

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS
CERES – LABORATÓRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CEREAIS

CARACTERIZAÇÃO DE AMARANTO
CULTIVADO EM SANTA CATARINA
E SUA UTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE PÃES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FABIANA BOTELHO

NUTRICIONISTA

PROF. Dra. ALICIA DE FRANCISCO

ORIENTADORA

Florianópolis – Santa Catarina

2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS
CERES – LABORATÓRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CEREAIS

CARACTERIZAÇÃO DE AMARANTO
CULTIVADO EM SANTA CATARINA
E SUA UTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE PÃES

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, do Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina em cumprimento das exigências para obtenção do Grau de Mestre em Ciência dos Alimentos.

PROFESSORA ORIENTADORA: Dra. ALICIA DE FRANCISCO

Florianópolis – SC

2006

**CARACTERIZAÇÃO DE AMARANTO
CULTIVADO EM SANTA CATARINA
E SUA UTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE PÃES**

Por

Fabiana Torma Botelho

Dissertação aprovada como requisito final para a obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, pela comissão formada por:

Presidente: _____

Prof. Dra. Alicia de Francisco (Orientador)

Membro: _____

Prof. Dra. Rosane Costa Beber

Membro: _____

Prof. Dra. Jane Mara Block

Membro: _____

Prof. Dr. Pedro Luiz Manique Barreto

Florianópolis, julho de 2006.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Prof. Dra. Alicia de Francisco, pela paciência, crédito e orientação. Agradeço à banca examinadora deste trabalho pela colaboração, disponibilidade e interesse em auxiliar no meu crescimento profissional.

Aos meus pais, pelo esforço e dedicação na minha educação, além da força, incentivo e amor, indispensáveis para o término desse trabalho.

Aos alunos do Laboratório Ceres, Josiane Raguzzoni, Carlos Cezar dos Santos e Rosane Costa Beber pela colaboração e apoio na realização das análises no laboratório e conhecimentos repassados. Em especial à Rosane Costa Beber pelas colaborações para finalização do trabalho, além das palavras e apoio, que fizeram toda a diferença.

À Patrícia Taha do Laboratório de Físico-Químico e ao Prof. Dr. Pedro Luiz Manique Barreto pelo apoio e colaboração nas análises.

À Salete e Afonso Klopel, membros da Associação Biodinâmica do Sul, em Ituporanga – Santa Catarina, pelas amostras de amarantho utilizadas.

Ao Ms. Nelson Jacomel Jr., membro da Associação Biodinâmica do Sul, pela parceria disponibilizando as amostras, pela troca de informações e incentivo à pesquisa.

Ao Gestor Comercial do Hippo Supermercados, Josiano Saqueti, pelo consentimento da pesquisa no local de trabalho, apoio e compreensão em todos os momentos.

Aos colaboradores da Padaria do Hippo Supermercados, Marcos Dimitri Fernandes e Fabiano da Silva, pela colaboração com seus conhecimentos e experiência em panificação.

À Nádia Steinmacher pelo apoio, amizade e colaboração, nos momentos solicitados.

A Deus pelo seu infinito amor comigo, pelas oportunidades, pela força que me incentivou a superar minhas limitações e comprovar que para Deus nada é impossível!

SUMÁRIO

RESUMO	1
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 HISTÓRIA DO AMARANTO	19
2.2 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO AMARANTO.....	19
2.3 VALOR NUTRICIONAL DO AMARANTO.....	20
2.4 CARACTERÍSTICAS HIPOCOLESTEROLÊMICAS DO AMARANTO.....	25
2.5 O AMARANTO E A DOENÇA CELÍACA.....	25
2.6 CONSUMO DO AMARANTO	27
2.7 TEXTURA EM PÃES.....	28
3. OBJETIVOS	30
4. MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1 MATERIAL.....	31
4.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	31
4.2.1 OBTENÇÃO DA FARINHA DE AMARANTO INTEGRAL.....	31
4.2.2 FORMULAÇÃO DOS PÃES.....	32
4.3 MÉTODOS.....	33
4.3.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA MATÉRIA-PRIMA.....	33
4.3.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO PÃO ENRIQUECIDO NCOM FARINHA DE AMARANTO C/ E S/ REFRIGERAÇÃO.....	34
4.3.3 PERFIL DE AMINOÁCIDOS.....	35

4.3.4 FORMULAÇÃO DOS PÃES C/ FARINHA DE AMARANTO PARA ANÁLISE SENSORIAL.....	36
4.3.5 ANÁLISE SENSORIAL.....	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
5.1. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA FARINHA INTEGRAL DE AMARANTO.....	39
5.1.1. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	39
5.1.2. COMPOSIÇÃO DE AMINOÁCIDOS NA FARINHA DE AMARANTO INTEGRAL.....	41
5.2. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO PÃO COM FARINHA DE AMARANTO INTEGRAL.....	42
5.2.1. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	42
5.2.2. COMPOSIÇÃO DE AMINOÁCIDOS NO PÃO COM FARINHA DE AMARANTO C/ E S/ REFRIGERAÇÃO.....	44
5.2.3. PARÂMETROS DE TEXTURA INSTRUMENTAL PARA PÃES ENRIQUECIDOS DE AMARANTO.....	45
6. ACEITAÇÃO DO PÃO ENRIQUECIDO COM FARINHA DE AMARANTO.....	46
7. CONCLUSÕES.....	51
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
9. ANEXOS.....	58

INDICE DE TABELAS

TABELA 1. Composição centesimal do grão de amaranto.....	22
TABELA 2. Teor de proteínas, lipídeos e fibras da farinha de amaranto integral e outros cereais.....	22
TABELA 3. Composição de aminoácidos essenciais do grão de amaranto (g/100g de amaranto) e padrão de aminoácidos de acordo com a FAO/WHO (1973).....	23
TABELA 4. Composição de ácidos graxos do óleo de amaranto.....	24
TABELA 5. Formulações de pães enriquecidos com farinha de amaranto com e sem refrigeração com diferentes percentuais.....	37
TABELA 6. Valores médios da composição centesimal da farinha de amaranto integral..	39
TABELA 7. Conteúdo de aminoácidos (g/100g proteína) de farinha de amaranto integral com e sem refrigeração.....	41
TABELA 8. Valores médios da composição centesimal do pão enriquecido com farinha de amaranto com e sem refrigeração – 13% de farinha de amaranto.....	42
TABELA 9. Valores de fibras alimentares totais nos pães enriquecidos com farinha de amaranto com e sem refrigeração (13% e 20%).....	43
TABELA 10. Conteúdo de aminoácidos (g/100g proteína) do pão enriquecido com farinha de amaranto com e sem refrigeração – 13% de farinha de amaranto.....	44
TABELA 11. Parâmetros de textura instrumental para pães enriquecidos de amaranto.....	45

INDICE DE GRÁFICOS E FIGURAS

FIGURA 1. Grão de amaranto.....	19
FIGURA 2. Nível de aceitação do pão com 13% de farinha de amaranto sem refrigeração.....	47
FIGURA 3. Nível de aceitação do pão com 13% de farinha de amaranto com refrigeração.....	48
FIGURA 4. Nível de aceitação do pão com 16% de farinha de amaranto com refrigeração.....	49
FIGURA 5. Nível de aceitação do pão com 20% de farinha de amaranto com refrigeração.....	50

FIGURA 6. Conteúdo de aminoácidos na farinha de amaranto integral com refrigeração.....	58
FIGURA 7. Conteúdo de aminoácidos na farinha de amaranto integral sem refrigeração.....	59
FIGURA 8. Conteúdo de aminoácidos do pão enriquecido com 13% de farinha de amaranto integral com refrigeração.....	60
FIGURA 9. Conteúdo de aminoácidos do pão enriquecido com 13% de farinha de amaranto integral sem refrigeração.....	61

RESUMO

O Amaranto (*Amaranthus cruentus*) cultivado no estado de Santa Catarina foi investigado quanto a sua composição centesimal, conteúdo de fibras e perfil de aminoácidos. Também foram produzidos pães enriquecidos com farinha deste pseudo cereal e avaliada a sua aceitabilidade. Para isto, os grãos de amaranto foram moídos e sua farinha foram utilizadas para formular as receitas de pães. As porcentagens de acréscimo em relação à farinha de trigo foram de 13%, 16% e 20%. Estas formulações foram analisadas quanto à composição centesimal, fibras, perfil de aminoácidos e o produto também foi oferecido a consumidores para avaliar o nível de aceitabilidade dos provadores.

As análises físico-químicas demonstraram que a o amaranto cultivado em Santa Catarina corresponde com as características citadas na literatura, quanto ao valor protéico (14,85%). A quantidade de fibras na farinha ultrapassa as quantidades citadas em trabalhos realizados com o amaranto cultivado no Distrito Federal, correspondendo 11,88g/100g, também superior aos resultados estudados até hoje, em torno de 4,5%. Seu conteúdo de lisina também apresentou uma quantidade significativa em relação aos outros cultivares de amaranto no Brasil e em outros países, que apresentaram em torno de 5 % a 6% de lisina. O amaranto cultivado em Santa Catarina apresentou, em média 9% de lisina.

Os pães enriquecidos com farinha de amaranto foram analisados também quanto a temperatura de estocagem da farinha, onde uma parte ficou em temperatura ambiente e a outra sob refrigeração, estas apresentaram um conteúdo de fibras alimentares totais de 30, 53g/100g; 9,33% de proteína e 2,75% e 3.75% de lisina para pães sem refrigeração e com refrigeração, respectivamente.

A aceitabilidade das quatro(4) receitas foi testada por 100 degustadores, pela escala edônica, e demonstrou que até 20% de farinha de amaranto pode ser acrescida no pão, com isso melhorando assim a qualidade nutricional, sem prejudicar as características nutricionais, visto que houve aceitação de 81% quanto à decisão de compra do pão enriquecido com farinha de amaranto.

INTRODUÇÃO

Benefícios à saúde do consumidor, através da alimentação, são cada vez mais importantes e necessários para a população; estudos de alimentos que além de fornecerem proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas e minerais, essenciais para a manutenção da saúde, contribuam também com compostos ou substâncias que combatem às doenças e atuam na prevenção da saúde, oferecendo melhora na qualidade de vida da população. Esses alimentos são chamados de alimentos funcionais, que através de seus compostos bioativos, auxiliam na redução das taxas de colesterol, triglicerídeos e glicose, no combate aos radicais livres e conseqüentemente, no aparecimento de doenças, como o câncer ou na prevenção do envelhecimento precoce. As doenças crônico-degenerativas preocupam cada vez mais a população e as autoridades, pois são essas doenças que, muitas vezes são causas de morte ou invalidez. (WYNGAARDEN 1992; MARCONDES 1992; MAHAN e ESCOTT-STUMP 1998).

Um dos fatores desencadeantes de doenças crônico-degenerativas, como as coronariopatias, são as taxas sanguíneas elevadas de triglicerídeos, colesterol e suas frações, como LDL (Lipoproteína de baixa densidade) e VLDL (Lipoproteína de muito baixa densidade), além de uma diminuição do HDL (Lipoproteína de alta densidade). Diversas pesquisas em todo mundo enfatizam a relação entre altos níveis de colesterol e triglicerídeos com a alimentação e hábitos de vida prejudiciais à saúde. A Sociedade Brasileira de Cardiologia realizou um estudo, onde se determinou que 42% da população brasileira apresentava níveis de colesterol acima do recomendado (> 200mg/dl) e 12%

tinham altas taxas de colesterol (> 240mg/dl) (MAHAN e SCOTT-STUMP 1998; GEPA-GRUPO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ARTEROSCLEROSE).

No Brasil, de acordo com o IBGE(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-1996), as doenças cardiovasculares são as principais causas de morte. Desta forma, a alimentação, aliada à mudança no estilo de vida possuem função vital na diminuição do risco de desenvolver doenças coronarianas, câncer, *diabetes mellitus*, pois agem na prevenção, melhora da qualidade e expectativa de vida da população, e conseqüentemente reduzindo as taxas de mortalidade e gastos com tratamento de doenças.

