

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO ALIMENTAR E NUTRIÇÃO



200206239

USO DO GRÃO DE AMARANTO NO DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTO TIPO "COOKIE" ISENTO DE GLÚTEN. CARACTERÍSTICAS
NUTRICIONAIS E SENSORIAIS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Curso de Alimentos e Nutrição

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por **Roberto Marcílio**, aprovada pela Comissão Julgadora em 27 de novembro de 2001.

ROBERTO MARCÍLIO
NUTRICIONISTA

Campinas, 27 de novembro de 2001

PROF. Dr JAIME AMAYA FARFÁN
ORIENTADOR


Prof. Dr. Jaime Amaya Farfán
Presidente da Banca

Campinas – São Paulo
2001

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	TI UNICAMP
	M332u
V.	47531
P.	837/02
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PRECIS	08.11.02
DATA	06-02-02
N.º CPD	

CM00163062-6

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

Marcílio, Roberto
M332u Uso do grão de amaranto no desenvolvimento de produto tipo
"cookie" isento de glúten. Características nutricionais e
sensoriais / Roberto Marcílio. – Campinas, SP: [s.n.], 2001.

Orientador: Jaime Amaya Farfán
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

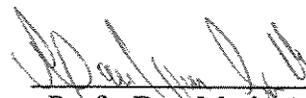
I.Amaranto. 2.Glúten. 3.Biscoitos. I.Amaya Farfán, Jaime.
II.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia
de Alimentos. III.Título.

Banca Examinadora

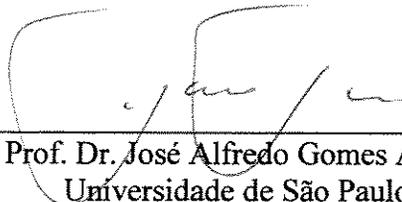


Prof. Dr. Jaime Amaya Farfán
Universidade Estadual de Campinas
Presidente

Prof. Dr. César Francisco Ciacco
Universidade Estadual de Campinas
Membro



Prof. Dra. Maria Aparecida A. P. da Silva
Universidade Estadual de Campinas
Membro



Prof. Dr. José Alfredo Gomes Arêas
Universidade de São Paulo
Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao prof. Dr. Jaime Amaya-Farfan, pela orientação e crédito.

Aos membros da banca examinadora, pela importante colaboração na correção e pelas sugestões na fase do substitutivo.

À CAPES, pela bolsa emergencial concedida por 1 ano e também a CNPQ pela bolsa concedida por mais um ano, para a conclusão do trabalho e à FAPESP pelo auxílio ao projeto.

À Selma de Freitas Bergara, pela amizade e total apoio no delineamento da parte estatística do projeto.

À todas as alunas (os) do laboratório de Fontes Protéicas, Laboratório de cereais e frutas (DTA), funcionários do DEPAN e em, em especial à Carla de Marco Gregghi, Inã Aparecida dos Santos e o Francisco Carraro, pela paciência de sempre boa vontade em ajudar.

Às amigas Érika, Alessandra, Beatriz, Flávia, Tânia, Vera, Ivonete, pelo apoio nos momentos difíceis, amizade e carinho.

Dedico este trabalho a meus pais, Otacílio e Terezinha Cesar Marcílio, pelo exemplo de vida e incentivo constante em cada etapa da minha vida, por mas difícil que fosse cada uma, o apoio nunca me faltou, a meus irmãos Reinaldo, Ronaldo e Renata pela paciência. Agradeço a Deus por ter conhecido e desenvolvido este trabalho e por ter traçado em meu caminho pessoas dispostas em me ajudar. Aprendi com esta pesquisa que apesar de todas as nossas limitações nunca devemos deixar de sonhar e ousar em novos desafios e descobertas; pois para Deus nada é impossível.

SUMÁRIO

Resumo geral	xv
General Abstract	xix
Introdução Geral	1
Artigo I	
A Possível Utilização do Amaranto (<i>Amaranthus Cruentus</i>) em Produtos para Portadores da doença celíaca	
Revisão Geral	5
1. Doença Celíaca	
1. Doença Celíaca	5
2. O tratamento	6
3. Limite de Ingestão Recomendado e Legislação	6
4. Tipos de Produtos Existentes no Mercado	8
5. Imunoensaios para a Determinação Analítica de Glúten	9
2. Amaranto	
6. Histórico do Amaranto	10
7. Condições de Cultivo e Características do Amaranto	11
8. Composição Química e Valor Nutritivo	14
9. Composição centesimal e Aminoacídica	16
10. Vitaminas e Minerais	17
11. Fatores Antinutricionais do Amaranto	19
12. Fibra Alimentar do Amaranto	22
13. Amido do Amaranto	25
14. Uso do Amaranto	26
3. Conclusões	
15. Conclusões	27
16. Referências Bibliográficas	28

Artigo II	
Estudo do Fracionamento do Grão de <i>Amaranthus Cruentus</i> brasileiro e suas Características Composicionais	37
Resumo	37
1. Introdução	41
2. Material e Métodos	43
2.1. Material	43
2.2. Métodos	43
2.2.1 Determinação de w-gliadina por ELISA	43
2.2.2 Valor Calórico das Frações da Farinha de Amarantho	43
2.2.3 Estabilidade Oxidativa	44
2.2.4 Condicionamento	44
2.2.5 Moagem dos Grãos	44
2.2.6 Processamento da moagem do grão de amarantho	45
2.2.7 Composição Centesimal da Matéria-Prima	49
2.2.8 Análise de Aminoácidos nas Farinhas de Amarantho Integral e Refinada	49
3. Resultados e Discussão	50
3.1 Teste ELISA nas matérias-primas	50
3.2 Valor Calórico das Frações da Farinha de Amarantho	50
3.3 Moagem dos Grãos de Amarantho	52
3.4 Composição Centesimal e Aminoacídica do <i>Amaranthus Cruentus</i> e suas farinhas	62
3.5 Efeito da Estocagem na Oxidação Lipídica na Farinha	63
3.6 Análise de Cor nas Farinhas	65
3.7 Conclusões	67
3.8 Referências Bibliográficas	68

Artigo III

Performance da Farinha de Amaranto na Elaboração de Biscoitos Tipo "cookie" para Celíacos	71
Resumo	71
1. Introdução	75
2. Material e Métodos	76
2.2.1. Teste ELISA	76
2.2.2. As Farinhas de Amaranto	76
2.2.3. Desenvolvimento do Biscoito Tipo Cookie	77
2.3.1. Testes Preliminares	77
2.3.2. Metodologia de Superfície Resposta	77
2.4. Técnica para a Formulação e Processamento do Biscoito	80
2.5. Caracterização Física dos Biscoitos	80
2.5.1. Procedimento Cookie Spread	80
2.5.2 Características Texturométricas	81
2.6. Avaliação Sensorial	82
2.7 Análise Estatística	82
3. Resultados e Discussão	83
3.1. Teste de Aceitação	83
3.1.1. Resultados da Aceitação pelo Painel de Consumidores	83
3.2. Textura dos Cookies	96
4. Conclusões	98
5. Referências Bibliográficas	99
6. Anexos	101

USO DO GRÃO DE AMARANTO NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO TIPO “COOKIE” ISENTO DE GLÚTEN. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E SENSORIAIS

Resumo Geral

O único tratamento efetivo para as pessoas celiacas é a remoção total da dieta de produtos contendo glúten, ou seja, elaborados com grãos considerados “tóxicos”. Essa remoção é tarefa difícil devido à grande quantidade de produtos industrializados e caseiros preparados através desses cereais. O glúten confere a seus produtos, características viscoelásticas únicas, razão pela qual a exclusão ou substituição desta matéria-prima é tecnologicamente problemática. Sendo um pseudo cereal de alto valor nutritivo e supostamente isento de glúten, o amaranto (*Amaranthus cruentus*), desconhecido do brasileiro, é uma alternativa alimentar útil para o celiaco, não excluindo necessariamente o consumidor comum. O amaranto destaca-se pela sua excelente qualidade nutricional, principalmente no que refere-se ao elevado teor e valor protéico, podendo ainda satisfazer quase completamente, em termos de vitaminas e minerais, as recomendações propostas pela “USNAS Food Nutrition Board”. Vale ainda mencionar que, o teor de proteína do amaranto é maior do que o dos cereais comuns e destaca-se pelo seu perfil de aminoácidos essenciais, principalmente a lisina. O objetivo deste trabalho foi estudar o fracionamento do grão de amaranto em moinho para cereais e desenvolver um biscoito tipo *cookie*, especialmente para celiacos. Na primeira parte, grãos da variedade Japônica foram pré-condicionados para 9,2, 10,5, 11,5, 12,5 e 13,7% de umidade, antes de se proceder à moagem e os rendimentos, teores de proteína, gordura, composição em aminoácidos, fibras e cor da farinha foram determinados nas principais frações. O aumento da umidade de 9,2% para 13,7 resultou em diminuição progressiva do rendimento da farinha de amaranto, de 39 para 14%. A concentração de proteína total mostrou alteração com a moagem, mas muito menos dramática do que a relatada para o pseudo-cereal quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). As farinhas combinadas de quebra e redução (farinha refinada), com 9,2% de umidade, mostraram teores de proteína total de cerca de 13,9%, contra os 16,2% da farinha integral. Houve variações na composição de aminoácidos entre a farinha integral e a refinada, mas sem maior detrimento do valor biológico global. O teor de lipídeos totais no amaranto integral com 9,2% de umidade variou de 6,78, para 6,11% nas farinhas refinadas. Já o grão

com 13,7% de umidade, apresentou-se com 7,70% de lípidos na farinha integral e 7,18 na farinha refinada. Dependendo da umidade, o teor de fibra nos farelos variou de 4,6 a 3,8% (no farelo) e de 6,2 a 4,6% (no farelinho), para 13,7 e 9,2% de umidade, respectivamente. A cor da farinha mostrou melhoramento de qualidade com o processamento. Em relação à estabilidade oxidativa das frações principais durante estocagem por 90 dias, pode-se afirmar que o fracionamento do grão contribuiu positivamente. Para a segunda parte, foi realizado um estudo por Superfícies de Resposta, no qual se avaliou a contribuição das variáveis 'farinha refinada de amaranto' e 'teor de gordura'. No teste de aceitação do biscoito, os provadores avaliaram os atributos aparência, aceitação global, sabor e textura. A aparência foi influenciada positivamente pelo teor de farinha refinada mas não pelo teor de gordura da formulação. Já as variáveis 'gordura' e 'teor de farinha refinada', influenciaram positivamente a aceitação global. Em relação ao atributo sabor, também o teor de gordura teve efeito positivo significativo, pois o impacto sensorial da gordura possui grande peso em qualquer produto alimentício. Nenhum dos dois ingredientes porém interferiu no atributo textura, embora as análises das formulações no texturômetro indicaram que a diferença foi ampla e significativa ($P < 0,05$) entre o menor e o maior teor de gordura. Apesar dessa diferença não ser notada pelos provadores, poderia-se concluir que teríamos uma melhor formulação, elaborando um biscoito com o maior teor de gordura testado (90g) e o maior teor de farinha refinada (100%). As médias de aceitação global foram, respectivamente, 5,814 –“nem gostei/nem desgostei”, para a formulação com 0 a 15% de farinha integral e 6,649 e 6,858 –“gostei ligeiramente” para as formulações com 72,5 g e 90g de gordura. Isto mostra um considerável potencial de mercado para o produto, ainda mas sendo este um produto dietético. Conclui-se que o fracionamento da farinha do grão de amaranto, apesar de possuir rendimento relativamente baixo, pode gerar uma farinha com alto teor de proteína de qualidade nutricional elevada, ganho em qualidade visual e estabilidade à autooxidação, enquanto que suas frações podem ser vistas como fontes de diversos subprodutos de aplicação industrial. O consumidor brasileiro mostrou preferir a farinha refinada de amaranto, em contraposição à integral. Em chegando a se produzir o grão comercialmente no Brasil, o produto escolhido tem potencialidade de aplicação no mercado.

Palavras-chave: amaranto, glúten, moagem, cookie, celíaco, qualidade.

Utilization of Grain Amaranth for the Development of Gluten-Free Cookies. Nutritional and Sensory Characteristics

GENERAL ABSTRACT

Celiac disease is an alimentary intolerance to the gluten, caused by the ingestion of cereals such as wheat, wheat starch, rye, barley, triticale, and oats which contain that protein. The only effective treatment against the disease is the total removal from the diet of the grains that are considered toxic. The removal is a difficult task due to a good deal of homemade and industrialized products derived from those cereals. Gluten confers the dough unique visco-elastic characteristics, thus exclusion or substitution of this raw material is a technological problem. Considered by some as a gluten-free foodstuff, the amaranth grain (*Amaranthus cruentus*) is consumed in some parts of the Eastern and Western hemispheres, though not in Brazil. As this country has adapted several species this raw material could be a useful food alternative for the celiac patient, as well as the common consumer. Amaranth is recommended for its fine nutritional quality, not only because of the high biological value of its protein, but also because of its completeness. It is worth mentioning that the amaranth protein content is larger than that of common cereals and especially rich in the essential amino acid lysine. The goal of this work was to fractionate the amaranth grain, study the effect of the fractionation on its chemical composition and nutritional properties of the resulting fractions and develop a cookie product for celiac patients by the Response Surface Methodology. Development of the biscuit followed a 2² factorial design, where fat and per-cent refined amaranth flour were the variables, with three central and four axial points each. Increasing the moisture from 9.2 to 13.7% resulted in decreasing yields of the flour from 39 to 14%. Milling diminished the total protein content of the flour, but not to the dramatic extent of another pseudo-cereal quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). The combined break and reduction flours (refined flour, 9.2% moisture), exhibited 13,9% protein, against 16.2% of the whole flour. Comparison of the amino acid profiles of the flour protein, before and after processing, suggested the absence of any major detriment of the protein's biological value. The total lipid content of the whole flour decreased from de 6.78 to 6.11% in the refined flour (9.2% moisture),

whereas in the 13.7% moisture flour, the lipid content dropped from 7.70 to 7.18%. Depending on the conditioning moisture, the fiber content, of the bran decreased from 4.6 to 3.8% (1st fraction) and from 6.2 to 4.6% (2nd fraction), for the 13.7 and the 9.2% moisture samples, respectively. The color of the refined flour showed improvement with refining. After 90 days of storage of the fractions, the conjugated-diene contents indicated that the refined flours were more stable to oxidative deterioration than were the brans. In order to evaluate the *cookie* quality, one put to test the approbation, through which a taste panel can evaluate the features such as appearance, global acceptance, flavor, and texture. Results showed that appearance was positively influenced by the amount of refined flour, but not the fat content in the formulation. Both variables, fat and refined flour content, influenced the overall acceptance. That is, the larger the fat and the refined flour contents, the greater the acceptance. Concerning to the flavor attribute, the fat content had also a significant positive effect, because the sensorial impact of the fat is of great importance in any food product. Neither of the two ingredients, however, interfered with the texture attribute, although the analysis of the formulations on the texture-meter indicated that the difference was large and significant ($P < 0.05$) between the smallest (30g) and the largest fat level (90g). In spite of the fact that no differences in texture were noted by the tasters, one may conclude that the formulation with the largest fat and refined flour contents received the highest grades for flavor. The means of global acceptance were, respectively, 5.8 - "neither I liked it, nor I dislike it" to the formulation with 0 to 15% of whole flour, and 6.6 and 6.9 - "I nearly liked it" to the formulations with 72.5g and 90g of fat. It was evident that the Brazilian consumer preferred the refined to the whole amaranth flour. In the event that grain amaranth becomes commercially available in Brazil these data suggest that there is a considerable consumption potential for this product, particularly if medical foods can be manufactured from it.

Key words: amaranth, gluten, milling, cookies, celiac, quality

Introdução Geral

Doença celíaca é uma intolerância intestinal expressa em certos indivíduos quando ingerem trigo, centeio, cevada, triticale e aveia ou seus produtos. Diarréia, desnutrição e perda de peso são alguns dos sintomas que podem aparecer. Ultimamente, a apresentação ativa da doença tem diminuído e VISAKORPI & MAKI (1994) relatam a existência de “incidência silenciosa”. É uma doença glúten-dependente, com ou sem enteropatia demonstrável na mucosa intestinal (CAMPBELL, 1987). As taxas de incidência relatadas vão de 1 em 100 a 1 em 8000 (STENHAMMAR & JOHANSON, 1981).

O único tratamento radical e efetivo contra a doença é a exclusão total dos alimentos que contêm glúten: trigo, aveia, centeio, cevada, triticale e amido de trigo, para evitar a ação tóxica das gliadinas. Inicialmente, podem ser eliminados também agressores eventuais secundários, conforme o caso, tais como o leite, os laticínios, o açúcar e as gorduras. Essa exclusão de secundários é temporária, pois o aumento da tolerância que se segue à sua exclusão deverá indicar a necessidade de sua reinclusão gradual, o que também propiciará maior flexibilidade no manuseio da dieta. Contudo, tudo isto dependerá da gravidade do caso, pois é essencial a restauração rápida do estado geral e a introdução oral ou parenteral de um suporte calórico corretivo, sobretudo considerando que os pacientes celíacos mais graves são intensamente anoréticos.

A dieta isenta de glúten faz desaparecer a diarréia, e o intestino recupera as camadas de células epiteliárias e a atividade absorptiva. Isso não significa, entretanto, que ocorra um restabelecimento completo, mas unicamente uma cura clínica, pois nova reincorporação do glúten à dieta faz recidivar a síndrome. Enquanto a sensibilidade do indivíduo são permanentes, as alterações histológicas próprias da doença, localizadas no intestino delgado, persistem pelo menos durante alguns anos.

Os cereais convencionais que podem ser usados como substitutos do trigo são: farinha de milho, maisena, farinha de batata, farinha de arroz, farinha de soja, polvilho e araruta. Além desses alimentos, uma outra opção atraente para o tratamento da doença celíaca é o grão de amaranto (*Amaranthus sp.*), semente cultivada em países asiáticos e alguns da América Latina, exceto o Brasil. Trata-se de um tipo de grão que não se identifica nem com os cereais, nem com as leguminosas. É aparentemente isenta de glúten (TOSI et.al,1996) e possui características próprias de cultivo para solos áridos. Apresenta um alto

teor de proteína (16-17%, superior a quantidade existentes no trigo e milho), com elevada proporção de lisina, considerável concentração de tiamina, riboflavina e niacina. Em geral, as quantidades de minerais presentes no amaranto, principalmente cálcio, fósforo, ferro, potássio, zinco e magnésio são consideradas vantajosas para satisfazer as recomendações nutricionais.

Nenhum desses substitutos, entretanto, é capaz de imitar as características viscoelásticas do glúten de trigo, que permitem a elaboração de pães e bolos. Devido a esse fato, a gama de produtos se encontra automaticamente limitada às pastas, biscoitos, farinhas e mingaus.

Os biscoitos e *crackers* são produzidos em maior variedade do que qualquer outro tipo dos produtos de panificação e fazem parte do cardápio diário do brasileiro. Logo, seria nutricionalmente estratégico disponibilizá-los, de forma segura, para os celíacos, além da população normal. A disponibilização de produtos alimentícios saudáveis para a população sensível ao consumo de produtos contendo glúten, deve também levar em conta as implicações de ordem nutricional, psicológica e social. O setor industrial, estará ciente de que disponibilizando mais produtos elaborados a partir de farinha de amaranto, ele estará contribuindo para o melhoramento do estado nutricional não só da população de celíacos, mas também do consumidor comum, que passará a se beneficiar de produtos de alto valor nutritivo.

Neste trabalho estudou-se o fracionamento do grão de amaranto (*Amaranthus cruentus*) em moinho para cereais, desenvolveu-se e avaliou um protótipo de biscoito tipo *cookie*, sem glúten, elaborado utilizando farinha de amaranto.

A dissertação está dividida em 3 artigos:

Artigo I. –A possível utilização do amaranto(*Amaranthus cruentus*) em produtos para portadores da doença celíaca.

Artigo II. –Estudo do fracionamento do grão de *Amaranthus cruentus* brasileiro e suas características composicionais.

Artigo III. -Performance da Farinha de Amaranto na elaboração de biscoito tipo *cookie* para Celíacos.

Artigo I

A possível utilização do amaranto (*Amaranthus sp.*) em produtos para portadores da doença celíaca

Roberto Marcílio¹, Jaime Amaya-Farfan¹, César F. Ciaccò², Carlos R. Spehar³

¹ Depto. de Planejamento Alimentar e Nutrição,

² Depto. de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos,
Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP 13083-970, Brasil

³ Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, Planaltina, Brasília, DF, Brasil

O amaranto (*Amaranthus sp.*) é uma planta dicotiledônea (fam. Amaranthaceae) cujas folhas e sementes são consumidas em vários países. Certas características botânicas, como inflorescências em panícula, levaram a planta a ser considerada como um falso cereal. Tal classificação taxonômica pode ser confirmada pelas características composicionais mistas de leguminosa e cereal. Por suas nobres características nutricionais, a farinha de amaranto se apresenta como um ingrediente alimentar altamente vantajoso, com possibilidades de funcionar como fortificante de outros alimentos. O alto valor nutritivo e as características físico-químicas da proteína, fazem com que o grão de amaranto tenha aplicabilidade na elaboração de produtos farináceos isentos de glúten. Esta última propriedade teria importância na ampliação da oferta de alimentos para celíacos.

Article I

The possible utilization of the Amaranth (*Amaranthus sp.*) in products to bearers of celiac disease

Roberto Marcílio¹, Jaime Amaya-Farfan¹, César F. Ciacco², Carlos R. Spehar³
¹Food and Nutrition Planning Department,

²Food Tecnology Department, Food Engineering Faculty, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP 13083-970, Brazil

³Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, Planaltina, Brasília, DF, Brazil

The amaranth (*Amaranthus sp.*) is a dicotyledonous plant (fam. Amaranthaceae) whose leaves and seeds are consumed in several countries. Some botanic characteristics, such as inflorescences in panicle, led the plant to be considered as a pseudo-cereal. The mixed compositional features in leguminous and cereals can confirm such taxonomic classification. Due to its nobles nutritional characteristics, the amaranth flour introduce itself as a highly advantage food ingredient, with possibilities of functioning as tonic to others foods. The high nutritive substance and the protein physic-chemisty features that induce the amaranth grain have an applicability on the gluten-freed flour products elaboration. That last feature would have an importance at the enlargement of the offering of food to celiacs.

REVISÃO GERAL

1. A doença celíaca

Segundo BARBIERI (1996), a doença celíaca é descrita como uma doença predominantemente de indivíduos brancos, e em número bem menor em pacientes celíacos negros e mulatos. Não foram descritos casos entre chineses e japoneses. Em relação ao sexo, a doença se apresenta com mais frequência em mulheres do que em homens, na relação M(1):F(1,4), ou mesmo M(1):F(2).

Em relação à idade, mostra-se que ela se manifesta a partir do segundo semestre de vida ou, eventualmente antes, coincidindo com a introdução da alimentação com cereais que contêm glúten. Em geral, a doença é diagnosticada entre o sexto e o 24º mês, mas pode ser referida em qualquer faixa etária, inclusive na faixa adulta.

A literatura contém muitas investigações sobre a frequência da doença celíaca, relatando taxas de incidência que variam de 1 em 100 a 1 em 8.000 (STENHAMMAR & JOHANSSON, 1981). Segundo BARBIERI (1988), na Inglaterra e nos Estados Unidos, a frequência com que a doença celíaca ocorre na população em geral é estimada em 1 em 3.000. Já BALDO & WRIGLEY (1984) relatam que uma incidência de 1 em 2.000 é aceitável para países ocidentais. As taxas de incidência relatadas variam muito de país para país e até entre regiões. Isso deve-se às diferenças genéticas entre as populações e aos diferentes fatores ambientais, como por exemplo, as diferentes práticas alimentares das crianças.

Não há dados sobre a incidência desta doença no Brasil, mas com certeza ela é alta (BARBIERI, 1996).

2. O tratamento

O único tratamento eficaz para a doença celíaca consiste na supressão total e permanente dos produtos alimentícios que contém glúten da dieta (CÁCERES et al., 1993). Em relação ao tratamento dietético a dieta do paciente celíaco, além dos nutrientes básicos, a dieta também deve proporcionar quantidades suficientes de cálcio, ferro, sódio, potássio e outros sais minerais. A mesma atenção deve ser dada às vitaminas e, no início, particularmente às lipossolúveis (A, D, E e K) e também ao ácido fólico e vitamina B12, que são geralmente mal absorvidas no íleo ou consumidas pela flora contida nas alças delgadas distendidas, nos pacientes celíacos. Caso a dieta não apresente condições de suprir tais vitaminas, isto de ser feito através de uma suplementação medicamentosa (AUGUSTO et. al, 1995).

3. Limite de Ingestão Recomendado e Legislação

A lei brasileira nº 8.543 de 23/12/92 estabeleceu que os alimentos industrializados que contenham glúten, como trigo, aveia, cevada, malte e centeio e/ou seus derivados, deverão conter, obrigatoriamente, advertência indicando essa composição (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

De acordo com as normas do Codex Alimentarius, *alimentos isentos de glúten* são produtos que apresentam grãos de cereal que contêm glúten, com teor de nitrogênio total máximo de 0,05g/100g de grão, em base seca (HEKKENS, 1995 e CODEX STAN 118-1981/1983; em vigor até a atualidade). CAMPBELL (1987) concluiu que a ingestão de 1 a 2 mg de gliadina por dia é tóxica e que sua toxicidade está relacionada com o tamanho da dose e o tempo de administração. Já HEKKENS (1995) acredita que um nível máximo de ingestão de 10mg de gliadina por dia, é uma quantidade realista que pode ser tolerada pela maioria das crianças com doença celíaca. A dificuldade de se encontrar um método capaz de detectar com confiança este limite, como foi apontado por esse autor, todavia, é um problema hoje superado com a disponibilidade de kits comerciais elaborados com antígenos monoclonais.

CICLITIRA & LENNOX (1985; citados por CAMPBELL, 1987) notaram que pequenas quantidades de gliadina encontradas em alimentos denominados "sem glúten" podem ser problemáticos em pacientes muito sensíveis, quando consumidos regularmente.

Outro critério proposto é o da Comissão do Codex Alimentarius, a qual sugere que os *alimentos isentos de glúten* sejam definidos como aqueles onde o conteúdo total de prolaminas (gliadinas) do trigo, triticale, centeio, cevada, aveia ou de variedades híbridas destes no produto não excedam 1mg/100g em base seca (CX/NFSDU 88/15) (CÂNDIDO & CAMPOS, 1996).

Para amido elaborado a partir de grãos contendo glúten, a recomendação atual é de que a rotulagem garanta teores inferiores a 0,3% de proteína no produto, em base seca (CODEX STAN 118-1981/1983).



Figura 1- Símbolo de alimentos "isentos de glúten" destinados à celíacos.
Fonte: BALDO & WRIGLEY (1984)

Na Inglaterra, a sociedade Celíaca decidiu adotar o símbolo "isento de glúten" (Figura 1), para facilitar ao consumidor a identificação de produtos isentos de glúten. O uso do símbolo não está sujeito ao controle do governo. Esse símbolo também é usado, variando o grau, em alguns outros países como Suíça, Holanda, Alemanha e Estados Unidos. Não tem caráter legal mas é considerado de muita utilidade para os consumidores e é geralmente recomendado pelas associações de celíacos (CAMPBELL, 1987).

4. Tipos de produtos existentes no mercado

A obtenção de produtos de panificação torna-se difícil sem as propriedades mecânicas conferidas à massa pelo glúten. A substituição pode ser realizada por soja, arroz, milho, mandioca, cará e batata, sendo que entre as opções, o arroz é o menos alergênico. Várias formulações foram desenvolvidas utilizando grãos de cereais não tóxicos, sendo que em vários países são encontrados uma série de produtos destinados à celíacos, os quais são designados pelo símbolo de *alimentos isentos de glúten* (Figura 1). Entre as formulações mais recentes estão as desenvolvidas por DUTCOSKI (1996), incluindo tecnologia para a fabricação de biscoitos tipo cookie e sequilho e massas tipo talharim e espaguete a partir de farinha de arroz, e as de TOUFEILI (1994) que formulou pães isentos de glúten utilizando farinha de arroz e amido de milho pré-gelatinizado com farinha de milho.

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), um pseudocereal rico em proteína de alta qualidade nutricional, oriundo dos altos Andes sul-americanos, tem sido utilizado há já alguns anos por indústria americana para a produção comercial de macarrão isento de glúten. Recentemente, a elaboração de macarrão de milho e quinoa foi descrita por CAPERUTO et al. (2001).

Os produtos industrializados para celíacos, vendidos como *isentos de glúten* no Brasil são elaborados com cereais ou tubérculos farináceos como arroz, milho, mandioca, batata e ingredientes outros que não necessariamente garantem a total isenção de glúten.

No mercado Brasileiro não há produtos elaborados com amaranto. Este é um alimento de alto valor nutricional, nutricionalmente recomendável não só para a população celíaca, mas também para o consumidor comum. Os produtos alimentícios industrializados existente no Brasil, destinados a celíacos são oriundos geralmente dos Estados Unidos ou de algum país da Europa. Seu grande inconveniente é o preço elevado, tanto pelo fato de ser fabricado para um consumidor especial, como pelo fato de se importado. Logo a importância de desenvolvermos produtos com amaranto, além da consideração de ser esta uma matéria-prima em vias de ser produzida em território brasileiro.

5. Imunoensaios para a Determinação Analítica de Glúten

Atualmente, todas as classes de isotipos de anticorpos alimentares podem ser satisfatoriamente medidos por ELISA (Enzyme-Linked Immuno-Sorbent Assay), com os antígenos de alimento adsorvidos nas paredes dos poços das placas microtituladoras. A reação MRSPA (Mixed Reverse Solid-phase Passive Antiglobulin Haemadsorption) é também extremamente satisfatória, onde os reagentes antiglobulinas de isotipo específico são marcados por acoplamento às células vermelhas (KIEFFER et al.,1982; COOMBS et al.,1984).

Por muitos anos foi conhecido que pacientes com doença celíaca tem elevado níveis de anticorpos IgG do soro direcionados contra proteínas do trigo (KIEFFER et al., 1981; COOMBS et al., 1984).

Na reação de ELISA ou MrsPA, os antígenos são adsorvidos na superfície plástica dos poços das placas de microtitulação.

Um dos objetivos do estudo de KIEFFER et al.(1982) foi fazer uma comparação entre MrsPA e ELISA. O estudo concluiu que a reação MrsPA e teste de ELISA deram resultados comparáveis, que o MrsPA é muito simples de realizar e pode ser lido sem qualquer equipamento elaborado e que o teste de ELISA é provavelmente mais econômico porque o reagente anti-imunoglobulina dos reagentes acopladores de enzimas podem ser mantidos por longos períodos a 4° C enquanto os reagentes acopladores de células vermelhas tem de ser preparados cada 2-3 semanas. As duas análises são igualmente sensíveis mas o resultado do ELISA é prontamente lido em espectrofotômetro especial, o que o torna independente de julgamento individual.

Esse método também pode ser usado para monitorar os limites legais de proteínas de cereais que podem ser adicionadas a produtos alimentícios por razões econômicas ou tecnológicas. O ELISA modificado (ELISA sanduíche) é capaz de detectar gliadina em alimentos crus e misturas de cereais. Além disso, o tempo total de análise é de aproximadamente 30 minutos, o que a torna uma detecção rápida em amostras de alimentos crus. Os melhores testes por ELISA são específicos para a ω -gliadina, a gliadina mais resistente à desnaturação térmica, com alta sensibilidade, em farinhas de produtos alimentícios processados, contendo farinha de trigo.

6. Histórico do Amaranto

O amaranto (*Amaranthus* sp.) é uma planta dicotiledônea, pertencente à família Amaranthacea, cujas folhas e sementes são consumidas como alimento em várias regiões do mundo (SAUER, 1950). Esta planta apresenta uma inflorescência tipo panícula, sendo por isso considerada como um falso cereal. Algumas espécies, como *A. hybridus* L., *A. deflexus* L., *A. retroflexus* L., *A. spinosus* L., e *A. viridis* L, têm recebido nomes populares como Caruru, Caruru-bravo, bredo, Caruru-rasteiro, Caruru-roxo, Caruru-branco, Caruru-verde, Caruru-gigante, Caruru-de-espinho, entre outros (TEUTONICO e KNORR, 1985).

As espécies mais estudadas e cultivadas são: o *A. cruentus* (México, África, Caribe, Ásia e América do sul), *A. caudatus* (América do sul), *A. hypochondriacus* (Índia, México e Estados Unidos) e *A. Tricolor* (China e Índia) (SAUNDERS e BECKER, 1984; BREENE,1991).

O amaranto foi cultivado na América desde antes da chegada dos espanhóis, alcançando seu apogeu nos períodos, Maia, Asteca e Inca, e era considerado até então um alimento sagrado. A semente era consumida em distintas preparações, mas também se aproveitavam as folhas e caules. A semente do amaranto, moída e amassada com sangue proveniente de sacrifícios humanos era oferecida às divindades e consumida pelos habitantes em suas cerimônias religiosas. Quando Hernán Cortés conquistou esses territórios em 1519, proibiu estas práticas e o cultivo do amaranto quase desapareceu, embora tenha-se mantido precariamente em lugares remotos e montanhosos. Somente em épocas recentes o amaranto saiu de sua condição obscura e é atualmente cultivado no México e América Central e nos territórios andinos da América do sul.(YANEZ, et al.1994;SUMAR-KALINOWSKI,1986; NATIONAL RESEARCH COUNCIL,1984).

A semente de amaranto foi cultivada na antigüidade em várias partes do mundo: da Argentina ao sudoeste dos Estados Unidos, da Pérsia ao Ceilão, à Índia, ao Himalaia, ao interior da China e à Mongolia e Africa Oriental (SAUER, 1950).

Na atualidade, existe um grande interesse pelo desenvolvimento comercial do amaranto em vários países como EUA, países da União Européia e América Latina (SANCHEZ-MARROQUÍN, 1983). Segundo este autor, seu cultivo se desenvolveu

principalmente no México, sudoeste dos EUA, sul do Canadá, Guatemala, Peru, Bolívia e Argentina.

Várias espécies de amaranto ainda são cultivadas como fonte de grãos no sudeste da Ásia e Manchúria (HAUPTLI e JAIN, 1997).

Por não ser autóctone do Brasil, a planta e o grão são muito pouco estudados e seu consumo pouco conhecido. Existe, entretanto um esforço técnico científico desenvolvido pela EMBRAPA- Planaltina, Distrito Federal, no sentido de adaptar espécies, oriundas das regiões andinas aos solos do Cerrado brasileiro.

Estas tentativas têm-se traduzido na produção de mais de seis cultivares de várias espécies, as quais estão prontas para avaliação tecnológica e nutricional. Os resultados obtidos têm sido encorajadores, pois as produtividades são altas e até já existe interesse por parte de agricultores na sua utilização. Considerando a sua história, não são muitos os trabalhos na literatura mundial sobre o desenvolvimento de produtos alimentícios industrializados à base de farinha de amaranto. Trabalho relevante na área foi o desenvolvido por CHAVEZ-JÁUREGUI (2000) pelo qual desenvolveu-se um produto expandido para consumo direto como *snack* a partir da farinha de amaranto.

