



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PRPPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO - PPGAN**

NATÁLIA QUARESMA COSTA

**CARACTERÍSTICAS NUTRITIVAS E SENSORIAIS DE
FORMULAÇÕES DE BAIÃO- DE-DOIS ELABORADAS A PARTIR DE
ARROZ INTEGRAL E FEIJÃO-CAUPI BIOFORTIFICADOS**

Teresina – PI, 2014.

NATÁLIA QUARESMA COSTA

**CARACTERÍSTICAS NUTRITIVAS E SENSORIAIS DE
FORMULAÇÕES DE BAIÃO- DE-DOIS ELABORADAS A PARTIR DE
ARROZ INTEGRAL E FEIJÃO-CAUPI BIOFORTIFICADOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição.

Linha de Pesquisa: Qualidade de Alimentos

Orientador: Dr. Maurisrael de Moura Rocha (Embrapa Meio-Norte)

Co-orientadora: Dra. Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo (DN/PPGAN-UFPI)

Colaboradores:

MSc. Marília Regini Nutti (Embrapa Agroindústria de Alimentos)

MSc. José Luís Viana de Carvalho (Embrapa Agroindústria de Alimentos)

Teresina – PI, 2014.

NATÁLIA QUARESMA COSTA

**CARACTERÍSTICAS NUTRITIVAS E SENSORIAIS DE FORMULAÇÕES DE BAIÃO-
DE-DOIS ELABORADAS A PARTIR DE ARROZ INTEGRAL E FEIJÃO-CAUPI
BIOFORTIFICADOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição.

Linha de Pesquisa: Qualidade de Alimentos

Orientador: Dr. Maurisrael de Moura Rocha (Embrapa Meio-Norte)

Co-orientadora: Dra. Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo (DN/PPGAN-UFPI)

Aprovada em: 29 / 08 / 2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Maurisrael de Moura Rocha (Embrapa Meio-Norte)
Orientador/Presidente

Profa.Dra. Maria Elisabeth Machado Pinto e Silva (DN/FSP/USP)
1ª Examinadora

Prof. Dr. Jorge Minoru Hashimoto (Embrapa Meio-Norte)
2º Examinador

*Aos meus pais, Júnior e Neta, e aos meus irmãos, Nayra, Allyne e João Neto,
responsáveis por minha dedicação e força diária para crescer
profissionalmente e como ser humano.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me concedeu o dom da vida e saúde para que eu pudesse buscar alcançar cada passo que até agora trilhei.

Ao meu orientador, Dr. Maurisrael de Moura Rocha, pela atenção dada ao meu trabalho e pela confiança depositada. E ainda pela realização das análises estatísticas.

A minha co-orientadora, Dra. Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo, a quem devo meu crescimento contínuo desde os tempos de Graduação (monitoria, Iniciação Científica, TCC). E agora não poderia deixar de agradecer pelos ensinamentos constantes durante o Mestrado e a ajuda para que o trabalho pudesse ser desenvolvido da melhor maneira.

À Universidade Federal do Piauí, pela oportunidade de realizar o Mestrado.

A todos os professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição- PPGAN, em especial a coordenação e a secretária, Lainna de Carvalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão da bolsa de estudos para realização do trabalho.

À Embrapa Meio-Norte pelo fornecimento das amostras estudadas, em especial ao Dr. José Almeida, por fornecer o arroz, cultivar Chorinho, e pela disponibilidade em fornecer informações sobre a cultivar.

À Dra. Priscila Zaczuk Bassinello, pelo auxílio na análise de Teor de Amilose Aparente.

À MSc. Marília Regini Nutti, pela idéia do projeto de dissertação.

Ao MSc. José Luiz Viana de Carvalho e Dr. Luiz de Oliveira Godoy Ronoel, pelo auxílio na análise de perfil de aminoácidos.

Aos técnicos do Laboratório de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte, Antônio Carlos dos Santos e MSc. Luís José Duarte Franco, pelo auxílio na análise de minerais.

Ao Dr. Edivan Carvalho Vieira, professor do Departamento de Química, por disponibilizar o liofilizador do Laboratório de Espectroanalítica e Instrumentação Química, e seu orientando de Iniciação Científica, Mikael Kévin Albuquerque Mendes, pelo grande auxílio durante a liofilização das amostras.

Ao estatístico Marcos Antônio Mota Araújo, pela disponibilidade na análise estatística dos dados da avaliação sensorial.

Aos membros da Banca de Qualificação, Dr. Kaesel Jackson Damasceno e Silva e Dra. Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo, pelas relevantes contribuições no projeto inicial.

Aos membros da Banca de Defesa, Dra. Maria Elisabeth Machado Pinto e Silva e Dr. Jorge Minoru Hashimoto, por aceitarem o convite para participarem da Banca.

A toda a equipe do setor de melhoramento de feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte, em especial, Sr. Manoel Gonçalves da Silva e todas as mulheres desse setor, que me auxiliaram na colheita e debulho das cultivares de feijão-caupi.

Aos meus pais e irmãos que sempre me apoiaram e não mediram esforços para que eu pudesse me dedicar ao Mestrado e alcançasse mais essa etapa. Amo vocês e agradeço a Deus pela família que me concedeu.

Aos demais familiares, avós, tios, primos, padrinhos, pelas alegrias e pelo apoio desde a graduação.

Ao meu namorado, Marcelo Santos, e sua família, por entender que sacrifícios e ausências são necessários para se obter o crescimento profissional e pessoal tão almejado.

A D. Maísa da Silva e Sr. Osvaldo de Santana, pelos momentos de espera durante a realização do trabalho, para poder fechar o Laboratório e o Departamento de Nutrição, e pela alegria e disponibilidade, desde a graduação.

Aos colegas do Laboratório de Bromatologia e Bioquímica de Alimentos da UFPI, mestrandos, estagiários, bolsistas, por tanta força, alegrias e companheirismo em meio à rotina do Laboratório, no decorrer das tantas etapas e problemas do trabalho. Ao mestrando Rodrigo Barbosa e aos estagiários Marilene Magalhães e Saulo Víctor, que em meio a análise de proteínas de tantas amostras, tornaram essa tarefa menos árdua, me ajudando intensivamente. Também não poderia deixar de agradecer as mestrandas Edjane Mayara Ferreira e Gina Kathaline da Costa, e as bolsistas Joyce Oliveira e Apolyanna que simplesmente fizeram com que a análise sensorial do baião-de-dois fosse possível. Sem o auxílio delas não teria conseguido. Vocês foram de uma disponibilidade infinita! Ao monitor Gleyson Moura e novamente aos estagiários Marilene Magalhães e Saulo Víctor, a Taináh Coelho e minha amiga de turma, Lívia Patrícia, pela super divulgação da análise sensorial. E

aos bolsistas e estagiários, que sempre tinham uma palavra de apoio para oferecer e nos contagiavam com alegria, Paulo Víctor, Nathasha, Jennifer, Lia Rafaela, Laís Aline, Rosielly, Joyce Ramalho e Layanne Cristinne.

Aos colegas da turma de Mestrado, por tantos momentos compartilhados, apreensão, provas, seminários, conversas, festinhas dos aniversariantes do mês... E especialmente as amigas que eu acompanhei e que me acompanharam mais de perto, a maioria desde a Graduação, novamente Lívia Patrícia, Liejy Landim, Rayssa Gabriela, Nara Vanessa, Maiara Jaianne e Maria das Graças.

Aos amigos de infância, da época de escola, do EJC, que tanto me apoiam e me enchem de alegria. Alguns não vejo há algum tempo, mas torcem por mim da mesma forma.

A todos que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho fosse realizado.

MUITO OBRIGADA!!

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”. (José de Alencar)

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes”. (Martin Luther King)

RESUMO

COSTA, N.Q. **CARACTERÍSTICAS NUTRITIVAS E SENSORIAIS DE FORMULAÇÕES DE BAIÃO- DE-DOIS ELABORADAS A PARTIR DE ARROZ INTEGRAL E FEIJÃO-CAUPI BIOFORTIFICADOS.** 2014. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI.

Objetivou-se com o presente estudo avaliar as características nutritivas e sensoriais de formulações de baião-de-dois elaboradas a partir de arroz integral e feijão-caupi biofortificados. Foram analisadas: amostras de grãos verdes de quatro cultivares de feijão-caupi (BRS Aracê, BRS Guariba, BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique), sendo três biofortificadas e um controle (BRS Guariba); amostras de grãos integrais de duas cultivares de arroz (Chorinho e Comercial), a primeira biofortificada e a segunda controle; e cinco formulações de baião-de-dois: Baião Padrão (arroz polido comercial + feijão-caupi BRS Guariba); Baião Controle (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Guariba); Baião 1 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Aracê); Baião 2 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Tumucumaque); e Baião 3 (arroz integral Chorinho + feijão-caupi BRS Xiquexique). Foram realizadas as seguintes análises: Teor de Amilose Aparente em grãos integrais das cultivares de arroz; Tempo de Cocção, por calor úmido, nos grãos de cultivares de arroz e feijão-caupi; composição química, incluindo a composição centesimal, o Valor Energético Total (VET) e o conteúdo de minerais nos grãos crus e cozidos das cultivares de arroz e feijão-caupi e nas formulações de baião-de-dois. As análises de aminoácidos foram realizadas apenas nas formulações de baião-de-dois. A avaliação sensorial das formulações de baião-de-dois foi realizada por meio dos testes Escala Hedônica (Baião Padrão, Controle, 1, 2 e 3) e Comparação Múltipla (Baião Controle e Baiões 1, 2 e 3). Todas as análises foram realizadas em triplicata, exceto a determinação de perfil de aminoácidos, que foi em duplicata, e os resultados foram expressos em média \pm desvio padrão. Realizou-se análise estatística utilizando a Análise de Variância e as médias foram comparadas pelos testes *t* de Student e Tukey ($p < 0,05$). Com relação à composição centesimal das cultivares de arroz, todos os nutrientes foram maiores na cultivar Chorinho, exceto para a umidade nas amostras de grãos cozidos das cultivares; quando comparou-se as amostras de grãos da mesma cultivar nos estados crus e cozidos, observou-se que geralmente o tratamento térmico reduziu os conteúdos de cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos e, conseqüentemente, o VET. Para a composição centesimal das cultivares de feijão-caupi, o tratamento térmico reduziu o conteúdo de cinzas (0,82 a 1,08%), proteínas (9,30 a 11,61%), carboidratos (20,12 a 22,17%) e, conseqüentemente, o VET (140,73 a 146,19 Kcal/100g). A cultivar BRS Tumucumaque comportou-se diferentemente das demais, com aumento no conteúdo de proteínas e redução no conteúdo de lipídeos, após o tratamento térmico. Com relação à composição centesimal das formulações de baião-de-dois, destacaram-se o Baião 1 e Baião 3 para os teores de cinzas e proteínas, respectivamente ($1,37 \pm 0,02$ e $8,24 \pm 0,18\%$). Com relação ao conteúdo de minerais nas formulações de baião-de-dois elaboradas, destacaram-se para Fe e Zn o Baião Controle ($6,76 \pm 0,69$ mg/100g) e o Baião 1 ($3,88 \pm 0,06$ mg/100g), respectivamente. A formulação Padrão apresentou teores mais elevados para os aminoácidos estudados, exceto para o aminoácido triptofano, com destaque para os teores de glutamina e arginina. Concluiu-se que o arroz integral Chorinho possui boas características nutritivas; tanto as cultivares de arroz como as de feijão-caupi foram afetadas pelo processamento térmico, aumentando ou