O pseudo-cereal amaranto (*amaranthus sp.*) vem ganhando destaque nas pesquisas e no interesse dos agricultores e consumidores mais atentos, devido às suas propriedades nutritivas e funcionais na promoção da saúde e prevenção de doenças. (BRESSANI, 1988; BREENE, 1991).

O amaranto possui alto valor nutricional, com quantidades consideráveis de proteínas, em torno de 15%, muitas vezes comparado ao valor da caseína do leite; e superior a outros vegetais, como feijão e soja. Possui ainda um adequado balanço de aminoácidos, com alto teor de lisina, aminoácido essencial, deficiente em cereais. Minerais, como zinco, cálcio e ferro no amaranto, também estão presentes em maior quantidade que nos outros vegetais (SAUNDERS e BECKER, 1984).

O pseudo-cereal amaranto é originário da Região dos Andes, principalmente do Peru, mas suas propriedades nutricionais vem atraindo o cultivo também em outros países, como México, EUA e Europa (SÁNCHEZ-MARROQUÍN, 1983). No Brasil, a Embrapa tem incentivado o cultivo e está desenvolvendo pesquisas na região do Distrito Federal. Em Santa Catarina o

cultivo de amaranto começou em meados do ano de 2004, pela Associação Biodinâmica do Sul em Ituporanga, e esta é a primeira pesquisa feita com o pseudo-cereal cultivado em Santa Catarina.

O amaranto, também conhecido como Alegria ou Huautli, pertence a família *amaranthacea*, apresenta panículas com inflorescência de diversas cores e é chamado de pseudo-cereal. As espécies mais cultivadas são *amaranthus cruentus* (América do Sul, Ásia, Caribe, México e África), *amaranthus caudatus* (América do Sul), *amaranthus hypocondriacus* (Índia, México e Estados Unidos) e *amaranthus tricolor* (China e Índia) (SAUNDERS e BECKER, 1984; BREENE, 1991).

O amaranto é conhecido de longa data pelos povos da região dos Andes, muito utilizado pelos Maias, Astecas e Incas; passou por um período de esquecimento, mas hoje já faz parte do hábito alimentar da população dessas áreas, e é conhecido e divulgado nessas regiões pelo seu poder de auxiliar no combate à desnutrição (YANEZ, et al. 1984; SUMAR-KALINOWSKI, 1986; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984).

As leguminosas e cereais, como 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, ao contrário, tem alto teor de fibras solúveis e baixos teores de insolúveis (HUGHES, 1991). O amaranto, é um pseudo cereal e como os demais cereais é uma excelente fonte de fibra insolúvel, principalmente de lignina e celulose. O teor total de fibra encontrada no amaranto é superior a dos cereais comuns (BECKER e SAUDERS, 1984)

Alguns estudos demonstram a capacidade do amaranto em auxiliar na redução dos níveis de lípideos séricos. O que ainda se investiga é o fator

causador dessa redução, seja pela sua quantidade de fibras ou ainda por apresentar um nível elevado de esqualeno, que possa influenciar no metabolismo do colesterol, reduzindo o nível de lípidos séricos através da inibição da HMG-COA redutase (Coenzima Hidroximetilglutaril Redutase), enzima presente no fígado que regula a biossíntese de colesterol. (DANZ & LUPTON, 1992).

DANZ & LUPTON (1992) estudaram a administração em cobaias de dietas elaboradas com pectina, farelo de aveia e amaranto, separadamente o uso destes alimentos resultou num menor teor de colesterol total no soro comparativo ao do grupo controle de cobaias que receberam dieta isenta de fibra ou suplementada com celulose. As fibras não apresentaram efeito sobre os níveis de triacilgliceróis no soro. Nas cobaias alimentadas com a dieta elaborada a base de pectina ou de farelo de aveia, obteve-se uma menor quantidade de colesterol no fígado, do que o grupo controle que recebeu uma dieta isenta de fibras. O grupo que recebeu celulose mostrou níveis de colesterol mais elevados e, o grupo que recebeu amaranto apresentou níveis próximos aos que foram alimentados com farelo de aveia.

O amaranto é comparado com cereais devido ao seu perfil de nutrientes e sua quantidade significativa do aminoácido lisina, limitante em cereais, além de oferecer um balanço equilibrado entre os aminoácidos. O perfil de aminoácidos é bastante variado entre as diferentes espécies de amaranto. Porém, um fator comum entre todas as espécies analisadas é o alto conteúdo de lisina e de aminoácidos sulfurados, assim como o baixo conteúdo de treonina, leucina, valina e isoleucina, quando comparado com o padrão da Organização Mundial da Saúde (1973).

As três espécies mais cultivadas e estudadas do amaranto apresentam variações em seu teor protéico. Segundo dados da literatura o teor protéico na espécie *amaranthus hypochondriacus* é em torno de 17,9%, na espécie *amaranthus caudatus*, varia de 17,6 a 18,4%, enquanto que na espécie *amaranthus cruentus*, varia de 13,2 a 18,2% (GORINSTEIN et al. , 1998).

Diferenças genéticas, região de cultivo, condições climáticas, estação do ano e tratamento com fertilizantes são responsáveis por essas variações nas quantidades proteicas (IRVING et al., 1981 e SAUNDERS e BECKER, 1984; GORISNTEIN et al., 1998).

Estudos feitos por SGARBIERI (1996), demonstraram que os aminoácidos sulfurados são os limitantes nas leguminosas, leite e carnes, enquanto que nos cereais, são os aminoácidos treonina e lisina. O balanço de aminoácidos que apresenta o amaranto reforça sua utilização na alimentação, principalmente pelos seus níveis de lisina e metionina, uma vez que a lisina, aminoácido limitante na maioria dos cereais e a metionina nas leguminosas, são encontrados em altos teores no amaranto.

O aminoácido limitante no amaranto é a leucina, seguido da treonina (SAUNDERS e BECKER, 1984) e de acordo com o padrão da FAO é leucina, seguido de valina e treonina. Esta característica não apresenta um inconveniente, porque a leucina está presente em excesso na maioria dos cereais. Esse resultado foi confirmado em trabalho recente (CHÁVEZ-JÁUREGUI, 2000) que mostrou a espécie *amaranthus caudatus* ser limitante apenas em leucina, em amaranto extrusado, segundo o critério da FAO.

Há um interesse no plantio e divulgação no consumo de amaranto também nos Estados Unidos, onde foi criado em 1990 o Instituto do Amaranto dos EUA.

Em países da Europa, como Inglaterra e Alemanha, o amaranto pode ser encontrado sendo comercializado em supermercados, como flocos, barras de cereais e alimentos instantâneos.

No Brasil, a Embrapa (DF) vem desenvolvendo trabalhos desde 1996, juntamente com pesquisas na USP. O amaranto possui a característica de desenvolver-se bem em climas áridos, devido suas raízes profundas que captam melhor a água, adaptando-se bem ao cerrado brasileiro. Pode ser colhido em 4(quatro) meses, entrando na rotação de culturas como milho e soja. Com isso o aumento da utilidade do amaranto vem a ajudar na rentabilidade, podendo os agricultores aumentar a área utilizada para plantio e minimizar custos. A expectativa é que a produção seja semelhante à soja, que após o cultivo em grande escala, tornou-se mais acessível após melhoramentos, pesquisas e divulgação dos benefícios, aumentando assim o seu consumo (EMBRAPA, 1996).

Pelo histórico do amaranto em seu plantio e em sua utilização na alimentação através dos povos, pelo seu alto poder nutritivo, relatados acima e a viabilidade de plantio no solo catarinense este trabalho busca caracterizar e avaliar a espécie *Amaranthus cruentus*, cultivado no solo de Santa Catarina, quanto a sua composição centesimal, perfil de aminoácidos, fibras alimentares totais, solúveis e insolúveis e sugerir sua utilização em alimento com frequência diária na mesa do brasileiro.

Sabendo-se que o amaranto complementa outros cereais com seu teor de lisina e perfil de aminoácidos, possui em torno de 15% de proteína, considerado como possibilidade de alimento funcional, pela sua contribuição para redução do colesterol sérico, oferecendo importante valor nutricional, busca-se o incentivo de novas perspectivas para desenvolvimento de produtos em nosso país à base

deste. Neste estudo avalia-se aspectos nutricionais e aceitabilidade de pão desenvolvido com farinha de amaranto, em diferentes concentrações e em temperaturas de estocagem diferentes, para identificar potencial nutricional e aplicabilidade da farinha de amaranto em produto altamente consumido pela população brasileira, como o pão.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 HISTÓRIA DO AMARANTO

As histórias das sementes de amaranto são datadas antes de Cristo, há mais de 2000 anos. Os povos dos Andes, Astecas, Maias e Incas utilizavam muito o amaranto, assim como a quinua (*chenopodium quinoa*), outro cereal de grande valor nutricional e funcional. Eles misturavam a farinha do grão com mel ou sangue humano, e com a massa faziam uma espécie de estatueta, que comiam durante os rituais de celebração e oferendas aos Deuses. Com a chegada dos Espanhóis católicos em 1519, Hernán Cortés proibiu as tradições e plantio da planta. Dessa forma, os dois grãos, tanto a quinua como o amaranto só continuaram a ser cultivados em locais de difícil acesso dos colonizadores, como o alto dos Andes e o oeste mexicano (YANEZ, et al. 1994).

A partir do século XX, os estudos com amaranto começaram e a ciência trouxe a tona novamente um dos 36 cultivos mais promissores do mundo, como tem sido classificado nos EUA.

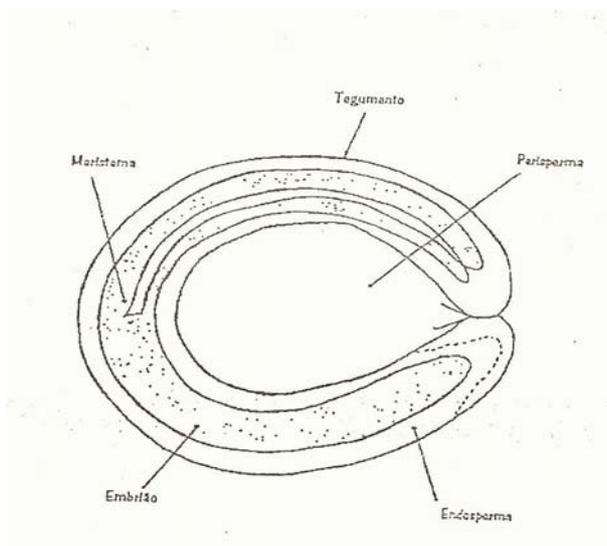
2.2 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO AMARANTO

Característica agronômica importante é sua capacidade de se desenvolver em solos pobres e secos, devido às raízes profundas, se desenvolve, frutificando em regiões com temperaturas altas (35°C a 45°C) e pouca luz solar. Por ser uma planta resistente e de fácil adaptação a esse clima adaptou-se bem no cerrado brasileiro (PLATT e BLASHAM, 1997).

Sua produtividade é outra característica importante, sua altura pode chegar a dois metros em três meses, com rendimentos em massa seca de 4.5 toneladas/ha, em algumas semanas (TEUTONICO e KNORR, 1985) e suas sementes rendem de quatro a seis toneladas (UZO e OKORIE, 1983).

O Amarantho é uma planta anual, seu caule pode medir de um a dois metros, suas folhas são grandes, largas e com inflorescência terminal em panículas de cores diferentes (branco, amarelo, rosa, vermelho, verde e até púrpura) e medem em torno de 90cm. Apresenta 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, contém uma só semente de 1,0cm a 1,5cm de diâmetro e 0,5mm de espessura e de cores variadas: branco, amarelo, rosa, cinza, vermelho e preto. Na figura 1, a semente é circular vista de cima e lenticular vista de lado. O embrião ocupa a maior parte da semente que se distribui de forma circular, quando observamos e seção longitudinal. A semente pesa em torno de 0,49 a 0,93mg (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984)

FIGURA 1 – Grão de Amarantho



Fonte: CASTRO (1987).