7. Condições de Cultivo e Característica do Amaranto

De igual importância aos benefícios nutricionais do grão do amaranto, é a resistência da planta. Diferente da maioria das outras safras de alimentos, o amaranto cresce bem em solos áridos e pobres, não aptos para cereais ou outras culturas, como ocorre nas altas planícies da América do Sul. Uma característica agrônômica valiosa do amaranto é a capacidade da planta de desenvolver e frutificar em ambiente com luminosidade intensa, temperatura elevada (35 a 45°C) e restrição hídrica. Isto explica a adaptação de algumas mudas oriundas do Peru, ter-se adaptado no Cerrado brasileiro. Uma outra característica da planta é o seu crescimento rápido (em 3 meses atinge a altura de 2 metros), com elevada capacidade de produção de biomassa (PLATT e BLASHAM, 1997). Talvez, por causa disso, o amaranto tem registrado rendimentos em massa seca de 4,5 toneladas/ha, em questão de semanas (TEUTONICO e KNORR, 1985) e rendimentos de sementes de 4 a 6 toneladas/ha (UZO e OKORIE, 1983).

O amaranto tem uma grande capacidade de aproveitamento de água, luz e nutrientes. Possui raiz profunda que lhe assegura a sobrevivência em períodos de seca, desde que tenha ultrapassado seu desenvolvimento inicial. O amaranto se caracteriza também por grande adaptação climática, sendo cultivado desde o nível do mar até altitudes de 3500m (SUMAR-KALINOWSKI, 1982, 1983, 1986; GUIA RURAL ABRIL, 1988).

Amaranto granífero é uma planta anual, com o caule principal alcançando de 1 a 2m, folhas largas e inflorescência terminal em panículas de diferentes cores (branco amarelado, rosa, vermelho, verde e até púrpura), chegam a medir até 90 cm de comprimento e apresentam variações decumbentes, semi-eretas ou eretas, adotando formas globosas ou amarantiformes típicas, densas ou laxas. É uma espécie monóica (flores masculinas e femininas na mesma planta) e de polinização cruzada. O fruto é um pixídio, coberto por cápsula que o contém e se abre transversalmente e contém uma só semente de 1 a 1,5 mm de diâmetro e 0,5 mm de espessura e de cores variadas: branco, amarelo, rosa, cinza, vermelho e preto. A semente é circular vista por cima e lenticular vista de lado. A maior parte da semente está ocupada pelo embrião que se dispõe em forma circular na mesma (Figura 1) quando a observamos em seção longitudinal. O peso da semente varia de 0,49 a 0,93mg (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984).

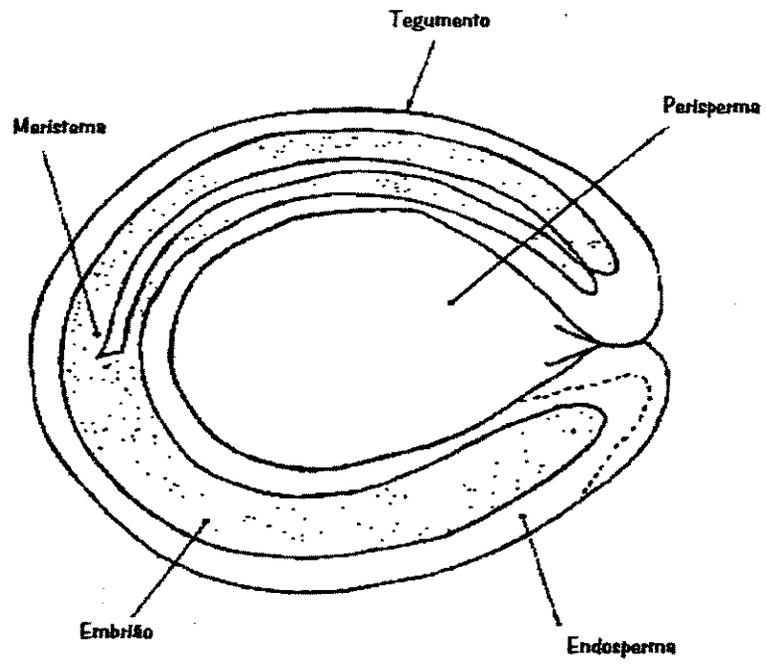


Figura 1.- Grão do Amarantho. Fonte: CASTRO (1987).

8. Composição química e valor nutritivo

O amaranto é um pseudo cereal de hábito de consumo restrito a alguns países das Américas. Entretanto, seu potencial como fonte de nutrientes é bastante alto. O interesse no seu aproveitamento é muito grande e para tanto é necessário que sejam criados, a partir do amaranto, produtos de aceitabilidade generalizada de modo a poder se incorporar essa matéria-prima alimentar vegetal à alimentação humana.

O interesse recente por esta planta pode ser atribuído, às seguintes razões:

Os grãos de amaranto chamam a atenção pelo seu conteúdo relativamente alto de proteínas (15%), gorduras e minerais, especialmente em relação aos cereais. Sua proteína é considerada de alta qualidade biológica devido ao seu conteúdo em lisina e outros aminoácidos essenciais. Esses fatores situam o amaranto, acima dos cereais em termos de potencial nutricional (BRESSANI, 1988; BREENE, 1991).

A proteína do grão de amaranto contém cerca de 5% de lisina (chegando a 6,9 g de aa/100g de proteína) e 4,4 % de aminoácidos sulfurados, que são os principais aminoácidos limitantes em outros grãos (SENF, 1980 citado por TEUTONICO e KNORR, 1985). Além deste fato, a proteína apresenta um alto valor nutritivo comparado com alguns cereais e com a caseína. Os valores de PER relatados variam entre 1,5 e 2,0 (para um valor de 2,5 de caseína) e sua disponibilidade muito perto de 90%.

SAUNDERS e BECKER (1984), citados por EARLY e EARLY (1987), constataram que o conteúdo percentual de proteína (14,9), gordura (6,98) e fibra (4,5) do amaranto são superiores aos dos cereais comuns, como trigo (proteína 12,3, gordura 1,8, fibra 2,3), milho (proteína 8,9, gordura 3,9, fibra 2,0), arroz integral (proteína 7,5, gordura 1,9, fibra 0,9) e aveia (proteína 16,1, gordura 6,4, fibra 1,9).

O conteúdo de lípidos varia entre 6 e 8% aproximadamente. Sua composição indica que os ácidos oléico mais linoléico e o ácido esteárico, constituem cerca de 70 e 20% da gordura total, respectivamente (YAÑEZ et al., 1994).

No estado jovem, as plantas são tradicionalmente consumidas como hortaliças, sendo por essa razão atribuída ao amaranto total a propriedade de ser nutricionalmente mais útil ao homem do que os cereais.

Por suas características nutricionais, a farinha de amaranto desponta como um ingrediente alimentar altamente desejável para o enriquecimento de outros alimentos. O alto valor nutritivo da proteína, faz com que o grão de amaranto seja aplicável, tanto na fortificação de farinhas de trigo, milho e tubérculos, como na elaboração de produtos farináceos isentos de glúten. Esta última aplicação tem a sua importância na ampliação da oferta de alimentos para celíacos.

O grão de amaranto oferece ainda vantagens para o desenvolvimento de produtos alimentícios não alergênicos, com potencial estimado em, pelo menos, 10 ou mais milhões de consumidores, assim como para o consumidor comum que busca orientação nutricional.

Quanto ao uso na alimentação, toda a parte aérea da planta adulta vem sendo utilizada de forma tradicional. Da parte verde podem-se citar: as folhas tenras, usadas como saladas, concentrados protéicos, substituto do espinafre, sopas, recheios, produtos instantâneo e alimentos infantis e os talos como suplemento mineral e forragem. As sementes são empregadas em sopas, ensopados, confeitarias, recheios, rebentadas e, sob a forma de farinha, em mingaus, panquecas, pão, “tortilhas”, e outros, inclusive de bebida semelhante ao leite.(WHEELER, et. al., 1981; CHEEKE e BRONSON, 1980).

9. Composição Centesimal e Aminoacídica

A composição da proteína, em relação ao perfil de aminoácidos, é bastante variada entre as diversas espécies de amaranto. Um fator comum, entre todas as espécies estudadas é o alto conteúdo de lisina e aminoácidos sulfurados, assim como também o baixo conteúdo de treonina, leucina, valina e isoleucina, quando comparada com o padrão da Organização Mundial da Saúde (1973), como é mostrado na Tabela 1.

Segundo GORINSTEIN et al., 1998 a, as três espécies mais cultivadas e estudadas, do grão de amaranto apresenta uma variação no seu teor protéico. O teor protéico na espécie *A. cruentus*, varia de 13,2 a 18,2%, na espécie *A. hypochondriacus* 17,9 enquanto que na espécie *A. caudatus*, varia de 17,6 a 18,4% .

Estas variações em proteína, entre as espécies, ocorrem devido a vários fatores, como os diferentes cultivares, condições ambientais, região cultivada, estação do ano, tratamento de fertilizantes e o fator de conversão de nitrogênio (IRVING et al., 1981 e SAUDERS e BECKER, 1984; GORINSTEIN et al.,1998).

Segundo SGARBIERI (1996), os aminoácidos limitantes nas leguminosas, carne e leite são os sulfurados, enquanto que nos cereais, são lisina e treonina. A proteína do amaranto, possui um balanço de aminoácidos excepcionalmente atrativo para a nutrição humana, devido aos seus altos níveis de lisina e metionina. Isto é consistente com a sua classificação como pseudo-cereal, uma vez que a lisina é o aminoácido mais limitante na maioria dos cereais e a metionina nas leguminosas. O aminoácido limitante no amaranto é a leucina, seguido da treonina (SAUDERS e BECKER,1984). Esta característica não representa um inconveniente, porque a leucina está presente em excesso na maioria dos cereais. O aminoácido limitante, de acordo com o padrão da FAO é leucina, seguido de valina e treonina. Este resultado foi parcialmente confirmado em trabalho recente (CHAVEZ-JÁUREGUI, 2000) que mostrou a espécie *caudatus* ser limitante apenas em leucina, em amaranto extrusado, segundo o critério da FAO, para idades de 2 a 5 anos.

Tabela 1- Composição de aminoácidos essenciais de diferentes espécies do amaranto.

Espécies	Conteúdo de aminoácidos (g/100g proteína)								Referências
	TRP	MET& CYS	THR	ILE	VAL	LYS	PHE & TYR	LEU	
<i>A. cruentus</i>	0,9-1,5	4,0-4,8	2,7-3,9	2,8-4,0	3,3-4,5	4,9-6,1	6,0-8,5	4,4-6,2	Senft (1980), Becker et al. (1981), Betschart et al. (1981)
<i>A. Hypochondriacus</i>	1,2-1,5	4,1-4,1 (1,01-1,06 ^a)	2,8-2,9	3,0-3,1	3,4-3,6	3,4-4,9	5,5-6,4	4,7-5,2	Senft (1980), Schmidt (1977)
<i>A. caudatus</i>	—	2,8 (0,27 ^a)	2,8-4,0	1,8-3,1	1,2-4,1	4,0-5,7	3,1-4,0	3,2-5,0	Oke (1980)
<i>A. hybridus</i>	—	0,7-1,5 ^a	2,7-3,7	3,0-3,7	—	4,5-6,3	15,2-18,2	6,0-7,1	Uso e Okorie (1983)
<i>A. edulis</i>	1,1	4,0 (2,6 ^a)	3,8-4,0	4,0-4,1	4,5-4,7	5,9-6,4	8,1-8,6	6,1-6,3	Becker et al. (1981), Downton
FAO/WHO padrão	1,0	3,5	4,0	4,0	5,0	4,8	6,3	4,7	FAO (1973)

^a MET unicamente

Fonte: Teutonico e Knorr, 1985.

Assim como a quinoa, a farinha integral de amaranto apresenta um alto valor calórico (413,80 kcal/100g), o que indica energia potencial armazenada na forma de proteínas, carboidratos e gorduras. O valor calórico encontrado para o amaranto é mais alto do que os cereais conhecidos. Este grão torna-se uma fonte de energia potencial para os nativos de regiões montanhosas, cujos requerimentos calóricos são fornecidos pelo amaranto, quinoa e batata, sendo outras fontes de energia escassa na região (GONZÁLES et al., 1989).

10. Vitaminas e Minerais

Embora o amaranto não seja um cereal, é frequentemente consumido em seu lugar. Ele contém mais riboflavina e ácido ascórbico que os cereais comuns, tais como trigo, cevada, aveia, centeio, arroz e milho (AFOLABI et.al,1981).

As Tabelas 2 e 3 apresentam os valores encontrados por diferentes autores para vitaminas e minerais. Vitamina C e provitamina A estão presentes em níveis nutricionalmente significativos (Tabela 2), média de 420mg/kg de vit. C e 250mg/kg de β-caroteno (Wills et. al., 1984). Minerais como potássio, ferro, magnésio, e cálcio (Tabela 2) existem também em concentrações significativas, como valores médios de 287mg/kg de

ferro e 2,1% de cálcio (matéria seca). A presença de uma larga quantidade de oxalatos (0,2 a 11,4%; base seca), entretanto, pode limitar a biodisponibilidade desses nutrientes.

O amaranto pode satisfazer o requerimento da maioria das vitaminas recomendadas pelo “Committee on Dietary Allowances” (National Research Council, 1989). Em geral, as quantidades de minerais na semente de amaranto também são suficientes para satisfazer as recomendações nutricionais.

Tabela 2 – Composição nutricional das espécies do grão do gênero *Amaranthus*.

Análises	<i>A. cruentus</i>	<i>A. edulis</i>	<i>A. hypochondriacus</i>	<i>A. hybridus</i>	<i>A. caudatus</i>
Mistura (%)	6.23 – 6.71	9.55 – 11.6	11.1	9.2	9.3
Proteína (Nx6,25)	13.2 – 17.6	15.80 ^b –16.5	13.9-17.3	14.0- 17.2	12.5
Lípidios totais ^c	6.3 - 8.1	6.9 - 8.1	4.8 –7.7	6.2 – 6.4	7.1
Fibra bruta ^c	3.4 – 5.3	3.2 – 5.8	-	8.1	7.2
Cinzas ^c	2.8 – 3.6	3.2 – 4.4	3.3 – 4.1	4.2	2.1
Na ^d	31	37		-	-
			6.7 – 10.0		
K ^d	290	580			
Ca ^d	175	36	137 – 167	-	-
Mg ^d	244	-	292 – 363	-	-
Fe ^d	17.4	3.1	9.1 –21.7	-	-
Zn ^d	3.7	-	3.6 – 3.9	-	-
Cu ^d	1.2	-	0.6 – 0.8	-	-
Mn ^d	4.6	-	1.9 – 2.9	-	-
Riboflavina ^d	0.19 – 0.23	-	0.29	-	-
Niacina ^d	1.17 – 1.45	-	1.15	-	-
Ácido ascórbico ^d	4.5	-	2.8	-	-
Tiamina ^d	0.07- 0.1	-	0.25	-	-
Fitato (%)	0.50 – 0.58 (2.20 ^e)	3.39 ^e	0.54 –0.62	0.55	-
Taninos (equiv. catequinas %)	0.043 – 0.13	0.22	0.054 - 0.065	0.12	-

^a Fonte: Afolabi et.al (1981), Becker et.al (1981), Carlsson (1980), Conner et.al (1980), Lorenz and Wright (1984), Martin and Telek (1979), Sanchez – Marroquin (1980), Schmidt (1977), e Uso e Okorie(1983).

^b N x 5,85

^c % matéria seca (%dm)

^d mg/100g de matéria seca

^e mmole/100g

O amaranto contém mais cálcio, ferro e fósforo do que os cereais comuns (centeio, arroz, trigo, etc.), como pode ser visto na Tabela 2. Entretanto, um diferencial em relação à quinoa, é a ausência de saponinas e o baixo conteúdo de ácido fítico, taninos e oxalatos. Sendo assim, a disponibilidade de minerais do amaranto, não será afetada em alguma extensão, pela pouca quantidade de compostos antinutricionais presente na semente/grão de amaranto.

O cozimento não reduz os níveis de cálcio e ferro, mas reduz os níveis de ácido ascórbico em 50%, semelhante para a redução em outros vegetais folhosos verdes (SAUDERS e BECKER,1984).

Tabela 3 – Comparação entre os níveis de cálcio, ferro e fósforo do amaranto com outros cereais.

Grão	Cálcio (mg/100g)	Ferro (mg/100mg)	Fósforo (mg/100mg)
Amaranto	162	10.0	455
Cereal	20	1.8	256
Centeio	38	2.6	376
Milho	33	2.8	282
Trigo	41	3.3	372
Arroz	32	1.6	360
Leite	118	Traços	93

Fonte: Inst. Food. Ingredients, Moarsen, The Netherlands

11. Fatores Antinutricionais do Amaranto

Existem alguns componentes nos alimentos, principalmente em vegetais como o amaranto, que apresentam propriedades antinutricionais; isto é, componentes que comprometem a utilização de certos nutrientes, os que podem ser tanto de natureza mineral, vitamínica como protéica. Estes componentes são os fitatos, taninos, nitrato e oxalatos (SAUNDERS, R.M. & BECKER, R.,1984).

De acordo com LORENZ e WRIGHT (1984), a quantidade de fitatos presente no amaranto (0.52 - 0.61%) é menor do que no milho (0.9%) e no trigo durum (0.98-1.43%), mas maior do que a encontrada no arroz branco (0.10 - 0.14%). Os fitatos estão presentes nas plantas especialmente nas sementes e o seu principal papel é estocar fósforo, para que este seja gradualmente utilizado durante a germinação. Inúmeros estudos têm indicado que

o fitato reduz a biodisponibilidade de cátions divalentes como Zn, Fe, Ca e Mg em animais monogástricos (LORENZ e WRIGHT, 1984).

Os humanos têm baixa atividade da enzima fitase no intestino, o que impossibilita a clivagem dos complexos fitato-mineral e cria deficiências de minerais sempre que houver excessos de fitato (LORENZ e WRIGHT, 1984).

Os taninos são compostos fenólicos são componentes também considerados como antinutrientes quando ingeridos em excesso. Assim como os fitatos, os taninos interferem na biodisponibilidade de minerais e proteínas. Os taninos interferem na digestão, através da capacidade que possuem de ligar-se às proteínas.

Menores quantidades de taninos têm sido observadas em várias espécies de amaranto, em relação aos níveis de tanino dos grãos de outros cereais (BECKER et. al., 1981). Ocorrem variações nos níveis de tanino, de acordo com a espécie de amaranto, como visto na Tabela 2. A quantidade de tanino (equivalentes de catequina) no *A. cruentus* varia de 0.043 a 0.13%, *A. hypochondriacus* de 0.054 a 0.065%, *A. edulis* de 22%, *A. hybridus* 0.12%. Taninos estão concentrados na sementes e à medida que a semente for mais escura, maior será o conteúdo de taninos (SUAREZ & ENGLEMAN,1980).

YÁNEZ et.al.(1994), relatam que o *A. cruentus*, diferentemente da quinoa, não contém saponinas, compostos que lhe conferem sabor amargo. Outros fatores antinutricionais como o fator antitriptico e hemaglutininas (lectinas) parecem encontrar-se em baixas concentrações, o mesmo acontecendo com nitritos e oxalatos.

Vários investigadores têm encontrado níveis de nitrato incomumente elevados no amaranto, semelhantes aos do espinafre, mas só em casos de alta fertilização ou estresse hídrico da planta (GILBERT et al, 1946; LORENZ, 1978; MAYNARD et al., 1976).

DER MARDEROSIAN et.al. (1980), mediram os níveis de nitrato em uma série de variedades de plantas amaranto, crescidos em duas épocas do ano e encontraram que a média dos níveis de nitrato permanecia relativamente constante. Eles concluíram que os níveis presentes não são significativos para prejudicar a qualidade nutricional. Variações dentro das espécies são iguais para as variações sazonais.(Tabela 4)

Em adição aos nitratos, grande quantidade de oxalatos são também encontrados em vegetais folhosos verdes. Os oxalatos da dieta, tem capacidade de ligar-se a ions cátions

divalentes, particularmente cálcio e zinco, fazendo com que eles não estejam disponíveis para o metabolismo. Os oxalatos também contribuem para formação de cálculos renais.

Oxalatos totais e solúveis foram também determinados por estudos de DER MARDEROSIAN et.al. (1980).(Tabela 4) Os oxalatos solúveis são quase sempre descartados com a água de cocção. O espinafre e cardo contém mais oxalatos totais do que o amaranto, mas os níveis de oxalatos solúveis são similares.

OKE (1980) encontrou 11,5% de oxalato total e 5,9% oxalato solúvel, bem como, 50mg de ácido hidrocianídrico por 100g de matéria seca. Esse autor não considerou tal quantidade prejudicial, especialmente os vegetais sendo habitualmente fervidos e cozidos e a água depois descartada.

Todos esses estudos concordam que os níveis de nitrato e oxalato normalmente encontrado no amaranto não representam um risco à saúde de indivíduos saudáveis.

A aparente ausência de fatores antinutricionais tal como saponinas e alcalóides faz do amaranto um cultivo promissor para o uso humano, como um potencial substituto do milho na nutrição da população das terras altas da América do sul (CUADRADO et.al. (1995)).

Tabela 4 - Níveis de Nitrato e Oxalato no Amaranto, Espinafre, e folhas de cardo ^{ab}

Espécies <i>Amaranthus</i>	Nitrato (%)	Oxalato Total	Oxalato Solúvel
Blitum	0.19	6.6	2.9
Caudatus	0.29	2.4	-
Cruentus	0.74	7.8	3.0
Dubius	0.43	3.0	-
Gangeticus (<i>A. tricolor</i>)	0.58	7.8	4.2
Hybridus	0.41	1.7	-
Hypochondriacus	0.65	1.7	-
Retroflexus	-	4.5	1.8
Spinacia oleracea (Espinafre)	1.22	8.2	3.5
Beta vulgaris (Chard)	2.03	8.4	3.0

^a De der Marderosian et.al (1980)

^b Peso em base seca

12. Fibra Alimentar

As fibras são geralmente polissacarídeos parcial ou totalmente indigeríveis para o homem. Existem fibras solúveis e insolúveis, ambas benéficas para a saúde.

LEE et. al. (1996) relataram as decisões da sessão para discussão final da AOAC “International Workshop” sobre definição e análise de carboidratos complexos/fibra alimentar promovido nos Estados Unidos (EUA) nos anos de 1995. De acordo com os autores, houve um acordo geral entre os participantes dos EUA, Canadá e Europa, de que a fibra alimentar deve ser incluída na definição de carboidratos complexos e os oligossacarídeos resistentes são parte de fibra alimentar.

A lignina, celulose e alguns tipos de hemicelulose são constituintes típicos da fibra alimentar insolúvel, enquanto as pectinas, gomas, algumas hemiceluloses e outros polissacarídeos são consideradas solúveis em água (OLSON et. al., 1987; ANDERSON et. al., 1990; SCHNEEMAN, 1987). A maioria da fibra alimentar consumida pelas pessoas é fornecida pela parede celular de frutas, vegetais, cereais e leguminosas (SELVENDRAN & VERNE, 1990).

Entre os alimentos integrais, as leguminosas, aveia e cevada contêm um equilíbrio de fibras solúveis e insolúveis. Os cereais apresentam alto teor de fibras insolúveis e baixo de solúveis, enquanto as frutas tem altos teores de fibras solúveis e baixos teores de fibras insolúveis (HUGHES, 1991).

A redução da biodisponibilidade de minerais e absorção de eletrólitos associada com alta ingestão de fibra é devido ao seu aumento da excreção fecal ligados a fibra da dieta (INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS, 1989; NORMAND et. al., 1987). Entretanto, TOMA & CURTIS (1986a) relataram que parecem existir muitas inconsistências em estudos sobre o efeito da fibra na biodisponibilidade de zinco, cálcio e ferro. Provavelmente o prejuízo na absorção de minerais, provocado pela fibra é devido em sua maior parte à associação com ácido fítico e compostos polifenólicos (LAJOLO et. al., 1988).

As ações fisiológicas das fibras solúveis e insolúveis são em parte atribuídas às diferentes propriedades físicas (HOPEWELL et. al., 1993). De fato, os efeitos fisiológicos

causados pelas fibras como alteração do trânsito gastrointestinal, alteração da sensação de saciedade, ação no nível de colesterol sanguíneo, glicemia e insulina pós-prandial, flatulência e alteração na biodisponibilidade de nutrientes são decorrentes de um conjunto de propriedades físicas desempenhadas em função dos componentes químicos que as compõem (LAJOLO et al., 1988; INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS, 1989).

As fibras insolúveis, tais como, a celulose e hemicelulose são mais efetivas em atuar como laxativas, aumentar o tempo de trânsito intestinal e o volume da massa alimentar, embora possam também limitar a absorção de minerais e possivelmente vitaminas (SLAVIN, 1987; OLSON et al., 1987). As fibras insolúveis, também podem aumentar a excreção fecal de ácidos biliares e indiretamente aumentar o metabolismo de colesterol no fígado (ROBERFROID, 1993).

As fibras solúveis podem retardar a taxa de esvaziamento gástrico pós-prandial e aumentar a viscosidade do conteúdo do estômago (ROBERFROID, 1993; OLSON et al., 1987). O mesmo efeito das fibras solúveis sobre o trânsito do intestino delgado pode ser observado, como a consequente redução da digestão e absorção de macronutrientes, principalmente, amido e glicose (ROBERFROID, 1993; SCHNEEMAN, 1987).

As bactérias do cólon podem fermentar as fibras solúveis e metabolizar estes compostos até hidrogênio, metano, dióxido de carbono e ácidos graxos de cadeia curta. As fibras insolúveis não são, ou são marginalmente fermentadas pelas bactérias do cólon (ROBERFROID, 1993).

O amaranto, é um pseudo cereal que apresenta uma excelente fonte de fibra insolúvel, principalmente de lignina e celulose. Segundo BECKER & SAUDERS (1984), o teor total de fibra encontrada no amaranto é superior ao dos cereais comuns.

Estudos de DANZ & LUPTON (1992) relatam que o amaranto produz efeitos benéficos na redução dos níveis de lípides séricos, embora menos pronunciados do que o da aveia. Ele apresenta um nível/conteúdo alto de esqualeno, razão pela qual tem-se pensado que este reduz o nível de lípides através da inibição da HMG-CoA redutase, enzima presente no fígado que regula a biossíntese de colesterol.

Estes mesmos autores demonstraram que dietas elaboradas com pectina, farelo de aveia e amaranto, separadamente, resultou num menor teor de colesterol total no soro do

que o grupo controle de animais que receberam dieta isenta de fibra ou suplementada com celulose. As fibras não apresentaram efeito sobre os níveis de triacilgliceróis no soro. Os animais que foram alimentados com uma dieta elaborada a base de pectina e farelo de aveia, separadamente resultou em um menor quantidade de colesterol no fígado dos animais, do que o grupo controle que receberam uma dieta isenta de fibras. Enquanto o grupo que recebeu celulose mostrou níveis mais elevados. O amaranto apresentou níveis próximos aos do farelo de aveia.

A quantidade de colesterol total hepático dos animais que foram alimentados com dieta contendo amaranto apresentou nível médio expressivamente mais baixo do que o grupo de animais que foram alimentados com a dieta contendo celulose, embora as diferenças não tenham sido significativas por falta de correção das massas dos fígados. Os níveis de triacilgliceróis foram bem mais baixos no grupo de animais suplementados com pectina e farelo de aveia, quando expresso em por mg/g de fígado ou mg no fígado todo. De novo, o amaranto tem efeito intermediário. Por isso, tem-se atribuído o relativo efeito benéfico com respeito aos níveis de lípides no soro e fígado. Isto sugere que a fibra do amaranto tem efeito melhor do que a celulose ou uma dieta isenta de fibra, mas não um efeito hipocolesterolêmico como a pectina ou farelo de aveia. Acredita-se que esse efeito hipocolesterolêmico mais eficaz da pectina e farelo de aveia em relação ao amaranto deva-se a dois fatores: ao conteúdo da fração solúvel (o amaranto apresenta um baixo conteúdo de fibra solúvel) e a outras frações da fibra do que a porção só solúvel.

13. Amido do Amaranto

Por décadas, soube-se que os parentes silvestres do grão de amaranto continham grânulo de amido com 1-3 μm de diâmetro, estando entre os menores conhecidos na natureza. Atualmente, a maioria das variedades cultivadas contém amido ceroso com cerca de 98-100% de amilopectina, embora alguns amarantos sejam conhecidos por terem mais de 20% de amilose. A existência de amidos glutinosos e não-glutinosos foi identificada no *A. Hypochondriacus* (TOMITA et al., 1981; OKUNO e SAKAGUCHI, 1981). Sugimoto et al. (1981) relataram que grânulos de amido de dois tipos de *A. Hypochondriacus* continham entre 0 e 14% de amilose, enquanto que Becker et al. (1981) encontraram 7,2% de amilose. A análise por difração de raio X dos amidos de *A. Hypochondriacus* mostram que eles são idênticos aos amidos de milho e arroz, indicando estrutura cristalina tipo A (SUGIMOTO et al., 1981). Relatou-se que o amido de *A. Caudatus* era completamente não-glutinoso (OKUNO e SAKAGUCHI, 1981; 1982), enquanto que o amido de *A. Cruentus* era glutinoso (McMASTERS et al., 1955).

LORENZ (1981) relatou que, comparado ao amido de trigo, o amido do *A. Hypochondriacus* tem um conteúdo de amilose muito mais baixo, baixo poder de intumescência, e solubilidade mais alta, uma absorção de água maior, uma viscosidade amilógrafa mais baixa e de temperatura de gelatinização alta e variável. Becker et al. (1981), sugerindo que o tamanho menor dos grânulos de amido e a atividade de amilase residual eram aparentemente responsáveis pelas diferenças observadas no poder de intumescência e solubilidade. A viscosidade mais alta do amido de trigo depois de resfriar a 35°C é devida ao conteúdo de amilose mais alto, causador do desenvolvimento das estruturas agregadas com viscosidade crescente. Por outro lado, os amidos de *A. Cruentus* e *A. Hypochondriacus* tinham poder maior de intumescência, solubilidade mais baixa, absorção de água maior, suscetibilidade mais baixa à α -amilase, viscosidade amilógrafa mais alta e conteúdo de amilose muito mais baixo (STONE e LORENZ, 1984), quando comparados ao amido do milho. Alta suscetibilidade dos grânulos de amido de *A. Hypochondriacus* e *A. Caudatus* às amilases foi relatada por TOMITA et al. (1981).

SINGHAL E KULKARNI (1990 a, b) encontraram que o amido de amaranto é superior ao amido do milho quando utilizado em temperos para salada e em aplicações para engrossamento, onde se espera alcançar máxima viscosidade. Pesquisadores anteriores apontaram para uma propriedade inusual do amido de amaranto nativo de exibir resistência

ao congelamento e descongelamento. Este amido é conhecido por ser relativamente impérvio a alguns tipos de tratamento térmico, embora as condições ácidas possam limitar essa característica.

14. Uso do Amaranto

O amaranto pode ser utilizado sozinho, tanto como grão inteiro como farinha integral, ou em combinação com outros cereais, melhorando o valor nutricional dos outros produtos alimentícios. Em combinação com farinha de trigo, “noodles”, “cookies”, pães e bolos de alto teor proteico podem ser feitos. O amaranto pode ser usado para fortificar o trigo e outros produtos de cereais em níveis de até 15% sem com isso alterar significativamente as propriedades funcionais da massa e dos produtos finais, assados ou processados. A extrusão do grão de amaranto integral pode ser um bom produto de processamento (CHAVEZ- JÁUREGUI, 2000).

O alto valor nutritivo de sua proteína, faz com que o grão de amaranto seja aplicável, tanto na fortificação de farinhas de trigo, milho e tubérculos, como na elaboração de produtos farináceos isentos de glúten. Esta última aplicação tem a sua importância na ampliação da oferta de alimentos para celíacos.

No estado jovem, as plantas são tradicionalmente consumidas como hortaliças, sendo por essa razão atribuída ao amaranto total a propriedade de ser nutricionalmente mais útil ao homem do que os cereais.

Quanto ao uso na alimentação, toda a parte aérea da planta adulta vem sendo utilizada de forma tradicional. Da parte verde podem-se citar: as folhas tenras, usadas como saladas, concentrados protéicos, substituto do espinafre, sopas, recheios, produtos instantâneo e alimentos infantis e os talos como suplemento mineral e forragem. As sementes são empregadas em sopas, ensopados, confeitarias, recheios, rebentadas e, sob a forma de farinha, em mingaus, panquecas, pão, “tortilhas”, e outros, inclusive de bebida semelhante ao leite.(WHEELER, et. al., 1981; CHEEKE e BRONSON, 1980).

3. CONCLUSÃO

A adaptação do grão de amaranto (*Amaranthus sp.*) aos solos brasileiros poderá permitir a introdução desta semente, até agora desconhecida no Brasil, como nova fonte alimentar. A utilização deste grão, na forma integral ou refinada tem possibilidades na fortificação protéica da alimentação, especialmente em regiões onde a base alimentar é predominantemente farinácea. Componentes outros, como o amido, devem ser explorados no sentido de se criar novos produtos e ingredientes para a indústria, particularmente devido às características funcionais inusuais, como é o alto poder de intumescência.

Pelas suas características composicionais, os produtos de amaranto podem ainda proporcionar mais uma matéria-prima de alto valor nutricional para diversificar a alimentação de populações que devem excluir o glúten da sua dieta. Estes setores da população geralmente padecem de variados graus de desnutrição, ocasionados pela baixa capacidade de absorção que decorre da erosão da mucosa intestinal.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AFOLABI, A .O ., OKE, O L., AND UMOH, I.B. Preliminary studies on the nutritive value of some cereal-like grains. **Nutr.Rept. Intl**, v.24, p. 389, 1981.
2. AMARANTO. - Guia Rural Abril, São Paulo, p. 242-243,1988. **American association of cereal chemists**. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 9º ed., Saint Paul: AACC, 1995.1 v.(paginação irregular).
3. ANDERSON, J.W., DEAKINS, D.A, FLOORE, T .L., SMITH, B.M., WHITIS, S. E. Dietary fiber and coronary heart disease. **Crit. Rev. Food Scie. Nutr.**, v.29, n.2,p.95-147,1990.
4. **ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS**. **Official methods of analysis**. 15 ed. Arlington: AOAC,1990. 1298p.
5. AUGUSTO A L. P., ALVES D.C., MANNARINO I.C., GERUDE M., **Terapia Nutricional**, 1º ed, Atheneu, São Paulo, p.110-120, 1995.
6. BALDO, B.A, WRIGLEY, C.W.; Allergies to cereals. In: **Advances in Cereal Science and Tecnology**, v.6, p.289-356, American Association of Cereal Chemists, 1984.
7. BARBIERI, D. Doença Celíaca. In: Marcondes, E.; **Pediatria Básica**, 7º ed., São Paulo: Sarvier, p.1186-1191, 1988.
8. BARBIERI, D. e KODA, Y.K.L. **Doença Gastrenterológicas em Pediatria**. São Paulo. 7º ed. Atheneu, p. 176-188, 1996.