reduzindo o conteúdo de nutrientes. A formulação de baião-de-dois Padrão apresentou maiores teores para a maioria dos aminoácidos pesquisados, e o Baião 3 (arroz integral Chorinho+ feijão- caupi BRS Xiquexique) pode ser indicado para o consumidor como um prato mais nutritivo que o tradicional e de boa aceitação.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*; *Oriza sativa*; Características nutritivas; Processamento térmico; Baião-de-dois.

ABSTRACT

COSTA, N.Q. NUTRITIONAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF BAIÃO-DE-DOIS FORMULATIONS PREPARED FROM BIOFORTIFIED BROWN RICE AND COWPEA. 2014. 98 f. Thesis (Master) – Master's Program in Food and Nutrition, Federal University of Piauí, Teresina, PI.

The objective of this present study was to evaluate the nutritional and sensory characteristics of baião-de-dois formulations crafted from brown rice and cowpea biofortified. Were analyzed: samples of green grain of four cultivars of cowpea (BRS Aracê, BRS Guariba, BRS Tumucumaque and BRS Xiquexique), three biofortified and control (BRS Guariba); whole grain samples of two cultivars of rice (Chorinho and Trade), the first biofortified and the second control; five formulations of baião-de-dois: Baião Standard (polished rice + cowpea commercial BRS Guariba); Baião Control (brown rice Chorinho + cowpea BRS Guariba); Baião 1 (brown rice Chorinho + BRS Aracê); Baião 2 (brown rice Chorinho + cowpea BRS Tumucumaque); and Baião 3 (brown rice Chorinho + cowpea BRS Xiquexique). The following analyzes were performed: Apparent Amylose Content in whole grains of rice cultivars; Cooking Time for moist heat, the grains of rice cultivars and cowpea; chemical composition, including chemical composition, caloric value (VC) and the mineral content in raw and cooked grain of rice cultivars and cowpea and the formulations of baião-de-dois. Amino acid analyzes were performed only on formulations of baião-de-dois. The amino acid analysis was performed only in the baião-de-dois formulations. The sensory evaluation of formulations of baião-de-dois was performed by means of tests Hedonic Scale (Baião Standard, Control, 1, 2 and 3) and Multiple Comparison (Baião Control and Baiões 1, 2 and 3). All analyzes were performed in triplicate, except for the determination of amino acid profile that was in duplicate, and results were expressed as mean \pm standard deviation. Statistical analysis was performed using analysis of variance and means were compared by t-Student's and Tukey ($p < 0.05$) tests. With respect to composition of rice cultivars, all nutrients were higher in the cultivar Chorinho except for moisture in samples of cooked grains of cultivars; when comparing samples of the same cultivar grains in raw and cooked states is generally observed that the heat treatment reduced the ash content, proteins, lipids, carbohydrates and hence the VC. For to composition of cultivars of cowpea, heat treatment reduced the ash content (0,82 to 1,08%), protein (9,30 to 11,61%), carbohydrate (20,12 to 22,17%) and consequently the VC (140,73 to 146,19 kcal/100g). BRS Tumucumaque behaved differently from the others, with an increase in protein content and reduced lipid content after heat treatment. Regarding the chemical composition of the formulations of baião-de-dois highlights were Baião 1 and Baião 3 for ash and protein, respectively ($1,37 \pm 0,02$ and $8,24 \pm 0,18\%$). With respect to mineral content in the formulations of baião-de-dois elaborate stood out for Fe and Zn the Baião Control ($6,76 \pm 0,69$ mg/100g) and Baião 1 ($3,88 \pm 0,06$ mg/100g), respectively. The Standard formulation showed higher levels for the amino acids studied, except for the amino acid tryptophan highlighting the levels of glutamine and arginine. It was concluded that brown rice Chorinho has good nutritional characteristics; both rice cultivars such as cowpea were affected by thermal processing, increasing or reducing the nutrient content. The formulation of baião-de-dois Standard with higher contents of most amino acids surveyed, and the Baião 3 (brown rice Chorinho + feijão cowpea BRS Xiquexique) may be indicated to the consumer as a more nutritious dish that traditional and well accepted.

Keywords: *Vigna unguiculata*; *Oriza sativa*; Nutritional characteristics; Thermal processing; Baião-de-dois.

LISTA DE ABREVIATURA, SÍMBOLOS

AR	Amido resistente
ANOVA	Análise de Variância
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
AQC	6-aminoquinolil-succimidil-carbamato
Ca	Cálcio
CCS	Centro de Ciências da Saúde
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CTAA	Centro de Tecnologia de Alimentos
Cu	Cobre
DN	Departamento de Nutrição
DP	Desvio-padrão
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EQ	Escore Químico
ENDEF	Estudo Nacional de Despesa Familiar
FAO	Food and Agriculture Organization
Fe	Ferro
Hb	Hemoglobina
HCl	Ácido clorídrico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDR	Ingestão Diária Recomendada
IFPRI	Instituto de Pesquisa sobre Políticas Alimentares
IITA	Instituto Internacional de Agricultura Tropical
K	Potássio
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
Na	Sódio
NaOH	Hidróxido de Sódio
P	Fósforo
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
SAMA	Solução Ácida de Molibdato de Amônia
SAS	Statistical Analysis System
TAA	Teor de Amilose Aparente
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
TC	Tempo de Cocção
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFPI	Universidade Federal do Piauí
USP	Universidade de São Paulo
UV-VIS	Ultravioleta Visível
VET	Valor Energético Total
WHO	World Health Organization
Zn	Zinco

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Proporção das matérias-primas utilizadas para elaboração das formulações de baião-de-dois	p.37
Tabela 2: Formulações de baião-de-dois	p.44
Tabela 3: Teor de Amilose Aparente (TAA) de amostras de grãos integrais de duas cultivares de arroz.	p.46
Tabela 4: Tempo cocção de amostras de cultivares de arroz (grãos integrais) e feijão-caupi (grãos verdes).....	p.48
Tabela 5: Composição centesimal e Valor Energético Total de amostras de grãos integrais cruas e cozidas de duas cultivares de arroz.....	p.51
Tabela 6: Composição centesimal e Valor Energético Total de amostras de grãos verdes cruas e cozidas de quatro cultivares de feijão-caupi.....	p.55
Tabela 7: Composição centesimal e Valor Energético Total de formulações de baião-de-dois.....	p.61
Tabela 8: Conteúdo de minerais das amostras de grãos integrais cruas e cozidas de duas cultivares de arroz.....	p.63
Tabela 9: Conteúdo de minerais das amostras de grãos verdes cruas e cozidas das cultivares de feijão-caupi.....	p.66
Tabela 10: Conteúdo de minerais das formulações de baião-de-dois.....	p.69
Tabela 11: Perfil de aminoácidos das formulações de baião-de-dois.....	p.71
Tabela 12: Notas médias de aceitação das formulações de baião-de-dois.....	p.73
Tabela 13: Grau de diferença entre as formulações de baião-de-dois e a formulação Controle.....	p.74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Amostras de grãos crus de cultivares de arroz e feijão-caupi biofortificadas e comerciais. Teresina-PI, 2014.....	p.33
Figura 2. Fluxograma de obtenção das amostras cruas de grãos de cultivares de arroz e feijão-caupi. Teresina-PI, 2014.....	p.35
Figura 3. Fluxograma de obtenção das amostras cozidas de grãos de cultivares de arroz e feijão-caupi. Teresina-PI, 2014.....	p.36
Figura 4. Fluxograma de obtenção das formulações de baião-de-dois. Teresina-PI, 2014.....	p.38
Figura 5. Avaliação dos assessores com relação ao grau de aceitação das formulações de baião-de-dois. Teresina-PI, 2014.....	p.72
Figura 6. Avaliação dos assessores com relação ao Teste de Comparação Múltipla das formulações de baião-de-dois com a formulação Controle. Teresina-PI, 2014.....	p.74

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	16
2.1 Deficiências dos minerais ferro e zinco	16
2.2 Melhoramento genético e biofortificação do arroz e feijão-caupi	17
2.3 Arroz integral e polido: aspectos gerais, composição química e físico-química	20
2.4 Feijão-caupi para grãos secos e verdes: aspectos gerais e composição química	24
2.5 Conteúdos de minerais e de aminoácidos em arroz e feijão-caupi.....	28
2.6 Baião-de-dois e qualidade proteica	29
3 OBJETIVOS	32
3.1 Geral.....	32
3.2 Específicos	32
4 MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1 Matérias-primas	33
4.2 Local e período do estudo.....	34
4.3 Preparo das amostras de grãos de arroz e feijão-caupi.....	34
4.3.1 Preparo das formulações de baião-de-dois.....	37
4.4 Análises físico-químicas	39
4.4.1 Teor de amilose aparente (TAA)	39
4.4.2 Tempo de cocção	39
4.5 Análises químicas	39
4.5.1 Composição Centesimal	39
4.5.1.1 Umidade	39
4.5.1.2 Cinzas	40
4.5.1.3 Lipídios	40
4.5.1.4 Proteínas	41
4.5.1.5 Carboidratos.....	41
4.5.1.6 Valor energético total (VET).....	42
4.5.2 Conteúdo de minerais	42
4.5.3 Aminoácidos	43
4.6 Análise sensorial	43
4.7 Aspectos éticos	44
4.8 Análise estatística	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46

5.1 Características físico-químicas.....	46
5.2 Composição centesimal	50
5.3 Conteúdo de minerais	62
5.4 Perfil de aminoácidos	70
5.5 Análise sensorial	72
6 CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS	79
ANEXOS	92
APÊNDICES	97

1 INTRODUÇÃO

O problema da fome e da baixa qualidade alimentar é bastante acentuado nas populações das regiões Norte e Nordeste do Brasil (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2010). Alimentos ricos em micronutrientes, como vegetais, frutas, produtos lácteos, carne e peixe, são normalmente caros e de difícil acesso para os mais pobres, fazendo com que muitas vezes, populações com menos recursos recorram a alimentos que lhes garantam a energia necessária, mas não os micronutrientes necessários, prevalecendo nessas populações ao longo do tempo déficits em micronutrientes (LIMA et al., 2012).