2.3 VALOR NUTRICIONAL DO AMARANTO

O potencial nutritivo do amaranto é maior dos demais cereais, principalmente como fonte protéica, uma vez que têm torno de 15%, de proteína, considerada de alto valor biológico quando comparada com outros cereais, além da quantidade de gorduras e fibras (BRESSANI, 1988; BREENE, 1991), como pode ser observado na Tabela 2. Sua proteína também é comparada com a caseína do leite, apresentando uma disponibilidade em torno de 90% (SAUNDERS e BECKER, 1984). Por esse valor protéico o amaranto é uma opção para a fortificação de farinhas.

Destacando-se pelo perfil de aminoácidos balanceado, a proteína do grão contém cerca de 5% do aminoácido essencial lisina, limitante em outros cereais, 6,85g de aminoácidos/100g de proteína e 4,4 % de aminoácidos sulfurados, limitantes em outros cereais (BRESSANI, 1988; BREENE, 1991; TEUTONICO e KNORR, 1985).

O amido representa 50% a 60% do total do grão. O grânulo de amido é pequeno variando de 1-3 μ m de diâmetro, menor que os grânulos de amido, do arroz (3–8 μ m) (SAUNDERS e BECKER, 1984).

Na Tabela 1 podemos observar a composição centesimal do grão de amaranto feita por KALINOWSKI (1982), onde o conteúdo de proteínas (14,5%), lipídeos (7,2%) e fibras (8,4%) comprovam as características citadas anteriormente e reafirmam a quantidade de fibras e qualidade protéica do amaranto.

Tabela 1: Composição Centesimal do grão de amaranto:

Componentes do grão	%
Umidade	9,4
Proteínas	14,5
Açúcares solúveis	2,7
Amido	64,8
Lipídios	7,2
Fibras	8,4
Cinzas	3,2

Fonte: KALINOWSKI, 1982.

Na tabela apresentada por EARLY et al (1987), o amaranto possui uma quantidade maior de fibras solúveis, quando comparado com outros cereais, como milho, trigo, aveia e arroz, podendo ser observado na Tabela 2.

Tabela 2: Teor de proteínas, lipídeos e fibras da farinha de amaranto integral e outros cereais.

	Amaranto	Trigo	Milho	Arroz	Aveia
Proteína	14,9%	12,3%	8,9%	7,5%	16,1%
Lipídeos	6,98%	1,8%	3,9%	1,9%	6,4%
Fibras	4,5%	2,3%	2,0%	0,9%	1,9%

Fonte: EARLY e EARLY (1987).

Em um estudo feito por CHÁVEZ et al (2000), classificou-se o perfil de aminoácidos do amaranto como mostra na Tabela 3.

Tabela 3: Composição de aminoácidos essenciais do grão de amaranto (g/100g de proteína) e padrão de aminoácidos de acordo com a FAO/WHO (1973).

Aminoácidos essenciais	g aa / 100g proteína	g aa / 100g proteína FAO/WHO (1973)
Cisteína	3,49	
Aspártico	9,04	
Treonina	3,20	4
Serina	5,76	
Glutâmico	17,25	
Prolina	4,17	
Glicina	8,14	
Alanina	4,0	
Valina	4,87	5
Metionina	3,36	Met + Cis 3,5
Isoleucina	3,99	4
Leucina	5,92	7
Tirosina	2,78	
Fenilalanina	4,64	Fen + Tir 6
Histidina	2,93	
Lisina	6,48	5,5
Triptofano	NA	1
Arginina	9,33	

Fonte: CHÁVEZ-JÁUREGUI et al (2000).

Em relação a fração lipídica do grão de amaranto varia entre 6% a 8% , considerando 70% de ácido oléico(C18:1) e linoléico (C18:2) e 20% de ácido esteárico (C18:0). (TEUTONICO e KNORR, 1985).

O óleo de amaranto é rico em esqualeno, principalmente o *amaranthus cruentus* (SALA e col., 1998). Essa fração lipídica das sementes de amaranto vem sendo estudada pelos seus benefícios à saúde, como hipocolesterolêmico e anticarcinogênico. Atualmente o esqualeno, hidrocarboneto polinsaturado, é obtido de animais marinhos e de acordo com as leis ambientais de proteção aos animais não é recomendado seu uso, portanto, o amaranto surge como uma boa opção de fonte alimentar desse hidrocarboneto polinsaturado (HAN – PING e col., 2002).

No estudo de ARÊAS et al (2000) a composição de ácidos graxos do óleo de amaranto também foram analisadas, como mostra na Tabela 4.

Tabela 4: Composição de ácidos graxos do óleo de amaranto:

Ácido graxo	%
Ac. Mirístico - 14:0	0,19
Ac. Palmítico - 16:0	4,31
Ac. Esteárico - 18:0	18,06
Ac. Oléico - 18:1	29,04
Ac. Linoléico - 18:2	45,27
Ac. Linolênico - 18:3	0,82
Ac. Araquidônico - 20:0	0,88
Ac. Araquídico - 20:1	0,23
Ac. Dodecanoato - 22:0	0,31

Fonte: ARÊAS et al (2000).

2.4 CARACTERÍSTICAS HIPOCOLESTEROLÊMICAS DO AMARANTO

Estudos de QURESHI e colaboradores(1996), mostraram que o esqualeno, a fibra alimentar e os tocotrienóis, que são os responsáveis pela redução do colesterol. Neste estudo observou-se a redução do colesterol de frangos alimentados com amaranto processado de diversas formas.

No estudo de GRAJETA (1997) relatou redução dos níveis plasmáticos de colesterol e triglicerídeos hepáticos, em ratos que receberam grãos de amaranto, durante 28 dias.

CHATURVEDI e colaboradores (1993) observaram além da redução de colesterol e triglicerídeos, o aumento da fração de HDL colesterol, em ratos alimentados com amaranto da espécie *amaranthus esculentus*.

PLATE e ARÊAS (2002) ofereceram amaranto da espécie *amaranthus caudatus* L, na forma de grão extrusado e óleo, em dietas distintas, a coelhos hipercolesterolemizados. Após 21 dias observou-se queda nos níveis de colesterol total e LDL mais efetiva para o amaranto extrusado do que para grupos controle e com óleo de amaranto.

2.5 O AMARANTO E A DOENÇA CELÍACA

Portadores da Doença Celíaca não podem consumir produtos que possuam glúten, proteína presente nos cereais, como trigo, centeio e cevada. A aveia não possui glúten, mas não é recomendada para o consumo dos celíacos, pela contaminação cruzada com cereais que possuem a proteína glúten, considerado tóxica aos portadores dessa síndrome de má-absorção de nutrientes.

Portadores da doença celíaca devem ingerir uma dieta isenta de glúten para o resto da vida (CÁCERES et al., 1993).

De acordo com as normas do Codex Alimentarius, alimentos isentos de glúten são produtos que apresentam grãos de cereais com quantidade mínima de glúten, com teor de nitrogênio total máximo de 0,05g/100g de grão, em base seca (HAKKENS, 1995 e CODEX STAN 118-1981/1983; em vigor até a atualidade). CAMPBELL (1987) conclui que a ingestão de 1 a 2mg de gliadina por dia é tóxica e que sua toxicidade está relacionada com o tamanho da dose e o tempo de administração. De acordo com HEKKENS (1995) a ingestão de 10mg por dia de gliadina, que junto com a gluteína formam o glúten, poderia ser tolerada pelas 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 já superado, pela disponibilidade de kits comerciais elaborados com antígenos monoclonais, porém são métodos de alto custo e difícil acesso ao consumo.

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).

O amaranto seria uma opção alternativa para a produção de alimentos isentos de glúten. Ele já é comercializado na Europa com esta finalidade. No Brasil, por enquanto, a maioria das receitas caseiras com amaranto são misturadas com outras farinhas, principalmente, farinha de trigo, para melhorar suas características sensoriais e reológicas. Por esse motivo as pesquisas buscam incentivar o plantio e melhorar as características sensoriais desses

produtos para que sua aceitabilidade seja cada vez maior e mais próximo dos produtos originais, como pães, bolachas e outros cereais, tanto para a população celíaca como para a população que não têm problemas de intolerância.

2.6. CONSUMO DO AMARANTO

São diversas as possibilidades de preparo do grão e farinha de amaranto, desde o próprio grão misturado com sopas, vegetais ou outros grãos, até farinhas, pães, biscoitos, bolachas, musli, pipocas, torrões (sementes expandidas com mel ou caramelo) e barras de cereais. No Peru é utilizado no café da manhã, em diversas opções, como cereais, flocos e produtos prontos, com um custo acessível (CHÁVEZ-JÁUREGUI, 2000).

Toda parte da planta pode ser consumida (WHEELER, et al., 1981; CHEEKE e BRONSON, 1980). As folhas da planta do amaranto são estudadas pela quantidade de cálcio presente. Podem ser preparadas cozidas e refogadas como as folhas de outros vegetais, saladas, concentrados protéicos, recheios, produtos instantâneos e alimentos infantis. As sementes de amaranto também podem ser usadas na alimentação humana devido a sua quantidade de óleo, com altos níveis de ácidos graxos insaturados, nas diversas formas de preparo, como sopas, ensopados, confeitaria, recheios, farinhas, mingaus, panquecas, pipoca, pão, “tortilhas” e bebidas semelhantes ao leite.

2.7 TEXTURA EM PÃES

A manutenção da coesividade em derivados de trigo está relacionado às interações moleculares dos componentes, através de ligações de hidrogênio, dissulfeto e ligações cruzadas com a participação de íons metálicos e a mobilidade da água na massa.

Schiraldi e Fessas (2001) propuseram que a água atua como plastificante no pão; a diminuição da água livre ou da umidade do pão favorece a formação de ligações de hidrogênio entre os polímeros do amido ou entre o amido e as proteínas resultando numa maior firmeza. A gelatinização do amido, presente no amaranto, e sua conseqüente recristalização leva ao aumento das interações inter e intragranular de amilose e a formação de uma rede que acarreta um aumento na firmeza dos pães (BÁRCENAS E ROSELL, 2006).

Em um estudo microscópico, Hug-Iten et al (1999) revelaram que durante o cozimento de pães ocorre uma separação de fase entre a amilose e amilopectina levando à uma acumulação de amilose no centro do grânulo de amido. De acordo com Hug-Iten et al (2003) a recristalização da amilose desempenha um importante papel na firmeza inicial do pão e nos primeiros estágios do envelhecimento (*staling*).

De acordo com Tosi, Ré, Masciarelli, Sánchez, Osella e Torre (2002) o amaranto é uma semente que pode conter até 18% de proteínas. Outras características são que contêm 60 a 66% de amido e um pico de viscosidade sob aquecimento menor que de milho ceroso, porém maior do que amidos de trigo e milho. Avanzaa, Puppob e Añón (2005) encontraram uma condição mínima para a gelificação das proteínas do amaranto (globulinas) de 7% (p/p) a 70°C.

Durante a elaboração do pão de amaranto atinge-se esta temperatura durante o processo de cozimento, assim, essas características de composição química e de propriedades físico-químicas dão suporte aos dados encontrados para os parâmetros de textura instrumental (firmeza, gomosidade e mastigabilidade) no presente estudo. Isto é, tanto o amido como as proteínas presentes no pão de amaranto gelificam e por consequência contribuem para o aumento dos valores de firmeza, gomosidade e mastigabilidade.

3. OBJETIVOS

1 – GERAL

- Determinar a composição centesimal e nutricional da farinha de amaranto (*Amaranthus cruentus*) de Santa Catarina, proveniente da Associação Biodinâmica do Sul (Ituporanga), e avaliar as características nutricionais e organolépticas de pães preparados com farinha de amaranto em diferentes percentuais e em diferentes temperaturas de estocagem.