9. BECKER, R., WHEELER, L.E.; LORENZ, K.; STAFFORD A.E.; GROSJEAN, O.K.; BETSCHART, A.A.; SAUNDERS, R.M. A compositional study of Amaranth grain. **Journal of Food Science**. V.46, p. 1175-1180, 1981.
10. BECKER, R. e SAUNDERS, R. M.. AMARANTHUS: A potential food and feed resource. **Advances in Cereal Science and Technology**. V. 6, p. 357-396,1984.
11. BREENE, W.M. Food uses of grain amaranth. **Cereal Food World.**, St. Paul, v.36, n°.5, p. 426-429, 1991.
12. BRESSANI, R. Amaranth. The nutritive value and potencial uses of the grain and by-products. **Food Nutr. Bull.**,Tokyo,v.10, n°.2, p.49-59,1988.
13. CÁCERES, S.; QUADRELLI, A. e SALINAS, G.; **Doença Celíaca: O lado obscuro do trigo**. In: Rio de Janeiro- RJ. *Ciência Hoje*. 16(92):40-4, jul.1993.
14. CAMPBELL, J. A. Diet therapy of celiac disease and dermatitis herpetiformis. In: **World Review of Nutrition and Dietetics**. Basel, v.51, p.189-233, 1987.
15. CÂNDIDO,L.M.B.; CAMPOS, A.M. **Alimentos para Fins Especiais: Dietéticos**, p.111-113, 1996.
16. CAPERUTO, L.C.; AMAYA-FARFAN J, CELINA RO CAMARGO, Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in manufacture of gluten-free spaghetti). **Jounal of Science of Food and Agriculture** v.81, p.95-101, 2001.
17. CARLSSON, R. Quantity and quality of amaranth grain from plants in temperate, cold and hot, and subtropical climates- A review. In "Proceedings of the Second Amaranth Conference," , **Rodale Press, Emmaus**, p.48, 1980

18. CASTRO, C.A.V. - Procesamiento de la kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) por el método de expansión por explosión. Lima, 1987. 110 p. (Tesis- Facultad de Industrias Alimentarias/ Universidad Nacional Agraria La Molina).
19. CHÁVEZ-JÁUREGUI, R. N.; SILVA, M.E.M.P & ARÉAS, J.AG. Extrusion Cooking Process for Amaranth (*Amaranthus caudatus*. L). **J. Food Sci.**, 65:1009-1014, 2000.
20. CHEEKE, P.R. e BRONSON, J. Feeding trials with amaranthus grain, forage and leaf protein concentrates. Proceedings of the Second Amaranth Conference, **Rodale Press**, Emmaus, p. 5-11, 1980.
21. CICLITIRA, P.J.; ELLIS, H.J ; EVANS, D.J ; LENNOX, E. S; Relation of antigenic structure of cereal proteins to their toxicity in coeliac patients. **BRITISH JOURNAL OF NUTRITION**, v. 53, n.1, p.39-45, 1985.
22. CONNOR, J.K., GARTNER, R.J.W., RUNG, B.M., AND AMOS, R.N. Amaranthus edulis: An ancient food source reexamined. Austral. **J. Exp. Animal Husbandry**, v.20, p.156, 1980.
23. COOMBS, RR, et al; Allergenicity of food proteins and its possible modifications. **Annals of allergy**, Palatine, December, 1984.
24. CUADRADO, C., AYET, G., BURBANO, C., MUZQUIZ, M.- Optimization of a germination procedure by response surface methodology. **Lebensm. Wiss. Technol.**, Zurich, v. 24, p. 518-522,1995.
25. DANZ, R.A. e LUPTON, J .R , Physiological Effects of Dietary Amaranth (*Amaranthus cruentus*) on Rats. **Cereal Foods World**, v.37, n.7, p.489-494, july1992.

26. DER MARDEROSIAN. A .D., BEUTLER. J. PFENDNER. W. CHAMBERS. J. YODER, R. WEINSTEIGER. E., and SENFT. J., 1980. Nitrate and Oxalate Content of Vegetable Amaranth. Pages 31-41 in: Proc. Amaranth Conf., 2nd, 1979.
27. DUTCOSKI, S.D. ; FUGMANN, H.A.J.; WASZCZYNSKYJ, N. ; **Desenvolvimento de tecnologia para fabricação de massas alimentícias isentas de glúten, tipo espaguete pré-cozido.** B.CEPPA, Curitiba, v.14, n.1, p.111-130, 1996.
28. EARLY, D., EARLY, J.C. – Transferencia de tecnologia indigena para la preparación de la Kiwicha (Amaranthus). Primeira parte. **El Amaranto y su Potencial Boletín.**, Guatemala, n. 4, p.8-12, 1987.
29. GILBERT. G. S., EPPSON, H. F., BRADLEY, W. B., and BEATH, O. A 1946. Nitrate accumulation in cultivated plants and weeds. Bull. 277. Univ. Wyo. (Laramie) Agric. Exp. Stn.
30. GONZÁLES, J.A; ROLDÁN, A; GALLARDO, M.; ESCUDERO, T.; PRADO, F.E., Quantitative determinations of chemical compounds with nutritional value from Inca crops: Chenopodium quinoa (“quinoa”). **Plant Foods for Human Nutrition**, Lincoln, v.39, n.4, p.331-337,1989.
31. GORINSTEIN, S. et al. Computation analysis of amino acid residue sequences of amaranth and some other proteins. **Bioscience Biotechnology and Biochemical**. V. 62, n. 10, p.1845-1851, 1998.
32. HAUPTLI, H. e JAIN, S. Amaranth and meadowfoam: two new crops? **California Agriculture**, Berkeley, 31(9):6-7, 1977.

33. HEKKENS, T.J.M. A toxicidade das prolaminas do trigo. **Anais Nestlé**, Comitê Internacional de Pediatras, Av. das Nações Unidas, 12495, São Paulo, Brasil. (51):1-8, 1995.
34. HOPEWELL, R., YEATER, R., ULLRICH, I. Soluble fiber: effect on carbohydrate and lipid metabolism. **Progress. Food Nutr. Sci.**, v. 17, p. 159-182, 1993.
35. HUGHES, J.S. Potential contribution of dry bean dietary fiber to health. **Food Technol.**, v.45, n.9, p. 122-124,126, 1991.
36. INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS. Dietary fiber. **Food Technol.**, v. 43, n.10, p.133-139, 1989.
37. IRVING, D.W. Et al Morphological studies on *Amaranth cruentus*. **Journal of Food Science**, v. 46, 1170-1174, 1981.
38. KIEFFER, M.; FRAZIER, P.J.; DANIELS, N.W.R.; CICLITIRA, P.J.; COOMBS, R.R.A Serum antibodies (measured by MRSPAH) to alcohol-soluble gliadins in adult coeliac patients. **Journal of Immunological Methods**, v.42, n.2, p.129-136, 1981.
39. KIEFFER, M.; FRAZIER, P.J.; DANIELS, N.W.R.; COOMBS, R.R.A, Wheat gliadins fractions and other cereal antigens reactive with antibodies in the sera of coeliac patients. **Clinical and Experimental Immunology**, Oxford, v. 50, p.651-660,1982.
40. LAJOLO, F. M., MENEZES, E.W., FILISETTI-COZZI, T.M.C.C. Considerações sobre carboidratos e fibra. **Arch Latinoam. Nutr.**, v.xxxviii,n.3, p. 519-542, 1998.
41. LEE, S.C., PROSKY, L. Perspectives on complex carbohydrate definition. **Cereal foods World**, v. 41, n. 2, p. 88-89,1996.

42. LEE, S.C., VICENT, R., PROSKY, L., SULLIVAN, D.M Evaluating na analytical method for complex carboydrate determinations. **Cereal Foods World**, v.41, n.2, p.64-70, 1996.
43. LORENZ, K. e WRIGHT, B. Phytate and tannin content of Amaranth. **Food of Chemistry**. V.14, p.27-34, 1984.
44. LORENZ, O. A 1978. Potential nitrate levels in edible plants. p.201-219 in: Nitrogen in the Environment. Vol. 2. D. R. Nielson and J.G. Mac Donald, eds. Academic Press: New York.
45. MARTIN, F.W. AND TELEK, L. Vegetables for the hot humid tropics. Part 6: Amaranth and Celosia. U.S. Dept of Agri., New Orleans, L. A., 1979.
46. MAYNARD, D.N., BARKER. A.V., MINOTTI, P.L., and PECK, N.H. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. **Adv. Agron.** 28:71-118.
47. MCMASTERS, M.M., BAIRD, P.D., HOLZAPFEL, M. M., and RIST, C.E. 1955. Preparation of starch from *Amaranthus cruentus* seed. **Econ. Bot.** 9:300.
48. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. - Amaranth: modern prospects for na ancient croup Washington: National Academy Press, 1984. p.1-81.
49. NORMAND,F. L., ORY, R.L., MOD, R. R. Binding of bile acids and trace minerals by soluble hemicelluloses of rice. **Food Technol.**, v.41, n.2, p. 86-90, 99, 1987.
50. OKE, O. I. 1980. Amaranth in Nigeria. p. 22-30 in: **Proc. Amaranth Conf.**, 2 nd, 1979.
51. OLSON, A. GRAY,G.M., CHIU, M. Chemistry and analysis of soluble dietary fiber. **Food Technol.**, v.41, n.2, p.71-80, 1987.

52. PLATT, S.G. e BLASHAM, J.A. Photosynthesis and increase production of protein. In: FRIEDMAN, M., ed. **Nutritional improvement of food and feed proteins**. New York, Plenum Press, p.195-247, 1977
53. ROBERFROID, M. Dietary fiber, inulin, and oligofructose: a review comparing their physiological effects. **CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v.33, n.2, p. 103-148, 1993.
54. SÁNCHEZ-MARROQUÍN, A. Dos cultivos olvidados de importancia agroindustrial; el amaranto y la quinoa. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Guatemala City, 23(1): 11-32,1983.
55. SAUER, J.D. The grain amaranthus; a survey of their history and classification. **Annals of Missouri Botanic Garden**, St. Louis, 37: 561-618, 1950.
56. SAUNDERS, R.M., BECKER, R. – Amaranthus: a potencial food and feed resource. **Adv. Cereal Sci. Technol.**, St. Paul, v. 6, p 357-396,1984.
57. SCHMIDT, D. Grain amaranth: A look at some potentials. In “Proceedings of the First Amaranth Conference”, Rodale Press, Emmaus, PA, p.121, 1977
58. SCHNEEMAN, B.O. Soluble vs insoluble fiber different physiological responses. The type of fiber consumed seems to have an impact on the physiological response. **Food Technol.**, v. 41, n.2, p.81-82,1987.
59. SELVENDRAN, R. R.,VERNE, A.V.F. The chemistry and properties of plant cell walls and dietary fiber. In: KRITCHEVSKY, D., BONFIELD, C.,ANDERSON, J. W. **Dietary fiber: chemistry, physiology, and health effects**. New York: Plenum Press, 1990. p.1-13.
60. SENFT, J.P. – Protein quality of amaranth grain. In: **Proceedings of the Second Amaranth Conference**. Rodade Press, p. 43,1980. Apud: TEUTONICO, R.A,

- KNORR, D. – Composition, properties and applications of a rediscovered food crop. **Food Technol.**, Chicago, v.39, p.49-60, 1985.
61. SGARBIERI, V.C. Propriedades funcionais das proteínas In : SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos - propriedades, degradações e modificações.**, pp 517, 1996. Livraria Varela Ltda: São Paulo
62. SLAVIN, J.L. Dietary fiber: classification, chemical analysis, and food sources. **J. Am. Diet. Assoc.**, v.87, n. 9, p. 1164-1171, 1987.
63. STENHAMMAR, L.; JOHANSSON, C.G.; The incidence of coeliac disease in children in South-east sweden. **Acta Paediatrica Scandinavia**, v.70, p.379-381, 1981.
64. SUAREZ, G. R., and ENGLEMAN, E. M., 1980. Tannin deposition in the testa of *Amaranthus hypochondriacus* L.(Alegria). *Agronomia* 42:35-39.
65. SUMAR-KALINOWSKI, L. - *Amaranthus* Sp. El pequeño gigante, trabajo presentado al III Congreso Internacional de Cultivos Andinos. La Paz-Bolivia, 1982.
66. SUMAR-KALINOWSKI, L. - El pequeño gigante. , Cusco: UNICEF- PERÚ, 1986. p. 1-24.
67. TEUTONICO, R.A. e KNORR, D. Amaranth; composition, properties and applications of a rediscovered crop. **Food Technology**, Chicago, 39(4): 49-59, 1985.
68. TOMA, R. B., CURTIS, D. J. Dietary fiber: effect on mineral bioavailability. **Food Technol.** V.40, n.2, p.111-116, 1986 a.
69. TOSI, E. A., CIAPPINI, M.C. e MASCIARELLI, R. ; Utilizacion De La Harina Integral de Amarantho (*Amaranthus Cruentus*) in La Fabricacion De Galletas para celíacos. **Alimentaria**, Enero-Febrero, 1996/49.

70. TOUFEILI, I., DAGHER, S.; SHADAREVIAN, S.; NOUREDDINE, A.; SARAQBI, M.; FARRAN, MT.; Formulation of gluten-free pocket-type flat breads: optimization of methylcellulose, gum arabic and egg albumen levels by response surface methylcellulose. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 71, n.6, p.594-601, 1994.
71. UZO, J.O. e OKORIE, A .U. *Amaranthus hybridus*; a potencial grain crop for west Africa. **Nutrition Reports International**, 27(3): 519-524,1983.
72. VISAKORPI, J. K.; MAKI, M. Changing clinical features of coeliac disease. **Acta Paediatrica Sandinavica Supplement**, v.395, p.10-13, 1994.
73. WHEELER, E.L.; LORENZ, K.;STAFFORD, A E.; GROSJEAN, O K.; BETSCHAT, A. A. e SAUNDERS, R.M. A composition study of amaranth grain. **Journal of Food Science**, Chicago, 46: 1175-1180, 1981.
74. WILLS,R.B.H., WONG, A .W. K., SCRIVEN, F.M., and GREENFIELD, H. 1984. Nutrient composition of Chinese vegetables. **J. Agric. Food Chem.** 32:143.
75. WU, H. e CORKE, H. Genetic diversity in physical properties of starch from a world collection of *Amaranthus*. **Cereal Chemic.**, v. 76, n°.6, p.877-883,1999.
76. YANEZ, E., ZACARIAS, I., GRANGER, D., VASQUEZ, M., ESTEVEZ, A.M.- Caracterización química y nutricional del amaranto(*Amaranthus cruentus*). **Arch. Latinoam. Nutr.**, Caracas, v. 44, n°.1, p.57-62, 1994.

ARTIGO II

Estudo do fracionamento do Grão de *Amaranthus cruentus* brasileiro e suas Características Composicionais

Roberto Marcílio¹, Jaime Amaya-Farfan¹, César F. Ciacco², Carlos R. Spehar³

¹ Depto. de Planejamento Alimentar e Nutrição,

² Depto. de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP 13083-970, Brasil

³ Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, Planaltina, Brasília, DF, Brasil

Resumo

Durante o refino das farinhas de grãos de cereais, alterações na composição de nutrientes ocorrem, devido ao fracionamento dos componentes. No caso dos pseudo-cereais, como o amaranto, estudos sobre o efeito do fracionamento são inexistentes, devido ao baixo rendimento do processo. Sendo assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da moagem na composição química, nutricional e de cor da farinha de *Amaranthus cruentus* brasileiro. Grãos da variedade Japônica foram pré-condicionados para 9,2, 10,5, 11,5, 12,5 e 13,7% de umidade e fracionados em moinho para cereais. Os rendimentos, teores de proteína, gordura, composição em aminoácidos, fibras e cor da farinha foram determinados nas principais frações. O aumento da umidade de 9,2% para 13,7 resultou em diminuição progressiva do rendimento da farinha de amaranto, de 39 para 14%. A concentração de proteína total mostrou alteração com a moagem, mas muito menos dramática do que a relatada para o pseudo-cereal quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). As farinhas combinadas de quebra e redução (farinha refinada), com 9,2% de umidade, mostraram teores de proteína total de cerca de 13,9%, contra os 16,2% da farinha integral. Houve variações na composição de aminoácidos entre a farinha integral e a refinada, mas sem maior detrimento do valor biológico global. O teor de lipídeos totais no amaranto integral com 9,2% de umidade variou de 6,78, para 6,11% nas farinhas refinadas (partícula entre 150 e 250µm). Já o grão com 13,7% de umidade, apresentou-se com 7,70% de lípidos na farinha integral e 7,18 na farinha refinada e 14,2% no farelinho. Dependendo da umidade, o teor de fibra nos farelos variou de 4,6 a 3,8% (no farelo) e de 6,2 a 4,6% (no farelinho), para 13,7 e 9,2% de umidade, respectivamente. A cor da farinha mostrou melhoramento de qualidade com o processamento.

Em relação à estabilidade oxidativa das frações principais durante estocagem por 90 dias, pode-se afirmar que o fracionamento do grão contribuiu positivamente. Conclui-se que o fracionamento da farinha do grão de amaranto, apesar de possuir rendimento relativamente baixo, pode gerar uma farinha com alto teor de proteína de qualidade nutricional elevada, ganho em qualidade visual e estabilidade à autooxidação, enquanto que suas frações podem ser vistas como fontes de diversos subprodutos de aplicação industrial.

Article II

Study of the fractioning of Brazilian *Amaranthus cruentus* grain and its compositional characteristics

Roberto Marcílio¹, Jaime Amaya-Farfan¹, César F. Ciacco², Carlos R. Spehar³

¹Food and Nutrition Planning Department,

²Food Tecnology Department, Food Engineering Faculty, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP 13083-970, Brazil

³Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, Planaltina, Brasília, DF, Brazil

Abstract

During the cereal grains flour grindwork, some alterations in the composition of nutrients happen due to the fractioning of the components. In the case of pseudo-cereals, like the amaranth, studies about the fractioning effect do not exist because of the low income of the process. If it were so, this study had as an objective to evaluate the grindwork effect in the chemical and nutritional composition and in the Brazilian *amaranthus cruentus* flour color. The grains of the Japanese variety were before hand conditioned to 9,2, 10, 5, 11,5, 12,5 e 13,7% of humidity and fractioned in the flour-mill. The incomes, protein substances, fat, composition in amino acid, fibers and flour color were determined in the main fractions. The increasing humidity from 9,2% to 13, 7 resulted in the progressive diminution in the income of amaranthus flour, from 39 to 14 %. The concentration of total protein showed alteration with the grinding work, but much less dramatic than the related one to the Quinoa pseudo-cereal (*Chenopodium quinoa* Wild). The flour combined with breaking and reduction (milled flour), with 9, 2% of humidity showed protein substance total of about 13, 9% against the 16, 2% of whole flour. There were variations in the composition of amino acid between the whole flour and the milled one, but without greater detriment of the value biological global. The total lipids substance in the whole amaranth with 9, 2% of humidity varied from 6, 78% to 6, 11% to the milled flour. But the grains with 13, 7% of humidity introduced itself with 7, 70% of lipids in the whole flour and 7, 18% in the milled flour. Depending on the humidity, the fiber substance in the woodflour varied from 4, 6% to 3, 8% (in the woodflour) and from 6, 2 to 4, 6% (in the woodflour), to 13, 7 and 9, 2% of humidity, respectively. The color of the flour showed the improvement of the quality with the processing. In relation to the oxidative stability of the main fractions during the stock piling by 90 days, one

can declare that the fractioning of the grain contributed positively. Then, one concludes that the fractioning of the amaranth grain flour, despite of possessing relatively low income, it can generate a flour with a high protein substance of high nutritional quality, advantages in visual quality and stability to the self-oxidation, while its fractions can be seen as resources of several sub products of industrial application.

1- INTRODUÇÃO

O amaranto é um pseudo-cereal conhecido em alguns países da América desde épocas pré-colombianas, como vegetal e, mais recentemente, como grão para alimentação humana e animal em poucos países como o México. Atualmente cultiva-se na América Central e sul da Ásia e África. O consumo do grão destaca-se pelo conteúdo elevado de proteína, que oscila entre 12,8 e 17,4%, variando na quantidade de óleo entre 5,6 e 10,6%. A qualidade da proteína, segundo BRESSANI et al. (1987) é relativamente elevada. O aminoácido limitante, de acordo com o padrão da FAO é leucina, seguido de valina e treonina. Este resultado foi parcialmente confirmado em trabalho recente (CHAVEZ-JÁUREGUI, 2000) que mostrou a espécie *caudatus* de amaranto extrudado ser limitante apenas em leucina, segundo o perfil da FAO para idades de 2 a 5 anos.

A composição do óleo na farinha integral de amaranto mostra em média ter 19% de ácido palmítico, 3,4% de ácido esteárico, 34% de ácido oléico e 33% de ácido linoléico. Ademais, aparece o ácido docosamonoenóico (C-22:1) com 9%. Em termos gerais, a razão de ácidos graxos saturados para insaturados é ~1:3. A concentração de fibra bruta é de 3,7% na farinha integral e 2,4% na refinada.

O conteúdo de lisina é alto 5,6g/16g nitrogênio, de maneira que sua combinação com farinhas de outros cereais incrementa o valor biológico consideravelmente. Estudos biológicos têm demonstrado que o valor nutricional do grão de amaranto se compara ao da caseína, tem uma digestibilidade média de 80% e uma razão proteína líquida (NPR) de 3,89, que para uma proteína vegetal, segundo IMERI et al. (1987) é bastante aceitável.

A avaliação biológica da proteína que resulta de combinar a farinha de amaranto integral (bruta) com a farinha de alguns cereais, revela um efeito de complementação entre ambos materiais, medida pela eficiência protéica (PER). O PER da farinha de trigo sozinha é 0,54, valor que melhora com cada incremento de amaranto, até alcançar um PER de 2,15 na mescla 25:75 (trigo:amaranto). A proteína do amaranto tem um PER de 1,94 (caseína 2,77). O processo de extrusão aplicado às mesclas (misturas) de trigo/amaranto alcança um valor de PER de 1,64 para as misturas de trigo/amaranto, em comparação com a farinha de trigo pura, que tem apresentado valor de PER de 0,54. A dieta com 90/10 (trigo/amaranto) produz um leve incremento não

significativo na qualidade da proteína. Nos níveis de substituição de 30 e 50% produziram efeitos estatisticamente significativos ($p < 0,05$) na qualidade protéica alcançando valores de PER de 2,04 e 2,24. Nas mesclas de milho/amaranto registraram-se aumentos não significativos ($p > 0,05$) na ingestão, crescimento na razão de eficiência protéica. A dieta 50:50 (milho/amaranto) produz uma melhoria estatisticamente significativa ($p < 0,05$) no PER, em comparação com a dieta de milho que alcança um valor de 2,47.

O amaranto possui 0,3% de taninos e oxalatos em níveis típicos para os cereais comuns e inferiores aos encontrados no sorgo e feijão. Nos grãos, o conteúdo de compostos fenólicos e saponinas é indubitavelmente baixo, assim como também a atividade de hemaglutininas (CORREA e CARLSSON, 1988).

O conteúdo de cálcio, fósforo, ferro, potássio, zinco e magnésio são importantes e sua fibra comparada com outros grãos, é mais fina e não é necessário separá-la da farinha.

Estudos indicam que o amaranto é um valioso recurso vegetal que contém mais proteína e de melhor qualidade do que dos cereais comuns, no qual é um atrativo importante na dieta humana junto com outros cereais cujo valor proteico contribui a melhorar.

Por todas estas razões sobre a composição inusual da semente de amaranto é de interesse em se estudar a possibilidade de ampliar a gama de produtos alimentícios que podem ser elaborados com amaranto. Tal ampliação, entretanto deve ser precedida da obtenção de farinhas refinadas que tenham aplicabilidade na elaboração de produtos industrializáveis. Pelo fato de a semente ser de tamanho diminuto (diâmetro médio de 1,5mm), nenhuma tentativa de fracionamento ou refino da farinha integral foi encontrado na literatura.

2- OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi o de estudar o rendimento e os efeitos composicionais advindos do fracionamento da farinha de amaranto (*Amaranthus cruentus*; Var. Japônica), cultivada no Brasil mediante a moagem do grão em moinho para cereais, contendo vários níveis de umidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Foram utilizados:

- Grãos de amaranto, produzidos no Brasil (doação da EMBRAPA- Planaltina-DF), da espécie: *cruentus*, Var. Japônica.
- “Kit” para o teste de detecção e quantificação de glúten pelo método ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) Ridascreen®, da R-Biopharm GmbH, (Darmstadt, Alemanha).

3.2. Métodos

3.2.1. Determinação de ω -gliadina por ELISA

Foi realizado o teste para detecção e quantificação de glúten na farinha dos grãos de amaranto pelo método de ELISA, seguindo o procedimento descrito pelo fabricante. Previamente, foram extraídas as proteínas solúveis em etanol (40%) através de centrifugação. Como padrão serão utilizadas várias diluições de ω -gliadina fornecidas no kit Ridascreen®. A ω -gliadina foi escolhida pelo fabricante para produzir o antígeno específico, dada a sua termoresistência.

3.2.2. Valor Calórico das frações da farinha de amaranto

O valor calórico das frações (farinha integral, refinada e mistura das demais frações) foi determinado, em duplicata, com bomba calorimétrica (Parr Instrument Company, modelo 1261/1563, Moline, IL, USA).

3.2.3. Estabilidade Oxidativa

A estabilidade oxidativa dos produtos da moagem foi determinada pelo teor de dienos conjugados, consistindo na diluição dos extratos das amostras em isooctano e leitura dos mesmos em espectrofotômetro à 233nm (AOAC, 1984).

3.2.4. Condicionamento

As amostras de amaranto foram pré-acondicionadas em 4 diferentes graus de umidade a saber: 9,16 (umidade natural), 10,5, 11,5, 12,5 e 13,7%. A quantidade de água destilada necessária para se atingir a umidade requerida foi calculada com base na umidade inicial da amostra, segundo a fórmula:

$$Vol_{(mL)} = \left(\frac{100 - U_i}{100 - U_f} \right) - 1 \times m$$

Onde: U_i = Umidade inicial do material

U_f = Umidade final desejada

m = massa em gramas de material a ser condicionado

O condicionamento dos grãos foi feito em bateadeira planetária para uma melhor homogeneização e o volume de água destilada calculado foi adicionado gradualmente ao amaranto, com auxílio de uma bureta. Posteriormente o material foi colocado em sacos de polietileno de 0,3mm de espessura, que foram selados e mantidos sob refrigeração por 24 horas para se atingir o equilíbrio.

3.2.5. Moagem dos Grãos

Com o objetivo de estudar a variação do rendimento da extração em função do teor de umidade, o grão de amaranto foi pré-acondicionados em 4 diferentes graus de umidade a saber: 9,16 (umidade natural), 10,5, 11,5, 12,5 e 13,7%.

Os grãos de amaranto foram moídos em moinho de rolos Brabender Quadrumat Senior (Duisburg, Alemanha), sendo obtidas quatro frações da moagem. As frações de quebra e redução (farinha refinada) foram misturadas e usadas para a elaboração dos biscoitos.

3.2.6. Processamento da moagem do grão de amaranto

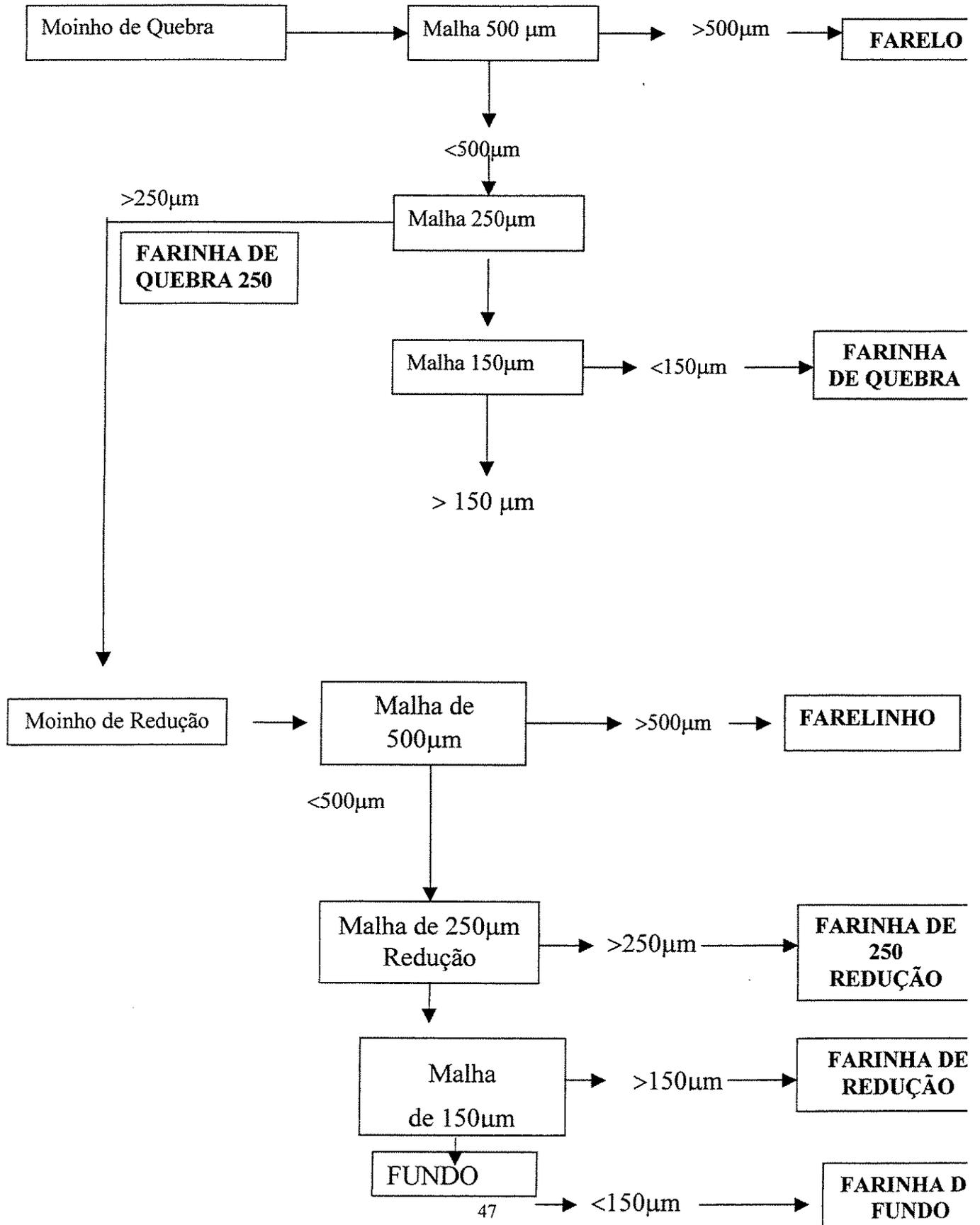
Os grãos de amaranto foram postos no alimentador do sistema de quebra. Após a moagem, a fração de quebra foi colocada num agitador (GRANUTEST ou TAMIZADOR) acoplado a um conjunto de quatro peneiras empilhadas em ordem decrescente (500 μ m, 250 μ m, 150 μ m e fundo). Após quinze minutos de agitação numa velocidade de sete rpm, as frações correspondentes eram acondicionadas em sacos plásticos e identificadas. Depois disso, as frações foram pesadas para se avaliar o rendimento da moagem. A fração de 250 μ m quebra foi colocada no alimentador do sistema de redução. Após a moagem, a fração de redução foi posta novamente no agitador, como a fração de quebra citada anteriormente. Esse conjunto de peneiras separou o produto em cinco frações (farelo, farinha de quebra, farelinho, farinha de redução, farinha de 250 redução).

Na realidade deveríamos ter obtido quatro frações da moagem do grão de amaranto (farelo, farinha de quebra, farelinho, farinha de redução), se não tivéssemos conduzido a farinha de quebra a um tamizador. Optamos por este, porque estávamos trabalhando com pequena quantidade do grão e o objetivo da moagem do grão de amaranto era avaliar seu rendimento e produtos resultantes da peneiração.

Uma outra forma que é mais comum e utilizada normalmente, quando temos grande quantidade de grão para se moído é o moinho acoplado diretamente a um conjunto de peneiras. Após a moagem, os produtos resultantes passam pelo peneirador que faz a separação pelo tamanho das partículas. O peneirador é um conjunto de peneiras empilhadas que possuem “canais” que desviam os produtos para diferentes caminhos de acordo com o tamanho de suas partículas. Dessa forma os produtos são separados e classificados.

Observamos também a disposição das peneiras e o caminho que cada fração percorre. A combinação das peneiras é o que diferencia o moinho e seus produtos. Segue na próxima página um esquema das peneiras no moinho utilizado.

FLUXOGRAMA DA MOAGEM DO GRÃO DE AMARANTO



A moagem do grão de *Amaranthus cruentus*, Var. Japônica resultou em 5 frações, com diferentes rendimentos, os quais são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Rendimento obtido na moagem do grão de *Amaranthus cruentus*, Var. Japônica, com base no peso inicial de amostra

Frações	Rendimento (%)					Tamanho da partícula (µm)
	9,2 ¹	10,5 ¹	11,5 ¹	12,5 ¹	13,7 ¹	
F. quebra	16,53	16,80	16,26	15,75	7,43	< 150
F. redução	19,73	13,27	19,97	5,25	6,42	>150
Farelo	1,12	5,24	5,22	5,75	16,89	>500
Farelinho	0,61	0,47	1,88	10,86	1,38	>500 ou >250
F 250 R	60,6	61,66	58,8	67,86	61,45	> 250
Peso inicial	1,071	400	400	400	2179	–

¹ Umidades de Pré-condicionamento (%BU)

3.2.7. Composição Centesimal da Matéria-Prima

Foram realizadas as análises de composição centesimal da farinha de amaranto integral, refinada e mistura das demais frações (farelo, farelinho, farinha de redução-250) por métodos convencionais (Instituto Adolfo Lutz, 1985; AOAC, 1990). Os teores de proteína foram calculados utilizando-se o fator de conversão de 6,25, após determinação do nitrogênio total pelo método de micro-Kjeldahl (AOAC, 1990). As determinações de cinzas foram realizadas por método gravimétrico, mediante calcinação das farinhas de amaranto a 550°C em mufla, após incineração em chama até peso constante. Para determinação de lipídios foi utilizado o método de BLIGH & DYER (1959), com adaptações. A umidade foi determinada em balança para umidade com fonte infra-vermelha (AND, modelo AD-4714 A, Tokyo, Japão) e por dessecação em estufa a 105°C até peso constante (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

3.2.8. Análise de Aminoácidos nas Farinhas de Amaranto Integral e Refinada

A composição em aminoácidos totais do amaranto integral moído, farinha de amaranto refinada de *Amaranthus cruentus*, Var. Japônica, foi determinada em analisador de aminoácidos (Thermo-Separation Products/Pickering, modelo PCX 1300, Riviera Beach, FL, USA), após hidrólise ácida. Para a hidrólise, pesou-se em triplicata, quantidade de amostra contendo aproximadamente 0,025g de proteínas, as quais foram processadas seguindo as recomendações gerais de SPACKMAN et al. (1958).

