	0,469712
remyb {2}	0,945503		0,451065	0,029374	0,511130
remy663 {3}	0,412909	0,451065		0,109694	0,920056
axfgp {4}	0,026046	0,029374	0,109694		0,092749
controle {5}	0,469712	0,511130	0,920056	0,092749	

Tabela 27 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (concentração de 0,5 %).

LSD Test; Variable: pH (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,833963	0,000003	0,000006	0,307274
remyb {2}	0,833963		0,000002	0,000005	0,409585
remy663 {3}	0,000003	0,000002		0,409585	0,000001
axfgp {4}	0,000006	0,000005	0,409585		0,000002
controle {5}	0,307274	0,409585	0,000001	0,000002	

Tabela 28 – Resultados do teste LSD para a humidade do pão (concentração de 0,5 %).

LSD Test; Variable: hum (pao final) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000001	0,000000	0,000000	0,000027
remyb {2}	0,000001		0,080469	0,000003	0,010197
remy663 {3}	0,000000	0,080469		0,000025	0,000462
axfgp {4}	0,000000	0,000003	0,000025		0,000000
controle {5}	0,000027	0,010197	0,000462	0,000000	

Tabela 29 – Resultados da análise de variância para a concentração de 1 %.

Analysis of Variance (pao final) Marked effects are significant at p < ,05000								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
dur cros	25,20	4	6,30	2,63814	45	0,058625	107,5	0,000000
dur mio	28,48	4	7,12	0,96485	45	0,021441	332,1	0,000000
ades mio	0,18	4	0,05	0,14565	45	0,003237	14,0	0,000000
coes mio	0,03955	4	0,00989	0,15221	45	0,003382	2,9231	0,031210
L	150,59	4	37,65	17,60858	45	0,391302	96,2	0,000000
L/B	69,17	4	17,29	57,27732	45	1,272829	13,6	0,000000
dur mass	1,64	4	0,41	0,39664	10	0,039664	10,4	0,001393
ades mass	0,72	4	0,18	0,24122	10	0,024122	7,5	0,004619
pH	0,03	4	0,01	0,00580	10	0,000580	14,8	0,000333
hum	5,53	4	1,38	0,20603	10	0,020603	67,1	0,000000

Tabela 30 – Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (concentração de 1 %).

LSD Test; Variable: dur cro (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000000	0,000000	0,000000	0,065151
remyb {2}	0,000000		0,000001	0,370748	0,000000
remy663 {3}	0,000000	0,000001		0,000023	0,000000
axfgp {4}	0,000000	0,370748	0,000023		0,000000
controlo {5}	0,065151	0,000000	0,000000	0,000000	

Tabela 31 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (concentração de 1 %).

LSD Test; Variable: dur mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000006	0,000000	0,000000	0,000000
remyb {2}	0,000006		0,000000	0,000000	0,000000
remy663 {3}	0,000000	0,000000		0,861385	0,000000
axfgp {4}	0,000000	0,000000	0,861385		0,000000
controlo {5}	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	

Tabela 32 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (concentração de 1 %).

LSD Test; Variable: ades mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000094	0,000002	0,000001	0,475150
remyb {2}	0,000094		0,275269	0,212171	0,000868
remy663 {3}	0,000002	0,275269		0,872699	0,000027
axfgp {4}	0,000001	0,212171	0,872699		0,000016
controlo {5}	0,475150	0,000868	0,000027	0,000016	

Tabela 33 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (concentração de 1 %).

LSD Test; Variable: coes mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,600968	0,014557	0,531531	0,162194
remyb {2}	0,600968		0,003641	0,253269	0,057695
remy663 {3}	0,014557	0,003641		0,062408	0,268519
axfgp {4}	0,531531	0,253269	0,062408		0,433373
controlo {5}	0,162194	0,057695	0,268519	0,433373	

Tabela 34 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (concentração de 1 %).

LSD Test; Variable: L (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,408506	0,019563	0,000000	0,046560
remyb {2}	0,408506		0,002153	0,000000	0,006053
remy663 {3}	0,019563	0,002153		0,000002	0,709722
axfgp {4}	0,000000	0,000000	0,000002		0,000001
controlo {5}	0,046560	0,006053	0,709722	0,000001	

Tabela 35 – Resultados do teste LSD para o L/B (concentração de 1 %).

LSD Test; Variable: L/B (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000017	0,111523	0,023449	0,268249
remyb {2}	0,000017		0,002550	0,000000	0,000588
remy663 {3}	0,111523	0,002550		0,000257	0,617921
axfgp {4}	0,023449	0,000000	0,000257		0,001170
controlo {5}	0,268249	0,000588	0,617921	0,001170	

Tabela 36 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (concentração de 1 %).

LSD Test; Variable: dur mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,001408	0,000465	0,000244	0,030795
remyb {2}	0,001408		0,480652	0,263825	0,093462
remy663 {3}	0,000465	0,480652		0,661356	0,027120
axfgp {4}	0,000244	0,263825	0,661356		0,012512
controlo {5}	0,030795	0,093462	0,027120	0,012512	

Tabela 37 – Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (concentração de 1 %).

LSD Test; Variable: ades mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,004583	0,000992	0,006251	0,335564
remyb {2}	0,004583		0,360679	0,855950	0,025499
remy663 {3}	0,000992	0,360679		0,279181	0,005010
axfgp {4}	0,006251	0,855950	0,279181		0,035090
controlo {5}	0,335564	0,025499	0,005010	0,035090	

Tabela 38 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (concentração de 1 %).