A desnutrição ainda constitui um dos maiores problemas de saúde pública no mundo e a ingestão insuficiente de nutrientes importantes para o crescimento e desenvolvimento de crianças é a principal causa da mortalidade infantil (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2010). A proporção de pessoas desnutridas no mundo é de 12,5%, correspondendo a 868 milhões de indivíduos. Destes, 234 milhões encontram-se na África subsaariana. No Brasil são treze milhões de desnutridos (FAO, 2012).

Uma maneira de amenizar essa situação seria fornecer alimentos naturais, biofortificados, acessíveis e de tradição (NUTTI et al., 2009). A biofortificação caracteriza-se pelo aumento no conteúdo de nutrientes nos alimentos, por meio de melhoramento genético convencional ou da engenharia genética (CARDOSO et al., 2009). A biofortificação pode ser um veículo para ajudar no combate a este problema que afeta milhões de pessoas em todo o mundo, pois, por meio da mesma podem ser desenvolvidas cultivares com maior valor nutritivo, principalmente naqueles micronutrientes que são mais escassos na alimentação, como o ferro, o zinco e vitamina A (HORTON et al., 2008).

Produtos biofortificados foram desenvolvidos no Brasil e em países da América Central, da África e da Ásia para combater o que é denominado "fome oculta", que é a carência de micronutrientes (vitamina A, ferro e zinco), que são essenciais para a saúde (NESTEL et al., 2006).

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma cultura de enorme importância econômica e social. A espécie se destaca pela adaptabilidade aos mais diversos ecossistemas. O arroz serve de alimento para mais de 50% da população mundial, de todas as classes socioeconômicas (ARAÚJO, 2008). Ele é consumido principalmente na forma polida, porém uma alternativa nutricionalmente melhor é o consumo de arroz

integral ou parboilizado integral. O grão integral tem elevado teor de micronutrientes, principalmente, minerais, vitaminas do complexo B e compostos bioativos, tais como homólogos da vitamina E (PASCUAL, 2010).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é um alimento básico para as populações de baixa renda no Nordeste brasileiro e em mais de 65 países, adaptando-se a uma ampla faixa de ambientes nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Pelo número de países que consomem feijão-caupi, pelo volume de produção, pela sua excelente qualidade nutritiva e ainda pela escassez de alimentos no mundo, evidencia-se que o feijão-caupi apresenta uma excelente perspectiva no mercado internacional (FREIRE-FILHO et al., 2011; ONWULIRI; OBU, 2002).

A combinação do arroz (*Oryza sativa* L.) com feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é considerada perfeita em termos nutricionais, isso porque o arroz é rico em amido, sendo uma fonte de energia e vitaminas do complexo B (BOTTINI, 2008) e o feijão comum é um dos vegetais mais ricos em proteínas, cuja absorção pelo organismo é facilitada pelo amido contido no arroz (BASSINELLO et al., 2011; TEBA et al., 2009). O feijão comum também é rico em ferro e outros minerais fundamentais para o bom funcionamento do organismo (RAMÍREZ-CÁRDENAS, 2006). A mistura arroz com feijão, além de fornecer diversos nutrientes, ainda favorece um balanceamento adequado de aminoácidos (TEBA et al., 2009).

Segundo Botelho (2006), o baião-de-dois é um dos pratos tradicionais da cozinha nordestina, sendo a preparação mais popular, que utiliza feijão-caupi. Não se trata de uma simples mistura de feijão cozido com arroz cozido; a preparação requer um procedimento específico (PINHEIRO, 2013).

Em decorrência do conhecimento escasso que se tem sobre a caracterização físico-química dos grãos integrais de cultivares de arroz e feijão-caupi biofortificados, e das formulações obtidas a partir desses, bem como pelo fato do baião-de-dois fazer parte do hábito alimentar regional, realizou-se o presente estudo com o objetivo de avaliar as características nutritivas e sensoriais de formulações de baião-de-dois elaboradas a partir de cultivares biofortificadas.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Deficiências dos minerais ferro e zinco

A dieta humana é reconhecidamente rica em calorias e deficiente em vitaminas e minerais. A deficiência de certos minerais, principalmente ferro e zinco, é um problema de saúde mundial, especialmente para as pessoas que possuem uma alimentação dependente de cereais e leguminosas (THAVARAJAH et al., 2010; WHITE; BROADLEY, 2009).

Estratégias de baixo custo e relativamente simples foram propostas e aprovadas em uma tentativa de reduzir a ocorrência de deficiências de minerais, tais como, o fornecimento de suplementos, a fortificação de alimentos e mudanças nos hábitos alimentares (DAVIDSSON; NESTEL, 2004; OSENDARP et al., 2003). No entanto, para as comunidades em áreas menos desenvolvidas, sem sistema de saúde, estas intervenções nem sempre foram bem sucedidas (WELCH; GRAHAM, 2005).

O ferro e o zinco possuem várias funções no organismo humano e suas deficiências podem levar a conseqüências graves, com grande impacto sobre a saúde e no desenvolvimento econômico dos países (HUNT, 2005).

O ferro é um micronutriente essencial para a saúde materno-fetal, crescimento humano, desenvolvimento, manutenção do sistema imunológico, aprendizagem e produtividade. A deficiência deste pode coexistir em populações que consomem dietas com quantidades insuficientes de alimentos de origem animal (THEIL, 2011; WALKER et al., 2005).

A deficiência de ferro ocorre quando as reservas nutricionais de ferro são esgotadas, principalmente devido ao balanço negativo entre a ingestão e os requerimentos de ferro. Quando a deficiência de ferro é severa desenvolve-se então a anemia por deficiência de ferro que é o distúrbio nutricional mais comum, afetando principalmente os grupos de alto risco, tais como crianças, mulheres grávidas, lactantes e idosos (WHO, 2001).

Em 2011, mais de 2 milhões de pessoas em todo o mundo possuíam déficit de ferro, tornando esta carência nutricional uma das mais comuns. Não existe uma única intervenção passível de reduzir significativamente a deficiência em ferro existente nas diversas faixas etárias, assim uma ação envolvendo diferentes

estratégias pode otimizar os resultados (LIMA et al., 2012).

O zinco é um mineral importante, pois age em vários mecanismos do corpo humano e atua como cofator enzimático e proteico. A deficiência de zinco está listada como um importante fator de risco à saúde humana e causa morte em nível mundial (CAKMAK, 2008) e afeta o sistema imunológico, a síntese de DNA, impede o combate à formação de radicais livres, causa retardo no crescimento, atraso na maturação sexual, diminuição do apetite e hipogeusia, lesões na pele, dificuldades de cicatrização e diminuição das funções cognitivas. Seu consumo diário, segundo a RDA (ingestão diária recomendada), varia de acordo com a idade (PEREIRA et al., 2011).

Os déficits na ingestão de zinco são atribuídos, principalmente, ao baixo consumo de produtos de origem animal e a dependência por alimentos de origem vegetal com elevados teores de fitatos, que reduzem a biodisponibilidade do zinco. A diarreia potencializa a deficiência de zinco, pois promove a sua não absorção e consequente perda por meio das fezes (ALAN et al., 2011).

O aumento da concentração de ferro e zinco nas plantas cultivadas comestíveis, que resultem em produção agrícola de melhor qualidade e favoreça à saúde humana é um importante desafio global (CAKMAK, 2008).

2.2 Melhoramento genético e biofortificação do arroz e do feijão-caupi

O Brasil está entre os melhores países do mundo no que se refere à pesquisa com recursos genéticos e melhoramento genético vegetal, com contribuições expressivas ao longo de todo o século XX. O melhoramento genético produziu progressos consideráveis nas espécies cultivadas no Brasil (SOBRAL, 2009).

Os programas de melhoramento genético de arroz (Embrapa Arroz e Feijão) e feijão-caupi (Embrapa Meio-Norte) têm por objetivo desenvolver cultivares que apresentem uma alta adaptabilidade e estabilidade aos diversos ambientes em que são cultivadas e que expressem elevada produtividade, associada a características agrônomicas e industriais adequadas (MAGALHÃES JR. et al., 2011). Rocha et al. (2013) mencionaram que o desenvolvimento de cultivares de feijão-caupi com altos teores de proteínas e minerais, especialmente ferro e zinco; compostos bioativos; qualidade comercial (cor, forma e aspecto do tegumento) e culinária do grão (cocção); maior adequação à agroindústria e ao mercado de feijão-verde, são

objetivos do atual programa de melhoramento de feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte.

A fortificação, enriquecimento ou simplesmente adição é um processo no qual é acrescido ao alimento, dentro dos parâmetros legais, um ou mais nutrientes, contidos ou não naturalmente neste, com o objetivo de reforçar seu valor nutritivo e prevenir ou corrigir eventuais deficiências nutricionais apresentadas pela população em geral ou de grupos de indivíduos, sendo um importante meio de intervenção nutricional (VELLOZO; FISBERG, 2010).

Uma abordagem alternativa aos programas de intervenção nutricional existentes é aumentar a concentração de minerais por meio da biofortificação de plantas comestíveis. Há considerável variação genética em espécies vegetais que podem ser aproveitadas para as estratégias de biofortificação sustentáveis. Essa variação se torna ferramenta de extrema importância para os programas de melhoramento, principalmente o melhoramento convencional (RIOS et al., 2009; WHITE; BROADLEY, 2005).