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Teste ELISA nas matérias-primas

Farinha integral de amaranto foi submetida ao teste de alta sensibilidade ELISA, para detecção e/ou quantificação de glúten, tendo como resultado o não desenvolvimento da coloração amarelada característica ($\lambda = 450\text{nm}$) da presença de glúten. Amostras extraídas de produtos comerciais de trigo, incluídas no ensaio como testemunhas com glúten mostraram-se claramente positivas. A não detecção confirmou a ausência de glúten para as frações do amaranto, como relatado por outro autor, embora sem demonstração científica (TOSI, et al., 1996).

4.2. Valor Calórico das Frações da Farinha de Amaranto

Foram determinados os respectivos valores calóricos nas frações da farinha de amaranto. A farinha integral apresentou-se com 413 kcal/100g, a farinha refinada 393 kcal/100g e a mistura das demais frações (farelo, farelinho, farinha de 250 redução) com 423 kcal/100g. Comparando o valor calórico da farinha integral e refinada de amaranto, com outras farinhas convencionais (trigo, milho, soja, tapioca, etc.), podemos concluir que tanto a farinha integral como a farinha refinada de amaranto são um pouco mais energéticas que essas farinhas convencionais, como pode ser visto na tabela abaixo. Essa característica do amaranto, além de outras já citadas, mostram características diferenciadas para este grão que podem torná-lo de alto potencial nutricional, principalmente como o Brasil, onde parte expressiva da população consome alimentação básica com baixo aporte em gorduras.

Comparação entre o valor calórico da farinha de amaranto com outras farinhas convencionais.

Alimento	Lípideos (100g)	Valor Calórico (kcal/100g)
Farinha integral de amaranto	6,78	413
Farinha refinada de amaranto	6,11	393
Farinha de trigo durum integral	1,20*	356*
Farinha de trigo mole integral	1,10*	354*
Farinha de trigo com 70% de extração	1,00*	358,4*
Farinha de milho branco	1,10*	365*
Farinha de milho integral	3,14*	353,4*
Farinha de soja, de baixo conteúdo de gordura	2,40*	339,6*
Farinha de tapioca	0,50*	350,5*

* Fonte: Franco, 1992

4.3. Moagem dos Grãos de Amarantho

Os resultados da moagem dos grãos de *Amaranthus cruentus* brasileiro, (Var. Japônica) aparecem apresentados nas Tabelas 1 a 5, podendo-se constatar que:

O teor de umidade influenciou a quantidade de farinha que pode ser extraída, havendo uma clara relação inversa entre o grau de extração e a umidade. Rendimento de 38,8% foi obtido para a farinha com 9,16%, enquanto que aquela com 13,7% de umidade, o rendimento foi de 13,9%. É evidente que a própria estrutura anatômica do grão de amarantho delimita a extratibilidade da farinha, mas não se esperava que, diminuindo a friabilidade do grão, com aumento da umidade, a extratibilidade continuasse a diminuir, em vez de mostrar um máximo. Esse comportamento foi semelhante ao caso de outro pseudo-cereal, a quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd., AMAYA-FARFAN et al., 1983), grão de estrutura anatômica muito diferente. Aparentemente, o aumento da umidade permite a maior interação entre as sub-estruturas do farelo (gérmen, casca, fibra e endosperma amiláceo), de forma tal a dificultar a separação física da parte amilácea.

Foi evidenciado que o cultivar de amarantho, adaptado a solos do Cerrado brasileiro é capaz de produzir o elevado teor de proteína (16,22%) esperado, semelhante ao relatado para o amarantho cultivado em outros países (KNORR E TEUTONICO, 1985).

O conteúdo de proteína das frações de farinha obtidas por moagem do grão, não variou com o grau de condicionamento da umidade do grão de amarantho. Entretanto, observou-se que a farinha refinada (combinação de FQ + FFQ + FR + FFR) foi a de menor teor de proteína, assim como o farelo e o farelinho foram as frações de maior concentração.

Foi interessante verificar, entretanto, que a queda no teor de proteína da farinha refinada foi muito menos dramática do que a relatada para a quinoa (*Chenopodium quinoa*). A farinha desse outro pseudo-cereal (quebra + redução) está em torno de 4%, contra 12,5% no grão integral (CAPERUTO et al., 2001).

Tabela 1 - Rendimento da extração e efeito do fracionamento na distribuição da proteína do grão de *Amaranthus cruentus*, Var. Japônica, com 9,16% de umidade.

Frações	Rendimento (g/100g de grão)	Teor de proteína (%) ^e (N×6,25) ±DP ^f
Farinha Integral	100,0	16,22 ± 0,47
Farelo	—	20,39 ± 0,71
Farelinho	—	20,28 ± 0,14
F250R ^a	—	17,02 ± 0,55
F150Q + FFQ ^b	—	14,53 ± 3,15
F150R + FFR ^c	—	13,4 ± 3,06
F150Q+FFQ+F150R+FFR ^d	38,8	13,91 ± 0,48

a- F250R (Farinha de 250 redução) = Farinha que passou pela peneira de 250µm .

b- F150 Q + FFQ (Farinha de 150 quebra + farinha de fundo quebra) = Mistura da farinha que passou pela peneira de 150µm e farinha de fundo quebra.

c- F150R +FFR (Farinha de 150µm + Farinha de fundo redução) = Mistura da farinha que passou pela peneira de 150µm e farinha de fundo redução.

d- Farinha refinada.

e - Dados de porcentagem fornecidos em base seca.

f -DP = desvio padrão. Valores representam médias de análises em triplicata

Tabela 2- Rendimento da extração e efeito do fracionamento na distribuição da proteína do grão de *Amaranthus cruentus*, Var. Japônica, com 10,5% de umidade.

Frações	Rendimento (g/100g de grão)	Teor de proteína (%) ^c (N × 6,25) ±DP ^f
Farelo		22,07 ± 0,5
Farelinho		21,78 ± 0,8
F250R ^a		17,85 ± 2,46
F150Q + FFQ ^b		15,30 ± 0,049
F150R + FFR ^c		15,65 ± 0,16
Farinha Integral	—	—
F150Q+FFQ+F150R+FFR ^d	30,07	15,5 ± 2,49

A- F250R (Farinha de 250 redução) = Farinha que passou pela peneira de 250µm.

b- F150 Q + FFQ (Farinha de 150 quebra + farinha de fundo quebra) = Mistura da farinha que passou pela peneira de 150µm e farinha de fundo quebra.

c- F150R +FFR (Farinha de 150µm + Farinha de fundo redução) = Mistura da farinha que passou pela peneira de 150µm e farinha de fundo redução.

d- Farinha refinada.

e- Dados de porcentagem fornecidos em base seca.

f- DP = desvio padrão

Valores representam médias de análises em triplicata.

Tabela 3 - Rendimento da extração e efeito do fracionamento na distribuição da proteína do grão de *Amaranthus cruentus*, Var. Japônica, com 11,5% de umidade.

Frações	Rendimento (%) (g/100g de grão)	Teor de proteína (%) ^e (N × 6,25) DP ^f
Farelo	—	23,41 ± 0,29
Farelinho	—	20,34 ± 1,02
F250R ^a	—	20,27 ± 0,36
F150Q + FFQ ^b	—	14,44 ± 0,16
F150R + FFR ^c	—	13,54 ± 0,21
Farinha Integral	—	—
F150Q+FFQ+F150R+FFR ^d	32,23	14 ± 2,07

a- F250R (Farinha de 250 redução) = Farinha que passou pela peneira de 250µm .

b- F150 Q + FFQ (Farinha de 150 quebra + farinha de fundo quebra) = Mistura da farinha que passou pela peneira de 150µm e farinha de fundo quebra.

c- F150R +FFR (Farinha de 150µm + Farinha de fundo redução) = Mistura da farinha que passou pela peneira de 150µm e farinha de fundo redução.

d- Farinha refinada.

e- Dados de porcentagem fornecidos em base seca.

f- DP = desvio padrão

Valores representam médias de análises em triplicata.

Tabela 4 - Rendimento da extração e efeito do fracionamento na distribuição da proteína do grão de *Amaranthus cruentus*, Var. Japônica, com 12,5% de umidade.

Frações	Rendimento (%) (g/100g de grão)	Teor de proteína (%) ^e (N × 6,25) DP ^f
Farelo	—	19,52 ± 0,71
Farelinho	—	19,15 ± 1,83
F250R ^a	—	17,57 ± 0,047
F150Q + FFQ ^b	—	12,26 ± 0,27
F150R + FFR ^c	—	13,23 ± 0,213
Farinha Integral	—	—
F150Q+FFQ+F150R+FFR ^d	21,25	12,5 ± 4,06

a- F250R (Farinha de 250 redução) = Farinha que passou pela peneira de 250µm.

b- F150 Q + FFQ (Farinha de 150 quebra + farinha de fundo quebra) = Mistura da farinha que passou pela peneira de 150µm e farinha de fundo quebra.

c- F150R +FFR (Farinha de 150µm + Farinha de fundo redução) = Mistura da farinha que passou pela peneira de 150µm e farinha de fundo redução.

d- Farinha refinada.

e- Dados de porcentagem fornecidos em base seca.

f- DP = desvio padrão

Valores representam médias de análises em triplicata.

Tabela 5 - Rendimento da extração e efeito do fracionamento na distribuição da proteína do grão de *Amaranthus cruentus*, Var. Japônica, com 13,7% de umidade.

Frações	Rendimento (%) (g/100g de grão)	Teor de proteína (%) ^e (N × 6,25) DP ^f
Farelo	—	23,22 ± 0,28
Farelinho	—	30,63 ± 1,42
F250R	—	17,69 ± 0,27
F150Q + FFQ ^a	—	12,08 ± 0,86
F150R + FFR ^b	—	10,50 ± 0,11
Farinha Integral ^c	—	18,73 ± 0,63
F150Q+FFQ+F150R+FFR ^d	13.96	11,4 ± 1,14

a- F250R (Farinha de 250 redução) = Farinha que passou pela peneira de 250µm.

b- F150 Q + FFQ (Farinha de 150 quebra + farinha de fundo quebra) = Mistura da farinha que passou pela peneira de 150µm e farinha de fundo quebra.

c- F150R +FFR (Farinha de 150µm + Farinha de fundo redução) = Mistura da farinha que passou pela peneira de 150µm e farinha de fundo redução.

d- Farinha refinada.

e- Dados de porcentagem fornecidos em base seca.

f- DP = desvio padrão

Valores representam médias de análises em triplicata.

4.4. Composição Centesimal e Aminoácidos do *Amaranthus cruentus* e suas Farinhas.

Tabela 6 - Composição Centesimal da farinha integral e Refinada do grão de *Amaranthus cruentus* Var. Japônica com 9,16% de umidade.

Composição centesimal	Farinha Integral	Farinha Refinada
	(%) Média ± DP ^a	(%) Média ± DP ^a
Umidade	9,17 ± 0,04	9,39 ± 0,07
Cinzas	2,15 ± 0,09	1,14 ± 0,18
Lipídeos	6,78 ± 0,38	6,11 ± 0,00
Proteínas ^b	16,22 ± 0,47	13,9 ± 0,48

^a- DP = desvio padrão. Resultados representam médias de 3 determinações

^b- Expresso em base seca, os restantes em base úmida

Tabela 7- Composição Centesimal da Farinha Integral e Refinada do Grão de *Amaranthus cruentus* Var. Japônica com 13,7% de Umidade

Composição centesimal	Farinha Integral	Farinha Refinada
	(%) Média ± DP ^a	(%) Média ± DP ^a
Umidade	13,7 ± 0,06	13,7 ± 0,16
Cinzas	1,74 ± 0,04	1,29 ± 0,48
Lipídeos	7,70 ± 0,01	7,18 ± 0,49
Proteínas ^c	18,73 ± 0,63	11,95 ± 1,14

^a- DP = desvio padrão. Resultados representam médias de 3 determinações

^b- Expresso em base seca, os restantes em base úmida

Nas Tabelas 6, 7 e 8 estão apresentados os dados da composição centesimal e o perfil de aminoácidos das farinhas integral e refinada do grão do *Amaranthus cruentus*, Var. Japônica com 9,16 e 13,7% de umidade, respectivamente.

Os teores de cinzas e lípidos da variedade brasileira encontram-se um pouco abaixo em relação aos encontrados na literatura, segundo TEUTONICO & KNORR (1885). Mas essas variações podem ocorrer, principalmente no que se refere ao percentual de cinzas.

O beneficiamento do grão de amaranto, não fez com que houvesse perda significativa, em relação ao teor de proteína. Isto deve-se provavelmente as características morfológicas dessa planta. Já o beneficiamento da Quinoa integral em farinha de quinoa, reduziu drasticamente o teor de proteína de 12,52 para 3,55%, quando comparada com a quinoa integral (12,52%; CAPERUTO et. al., 2001). Esta observação leva-nos a concluir que a distribuição da proteína

neste pseudo-cereal é bastante diferente do que na quinoa, pois no amaranto a riqueza protéica não encontra-se apenas, no perisperma, e sim em toda a sua estrutura.

Tabela 8 – Teores de proteína, lípidos e fibras nas frações do grão de *Amaranthus cruentus* Var. Japônica com 9,16% de umidade.

Frações	Proteína (%) ± DP	Lípidos (%) ± DP	Fibras (%) ± DP
Farinha Integral	16,22 ± 0,47	6,78 ± 0,38	3,56 ± 0,23
Farelo	20,39 ± 0,71	7,03 ± 0,05	4,61 ± 0,06
Farelinho	20,28 ± 0,14	7,79 ± 0,21	6,15 ± 0,46
Farinha Refinada	13,91 ± 0,48	6,11 ± 0,00	3,14 ± 0,11
Farinha de 250 Redução	17,02 ± 0,55	6,79 ± 0,00	3,6 ± 0,10

Resultados apresentados em base úmida, exceto para as proteínas.

Pelos resultados apresentados na Tabela 8, podemos concluir que:

Em relação aos teores de proteína, foi verificado que o refino da farinha de amaranto não trouxe perda percentual expressiva de proteína. O teor de proteína encontrado na farinha integral (16,22%) localiza-se dentro da faixa encontrada na literatura (13,2-17,6%), segundo AFOLABI et al. (1981). As frações farelo e farelinho, foram as que apresentaram alta concentração de proteína, como ocorre nos cereais.

Lípidos. A farinha refinada de amaranto apresentou níveis de lípidos muito semelhantes aos da farinha integral. O teor de lípidos totais encontrado na farinha integral de *Amaranthus cruentus* brasileiro, encontra-se dentro da faixa citada na literatura para variedades produzidas noutros países (6,3-8,1%; BECKER et. al., 1981). Em relação à distribuição dos lípidos, pudemos constatar com o processo de beneficiamento, que grande parte dos lípidos se encontra uniformemente distribuída, não havendo muita concentração nas frações farelo e farelinho. Nesse sentido, o grão de amaranto parece diferir dos cereais comuns, onde o óleo se concentra principalmente no germe e o farelo. O refino poderia proteger o produto contra a deterioração por oxidação lipídica, como se sabe que ocorre com outras farinhas (ORNELLAS, 2001), mas, dada a distribuição uniforme das gorduras, a proteção neste caso será mínima.

A fração ‘farelinho’ foi a que apresentou o maior teor de lípidos, seguida da fração ‘farelo’. Essas duas frações não são apenas excelentes fontes de lípidos, mas também de proteínas, fibras, vitaminas e minerais, como também foi relatado por JÁUREGUI (1999).

Dados da literatura (AFOLABI et al., 1981) indicam que os níveis de fibras totais da variedade estudada estão próximos do esperado (3,4-5,3 %). Em relação aos teores de fibras, foi constatado que: O processo de refino da farinha integral para produzir farinha refinada, reduziu em pouco a quantidade de fibras totais. Com o beneficiamento, embora a maior parte da fibra ficasse associada ao farelo e o farelinho, um razoável teor de fibras do grão de *Amaranthus cruentus* brasileiro permaneceu na farinha.

As fibras do amaranto têm sido estudadas quanto a seu efeito fisiológico e diminuidor do colesterol e triacilgliceróis séricos no rato. DANZ e LUPTON (1992) mostraram que as fibras do amaranto têm um efeito apenas um pouco inferior ao das fibras da aveia no seu poder de diminuir o colesterol sérico. O resultado do refino, então foi positivo, visto que além da farinha refinada ganhar atributos de qualidade, como cor e estabilidade, a mesma reteve características consideradas nutricionalmente desejáveis. Futuras pesquisas poderão apontar os tipos de fibra existentes no grão e se existe alguma distribuição seletiva na hora do fracionamento.

Tabela 9 – Teores de proteína, lípidos e fibras nas frações do grão de *Amaranthus cruentus* Var. Japônica com 13,7% de umidade.

Frações	Proteína (%) ± DP	Lípidos (%) ± DP	Fibras (%) ± DP
Farinha Integral	18,73 ± 0,63	7,61 ± 0,24	3,58 ± 0,18
Farelo	23,70 ± 0,37	11,63 ± 0,1	3,81 ± 0,04
Farelinho	25,39 ± 0,73	14,21 ± 0,38	4,62 ± 0,37
Farinha Refinada	11,4 ± 1,14	4,99 ± 0,54	3,09 ± 0,15
Farinha de 250 Redução	17,69 ± 0,27	8,31 ± 0,29	3,74 ± 0,17

Resultados apresentados em base seca.

Dos resultados apresentados na Tabela 9, podemos concluir que:

Nota-se que o teor médio de proteína da farinha integral (18,7%) encontra-se acima da faixa relatada na literatura de 13,2-17,6% (AFOLABI et al., 1981). Em relação à proteína, foi possível verificar que o refinamento da farinha trouxe perda sensível no teor de proteína total. Como era de se esperar, as frações farelo e farelinho, foram as que apresentaram alta concentração de proteína, como já havia de se esperar. Sendo que o farelinho apresentou-se com uma concentração de proteína maior do que o farelo.

A Tabela 10 mostra a variação do perfil aminoacídico das proteínas antes e depois do fracionamento do grão. Nota-se que a composição aminoacídica das proteínas varia, mas os teores de aminoácidos essenciais como a lisina e metionina são pouco afetados pela redistribuição das proteínas. Este comportamento é considerado positivo, visto que uma característica desejável nos alimentos de origem vegetal é a de possuir altos teores de lisina e metionina. Outro aminoácido sulfurado, a cistina, tampouco sofre muita alteração durante o fracionamento. Deve ser esclarecido que, embora a cistina não seja aminoácido essencial, a sua presença em cereais é benéfica devido ao efeito poupador que exerce sobre a metionina.

O teor de lípidos totais na farinha integral de *Amaranthus cruentus* brasileiro variedade Japônica (7,61%), encontra-se dentro da faixa citada na literatura para outras variedades (6,3-8,1%); BECKER et. al., 1981). Após o refino, a farinha de *Amaranthus cruentus* apresentou níveis de lípidos de 4.99%, ou seja bem inferior ao da farinha integral.

Em relação aos teores de lípidos do grão e suas farinhas, podemos constatar que o processo de beneficiamento, parte significativa dos lípidos ficou concentrada nas frações ‘farelo’

e 'farelinho'. Isto foi de grande valia para a qualidade da farinha refinada, pois dessa forma, o produto não estará tão vulnerável a sofrer deterioração por oxidação lipídica.

Tabela 10 - Composição aminoacídica da farinha integral e refinada de *Amaranthus cruentus* variedade japônica (mg de aa/100mg de proteína).

	ASP	THR*	SER	GLU	PRO	GLY	ALA	CYS	VAL*	MET*
FIA	1,39	0,68	0,94	2,90	0,48	1,13	0,60	0,18	0,73	0,20
FRA	0,76	0,37	0,52	1,45	0,29	0,59	0,34	0,13	0,40	0,20
	ILE*	LEU*	TYR	PHE*	LYS*	NH ₃	HIS	ARG	TRP*	
FIA	0,68	0,98	0,45	0,60	3,72	0,40	0,70	1,60	ND	
FRA	0,38	0,54	0,24	0,29	3,20	0,16	0,23	0,84	ND	

FIA: Farinha integral de amaranto; FRA: Farinha refinada de amaranto

N.D. = Não determinado

*aminoácidos essenciais

3.5. Efeito da Estocagem na Oxidação Lipídica na Farinha

Tendo em vista que um dos objetivos principais em se obter a farinha refinada de amaranto é reduzir o teor de lípidos que estão envolvidos em processo de autooxidação, foi gratificante conferir a existência de um teor final baixo de lipídeos na farinha refinada do *Amaranthus cruentus*, variedade Japônica (FQ + FFQ e FR + FFR). Esse teor ficou reduzido para 4,99 %.

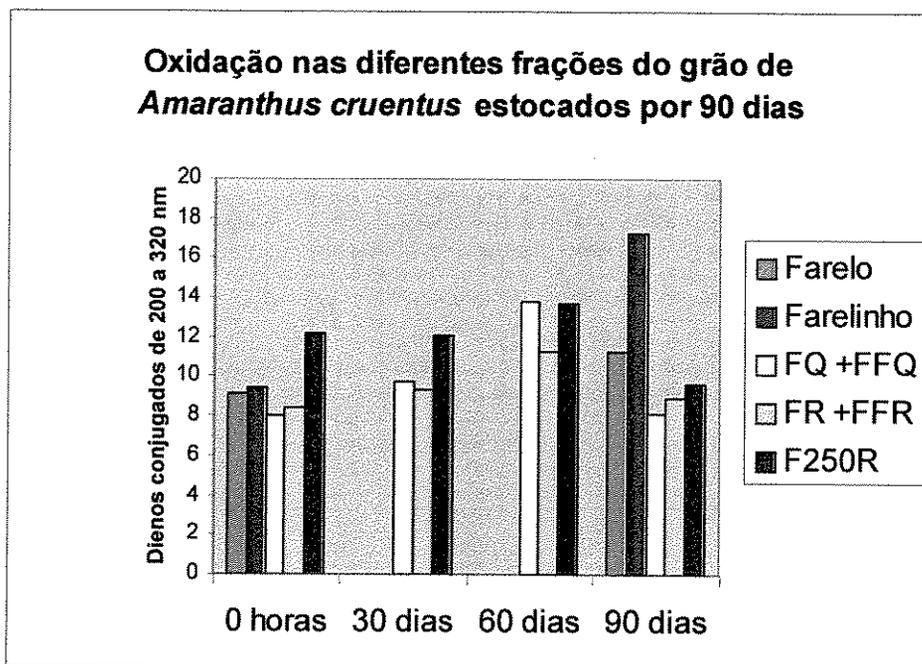
O processo de refinamento da farinha integral de amaranto em farinha refinada, reduziu pouco a quantidade de fibras da farinha integral em relação a farinha refinada, logo as perdas de fibras da farinha integral para a refinada foi pouco significativa. Com o beneficiamento, grande parte da fibra migrou para o farelo e o farelinho. Sendo assim, essas duas frações apresentaram elevado percentuais de fibra. O teor de fibras encontrado para o *Amaranthus cruentus* brasileiro da variedade Japônica estudada foi inferior (1,57%), a dados da literatura (3,4-5,3 %), segundo AFOLABI et al., 1981. Mas tais variações podem ocorrer devido as características do solo de plantio, como já foi citado anteriormente.

As diferentes frações do grão de *Amaranthus cruentus*, foram estocadas por um período de 90 dias, num recipiente fechado e ausente de luz, isto tendo como objetivo de avaliar e acompanhar o processo autooxidativo dos lípidos nas diferentes frações do amaranto.

Vale mencionar que, foram coletadas amostras de duplicata de cada fração para análise de Dienos Conjugados e analisadas no tempo de 0 horas, 30 dias, 60 dias e 90 dias, na temperatura do laboratório. Com exceção do farelo e farelinho, que foram apenas analisadas no início (0 horas) e final do experimento (90 dias), devido a pouca quantidade dessas amostras.

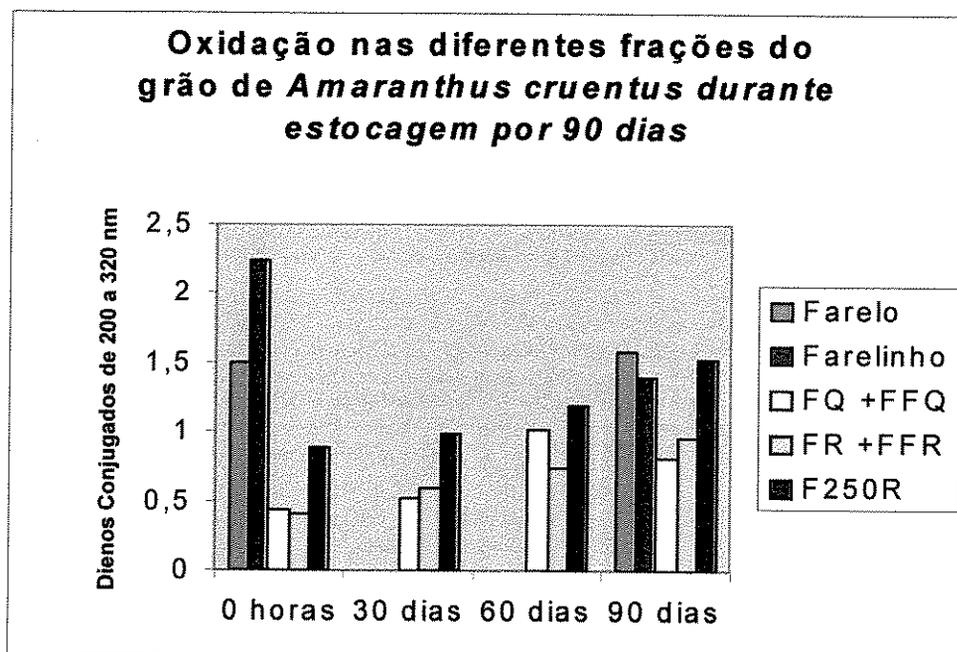
Pela Figura 1a e 1b, podemos observar e concluir que:

A medida que, aumentamos o tempo de estocagem das frações, o grau de oxidação nas frações também aumentou. Embora as diferenças nos teores de lipídios não fossem grandes, as frações ‘farelo’ e ‘farelinho’ foram as frações que mais oxidaram. Este resultado foi interessante, pois a farinha refinada que será utilizada para o desenvolvimento de produtos alimentícios isentos de glúten terá um *shelf-life* maior do que aquelas que contêm o farelo.



1a. Compostos primários da oxidação

Figuras 1a e 1b – Evolução do processo oxidativo das diferentes frações da farinha de *Amaranthus cruentus*, Var. Japônica com 9,16% de umidade



1b. Compostos secundários da oxidação

4.6. Análise de Cor nas Farinhas

Foram realizadas determinação de cor em colorímetro tri-estímulo, Minolta Chroma - Meter nas frações do grão de *Amaranthus cruentus*, Var. Japônica com, 9,16 de umidade.

Pelos resultados da Tabela 11, os índices L^* , a^* , b^* , indicam que, em termos de luminosidade (valor L^*), estiveram entre 71,09 e 81,70. Como a escala para o valor de L^* varia de 100 para branco até zero para preto, verifica-se que o o farelo e o farelinho foram as frações que apresentaram coloração mais escura. Logo em seguida, a fração mais clara do que essas duas frações foi a fração de 250 redução. A farinha de quebra e redução (farinha refinada) foram as frações mais claras.

Tabela 11. Avaliação da cor pelos parâmetros L^* , a^* e b^* nas farinhas de *Amaranthus cruentus*, Var. Japônica com 9,16% de umidade.

Frações	$L^* \pm DP$	$a^* \pm DP$	$b^* \pm DP$
Farelo	71,09 \pm 0,19	4,34 \pm 0,10	18,56 \pm 0,19
F. quebra + FFQ ^a	80,12 \pm 0,03	2,24 \pm 0,01	13,90 \pm 0,02
Farelinho	72,85 \pm 0,07	4,44 \pm 0,04	19,28 \pm 0,08
F. redução + FFR ^b	81,70 \pm 0,05	1,99 \pm 0,03	13,43 \pm 0,06
F250 R ^c	77,39 \pm 0,04	3,27 \pm 0,01	16,73 \pm 0,03

a- F. quebra + FFQ = Mistura da farinha de quebra com a farinha de fundo/quebra

b- F. redução + FFR = Mistura da farinha de redução com farinha de fundo/redução

c- F. 250R = Farinha de 250 redução

Resultados representam médias de 3 determinações.

A coordenada da cromaticidade a^* apresentou valores que variam entre 1,99 a 4,44. O farelinho e o farelo são as frações mais vermelhas, sendo que o farelo é menos vermelho do que o farelinho, seguida da farinha de 250 redução. A farinha de redução e quebra, foram as frações menos avermelhadas.

Para a coordenada de cromaticidade b^* , que representa o índice de amarelo, obteve-se resultados na faixa de 13,43 e 19,28. Verificou-se que O farelinho e o farelo, foram as frações

que apresentaram coloração mais amarelada, seguida da farinha de 250 redução. A farinha de redução e quebra (farinha refinada), foram as frações menos amareladas. Sendo, portanto a farinha refinada mais indicada para elaboração dos biscoitos.

Quando observamos a olho nu (Painel de fotos nº 1), a diferença na cor das frações do grão, podemos realmente retificar que os dados de análise de cor no colorímetro coincide com a realidade apresentada a olho nu. Podemos concluir, que a farinha refinada de amaranto mostrou melhoramento de qualidade com o processamento. Logo é possível se efetuar o fracionamento da farinha do grão de amaranto, através da moagem, objetivando diversas aplicações industriais, com ganho na qualidade visual, pouca perda de proteínas e provavelmente valor nutritivo, embora com rendimento substancialmente reduzido (~39%).

5. CONCLUSÕES

Fracionamento da farinha do grão de amaranto em moinho para cereais mostrou que o rendimento é baixo e que da extração varia inversamente proporcional ao teor de umidade. A moagem, entretanto, leva a uma farinha que ainda possui alto teor de proteína, perfil de aminoácidos rico em componentes essenciais, como lisina e metionina, os teores de fibra e lípidos são pouco alterados após o fracionamento e os atributos de cor e estabilidade à oxidação, da farinha mostram vantagem quanto ao aspecto e estocagem.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AFOLABI, A .O ., OKE, O L., AND UMOH, I.B. Preliminary studies on the nutritive value of some cereal-like grains. **Nutr.Rept. Intl**, v.24, p. 389, 1981.
2. AMAYA-FARFAN, J. AGUSTO-RUIZ, W., CIACCO, C. F. E GROSSO, C. R. F. Reducción del nivel de saponinas en quinua en molino para cereales. Procesamiento de la Quinoa. Memoria de Mesa Redonda Internacional. La Paz, Bolivia, 1-5 de Agosto, 1983, pp 75-80.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methodos of Analysis**. 15 ed. Arlington: AOAC,1990. 1298p.
4. BECKER, R., WHEELER, L.E.; LORENZ, K.; STAFFORD A.E.; GROSJEAN, O.K.; BETSCHART, A.A.; SAUNDERS, R.M. A compositional study of Amaranth grain. **Journal of Food Science**. V.46, p. 1175-1180, 1981.
5. BLIGH,E.G.; DYER,W.J.; A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p. 911-917,1959.
6. CAPERUTO, L.C.; AMAYA-FARFAN J, CELINA RO CAMARGO, Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti). **Jounal of the Science of Food and Agriculture** v.81, p. 95-101, 2001
7. CHÁVEZ-JÁUREGUI, R.N.; SILVA, M. E.M.P. & ARÉAS, J. A. G. Extrusion cooking process for amaranth (*Amaranthus caudatus*, L.). **J. Food. Sci**, 65:1009-1014, 2000.

8. CORREA, A.; CARLSON, R.; Y JOKL. L.; "Chemical constituents, in vitro protein digestibility and presence of antinutritional substances in amaranthus grains", **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, vol. XXXVI, junio, 319-326, 1986.
9. DANZ, R.A.; LUPTON, J.R. Physiological Effects of Dietary Amaranth (*Amaranthus cruentus*) on Rats. **Cereal Foods World**, v. 37, p.489-494, 1992.
10. FRANCO, G. (1992) Tabela de Composição Química dos Alimentos, 9ª edição. Editora Atheneu, São Paulo.
11. IMERI, A.; FLORES, R.; ELIAS, G.; Y BRESSANI, R.; "Efecto del procesamiento y de la suplementación con aminoácidos sobre la calidad proteínica del amaranto". **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**. Vol. XXXVII, marzo, 160-173, 1987.
12. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2º ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p 533, 1985..
13. JÁUREGUI, R.C, Produção e Avaliação Sensorial de Alimento Expandido pela Extrusão Termoplástica de Amaranto (*Amaranthus caudatus* L.), 1999.
14. LORENZ, K., 1981. *Amaranthus hypochondriacus*- Characteristics of the starch and baking potential on the flour. **Starch/staerke** 33:149-153.
15. OKUNO, K., and SAKAGUCHI, S., 1981. Glutinous and non-glutinous starches in perisperm of grain amaranths. **Cereal Res. Comm.** 9:305-310.
16. ORNELLAS, L.H. **Técnica Dietética. Seleção e Preparo de Alimentos**, 7ª ed. Editora Atheneu, São Paulo, 330pp, 2001.

17. SÁNCHEZ-MARROQUÍN, A. Potencialidad agroindustrial del amaranto. Centro de Estudios Económicos Sociales del Tercer Mundo, San Jerónimo Lidice, Mexico, 1980.
18. SINGHAL, R. S., and KULKARNI, P. R. 1990a. Studies on applicability of *Amaranthus paniculatus* (Rajgeera) Starch for custard preparation. **Starch/Staerke** 42:102-103.
19. SINGHAL, R. S., and KULKARNI, P. R. 1990b. Utilization of *Amaranthus paniculatus* (Rajgeera) Starch in salad dressing. **Starch/Staerke** 42:52-53.
20. SPACKMAN, D.H., STEIN, W.H., MOORE, S.; Automatic recording apparatus for use in the chromatography of aminoácidos. **Anal. Chem.** Washington, v.30, p.1130-1206, 1958.
21. STONE, L.A., and LORENZ, K., 1984. The starch of *Amaranthus*- Physical-chemical properties and functional characteristics. **Starch/Staerke** 36: 232-237.
22. SUGIMOTO, Y., YAMADA, K., SAKAMOTO, S., and FUWA, H., 1981. Some properties of normal- and waxy- type starches of *Amaranthus hypochondriacus* L. **Starch/ Staerke** 33:112-116.
23. TEUTONICO, R.A. e KNORR, D. Amaranth; composition, properties and applications of a rediscovered crop. **Food Technology**, Chicago, 39(4): 49-59, 1985.
24. TOMITA, Y., Y. SUGIMOTO, S. SAKAMOTO. And H. FUWA: Some Properties of Starches of Grain Amaranths and Several Millets. **J. Nutr. Sci. Vitaminol.** 27 (1981), 471-484.
25. TOSI, E.A., CIAPPINI, M.C. e MASCIARELLI, R. Utilización De La Harina Integral de Amaranto (*Amaranthus Cruentus*) in La Fabricación De Galletas para celíacos. **Alimentaria**, Enero-Febrero, 1996/49.