LSD Test; Variable: pH (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,001015	0,000608	0,021849	0,000026
remyb {2}	0,001015		0,741598	0,091808	0,021849
remy663 {3}	0,000608	0,741598		0,052113	0,039062
axfgp {4}	0,021849	0,091808	0,052113		0,001015
controlo {5}	0,000026	0,021849	0,039062	0,001015	

Tabela 39 – Resultados do teste LSD para a humidade do pao (concentração de 1 %).

LSD Test; Variable: hum (pao final) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,242730	0,208908	0,000016	0,000007
remyb {2}	0,242730		0,027195	0,000004	0,000029
remy663 {3}	0,208908	0,027195		0,000080	0,000002
axfgp {4}	0,000016	0,000004	0,000080		0,000000
controlo {5}	0,000007	0,000029	0,000002	0,000000	

Tabela 40 – Resultados da análise de variância para a concentração de 2,5 %.

Analysis of Variance (pao final) Marked effects are significant at p < ,05000								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
dur Cros	20,30	4	5,07	3,0003	45	0,066674	76,1	0,000000
dur mio	25,41	4	6,35	1,0394	45	0,023097	275,0	0,000000
ades mio	0,10	4	0,02	0,1189	45	0,002642	9,5	0,000012
coes mio	0,0174	4	0,00435	0,0633	45	0,001407	3,0917	0,024808
L	252,54	4	63,14	21,7444	45	0,483208	130,7	0,000000
L/B	111,07	4	27,77	122,9879	45	2,733064	10,2	0,000006
dur mass	2,02	4	0,51	0,2095	10	0,020946	24,1	0,000040
ades mass	1,41	4	0,35	0,2640	10	0,026399	13,4	0,000505
pH	0,03	4	0,01	0,0037	10	0,000367	21,8	0,000064
hum	56,01	4	14,00	0,2825	10	0,028247	495,7	0,000000

Tabela 41 – Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (concentração de 2,5 %).

LSD Test; Variable: dur Cros (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,010638	0,000000	0,000000	0,893141
remyb {2}	0,010638		0,000000	0,000000	0,014961
remy663 {3}	0,000000	0,000000		0,000102	0,000000
axfgp {4}	0,000000	0,000000	0,000102		0,000000
controle {5}	0,893141	0,014961	0,000000	0,000000	

Tabela 42 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (concentração de 2,5 %).

LSD Test; Variable: dur mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000115	0,000000	0,000000	0,000000
remyb {2}	0,000115		0,000000	0,000000	0,000000
remy663 {3}	0,000000	0,000000		0,957992	0,000000
axfgp {4}	0,000000	0,000000	0,957992		0,000000
controle {5}	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	

Tabela 43 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (concentração de 2,5 %).

LSD Test; Variable: ades mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,363547	0,013368	0,000637	0,243288
remyb {2}	0,363547		0,001082	0,000036	0,792690
remy663 {3}	0,013368	0,001082		0,278779	0,000491
axfgp {4}	0,000637	0,000036	0,278779		0,000015
controle {5}	0,243288	0,792690	0,000491	0,000015	

Tabela 44 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (concentração de 2,5 %).

LSD Test; Variable: coes mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,460115	0,558089	0,239479	0,014945
remyb {2}	0,460115		0,188549	0,059022	0,002032
remy663 {3}	0,558089	0,188549		0,550195	0,058567
axfgp {4}	0,239479	0,059022	0,550195		0,187373
controle {5}	0,014945	0,002032	0,058567	0,187373	

Tabela 45 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (concentração de 2,5 %).

LSD Test; Variable: L (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000000	0,000002	0,000000	0,209262
remyb {2}	0,000000		0,000124	0,000000	0,000000
remy663 {3}	0,000002	0,000124		0,000000	0,000154
axfgp {4}	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000
controle {5}	0,209262	0,000000	0,000154	0,000000	

Tabela 46 – Resultados do teste LSD para o L/B (concentração de 2,5 %).

LSD Test; Variable: L/B (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,997102	0,017222	0,003256	0,029470
remyb {2}	0,997102		0,017068	0,003289	0,029221
remy663 {3}	0,017222	0,017068		0,000001	0,823237
axfgp {4}	0,003256	0,003289	0,000001		0,000003
controle {5}	0,029470	0,029221	0,823237	0,000003	

Tabela 47 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (concentração de 2,5 %).

LSD Test; Variable: dur mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000017	0,000016	0,000019	0,007196
remyb {2}	0,000017		0,971380	0,913632	0,001564
remy663 {3}	0,000016	0,971380		0,885270	0,001477
axfgp {4}	0,000019	0,913632	0,885270		0,001865
controle {5}	0,007196	0,001564	0,001477	0,001865	

Tabela 48 – Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (concentração de 2,5 %).

LSD Test; Variable: ades mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000105	0,000380	0,000186	0,018674
remyb {2}	0,000105		0,370228	0,678210	0,007098
remy663 {3}	0,000380	0,370228		0,620487	0,035226
axfgp {4}	0,000186	0,678210	0,620487		0,014668
controle {5}	0,018674	0,007098	0,035226	0,014668	

Tabela 49 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (concentração de 2,5 %).

LSD Test; Variable: pH (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000333	0,000017	0,000022	0,028451
remyb {2}	0,000333		0,040974	0,058822	0,019733
remy663 {3}	0,000017	0,040974		0,835454	0,000453
axfgp {4}	0,000022	0,058822	0,835454		0,000620
controle {5}	0,028451	0,019733	0,000453	0,000620	

Tabela 50 – Resultados do teste LSD para a humidade do pão (concentração de 2,5 %).