2 – ESPECÍFICOS

- Determinar a composição centesimal do amaranto (*Amaranthus cruentus*), cultivado e proveniente da Associação Biodinâmica do Sul – SC;
- Investigar o perfil de aminoácidos na farinha de amaranto e no pão enriquecido com farinha integral de amaranto;
- Investigar a quantidade de fibras alimentares totais, solúveis e insolúveis, na farinha integral de amaranto;
- Investigar a quantidade de fibras alimentares totais no pão enriquecido com farinha de amaranto;
- Desenvolver e avaliar a aceitabilidade de pães formulados com diferentes concentrações de farinha de amaranto (13%, 16% e 20%), submetidos ou não à temperatura de refrigeração na estocagem. As análises foram feitas empregando-se teste sensorial preferencial, para avaliar a aceitabilidade do produto final.

4. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

Os grãos sementes de amaranto (*Amaranthus cruentus*) foram fornecidos pela Associação dos Agricultores de Ituporanga de Santa Catarina. Os grãos de amaranto foram recebidos em temperatura ambiente, na forma de farinha, onde esses grãos foram previamente moídos inteiros, com casca, pela Associação Biodinâmica do Sul, na quantidade de 5Kg, onde 1/3 após recebimento foram submetidas à temperatura de refrigeração.

Demais ingredientes para a formulação dos pães foram obtidos no supermercado local, onde foi realizado o trabalho. Foram feitas três repetições de receitas até chegar à formulação mais próxima ao pão integral comercializado no local.

Os equipamentos utilizados na elaboração dos pães e a padaria onde foram realizados os testes dos mesmos pertencem ao Hippo Supermercados, Florianópolis/SC.

3.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

3.2.1 Obtenção da farinha de amaranto integral

Para a obtenção da farinha de amaranto, as frações de grãos inteiros, previamente limpos e selecionados, foram moídos em moinho de martelo, marca

TRAPP TR-400, utilizando uma peneira de malha 1,2mm. Após a moagem dos grãos a farinha foi mantida a temperatura ambiente até a sua distribuição.

Após o recebimento as farinhas foram encaminhadas da seguinte maneira:

- 1/3 encaminhada, logo após o recebimento, para análise de composição centesimal;

- 1/3 em temperatura de refrigeração, da qual foram elaborados pães com 13%, 16% e 20% de farinha de amaranto em substituição à farinha de trigo;

- 1/3 em temperatura ambiente, onde foi elaborado pão com 13% de farinha de amaranto, com o objetivo de avaliar a influência de temperaturas de estocagem em relação aos aspectos nutricionais e organolépticos do pão já comercializado no mercado local de Santa Catarina.

3.2.2 Formulação dos pães

Para elaboração do pão teste enriquecido, utilizou-se a farinha de amaranto em substituição à farinha de trigo, na proporção de 13% de farinha submetida à temperatura de refrigeração na estocagem. Os demais pães foram elaborados com proporções de 16% e 20% submetidas à tratamento térmico, para a realização da análise sensorial e aceitabilidade do produto. Além disto, foi elaborado pão com 13% de farinha sem tratamento térmico para avaliar a aceitabilidade em relação às características organolépticas, em relação ao pão teste já comercializado, o qual era submetido ao tratamento térmico.

As análises realizadas nos pães com e sem refrigeração tem o objetivo de avaliar possível perda de qualidade nutricional e sensorial, para que o apelo

nutricional sejam mantidos no grão, com a aplicabilidade da farinha no pão e aceitabilidade do produto pelos consumidores.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Composição centesimal da matéria-prima

As análises foram realizadas em triplicata seguindo os métodos da AACCC/1990 (*American Association of cereal chemists*), e os carboidratos que foram estimados pela diferença. Assim que a farinha foi produzida, uma terça parte (1/3) da farinha integral de amaranto foi encaminhada diretamente para análise centesimal.

Para a determinação de umidade, seguiu-se o método 44, utilizando estufa a 105°C por aproximadamente 6 horas ou até obter peso constante das amostras. A proteína bruta foi quantificada pelo método de Kjeldhal (AOAC 2005 – 18ª edição), através da determinação de nitrogênio. O fator de correção utilizado para converter nitrogênio em proteína foi de 6,25.

Para a determinação da fração lipídica residual da farinha de amaranto foi utilizado o aparelho Soxhlet, com éter etílico como solvente, segundo o método 30-26.

O teor de cinzas, foi determinado pelo método gravimétrico, por calcinação do material a 550°C, em mufla, posteriormente à sua incineração, de acordo com o método AACCC 08-01. O método para determinação de fibras foi baseado no método AACCC 32-07/ AOAC 991.43 (1993), para fibras alimentares totais, solúveis e insolúveis.

A fração livre de nitrogênio ou fração Nifext representa a concentração de carboidratos totais da matéria-prima e é obtida pela subtração de 100 da somatória das porcentagens determinadas de umidade, lipídeos, proteínas, fibras e cinzas.

Utilizou-se o método AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 1999) 944.02 para determinação de ferro (quantitativo).

O método para determinação de cálcio foi baseado no método: Inst. Normativa número 20, pág 54 – 56 (Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Métodos analíticos físico químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes – Sal e Salmoura. Instrução Normativa nº 20, de 21/07/1999, DOU 09/09/99).

3.3.2 Composição centesimal do pão enriquecido com farinha de amaranto com refrigeração e sem refrigeração:

Todas as análises foram realizadas em triplicata seguindo os métodos da AACC (1990), exceto os carboidratos que foram estimados por diferença. Assim que as diferentes formulações de pães foram elaboradas, foram coletadas amostras para análise centesimal. Foram analisados quanto à sua composição centesimal os pães enriquecidos com farinha de amaranto em substituição à farinha de trigo a 13%, submetidos ou não à temperatura de refrigeração na estocagem.

Para a determinação de umidade, seguiu-se o método 44, utilizando estufa a 105°C por aproximadamente 6 horas ou até obter peso constante das amostras.

A proteína bruta foi determinada com o emprego de Kjeldhal (AOAC 1980), através da determinação de nitrogênio. O fator de correção utilizado para converter nitrogênio em proteína é de 6,25. Para a determinação de lipídeos no pão enriquecido com farinha de amaranto, foi utilizado o método da AOAC, n°13.033 (1984), com hidrólise ácida.

A determinação de cinzas foi realizada incinerando as amostras, em seguida utilizou-se método gravimétrico, por calcinação do material a 550°C, em mufla, posteriormente à incineração em chama, até peso constante, de acordo com o método AACC 08-01.

O método para determinação de fibras foi baseado no método AACC 32-07(1993), chegou-se aos valores finais de fibras alimentares totais.

A concentração de carboidratos totais da matéria-prima é obtida pela subtração de 100 da somatória das porcentagens determinadas de umidade, lipídeos, proteínas e cinzas.

3.3.3 Perfil de Aminoácidos

O resultado do perfil de aminoácidos e lisina, tanto na farinha de amaranto como no pão enriquecido com farinha de amaranto, foi obtido pela média de análises realizadas em duplicata, com a utilização de um equipamento Analisador de Aminoácidos Hitachi L-8500^a, seguindo a metodologia da AACC 07-01 (1990), eletroforese capilar, realizados em Porto Alegre no IS Biotech Sensores e Biotecnologia Ltda.

Para as análises foram enviadas amostras dos pães enriquecidos com farinha de amaranto com e sem refrigeração (13%) e as amostras de farinha de

amaranto integral com e sem refrigeração, para investigar se temperaturas diferentes poderiam influenciar no perfil de aminoácidos da farinha de amaranto.

3.3.4 Formulação dos pães com farinha integral de amaranto para Análise Sensorial

Foram elaboradas duas (2) formulações para o teste de aceitabilidade pelos consumidores. A primeira formulação, como mostra na Tabela 5 (13%CR), é a receita comercializada e desenvolvida por estabelecimento no mercado local. As demais formulações estão determinadas com os percentuais respectivos na mesma tabela abaixo, as quais foram elaboradas para verificar a aceitabilidade do produto e a possibilidade de aumentar a porcentagem de amaranto na receita e assim intensificar seu valor nutricional no pão. Foi verificado também, se o consumidor percebe alteração no pão com farinha de amaranto sem refrigeração, em comparação com a formulação já comercializada (13%).

Tabela 5: Formulações de pães enriquecidos com farinha de amaranto com e sem refrigeração com diferentes percentuais

Ingredientes	<i>1° Formulação</i> 13 % <i>Com</i> <i>refrigeração</i>	<i>2° Formulação</i> 13 % <i>Sem</i> <i>refrigeração</i>	<i>3° Formulação</i> 16 % <i>Com</i> <i>refrigeração</i>	<i>4° Formulação</i> 20% <i>Com</i> <i>refrigeração</i>
Farinha de trigo	80%	80%	80%	80%
Sal	2%	2%	2%	2%
Açúcar	4%	4%	4%	4%
Farinha de amaranto	13%	13%	16%	20%
Fermento	2%	2%	2%	2%
Água	41,21%	41,21%	40,11%	39,06%

Os ingredientes foram pesados em balança eletrônica digital, marca TOLEDO, modelo PRIX 4, com pesagem em miligramas. A massa foi processada em batedeira planetária, onde inicialmente os ingredientes foram misturados a baixa velocidade por 3 minutos, e acrescentando água aos poucos. Após colocação de toda a água, a massa continuou a bater por mais 3 minutos.

Após, a massa foi dividida em pequenas porções (300g cada pão fatiado) na bancada, e amassada manualmente por alguns segundos. Posteriormente, colocadas em forma e levadas para a estufa a 35°C por 1 hora. Após esse tempo na estufa, os pães foram encaminhados para assar em forno industrial, a 170°C por 30 minutos.

Após cozimento no forno, os pães foram resfriados à temperatura ambiente, acondicionados em sacos de polietileno e encaminhados para as análises posteriormente. Foram avaliadas 8 (oito) amostras de cada produto. Foi utilizado o texturômetro LFRA – Texture Analyser (CNS Farrel, UK), com uma sonda acrílica de 35 mm de diâmetro, com uma velocidade teste de 2 mm. s-1 e distância de 15 mm (50% de compressão). Os parâmetros calculados foram firmeza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade, a partir de um gráfico força-distância, de acordo com a metodologia proposta por Bourne (2002).

3.3.5 Análise sensorial

As análises sensoriais foram feitas no mesmo dia da elaboração dos pães. Os freqüentadores do supermercado, onde foram realizadas as formulações foram os provadores, em função de serem consumidores potenciais do produto. A aceitabilidade dos quatro (4) pães produzidos com farinha de amaranto foi avaliada com a participação de 100 consumidores.

O teste foi realizado em supermercado local, na sessão de produtos similares, onde os provadores, utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos expressaram o grau de gostar ou desgostar do produto, sendo o grau 1 atribuído para desgostar muitíssimo e o 9 para gostar muitíssimo (DUTCOSKY, 1996). Os resultados foram obtidos pelo cálculo da média geral do produto e o índice de aceitação foi determinado como a porcentagem de aceitação considerando 100% a nota 9.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA FARINHA INTEGRAL DE AMARANTO

4.1.1 Composição Centesimal

Os resultados obtidos na caracterização química da farinha de amaranto integral estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Valores médios da composição centesimal da farinha de amaranto integral.

Análises	Teor
Proteínas	14,85 g/100g
Lipídeos	6,21 g/100g
Cinzas	2,84 g/100g
Fibras Alimentares Totais	11,88 g/100g
Fibras Alimentares Solúveis	2,35 g/100g
Fibras Alimentares Insolúveis	9,52 g/100g
Carboidratos	52,93 g/100g
Umidade	11,29 g/100g
Cálcio	118,14 mg/100g
Ferro	7,95 mg/100g

De acordo com os estudos anteriores o teor de proteína da farinha de amaranto cultivada em Santa Catarina equivale-se aos 15% encontrados nos

trabalhos realizados anteriormente em outros países e nas análises de amaranto no Distrito Federal, obtendo um valor de 14,85%, reforçando o amaranto de Santa Catarina como fonte protéica.

Os lipídeos em torno de 6,2% aproximam-se dos valores já discutidos e apresentados em outras pesquisas, que seria em torno de 8%.

Em relação ao conteúdo de fibras alimentares totais (11,88g/100g) o amaranto cultivado em Santa Catarina supera os estudos já realizados, mostrando uma concentração maior de fibras totais, solúveis e insolúveis. De acordo com MARCÍLIO (2001) o amaranto cultivado no Distrito Federal oferecia 3,56% de fibras alimentares totais.