ARTIGO III

Performance da Farinha de Amaranto na Elaboração de Biscoito Tipo “Cookie” para Celíacos

Roberto Marcílio, Jaime Amaya-Farfan, Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva
Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Universidade Estadual de Campinas
Campinas, SP 13083-970, Brasil

Resumo

Foi desenvolvido um biscoito tipo *cookie* elaborado com farinha de amaranto. Após testes preliminares, um planejamento experimental que incluía as variáveis “teor de farinha refinada” (em contraposição à farinha integral) e “teor de gordura” foi realizado utilizando-se delineamento fatorial 2^2 , com pontos centrais e axiais (Delineamento Composto Central), para um total de 11 formulações. As formulações foram submetidas a testes de aceitação por painel de 39 provadores e pelo qual se avaliaram os atributos “aparência”, “aceitação global”, “sabor” e “textura” dos biscoitos. Pelos resultados obtidos, a aparência foi influenciada positivamente pelo teor de farinha refinada, mas não pelo teor de gordura. A farinha integral, quando utilizada em maiores proporções conferiu ao produto alimentício um aspecto esfarelento. Já as variáveis, gordura e teor de farinha refinada, influenciaram significativa e positivamente a aceitação global do produto. Em relação ao atributo sabor, também foi observado que o teor de gordura teve efeito positivo e significativo devido ao grande impacto sensorial da gordura. Nenhum dos dois ingredientes (gordura e farinha) porém interferiu no atributo textura, embora as análises das formulações no texturômetro indicaram que a diferença foi ampla e significativa ($P < 0,05$) entre o menor (30g) e o maior teor de gordura (90g). Apesar dessa diferença não ser notada pelos provadores, pode-se concluir que obteríamos a melhor formulação possível elaborando um biscoito com maior quantidade de gordura (90g) e o maior teor de farinha refinada (100%). As médias de aceitação global foram, respectivamente 5,81 –“nem gostei/nem desgostei”, para a formulação com 0 a 15% de farinha integral e 6,65 e 6,86 –“gostei ligeiramente” para as formulações com 72,5g e 90g de gordura.

Determinações físicas dos parâmetros “corte” e “penetração” mostraram coerência com observações feitas pelos provadores, mas não auxiliam na discriminação sensorial. Tentativas de obter avaliação por um grupo de provadores celíacos não foram bem sucedidas devido ao número muito reduzido de celíacos disponíveis para o teste. Pelas observações preliminares, todavia, conclui-se que o produto é aceitável pelo celíaco, sendo necessário reduzir consideravelmente o teor de açúcar. Os resultados sugerem a existência de uma demanda de potencial não desprezível dentro do mercado consumidor para uma matéria-prima desconhecida no Brasil, ainda mais, sendo útil na fabricação de produtos para fins especiais.

Article III

Amaranth Flour Performance into the Cookie elaboration to celiac people

Roberto Marcílio, Jaime Amaya-Farfan, Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva
Food and Nutrition Planning Department
Food Engineering Faculty
Universidade Estadual de Campinas
Campinas, SP 13083-970, Brazil

Abstract

It was developed a cookie made of amaranth flour. After preliminary tests, a experimental plan including the “milled flour substance” (in contrast to whole flour) and “fat substance” variables was produced using factorial outline 2^2 , with central and axial points (central composed outline), to a total of 11 formulations. The formulations were submitted to test of acceptance through a panel of 39 tasters and by which one evaluates the attributes, such as “appearance”, “global acceptance”, “flavour” and “texture” of the biscuits. Through the obtained results, the aspect was positively influenced by the milled flour substance, but not by the fat substance. When the whole flour was used in a large range, it conferred to the food product an wood-floured aspect. For its turn, the variables, fat and flour substance, influenced meaningfully and positively the global acceptance of the product. Concerning to the flavour attribute, one also noted that the fat substance had also meaningful positive effect, because of the sensorial impact of the fat. Neither of the two ingredients (fat and flour), however, interfered in the texture attribute, although the analysis of the formulations on the texture-meter indicated that the difference was large wide and meaningful ($P < 0,05$) between the smallest (30g) and the biggest fat substance (90g). In spite of that difference not to be noted by the tasters, one may conclude that it may have a better formulation, at the cookie manufacturing with a large fat substance (90g) and with a large flour substance (100%). The average of global approbation has been, respectively 5, 81 - “neither I liked it, nor I dislike it” to the formulation with 0 a 15% of whole flour and 6, 65 and 6, 86 - “I nearly liked it” to the formulations with 72, 5g and 90g of fat. Physical determinations of the parameters “cutting” and “penetration” showed coherence to the observations made by the tasters, but they not help in the sensorial discrimination. Attempts to obtain evaluation through a group of celiac tasters were not succeeded due to the reduced

number of disposable celiac patients to the test. Through the preliminary observations, however, one concludes that the product is acceptable by the celiac patient, and it must reduce the sugar substance considerably. The results suggest the existence of a potential demand, not despicable into the consumer market to an unknown raw material in Brazil, and more, it is useful in the manufacture of product for special purposes.

1. INTRODUÇÃO

O quadro clínico clássico da doença celíaca é caracterizado pela reatividade adversa do intestino de pessoas sensíveis às proteínas do trigo. Nos últimos anos, entretanto, a definição se tornou ampla e difusa, usualmente incluindo doenças associadas, como infecções e aumento da ocorrência de malignidade, além de desnutrição crônica atribuível à falta de aproveitamento dos nutrientes (DIETERICH et al., 1997). O problema com a alimentação do celíaco diagnosticado é o descontrole da contaminação de uma ampla gama de produtos alimentícios convencionais, especialmente os de tipo industrializado. Quando o celíaco é devidamente diagnosticado, ele tem sua alimentação restrita a produtos isentos de glúten. Para o celíaco, o consumo de alimentos contendo glúten, mesmo que em minúsculas quantidades, agrava a sua condição patológica e deteriora o seu estado nutricional.

Relativamente poucos trabalhos têm sido realizados na elaboração de produtos alimentícios industrializáveis para celíacos. Recentemente foi utilizado um pseudo-cereal oriundo dos altos Andes, quinoa, na fabricação de macarrão (CAPERUTO et al., 2001) e amaranto (TOSI et al., 1996) na produção de biscoitos tipo *cookie*. Enquanto que no trabalho de CAPERUTO et al. (2001) aplicou-se a metodologia de superfícies de resposta, os outros autores não indicaram o caminho seguido para alcançar os seus objetivos.

Tendo em vista o alto valor nutritivo do amaranto (SÁNCHEZ-MARROQUÍN, 1983), o relato não confirmado de que há ausência de glúten nas proteínas desta semente (TOSI et al., 1996) e o fato de que o Brasil recentemente adaptou algumas espécies de amaranto ao Cerrado, foi de interesse estudar o desempenho da farinha de amaranto (*Amaranthus cruentus*) no desenvolvimento de um produto para indivíduos normais e portadores da doença celíaca. Para tanto, optou-se por comparar o impacto da farinha integral, *versus* a refinada, no consumidor, assim como o teor de gordura. O planejamento experimental consistiu numa série de testes que seguiram delineamento fatorial 2^2 , com pontos centrais e axiais (Delineamento Composto Central) e avaliação dos resultados pelo método de superfície de resposta. As formulações testadas foram analisadas sensorialmente (aceitação) por painel de 39 provadores.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

- Grãos de amaranto, produzidos no Brasil (EMBRAPA-Planaltina-DF), da espécie: *cruentus* Var. Japônica. Os demais ingredientes para a elaboração dos *cookies* foram adquiridos no comércio local.

- Nos ensaios preliminares, os seguintes ingredientes básicos para as formulações dos *cookies* foram usados: Farinha integral e refinada de amaranto, ovos frescos íntegros, manteiga, açúcar refinado e mascavo, fermento químico, sal, bicarbonato de sódio, essência de baunilha, água e o antioxidante butilidroxitolueno (BHT).

- Kit para o teste de detecção e quantificação de glúten pelo método ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay, Ridascreen, da R-Biopharm GmbH, Darmstadt, Alemanha).

2.2. Métodos

2.2.1. Teste ELISA

Foi realizado o teste para detecção e quantificação de glúten na farinha dos grãos de amaranto pelo método de ELISA, seguindo o procedimento descrito pelo fabricante. Previamente, foram extraídas as proteínas solúveis em etanol (40%) através de centrifugação. Como padrão serão utilizadas várias diluições de ω -gliadina fornecidas no kit Ridascreen®.

2.2.2. As Farinhas de Amaranto

A farinha integral de amaranto foi obtida moendo os grãos em moinho de facas (de rolos Brabender, Quadrumat Senior, Duisburg, Alemanha) até a granulometria normal da fase de quebra. Para a obtenção da farinha refinada, os grãos (umidade de 9,16%) foram processados em moinho de rolos Brabender, Quadrumat Senior (Duisburg, Alemanha), sendo que a mistura das frações de quebra e redução gerou a denominada 'farinha refinada' para os biscoitos.

2.2.3. Desenvolvimento do Biscoito Tipo *Cookie*

As formulações foram desenvolvidas por modificação da receita original “Oatmeal Drop Cookies”, descrita no “Mennonite Community Cookbook” (MARY EMMA SHOWALTER, 1969). A farinha de trigo da formulação original dos biscoitos foi substituída pela farinha de amaranto (integral e/ou refinada). Para poder trabalhar sobre intervalos confiáveis e práticos das variáveis escolhidas, realizaram-se antes do ensaio testes preliminares.

2.3.1. Testes Preliminares

Os resultados preliminares (vide anexos com as formulações), permitiram constatar que formulações do *cookie* com farinha integral levaria a produtos com características sensoriais pouco aceitáveis, em relação àquelas obtidas com a farinha refinada. A farinha integral conferia ao produto um aspecto ‘esfarelento’ e um sabor residual mais ‘forte’ (estranho) do que com a farinha refinada. Portanto, ficou evidenciada a necessidade de se incluir os dois tipos de farinha. Os pré-testes foram realizados com respeito às variáveis ‘grau de refino’ e ‘teor de gordura’. A gordura foi testada nos níveis de 90, 80, 70 e 60g.

2.3.2. Metodologia de superfície resposta

A metodologia de superfície de resposta (RSM) é uma técnica de otimização baseada no emprego de planejamento fatorial, introduzida na década de 1950, (BOX e DRAPER, 1987) e, desde então usada com grande sucesso na modelagem de diversos processos industriais.

O procedimento está constituído de duas etapas distintas: modelagem e deslocamento. Essas etapas são repetidas tantas vezes quantas forem necessárias, com o objetivo de atingir uma região de máximos ou mínimos na superfície investigada. A modelagem normalmente é feita ajustando-se modelos lineares ou quadráticos a resultados experimentais obtidos a partir de planejamentos fatoriais. O deslocamento se dá sempre ao longo do caminho de máxima inclinação de um determinado modelo, que é a trajetória na qual a resposta varia de forma mais pronunciada, a trajetória de máxima variação. (BARROS NETO et al.,1995; BASTOS et al.,1991).

Conforme mostra a Tabela 1, as amostras foram formuladas utilizando-se delineamento fatorial 2^2 , com pontos centrais e axiais (Delineamento Composto Central), conforme descrito por KHURI & CORNELL (1987).

Os níveis das variáveis independentes, gordura e farinha, foram codificadas em: i) -1 e $+1$, representando os níveis do planejamento fatorial 2^2 ; ii) 0 (zero), representando o ponto central do planejamento, o qual torna possível a estimativa da falta de ajuste do modelo estatístico linear obtido, bem como do erro puro dos experimentos e; iii) $-\alpha$ e $+\alpha$, representando os pontos axiais, que viabilizaram o estudo de um modelo estatístico quadrático.

Tabela 1. - Tratamentos correspondentes ao delineamento experimental, mostrando os valores reais das variáveis independentes estudadas do biscoito tipo *cookie* formulado em cada tratamento.

Tratamento	Variáveis independentes			
	Codificadas		Descodificadas	
	Gordura	Farinha	Gordura(g)	Farinha(%)
1	-1	-1	47,5	15
2	-1	1	47,5	85
3	1	-1	72,5	15
4	1	1	72,5	85
5	-1.4142	0	30	50
6	1.4142	0	90	50
7	0	-1.4142	60	0
8	0	1.4142	60	100
9	0	0	60	50
10	0	0	60	50
11	0	0	60	50

O número de tratamentos foi determinado pela Equação I,

$$N = F + 2k + n_0 \quad (\text{Equação I})$$

Na Equação I, k corresponde ao número de variáveis independentes ($k = 2$). O valor de F refere-se ao número de tratamentos na porção fatorial que, segundo KHURI & CORNELL (1987), deve ser fixado através da fórmula $F = 2^k$. O valor de n_0 refere-se à

quantidade de replicatas no ponto central, neste caso $n_0 = 3$. Finalmente, N corresponde ao número total de tratamentos do experimento.

Assim, no presente experimento, foi 11 (onze) o número total de experimentos avaliados, dos quais quatro referiram-se à porção fatorial do experimento, quatro referiram-se à porção axial e três replicatas corresponderam ao ponto central, conforme apresentados na Tabela 1.

O valor codificado de $\alpha = (F)^{1/4} = (2^k)^{1/4}$ (Equação II)

Portanto, para esse experimento $\alpha = 1,4142$.

2.4. Técnica para a Formulação e Processamento do Biscoito

As formulações foram desenvolvidas por modificação da formulação “Oatmeal Drop Cookies”, descrita no “Mennonite Community Cookbook” (MARY EMMA SHOWALTER, 1969).

Na primeira etapa, misturaram-se os ingredientes secos: Farinha, fermento e bicarbonato. Na segunda etapa, misturou-se a gordura e o BHT em batedeira (Kitchenaid, USA), em velocidade baixa por 30 segundos. Em seguida, adicionaram-se os açúcares. Bateu-se por 1 minuto em velocidade baixa, até formar uma massa homogênea e macia. Na quarta etapa, acrescentaram-se ovos, leite e baunilha, com misturamento por 1 minuto. Por último, colocou-se a mistura dos ingredientes secos, misturando por 30 segundos, em velocidade baixa, até formar um creme (emulsão). O antioxidante BHT foi adicionado na manteiga, para retardar a oxidação do produto final durante a sua estocagem.

A massa foi dividida em pequenas porções de 12,5g e moldada mecanicamente. Em seguida, os biscoitos foram assados em forno combinado (Engelhard, Landsberg am Lech, Alemanha), utilizando apenas ar quente (aquecimento superior e inferior) durante 15 minutos, na temperatura de 180°C.

Após o assamento, os biscoitos foram resfriados até a temperatura ambiente e acondicionados, sob atmosfera comum, em recipientes hermeticamente fechados.

2.5. Caracterização física dos biscoitos

2.5.1. Procedimento *Cookie Spread*

As análises físicas preliminares dos biscoitos compreenderam os procedimentos descritos no macro método 10-50D, da AACC (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS, 1995), a medição do diâmetro e a espessura. O diâmetro e a espessura foram determinados com paquímetro. Estas análises foram conduzidas com oito biscoitos provenientes de uma mesma fornada amostrados de forma aleatória. O conjunto foi medido três vezes em diferentes posições. Três formas com seis biscoitos cada foram utilizadas para determinação do diâmetro e espessura, assim que os biscoitos atingiram a temperatura ambiente.

2.5.2. Características Texturométricas

Os biscoitos tipo *cookie* elaborados a base de farinha de amaranto foram avaliados no texturômetro TA-XT2 (Texture Analyzer, Stable MicroSystems; Hastemere, England), em dois atributos, a saber: Força de ‘ruptura’, ‘corte’ ou ‘quebra’ e Força de ‘compressão’. O equipamento foi operado pelo programa *Texture Expert* em ambiente Windows Microsoft. O objetivo de se determinar a força de compressão produto foi a de se ter a dureza dos biscoitos por corte.

Para as determinações de textura dos biscoitos, utilizou-se lâmina de aço retangular (“blade Warner Bratzler, reversible”) para cortar o biscoito ao meio, disposto horizontalmente numa plataforma, com o finalidade de se determinar a força de ruptura ou quebra.

Para a determinação da força de compressão, os parâmetros fixados foram os seguintes: velocidade de pré-teste: 3mm/s, velocidade de teste: 2 mm/s, velocidade pós-teste: 10mm/s. O *trigger type* utilizado foi de 20g (para permitir o movimento da amostra), *Data Acquisition Rate* de 200pps e distância de 10mm.

A sonda utilizada foi HDP/BS e o corpo de prova (“probe”) 30mm. Quanto maior o valor obtido (em g), maior a força de compressão do produto.

Para a determinação da força de penetração, os parâmetros fixados foram os mesmos a força de compressão, que a distância para *Data Acquisition* foi de 5mm. A sonda utilizada foi P/2N e o corpo de prova (“probe”) 20mm. Quanto maior o valor obtido (em g), maior a força de compressão do produto. Esses parâmetros foram obtidos no próprio programa do texturômetro (SMS Application Studies).

2.6. Avaliação Sensorial

A estimativa do grau de aceitação de cada formulação com relação a seus atributos aparência, aceitação global, sabor e textura foi realizada através de um teste de aceitação de equipe sensorial, composta por trinta e nove adultos saudáveis, com idades entre 20 e 55 anos. Os provadores foram selecionados em função da disponibilidade e interesse de consumir o biscoito. Inicialmente os provadores foram solicitados a avaliar o quanto gostavam ou desgostavam de cada amostra, usando o Método Afetivo de escala hedônica estruturada mista de nove pontos (1 = 'desgostei extremamente'; 9 = 'gostei extremamente'), como proposto por STONE & SIDEL (1985). As amostras foram avaliadas em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial da FEA, com luz branca.

2.7. Análise Estatística

Os dados foram analisados de forma individual através de ANOVA com duas fontes de variação: a) Formulações e b) Provadores. Teste de médias foram realizadas pelo critério de Tukey. Histogramas de frequência (grau de aceitação × porcentagem de provadores) também foram elaborados.

Por ser um teste realizado em nível laboratorial, com um pequeno número de provadores relacionados apenas pelos critérios de disponibilidade e interesse em participar dos testes, a significância estatística obtida nos testes de aceitação, se limita à discriminação entre as amostras mais aceitas e menos aceitas ou seja, o teste pode ser utilizado para se realizar inferências com relação ao mercado consumidor do produto.

Os resultados dos testes químicos e físicos foram analisados através de análise de variância e teste de Tukey, tomando como padrão o nível de 5% de significância, para comparação das médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 . Teste de Aceitação

3.1.1. Resultados da Aceitação pelo Painel de Consumidores

As médias da aparência, aceitação global, sabor e textura das amostras, obtidas através da escala Hedônica avaliadas neste estudo, são mostradas na Tabela 1.

Em relação à aparência, podemos concluir que:

- A formulação 7 (60g de gordura e 100% de farinha refinada; FR) recebeu média de aceitação 7, correspondendo ao termo Hedônico “gostei moderadamente”. Este tratamento meio apresentou diferença significativa ($p \leq 0.05$) das seguintes formulações, com relação a aparência: 1 (47,5g de gordura, 15% de farinha integral; FI e 85% de FR), 3 (72,5g de gordura, 15% de FI e 85% de FR), 5 (30g de gordura, 50 % de FR e 50% de FI) e 10 (60g de gordura, 50% de FR e 50% FI). A aceitação superior da formulação 7, deve-se ao fato da mesma ter sido elaborada com 100% de farinha refinada, fazendo com que a mesma se apresentasse com aparência mais clara e pouco arenosa ou “esfarelenta”. Entretanto, as formulações anteriormente especificadas foram consideradas igualmente aceitáveis pelas consumidoras.

Tabela 1. Médias do teste de aceitação dos tratamentos correspondentes ao delineamento experimental, obtidas com escala Hedônica de 9 pontos.

Tratamento	Médias do teste de aceitação						
	Escala Hedônica para cada atributo						
	Aparência	Tratam	Aceitação global	Tratam	Sabor	Tratam	Textura
7	7,30 ^a	6	6,7 ^a	6	6,7 ^a	4	6,8 ^a
1	6,6 ^{ab}	3	6,4 ^a	9	6,4 ^a	6	6,7 ^a
3	6,6 ^{ab}	9	6,4 ^a	7	6,1 ^a	3	6,7 ^a
5	6,6 ^{ab}	4	6,3 ^a	4	6,0 ^a	9	6,6 ^a
10	6,5 ^{ab}	7	6,2 ^a	3	5,9 ^a	1	6,5 ^a
4	6,2 ^b	1	6,0 ^a	11	5,9 ^a	2	6,0 ^a
9	6,1 ^b	10	6,0 ^a	10	5,8 ^a	11	5,9 ^a
2	6,0 ^b	11	6,0 ^a	1	5,6 ^b	7	5,8 ^a
11	5,9 ^b	2	5,6 ^b	5	5,5 ^b	10	5,7 ^a
6	5,6 ^b	5	5,1 ^b	2	5,4 ^b	8	4,9 ^b
8	3,7 ^c	8	4,6 ^{bc}	8	4,8 ^b	5	4,2 ^b

- A formulação 8 (60 g de gordura e 100% de FI) recebeu média de aceitação próxima de 4, correspondendo ao termo Hedônico “desgostei ligeiramente”. Este tratamento foi a que apresentou diferença estatística das demais ($p \leq 0.05$) e pior aceitação pelos consumidores.

A aparência desta amostra foi bem elitista das demais segundo os consumidores. Pelos depoimentos destes, podemos observar que à medida que aumentava o conteúdo percentual de farinha integral das formulações, acima de 50%, as amostras ficavam mais escuras e com aspecto arenoso/esfarelento.

Em relação à aceitação global, podemos concluir que:

- As formulações 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10 e 11 meio apresentaram diferença significativa entre si, mostrando uma boa aceitação global pelos consumidores, com médias variando entre aproximadamente 6,0 (gostei ligeiramente) e 7,0 (gostei moderadamente). As formulações 2, 5 e 8 não apresentaram diferença significativa entre si, mostrando médias de aceitação global que variam entre 4,0 (desgostei ligeiramente) e 5,0 (nem gostei/nem desgostei). Essas três últimas formulações foram as que apresentaram menor aceitação global pelos consumidores, devido provavelmente terem sido as amostras formuladas com os menores teores de gordura (30g, 47,5 e 60 g de gordura) e com formulações igual e superiores a 50% da farinha integral.

Em relação à aceitação do sabor, podemos concluir que:

- As formulações 6, 9, 7, 4, 3, 11 e 10 meio mostraram diferença significativa ($p \leq 0.05$) entre si diferenciando-se estatisticamente das demais formulações e apresentaram melhor aceitação pelos consumidores em relação ao atributo sabor. Vale mencionar que, os tratamentos 9,10 e 11 possuem a mesma formulação (60 g de gordura, 50% de FR e 50% de FI) e apresentaram uma mesma resposta em relação ao sabor. As médias de aceitação dessas amostras variaram entre aproximadamente 6,0

(gostei ligeiramente) e 7,0 (gostei moderadamente). Os tratamentos 3 (72,5 g de gordura com 15% FI e 85% FR), 4 (72,5 g de gordura com 85% FI e 15% FR), 6 (90 g de gordura com 50% FR e 50% FI) e 7 (60 g de gordura e 100% FR) possuem composições diferentes mas apresentaram mesmo grau de aceitação em relação ao sabor. Essas amostras continham um maior teor de gordura e foram as que obtiveram maior pontuação na escala hedônica de nove pontos. Embora esta diferença não tenha sido significativa ($p \leq 0.05$) com relação aos tratamentos 9, 10 e 11.

Os tratamentos 1 (47,5g de gordura, 15% FI e 85% FR), 5 (30 g de gordura, 50% FR e 50% FI), 2 (47,5 g de gordura, 85% FI e 15% FR) e 8 (60 g de gordura e 100% de FI) apresentaram uma menor aceitação em relação ao sabor pelos consumidores, provavelmente devido às mesmas terem sido elaboradas com menor percentual de gordura, com exceção do tratamento 8, pois a mesma assou demais e isso explica a mesma ter obtido baixa aceitação em relação ao sabor, apesar da formulação não conter um percentual tão baixo de gordura. Esse grupo de amostras diferiu significativamente do anterior ($p \leq 0.05$)

Com relação ao teste afetivo de textura, podemos concluir que:

- Todos os tratamentos, com relação à textura, apresentaram o mesmo grau de aceitação pelos consumidores, com exceção dos tratamentos 5 e 8. O tratamento 5 (30g de gordura, 50% FR) recebeu média de textura 4,23, correspondendo ao termo Hedônico “desgostei ligeiramente”. Esta baixa aceitação da textura, ocorreu provavelmente devido ao baixo conteúdo de gordura. O tratamento 8 (60g de gordura e 100% FI) também apresentou uma baixa aceitação com relação à textura, mas isso ocorreu não devido ao percentual de gordura e sim à formulação ter assado demais e isto contribuiu para que esta formulação ficasse muito escura e dura.

Tabela 2. Coeficientes de regressão¹, valores t, níveis de significância dos parâmetros, coeficientes de determinação dos modelos completo e ajustado, obtidos a partir da escala Hedônica, referente ao atributo 'Aparência'.

<i>Modelo completo</i>			
Parâmetro	Coeficiente de regressão	t	P²
Média geral (b)	6.17	13.331	0.0000
Gordura (G)	-0.15	-0.54	0.62 ^{ns}
Gordura (G²)	0.10	0.31	0.77 ^{ns}
Farinha (F)	-0.76	-2.69	0.04
Farinha (F²)	-0.20	-0.58	0.59 ^{ns}
Interação (GF)	0.05	0.13	0.91 ^{ns}
Aparência = 6.17 - 0.15 G - 0.76 F + 0.10G ² - 0.20 F ² + 0.05 GF (Equação IV)			
R ² = 0.62		P = 0.0860	
<i>Modelo Ajustado</i>			
Parâmetro	Coeficiente de regressão	t	P²
Média geral (b)	6.10	31.21	0.0001
Farinha (F)	-0.76	-3.32	0.0089
Aparência = 6.10 - 0.76 F (Equação V)			
R ² = 0.55		P = 0.0089	

¹ modelo obtido com variáveis independentes codificadas; ² nível de significância; ns: parâmetro não significativo a $P \leq 0,10$.

A Tabela 2 mostra os resultados das análises de regressão que originaram os modelos preditivos completos ($P \leq 0,05$) da aceitação dos biscoitos (Equação IV), para a escala Hedônica referente ao atributo ‘Aparência’. Conforme pode ser observado nesta Tabela, o atributo aparência teve um coeficiente de determinação (R^2) de 0,62 e níveis de significância do modelo completo igual 0,0860. Esse modelo está explicando 62% da variabilidade das respostas dos consumidores com relação à aparência dos *cookies*. O nível de significância encontrado ($P=0,086$) não foi considerado significativo.

Na escala, o parâmetro linear farinha ($P=0,04$) foi selecionado para permanecer no modelo ajustado, pois foi o único parâmetro que apresentou diferença estatística ($P \leq 0,10$) em relação os demais parâmetros. Enquanto o parâmetro linear e quadrático da gordura, bem como o parâmetro quadrático farinha e interação gordura x farinha foram excluídos do modelo final ajustado.

Vale ainda mencionar que, o ajuste do modelo provocou redução dos níveis do coeficiente de determinação (R^2) e nos níveis de significância (P) do parâmetro linear farinha mantidos na Equação preditiva.

O modelo ajustado apresentou coeficiente de determinação R^2 de 55%. Isso significa que esse modelo está explicando somente 55% da variabilidade das respostas dos consumidores.

A Tabela 3 mostra os resultados das análises de regressão que originaram os modelos preditivos completos ($P \leq 0,05$) da aceitação dos biscoitos (Equação VI), para a escala Hedônica referente ao atributo “aceitação global”.

Tabela 3. Coeficientes de regressão¹, valores t, níveis de significância dos parâmetros, coeficientes de determinação dos modelos completo e ajustado obtidos a partir da escala hedônica, referente ao atributo “Aceitação global”.

<i>Modelo completo</i>			
Parâmetro	Coefficiente de regressão	t	P ²
Média geral (b)	6.09	22.933	0.0000
Gordura (G)	0.42	2.55	0.05
Gordura (G ²)	0.018	0.09	0.93 ^{ns}
Farinha (F)	-0.34	-2.11	0.08
Farinha (F ²)	-0.26	-1.35	0.23 ^{ns}
Interação (GF)	0.075	0.33	0.76 ^{ns}
Aceitação global = 6.09 + 0.42 G - 0.34F + 0.018G ² - 0.34F ² + 0.075 GF (Equação VI)			
R ² = 0.72		P = 0.1846	
<i>Modelo Ajustado</i>			
Parâmetro	Coefficiente de regressão	t	P ²
Média geral (b)	5.92	44.93	0.0001
Gordura (G)	0.42	2.69	0.0277
Farinha (F)	-0.34	-2.22	0.0569
Aceitação global = 5.92 + 0.42G - 0.34 F (Equação VII)			
R ² = 0.60		P = 0.0248	

¹ modelo obtido com variáveis independentes codificadas; ² nível de significância; ns: parâmetro não significativo a $P \leq 0,10$.

Conforme pode ser observado na Tabela 3, para o atributo “aceitação global”, o coeficiente de determinação (R^2) de 0,72 e o nível de significância do modelo completo igual a 0,1846, indicam que o modelo está explicando 72% da variabilidade das respostas dos consumidores com relação ao parâmetro. O nível de significância encontrado ($P=0,1846$) não foi significativo.

Do modelo, os parâmetros lineares farinha ($P=0,08$) e gordura ($P=0,05$) foram selecionados para permanecer no modelo ajustado, pois foram os parâmetros que apresentaram probabilidade estatística $P \leq 0,10$, em relação os demais parâmetros. Os parâmetros quadrático da gordura e farinha, bem como a interação “gordura × farinha” foram excluídos do modelo final ajustado.

Vale ainda mencionar que o ajuste do modelo provocou redução dos níveis de significância (R^2) e nos níveis de significância (P) dos parâmetros lineares farinha e gordura, mantidos na equação preditiva.

O modelo ajustado apresentou coeficiente de determinação R^2 de 60%, o explica somente 60% da variabilidade das respostas dos consumidores porém é adequado para prever a aceitação global dos *cookies* de amaranto.

Tabela 4. Coeficientes de regressão¹, valores t, níveis de significância dos parâmetros, coeficientes de determinação dos modelos completo e ajustado obtidos a partir da escala hedônica, referente ao atributo “sabor”.

<i>Modelo completo</i>			
Parâmetro	Coeficiente de regressão	t	P^2
Média geral (<i>b</i>)	5.99	26.783	0.0000
Gordura (G)	0.32	2.35	0.07
Gordura (G^2)	0.03	0.21	0.85 ^{ns}
Farinha (F)	-0.25	-1.83	0.13 ^{ns}
Farinha (F^2)	-0.28	-1.73	0.15 ^{ns}
Interação (GF)	0.07	0.35	0.74 ^{ns}
Sabor = 5.99 - 0.32G - 0.25F + 0.03G ² - 0.28F ² + 0.07GF (Equação VIII)			
$R^2 = 0.71$		P = 0.3746	
<i>Modelo Ajustado</i>			
Parâmetro	Coeficiente de regressão	t	P^2
Média geral (<i>b</i>)	5.82	43.11	0.0001
Gordura (G)	0.32	2.03	0.0724
Sabor = 5.82 + 0.32 G (Equação IX)			
$R^2 = 0.32$		P = 0.0724	

¹ modelo obtido com variáveis independentes codificadas; ² nível de significância; ns: parâmetro não significativo a $P \leq 0,10$.

A Tabela 4 mostra os resultados das análises de regressão que originaram os modelos preditivos completos ($P \leq 0,05$) da aceitação dos biscoitos tipo “*cookie*” (Equação VIII) para a escala hedônica referente ao atributo “sabor”.

Conforme pode ser observado nessa Tabela, o atributo “sabor” mostrou um coeficiente de determinação (R^2) de 0,71 e níveis de significância do modelo completo igual a 0,3746. O nível de probabilidade encontrado ($P=0,374$) não foi significativo.

Na escala, o parâmetro linear “gordura” ($P= 0,07$) foi selecionado para permanecer no modelo ajustado, pois foi o único parâmetro que apresentou diferença estatística ($P \leq 0,10$) em relação os demais parâmetros. Enquanto aos parâmetros quadráticos da “gordura” e “farinha”, o parâmetro linear “farinha”, bem como a interação “gordura \times farinha”, eles todos foram excluídos do modelo final ajustado.

O modelo ajustado apresentou coeficiente de determinação R^2 (32%). Tendo em vista que o R^2 foi muito baixo, esse modelo está explicando somente 32% da variabilidade encontrada entre respostas dos consumidores e indica que o modelo não está explicando muito a variabilidade das respostas dos consumidores, não sendo um bom modelo preditivo da aceitação dos biscoitos tipo “*cookie*”, com relação ao sabor.

A Tabela 5 mostra os resultados das análises de regressão que originaram os modelos preditivos completos ($P \leq 0,05$) da aceitação dos biscoitos (Equação X), para a escala Hedônica referente ao atributo “textura”. Conforme pode ser observado, o coeficiente de determinação de 0,43, com nível de probabilidade 0,1827, indica que o modelo completo está explicando 43% da variabilidade das respostas com relação à textura e não foi significativo.

Tabela 5. Coeficientes de regressão¹, valores t, níveis de significância dos parâmetros, coeficientes de determinação dos modelos completo e ajustado obtidos a partir da escala hedônica, referente ao atributo “textura”.

<i>Modelo completo</i>			
Parâmetro	Coeficiente de regressão	t	P²
Média geral (b)	6.04	12.109	0.0001
Gordura (G)	0.56	1.82	0.13 ^{ns}
Gordura (G²)	-0.013	-0.03	0.97 ^{ns}
Farinha (F)	-0.187	-0.6	0.57 ^{ns}
Farinha (F²)	-0.07	-0.19	0.85 ^{ns}
Interação (GF)	0.15	0.35	0.74 ^{ns}
Sabor = 6.04 + 0.56G - 0.187F - 0.013G ² - 0.07F ² + 0.15GF (Equação X)			
R ² = 0.43		P = 0.1827	

¹ modelo obtido com variáveis independentes codificadas; ² nível de significância; ns: parâmetro não significativo a $P \leq 0,10$.

Na escala, os parâmetros lineares gordura ($P=0,13$) e farinha ($P=0,57$), os parâmetros quadráticos da gordura ($P= 0,97$) e farinha ($P=0,85$) e a interação “gordura” × “farinha” ($P=0,74$) não apresentaram diferença estatística ($P>0,10$). Logo, não foi possível realizar ajuste do modelo.

Podemos concluir em relação ao atributo “textura”, que os ingredientes (gordura e farinha) não interferiram na textura dos biscoitos. Nos níveis de gordura com os quais foi trabalhado não foi possível a percepção dos diferentes percentuais de gordura das formulações. Sugere-se que isso tenha ocorrido devido ao menor impacto que a textura exerce, em relação ao atributo “sabor” e à possibilidade de que os teores mais baixos de gordura já eram suficientes para causar seu devido impacto na textura.

A visualização gráfica das observações feitas acima, com respeito aos parâmetros sensoriais de aparência, aceitação global e sabor, aparecem nas Figuras 10 a 12.