LSD Test; Variable: hum (pao final) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000000	0,000000	0,000000	0,000016
remyb {2}	0,000000		0,000001	0,012822	0,000000
remy663 {3}	0,000000	0,000001		0,000000	0,000000
axfgp {4}	0,000000	0,012822	0,000000		0,000000
controlo {5}	0,000016	0,000000	0,000000	0,000000	

Tabela 51 – Resultados da análise de variância para a concentração de 5 %.

Analysis of Variance (pao cont) Marked effects are significant at p < ,05000								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
dur Cros	49,30	4	12,33	3,53143	45	0,078476	157,1	0,000000
dur mio	30,22	4	7,55	1,09258	45	0,024280	311,1	0,000000
ades mio	0,08	4	0,02	0,16012	45	0,003558	5,4	0,001237
coes mio	0,0544	4	0,01360	0,08577	45	0,001906	7,1357	0,000154
L	49,23	4	12,31	44,24703	45	0,983267	12,5	0,000001
L/B	138,90	4	34,72	93,54858	45	2,078857	16,7	0,000000
dur mass	1,41	4	0,35	0,35025	10	0,035025	10,0	0,001580
ades mass	0,49	4	0,12	0,12347	10	0,012347	9,9	0,001672
pH	0,04	4	0,01	0,00767	10	0,000767	11,5	0,000927
hum	61,88	4	15,47	0,69377	10	0,069377	223,0	0,000000

Tabela 52 – Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (concentração de 5 %).

LSD Test; Variable: dur Cros (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
remyb {2}	0,000000		0,184860	0,000000	0,000000
remy663 {3}	0,000000	0,184860		0,000000	0,000001
axfgp {4}	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000
controlo {5}	0,000000	0,000000	0,000001	0,000000	

Tabela 53 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (concentração de 5 %).

LSD Test; Variable: dur mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
remyb {2}	0,000000		0,003019	0,106141	0,000000
remy663 {3}	0,000000	0,003019		0,144067	0,000000
axfgp {4}	0,000000	0,106141	0,144067		0,000000
controlo {5}	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	

Tabela 54 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (concentração de 5 %).

LSD Test; Variable: ades mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,073979	0,849244	0,831767	0,009229
remyb {2}	0,073979		0,108363	0,113156	0,000040
remy663 {3}	0,849244	0,108363		0,982155	0,005573
axfgp {4}	0,831767	0,113156	0,982155		0,005245
controlo {5}	0,009229	0,000040	0,005573	0,005245	

Tabela 55 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (concentração de 5 %).

LSD Test; Variable: coes mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,043300	0,000180	0,030557	0,000017
remyb {2}	0,043300		0,051261	0,878567	0,008818
remy663 {3}	0,000180	0,051261		0,071033	0,465820
axfgp {4}	0,030557	0,878567	0,071033		0,013065
controlo {5}	0,000017	0,008818	0,465820	0,013065	

Tabela 56 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (concentração de 5 %).

LSD Test; Variable: L (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,969590	0,000050	0,123540	0,002972
remyb {2}	0,969590		0,000056	0,114868	0,003307
remy663 {3}	0,000050	0,000056		0,000000	0,184967
axfgp {4}	0,123540	0,114868	0,000000		0,000024
controlo {5}	0,002972	0,003307	0,184967	0,000024	

Tabela 57 – Resultados do teste LSD para o L/B (concentração de 5 %).

LSD Test; Variable: L/B (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000000	0,015317	0,000000	0,032038
remyb {2}	0,000000		0,000135	0,763140	0,000051
remy663 {3}	0,015317	0,000135		0,000348	0,759294
axfgp {4}	0,000000	0,763140	0,000348		0,000133
controlo {5}	0,032038	0,000051	0,759294	0,000133	

Tabela 58 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (concentração de 5 %).

LSD Test; Variable: dur mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,006172	0,002581	0,000300	0,391577
remyb {2}	0,006172		0,607984	0,079977	0,028386
remy663 {3}	0,002581	0,607984		0,186385	0,011458
axfgp {4}	0,000300	0,079977	0,186385		0,001129
controlo {5}	0,391577	0,028386	0,011458	0,001129	

Tabela 59 – Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (concentração de 5 %).

LSD Test; Variable: ades mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,031401	0,036907	0,001188	0,281736
remyb {2}	0,031401		0,926654	0,076613	0,004547
remy663 {3}	0,036907	0,926654		0,065442	0,005319
axfgp {4}	0,001188	0,076613	0,065442		0,000224
controle {5}	0,281736	0,004547	0,005319	0,000224	

Tabela 60 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (concentração de 5 %).

LSD Test; Variable: pH (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,031098	0,214017	0,000102	0,326344
remyb {2}	0,031098		0,265485	0,004204	0,171141
remy663 {3}	0,214017	0,265485		0,000656	0,774114
axfgp {4}	0,000102	0,004204	0,000656		0,000425
controle {5}	0,326344	0,171141	0,774114	0,000425	

Tabela 61 – Resultados do teste LSD para a humidade do pão (concentração de 5 %).

LSD Test; Variable: hum (pao final) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000002	0,000012	0,000000	0,023575
remyb {2}	0,000002		0,105277	0,000000	0,000000
remy663 {3}	0,000012	0,105277		0,000000	0,000001
axfgp {4}	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000
controle {5}	0,023575	0,000000	0,000001	0,000000	

Tabela 62 – Resultados da análise de variância para a concentração de 10 %.