A biofortificação consiste no melhoramento de plantas da mesma espécie, as quais são cruzadas, selecionando-se as cultivares com maiores teores de micronutrientes (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2010). Os programas de biofortificação mostram-se como uma opção válida no combate a má nutrição em micronutrientes, no entanto, tem que ser pensados em função das populações, dos países e dos contextos socioculturais onde serão aplicados, com uma abordagem que integre as vertentes da agricultura, da nutrição, da introdução e manutenção dos alimentos no mercado, bem como da promoção e fomento da sua aceitação junto dos consumidores. Caso contrário podem tornar-se infrutíferos (LIMA et al., 2012).

O Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) – Colômbia e o Instituto de Pesquisa sobre Políticas Alimentares (IFPRI) - EUA coordenam o programa *HarvestPlus* de biofortificação de alimentos, uma aliança mundial de instituições de pesquisa e de entidades executoras que se uniram para melhorar e disseminar produtos de melhor qualidade nutricional. O objetivo é gerar tecnologias e conhecimentos para o desenvolvimento de cultivares convencionais com melhor qualidade proteica, com maiores teores de ferro, zinco e pró-vitamina A (GUIMARÃES et al., 2005).

No Brasil, a Embrapa coordena projetos de pesquisas sobre biofortificação de alimentos, como as culturas do arroz, feijão, batata-doce, mandioca, milho, feijão-

caupi, trigo e abóbora (NUTTI, 2006). A ANVISA ainda não incluiu na legislação uma norma para alimento biofortificado, que se encontra em processo de discussão e normatização pelo *Codex Alimentarius*; os programas de biofortificação brasileiros estão estabelecendo os teores alvos de nutrientes para cada cultura que está sendo biofortificada. Por enquanto, o padrão de classificação que tem sido usado são os atributos “fonte” e “alto teor”, estabelecidos para minerais pela RDC 54 (BRASIL, 2012).

A Embrapa Arroz e Feijão é responsável pelo Programa Nacional de Melhoramento Genético do Arroz, e está realizando projetos de melhoramento para aumentar o rendimento e a qualidade dos grãos. A qualidade do arroz é avaliada pelas características físicas e químicas (GARCIA et al., 2011).

A cultivar de arroz BRS Chorinho pertence à espécie *Oriza sativa* L., sub-espécie *japonica* tropical, uma variedade tradicional de arroz de origem asiática cultivada em condição de várzea úmida no sul do estado de Minas Gerais (KHUSH, 1997; RANGEL et al., 2009).

Segundo Neves; Pereira; Bassinelo (2011), duas cultivares tradicionais de arroz - Chorinho, de grão longo e fino, e Cateto Seda - foram selecionadas entre 194 das mais de 3.600 coletadas nos últimos 30 anos pela Embrapa, adequadas ao manejo no Nordeste e com concentrações de ferro e zinco superiores às variedades comumente plantadas. Essas cultivares estão em processo final de avaliação local. Entretanto, segundo Pereira (2013) os resultados iniciais para a cultivar Chorinho não foram agronomicamente satisfatórios, pois tem uma média de floração alta, é muito suscetível ao acamamento, o que resulta no recurvamento das plantas influenciando na sua produtividade e qualidade dos grãos.

A biofortificação do feijão-caupi no Brasil tem foco maior nos estados do Maranhão e Sergipe, onde há registro da ocorrência de carência nutricional em parcelas da população. As atividades de biofortificação do feijão-caupi consistem na avaliação de genótipos do programa de melhoramento e do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Meio-Norte, na seleção de genitores com altas concentrações de ferro e zinco no grão, na realização de cruzamentos e retrocruzamentos, na seleção de cultivares biofortificadas, na multiplicação de sementes e na difusão junto aos agricultores (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2010; FRANCO et al., 2009).

Desde o início dos trabalhos de melhoramento em 1925 até 2010 foram

lançadas 71 cultivares melhoradas de feijão-caupi (FREIRE-FILHO et al., 2011). A Embrapa Meio-Norte iniciou suas atividades de biofortificação do feijão-caupi em 2006, com a introdução de duas linhagens com altas concentrações de ferro e zinco, oriundas do Instituto Internacional de Agricultura Tropical - IITA, África. Em 2007, foram realizadas as primeiras avaliações para ferro e zinco em 42 genótipos elite do programa de melhoramento de feijão-caupi, em que se destacaram as linhagens TE96-290-12G (77 mg kg⁻¹ de ferro e 53 mg kg⁻¹ de zinco) e MNC99-537F-4 (63 mg kg⁻¹ de ferro e 51 mg kg⁻¹ de zinco) (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2010).

No ano seguinte, essas duas linhagens de grãos brancos foram lançadas como cultivares comerciais com o nome de BRS Xiquexique e BRS Tumucumaque, respectivamente. Em 2009, mais 40 linhagens das subclasses comerciais verde e fradinho foram avaliadas, sendo lançada a cultivar de grãos verdes BRS Aracê (55 mg kg⁻¹ de ferro e 40 mg kg⁻¹ de zinco) (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2010; ROCHA et al., 2011).

A cultivar BRS Guariba foi obtida a partir do cruzamento IT85F-2687 x TE87-98-8G, como parte do Programa de Melhoramento Genético de Feijão-Caupi da Embrapa Meio-Norte. É uma cultivar pertencente à classe comercial branco e seu grão seco apresenta 10,18% de umidade; 22,09% de proteínas, 63,11% de carboidratos; 1,06% de lipídeos, e 3,56% de cinzas. No processo tradicional de preparação, seus grãos foram considerados de rápido cozimento e no teste de palatabilidade foi caracterizado como excelente (FREIRE-FILHO et al., 2006). Essa cultivar foi a primeira de feijão-caupi de porte semiereto lançada no Brasil, em 2004, um produto tipicamente nordestino, produzido, sobretudo pelas regiões Norte e Nordeste, mas também cultivado em áreas extensas da região Centro-Oeste (MATOSO, 2012).

2.3 Arroz integral e polido: aspectos gerais, composição química e físico-química

O arroz (*Oryza sativa* L.) pertence à família *Gramineae* e gênero *Oryza* (VAUGHAN; MORISHIMA, 2003). O complexo *Oryza sativa* compreende as duas espécies cultivadas *O. glaberrima* e *O. sativa* e cinco silvestres (KHUSH, 1997).

O grão de arroz é composto da cariopse e de uma camada protetora, a casca. A cariopse é formada por diferentes camadas, sendo as mais externas o pericarpo, o tegumento e a camada de aleurona. Por meio da descascagem separa-se a casca

da cariopse, obtendo-se o arroz integral. Este pode ser polido para remoção do farelo (pericarpo, o tegumento, camada de aleurona e gérmen), obtendo-se o arroz branco polido. Os grãos também podem ser submetidos à parboilização, processo hidrotérmico por meio do qual se obtém o arroz parboilizado, o qual pode ser consumido na forma integral ou polido (WALTER; MARCHEZAN; ÁVILA, 2008).

De acordo com o Regulamento Técnico do Arroz no Brasil, descrito na Instrução Normativa nº6 (IN 6/ 2009), arroz beneficiado é o produto maduro que foi submetido a algum processo de beneficiamento e se encontra desprovido, no mínimo, da sua casca (PASCUAL, 2010).

O grão de arroz é formado por três componentes básicos: amido, proteínas e lipídeos, sendo o seu principal constituinte representado pelos carboidratos, cujo teor se situa em torno de 90%, em base seca, no grão polido, e também em menores quantidades, por fibras e cinzas (MOURA; ASCHERI, 2013).

O arroz é um alimento de bom valor nutritivo, altamente energético (aproximadamente 90% de amido) e fonte de vitaminas do complexo B, especialmente o arroz tipo integral. As proteínas contêm oito aminoácidos essenciais ao homem e encontram-se dispersas no endosperma e no farelo do grão, apresentando boa digestibilidade. Além disso, o arroz possui um baixo valor de lipídeos (BASSINELLO; CASTRO, 2004).

A composição do grão de arroz e de suas frações está sujeita a variações ambientais, de manejo, processamento e armazenamento. As camadas externas apresentam maiores concentrações de proteínas, lipídeos, fibras, vitaminas e minerais, enquanto o centro é rico em amido. Dessa forma, o polimento resulta em redução dos nutrientes, exceto de amido, originando as diferenças na composição do arroz integral e polido (WALTER; MARCHEZAN; ÁVILA, 2008).

O arroz integral possui um baixo teor de lipídeos (em torno de 0,6%), proteínas (6,5 a 7,1%), enquanto a fibra alimentar total soma aproximadamente 1,3% e o teor de água situa-se por volta de 12,6% (OKADA et al., 2007). Apesar de ser mais nutritivo é menos consumido devido, principalmente, ao seu sabor diferenciado e sua reduzida vida de prateleira (BARATA et al., 2005). A suscetibilidade à oxidação lipídica durante o armazenamento e o tempo mais prolongado de cozimento diminuem a sua aceitabilidade no mercado consumidor (STORCK; SILVA; COMARELLA, 2005).

Diversos componentes do arroz, presentes no farelo ou no endosperma têm

sido relacionados a diferentes efeitos no organismo. Pesquisadores relatam efeitos benéficos à saúde pelo consumo de arroz integral, como auxílio no controle da glicose sanguínea, redução dos lipídeos séricos e da pressão arterial, auxiliando na prevenção e controle de doenças crônicas (RONG et al., 1997; XIA et al., 2003).

Embora o arroz não seja uma fonte rica em nutrientes inorgânicos, o seu consumo diário pode contribuir significativamente na Ingestão Diária Recomendada (IDR) de alguns micronutrientes (OKADA et al., 2007). O consumo médio anual per capita de arroz no Brasil, segundo dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009 foi de 14,6 kg/ano (IBGE, 2010).

A Food and Agriculture Organization (FAO) considera o arroz o alimento mais importante para a segurança alimentar mundial. Além de fornecer um excelente balanceamento, é considerada a espécie com maior potencial de aumento de produção para o combate a fome no mundo. O arroz é o principal componente da dieta básica da população mundial, sendo responsável por 20% da fonte de energia alimentar, enquanto o trigo fornece 19% e o milho, 5% (FAO, 2004).