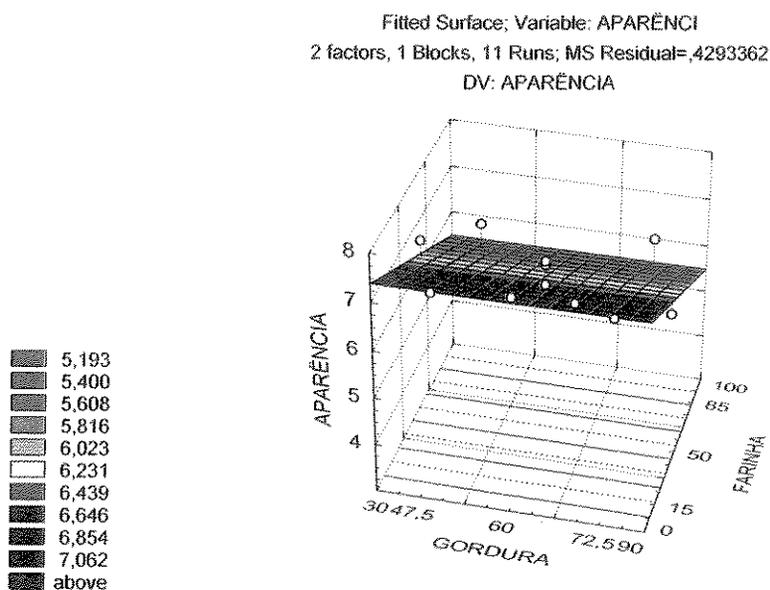
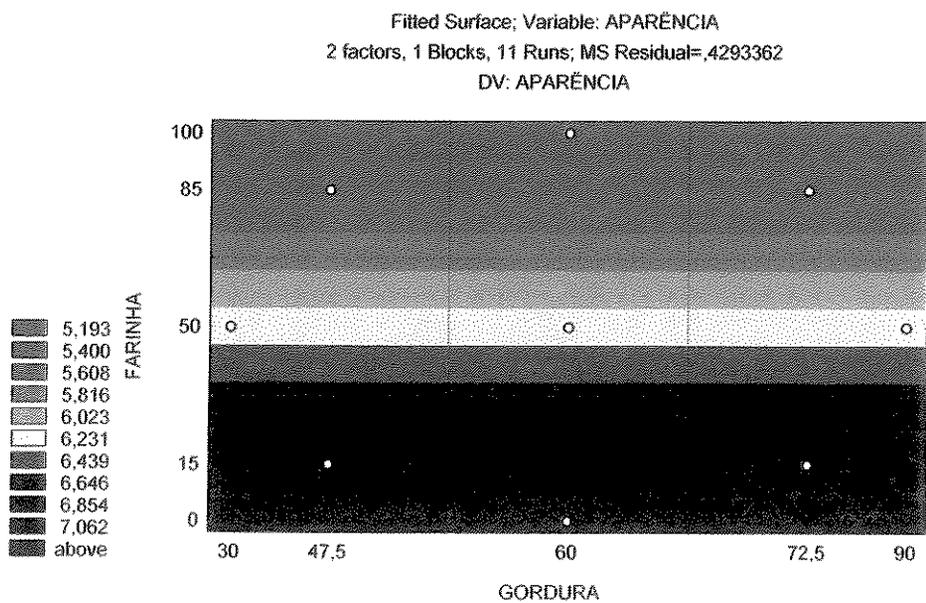


Figura 10. - Superfície de resposta gerada do modelo codificado, ajustado, referente ao atributo aparência.

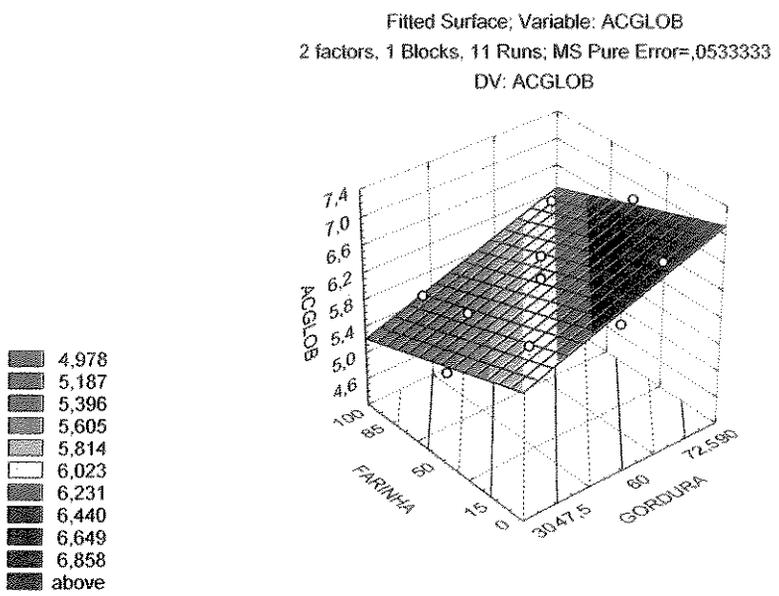
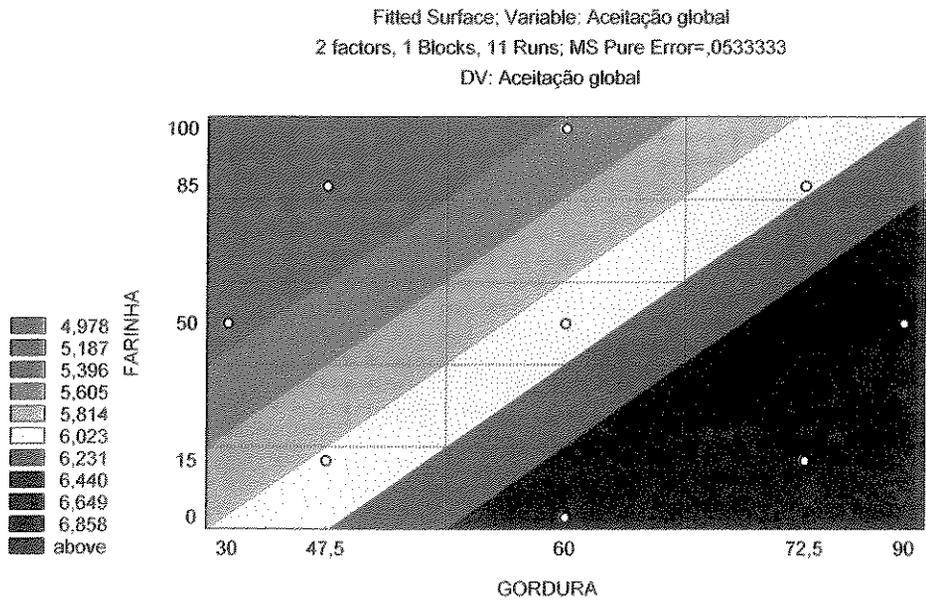


Figura 11. - Superfície de resposta gerada do modelo codificado, ajustado, referente ao atributo aceitação global.

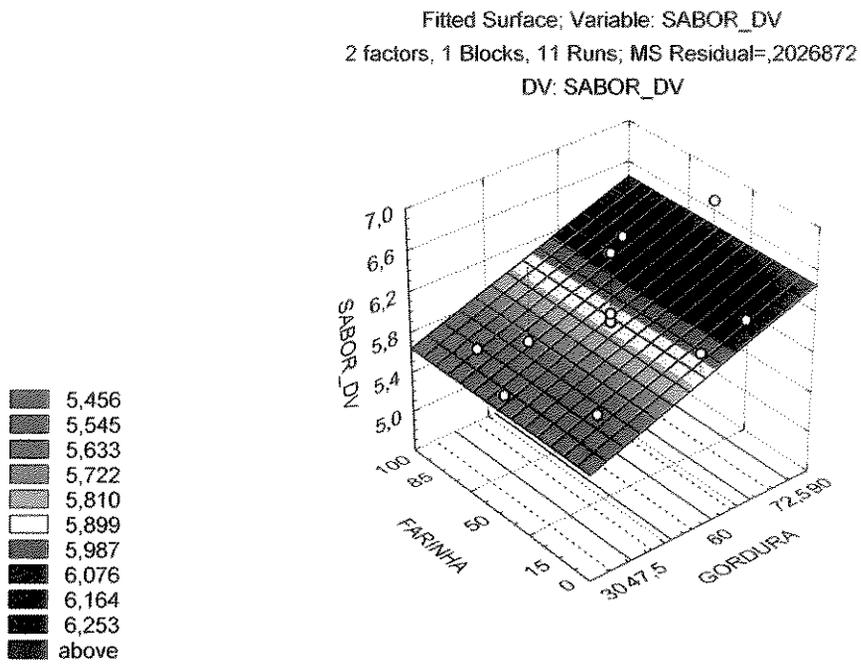
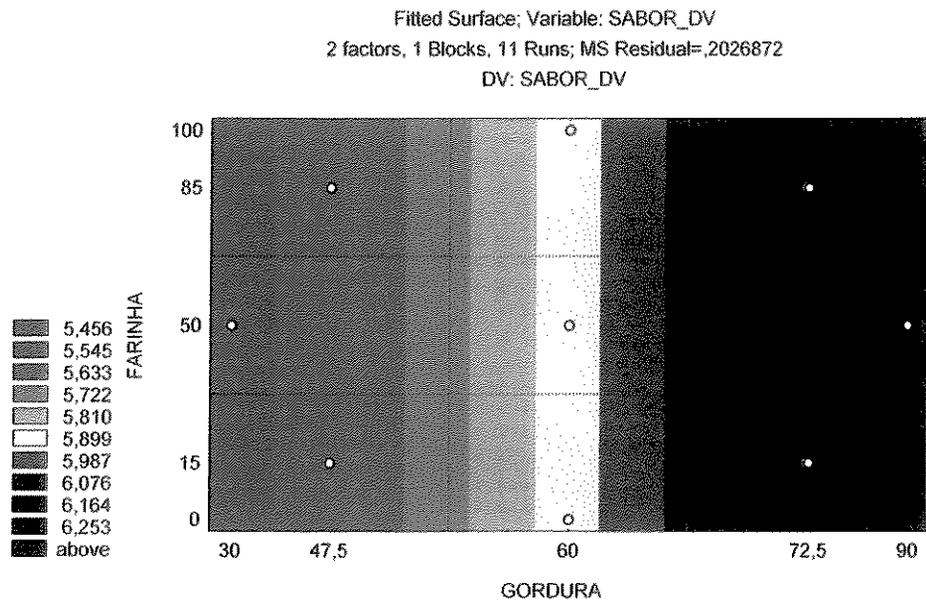


Figura 12. - Superfície de resposta gerada do modelo codificado, ajustado, referente ao atributo sabor.

Através da Figura 10, observou-se que o modelo preditivo gerado através da escala Hedônica indicou que a região de otimização da aceitação do biscoito, referente ao atributo ‘aparência’, situou-se entre 15 e 50% para o componente farinha, enquanto que para gordura foi não-significativo. As médias de aceitação foram, respectivamente 7,062 –entre os termos “gostei moderadamente” e 6,231 -“gostei ligeiramente” para farinha.

Através da Figura 11, observou-se que o modelo preditivo, gerado através da escala Hedônica indicou que a região de otimização da aceitação do biscoito de amaranto, referente ao atributo ‘aceitação global’, situou-se entre 0 e 15% para os componentes farinha e gordura (acima de 60g). As médias de aceitação foram, respectivamente 5,814 – “nem gostei/nem desgostei”, para a formulação com 0 a 15% de farinha integral. Já para as formulações com 72,5g e 90g de gordura. os valores de 6,649 e 6,858 -“gostei ligeiramente” foram obtidos, respectivamente.

Assim como observado anteriormente, para o atributo aceitação, os tratamentos que continham maior percentual de farinha integral nas formulações (85 % e 100% de farinha integral), foram os que também apresentaram menor grau de aceitação global. Logo, quanto maior o percentual de farinha integral nas formulações, menor foi a aceitação global, possivelmente devido ao aspecto esfarelento que os “farelos” conferem ao produto. As médias de aceitação global foram, respectivamente, 5,187 e 4,978 -“nem gostei/nem desgostei”, para as formulações com 85 e 100% de farinha integral.

Através da Figura 12, observou-se que o modelo preditivo gerado através da escala Hedônica indicou que a região de otimização da aceitação do biscoito, referente ao atributo ‘sabor’ situou-se entre os valores 60 e 72,5g para gordura. As médias de aceitação foram, respectivamente 5,899 e 6,253 –“gostei ligeiramente”, para as formulação com 60 e 72,5g de gordura.

Os diferentes percentuais de farinha refinada e integral nas formulações não interferiu e/ ou influenciou no atributo sabor. Normalmente num produto alimentício, o ingrediente gordura é mais sensível ou perceptível pelos provadores do que em relação ao ingrediente farinha. Confirma-se que, o componente gordura tem um impacto muito maior sobre o sabor, do que a farinha. Com relação o perfil de sabor do amaranto, foi afirmado que é suave, como sabor de nozes, ligeiramente doce, com características de gordura

mínima do grão. Os perfis de sabor do amaranto induzem respostas muito aceitáveis aos produtos processados por parte do consumidor, garantindo aos mesmos um mercado futuro.

Em geral, podemos concluir que fica difícil estabelecer uma única formulação como a melhor, levando em consideração os 4 atributos da análise sensorial avaliados (Aparência, Aceitação global, sabor e textura). Pelos resultados, podemos certificar que as formulações que obtiveram melhor aceitação, foram as elaboradas com maiores percentuais de gordura ($\geq 60\text{g}$) e menor teor de farinha integral de amaranto ($\leq 15\%$). Logo, teríamos a melhor formulação elaborando o biscoito com 100% de farinha refinada de amaranto e 90 g de gordura.

As formulações (2, 5, 6 e 8), não apresentaram uma boa aceitação.

3.2. Textura dos *cookies*

As análises texturométricas das onze formulações de biscoitos do experimento foram realizadas com o intuito de verificar se haveria relação entre a textura relatada pelos provadores e a encontrada por uma medida física. Pelos resultados (Tabela 6), podemos observar que houve pouca diferença entre os valores de dureza (parâmetro ‘quebra’ ou ‘corte’) encontrados, especialmente quando os intervalos de percentual de gordura comparados eram pequenos. Por estas observações constatamos que, mesmo a diferença entre a formulação 5 (o menor teor de gordura, 30g) e a formulação 6, (a mais dura e com maior teor de gordura, 90g), a diferença na textura/dureza não foi notada pelos provadores. Isso poderia ser explicado pelo fato de o atributo textura ser menos sensível do que o atributo sabor.

Ainda com relação à Tabela 6, a formulação 8 apresentou nível de dureza menor do que a formulação 7, o que não deveria ocorrer, já que as duas possuíam o mesmo nível de gordura. Entretanto, a diferença aqui deveria ser explicada pela diferença nas farinhas: enquanto a F8 continha 100% farinha integral, a F7 continha 100% de farinha refinada. Esta observação coincide com aquela de que a farinha integral confere aspecto “esfarelento” ao *cookie*. De toda forma, podemos concluir, que a F6, contendo o maior teor de gordura e o maior teor de farinha refinada, foi a que apresentou melhor textura.

Tabela 6. Médias da avaliação objetiva da textura nas formulações de biscoitos tipo “*cookie*”, referentes à quebra ou ruptura da estrutura

Formulações	Força (g)	Distancia (mm)
	Média ± DP	Média ± DP
F1	12992 ± 761	4,99 ± 0,65
F2	11328 ± 660	3,41 ± 0,76
F3	10937 ± 1439	3,95 ± 0,83
F4	10108 ± 1601	3,33 ± 0,41
F5	10536 ± 1313	6,60 ± 0,78
F6	4445 ± 919	2,49 ± 0,48
F7	10638 ± 4947	2,72 ± 1,01
F8	4403 ± 1379	2,42 ± 1,18
F9	12254 ± 1940	3,64 ± 0,59
F10	6858 ± 1516	2,52 ± 1,11
F11	9050 ± 1759	2,79 ± 0,44

Valores representam médias de oito amostras

Discussão análoga pode ser feita com respeito às forças de compressão mostradas na Tabela 7.

Tabela 7. Dados da avaliação da textura nas formulações dos biscoitos tipo “*cookie*”, referente à compressão.

Formulações	Força (g)	Distancia (mm)
	Média ± DP	Média ± DP
F1	625 ± 184,97	3,56 ± 1,37
F2	491 ± 149,65	3,09 ± 1,46
F3	506 ± 154,58	3,71 ± 1,21
F4	513 ± 172,95	3,72 ± 1,17
F5	417 ± 145,28	3,52 ± 1,45
F6	297 ± 80,96	2,28 ± 1,72
F7	603 ± 225,63	3,81 ± 1,13
F8	547 ± 224,13	2,86 ± 1,39
F9	594 ± 142,98	3,32 ± 1,17
F10	563 ± 164,91	3,64 ± 1,13
F11	559 ± 258,03	3,72 ± 1,48

Valores representam médias de oito amostras

4. CONCLUSÕES

A obtenção de novos produtos de panificação diversifica o setor produtor e beneficia o consumidor. A recente introdução do grão de amaranto como cultura de boas perspectivas na recuperação das terras semi-áridas do Cerrado brasileiro cria novas possibilidades na agricultura, mas é preciso disponibilizar técnicas que promovam a sua utilização da nova semente no nível industrial e, inclusive, catalisar o consumo de produtos industrializados. As propriedades nutricionais pouco comuns do amaranto são desejáveis devido também a o fato de que produtos especiais, isentos de glúten, são necessários para o grupo de consumidores celíacos, que comumente se encontram em condições nutricionais debilitadas.

Os resultados deste trabalho, mostram que biscoitos tipo *cookie* podem ser elaborados, os quais contariam com uma aceitação razoável pelo consumidor brasileiro.

Foi concluído ainda que:

- A preferência do consumidor se inclina pelo uso da farinha refinada.
- As formulações melhor aceitas pelo consumidor normal deveriam possuir o valor máximo de gordura da formulação original.
- Os resultados obtidos dos poucos celíacos que experimentaram o produto mostraram aprovação do biscoito de amaranto, objetando apenas quanto ao alto teor de açúcar da formulação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 9º ed., Saint Paul: AACC, 1995.1 v.(paginação irregular).
2. BARROS NETO, B., SPACINO SCARMINIO, I., EDWARD BRUNS, R.- Planejamento e Otimização de Experimentos. Campinas: Ed. Unicamp 1995, 299p.
3. BASTOS, D.H.M., DOMENCH, C.H.L., ARÊAS, J. A .G- Optimization of extrusion – cooking of lung proteins by MSR int. J. Food Sci. Technol., MYSORE, v.26, p.403-408,1991.
4. BOX,G.E.P., DRAPER.N.R.- Empirical model-building and response surface. New York: Wiley, 1987, 669p.
5. CANNELL,S.MC.,Complete Book of Baking. Better Homes and Gardens®Books. An Imprint of Meredith® Books,1995.
6. CAPERUTO, L.C.; AMAYA-FARFAN J, CELINA RO CAMARGO, Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in manufacture of gluten-free spaghetti). **Jounal of Science of Food and Agriculture** v.81, p.95-101, 2001.
7. DIETERICH W., EHNIS, T.; BAUER, M.; DONNER, P.; VOLTA, U; RIECKEN , E.O.; SCHUPPAN, D. Identification of tissue transglutaminase as the autoantigen of celiac disease. *Nature Med.* v. 3, p.797-801, 1997.

8. KHURI, A.I.; CORNELL, J.A. **Response Surface: Designs and Analyses**. Series: Statistics Textbooks and Monographs, v. 152, D.B. Eds. Owen & W.R. Schucany, Marcel Dekker, Inc, New York, p.510,1987.
9. PYLER, E. J., Baking Science & Technology, v.II, p. 994-1002, 1973.
10. SÁNCHEZ-MARROQUÍN, A Dos cultivos olvidados de importancia agroindustrial; el amaranto y la quinoa. Archivos Latinoamericanos de Nutricion, Guatemala City, 23(1): 11-32,1983.
11. STONE, H.,SIDEL, J.L., 1985. Affective testing. In:sensory avaluation practives, p. 227-252. Academic Press, Florida, USA.
12. TOSI, E. A., CIAPPINI, M.C. e MASCIARELLI, R. Utilización de La Harina Integral de Amaranto (*Amaranthus Cruentus*) en la Fabricación de Galletas para Celíacos. Alimentaria, Enero-Febrero, p. 49, 1996.

ANEXO I

FICHA DO TESTE DE ACEITAÇÃO APLICADO

Nome: -----

Sexo:-----

Naturalidade (cidade/estado):-----

Idade: -----

Telefone: -----

e-mail: -----

1-Avalie de **APARÊNCIA** as amostras de *cookie* e indique na escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra.

- 9 - Adorei
- 8 - Gostei muito
- 7 - Gostei moderadamente
- 6 - Gostei ligeiramente
- 5 - Nem gostei/nem desgostei
- 4 - Desgostei ligeiramente
- 3 -Desgostei moderadamente
- 2 - Desgostei muito
- 1 - Detestei

2- Por favor, **PROVE** esta amostra de *cookie* e indique na escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou da amostra **DE UM MODO GERAL**

- 9 - Adorei
- 8 - Gostei muito
- 7 - Gostei moderadamente
- 6 - Gostei ligeiramente
- 5 - Nem gostei/nem desgostei
- 4 - Desgostei ligeiramente
- 3 -Desgostei moderadamente
- 2 - Desgostei muito
- 1 - Detestei

3 -Descreva o que você mais gostou e menos desgostou no *cookie* **DE UM MODO GERAL**

Mais gostei :-----

Menos gostei : -----

4 -**Prove** novamente a amostra e usando a escala acima indique o quanto você gostou ou desgostou do **SABOR** e da **TEXTURA** da amostra.

Valor

SABOR: -----

TEXTURA: -----

5 – Avalie nas escalas abaixo o quanto ideal se encontra a **DOÇURA** e a **DUREZA** dos *cookies*.

A DOÇURA da amostra está :

A DUREZA da amostra está:

+3 Muito mais doce que o ideal
+2 Moderadamente mais doce que o ideal
+1 Ligeiramente mais doce que o ideal
0 Ideal
-1 Ligeiramente menos doce que o ideal
-2 Moderadamente menos doce que o ideal
-3 Muito menos doce que o ideal

+ 3 Muito mais dura que o ideal
+2 Moderadamente mais dura que o ideal
+1 Ligeiramente mais dura que o ideal
0 Ideal
-1 Ligeiramente menos dura que o ideal
-2 Moderadamente menos dura que o ideal
-3 Muito menos dura que o ideal

6-Descreva o que você mais gostou e menos gostou no **SABOR** e **TEXTURA** da amostra

MAIS GOSTEI

MENOS GOSTEI

SABOR -----

SABOR -----

TEXTURA -----

TEXTURA -----

TESTES PRELIMINARES (ANEXO II)

Receita do cookie de *Amaranthus cruentus* 1

Ingredientes:

1 copo de farinha integral ou refinada de Amarantho (150g) - 32,21%
1 tablete de manteiga (90g) - 19,33%
1/3 copo de açúcar mascavo (62g) - 13,32%
1/2 copo de açúcar refinado (90g) - 19,33%
1 ovo (55g) - 11,81%
1 colher de sopa cheia de leite (7ml) ----- (0,000007g)
1 colher de sopa cheia de baunilha (5ml) ----- (0,000005g)
1 colher de café nivelada de fermento químico (1,6g) - 0,34%
1 colher de café cheia de bicarbonato de sódio (1,0g) - 0,21%
1 colher de sopa de leite de côco (16g) (opcional) - 3,44%
0,1 % de BHT na manteiga - (0,09 g) - 0,019%

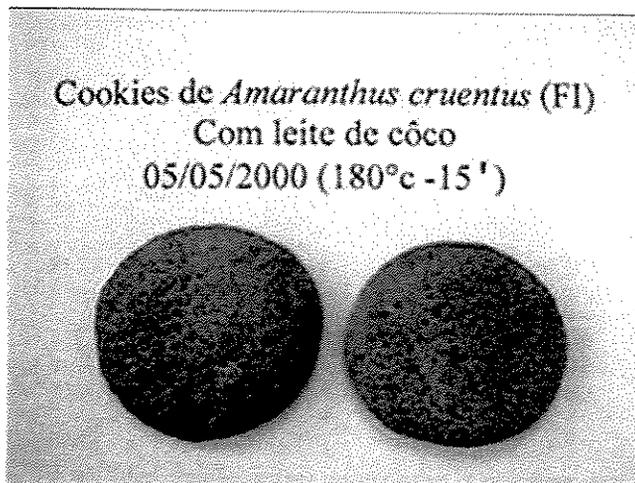
Peso de todos ingredientes (com leite de côco): 465,690012g

Forno combinado.

Temperatura de assamento: 180°C

Tempo de assamento: 15'

Peso do cookie não assado: 12,50g a 13g



Receita do cookie de *Amaranthus cruentus* 2

Ingredientes:

1 copo de farinha integral ou refinada de Amarantho (150g) - 33,36%
1 tablete de manteiga (90g) - 20,01%
1/3 copo de açúcar mascavo (62g) - 13,79%
1/2 copo de açúcar refinado (90g) - 20,01%
1 ovo (55g) - 12,23%
1 colher de sopa cheia de leite (7ml) ----- (0,000007g) - 0,000001556%
1 colher de sopa cheia de baunilha (5ml) ----- (0,000005g) - 0,000001111%
1 colher de café nivelada de fermento químico (1,6g) - 0,36%
1 colher de café cheia de bicarbonato de sódio (1,0g) - 0,22%
0,1 % de BHT na manteiga - (0,09 g) - 0,02%

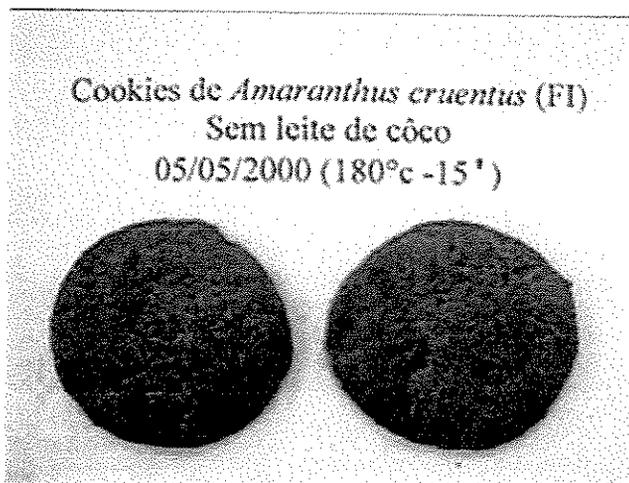
Peso de todos ingredientes (sem leite de côco): 465,690012g - 16g = 449,690012g

Forno combinado.

Temperatura de assamento: 180°C

Tempo de assamento: 15'

Peso do cookie não assado: 12,50g a 13g



23/05/99

Receita do cookie de *Amaranthus cruentus* (Var.japônica) 3:

Formulação nº02

Ingredientes:

1 copo de farinha refinada de Amarantho (150g) – 35,74 %

1 tablete de manteiga s/sal (60g) – 14,29 %

1/3 copo de açúcar mascavo (62g) – 14,77 %

1/2 copo de açúcar refinado (90g) – 21,44 %

1 ovo (55g) – 13,10%

1 colher de sopa cheia de leite (7ml) ----- (0,000007g)

1 colher de sopa cheia de baunilha (5ml) ----- (0,000005g)

1 colher de café nivelada de fermento químico (1,6g) – 0,38 %

1 colher de café cheia de bicarbonato de sódio (1,0g) – 0,24 %

0,1 % de BHT na manteiga - (0,06 g) – 0,014 %

Peso de todos ingredientes: 419,66 g

Modo de preparo:

Etapa 1: Misturar a farinha, fermento em pó e bicarbonato de sódio

Etapa 2: Bate-se a manteiga com BHT em batedeira elétrica na velocidade lenta por 30 segundos.

Etapa 3: Logo em seguida, adiciona-se os açúcares. Deixa-se batendo por 1 minuto em velocidade lenta, até formar uma massa homogênea e fofo.

Etapa 4: Adicione ovos, leite e baunilha por 1 minuto.

Etapa 5: Por último, coloca-se os ingredientes secos (item nº 1) e deixe misturar por 30 segundos, em velocidade lenta.

Forno combinado.

Temperatura de assamento: 180°C

Tempo de assamento: 15'

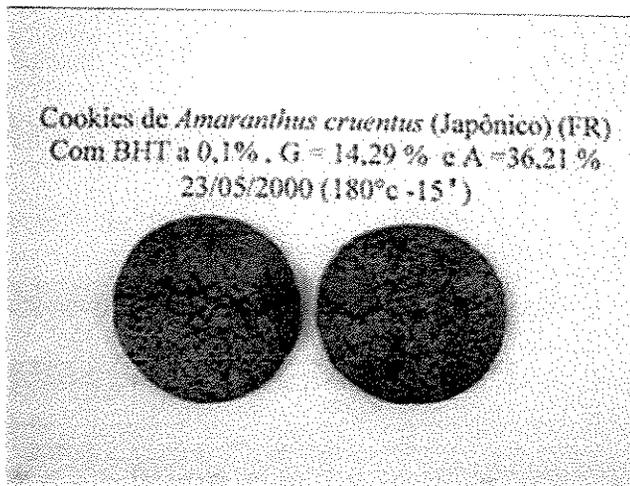
Peso do cookie não assado: 12,50g

OBS 1: Quando, diminuí um pouco o % de GORDURA na preparação, indiretamente aumentamos o % de AÇÚCAR, mesmo não alterando o conteúdo deste.

OBS 2: Maior crocância nas laterais. O centro continua macio. Sabor doce acentuado; mas sem resíduo. Cor mais acentuada.

OBS 3: A formulação 02 (60 g de manteiga- farinha refinada) ficou mais crocante do que a formulação 01 (70g de manteiga – farinha refinada), logo o menor percentual de gordura,

melhorou a textura (crocancia) dos *cookies*. Os *cookies* apresentaram um sabor residual muito pouco acentuado.



23/05/99

Receita do cookie de *Amaranthus cruentus* (Var.japônica) 3:
Formulação n°04

Ingredientes:

1 copo de farinha integral de Amarantho (150g) – 35,74 %
1 tablete de manteiga s/sal (60g) – 14,29 %
1/3 copo de açúcar mascavo (62g) – 14,77 %
1/2 copo de açúcar refinado (90g) – 21,44 %
1 ovo (55g) – 13,10%
1 colher de sopa cheia de leite (7ml) ----- (0,000007g)
1 colher de sopa cheia de baunilha (5ml) ----- (0,000005g)
1 colher de café nivelada de fermento químico (1,6g) – 0,38 %
1 colher de café cheia de bicarbonato de sódio (1,0g) – 0,24 %
0,1 % de BHT na manteiga - (0,06 g) – 0,014 %

Peso de todos ingredientes: 419,66 g

Modo de preparo:

Etapa 1: Misturar a farinha, fermento em pó e bicarbonato de sódio

Etapa 2: Bate-se a manteiga com BHT em batedeira elétrica na velocidade lenta por 30 segundos.

Etapa 3: Logo em seguida, adiciona-se os açúcares. Deixa-se batendo por 1 minuto em velocidade lenta, até formar uma massa homogênea e fofa.

Etapa 4: Adicione ovos, leite e baunilha por 1 minuto.

Etapa 5: Por último, coloca-se os ingredientes secos (item n° 1) e deixe misturar por 30 segundos, em velocidade lenta.

Forno combinado.

Temperatura de assamento: 180°c

Tempo de assamento: 15'

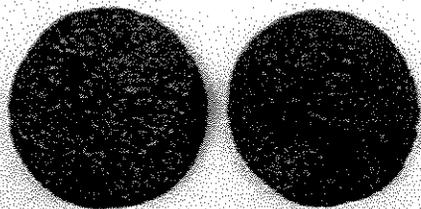
Peso do cookie não assado: 12,50g

OBS 1: Quando, diminuimos um pouco o % de GORDURA na preparação, indiretamente aumentamos o % de AÇÚCAR, mesmo não alterando o conteúdo deste.

OBS 2: Ponto central do *cookie* macio, e as bordas crocantes. Presença de sabor residual. Sabor doce acentuado. Houve achatamento do biscoito durante o assamento, com homogeneidade entre os biscoitos. Não houve rachaduras na superfície.

OBS 3: Nessa receita o bicarbonato e o fermento foram peneirados.

Cookies de *Amaranthus cruentus* (Japônico) (F1)
Com BHT a 0,1%, G = 14,29 % e A = 36,21 %
23/05/2000 (180°C - 15')



23/05/99

Receita do cookie de *Amaranthus cruentus* (Var.japônica) 4:

Formulação nº 01

Ingredientes:

1 copo de farinha refinada de Amarantho (150g) – 34,91%
1 tablete de manteiga s/sal (70g) – 16,29 %
1/3 copo de açúcar mascavo (62g) – 14,43 %
1/2 copo de açúcar refinado (90g) – 20,95 %
1 ovo (55g) – 12,79 %
1 colher de sopa cheia de leite (7ml) ----- (0,000007g)
1 colher de sopa cheia de baunilha (5ml) ----- (0,000005g)
1 colher de café nivelada de fermento químico (1,6g) – 0,37 %
1 colher de café cheia de bicarbonato de sódio (1,0g) – 0,23 %
0,1 % de BHT na manteiga - (0,07g) – 0,016 %

Peso de todos ingredientes: 429,67 g

Modo de preparo:

Etapa 1: Misturar a farinha, fermento em pó e bicarbonato de sódio

Etapa 2: Bate-se a manteiga com BHT em batedeira elétrica na velocidade lenta por 30 segundos.

Etapa 3: Logo em seguida, adiciona-se os açúcares. Deixa-se batendo por 1 minuto em velocidade lenta, até formar uma massa homogênea e fofa.

Etapa 4: Adicione ovos, leite e baunilha por 1 minuto.

Etapa 5: Por último, coloca-se os ingredientes secos (item nº 1) e deixe misturar por 30 segundos, em velocidade lenta.

Forno combinado.

Temperatura de assamento: 180°C

Tempo de assamento: 15'

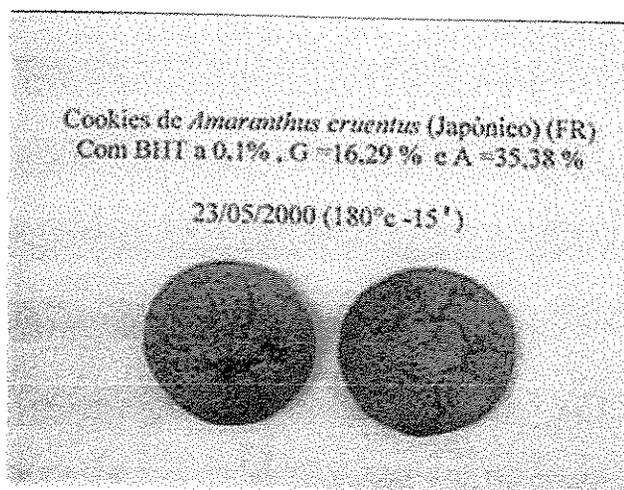
Peso do cookie não assado: 12,50g

OBS 1: Quando, diminuimos um pouco o % de GORDURA na preparação, indiretamente aumentamos o % de AÇÚCAR, mesmo não alterando o conteúdo deste.

OBS 2: Os cookies apresentaram consistência macia, logo necessitando de mais crocância. Em relação ao sabor este não apresentou gosto residual; doce demais.