Analysis of Variance (pao cont) Marked effects are significant at p < ,05000								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
dur cros	96,9303	4	24,23258	10,33332	45	0,229629	105,5291	0,000000
dur mio	28,0975	4	7,02438	0,78635	45	0,017474	401,9819	0,000000
ades mio	0,0756	4	0,01890	0,12634	45	0,002808	6,7307	0,000247
coes mio	0,2371	4	0,05928	0,05185	45	0,001152	51,4474	0,000000
L	72,4951	4	18,12378	39,02375	45	0,867194	20,8993	0,000000
L/B	115,1870	4	28,79675	63,97320	45	1,421627	20,2562	0,000000
dur mass	3,4621	4	0,86553	0,88515	10	0,088515	9,7783	0,001743
ades mass	1,6188	4	0,40471	0,21571	10	0,021571	18,7620	0,000122
pH	0,0221	4	0,00553	0,00613	10	0,000613	9,0109	0,002375
hum	75,95	4	18,99	0,19777	10	0,019777	960,1	0,000000

Tabela 63 – Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (concentração de 10 %).

LSD Test; Variable: dur cros (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
remyb {2}	0,000000		0,062716	0,000000	0,008493
remy663 {3}	0,000000	0,062716		0,000000	0,403062
axfgp {4}	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000
controle {5}	0,000000	0,008493	0,403062	0,000000	

Tabela 64 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (concentração de 10%).

LSD Test; Variable: dur mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
remyb {2}	0,000000		0,347710	0,004380	0,000000
remy663 {3}	0,000000	0,347710		0,000273	0,000000
axfgp {4}	0,000000	0,004380	0,000273		0,000000
controle {5}	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	

Tabela 65 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (concentração de 10 %).

LSD Test; Variable: ades mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000145	0,018920	0,088930	0,753805
remyb {2}	0,000145		0,092750	0,019914	0,000053
remy663 {3}	0,018920	0,092750		0,489813	0,008540
axfgp {4}	0,088930	0,019914	0,489813		0,045790
controle {5}	0,753805	0,000053	0,008540	0,045790	

Tabela 66 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (concentração de 10 %).

LSD Test; Variable: coes mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000000	0,000000	0,000005	0,000000
remyb {2}	0,000000		0,001048	0,000104	0,000144
remy663 {3}	0,000000	0,001048		0,456591	0,000000
axfgp {4}	0,000005	0,000104	0,456591		0,000000
controle {5}	0,000000	0,000144	0,000000	0,000000	

Tabela 67 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (concentração de 10 %).

LSD Test; Variable: L (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000302	0,752742	0,000006	0,635079
remyb {2}	0,000302		0,000112	0,000000	0,001271
remy663 {3}	0,752742	0,000112		0,000017	0,430905
axfgp {4}	0,000006	0,000000	0,000017		0,000001
controle {5}	0,635079	0,001271	0,430905	0,000001	

Tabela 68 – Resultados do teste LSD para o L/B (concentração de 10 %).

LSD Test; Variable: L/B (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000000	0,475156	0,000041	0,557991
remyb {2}	0,000000		0,000000	0,050095	0,000000
remy663 {3}	0,475156	0,000000		0,000004	0,196717
axfgp {4}	0,000041	0,050095	0,000004		0,000265
controle {5}	0,557991	0,000000	0,196717	0,000265	

Tabela 69 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (concentração de 10 %).

LSD Test; Variable: dur mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000955	0,000355	0,000370	0,006829
remyb {2}	0,000955		0,519456	0,536543	0,249799
remy663 {3}	0,000355	0,519456		0,978491	0,088138
axfgp {4}	0,000370	0,536543	0,978491		0,092236
controle {5}	0,006829	0,249799	0,088138	0,092236	

Tabela 70 – Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (concentração de 10 %).

LSD Test; Variable: ades mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000125	0,000090	0,000013	0,003229
remyb {2}	0,000125		0,810764	0,088312	0,052701
remy663 {3}	0,000090	0,810764		0,131534	0,034674
axfgp {4}	0,000013	0,088312	0,131534		0,002195
controle {5}	0,003229	0,052701	0,034674	0,002195	

Tabela 71 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (concentração de 10 %).

LSD Test; Variable: pH (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,014113	0,004639	0,000144	0,018718
remyb {2}	0,014113		0,524545	0,014113	0,872351
remy663 {3}	0,004639	0,524545		0,043668	0,429032
axfgp {4}	0,000144	0,014113	0,043668		0,010653
controle {5}	0,018718	0,872351	0,429032	0,010653	

Tabela 72 – Resultados do teste LSD para a humidade do pão (concentração de 10 %).

LSD Test; Variable: hum (pao final) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
axdr {1}		0,000000	0,000000	0,000000	0,001004
remyb {2}	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000
remy663 {3}	0,000000	0,000000		0,969307	0,000000
axfgp {4}	0,000000	0,000000	0,969307		0,000000
controle {5}	0,001004	0,000000	0,000000	0,000000	

Tabela 73 – Resultados da análise de variância para o RemyGel 663.