Na Tabela 7, o cálculo do perfil de aminoácidos é demonstrado baseado no gráfico abaixo. O conteúdo de lisina, aminoácido limitante em cereais e mais estudado no amaranto, supera as expectativas em quantidades de lisina. Enquanto outros estudos mostram valores entre 5% a 6% de lisina (BRESSANI et al, 1988), o amaranto cultivado em Santa Catarina possui em torno de 9% de lisina.

4.1.2 Composição de aminoácidos na farinha de amaranto integral

Tabela 7 – Conteúdo de aminoácidos (g/100g Proteína) de farinha de amaranto integral com e sem refrigeração.

Aminoácidos	Farinha de amaranto Integral com refrigeração	Farinha de amaranto Integral sem refrigeração
Leucina		
Valina	14,7mg/g	14,55mg/g
Glicina		
Fenilalanina		
Metionina	23,4mg/g	21,45mg/g
Histidina		
Serina	10,1mg/g	9,65mg/g
Triptofano		
Tirosina	20mg/g	19,5mg/g
Lisina	9,15mg/g	9,0mg/g
Isoleucina	32,95mg/g	32,05mg/g
Cistina	0,05mg/g	0,2mg/g
Ácido Glutâmico	27,15mg/g	16,15mg/g
Ácido Aspártico	13,55mg/g	14,2mg/g

Na mesma tabela, onde a farinha de amaranto foi analisada sem refrigeração, o conteúdo de aminoácidos não diferenciou do resultado da farinha

de amaranto com refrigeração. Observando-se apenas uma diferença no conteúdo de ácido glutâmico, 27,15% na farinha de amaranto integral com refrigeração e 16,15% na farinha de amaranto sem refrigeração.

4.2. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO PÃO ENRIQUECIDO COM FARINHA DE AMARANTO INTEGRAL

4.2.1. Composição Centesimal

Os resultados obtidos na caracterização química do pão enriquecido com farinha de amaranto com e sem refrigeração estão apresentadas na Tabelas 8.

Tabela 8: Valores médios da composição centesimal do pão enriquecido com farinha de amaranto com e sem refrigeração – 13% de farinha de amaranto

Composição centesimal	Pão c/ farinha de amaranto c/ refrigeração (g/100g)	Pão c/ farinha de amaranto s/ refrigeração (g/100g)
<i>Proteínas</i>	9,33	9,42
Lipídeos	1,93	2,06
Cinzas	1,65	1,78
Carboidratos	50,82	50,37
Umidade	36,27	36,37

Pode-se observar, de acordo com a Tabelas 8 que os valores da composição centesimal são semelhantes entre os pães com amaranto com e sem refrigeração.

Os teores de fibras alimentares totais foram analisadas em pães com percentuais diferentes de amaranto, o mínimo utilizado (13%) e o máximo (20%). Duas amostras com enriquecimento de 13% também foram analisadas com temperaturas diferentes, com e sem refrigeração.

Tabela 9: Valores de fibras alimentares totais nos pães enriquecidos com farinha de amaranto com e sem refrigeração (13% e 20%)

Pão enriquecido com amaranto	Quantidade de Fibras Alimentares Totais (g/100g)
Pão A	3,22
Pão B	3,24
Pão C	3,62

A = Pão enriquecido com farinha de amaranto sem refrigeração – 13%

B = Pão enriquecido com farinha de amaranto com refrigeração – 13%

C = Pão enriquecido com farinha de amaranto com refrigeração – 20%

Analisando a Tabela 9 observa-se o aumento de fibras alimentares totais conforme aumenta-se o teor de amaranto no pão, de 3,22g/100g e 3,24g/100g para 3,62g/100g. Mas quando analisa-se os pães com concentrações iguais de amaranto (13%), mas com temperaturas diferentes, os valores de fibras se

assemelham entre 3,22g/100g nos pães sem refrigeração e 3,24g/100g nos pães com refrigeração.

4.2.2. Composição de aminoácidos no pão enriquecido com farinha de amaranto com e sem refrigeração – 13% de farinha de amaranto

Tabela 10: Conteúdos de aminoácidos (g/100g Proteína) do pão enriquecido com farinha de amaranto com e sem refrigeração – 13% de farinha de amaranto.

Aminoácidos	Pão c/ farinha de amaranto com refrigeração	Pão c/ farinha de amaranto sem refrigeração
Leucina		
Valina	15,65mg/g	13,75mg/g
Glicina		
Fenilalanina		
Metionina	19,8mg/g	20,05mg/g
Histidina		
Serina	9,05mg/g	9mg/g
Triptofano		
Tirosina	15,8mg/g	15,35mg/g
Lisina	3,75mg/g	2,75mg/g
Isoleucina	18,8mg/g	17,15mg/g
Ácido Glutâmico	32mg/g	38,5mg/g
Ácido Aspártico	3,9mg/g	5,75mg/g

A Tabela 10 demonstra o perfil de aminoácidos no pão enriquecido com farinha de amaranto (13%) com refrigeração que apresenta um conteúdo de lisina de 3,75mg/g, enquanto no pão enriquecido com farinha de amaranto (13%) sem refrigeração apresentou 2,75mg/g.

4.2.3 PARÂMETRO DE TEXTURA INSTRUMENTAL PARA PÃES ENRIQUECIDOS COM FARINHA DE AMARANTO

Os valores dos parâmetros de textura instrumental para as amostras de pães de amaranto encontram-se dispostos na Tabela 11.

Tabela 11 – Parâmetros de textura instrumental para pães enriquecidos de amaranto

Amostra	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Firmeza (g)	432,45 ^a ± 32,53	366,97 ^b ± 45,16	564,39 ^c ± 29,89	600,55 ^c ± 67,82
Coesividade	1,02 ^a ± 0,05	0,97 ^b ± 0,02	0,98 ^{a,b} ± 0,02	0,98 ^{a,b} ± 0,03
Elasticidade	0,96 ^{a,b} ± 0,05	0,93 ^a ± 0,04	0,94 ^{a,b} ± 0,06	0,98 ^b ± 0,02
Gomosidade (g)	440,36 ^a ± 37,31	357,51 ^b ± 45,00	554,15 ^c ± 28,24	588,80 ^c ± 55,59
Mastigabilidade(g)	423,42 ^a ± 44,90	333,35 ^b ± 39,83	523,80 ^c ± 49,35	576,04 ^c ± 55,87

A firmeza dos pães está relacionada com a força aplicada para ocasionar uma deformação ou rompimento da amostra, avaliado por texturômetros (BOURNE, 2002). A força máxima avaliada para produtos panificados é dependente da formulação (qualidade da farinha, quantidade de açúcares, gorduras, emulsificantes, enzimas e adição de outros ingredientes,

como o amaranto, glúten e melhoradores de farinha) (ESTELLER E LANNES, 2005). A análise de textura instrumental mostrou que a adição de amaranto à massa resultou em um aumento do valor de firmeza. A firmeza aumentou 63,65% da 2^a- amostra para a 4^a amostra, indicando o efeito do amaranto no aumento deste parâmetro. Os parâmetros gomosidade e mastigabilidade tiveram um comportamento semelhante à firmeza, isto é, aumentaram com o aumento do teor de amaranto nos pães. Indicando que os pães com maior teor de amaranto necessitam de maior salivação e mastigação, sendo apreciado por muitos justamente pela sensação de saciedade (ESTELLER e LANNES, 2005).

A comparação das médias por análise de variância ($p < 0,05$) mostrou que a coesividade e elasticidade não foram significativamente influenciadas pela adição de diferentes quantidades de amaranto. Embora tenha havido um pequeno aumento tanto na coesividade como na elasticidade dos pães com a adição de amaranto.

5. ACEITAÇÃO DO PÃO ENRIQUECIDO COM FARINHA DE AMARANTO

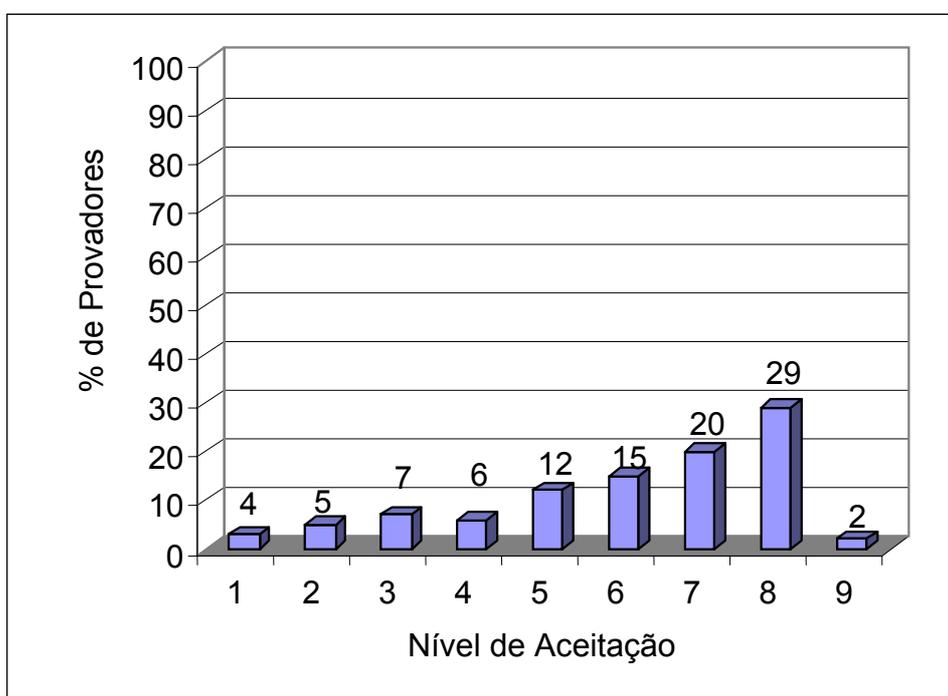
A aceitabilidade de um novo produto, de modo a predizer o comportamento do consumidor em relação à este no mercado, são pontos fundamentais na avaliação e no desenvolvimento de um novo produto. (ROBERTON, 1998).

A análise sensorial mostrou que a adição de 13%, 16% e 20% de farinha de amaranto integral em substituição à farinha de trigo obteve-se pães com boa aceitação entre os consumidores, não importando a temperatura em que a farinha

foi mantida. Cerca de 81% dos provadores, consumidores em potencial, responderam à pergunta que comprariam e consumiriam o produto.

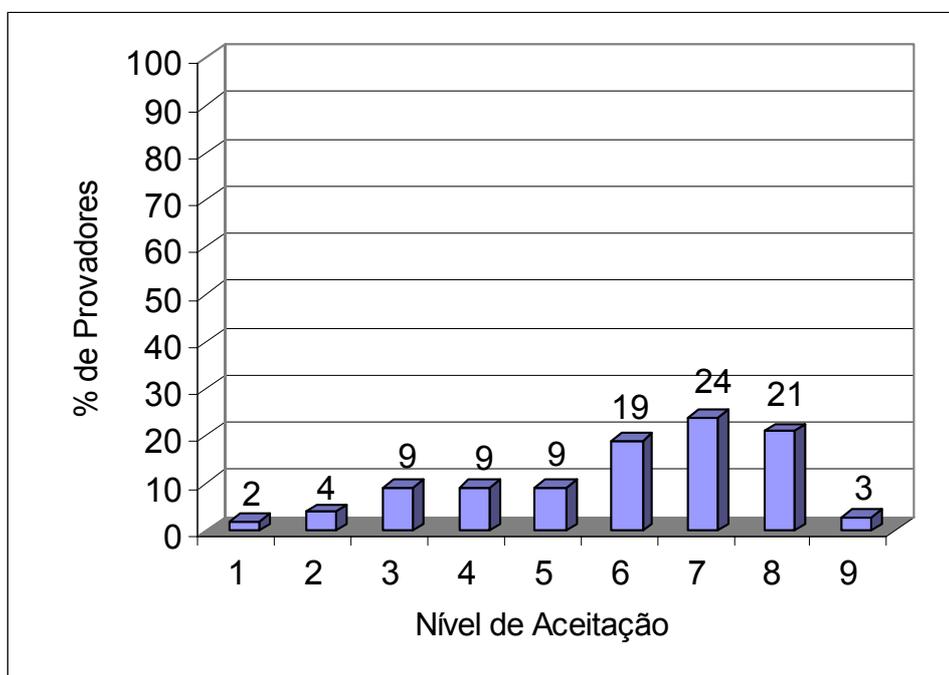
A figura 2 demonstra a aceitabilidade do pão enriquecido com farinha de amaranto sem refrigeração, onde 29% dos provadores reportaram gostar muito, 20% gostar regularmente, 15% gostar ligeiramente e 2% gostar muitíssimo.