A produção mundial de arroz na safra 2009/2010 foi de 696 milhões de toneladas e a produtividade de 4.368 kg ha⁻¹ (FAO, 2012). No Brasil, a área cultivada, na safra 2011/2012, foi de 2,45 milhões de hectares, sendo que a cultura ocupou cerca de 65%, em terras altas. Entretanto, a produtividade ainda é baixa (3.200 kg ha⁻¹) e, conseqüentemente, este sistema representa apenas 41% da produção nacional (CONAB, 2012).

O Brasil participa com 13.140.900 t (2,17% da produção mundial) de arroz e destaca-se como único país não asiático entre os 10 maiores produtores (BOLIANI et al., 2011). A produção brasileira é pouco significativa no mercado mundial, sendo predominantemente para consumo interno (ADAMI; MIRANDA, 2011). O País também é o maior consumidor ocidental do produto, com consumo estimado em aproximadamente 13 milhões de toneladas em 2010 (CONAB, 2010). O consumo é principalmente na forma de grãos descascados e polidos (NAVES, 2007).

Entretanto houve redução no consumo *per capita* de arroz, conseqüência de uma série de modificações nos padrões e hábitos de consumo da população. A quantidade anual de consumo *per capita* médio de arroz polido no Brasil caiu 46% em 30 anos, de acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF, 2002-2003), em comparação com o Estudo Nacional de Despesa Familiar (ENDEF), realizado em 1974 (GAMEIRO; GAMEIRO, 2008).

O arroz pode ser consumido diariamente sob várias formas de preparo, em pratos doces e salgados, ingredientes de formulações na forma de farinha e associado aos mais diversos tipos de alimentos como carnes, ovos, leguminosas e hortaliças. Entretanto, o consumo mais representativo ainda corresponde ao preparo isolado do arroz polido, apenas com sal, óleo e água, onde o arroz com grãos soltos após cozidos é preferência dos brasileiros (NAVES, 2004; KAMINSKI et al., 2013).

Além do valor nutritivo, o consumidor de arroz está cada vez mais exigente em relação às características sensoriais deste cereal, sendo que a qualidade culinária é o fator determinante na aceitação do produto, que deve apresentar grande capacidade de absorção de água, aumento volumétrico, alongação e solubilidade dos grãos (BASSINELLO; ROCHA; COBUCCI, 2004; GARCIA et al., 2011).

O teste de cocção em arroz é um dos parâmetros de qualidade muito utilizados por programas de melhoramento genético e indústrias de beneficiamento como forma de avaliar o comportamento culinário das cultivares lançadas e/ou novas linhagens em estudo (BASSINELLO; ROCHA; COBUCCI, 2004).

Uma das características importantes do arroz cozido é a textura que é afetada por fatores, tais como, condições agrônômicas, características físico-químicas, etapas de processamento como secagem, armazenamento, polimento e condições de cozimento. A aparência também tem papel importante na definição da aceitabilidade de uma nova cultivar (CASTRO et al., 1999).

A maciez do arroz cozido é inversamente correlacionada com o teor de amilose (JULIANO, 1979), sendo considerada uma das características mais importantes na cocção das cultivares (GARCIA et al., 2011). A amilose é uma das duas frações que compõem o amido (a outra é a amilopectina), sendo o principal determinante das características culinárias do arroz (PEREIRA, 2013).

A expansão do volume, a absorção de água e a resistência à desintegração do arroz beneficiado durante o cozimento, estão diretamente relacionadas com a proporção de amilose/amilopectina do amido que, no caso de cereais, normalmente é de 1:3, de acordo com Vitti (1966). O teor de amilose pode variar de 3% a 33%. As cultivares se classificam quanto ao teor de amilose aparente em ceroso (0 a 2%), muito baixo (3 a 9%), baixo (10 a 19%), intermediário (20 a 25%) ou alto (> 25%), segundo Juliano (2001).

As cultivares com baixo teor de amilose possuem cozimento aguado e grãos

pegajosos no cozimento, dando-se preferência para aquelas com teores intermediários, pois têm grãos pouco aquosos, soltos e macios, mesmo após o resfriamento. As com alto teor de amilose, apresentam grãos secos, soltos e duros após o resfriamento (PEREIRA, 2013).

Estudos têm relacionado o teor de amilose de cultivares com o conteúdo de amido resistente (AR). As cultivares com TAA (Teor de Amilose Aparente) de intermediário a baixo possuem maior conteúdo de amido resistente (CHUNG et al., 2009; PASCUAL, 2010). Os benefícios do AR na saúde são reportados como prevenção do câncer de cólon, prevenção do efeito hiperglicêmico, substrato para o crescimento de microrganismos probióticos, redução da formação de cálculo biliar, efeito hipocolesterolêmico, inibição do acúmulo de gorduras e aumento da absorção de minerais (POLESI et al., 2014).

No Brasil, sobretudo nos grandes centros urbanos, a preferência tem sido pelo arroz de grãos longos e finos (popularmente conhecido como agulhinha), que se avoluma na panela e permanece solto e macio depois do cozimento. Portanto, o aspecto de qualidade de grão, conferido por características como grãos longos e finos, alta porcentagem de grãos inteiros no beneficiamento, translucidez do endosperma, teor de amilose e temperatura de gelatinização, vem assumindo cada vez mais relevância. São classificados como longo-fino os grãos descascados do arroz cujo comprimento mínimo é de 6 mm, espessura máxima de 1,90 mm e relação comprimento/largura mínima de 2,75 (PEREIRA, 2013).

2.4 Feijão-caupi para grãos secos e verdes: aspectos gerais e composição química

No Brasil são cultivadas várias espécies de feijão; entretanto, para efeito de regulamento técnico, somente as espécies *Phaseolus vulgaris* (L.) e *Vigna unguiculata* (L.) Walp., feijão-comum e feijão-caupi, respectivamente, são consideradas como feijão pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2008).

O feijão-caupi é uma planta *Dicotyledoneae*, da ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, tribo *Phaseolineae*, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, secção *Catyang*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata*, subdividida em quatro cultigrupos *Unguiculata*, *Sesquipetalis*, *Biflora* e *Textilis*. O feijão-caupi, caracteriza-se pela plasticidade e pela adaptação à ampla

faixa de ambientes nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Diante das perspectivas de mudanças climáticas e da necessidade geral de alimentos, é uma cultura de grande potencial estratégico (FREIRE FILHO et al., 2011).

Acredita-se que o feijão-caupi tenha sido introduzido na América Latina no século XVI, pelos colonizadores espanhóis e portugueses, primeiramente nas colônias espanholas e em seguida no Brasil, provavelmente pelo estado da Bahia. A partir da Bahia ele foi difundido pelos colonizadores para toda região Nordeste e para outras regiões do país (FREIRE FILHO et al., 2005).

É importante mencionar que o feijão-caupi tem vários nomes populares e isso por vezes confunde as pessoas. Desse modo, para dirimir dúvida que possa existir, alguns dos nomes mais usados no país são: feijão-macassa ou feijão-macassar e feijão-de-corda, na região nordeste; feijão-de-praia, feijão-da-colônia e feijão-de-estrada, na região norte; feijão-miúdo, na região Sul (FREIRE FILHO; CARDOSO; ARAÚJO, 1983).

Os principais produtores mundiais de feijão-caupi são: Nigéria, Níger e Brasil. A Nigéria apresentou uma produção de aproximadamente 2,5 milhões de toneladas, e o Níger de 1,3 milhões de toneladas. No Brasil, a produção de feijão-caupi concentra-se nas regiões Nordeste e Norte, sendo feita por agricultores familiares que ainda utilizam práticas tradicionais, e está se expandindo para a região Centro-Oeste, sendo a produção proveniente principalmente de médios e grandes empresários que praticam uma lavoura de alta tecnologia (FREIRE FILHO et al., 2011).

O estado do Ceará é o maior produtor de feijão-caupi da região Nordeste com produção média de 170.907 toneladas, seguido do estado do Piauí, ocupando a 2ª posição, e o estado do Mato Grosso em 3º, com uma produção média de 56.09 e 40.861 toneladas, respectivamente. Estima-se que a cultura do feijão-caupi seja responsável pela geração de 1.113.109 empregos por ano no Brasil, gerando um valor global de 684.825.333 reais por ano (FREIRE FILHO et al., 2011).

O feijão-caupi é utilizado para várias finalidades e em diversos sistemas de produção. Este pode ser comercializado como grãos secos (mercado principal), grãos imaturos (feijão fresco ou feijão verde), farinha para acarajé e sementes (ROCHA, 2009).

Grãos verdes, assim chamados por não terem atingido a maturação fisiológica, apresentam um alto percentual de água e, conseqüentemente, uma alta

percebibilidade, necessitando do emprego de métodos de conservação dispendiosos, quando comparados com o grão seco (LIMA et al., 2000; LIMA et al., 2003). Na fase de colheita, os grãos apresentam em torno de 60 a 70% de umidade (ROCHA, 2009), ou seja, um pouco antes ou depois do estágio em que param de acumular fotossintatos e iniciam o processo de desidratação natural. É fácil de reconhecer, pois as vagens estão bem intumescidas e começam a sofrer uma leve mudança de tonalidade (FREIRE FILHO et al., 2005).

Apesar de sua percepibilidade é bastante apreciado por seu sabor e cozimento mais fácil, sendo utilizado em vários pratos típicos da região Nordeste (ANDRADE, 2010). Após a debulha manual, o feijão fresco é consumido em ensopados, farofas e no característico baião-de-dois, prato típico onde o feijão-caupi e o arroz são cozidos juntos, desenvolvendo-se um terceiro sabor muito apreciado (KBATOUNIAN, 1994).

O feijão-verde é um segmento de mercado do feijão-caupi muito importante, de grande volume, sobre o qual há poucas informações. Em virtude de seu sistema de produção exigir muito trabalho manual, principalmente na colheita e na debulha, é um mercado em que predomina a agricultura familiar. As vagens verdes e os grãos verdes, a granel, são comercializados em feiras livres; por outro lado, os grãos verdes embalados são comercializados em mercearias e supermercados (FREIRE FILHO et al., 2011).

O mercado do feijão-verde apresenta preços atrativos para o produtor e boas perspectivas de expansão do consumo e do processamento industrial (FREIRE FILHO et al., 2007; ROCHA, 2009). Para a produção de feijão fresco, geralmente, são preferidas cultivares de grãos brancos ou do tipo sempre-verde. Além disso, o comerciante prefere genótipos que sejam fáceis de debulhar e que apresentem boa conservação pós-colheita (ROCHA et al., 2006). A produtividade de vagens e grãos verdes têm sido as características mais estudadas para esse sistema de produção (OLIVEIRA et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2003; PANDEY et al., 2006; ROCHA et al., 2007; SANTOS et al., 2007).