Analysis of Variance (pao cont) Marked effects are significant at p < ,05000								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
dur cros	4,90356	4	1,22589	3,89746	45	0,086610	14,1541	0,000000
dur mio	0,71390	4	0,17848	0,63405	45	0,014090	12,6667	0,000001
ades mio	0,02818	4	0,00705	0,04597	45	0,001022	6,8972	0,000203
coes mio	0,12623	4	0,03156	0,07928	45	0,001762	17,9117	0,000000
L	26,24025	4	6,56006	22,32303	45	0,496067	13,2241	0,000000
L/B	4,56967	4	1,14242	39,02097	45	0,867133	1,3175	0,277991
dur mass	0,35366	4	0,08842	0,43987	10	0,043987	2,0100	0,168965
ades mass	0,29605	4	0,07401	0,26020	10	0,026020	2,8444	0,082003
pH	0,04783	4	0,01196	0,00067	10	0,000067	179,3500	0,000000
hum	40,52487	4	10,13122	0,19684	10	0,019684	514,6883	0,000000

Tabela 74 - Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (RemyGel 663).

LSD Test; Variable: dur croc (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,907373	0,208073	0,126516	0,000001
um {2}	0,907373		0,170092	0,156838	0,000002
doisemeio {3}	0,208073	0,170092		0,006858	0,000000
cinco {4}	0,126516	0,156838	0,006858		0,000199
dez {5}	0,000001	0,000002	0,000000	0,000199	

Tabela 75 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (RemyGel 663).

LSD Test; Variable: dur mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,165690	0,000971	0,000081	0,000000
um {2}	0,165690		0,039454	0,005345	0,000008
doisemeio {3}	0,000971	0,039454		0,424337	0,005594
cinco {4}	0,000081	0,005345	0,424337		0,040982
dez {5}	0,000000	0,000008	0,005594	0,040982	

Tabela 76 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (RemyGel 663).

LSD Test; Variable: ades mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,602368	0,007534	0,001393	0,000096
um {2}	0,602368		0,027805	0,006031	0,000493
doisemeio {3}	0,007534	0,027805		0,545816	0,145005
cinco {4}	0,001393	0,006031	0,545816		0,386491
dez {5}	0,000096	0,000493	0,145005	0,386491	

Tabela 77 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (RemyGel 663).

LSD Test; Variable: coes mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,301995	0,029882	0,209479	0,000000
um {2}	0,301995		0,001969	0,025091	0,000000
doisemeio {3}	0,029882	0,001969		0,337447	0,000054
cinco {4}	0,209479	0,025091	0,337447		0,000002
dez {5}	0,000000	0,000000	0,000054	0,000002	

Tabela 78 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (RemyGel 663).

LSD Test; Variable: L (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,000007	0,526622	0,007073	0,000001
um {2}	0,000007		0,000060	0,029758	0,486524
doisemeio {3}	0,526622	0,000060		0,034195	0,000006
cinco {4}	0,007073	0,029758	0,034195		0,005080
dez {5}	0,000001	0,486524	0,000006	0,005080	

Tabela 79 – Resultados do teste LSD para o L/B (RemyGel 663).

LSD Test; Variable: L/B (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,519288	0,662105	0,664697	0,092518
um {2}	0,519288		0,834902	0,283325	0,290642
doismeio {3}	0,662105	0,834902		0,385561	0,207481
cinco {4}	0,664697	0,283325	0,385561		0,036538
dez {5}	0,092518	0,290642	0,207481	0,036538	

Tabela 80 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (RemyGel 663).

LSD Test; Variable: dur mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,081726	0,033047	0,049344	0,056149
um {2}	0,081726		0,603805	0,769792	0,826993
doismeio {3}	0,033047	0,603805		0,818881	0,761860
cinco {4}	0,049344	0,769792	0,818881		0,940646
dez {5}	0,056149	0,826993	0,761860	0,940646	

Tabela 81 - Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (RemyGel 663).

LSD Test; Variable: ades mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,008678	0,047603	0,048410	0,069802
um {2}	0,008678		0,342841	0,338284	0,249421
doismeio {3}	0,047603	0,342841		0,992297	0,824940
cinco {4}	0,048410	0,338284	0,992297		0,832438
dez {5}	0,069802	0,249421	0,824940	0,832438	

Tabela 82 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (RemyGel 663).

LSD Test; Variable: pH (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
um {2}	0,000000		0,000537	0,000132	0,001143
doismeio {3}	0,000000	0,000537		0,000001	0,000003
cinco {4}	0,000000	0,000132	0,000001		0,164507
dez {5}	0,000000	0,001143	0,000003	0,164507	

Tabela 83– Resultados do teste LSD para a humidade do pão (RemyGel 663).

LSD Test; Variable: hum (pao final) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,627546	0,000000	0,000003	0,000000
um {2}	0,627546		0,000000	0,000002	0,000000
doismeio {3}	0,000000	0,000000		0,000000	0,000006
cinco {4}	0,000003	0,000002	0,000000		0,000000
dez {5}	0,000000	0,000000	0,000006	0,000000	

Tabela 84 – Resultados da análise de variância para o RemyLine AXDR.

Analysis of Variance (pao cont) Marked effects are significant at p < ,05000								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
dur croc	30,93745	4	7,73436	10,64671	45	0,236594	32,6905	0,000000
dur mio	3,32942	4	0,83236	1,75151	45	0,038922	21,3850	0,000000
ades mio	0,06482	4	0,01620	0,16139	45	0,003586	4,5184	0,003739
coes mio	0,18754	4	0,04689	0,07219	45	0,001604	29,2258	0,000000
L	20,17265	4	5,04316	23,94359	45	0,532080	9,4782	0,000012
L/B	54,09661	4	13,52415	49,28806	45	1,095290	12,3476	0,000001
dur mass	0,76269	4	0,19067	1,09822	10	0,109822	1,7362	0,218275
ades mass	0,58413	4	0,14603	0,49337	10	0,049337	2,9599	0,074680
pH	0,07757	4	0,01939	0,00620	10	0,000620	31,2796	0,000013
hum	12,56449	4	3,14112	5,33878	11	0,485344	6,47195	0,006258

Tabela 85 – Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (RemyLine AXDR).