Figura 2: Nível de aceitação do pão com 13% de farinha de amaranto sem refrigeração



A figura 3 demonstra a aceitabilidade do pão enriquecido com farinha de amaranto com refrigeração (13%), onde 21% dos provadores reportaram gostar muito, 24% gostar regularmente, 19% gostar ligeiramente e 3% gostar muitíssimo.

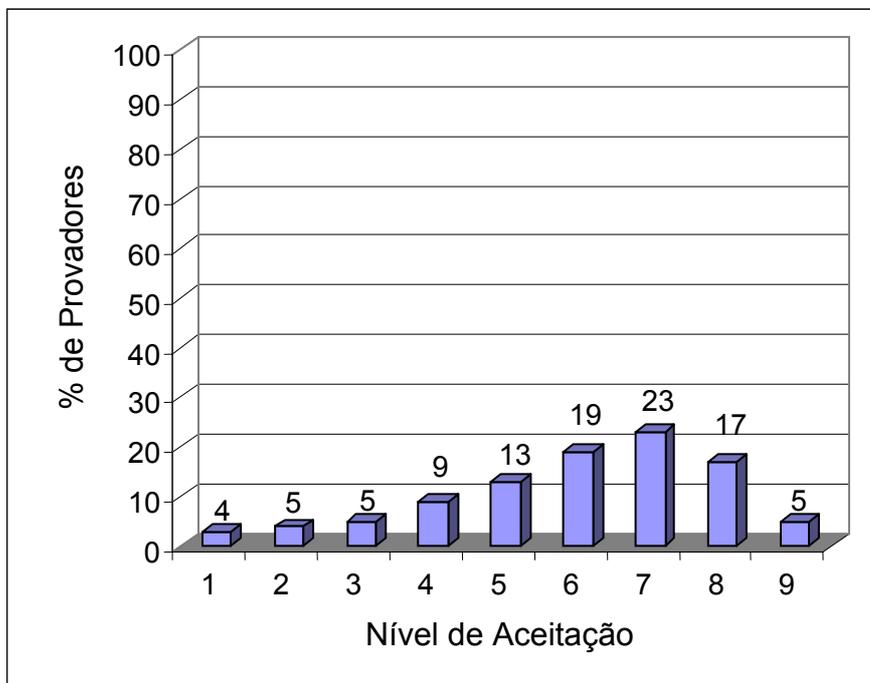
Figura 3: Nível de aceitação do pão com 13% de farinha de amaranto com refrigeração



Comparando a aceitabilidade do pão já comercializado no mercado (13% de farinha de amaranto), no qual a farinha recebe refrigeração, não possui diferença significativa em relação à aceitabilidade e características organolépticas quando comparado ao pão sem refrigeração, variando em 1% a diferença de aceitabilidade total.

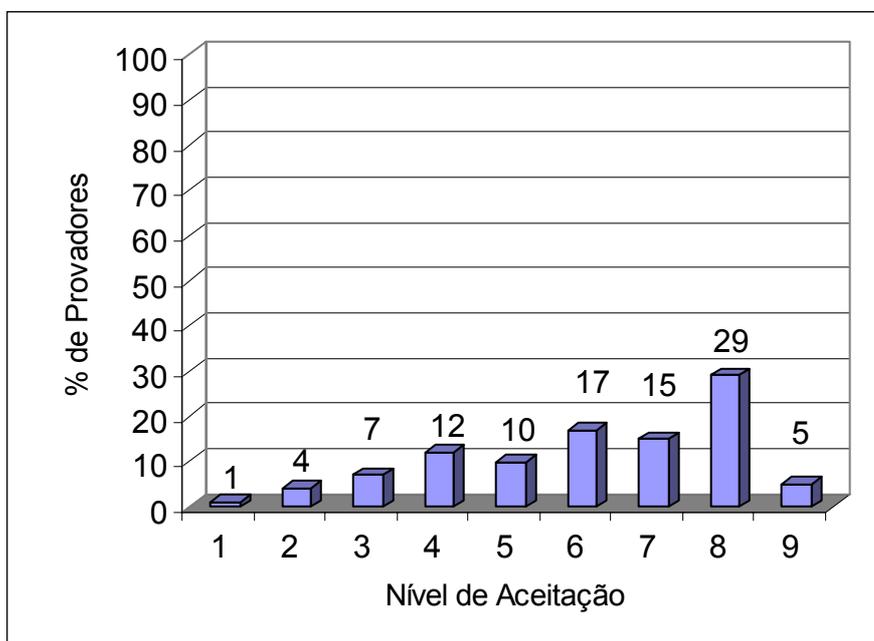
A figura 4 demonstra a aceitabilidade do pão enriquecido com farinha de amaranto com refrigeração (16%), onde 17% dos provedores reportaram gostar muito, 23% gostar regularmente, 19% gostar ligeiramente e 5% gostar muitíssimo.

Figura 4: Nível de aceitação do pão com 16% de farinha de amaranto com refrigeração



A figura 5 demonstra a aceitabilidade do pão enriquecido com farinha de amaranto com refrigeração, onde 29% dos provadores reportaram gostar muito, 15% gostar regularmente e 17% gostar ligeiramente.

Figura 5: Nível de aceitação do pão enriquecido com 20% de farinha de amaranto com refrigeração



Quando o objetivo é aumentar o valor nutricional dos pães sem alterar as características organolépticas, esses dados demonstram que a farinha de amaranto pode ser acrescentada em maior quantidade, pois não houve rejeição significativa entre os pães na aceitabilidade dos provedores, ou seja, os provedores não perceberam alterações de sabor, aroma e textura quando as farinhas foram acrescentadas à 16% e 20%. Seria necessário apenas comparar os valores nutricionais para verificar a importância significativa nesse aumento.

Não houve também diferença entre o pão enriquecido com farinha refrigerada e o outro pão sem refrigeração, no aspecto sensorial pelos provedores, ou seja, a temperatura não influenciou nas características organolépticas e na aceitabilidade do pães, pois as diferenças de aceitação total entre um pão e outro variou de 1% à 2%.

6. CONCLUSÕES

Na determinação da composição centesimal e nutricional da farinha de amaranto (*Amaranthus cruentus*) de Santa Catarina, proveniente da Associação Biodinâmica do Sul (Ituporanga) obteve resultados que confirmam o amaranto como cultivo promissor por manter seu valor nutricional equiparado à outros estudos, inclusive em outros países, apresentando valores de proteína de 14,85g/100g. O amaranto, principalmente da espécie *cruentus* apresenta proteína de 14% a 18% em diversos estudos. O amaranto de Santa Catarina pode ser considerado com alto teor protéico em relação à outros cereais. No pão de amaranto obteve-se valores da composição centesimal semelhantes entre os pães com amaranto com e sem refrigeração.

Em relação ao conteúdo de fibras alimentares totais a farinha de amaranto apresentou valores maiores, com 11,88g/100g, enquanto que estudos realizados por MARCÍLIO (2001) com amaranto cultivado no Distrito Federal apresentaram 3,56% de fibras alimentares totais, fator importante para o combate às doenças crônico-degenerativas e excelente alternativa para melhorar a ingestão de fibras pela população. Os teores de fibras alimentares totais nos pães foram analisadas em pães com percentuais diferentes de amaranto, o mínimo utilizado (13%) e o máximo (20%), onde a quantidade de fibra aumenta à medida em que aumenta a concentração de amaranto no pão, de 3,22g/100g e 3,24g/100g para 3,62g/100g, respectivamente. Duas amostras com enriquecimento de 13% também foram analisadas com temperaturas diferentes, com e sem refrigeração, mas não mostraram grande diferença, variando entre 3,22g/100g nos pães sem refrigeração e 3,24g/100g nos pães com refrigeração.

Os conteúdos de cálcio e ferro foram de 118,14mg/100g e 7,95mg/100g, respectivamente, podendo ser considerado boa fonte desses minerais, principalmente para intolerantes à lactose, nos quais não podem consumir alimentos lácteos, fontes de cálcio e no combate à anemia, pelo incremento na alimentação de ferro através do amaranto.

O perfil de aminoácidos entre as farinhas de amaranto com e sem refrigeração não diferenciaram significativamente, a não ser no conteúdo de ácido glutâmico. O conteúdo de lisina do amaranto de Santa Catarina apresenta-se bem elevado em relação à literatura, ficando em torno de 9%, enquanto estudos mostram valores entre 5% a 6% de lisina (BRESSANI et al, 1988), demonstrando possibilidade maior de benefícios em relação à esse aminoácido e complemento da alimentação com outros cereais. O perfil de aminoácidos no pão enriquecido com farinha de amaranto (13%) com refrigeração apresentou 3,75mg/g de lisina e o pão enriquecido com farinha de amaranto (13%) sem refrigeração apresentou 2,75mg/g.

A textura do pães foi identificada pela firmeza que aumentou 63,65% da 2ª amostra para a 4ª amostra, indicando o efeito do amaranto no aumento deste parâmetro, gomosidade e mastigabilidade se comportaram da mesma maneira, aumentando conforme for o maior teor de amaranto, aumentando a salivação e mastigação e conseqüentemente maior e mais rápida é a sensação de saciedade. (ESTELLER e LANNES, 2005).

A coesividade e elasticidade não foram significativamente influenciadas pela adição de diferentes quantidades de amaranto, mas houve um pequeno aumento tanto na coesividade como na elasticidade dos pães.

Os resultados mostraram um pão com bom nível de aceitação e com qualidade nutricional significativa, quando substituída a farinha de trigo por farinha de amaranto em 13%. Havendo estudos do acréscimo do valor nutricional quando maior for a quantidade de amaranto no pão para 16% ou 20%, com o objetivo de oferecer propriedades funcionais, auxiliando na redução das dislipidemias e combate à doenças crônico-degenerativas, além de um acréscimo protéico, principalmente em níveis de aminoácidos, como a lisina, e de fibras, pode-se aplicar devido não haver prejuízo da qualidade sensorial do produto, já que obteve-se um nível de aceitação de 81% nos pães com maior quantidade de amaranto. Mais testes com porcentagens maiores de amaranto acrescentados aos pães seriam necessários para que assim seja maior o potencial nutricional e verificação das alterações organolépticas.

Outros estudos com o amaranto cultivado em Santa Catarina seriam necessários, como a quantidade de cálcio, ferro e fósforo, sugerido quantidades importantes em outros estudos, além do perfil lipídico, principalmente do esqualeno. Futuros trabalhos são necessários para aprofundar os benefícios e salientar a importância do acréscimo do amaranto na alimentação do brasileiro. Explorar mais a possibilidade de aumentar a quantidade protéica da alimentação, de maneira saudável, com consumo de óleos e fibras que promovem à melhora do colesterol e qualidade de vida, principalmente para população da terceira idade. São necessários novos estudos para garantir aos celíacos um alimento isento de glúten e mais uma alternativa saborosa e segura de alimentação. O amaranto também possui diferentes possibilidades de consumo, como as folhas e caules, e estas podem ser analisadas em relação a cálcio, ferro e fósforo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

BREENE, W.M. Food uses of grain amaranth. Cereal Food World. , St. Paul, v. 36, n° 5, p. 426 – 429, 1991.