Os *cookies* cresceram bem; manteve formato de *cookie*. A aparência ficou melhor do que a experiência passada. Presença de rachaduras, características de *cookie*. Nas laterais há crocância, mas o centro permanece macio. Presença de grânulos de bicarbonato ou fermento em pó nos *cookies*, deixando alguns com sabor forte. Observar se os passados na peneira acontece o mesmo.

A espessura e o diâmetro dos *cookies* ficaram homogêneos, não houve *cookies* achatados.



23/05/99

Receita do cookie de *Amaranthus cruentus* (Var.japônica) 4:

Formulação n° 03

Ingredientes:

1 copo de farinha integral de Amarantho (150g) – 34,91%

1 tablete de manteiga s/sal (70g) – 16,29 %

1/3 copo de açúcar mascavo (62g) – 14,43 %

1/2 copo de açúcar refinado (90g) – 20,95 %

1 ovo (55g) – 12,79 %

1 colher de sopa cheia de leite (7ml) ----- (0,000007g)

1 colher de sopa cheia de baunilha (5ml) ----- (0,000005g)

1 colher de café nivelada de fermento químico (1,6g) – 0,37 %

1 colher de café cheia de bicarbonato de sódio (1,0g) – 0,23 %

0,1 % de BHT na manteiga - (0,07g) – 0,016 %

Peso de todos ingredientes: 429,67 g

Modo de preparo:

Etapa 1: Misturar a farinha, fermento em pó e bicarbonato de sódio

Etapa 2: Bate-se a manteiga com BHT em batedeira elétrica na velocidade lenta pôr 30 segundos.

Etapa 3: Logo em seguida, adiciona-se os açúcares. Deixa-se batendo por 1 minuto em velocidade lenta, até formar uma massa homogênea e fofa.

Etapa 4: Adicione ovos, leite e baunilha por 1 minuto.

Etapa 5: Por último, coloca-se os ingredientes secos (item n° 1) e deixe misturar por 30 segundos, em velocidade lenta.

Forno combinado.

Temperatura de assamento: 180°c

Tempo de assamento: 15'

Peso do cookie não assado: 12,50g

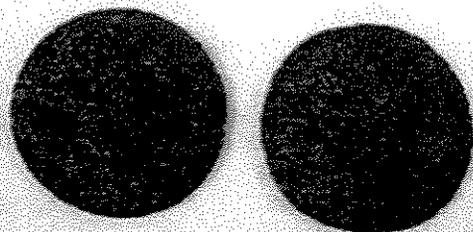
OBS 1: Quando, diminuimos um pouco o % de GORDURA na preparação, indiretamente aumentamos o % de AÇÚCAR, mesmo não alterando o conteúdo deste.

OBS 2: Maior crocancia; com apenas o centro macio. Houve achatamento dos *cookies*, em espessura e diâmetro. Sabor doce acentuado.

OBS 3: Nessa receita o bicarbonato e o fermento foram peneirados.

Cookies de *Amaranthus cruentus* (Japônico) (F1)
Com BHT a 0,1% . G = 16,29 % e A = 35,38 %

23/05/2000 (180°C -15')



30/05/99

Receita do cookie de *Amaranthus cruentus* (Var.japônica) 5:

Formulação nº 05

Ingredientes:

1 copo de farinha refinada de Amarantho (150g) – 34,12 %

1 tablete de manteiga s/sal (80g) – 18,20 %

1/3 copo de açúcar mascavo (62g) – 14,10 %

1/2 copo de açúcar refinado (90g) – 20,47 %

1 ovo (55g) – 12,51%

1 colher de sopa cheia de leite (7ml) ----- (0,000007g)

1 colher de sopa cheia de baunilha (5ml) ----- (0,000005g)

1 colher de café nivelada de fermento químico (1,6g) – 0,36 %

1 colher de café cheia de bicarbonato de sódio (1,0g) – 0,23 %

0,1 % de BHT na manteiga - (0,08g) – 0,018 %

Peso de todos ingredientes: 439,68 g

Modo de preparo:

Etapa 1: Misturar a farinha, fermento em pó e bicarbonato de sódio

Etapa 2: Bate-se a manteiga com BHT em batedeira elétrica na velocidade lenta por 30 segundos.

Etapa 3: Logo em seguida, adiciona-se os açúcares. Deixa-se batendo por 1 minuto em velocidade lenta, até formar uma massa homogênea e fofo.

Etapa 4: Adicione ovos, leite e baunilha por 1 minuto.

Etapa 5: Por último, coloca-se os ingredientes secos (item nº 1) e deixe misturar por 30 segundos, em velocidade lenta.

Forno combinado.

Temperatura de assamento: 180°C

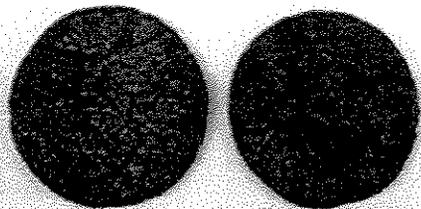
Tempo de assamento: 15'

Peso do cookie não assado: 12,50g

OBS 1: Quando, diminuimos um pouco o % de GORDURA na preparação, indiretamente aumentamos o % de AÇÚCAR, mesmo não alterando o conteúdo deste.

OBS 2: Os cookies das formulações 05 (com farinha refinada e 80 g de gordura) em comparação com os cookies elaborados com farinha refinada e 90g de gordura) ficaram com a cor mais clara; cresceu em espessura e ficou mais crocante. O formato regular permaneceu. O sabor do cookie com 80 g de gordura ficou muito bom; sua crocância também.

Cookies de *Amaranthus cruentus* var. *Japônica*
(FR) com BHT a 0,1%, G=12,20%, A=34,57%
30/ 05/ 200 (130C -15')



30/05/99

Receita do cookie de *Amaranthus cruentus* (Var.japônica) 5:

Formulação n° 06

Ingredientes:

1 copo de farinha integral de Amarantho (150g) – 34,12 %
1 tablete de manteiga s/sal (80g) – 18,20 %
1/3 copo de açúcar mascavo (62g) – 14,10 %
1/2 copo de açúcar refinado (90g) – 20,47 %
1 ovo (55g) – 12,51%
1 colher de sopa cheia de leite (7ml) ----- (0,000007g)
1 colher de sopa cheia de baunilha (5ml) ----- (0,000005g)
1 colher de café nivelada de fermento químico (1,6g) – 0,36 %
1 colher de café cheia de bicarbonato de sódio (1,0g) – 0,23 %
0,1 % de BHT na manteiga - (0,08g) – 0,018 %

Peso de todos ingredientes: 439,68 g

Modo de preparo:

Etapa 1: Misturar a farinha, fermento em pó e bicarbonato de sódio

Etapa 2: Bate-se a manteiga com BHT em batedeira elétrica na velocidade lenta por 30 segundos.

Etapa 3: Logo em seguida, adiciona-se os açúcares. Deixa-se batendo por 1 minuto em velocidade lenta, até formar uma massa homogênea e fofa.

Etapa 4: Adicione ovos, leite e baunilha por 1 minuto.

Etapa 5: Por último, coloca-se os ingredientes secos (item n° 1) e deixe misturar por 30 segundos, em velocidade lenta.

Forno combinado.

Temperatura de assamento: 180°C

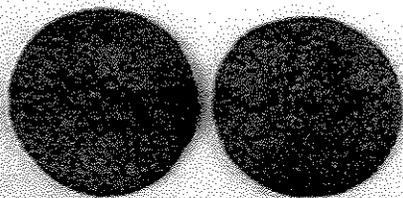
Tempo de assamento: 15'

Peso do cookie não assado: 12,50g

OBS 1: Quando, diminuimos um pouco o % de GORDURA na preparação, indiretamente aumentamos o % de AÇÚCAR, mesmo não alterando o conteúdo deste.

OBS 2: Nessa formulação permaneceu formato irregular. Não houve crescimento em espessura suficiente. Os cookies com farinha integral e 80g de manteiga ficaram mais crocantes do que os cookies com farinha integral e 90 g de manteiga.

Cookies de *Amaranthus cruentus* var *Japônica*
(FI) com BHT a 0,1%, G=18,20% e A= 34,57%
30/05/2000 (180C- 15')



30/05/99

Receita do cookie de *Amaranthus cruentus* (Var.japônica) 6:

Formulação n° 07

Ingredientes:

1 copo de farinha refinada de Amarantho (150g) – 33,36 %

1 tablete de manteiga s/sal (90g) – 20,01 %

1/3 copo de açúcar mascavo (62g) – 13,78 %

1/2 copo de açúcar refinado (90g) – 20,01 %

1 ovo (55g) – 12,23 %

1 colher de sopa cheia de leite (7ml) ----- (0,000007g)

1 colher de sopa cheia de baunilha (5ml) ----- (0,000005g)

1 colher de café nivelada de fermento químico (1,6g) – 0,36 %

1 colher de café cheia de bicarbonato de sódio (1,0g) – 0,22 %

0,1 % de BHT na manteiga - (0,09g) – 0,02 %

Peso de todos ingredientes: 449,69 g

Modo de preparo:

Etapa 1: Misturar a farinha, fermento em pó e bicarbonato de sódio

Etapa 2: Bate-se a manteiga com BHT em batedeira elétrica na velocidade lenta por 30 segundos.

Etapa 3: Logo em seguida, adiciona-se os açúcares. Deixa-se batendo por 1 minuto em velocidade lenta, até formar uma massa homogênea e fofa.

Etapa 4: Adicione ovos, leite e baunilha por 1 minuto.

Etapa 5: Por último, coloca-se os ingredientes secos (item n° 1) e deixe misturar por 30 segundos, em velocidade lenta.

Forno combinado.

Temperatura de assamento: 180°C

Tempo de assamento: 15'

Peso do cookie não assado: 12,50g

OBS 1: Quando, diminuimos um pouco o % de GORDURA na preparação, indiretamente aumentamos o % de AÇÚCAR, mesmo não alterando o conteúdo deste.

OBS 2: Os cookies das formulações 05 (com farinha refinada e 80 g de gordura) em comparação com os cookies elaborados com farinha refinada e 90g de gordura) ficaram com a cor mais clara; cresceu em espessura e ficou mais crocante. O formato regular permaneceu. O sabor do cookie com 80 g de gordura ficou muito bom; sua crocância também.

30/05/99

Receita do cookie de *Amaranthus cruentus* (Var.japônica) 6:

Formulação n° 08

Ingredientes:

1 copo de farinha refinada de Amarantho (150g) – 33,36 %
1 tablete de manteiga s/sal (90g) – 20,01 %
1/3 copo de açúcar mascavo (62g) – 13,78 %
1/2 copo de açúcar refinado (90g) – 20,01 %
1 ovo (55g) – 12,23 %
1 colher de sopa cheia de leite (7ml) ----- (0,000007g)
1 colher de sopa cheia de baunilha (5ml) ----- (0,000005g)
1 colher de café nivelada de fermento químico (1,6g) – 0,36 %
1 colher de café cheia de bicarbonato de sódio (1,0g) – 0,22 %
0,1 % de BHT na manteiga - (0,09g) – 0,02 %

Peso de todos ingredientes: 449,69 g

Modo de preparo:

Etapa 1: Misturar a farinha, fermento em pó e bicarbonato de sódio

Etapa 2: Bate-se a manteiga com BHT em batedeira elétrica na velocidade lenta por 30 segundos.

Etapa 3: Logo em seguida, adiciona-se os açúcares. Deixa-se batendo por 1 minuto em velocidade lenta, até formar uma massa homogênea e fofa.

Etapa 4: Adicione ovos, leite e baunilha por 1 minuto.

Etapa 5: Por último, coloca-se os ingredientes secos (item n° 1) e deixe misturar por 30 segundos, em velocidade lenta.

Forno combinado.

Temperatura de assamento: 180°C

Tempo de assamento: 15'

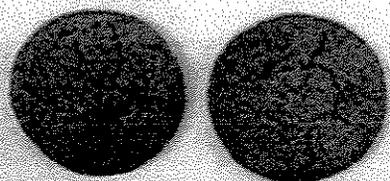
Peso do cookie não assado: 12,50g

OBS 1: Quando, diminuimos um pouco o % de GORDURA na preparação, indiretamente aumentamos o % de AÇÚCAR, mesmo não alterando o conteúdo deste.

OBS 2: Nessa formulação permaneceu formato irregular. Não houve crescimento em espessura suficiente. Os cookies com farinha integral e 80g de manteiga ficaram mais crocantes do que os cookies com farinha integral e 90 g de manteiga.

Cookies de Amaranthus cruentus var Japonica
(FI) com BHT a 0,1%, G=20,01% e A=33,79%

30/05/200 (180C - 15')



ANEXO III

FORMULAÇÃO BÁSICA

Receita do cookie de *Amaranthus cruentus* Var. japônica

Ingredientes:

1 copo de farinha refinada de amaranto (150g) – 33,36 %
1 tablete de manteiga s/sal (90g) – 20,01 %
1/3 copo de açúcar mascavo (62g) – 13,78 %
1/2 copo de açúcar refinado (90g) – 20,01 %
1 ovo (55g) – 12,23 %
1 colher de sopa cheia de leite (7ml) ----- (0,000007g)
1 colher de sopa cheia de baunilha (5ml) ----- (0,000005g)
1 colher de café nivelada de fermento químico (1,6g) – 0,36 %
1 colher de café cheia de bicarbonato de sódio (1,0g) – 0,22 %
0,1 % de BHT na manteiga - (0,09g) – 0,02 %

Peso de todos ingredientes: 449,69 g

Modo de preparo:

Etapa 1: Misturar a farinha, fermento em pó e bicarbonato de sódio

Etapa 2: Bate-se a manteiga com BHT em batedeira elétrica na velocidade lenta por 30 segundos.

Etapa 3: Logo em seguida, adiciona-se os açúcares. Deixa-se batendo por 1 minuto em velocidade lenta, até formar uma massa homogênea e fofa.

Etapa 4: Adicione ovos, leite e baunilha por 1 minuto.

Etapa 5: Por último, coloca-se os ingredientes secos (item nº 1) e deixe misturar por 30 segundos, em velocidade lenta.

Forno combinado.

Temperatura de assamento: 180°C

Tempo de assamento: 15'

Peso do cookie não assado: 12,5g

TESTE DEFINITIVO (ANEXO IV)

FORMULAÇÃO 1

Farinha de amaranto (150 g) 15% farinha integral (22,5 g) = 5,53%
85% farinha refinada (127,5g) = 31,32%

½ tablete de manteiga sem sal (47,5g) = 11,67%

1/3 copo de açúcar mascavo (62g) = 15,23%

½ copo de açúcar refinado (90g) = 22,1%

1 ovo (55g) = 13,51%

1 colher de sopa cheia de leite (7ml) = 0,000007g = 0,000001719%

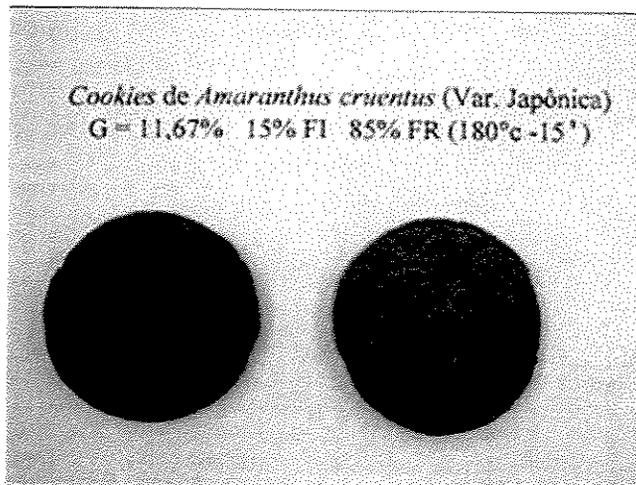
1 colher de sopa cheia de baunilha (5ml) = 0,000005g = 0,000001228%

1 colher de café nivelada de fermento químico (1,6g) = 39,29%

1 colher de café nivelada de bicarbonato de sódio (1,0g) = 0,25%

0,1% de BHT na manteiga (0,0475g) = 0,012%

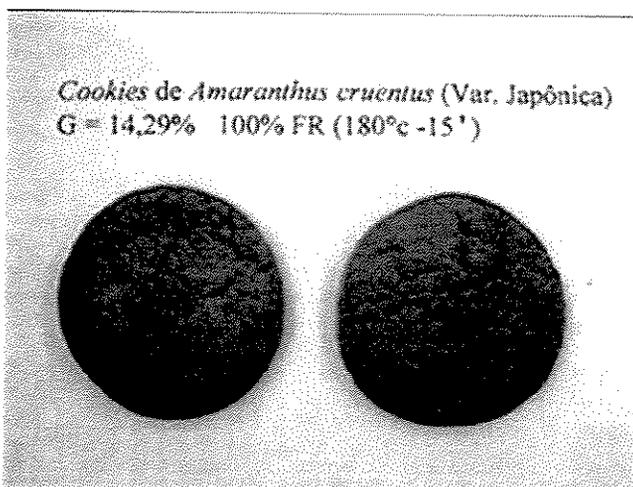
Peso dos ingredientes: 407,15g



FORMULAÇÃO 7

1 copo de farinha refinada de amaranto (150g) = 35,74%
3 colheres de sopa cheia de manteiga sem sal (60g) = 14,29%
1/3 copo de açúcar mascavo (62g) = 14,77%
1/2 copo de açúcar refinado (90g) = 21,44%
1 ovo (55g) = 13,1%
1 colher de sopa cheia de leite (7 ml) = 0,000007g = 0,000001668%
1 colher de sopa cheia de baunilha (5 ml) = 0,000005g = 0,000001191%
1 colher de café nivelada de fermento químico (1,6g) = 0,38%
1 colher de café cheia de bicarbonato de sódio (1,0g) = 0,24%
0,1% de BHT na manteiga (0,06g) = 0,014%

Peso dos ingredientes: 419,66g

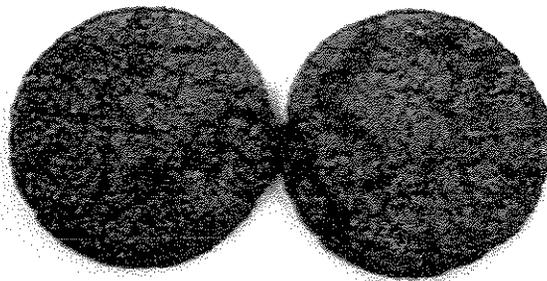


FORMULAÇÃO 8

1 copo de farinha integral de amaranto (150g) = 35,74%
2 colheres de sopa cheia de manteiga sem sal (60g) = 14,29%
1/3 copo de açúcar mascavo (62g) = 14,77%
1/2 copo de açúcar refinado (90g) = 21,44%
1 ovo (55g) = 13,1%
1 colher de sopa cheia de leite (7 ml) = 0,000007g = 0,000001668%
1 colher de sopa cheia de baunilha (5 ml) = 0,000005g = 0,000001191%
1 colher de café nivelada de fermento químico (1,6g) = 0,38%
1 colher de café cheia de bicarbonato de sódio (1,0g) = 0,24%
0,1% de BHT na manteiga (0,06g) = 0,014%

Peso dos ingredientes: 419,66g

*Cookies de *Amaranthus cruentus* (Var. Japonica)*
G = 14,29% 100% F1 (180°C - 15')



FORMULAÇÃO 9

1 copo de farinha de amaranto (150g) 50% farinha integral (75g) = 17,87%
50% farinha refinada (75g) = 17,87%

2 colheres de sopa de manteiga sem sal (60g) = 14,29%

1/3 copo de açúcar mascavo (62g) = 14,77%

1/2 copo de açúcar refinado (90g) = 21,44%

1 ovo (55g) = 13,1%

1 colher de sopa cheia de leite (7 ml) = 0,000007g = 0,000001668%

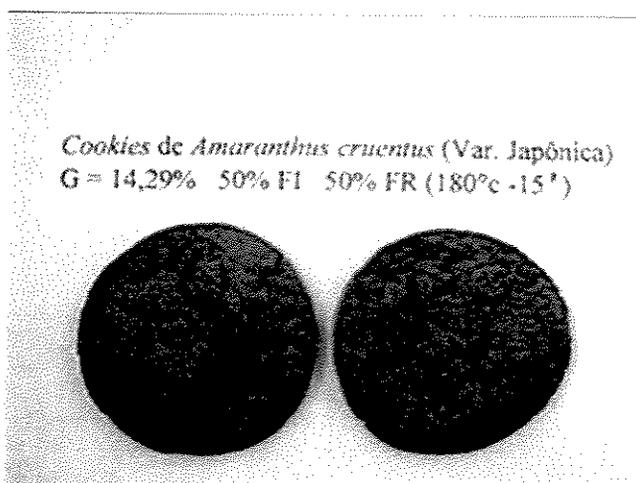
1 colher de sopa cheia de baunilha (5 ml) = 0,000005g = 0,000001191%

1 colher de café nivelada de fermento químico (1,6g) = 0,38%

1 colher de café cheia de bicarbonato de sódio (1,0g) = 0,24%

0,1% de BHT na manteiga (0,06g) = 0,014%

Peso dos ingredientes: 419,66g



FORMULAÇÃO 11

1 copo de farinha de amaranto (150g) 50% farinha integral (75g) = 17,87%
50% farinha refinada (75g) = 17,87%

2 colheres de sopa de manteiga sem sal (60g) = 14,29%

1/3 copo de açúcar mascavo (62g) = 14,77%

½ copo de açúcar refinado (90g) = 21,44%

1 ovo (55g) = 13,1%

1 colher de sopa cheia de leite (7 ml) = 0,000007g = 0,000001668%

1 colher de sopa cheia de baunilha (5 ml) = 0,000005g = 0,000001191%

1 colher de café nivelada de fermento químico (1,6g) = 0,38%

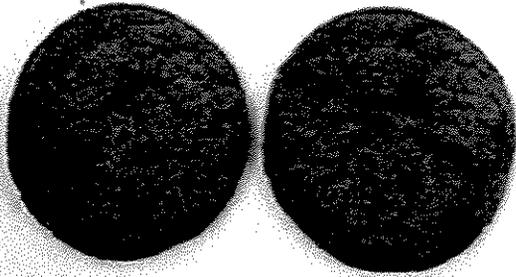
1 colher de café cheia de bicarbonato de sódio (1,0g) = 0,24%

0,1% de BHT na manteiga (0,06g) = 0,014%

Peso dos ingredientes: 419,66g

*Cookies de *Amaranthus cruentus* (Var. Japônica)*

G = 14,29% 50% FI 50% FR (180°C -15')



ANEXO V

AVALIAÇÃO FÍSICA DOS BISCOITOS (COOKIE SPREAD)

Formulação n °1

47,5 g de gordura 15% de farinha integral 85% de farinha refinada

Amostra	Diâmetro(cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
1	5,8	1,2	2	5,4	1,5
	5,4	1,2		5,1	1,5
	5,7	1,2		5,5	1,5
Média	5,63	1,2	Média	5,33	1,5
Relação D/H	4,69		Relação D/H	3,55	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
3	5,8	1,1	4	5,3	1,5
	6,1	1,1		5,5	1,5
	5,8	1,1		5,3	1,5
Média	5,9	1,1	Média	5,36	1,5
Relação D/H	5,36		Relação D/H	3,57	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
5	5,3	1,4	6	6,1	1,1
	5,6	1,4		5,8	1,1
	5,2	1,3		6,0	1,1
Média	5,36	1,36	Média	5,96	1,1
Relação D/H	3,94		Relação D/H	5,41	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
7	5,6	1,4	8	6,2	1,2
	5,4	1,4		5,5	1,1
	5,4	1,4		5,4	1,3
Média	5,46	1,4	Média	5,7	1,2
Relação D/H	3,9		Relação D/H	4,75	

AVALIAÇÃO FÍSICA DOS BISCOITOS (COOKIE SPREAD)

Formulação n °2

47,5g de gordura 85% de farinha integral 15% de farinha refinada

Amostra	Diâmetro(cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
1	5,8	1,3	2	6,1	1,1
	6,3	1,3		6,0	1,1
	5,8	1,2		6,2	1,1
Média	5,96	1,26	Média	6,1	1,1
Relação D/H	4,73		Relação D/H	5,54	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
3	6,0	1,1	4	5,8	1,1
	6,2	1,2		5,9	1,2
	5,9	1,1		5,8	1,25
Média	6,03	1,13	Média	5,83	1,18
Relação D/H	5,33		Relação D/H	4,94	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
5	6,0	1,2	6	6,2	1,1
	6,0	1,2		6,1	1,1
	5,85	1,2		6,05	1,1
Média	5,95	1,2	Média	6,11	1,1
Relação D/H	4,95		Relação D/H	5,56	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
7	5,75	1,2	8	5,7	1,1
	6,1	1,2		6,2	1,1
	5,8	1,2		5,7	1,1
Média	5,88	1,2	Média	5,86	1,1
Relação D/H	4,9		Relação D/H	5,33	

AVALIAÇÃO FÍSICA DOS BISCOITOS (COOKIE SPREAD)

Formulação n °3

72,5g de gordura 15% de farinha integral 85% de farinha refinada

Amostra	Diâmetro(cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
1	5,8	1,1	2	5,9	1,2
	5,95	1,1		5,7	1,2
	5,8	1,1		5,9	1,2
Média	5,85	1,1	Média	5,83	1,2
Relação D/H	5,31		Relação D/H	4,86	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
3	5,6	1,2	4	5,5	1,25
	6,0	1,2		5,8	1,2
	5,6	1,2		5,55	1,2
Média	5,73	1,2	Média	5,61	1,23
Relação D/H	4,77		Relação D/H	4,56	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
5	5,6	1,3	6	5,8	1,2
	5,85	1,3		6,0	1,2
	5,7	1,3		5,8	1,2
Média	5,71	1,3	Média	5,86	1,2
Relação D/H	4,39		Relação D/H	4,88	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
7	5,5	1,3	8	5,4	1,4
	5,8	1,25		5,9	1,4
	5,55	1,3		5,4	1,3
Média	5,61	1,28	Média	5,56	1,36
Relação D/H	4,38		Relação D/H	4,09	

AVALIAÇÃO FÍSICA DOS BISCOITOS (COOKIE SPREAD)

Formulação n °4

72,5g de gordura 85% de farinha integral 15% de farinha refinada

Amostra	Diâmetro(cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
1	6,55	1,0	2	6,3	1,0
	6,3	1,0		6,3	0,9
	6,6	1,0		6,5	0,9
Média	6,48	1,0	Média	6,36	0,93
Relação D/H	6,48		Relação D/H	6,83	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
3	6,4	0,95	4	6,2	1,0
	6,7	1,0		6,5	1,0
	6,4	1,0		6,2	1,0
Média	6,5	0,98	Média	6,3	1,0
Relação D/H	6,63		Relação D/H	6,3	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
5	6,2	1,0	6	6,2	1,0
	6,5	1,0		6,4	1,0
	6,3	1,0		6,2	1,0
Média	6,33	1,0	Média	6,26	1,0
Relação D/H	6,33		Relação D/H	6,26	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
7	6,4	0,9	8	6,4	0,95
	6,5	1,0		6,6	0,9
	6,4	1,0		6,3	0,9
Média	6,43	0,96	Média	6,43	0,91
Relação D/H	6,7		Relação D/H	7,06	

AVALIAÇÃO FÍSICA DOS BISCOITOS (COOKIE SPREAD)

Formulação n °5

30 g de gordura 50% de farinha refinada e 50 % de farinha integral

Amostra	Diâmetro(cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
1	5,7	1,2	2	5,75	1,2
	5,7	1,2		5,7	1,3
	5,7	1,25		5,7	1,3
Média	5,7	1,21	Média	5,71	1,26
Relação D/H	4,71		Relação D/H	4,53	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
3	5,5	1,2	4	5,6	1,4
	5,7	1,2		5,8	1,3
	5,6	1,25		5,5	1,4
Média	5,6	1,21	Média	5,63	1,36
Relação D/H	4,62		Relação D/H	4,14	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
5	5,5	1,3	6	5,6	1,2
	5,8	1,3		5,9	1,2
	5,4	1,3		5,6	1,2
Média	5,56	1,3	Média	5,7	1,2
Relação D/H	4,28		Relação D/H	4,75	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
7	5,8	1,3	8	5,4	1,3
	5,55	1,4		5,5	1,3
	5,9	1,4		5,4	1,3
Média	5,75	1,36	Média	5,43	1,3
Relação D/H	4,22		Relação D/H	4,17	

AVALIAÇÃO FÍSICA DOS BISCOITOS (COOKIE SPREAD)

Formulação n °6

90 g de gordura 50% de farinha refinada e 50% de farinha integral

Amostra	Diâmetro(cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
1	6,55	0,95	2	6,35	0,95
	6,2	0,95		6,5	0,95
	6,5	1,0		6,3	0,95
Média	6,41	0,96	Média	6,38	0,95
Relação D/H	6,68		Relação D/H	6,71	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
3	6,2	1,0	4	6,1	1,05
	6,5	0,95		6,4	1,05
	6,0	1,0		6,05	1,0
Média	6,23	0,98	Média	6,18	1,03
Relação D/H	6,36		Relação D/H	6,0	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
5	6,0	1,0	6	5,9	1,05
	6,05	1,0		6,1	1,05
	5,9	1,0		5,9	1,0
Média	5,98	1,0	Média	5,96	1,03
Relação D/H	5,98		Relação D/H	5,79	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
7	6,1	1,0	8	6,5	1,0
	6,1	1,0		6,4	1,0
	6,1	1,0		6,5	0,95
Média	6,1	1,0	Média	6,46	0,98
Relação D/H	6,1		Relação D/H	6,59	

AVALIAÇÃO FÍSICA DOS BISCOITOS (COOKIE SPREAD)

Formulação n °7

60 g de gordura 100% de farinha refinada

Amostra	Diâmetro(cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
1	5,5	1,2	2	5,7	1,2
	5,7	1,2		5,8	1,2
	5,5	1,2		5,6	1,2
Média	5,56	1,2	Média	5,7	1,2
Relação D/H	4,63		Relação D/H	4,9	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
3	5,4	1,25	4	5,75	1,2
	5,8	1,25		5,9	1,2
	5,4	1,2		6,0	1,2
Média	5,53	1,23	Média	5,88	1,2
Relação D/H	4,49		Relação D/H	4,9	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
5	5,4	1,3	6	5,6	1,3
	5,6	1,35		5,9	1,2
	5,45	1,3		5,6	1,25
Média	5,48	1,31	Média	5,7	1,25
Relação D/H	4,18		Relação D/H	4,56	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
7	5,7	1,3	8	5,54	1,2
	5,5	1,2		6,0	1,2
	5,7	1,25		5,4	1,2
Média	5,63	1,25	Média	5,61	1,2
Relação D/H	4,5		Relação D/H	4,68	

AVALIAÇÃO FÍSICA DOS BISCOITOS (COOKIE SPREAD)

Formulação n °8

60g de gordura 100% de farinha integral

Amostra	Diâmetro(cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
1	6,4	0,8	2	6,7	0,8
	7,0	0,8		6,65	1,0
	6,4	0,7		6,7	0,9
Média	6,6	0,76	Média	6,68	
Relação D/H	8,68		Relação D/H	7,42	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
3	6,8	0,9	4	7,4	0,75
	6,9	0,9		7,2	0,8
	6,9	0,9		7,35	0,7
Média	6,86	0,9	Média	7,31	0,75
Relação D/H	7,62		Relação D/H	9,75	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
5	6,5	0,9	6	6,7	0,85
	6,6	0,8		6,85	0,85
	6,45	0,9		6,65	0,8
Média	6,51	0,86	Média	6,73	0,83
Relação D/H	7,57		Relação D/H	8,11	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
7	6,85	0,9	8	6,3	1,0
	6,85	0,9		6,8	0,9
	7,1	0,9		6,2	1,0
Média	6,93	0,9	Média	6,43	0,96
Relação D/H	7,7		Relação D/H	6,7	

AVALIAÇÃO FÍSICA DOS BISCOITOS (COOKIE SPREAD)

Formulação n °9

60g de gordura 50% de farinha refinada e 50% de farinha integral

Amostra	Diâmetro(cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
1	5,8	1,1	2	5,6	1,2
	6,4	1,1		5,85	1,2
	5,7	1,1		5,55	1,25
Média	5,96	1,1	Média	5,66	1,21
Relação D/H	5,41		Relação D/H	4,67	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
3	6,2	1,1	4	6,1	1,1
	5,7	1,1		5,95	1,1
	5,95	1,15		6,1	1,05
Média	5,95	1,11	Média	6,05	1,08
Relação D/H	5,36		Relação D/H	5,6	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
5	6,4	1,0	6	6,2	1,1
	6,1	1,05		6,1	1,1
	6,35	1,0		6,1	1,0
Média	6,28	1,01	Média	6,13	1,06
Relação D/H	6,21		Relação D/H	5,78	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
7	6,2	1,1	8	5,8	1,2
	5,6	1,15		5,9	1,2
	5,9	1,15		5,75	1,2
Média	5,9	1,15	Média	5,8	1,2
Relação D/H	5,22		Relação D/H	4,83	

AVALIAÇÃO FÍSICA DOS BISCOITOS (COOKIE SPREAD)

Formulação n °10

60g de gordura 50% de farinha refinada e 50% de farinha integral

Amostra	Diâmetro(cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
1	5,4	1,3	2	5,6	1,3
	5,5	1,2		5,4	1,3
	5,65	1,3		5,4	1,3
Média	5,51	1,26	Média	5,46	1,3
Relação D/H	4,37		Relação D/H	4,2	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
3	5,7	1,2	4	6,0	1,1
	5,6	1,2		5,8	1,2
	5,5	1,2		5,7	1,1
Média	5,6	1,2	Média	5,83	1,13
Relação D/H	4,66		Relação D/H	5,15	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
5	6,0	1,05	6	5,9	1,2
	6,0	1,1		5,75	1,3
	5,8	1,05		5,9	1,25
Média	5,9	1,06	Média	5,85	1,25
Relação D/H	5,56		Relação D/H	4,68	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
7	5,7	1,2	8	5,6	1,1
	5,65	1,25		6,0	1,1
	5,6	1,3		5,8	1,05
Média	5,65	1,25	Média	5,8	1,08
Relação D/H	4,52		Relação D/H	5,37	

AVALIAÇÃO FÍSICA DOS BISCOITOS (COOKIE SPREAD)

Formulação n °11

60g de gordura 50% de farinha refinada e 50% de farinha integral

Amostra	Diâmetro(cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
1	6,1	1,0	2	6,2	1,05
	6,6	1,0		5,7	1,05
	6,2	0,95		6,3	1,0
Média	6,3	0,98	Média	6,06	1,03
Relação D/H	6,42		Relação D/H	5,88	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
3	5,7	1,0	4	6,1	0,9
	6,25	1,0		6,35	0,9
	6,2	1,0		6,0	0,9
Média	6,05	1,0	Média	6,15	0,9
Relação D/H	6,05		Relação D/H	6,83	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
5	6,1	1,0	6	6,1	1,0
	6,3	0,95		5,9	1,0
	6,15	1,0		6,25	1,0
Média	5,18	0,98	Média	6,08	1,0
Relação D/H	6,3		Relação D/H	6,08	

Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Amostra	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
7	6,5	1,0	8	6,0	1,0
	5,9	1,05		6,5	1,0
	5,8	1,0		6,0	1,0
Média	6,06	1,01	Média	6,16	1,0
Relação D/H	6,0		Relação D/H	6,16	