O grão seco do feijão-caupi constitui importante fonte de proteínas (23 a 25% em média) e carboidratos (62% em média), destacando-se pelo alto teor de fibras alimentares, vitaminas e minerais, além de possuir baixa quantidade de lipídios que, em média, é de 2% (FREIRE FILHO et al., 2005). O feijão verde apresenta um teor de proteínas de 10,3 %, superior ao da ervilha (7,0%) e da vagem (2,4 %) (FURTUNATO; MAGALHÃES; MARIA, 2000).

Por ser um alimento de alto valor nutritivo, o Guia Alimentar para a População Brasileira recomenda o consumo de feijão quatro vezes por semana, no mínimo, como fonte de proteínas da dieta (BRASIL, 2006). A qualidade nutricional das proteínas das leguminosas é influenciada pelo gênero, espécie, variedade botânica, concentração de fatores antinutricionais, tempo de estocagem, tratamento térmico e, em geral, é inferior àquela da proteína de origem animal (BRESSANI, 1993; CRUZ et al., 2003). No entanto, o alto custo da proteína animal faz com que as proteínas vegetais sejam o principal componente da dieta de diversas populações (IQBAL et al., 2006).

O consumo de leguminosas está associado à incidência reduzida de doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer em estudos epidemiológicos. Os efeitos protetores de leguminosas podem ser parcialmente devido à presença de compostos fenólicos (OOMAH; TIGER; BALASUBRAMANIAN, 2006).

A composição química e as propriedades nutricionais do feijão-caupi variam consideravelmente de acordo com a cultivar. Vasconcelos et al. (2010) relataram a importância do monitoramento químico e nutricional de novas cultivares de feijão-caupi. Pesquisas têm sido realizadas a fim de caracterizar quimicamente linhagens e cultivares de feijão-caupi secos e verdes, principalmente com relação aos teores de proteínas, fibras, vitaminas e minerais, e mais recentemente compostos bioativos (ANDRADE et al., 2011; BARROS, 2014; CARVALHO et al., 2012; FREIRE FILHO et al., 2006; KALPANADEVII; MOHAN, 2013; LIMA et al., 2003; MATOSO, 2012; NDERITU et al., 2013; PINHEIRO, 2013). No entanto, com relação à composição química de grãos verdes, os estudos são esporádicos (NUNES et al., 2005).

Em uma pesquisa realizada por Frota; Soares; Arêas (2008), sobre a composição química da cultivar BRS Milênio, os resultados indicaram teores de 24,5% de proteínas, 2,2% de lipídeos e ainda alto valor energético (323,4 Kca/100g). Em trabalho de Barros (2014), com quatro cultivares de feijão-caupi, os teores de proteínas variaram de 22,05 a 24,0%, lipídeos de 1,69 a 3,07%.

O feijão-caupi, como a maioria das sementes de leguminosas, requer tratamento térmico antes do seu consumo, a fim de inativar fatores antinutricionais e também melhorar a digestibilidade da proteína e a sua palatabilidade (FROTA; SOARES; ARÊAS, 2008). Em estudo de Pinheiro (2013), com genótipos elite de feijão-caupi crus e cozidos, verificou-se redução dos teores de cinzas, carboidratos e valor energético após a cocção. Em trabalho de Barros (2014), com quatro cultivares

de feijão-caupi observou-se um aumento no teor de proteínas e uma redução no teor de lipídeos, após a cocção, em três cultivares analisadas.

Para feijões de um modo geral, a identificação de linhagens com menor tempo de cozimento, rápida capacidade de hidratação, com tegumentos que não se partam durante o cozimento e com alta expansão volumétrica, após o cozimento, é desejável. É de suma importância que, além de elevada produtividade, sejam obtidas variedades comerciais de feijão com tempo de cocção reduzido, pois o consumo dessa leguminosa vem diminuindo (ROMANO et al., 2005), principalmente devido ao limitado tempo para o preparo das refeições (CARBONELL; CARVALHO; PEREIRA, 2003).

2.5 Conteúdos de minerais e de aminoácidos em arroz e feijão-caupi

Um estudo com a cultivar Chorinho integral e polida, nos estados crua e cozida, foi conduzido por Boliani et al. (2011). Os resultados para o conteúdo de minerais que mais se destacaram foram no grão integral. Na cultivar crua foram os teores de fósforo, potássio, magnésio, sódio, ferro, manganês e zinco. Na cultivar cozida, destacaram-se os mesmos minerais, além do cobre. Os teores de ferro, sódio, manganês e zinco foram superiores aos valores obtidos na cultivar crua. Em pesquisa realizada por Boliani (2012), com diferentes cultivares de arroz biofortificado, as concentrações de minerais mais abundantes foram de ferro, manganês, zinco, fósforo e potássio.

Dentre as leguminosas estudadas por Iqbal et al. (2006), o feijão-caupi apresentou as maiores concentrações de potássio ($1280 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e fósforo ($303 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), enquanto Frota; Soares; Arêas (2008) constataram para o feijão-caupi, cultivar BRS Milênio, concentrações para esses minerais abaixo das obtidas por aqueles autores. As concentrações de cálcio ($176 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), manganês ($1,7 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e zinco ($5,1 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) verificadas por Iqbal et al. (2006) foram próximas às obtidas por Frota; Soares; Arêas (2008).

A determinação dos aminoácidos vem sendo realizada na área de ciência de alimentos no intuito de melhor se conhecer a composição das proteínas, já que o principal fator determinante da qualidade das proteínas é a composição de aminoácidos, que são as unidades estruturais básicas das proteínas (CARREIRA et al., 2002).

Na pesquisa realizada por Silva; Ascheri; Pereira (2007), em farinha de quirera de arroz, na composição de aminoácidos destacou-se os teores de asparagina e glutamina em g.100g^{-1} de amostra com 7,98 e 14,9. O teor médio de aminoácidos totais foi de $82,15 \text{ g.100}^{-1}$.

Em um estudo de Frota; Soares; Arêas (2008), o feijão-caupi, cultivar BRS Milênio, apresentou cistina e metionina como limitantes para a faixa etária estudada, enquanto que os demais aminoácidos essenciais atenderam às necessidades. Resultados similares foram observados por Maia et al. (2000) quanto ao perfil de aminoácidos.

Em estudo realizado por Shupisk (2010), com cultivares de feijão comum, o efeito da cocção reduziu o conteúdo de aminoácidos. Em comparação com o padrão, os aminoácidos limitantes também foram cistina e metionina.

2.6 Baião-de-dois e qualidade proteica

O baião-de-dois é uma preparação tipicamente nordestina, composta da mistura de arroz e feijão. O arroz é adicionado ao feijão já cozido, juntamente com outros ingredientes. A proporção de arroz e feijão e os demais ingredientes adicionados são variáveis, de acordo com cada região.

Várias receitas de baião-de-dois são acrescidas de linguiças, bacon e carnes para deixá-las mais calóricas. A agregação destes propicia o aumento da gordura, principalmente gordura saturada, acompanhada de incrementos nos valores de colesterol e sódio. Esses acréscimos à receita original podem conduzir também a descaracterização da preparação (BOTELHO, 2006).

Em pesquisa realizada por Botelho (2006), o baião-de-dois foi a preparação mais servida em restaurantes *self-service* na Região Nordeste, destacando-se as cidades de Fortaleza (58%) e Teresina (47%), ressaltando a importância dessa preparação na cultura da Região Nordeste. Segundo o autor citado, o que define essa escolha é o fato da preparação ser regional, altamente aceita e de custo acessível. Estes resultados corroboram com os do estudo de Silva (2005).

A qualidade proteica de misturas de cereais e leguminosas ou de dietas baseadas nesses vegetais tem sido considerada adequada em estudos com diferentes proporções e fontes vegetais (MARCHINI et al., 1994; MILLWARD, 1999). Essa qualidade é relacionada à sua capacidade de suprir as exigências do organismo. A proteína considerada de boa qualidade ou de alto valor biológico é

aquela que fornece maior digestibilidade e quantidades adequadas de aminoácidos essenciais (CINTRA et al., 2007; MORALES DE LEON et al., 2005; PIRES et al., 2006).

A composição de aminoácidos de uma proteína, determinada por análise química, é comparada com a de um padrão de aminoácido referência obtendo-se o escore químico de aminoácidos (EQ). O escore químico (EQ) é uma técnica química considerada rápida, consistente e barata. Ela mede o conteúdo de aminoácidos presentes em uma fonte de proteínas e compara os valores com uma proteína tida como referência para crianças entre 2 e 5 anos de idade (FAO, 1985).

O conteúdo de aminoácidos sulfurados, particularmente metionina (2,3-3,0g/16,8g de N), é relativamente elevado no arroz polido, já a lisina (3,4-4,2g/16,8g de N) é limitante, por se encontrar em quantidade menor que a recomendada para as moléculas proteicas, impedindo seu aproveitamento integral pelo organismo. O contrário ocorre nas leguminosas, como o feijão, que são ricas em aminoácidos como a lisina (7,22-9,22g de N) e limitantes em aminoácidos sulfurados (triptofano - 0,56-0,94g de N e metionina- 0,80-1,39g de N). Assim, a mistura de arroz com feijão, em proporções adequadas, fornece um balanço de aminoácidos satisfatório para o organismo humano (DENARDIM et al., 2009; SGARBIERI, 1996).

A proteína do feijão é deficiente em aminoácidos sulfurados (metionina e cistina), em relação ao padrão de necessidades preconizado pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2007), e sua digestibilidade é menor que aquela das proteínas de cereais (FAO, 1991). A menor digestibilidade da proteína do feijão é atribuída a vários fatores, tais como a estrutura compacta de proteínas nativas de feijões e a presença de substâncias no tegumento do feijão, como taninos condensados e ácido fítico, que podem formar complexos insolúveis com aminoácidos, tornando-os indisponíveis para absorção (WU et al., 1995; MARTÍNEZ VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2000). Esse fato é especialmente importante em alguns países em desenvolvimento, em que as leguminosas associadas aos cereais constituem a principal fonte de proteínas da dieta, sobretudo para a população carente (FERNANDES; SOUZA; NAVES, 2011).