CHÁVEZ-JÁUREGUI, R.N.; SILVA, M.E.M.P & ARÊAS, J.A.G. Extrusion cooking Process for Amaranth (*Amaranthus caudatus* L.). J. Food Sci., 65: 1009 – 1014, 2000.

CÁCERES, S.; QUADRELLI, A. e SALINAS, G.; Doença Celíaca: O lado obscuro do trigo. Rio de Janeiro – RJ. Ciência Hoje 16 (92): 40 – 4, Jul.1993.

CAMPBELL, J.A. Diet therapy of celiac disease and dermatitis heptiformis. In: World Review of Nutrition and Dietetics. Basel, v. 51, p. 189 – 233, 1987.

CÂNDIDO, L.M.B.; CAMPOS, A.M. Alimentos para fins especiais: Dietéticos, p. 111 – 113, 1996.

CHATUVERDI A., SAROJINI G., DEVI N.L. Hypocholesterolemic effects of amaranth seed (*Amaranthus esculantus*). Plant Foods Hum Nutr 1993., 44: 63 – 70.

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.

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, July 1992.

DUTCOSKY, S.D., Análise Sensorial de Alimentos. 1° edição. Curitiba: Champagnat, 1996.

EARLY, D. , EARLY, J.C. – Transferência de tecnologia indígena para la preparación de la kiwicha (Amaranthus). Primeira parte. El Amaranto y su Potencial Boletín., Guatemala, n° 4, p. 8 – 12, 1987.

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.

GEPA, Grupo de Estudos e Pesquisas em Arteriosclerose (1998).

GRAJETA H. Effects of amaranthus (Amaranthus cruentus) seeds on lipid metabolism in rats. Bromatologia Chemia Toksykologiczna 1997; 30 (1): 25 – 30.

HUGHES, J.S. Potencial contribution of dry bean dietary fiber to health. Food Technol., v. 45, n° 9, p. 122- 124, 126, 1991

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.

HAN. PING H., YIZHONG C., MEI S., CORKE H., Extration and purification of squaleno from Amaranthus grain. J. Agric. Food Chem 50 (2) 368-372; 2002.

IRVING, D. W. Et al Morphological studies on Amaranth cruentus. Journal of food Science, v. 46, 1170 – 1174, 1981.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Anuário Estatístico do Brasil; 1996. Rio de Janeiro: IBGE; 1996. v. 56. p. 2 – 124.

KALINOWSKI LS. *Amaranthus* sp. El pequeño gigante. Trabajo presentado al III Congreso Internacional de Cultivos Andinos. La Paz, 1982.

MARCÍLIO, R., Uso do grão de amaranto no desenvolvimento de produto tipo "Cookie" isento de glúten. Características nutricionais e sensoriais; UNICAMP, 2001.

MAHAN IK, ESCOTT-STUMPS.KRAUSE: Alimentos e Dietoterapia 9° edição. São Paulo: ROCA; 1998.

MARCONDES M, SUSTOVICH DR, RAMOS OL, editores. Clínica Médica: Propedêutica e Fisiopatologia. Rio de Janeiro: Guanabara; 1988.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – Amaranth: modern prospects for na ancient croup. Washington: National Academy Press, 1984, p. 1 – 81.

PLATT, S.G. e BLASHAM, J.A. Photosynthesis and increase production of protein. Friedman, M., ed. Nutrition improvement of food and feed proteins. New York, Plenum Press, p. 195 – 247, 1977.

PLATE AYA, ARÊAS J.A.G., Cholesterol – lowering effects of extruded amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) in hypercholesterolemic rabbits. Food Chem 2002; 76:1– 6

QURESHI A.A., LEHMANN J.W., PETERSON D.M., Amaranth and its oil inhibit cholesterol biosynthesis in 6- week-old female chickens. J. Nutr. 1996; 126: 1972– 8.

ROBERTSON, J.A. Aplication of plant-based by products as fiber supplements in processed food. Recent Res. Devel. in Agric. & Food Chemistry, v. 2, p. 705 – 717, 1998.

SALA M., BERARDIS., BONDIOLI P. Amaranth seed: the potentialities. Riv Ital Sost Gras; 75 (11) 503 – 506, 1998.

SÁNCHEZ-MARROQUÍN, A. Dos cultivos olvidados de importância agroindustrial; el amaranto y la quinoa. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, Guatemala City, 23 (1):11 – 32, 1983.

SAUNDERS, R.M., BECKER, R. – *Amaranthus*: a potencial food and feed resource. *Adv. Cereal Sci. Technol.*, St. Paul, v. 6, p. 357 – 396, 1984.

SUMAR-KALIMOWSKI, L., *El pequeño gigante*; Cusco:UNICEF – PERÚ, 1986, p. 1 – 24.

SGARBIERI, V.C. Propriedades funcionais das proteínas. In: SGARBIERI, V.C. *Proteínas em alimentos protéicos – propriedades, degradações e modoficações*; pp 517, 1996. Livraria Varela Ltda: São Paulo.

TEUTONICO, R.A. e Knorr, D. *Amaranth*; Composition, properties and applications of a rediscovered crop. *Food Technology*, Chicago, 39 (4): 49 – 59, 1985.

UZO, J.O. e OKORIE, A.U. *Amaranthus hybridus*; a potencial grain crop for west Africa. *Nutrition Reports International*, 27 (3): 519 – 524, 1983.

YANEZ, E., ZACARIAS, I., GRANGERI, 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.

WYVGARDEN JB, SMITH LH, BENETT JC, editores. *CECIL Tratado de Medicina Interna*. 19° edição. São Paulo: Guanabara & Koogan; 1992.

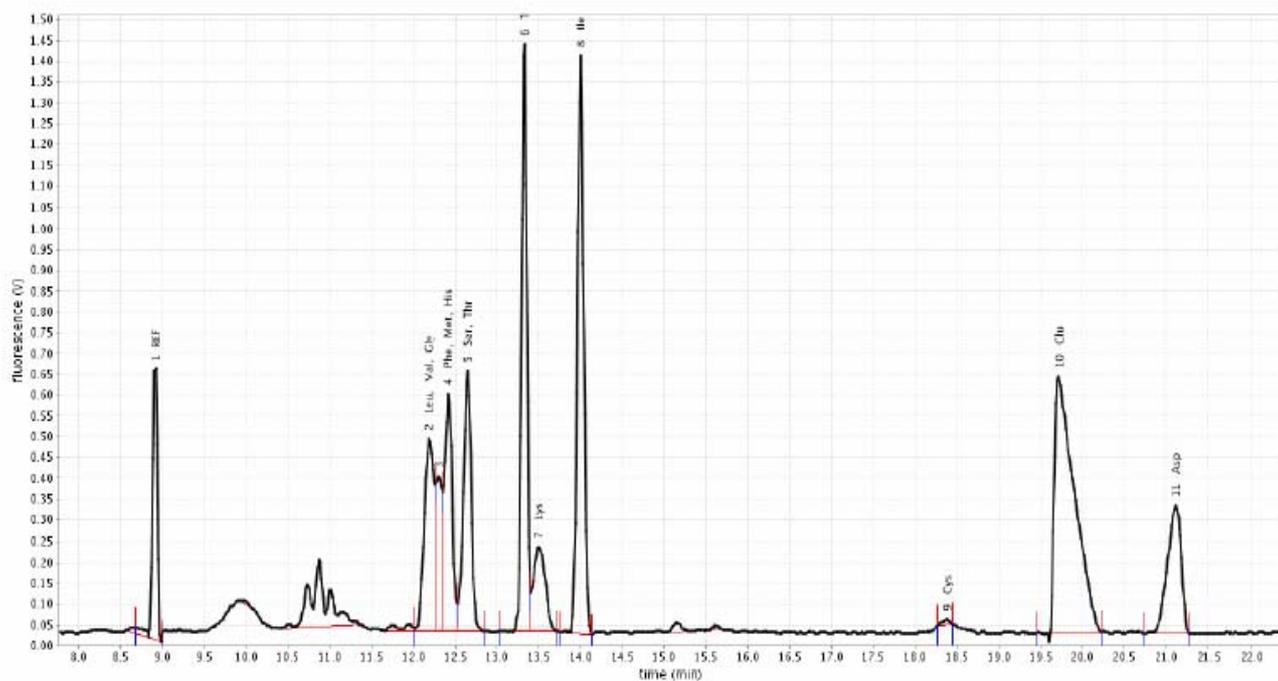
WHELLER, E.L., LORENZ, K., STAFFORD, A. E., GROSJEAN, O.K.; BETSCHART, A.A. e SAUNDERS, R.M. A composition study of amaranth grain. *Journal of Food Science*, Chicago, 46:1175 – 1180, 1981.

ANEXOS

Composição de aminoácidos na farinha de amaranto integral

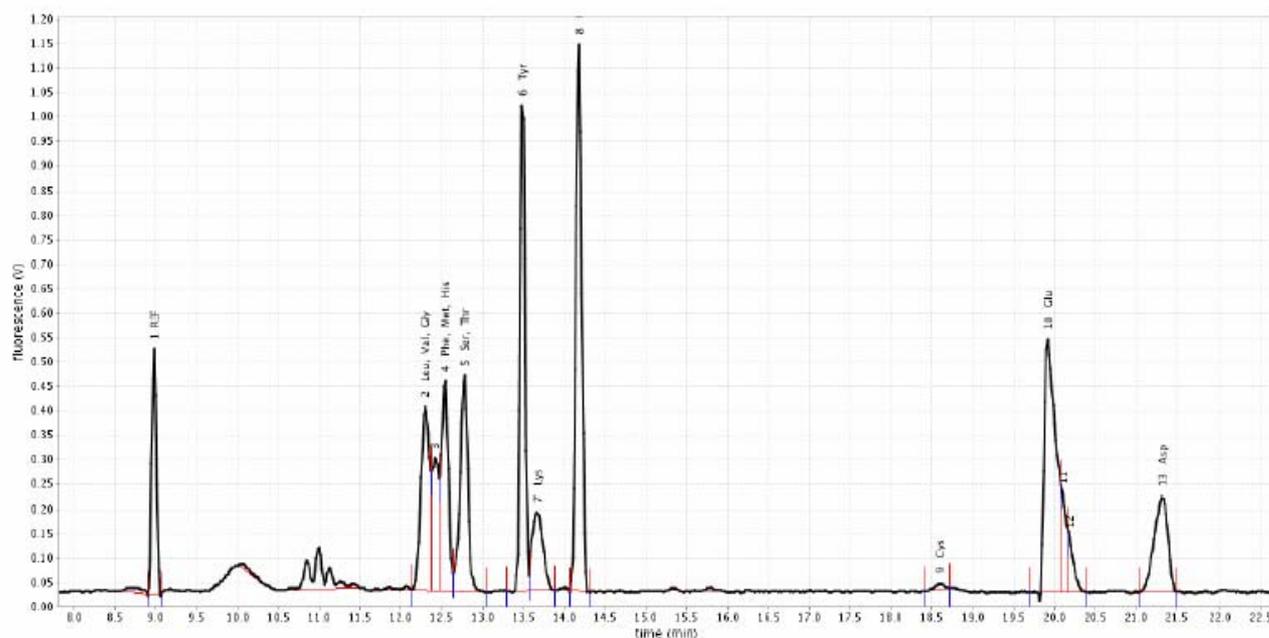
O gráfico a seguir mostra a distribuição e perfil de aminoácidos da farinha de amaranto com refrigeração.

Figura 6 - Conteúdo de aminoácidos na farinha de amaranto integral com refrigeração.