LSD Test; Variable: dur croc (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,041032	0,004725	0,296003	0,000000
um {2}	0,041032		0,389290	0,002812	0,000000
doismeio {3}	0,004725	0,389290		0,000212	0,000000
cinco {4}	0,296003	0,002812	0,000212		0,000000
dez {5}	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	

Tabela 86 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (RemyLine AXDR)

LSD Test; Variable: dur mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,000001	0,000000	0,000000	0,042300
um {2}	0,000001		0,155995	0,066232	0,000996
doismeio {3}	0,000000	0,155995		0,662215	0,000010
cinco {4}	0,000000	0,066232	0,662215		0,000002
dez {5}	0,042300	0,000996	0,000010	0,000002	

Tabela 87 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (RemyLine AXDR).

LSD Test; Variable: ades mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,001385	0,094136	0,988150	0,018434
um {2}	0,001385		0,096244	0,001447	0,340532
doismeio {3}	0,094136	0,096244		0,096956	0,465813
cinco {4}	0,988150	0,001447	0,096956		0,019117
dez {5}	0,018434	0,340532	0,465813	0,019117	

Tabela 88 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (RemyLine AXDR).

LSD Test; Variable: coes mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,020291	0,041449	0,438554	0,000000
um {2}	0,020291		0,760222	0,002609	0,000000
doismeio {3}	0,041449	0,760222		0,006058	0,000000
cinco {4}	0,438554	0,002609	0,006058		0,000000
dez {5}	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	

Tabela 89 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (RemyLine AXDR).

LSD Test; Variable: L (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,005084	0,912617	0,002768	0,624031
um {2}	0,005084		0,003762	0,000000	0,018135
doisemeio {3}	0,912617	0,003762		0,003762	0,548945
cinco {4}	0,002768	0,000000	0,003762		0,000659
dez {5}	0,624031	0,018135	0,548945	0,000659	

Tabela 90 – Resultados do teste LSD para o L/B (RemyLine AXDR)

LSD Test; Variable: L/B (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,806368	0,041619	0,000047	0,038901
um {2}	0,806368		0,023563	0,000104	0,066475
doisemeio {3}	0,041619	0,023563		0,000000	0,000115
cinco {4}	0,000047	0,000104	0,000000		0,021825
dez {5}	0,038901	0,066475	0,000115	0,021825	

Tabela 91 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (RemyLine AXDR).

LSD Test; Variable: dur mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,754950	0,785125	0,509971	0,092685
um {2}	0,754950		0,968304	0,339023	0,155052
doisemeio {3}	0,785125	0,968304		0,358100	0,145461
cinco {4}	0,509971	0,339023	0,358100		0,029256
dez {5}	0,092685	0,155052	0,145461	0,029256	

Tabela 92 – Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (RemyLine AXDR).

LSD Test; Variable: ades mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,753675	0,331321	0,140878	0,161040
um {2}	0,753675		0,208786	0,230604	0,096182
doisemeio {3}	0,331321	0,208786		0,025593	0,632840
cinco {4}	0,140878	0,230604	0,025593		0,011007
dez {5}	0,161040	0,096182	0,632840	0,011007	

Tabela 93 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (RemyLine AXDR).

LSD Test; Variable: pH (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,000098	0,019210	0,077468	0,004792
um {2}	0,000098		0,000004	0,000010	0,000002
doisemeio {3}	0,019210	0,000004		0,431446	0,431446
cinco {4}	0,077468	0,000010	0,431446		0,132133
dez {5}	0,004792	0,000002	0,431446	0,132133	

Tabela 94 – Resultados do teste LSD para a humidade do pão (RemyLine AXDR).

LSD Test; Variable: hum (pao final) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,002679	0,999185	0,010583	0,012409
um {2}	0,002679		0,004124	0,480711	0,433343
doismeio {3}	0,999185	0,004124		0,015066	0,017488
cinco {4}	0,010583	0,480711	0,015066		0,935091
dez {5}	0,012409	0,433343	0,017488	0,935091	

Tabela 95 – Resultados da análise de variância para o RemyLine AXFG-P.

Analysis of Variance (pao cont) Marked effects are significant at p < ,05000								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
dur cros	5,55009	4	1,387522	1,0150	45	0,022556	61,5145	0,000000
dur mio	0,12489	4	0,031222	0,9232	45	0,020515	1,5219	0,211926
ades mio	0,05054	4	0,012634	0,1040	45	0,002311	5,4664	0,001128
coes mio	0,08751	4	0,021877	0,1105	45	0,002455	8,9120	0,000022
L	33,56540	4	8,391350	39,7778	45	0,883951	9,4930	0,000012
L/B	37,18449	4	9,296123	164,5904	45	3,657564	2,5416	0,052614
dur mass	0,14346	4	0,035865	0,2217	10	0,022171	1,6176	0,244563
ades mass	0,08123	4	0,020308	0,1667	10	0,016668	1,2184	0,362457
pH	0,01429	4	0,003573	0,0045	10	0,000447	8,0000	0,003680
hum	36,83812	4	9,209530	0,5917	10	0,059168	155,6512	0,000000

Tabela 96 – Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (RemyLine AXFG-P).