As cultivares biofortificadas tem sido consideradas opções econômicas às deficiências nutricionais, principalmente em regiões menos desenvolvidas, pelo fato de melhorarem culturas comuns da dieta alimentar, sendo seu acesso mais fácil. O arroz e o feijão-caupi estão entre essas culturas, pois são alimentos básicos para a

população de diversos países. No Brasil, são componentes essenciais das dietas de milhões de nordestinos.

A mistura dos grãos de arroz e feijão é conhecida por seu valor nutritivo, e a preparação baião-de-dois, que utiliza os dois grãos, é bastante disseminada na cultura brasileira. A utilização de arroz integral na preparação do baião-de-dois pode agregar mais valor nutritivo, pois este possui maiores teores de minerais, vitaminas e fibras. Assim, é importante a utilização e valorização dos grãos biofortificados e da preparação, para aumentar a oferta de alimentos nutritivos, sem que seja necessário modificar os hábitos alimentares regionais, pois a oferta desses grãos na sua forma comumente consumida é uma opção acessível e de baixo custo, pela população em geral e principalmente pela população mais carente.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar as características nutritivas e sensoriais de formulações de baião-de-dois elaboradas a partir de arroz integral e feijão-caupi biofortificados.

3.2 Específicos

- ✓ Caracterizar físico-quimicamente amostras de grãos de cultivares biofortificadas e comerciais (controle) de arroz integral (teor de amilose e tempo de cocção) e feijão-caupi verde (tempo de cocção).
- ✓ Determinar a composição química (composição centesimal, aminoácidos e minerais) e o Valor Energético Total de amostras de grãos crus e cozidos de cultivares biofortificadas e comerciais (controle) de arroz integral e feijão-caupi verde e de formulações de baião-de-dois.
- ✓ Analisar sensorialmente formulações de baião-de-dois.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Matérias-primas

Foram utilizadas nesta pesquisa, amostras de grãos secos das cultivares de arroz Chorinho integral e de grãos verdes das cultivares de feijão-caupi BRS Aracê, BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique (Figura 1).

Como controle da biofortificação foram utilizados grãos secos integrais de uma cultivar de arroz comercial e grãos verdes de feijão-caupi de uma cultivar comercial (BRS Guariba), conforme a Figura 1. A cultivar comercial BRS Guariba foi fornecida pela Embrapa Meio-Norte e as cultivares comerciais de arroz (arroz comercial integral e polido, tipo longo e fino) e demais matérias-primas para obtenção das formulações de baião-de-dois foram adquiridas no mercado varejista local.



Figura 1. Amostras de grãos crus de cultivares de arroz e feijão-caupi biofortificados e comerciais. Teresina-PI, 2014.

Legenda: A: Arroz integral biofortificado Chorinho; B: Arroz integral comercial; C: Feijão caupi biofortificado BRS Aracê; D: Feijão-caupi biofortificado BRS Tumucumaque; E: Feijão-caupi biofortificado BRS Xiquexique; F: Feijão-caupi comercial BRS Guariba.

As cultivares biofortificadas de arroz e feijão-caupi foram fornecidas, em um único lote, respectivamente, pelos programas de melhoramento genético de arroz e feijão-caupi das Embrapas Arroz e Feijão e Meio-Norte. Os grãos integrais da cultivar de arroz biofortificada Chorinho foram da safra 2011/2012 e os grãos verdes das cultivares de feijão-caupi foram recebidos logo após sua colheita, em agosto de 2013.

A colheita dos grãos verdes das cultivares de feijão-caupi foi realizada manualmente, sempre que as vagens se apresentavam no ponto de maturação para feijão-verde. No caso dos genótipos de vagem verde, o ponto de colheita era quando as vagens começavam a mudar da cor verde para a amarela; no caso dos genótipos com vagens roxas, a colheita era realizada quando as vagens apresentavam 50% de

pigmentação verde e 50% de pigmentação roxa. A colheita foi aproximadamente 30 dias após a floração e o cultivo foi em sistema irrigado.

4.2 Local e período do estudo

As análises da composição centesimal foram executadas no Laboratório de Bromatologia e Bioquímica de Alimentos do Departamento de Nutrição/CCS – UFPI e a determinação do conteúdo de minerais no Laboratório de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte, ambos em Teresina-PI. O tempo de cocção, o preparo dos baiões-de-dois e a avaliação sensorial dos mesmos foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial e Desenvolvimento de Produtos, do Departamento de Nutrição/CCS – UFPI. O teor de amilose foi realizado no Laboratório de Qualidade de Grãos e Subprodutos da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás - GO. O perfil de aminoácidos foi realizado no Laboratório de Cromatografia Líquida da Embrapa Agroindústria de Alimentos-CTAA, no Rio de Janeiro-RJ. Todas as análises foram realizadas no período de setembro de 2013 a março de 2014.

4.3 Preparo das amostras de grãos de arroz e feijão-caupi

Os grãos foram selecionados manualmente para remoção de sujidades e de grãos fora do padrão de qualidade (Figura 2). Os grãos das cultivares de arroz integral (Chorinho e comercial) e feijão-caupi foram submetidos a dois processamentos diferentes para a realização das análises: cru e cozido. Os grãos crus foram analisados em pequeno intervalo após o recebimento das amostras e a etapa de cozimento foi realizada após o término das análises das amostras cruas.

Para as análises dos grãos crus das cultivares de arroz, as amostras foram trituradas em moinho tipo pulverizador marca Fritsch, modelo Pulverisette 14, com a finalidade de obtenção de um pó homogêneo. Esse pó foi colocado dentro de sacos de polietileno, e armazenado em temperatura de congelamento (-18°C). Para as análises dos grãos crus das cultivares de feijão-caupi, as amostras foram lavadas com água destilada, para remoção das sujidades, homogeneizadas em gral com pistilo, e acondicionadas em sacos de polietileno e, depois, armazenadas também em temperatura de congelamento (-18°C) (Figura 2).

Para as análises dos grãos cozidos das cultivares de arroz e feijão-caupi, os mesmos foram cozidos em panela comum de inox de 2L, de acordo com o tempo de

cozimento (Tabela 2) e proporção de água previamente testados. Utilizou-se fogão doméstico de seis bocas. Para o arroz utilizou-se inicialmente chama alta e após fervura diminuiu-se para a chama mínima e para o cozimento do feijão utilizou-se chama alta. Os grãos integrais da cultivar de arroz Chorinho foram cozidos em uma proporção arroz: água destilada de 1:3 (p/v), durante 30 minutos, decorridos após a fervura. Os grãos integrais da cultivar de arroz comercial foram cozidos de acordo com as recomendações da embalagem, em uma proporção arroz: água destilada de 1: 2,5 (p/v), durante 31 minutos. Posteriormente, as cultivares cozidas foram homogeneizadas em gral com pistilo (Figura 3).

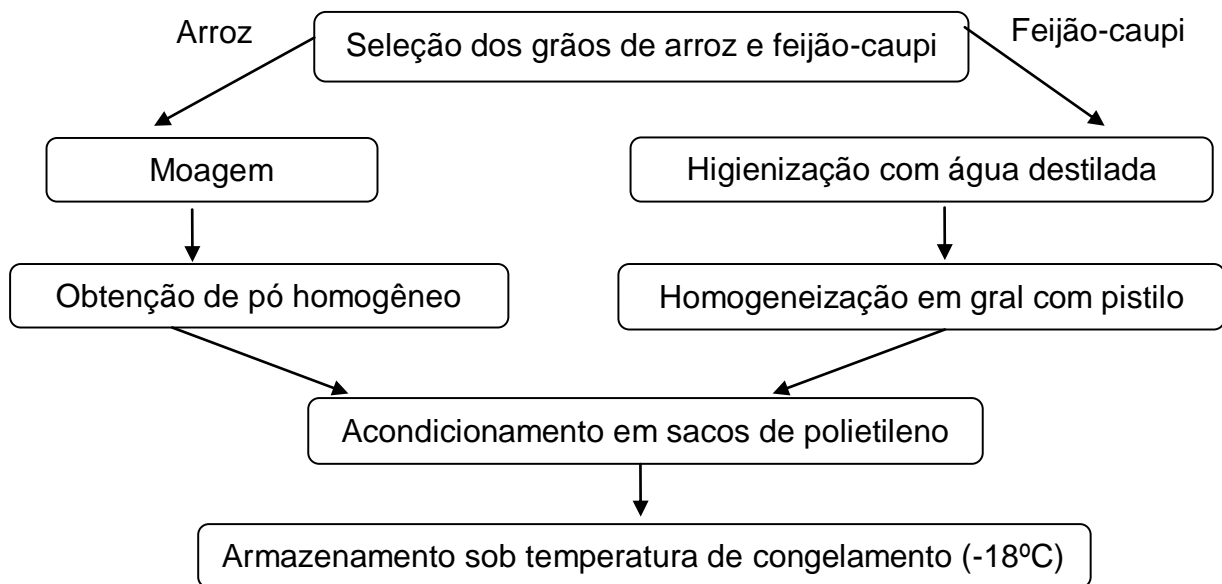


Figura 2. Fluxograma de obtenção das amostras de grãos crus de cultivares de arroz e feijão-caupi. Teresina-PI, 2014.

As amostras de grãos de cultivares de feijão-caupi foram cozidas em uma proporção feijão: água destilada de 1:3 (p/v), durante o tempo de cozimento determinado para cada cultivar (Tabela 2). Posteriormente, os grãos foram separados do caldo de cozimento, com auxílio de uma peneira de plástico e os feijões cozidos foram homogeneizados em gral com pistilo, segundo metodologia descrita por Pinheiro (2013), com adaptações, pois no presente estudo não homogeneizou-se o feijão-caupi juntamente com o caldo de cozimento. Todas as amostras cozidas foram acondicionadas em sacos de polietileno e armazenadas sob congelamento até o momento das análises (Figura 3).