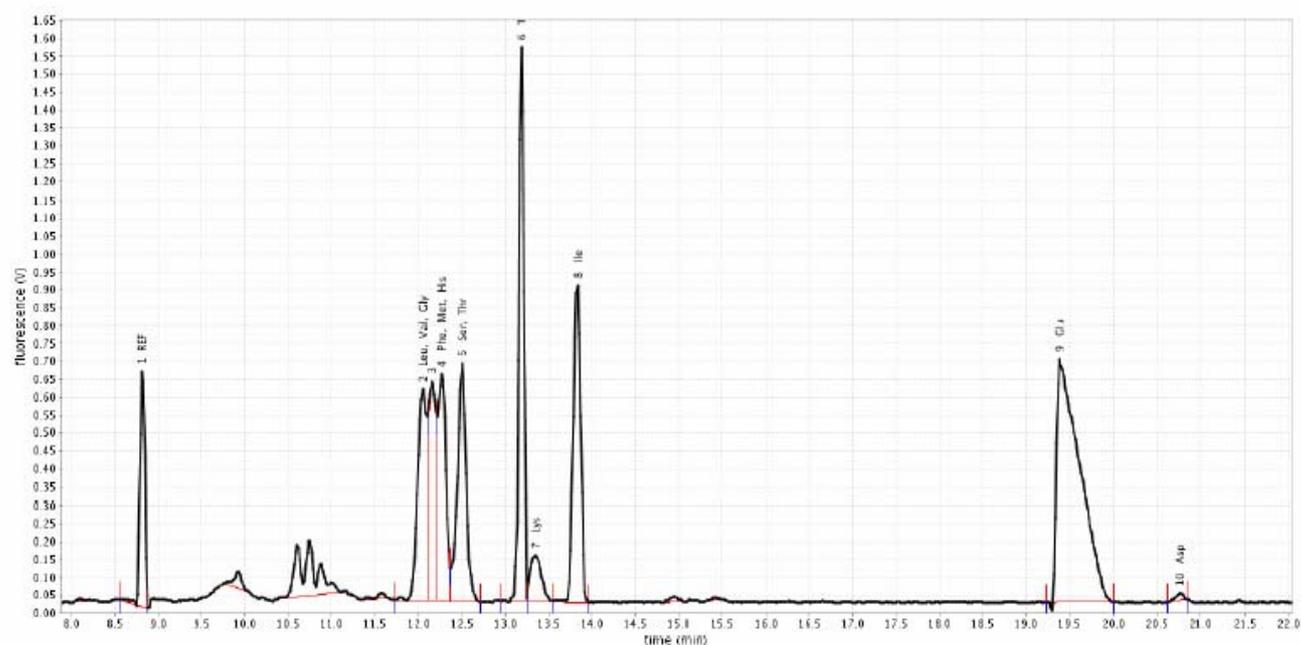
Peak	Name	Time [min]	Rel. Time [min]	Area [V min]	A/T [V]	(A/T)/(Aref/Tref)	Height [V]	Width [s]	d2H/dT2 [V min-2]	Start [min]	End [min]	Concent. [uM]	Sample Concent. [ug/g]
1	REF	8.917	1.000	0.0452	0.0051	1.0000	0.6471	18.000	-261.957	8.683	8.983		
2	Leu, Val, Gly	12.183	1.366	0.0629	0.0052	1.0188	0.4576	15.000	-53.766	12.017	12.267		
3		12.300	1.379	0.0294	0.0024	0.4717	0.3680	4.980	-13.334	12.267	12.350		
4	Phe, Met, His	12.417	1.393	0.0601	0.0048	0.9550	0.5687	10.980	-114.187	12.350	12.533		
5	Ser, Thr	12.650	1.419	0.0667	0.0053	1.0399	0.6241	19.020	-138.118	12.533	12.850		
6	Tyr	13.333	1.495	0.1058	0.0079	1.5654	1.4064	22.020	-497.934	13.033	13.400		
7	Lys	13.500	1.514	0.0331	0.0024	0.4831	0.2015	19.020	-16.053	13.400	13.717		
8	Ile	14.000	1.570	0.1279	0.0091	1.8024	1.3846	22.980	-368.828	13.750	14.133		
9	Cys	18.383	2.062	0.0012	0.0001	0.0125	0.0108	10.980	-2.817	18.267	18.450		
10	Glu	19.717	2.211	0.1692	0.0086	1.6932	0.6128	46.980	-49.077	19.450	20.233		
11	Asp	21.117	2.368	0.0591	0.0028	0.5519	0.3033	33.000	-23.340	20.733	21.283		

Figura 7 – Conteúdo de aminoácidos na farinha de amaranto integral sem refrigeração.



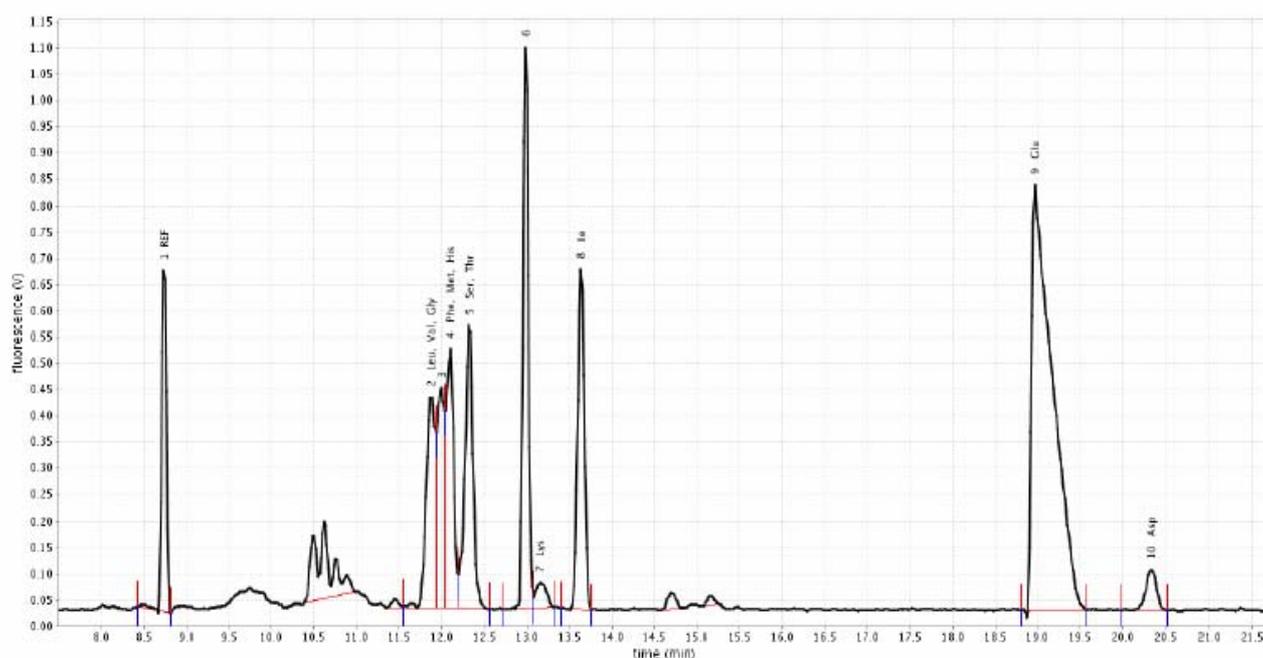
Peak	Name	Time [min]	Rel. Time [min]	Area [V min]	A/T [V]	(A/T)/(Aref/Tref)	Height [V]	Width [s]	d2H/dT2 [V min-2]	Start [min]	End [min]	Concent. [uM]	Sample Concent. [ug/g]
1	REF	8.983	1.000	0.0330	0.0037	1.0000	0.5012	10.020	-203.667	8.900	9.067		
2	Leu, Val, Gly	12.300	1.369	0.0486	0.0040	1.0745	0.3743	15.000	-49.966	12.133	12.383		
3		12.417	1.382	0.0214	0.0017	0.4692	0.2681	5.040	-14.370	12.383	12.467		
4	Phe, Met, His	12.550	1.397	0.0442	0.0035	0.9577	0.4282	9.960	-100.891	12.467	12.633		
5	Ser, Thr	12.783	1.423	0.0477	0.0037	1.0154	0.4396	25.020	-110.580	12.633	13.050		
6	Tyr	13.483	1.501	0.0704	0.0052	1.4200	0.9897	16.020	-371.778	13.300	13.567		
7	Lys	13.667	1.521	0.0255	0.0019	0.5066	0.1608	18.960	-14.085	13.567	13.883		
8	Ile	14.183	1.579	0.0955	0.0067	1.8311	1.1156	15.000	-326.129	14.067	14.317		
9	Cys	18.600	2.071	0.0016	0.0001	0.0229	0.0116	19.020	-1.836	18.400	18.717		
10	Glu	19.917	2.217	0.0835	0.0042	1.1401	0.5157	22.980	-72.622	19.700	20.083		
11		20.100	2.238	0.0142	0.0007	0.1914	0.1979	5.040	-1.288	20.083	20.167		
12		20.183	2.247	0.0087	0.0004	0.1171	0.1115	12.960	-2.720	20.167	20.383		
13	Asp	21.317	2.373	0.0385	0.0018	0.4915	0.1933	27.000	-12.707	21.050	21.500		

Figura 8 – Conteúdo de aminoácidos no pão enriquecido com 13% de farinha de amaranto integral com refrigeração.



Peak	Name	Time [min]	Rel. Time [min]	Area [V min]	AT [V]	(A/T) (Aref/Tref)	Height [V]	Width [s]	d2H/dT2 [V min ⁻²]	Start [min]	End [min]	Concent. [uM]	Sample Concent. [ug/g]
1	REF	8.817	1.000	0.0434	0.0049	1.0000	0.6531	19.980	-270.474	8.550	8.883		
2	Leu, Val, Gly	12.050	1.367	0.0691	0.0057	1.1645	0.5892	22.980	-66.098	11.717	12.100		
3		12.150	1.378	0.0658	0.0054	1.0986	0.6109	7.020	-44.482	12.100	12.217		
4	Phe, Met, His	12.267	1.391	0.0653	0.0053	1.0808	0.6316	9.000	-81.479	12.217	12.367		
5	Ser, Thr	12.500	1.418	0.0790	0.0063	1.2833	0.6614	21.000	-135.466	12.367	12.717		
6	Tyr	13.183	1.495	0.1064	0.0081	1.6382	1.5430	18.000	-605.206	12.950	13.250		
7	Lys	13.350	1.514	0.0199	0.0015	0.3021	0.1289	18.000	-10.743	13.250	13.550		
8	Ile	13.833	1.569	0.0880	0.0064	1.2918	0.8909	25.020	-203.044	13.550	13.967		
9	Glu	19.383	2.198	0.2069	0.0107	2.1664	0.6751	46.020	-104.997	19.233	20.000		
10	Asp	20.767	2.355	0.0019	0.0001	0.0186	0.0192	13.020	-4.592	20.633	20.850		

Figura 9 – Conteúdo de aminoácidos no pão enriquecido com 13% de farinha de amaranto integral sem refrigeração.



Peak	Name	Time [min]	Rel. Time [min]	Area [V min]	A/T [V]	(A/T)/(Aref/Tref)	Height [V]	Width [s]	d2H/dT2 [V min-2]	Start [min]	End [min]	Concent. [uM]	Sample Concent. [ug/g]
1	REF	8.733	1.000	0.0439	0.0050	1.0000	0.6492	23.040	-259.536	8.433	8.817		
2	Leu, Val, Gly	11.867	1.359	0.0477	0.0040	0.7985	0.3990	22.980	-55.600	11.550	11.933		
3		12.000	1.374	0.0386	0.0032	0.6396	0.4164	6.000	-27.383	11.933	12.033		
4	Phe, Met, His	12.100	1.386	0.0527	0.0044	0.8657	0.4913	10.020	-87.850	12.033	12.200		
5	Ser, Thr	12.317	1.410	0.0599	0.0049	0.9664	0.5383	22.020	-119.448	12.200	12.567		
6	Tyr	12.983	1.487	0.0785	0.0060	1.2019	1.0660	21.960	-385.483	12.717	13.083		
7	Lys	13.150	1.506	0.0069	0.0005	0.1044	0.0478	15.000	-4.531	13.083	13.333		
8	Ile	13.633	1.561	0.0582	0.0043	0.8488	0.6472	21.000	-176.200	13.400	13.750		
9	Glu	18.967	2.172	0.2273	0.0120	2.3820	0.8052	46.020	-119.264	18.800	19.567		
10	Asp	20.333	2.328	0.0114	0.0006	0.1117	0.0778	32.040	-9.267	19.983	20.517		