LSD Test; Variable: dur cros (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,122901	0,000223	0,000000	0,000000
um {2}	0,122901		0,018612	0,000000	0,000000
doismeio {3}	0,000223	0,018612		0,000000	0,000000
cinco {4}	0,000000	0,000000	0,000000		0,753736
dez {5}	0,000000	0,000000	0,000000	0,753736	

Tabela 97 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (RemyLine AXFG-P).

LSD Test; Variable: dur mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,392541	0,021330	0,142556	0,233231
um {2}	0,392541		0,134975	0,532436	0,731691
doismeio {3}	0,021330	0,134975		0,376619	0,245341
cinco {4}	0,142556	0,532436	0,376619		0,777614
dez {5}	0,233231	0,731691	0,245341	0,777614	

Tabela 98 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (RemyLine AXFG-P).

LSD Test; Variable: ades mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,551517	0,264368	0,010274	0,000196
um {2}	0,551517		0,598559	0,043341	0,001208
doismeio {3}	0,264368	0,598559		0,128427	0,005371
cinco {4}	0,010274	0,043341	0,128427		0,175404
dez {5}	0,000196	0,001208	0,005371	0,175404	

Tabela 99 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (RemyLine AXFG-P).

LSD Test; Variable: coes mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,854028	0,787790	0,131912	0,000009
um {2}	0,854028		0,932045	0,183945	0,000016
doismeio {3}	0,787790	0,932045		0,212847	0,000021
cinco {4}	0,131912	0,183945	0,212847		0,001112
dez {5}	0,000009	0,000016	0,000021	0,001112	

Tabela 100 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (RemyLine AXFG-P).

LSD Test; Variable: L (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,088529	0,000302	0,391242	0,783899
um {2}	0,088529		0,000001	0,386100	0,149860
doismeio {3}	0,000302	0,000001		0,000019	0,000127
cinco {4}	0,391242	0,386100	0,000019		0,558259
dez {5}	0,783899	0,149860	0,000127	0,558259	

Tabela 101 – Resultados do teste LSD para o L/B (RemyLine AXFG-P).

LSD Test; Variable: L/B (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,834262	0,007577	0,195016	0,529480
um {2}	0,834262		0,013024	0,275028	0,674128
doismeio {3}	0,007577	0,013024		0,145630	0,035928
cinco {4}	0,195016	0,275028	0,145630		0,498884
dez {5}	0,529480	0,674128	0,035928	0,498884	

Tabela 102 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (RemyLine AXFG-P).

LSD Test; Variable: dur mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,189985	0,192047	0,847865	0,110847
um {2}	0,189985		0,994463	0,140011	0,738754
doismeio {3}	0,192047	0,994463		0,141593	0,733569
cinco {4}	0,847865	0,140011	0,141593		0,080285
dez {5}	0,110847	0,738754	0,733569	0,080285	

Tabela 103 – Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (RemyLine AXFG-P).

LSD Test; Variable: ades mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,177154	0,513989	0,663452	0,796340
um {2}	0,177154		0,456085	0,086577	0,116729
doismeio {3}	0,513989	0,456085		0,286872	0,368541
cinco {4}	0,663452	0,086577	0,286872		0,858232
dez {5}	0,796340	0,116729	0,368541	0,858232	

Tabela 104 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (RemyLine AXFG-P).

LSD Test; Variable: pH (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,005951	0,001690	0,082207	0,000520
um {2}	0,005951		0,457593	0,153300	0,153300
doisemeio {3}	0,001690	0,457593		0,042919	0,457593
cinco {4}	0,082207	0,153300	0,042919		0,011431
dez {5}	0,000520	0,153300	0,457593	0,011431	

Tabela 105 – Resultados do teste LSD para a humidade do pão (RemyLine AXFG-P).

LSD Test; Variable: hum (pao final) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,000376	0,022275	0,000000	0,000000
um {2}	0,000376		0,029175	0,000000	0,000000
doisemeio {3}	0,022275	0,029175		0,000000	0,000000
cinco {4}	0,000000	0,000000	0,000000		0,018137
dez {5}	0,000000	0,000000	0,000000	0,018137	

Tabela 106 – Resultados da análise de variância para o Remy B.

Analysis of Variance (pao cont) Marked effects are significant at p < ,05000								
	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
dur croc	8,5900	4	2,14750	4,47184	45	0,099374	21,6102	0,000000
dur mio	7,0366	4	1,75915	0,58439	45	0,012986	135,4606	0,000000
ades mio	0,1350	4	0,03376	0,14233	45	0,003163	10,6729	0,000004
coes mio	0,0570	4	0,01425	0,12651	45	0,002811	5,0683	0,001854
L	141,9260	4	35,48149	36,05689	45	0,801264	44,2819	0,000000
L/B	207,1821	4	51,79553	85,47487	45	1,899441	27,2688	0,000000
dur mass	0,3946	4	0,09866	0,52737	10	0,052737	1,8708	0,192236
ades mass	0,6834	4	0,17085	0,75565	10	0,075565	2,2609	0,134723
pH	0,0052	4	0,00129	0,00620	10	0,000620	2,0806	0,158403
hum	18,7688	4	4,69220	0,87369	10	0,087369	53,7055	0,000001

Tabela 107 – Resultados do teste LSD para a dureza da crosta (Remy B).