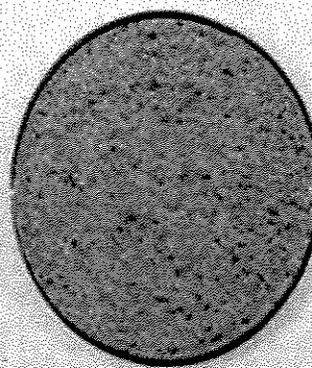
ANEXO VI

FOTOS DAS FRAÇÕES DOS GRÃOS DE *AMARANTHUS CRUENTUS* VARIEDADE JAPÔNICA

Amaranthus cruentus (Japônico) (FI)



Amaranthus cruentus (Japônico)
FARELO (>500 μ)



Amaranthus cruentus (japônico) (F 250R)

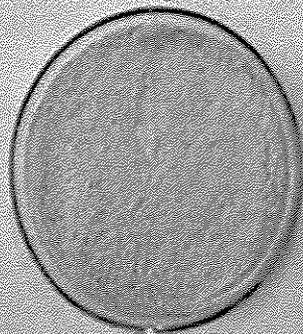


Amaranthus cruentus (Japônico)
FARELINHO (>250 μ)



Amaranthus cruentus (Japônico)
FARINHA DE QUEBRA (< 150 μ)

+
FARINHA DE REDUÇÃO (Entre 195 e 150 μ)



Anexo VII

Análise da variância (ANOVA, $p \leq 0.05$) e coeficientes do modelo não ajustado a partir dos dados referente ao atributo aparência.

$$R^2 = 0.6188$$

Regressão	GL	SQ	QM	F	p > F
Linear	2	4.822049	0.5727	3.756	0.1010
Quadrática	2	0.378329	0.0449	0.295	0.7569
Interação	1	0.010000	0.0012	0.0156	0.9055
Total da reg	5	5.210379	0.6188	1.623	0.3039

Resíduo	GL	SQ	QM	F	p > F
Falta de ajuste	3	3.022955	1.007652	10.796	0.0860
Erro Puro	2	0.186667	0.093333		
Total do erro	5	3.209621	0.641924		

Parâmetros	GL	Par. Estimado	Erro Padrão	t	p > F
Interseção	1	6.166660	0.462574	13.331	0.0000
Gord	1	-0.151776	0.283269	-0.536	0.6151
Far	1	-0.761397	0.283269	-2.688	0.0434
Gord Gord	1	0.104174	0.337160	0.309	0.7698
Far Gord	1	0.050000	0.400601	0.125	0.9055
Far Far	1	-0.195832	0.337160	-0.581	0.5866

Anexo VIII

Análise da variância (ANOVA, $p \leq 0.05$) e coeficientes do modelo não ajustado a partir dos dados referente ao atributo aceitação global.

$$R^2 = 0.7244$$

Regressão	GL	SQ	QM	F	p > F
Linear	2	2.322401	0.6031	5.471	0.0551
Quadrática	2	0.444555	0.1154	1.047	0.4170
Interação	1	0.022500	0.0058	0.106	0.7579
Total da reg	5	2.789457	0.7244	2.628	0.1562

Resíduo	GL	SQ	QM	F	p > F
Falta de ajuste	3	0.926307	0.308769	4.574	0.1846
Erro Puro	2	0.135000	0.067500		
Total do erro	5	1.061307	0.212261		

Parâmetros	GL	Par. Estimado	Erro Padrão	t	p > F
Interseção	1	6.099994	0.265996	22.993	0.0000
Gord	1	0.415041	0.162889	2.548	0.0514
Far	1	-0.343576	0.162889	-2.109	0.0887
Gord Gord	1	0.017505	0.193879	0.0903	0.9316
Far Gord	1	0.075000	0.230359	0.326	0.7579
Far Far	1	-0.262500	0.193879	-1.354	0.2337

Anexo IX

Análise da variância (ANOVA, $p \leq 0.05$) e coeficientes do modelo não ajustado a partir dos dados referente ao atributo sabor.

$$R^2 = 0.7142$$

Regressão	GL	SQ	QM	F	p > F
Linear	2	1.329848	0.5054	4.421	0.0784
Quadrática	2	0.531001	0.2018	1.765	0.2630
Interação	1	0.018225	0.0069	0.121	0.7419
Total da reg	5	1.879074	0.7142	2.499	0.1688

Resíduo	GL	SQ	QM	F	p > F
Falta de ajuste	3	0.549914	0.183305	1.814	0.3746
Erro Puro	2	0.202067	0.101033		
Total do erro	5	0.751981	0.150396		

Parâmetros	GL	Par. Estimado	Erro Padrão	t	p > F
Interseção	1	5.996667	0.223902	26.783	0.0000
Gord	1	0.321919	0.137112	2.348	0.0657
Far	1	-0.250202	0.137112	-1.825	0.1276
Gord Gord	1	0.033543	0.163197	0.206	0.8453
Far Gord	1	0.067500	0.193905	0.348	0.7419
Far Far	1	-0.281463	0.163197	-1.725	0.1452

Anexo X

Análise da variância (ANOVA, $p \leq 0.05$) e coeficientes do modelo não ajustado a partir dos dados referente ao atributo textura.

$$R^2 = 0.4349$$

Regressão	GL	SQ	QM	F	p > F
Linear	2	2.751167	0.4170	1.845	0.2511
Quadrática	2	0.028218	0.0043	0.0189	0.9813
Interação	1	0.090000	0.0136	0.121	0.7424
Total da reg	5	2.869386	0.4349	0.770	0.6095

Resíduo	GL	SQ	QM	F	p > F
Falta de ajuste	3	3.258602	1.086201	4.629	0.1827
Erro Puro	2	0.469267	0.234633		
Total do erro	5	3.727869	0.745574		

Parâmetros	GL	Par. Estimado	Erro Padrão	t	p > F
Interseção	1	6.036653	0.498522	12.109	0.0001
Gord	1	0.555907	0.305283	1.821	0.1283
Far	1	-0.186725	0.305283	-0.612	0.5675
Gord Gord	1	-0.012699	0.363362	-0.0349	0.9735
Far Gord	1	0.150000	0.431733	0.347	0.7424
Far Far	1	-0.070200	0.363362	-0.193	0.8544

Anexo XI

Análise da variância (ANOVA, $p \leq 0.05$) e coeficientes do modelo ajustado a partir dos dados referente ao atributo aparência.

$$R^2 = 0.550803$$

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	p > F
Modelo	1	4.63776233	4.63776233	11.04	0.0089
Erro	9	3.78223767	0.42024863		
Total corrigido	10	8.42000000			

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	p > F
Far	1	4.63776233	4.63776233	11.04	0.0089

Parâmetros	GL	Par. Estimado	Erro Padrão	t	p > F
Interseção	1	6.100000000	0.19545951	31.21	0.0001
Far	1	-0.761397302	0.22919769	-3.32	0.0089

Anexo XII

Análise da variância (ANOVA, $p \leq 0.05$) e coeficientes do modelo ajustado a partir dos dados referente ao atributo aceitação global.

$$R^2 = 0.603102$$

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	p > F
Modelo	2	2.32240143	1.16120072	6.08	0.0248
Erro	8	1.52836221	0.19104528		
Total corrigido	10	3.85076364			

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	p > F
Gor	1	1.37805725	1.37805725	7.21	0.0277
Far	1	0.94434418	0.94434418	4.94	0.0569

Parâmetros	GL	Par. Estimado	Erro Padrão	t	p > F
Interseção	1	5.921818182	0.13178677	44.93	0.0001
Gor	1	0.415040730	2.69	0.0277	0.15453442
Far	1	-0.343575545	0.15453442	-2.22	0.0569

Anexo XIII

Análise da variância (ANOVA, $p \leq 0.05$) e coeficientes do modelo ajustado a partir dos dados referente ao atributo sabor.

$$R^2 = 0.315100$$

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	p > F
Modelo	1	0.82904466	0.82904466	4.14	0.0724
Erro	9	1.80200988	0.20022332		
Total corrigido	10	2.63105455			

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	p > F
Gor	1	0.82904466	0.82904466	4.14	0.0724

Parâmetros	GL	Par. Estimado	Erro Padrão	t	p > F
Interseção	1	5.816363636	0.13491523	43.11	0.0001
Gor	1	0.321918587	0.15820289	2.03	0.0724

ANEXO XIV

Consentimento Pós-Infirmação, definido no artigo 10 da Resolução 01/88; do Conselho Nacional de Saúde (Diário oficial de 05/10/89).

Venho para os devidos fins de declarar que ACEITO PARTICIPAR (O MEU FILHO[A] PARTICIPAR) VOLUNTARIAMENTE da pesquisa desenvolvida na FEA (Faculdade de Engenharia de Alimentos), Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição (DEPAN), através da qual um biscoito tipo *cookie* para pessoas celíacas. Este será elaborado a base de um pseudo-cereal isento de glúten denominado de amaranto. ENTENDO QUE O PRODUTO NÃO CONTÉM TRIGO, NEM CEREAIS SEMELHANTES. O Amaranto é consumido como alimento desde a época pré-Asteca por algumas populações indígenas da América do Norte e por alguns povos da Ásia. Logo, o biscoito tipo *cookie* elaborado não oferecerá nenhum risco à saúde humana e, nem mesmo para celíacos.

ENTENDO QUE A MINHA PARTICIPAÇÃO (OU DE MEU FILHO[A]) CONSISTIRÁ NA DEGUSTAÇÃO VOLUNTÁRIA DOS BISCOITOS. Tal degustação se dará em entre duas e quatro oportunidades distintas. população em estudo (crianças e adultos) farão apenas análise sensorial (sabor, cor, textura, aspecto, etc.) do produto alimentício. ENTENDO AINDA QUE OS PACIENTES QUE MOSTRAREM INTERESSE EM PARTICIPAR DOS TESTES, CONTINUARÃO ATÉ ONDE FOR O INTERESSE, PUDENDO DESISTIR SEM NECESSIDADE DE SOLICITAÇÃO POR ESCRITO.

Assinado: _____ Data: ____ / ____ / ____

Paciente Voluntário

Assinado: _____ Data: ____ / ____ / ____

Pai ou Responsável, quando o paciente for menor de idade

ANEXO XV

Fig 1- Gráfico de probabilidade normal dos resíduos, considerando o modelo ajustado obtido através do atributo aparência.

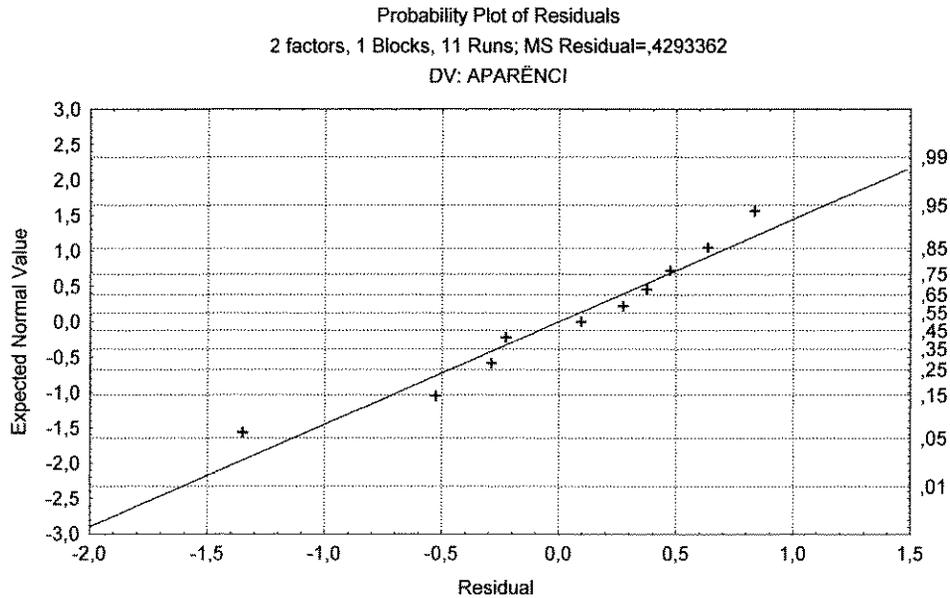


Fig 2- Gráfico de probabilidade normal dos resíduos, considerando o modelo ajustado obtido através do atributo aceitação global.

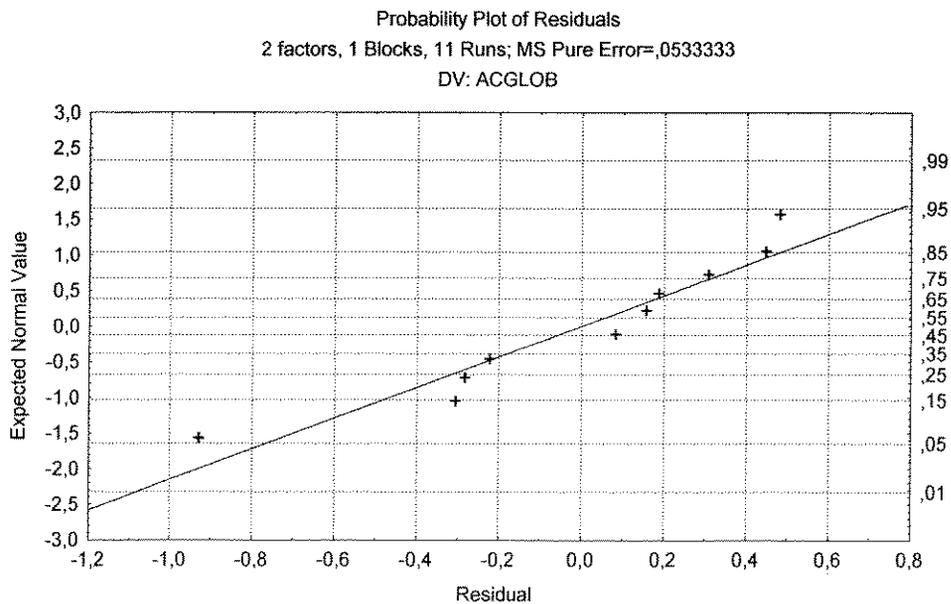


Fig 3- Gráfico de probabilidade normal dos resíduos, considerando o modelo ajustado obtido através do atributo sabor.

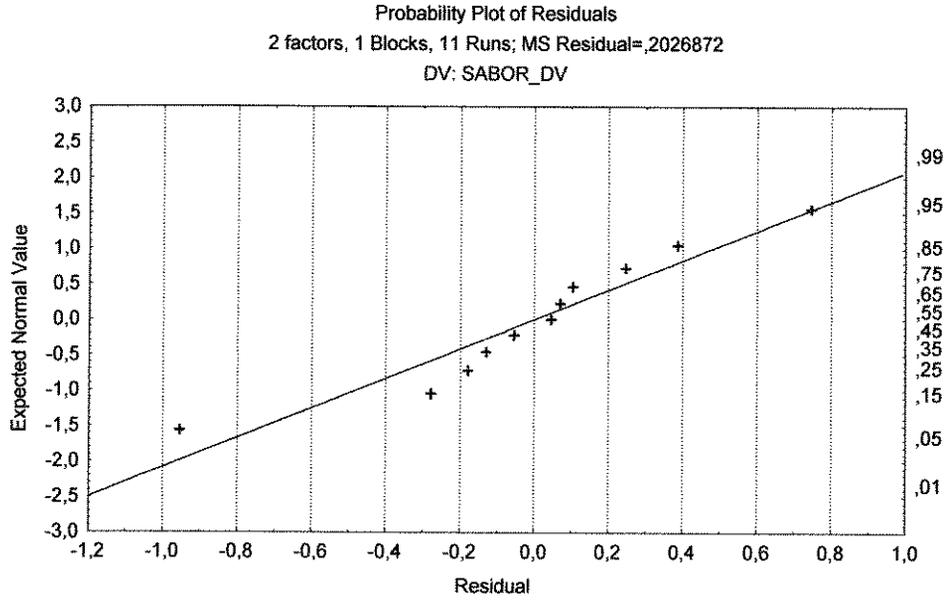


Fig 4- Gráfico dos resíduos em função da variável independente farinha a partir dos dados referente ao atributo aparência.

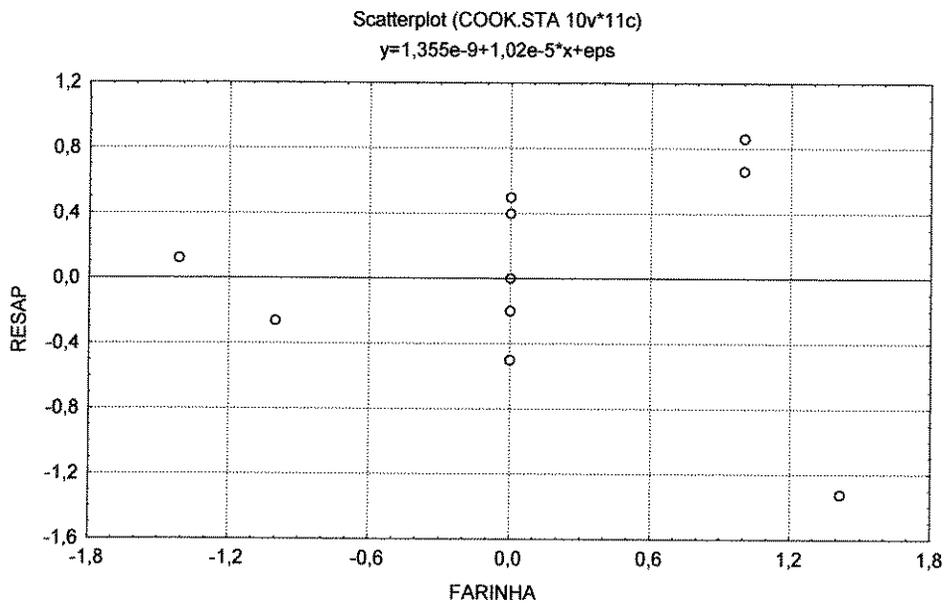


Fig 5- Gráfico dos resíduos em função da variável independente gordura a partir dos dados referente ao atributo aparência.

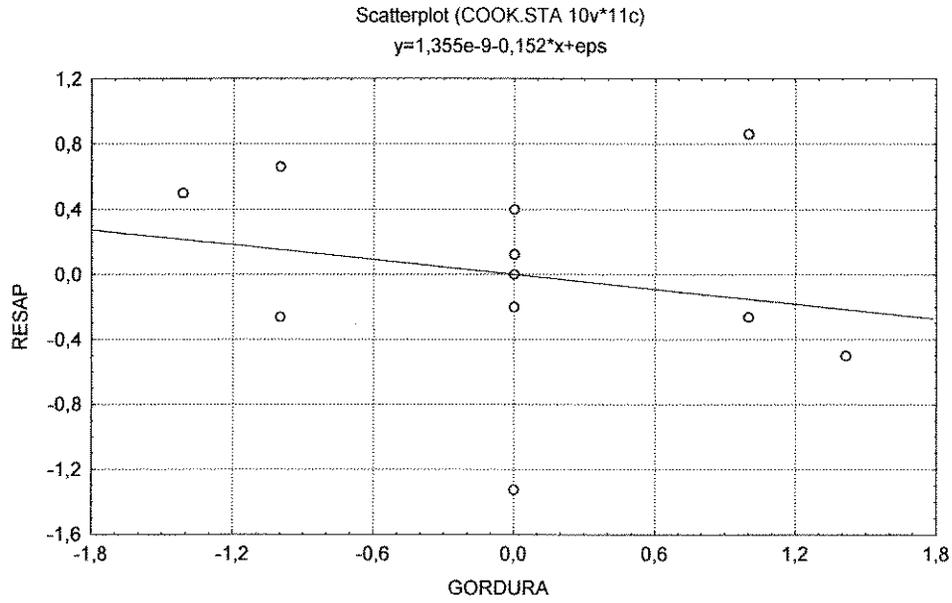


Fig 6- Gráfico dos resíduos em função da variável independente farinha a partir dos dados referente ao atributo sabor.

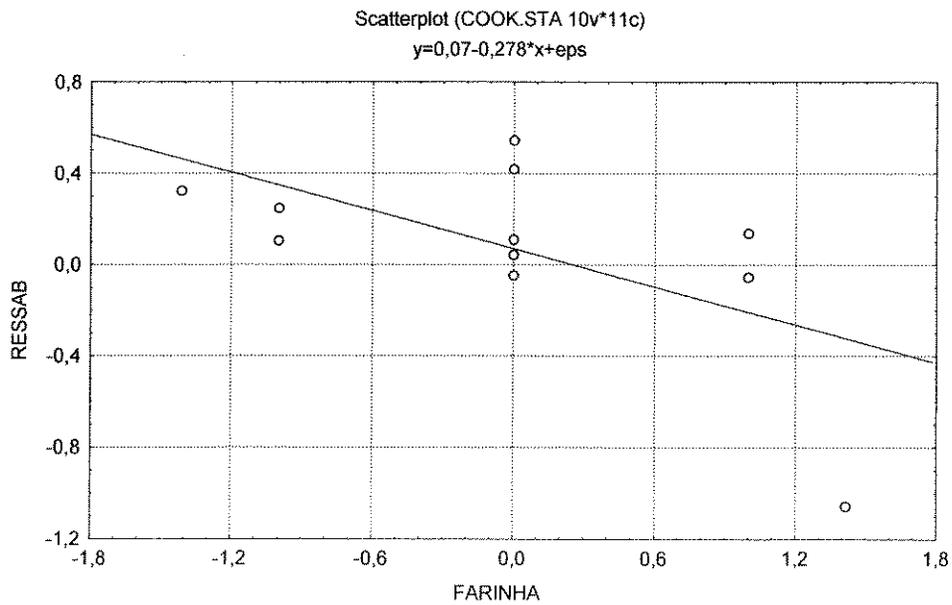


Fig 7- Gráfico dos resíduos em função da variável independente farinha a partir dos dados referente ao atributo aceitação global.

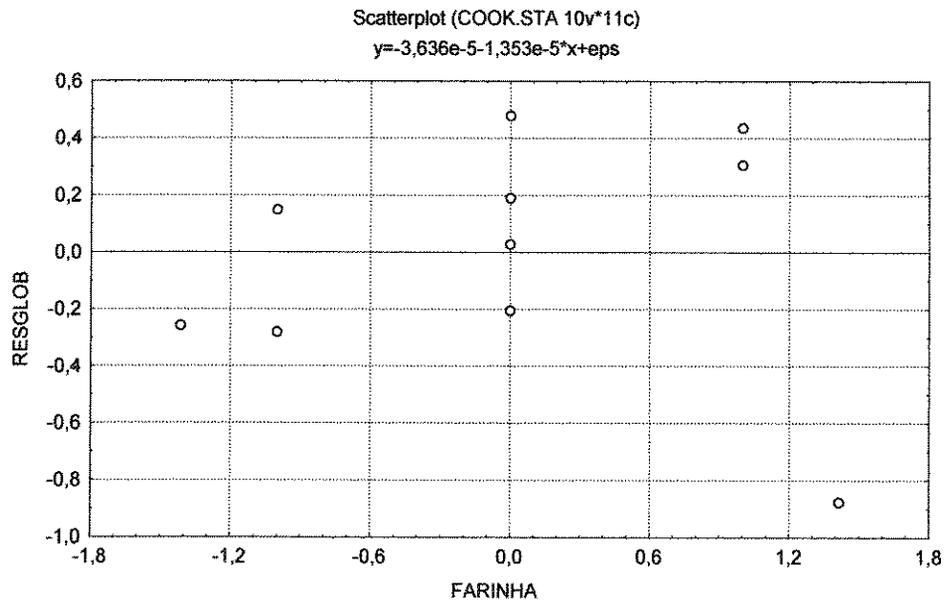


Fig 8- Gráfico dos resíduos em função da variável independente gordura a partir dos dados referente ao atributo aceitação global.

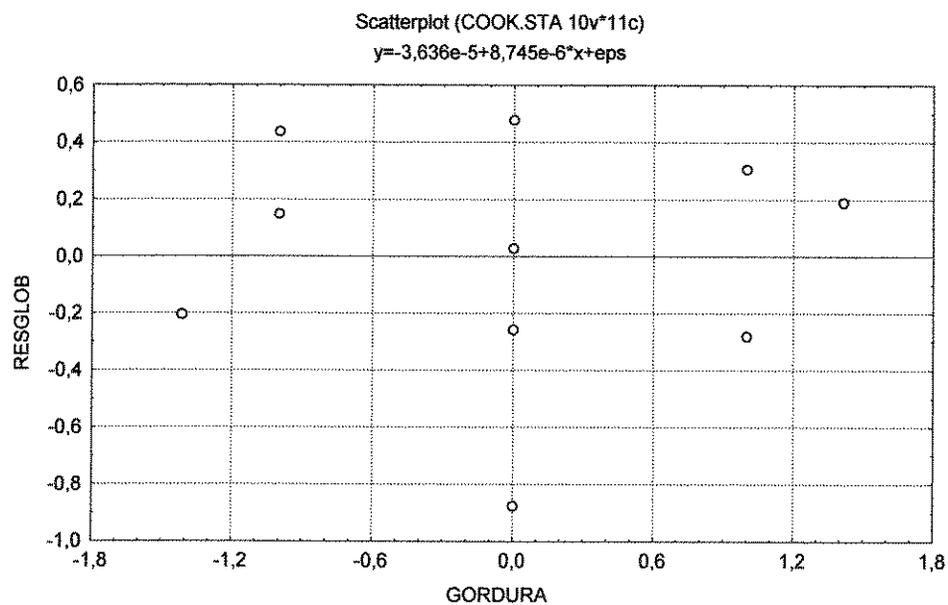
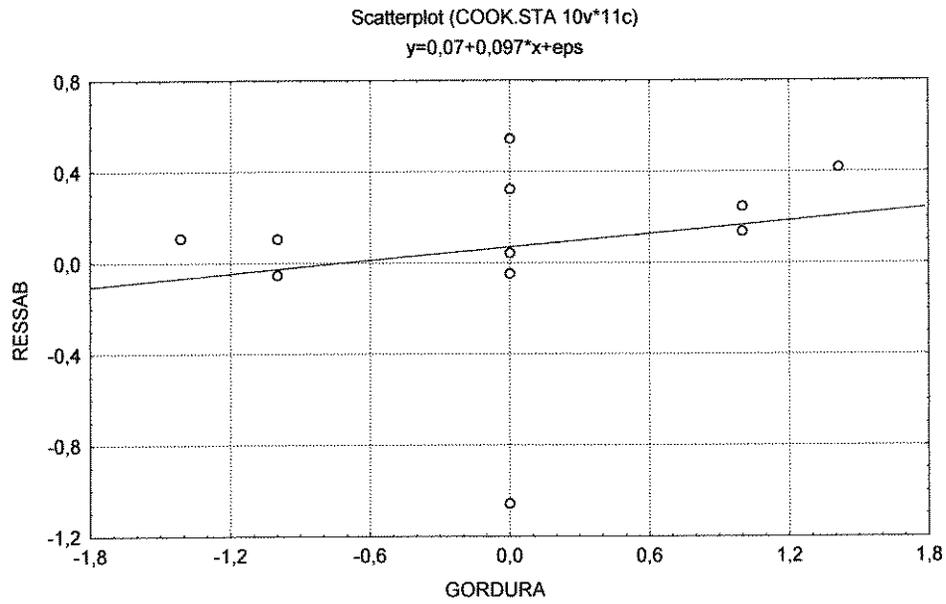


Fig 9- Gráfico dos resíduos em função da variável independente gordura a partir dos dados referente ao atributo sabor.



ANEXO XVI

Expansão do Cookie (Fonte: E. J. Pyler, 1973)

Uma expansão uniforme do cookie é um atributo importante de sua qualidade, uma vez que cookies que se expandem excessivamente ao serem assados dificilmente poderão ser acondicionados nas embalagens padronizadas, enquanto que aqueles que mostram expansão reduzida ficarão folgados. Além disso, no caso dos cookies recheados, é importante que os cookies componentes sejam do mesmo tamanho; por isso, os fatores que influenciam o crescimento do cookie foram objeto de extensas pesquisas. De acordo com Fuhr (38), o mecanismo da expansão é primariamente, uma função da disponibilidade total de água. Qualquer componente da massa ou qualquer condição de processamento que possa reduzir a quantidade de umidade disponível para a dissolução do açúcar vai restringir a expansão do cookie, já que o açúcar representa o principal ingrediente de expansão. Desse modo, farinhas com taxas de absorção muito altas, tais como as que podem resultar da agressão mecânica ao prime starch (grão de amido ?)(39), ou a presença de níveis muito altos de pentosanos solúveis (40), já mostraram exercer um efeito adverso na expansão do cookie, presumivelmente pela limitação da quantidade de água para a dissolução do açúcar disponível dentro da massa. Além disso, quando os lipídios naturalmente presentes na farinha em níveis de até 1,0% são removidos com água saturada em n-butanol, os cookies feitos dessa farinha desprovida de lipídios mostram uma expansão marcadamente reduzida. Isso, novamente, é atribuído em grande parte à capacidade das proteínas da farinha desengordurada de se ligarem à água (41). Yamasaki usou a capacidade de reter água da

farinha como base de um teste para prever o fator de expansão do cookie pertencente à farinha (42).

Outros fatores que afetam a expansão do cookie incluem características da farinha, tais como o conteúdo e a qualidade das proteínas, granulação viscosidade e grau de cloração, a quantidade de açúcar na fórmula e a temperatura do forno. Recentemente, Lorenz e colaboradores (43) demonstraram correlação significativa entre as alterações na pressão atmosférica decorrentes de altitudes diferentes e a expansão dos cookies.

INGREDIENTES

Assim como no caso da formulação de bolos, os ingredientes usados na produção de cookies podem ser classificados como ingredientes amaciadores ou endurecedores. A estrutura básica dos cookies é proporcionada pela farinha. Essa estruturação é ajudada pelos ingredientes endurecedores, ou seja, água, ovos inteiros e claras de ovos, sólidos do leite, chocolate e ácidos fermentadores. Por outro lado, a maciez do produto é dada pelos açúcares e xaropes, gema de ovo, gorduras, agentes de fermentação, amidos e por substâncias não reagentes de modo geral. a água é incluída entre os materiais endurecedores principalmente porque ela serve de elemento essencial na formação de glúten.

Embora as características dos cookies sejam em grande parte determinadas pelo tipo de máquina de processamento empregadas na sua produção, sua formulação continua sendo um fator decisivo no estabelecimento de sua qualidade geral. Desse modo, o uso excessivo de açúcar, que é um ingrediente essencial em praticamente todos os tipos de cookies, irá, por um lado, produzir massas pegajosas, difíceis de se retirar dos moldes, arames e matrizes cortadoras, e, por outro lado, resultarão em um produto final duro e excessivamente doce. Embora o grau de maciez apropriado do cookie, conferido pela

quantidade adequada de gorduras seja um atributo desejável para a qualidade, uma quantidade exagerada de gorduras pode provocar uma fragilidade excessiva do produto e uma sensação gordurosa ao paladar.

Farinha. Apesar de ser possível fazer cookies a partir de farinhas feitas de trigo duro, eles são, normalmente, produzidos com farinhas feitas a partir das variedades macias de trigo branco ou vermelho de inverno moídos. Como a cor da farinha não é, usualmente, um fator crítico na produção dos cookies, o branqueamento da farinha é geralmente omitido. O uso de cloro como agente de branqueamento, em particular, tende a reforçar as proteínas, de modo que farinhas fortemente cloradas vão produzir cookies de expansão reduzida e de uma espessura correspondentemente maior (44). No caso de biscoitos amanteigados e cookies de tipo macio, contudo, o uso de uma farinha submetida a um tratamento leve com cloro pode ser indicado, para aperfeiçoar sua capacidade de suportar os níveis mais altos de ingredientes amaciadores que caracterizam essas variedades e para proporcionar produtos com características que os assemelham a bolos e um mínimo de expansão.

A amplamente difundida adoção da automação completa da produção, com as limitações que esta impõe à flexibilidade na produção das padarias, criou a necessidade de uma maior diversidade de farinhas para cookies com características funcionais mais claramente definidas e uma maior uniformidade entre as remessas. A tabela 174 mostra os valores médios para os diferentes tipos de farinhas para cookies que poderiam ser produzidas em um ano agrícola de colheitas normais (45).

Gorduras. Embora a maioria das gorduras à disposição no comércio possam ser adequadamente utilizadas na produção dos cookies, cada tipo vai exercer um efeito diferente sobre o fator de expansão da massa do cookie e nas características da superfície

do cookie. Contudo, os problemas mais graves que são encontrados em referência às gorduras, não se relacionam tanto com suas propriedades específicas mas com o uso impróprio das mesmas. Um erro comum cometido pelos doceiros é aumentar o nível de gorduras, na tentativa de melhorar e enriquecer a fórmula do cookie, mas sem a devida consideração ao equilíbrio adequado das gorduras com os demais ingredientes. O resultado pode ser uma massa com tendência ao engorduramento e à qual falta a coesão necessária para o processamento pela máquina.

Quando a formação de creme é uma parte essencial na mistura da massa, a gordura vegetal hidrogenada e a banha modificada são, em geral, consideradas superiores à banha convencional ou às gorduras fluidas. A banha convencional também é considerada menos desejável para os cookies rotatoriamente modelados, pois ele tende a “largar óleo” no rolo posterior.

Ovos. Os ovos inteiramente líquidos, tanto os congelados quanto os frescos, assim como os inteiramente desidratados podem ser usados indiferentemente na produção dos cookies, apesar de muitos doceiros continuarem a preferir os ovos congelados, pois acreditam que esses proporcionarão uma estrutura melhor, mais volume e uma textura mais delicada aos cookies do que os que são produzidos com ovos desidratados. Todavia, com os ovos desidratados modernos, qualquer diferença nas características do cookie resultantes do uso de ovos desidratados ou em estado líquido serão mínimas.

Açúcares. Açúcares de várias granulações são utilizados na produção dos cookies. A granulação do açúcar é um fator de controle importante na regulação da uniformidade da expansão do cookie, e, conseqüentemente, precisa ser cuidadosamente estabelecida e especificada. Açúcares de granulação grossa tendem a produzir cookies de textura mais macia e de maior expansão do que os de granulações mais finas. Este último,

porém, por dissolver-se antes, confere melhor estabilidade à massa. O açúcar pulverizado não produz diferenças perceptíveis na maciez ou expansão (46). Em cookies com alto teor de açúcar, a substituição da sacarose pela dextrose em até 20% reduzirá a doçura intensa do produto final. O xarope invertido, quando utilizado de maneira adequada, tem um efeito de amaciar a textura do cookie e antecipar a coloração da crosta.

Outros Ingredientes. Outros materiais genericamente utilizados na produção de cookies incluem emulsificadores, tais como mono e diglicerídeos e lecitina, que ajudam na dispersão das gorduras e melhoram a capacidade da massa dos cookies de ser trabalhada em máquinas; produtos lácteos, em especial o leite em pó desnatado, cujas funções principais são as de melhorar a absorção de água, coloração da crosta e expansão do cookie; o sal, usado em pequenas quantidades principalmente para melhorar o sabor; e flavorizantes e colorantes, cujo uso é regulado pela demanda do mercado por variedades de cookies com sabores e colorações especiais.