LSD Test; Variable: dur croc (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,001997	0,000003	0,239912	0,002075
um {2}	0,001997		0,000000	0,000052	0,000000
doisemeio {3}	0,000003	0,000000		0,000129	0,040300
cinco {4}	0,239912	0,000052	0,000129		0,043479
dez {5}	0,002075	0,000000	0,040300	0,043479	

Tabela 108 – Resultados do teste LSD para a dureza do miolo (Remy B).

LSD Test; Variable: dur mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,000000	0,466842	0,000000	0,000000
um {2}	0,000000		0,000000	0,000000	0,000291
doisemeio {3}	0,466842	0,000000		0,000000	0,000000
cinco {4}	0,000000	0,000000	0,000000		0,000003
dez {5}	0,000000	0,000291	0,000000	0,000003	

Tabela 109 – Resultados do teste LSD para a adesividade do miolo (Remy B).

LSD Test; Variable: ades mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,000589	0,742925	0,000012	0,000091
um {2}	0,000589		0,001561	0,230078	0,551268
doisemeio {3}	0,742925	0,001561		0,000036	0,000258
cinco {4}	0,000012	0,230078	0,000036		0,540815
dez {5}	0,000091	0,551268	0,000258	0,540815	

Tabela 110 – Resultados do teste LSD para a coesividade do miolo (Remy B).

LSD Test; Variable: coes mio (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,001754	0,001035	0,001246	0,000370
um {2}	0,001754		0,856915	0,906528	0,603586
doisemeio {3}	0,001035	0,856915		0,949841	0,734247
cinco {4}	0,001246	0,906528	0,949841		0,687505
dez {5}	0,000370	0,603586	0,734247	0,687505	

Tabela 111 – Resultados do teste LSD para a luminosidade do miolo (Remy B).

LSD Test; Variable: L (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,000000	0,017134	0,000000	0,000003
um {2}	0,000000		0,000075	0,000001	0,150188
doisemeio {3}	0,017134	0,000075		0,000000	0,005827
cinco {4}	0,000000	0,000001	0,000000		0,000000
dez {5}	0,000003	0,150188	0,005827	0,000000	

Tabela 112 – Resultados do teste LSD para o L/B (Remy B).

LSD Test; Variable: L/B (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,135325	0,000121	0,000000	0,000000
um {2}	0,135325		0,000001	0,000000	0,000000
doisemeio {3}	0,000121	0,000001		0,053066	0,017576
cinco {4}	0,000000	0,000000	0,053066		0,634638
dez {5}	0,000000	0,000000	0,017576	0,634638	

Tabela 113 – Resultados do teste LSD para a dureza da massa (Remy B).

LSD Test; Variable: dur mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,160390	0,025695	0,074037	0,166675
um {2}	0,160390		0,296503	0,642665	0,980713
doisemeio {3}	0,025695	0,296503		0,547182	0,286364
cinco {4}	0,074037	0,642665	0,547182		0,625743
dez {5}	0,166675	0,980713	0,286364	0,625743	

Tabela 114 – Resultados do teste LSD para a adesividade da massa (Remy B).

LSD Test; Variable: ades mass (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,049325	0,020562	0,050232	0,082647
um {2}	0,049325		0,620131	0,991637	0,764620
doismeio {3}	0,020562	0,620131		0,612897	0,431780
cinco {4}	0,050232	0,991637	0,612897		0,772574
dez {5}	0,082647	0,764620	0,431780	0,772574	

Tabela 115 – Resultados do teste LSD para o pH da massa (Remy B).

LSD Test; Variable: pH (pao cont) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,077468	0,170827	0,348446	0,633429
um {2}	0,077468		0,633429	0,348446	0,033714
doismeio {3}	0,170827	0,633429		0,633429	0,077468
cinco {4}	0,348446	0,348446	0,633429		0,170827
dez {5}	0,633429	0,033714	0,077468	0,170827	

Tabela 116 – Resultados do teste LSD para a humidade do pão (Remy B).

LSD Test; Variable: hum (pao final) Marked differences are significant at p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
zerocinco {1}		0,691817	0,000006	0,000012	0,000000
um {2}	0,691817		0,000010	0,000019	0,000001
doismeio {3}	0,000006	0,000010		0,573572	0,015675
cinco {4}	0,000012	0,000019	0,573572		0,005845
dez {5}	0,000000	0,000001	0,015675	0,005845	

Na Figura 37 está representado o gráfico de valorização do pão branco (farinha de arroz) e pão escuro (farinha de arroz e farinha de trigo sarraceno) para os diferentes grupos etários.

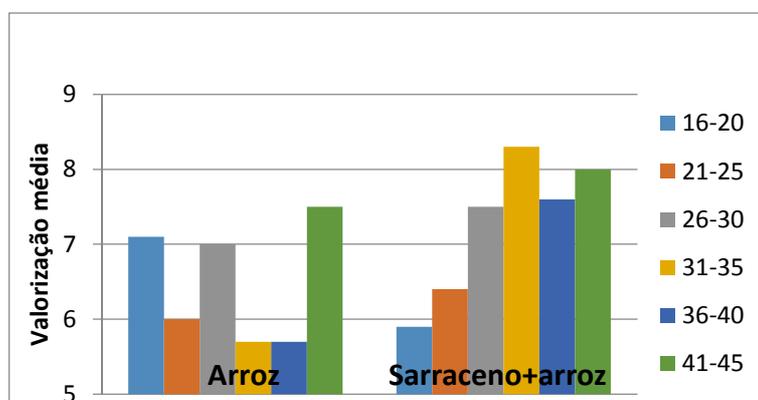


Figura 37 – Gráfico de valorização por grupos etários