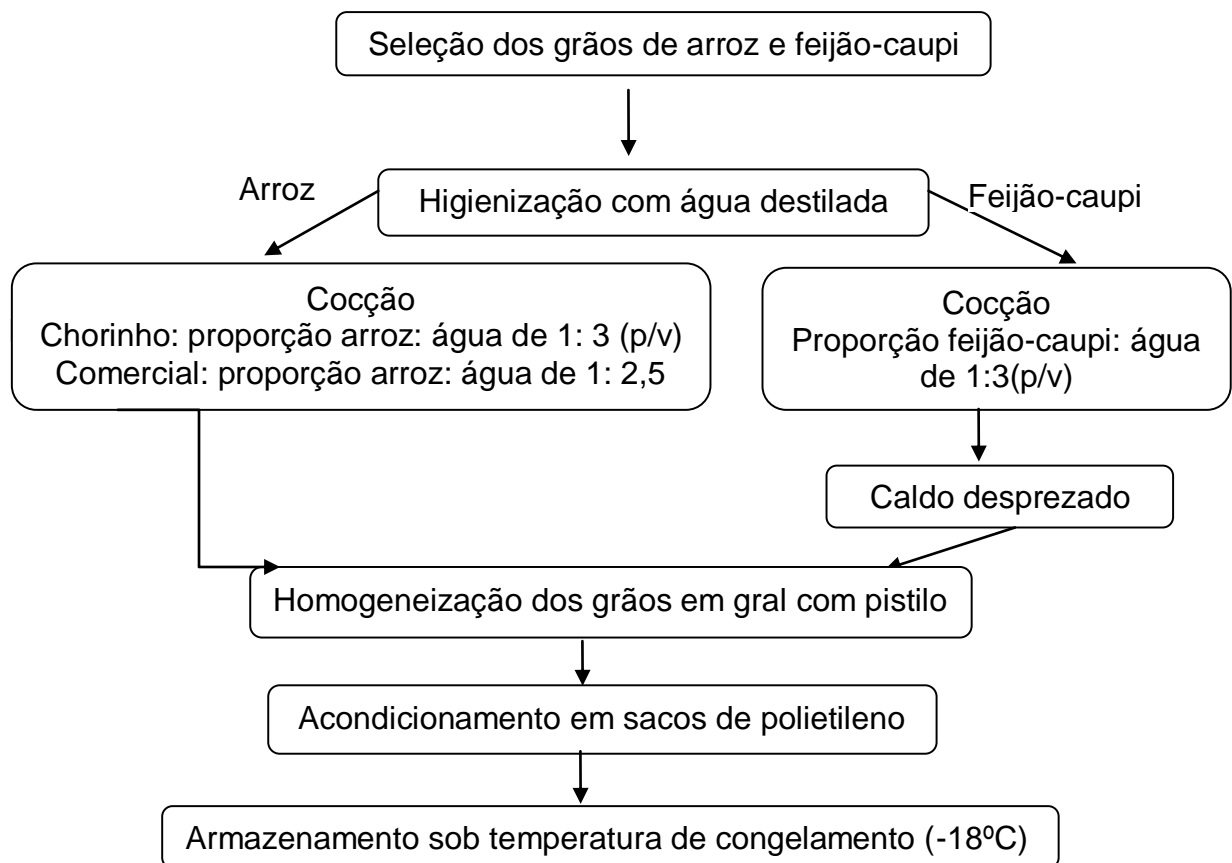


Figura 3. Fluxograma de obtenção das amostras de grãos cozidos das cultivares de arroz e feijão-caupi. Teresina-PI, 2014.

Para a análise do perfil de aminoácidos, as formulações de baião-de-dois foram inicialmente desidratadas em liofilizador, marca Liotop, modelo L101, no Laboratório de Eletroanalítica e Instrumentação Química, do Departamento de Química da Universidade Federal do Piauí. Em seguida, estas foram moídas em moinho de bolas de zircônio, marca Retsch, modelo MM200, no Laboratório de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte e acondicionadas em sacos de polietileno. As amostras liofilizadas foram enviadas para o Laboratório de Cromatografia Líquida da Embrapa Agroindústria de Alimentos, no Rio de Janeiro-RJ.

Para a determinação do Teor de Amilose Aparente das cultivares de arroz integral, as amostras cruas foram trituradas em moinho, tipo pulverizador, marca Fritsch, modelo Pulverisette 14, acondicionadas em sacos de polietileno e enviadas para o Laboratório de Qualidade de Grãos e Subprodutos da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás-GO. Para análise de minerais, as amostras cruas, cozidas e as formulações de baião-de-dois foram previamente lavadas com água destilada e secas em estufa com sistema de circulação forçada de ar a 65°C,

durante 48 horas. Depois foram trituradas em moinho de bolas de zircônio, marca Retsch, modelo MM200, do Laboratório de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte, e acondicionadas em sacos de polietileno.

4.3.1 Preparo das formulações de baião-de-dois

Foram elaboradas três formulações de baião-de-dois, juntamente com uma formulação Padrão (P) e uma Controle (C), totalizando cinco amostras (formulações): Baião P - Arroz polido Comercial + Feijão-caupi verde BRS Guariba; Baião C - Arroz integral Comercial + Feijão-caupi verde BRS Guariba; Baião 1: Arroz integral Chorinho + Feijão-caupi verde BRS Aracê; Baião 2: Arroz integral Chorinho + Feijão-caupi verde BRS Tumucumaque; Baião 3 - Arroz integral Chorinho + Feijão-caupi verde BRS Xiquexique.

O preparo dos baiões-de-dois foi baseado na proporção de 1:1 de grãos secos de arroz e grãos verdes de feijão-caupi, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1: Proporção das matérias-primas utilizadas para elaboração das formulações de baião-de-dois.

Matéria-prima	%
Grãos secos de Arroz	50
Grãos verdes de Feijão-caupi	50
Alho	01
Cebola	1,5
Cheiro verde	01
Óleo	2,5
Colorau	0,5
Pimenta de cheiro	01
Sal	01

Fonte: Dados da pesquisa, Teresina-PI, 2014.

Esta proporção foi escolhida após pesquisa por receitas locais de baião-de-dois e após testes preliminares, já que esta proporção é bastante variável de acordo com cada região. As demais matérias-primas e as respectivas quantidades que foram utilizadas para o preparo das formulações também foram resultado da busca e de testes. Foram utilizadas as mesmas proporções de matérias-primas para as cinco formulações, diferenciando-se apenas as combinações de cultivares de arroz e

feijão-caupi.

As formulações utilizadas para as análises químicas foram elaboradas em panela comum de inox de 2L e para a análise sensorial foram elaboradas em panela comum de teflon, de 3,5L, para maior rendimento. A proporção de água para as formulações com arroz integral Chorinho foi de 1:3 (p/v), com arroz integral comercial foi de 1: 2,5 (p/v) e com arroz polido comercial foi de 1:2 (p/v), conforme as etapas de preparação das formulações do baião-de-dois mostradas na Figura 4.

A Figura 4 mostra o fluxograma de como foi realizada a preparação das formulações de baião-de-dois. As etapas de acondicionamento e armazenamento foram realizadas apenas para a porção das amostras utilizadas nas análises químicas. Os baiões-de-dois utilizados na análise sensorial foram preparados no dia da realização da mesma.

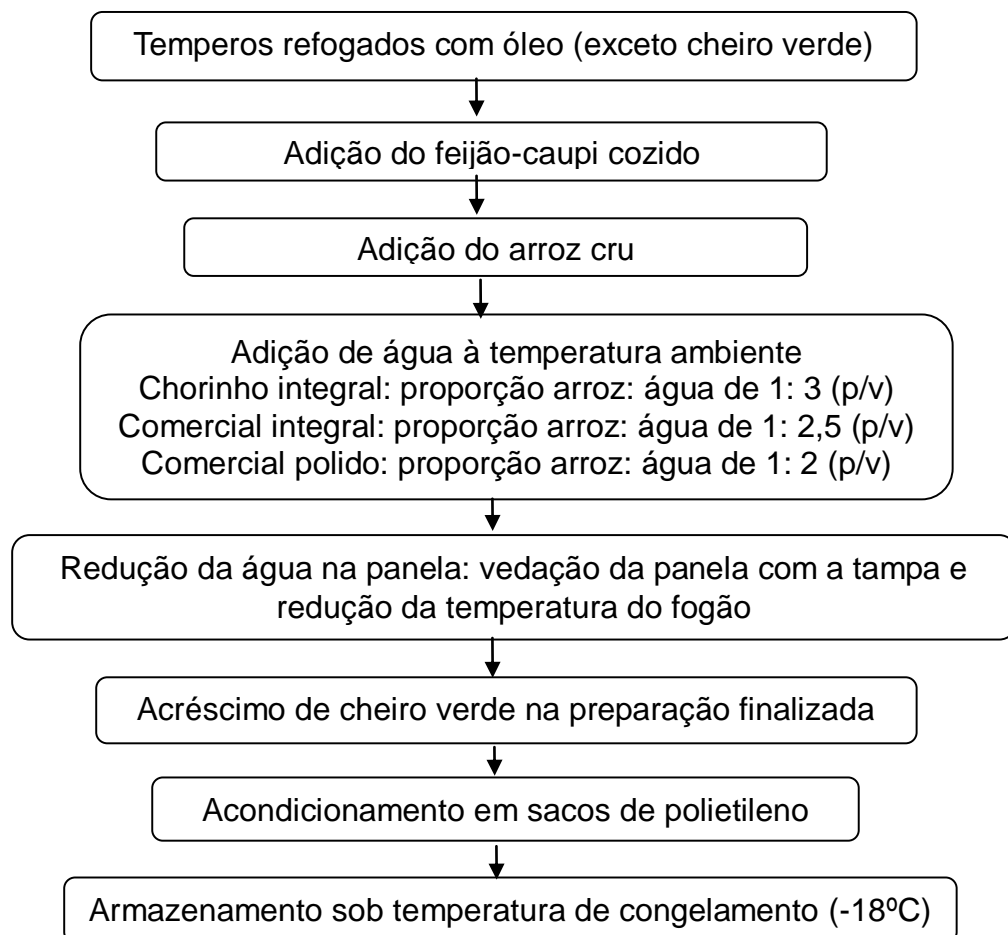


Figura 4. Fluxograma de obtenção das formulações de baião-de-dois. Teresina-PI, 2014.

4.4 Análises físico-químicas

4.4.1 Teor de amilose aparente (TAA)

O conteúdo de amilose aparente dos grãos de arroz foi determinado utilizando-se a metodologia descrita por Juliano (2001), adaptada pela Embrapa Arroz e Feijão, por meio do método espectrofotométrico, onde o indicador é a solução iodo/iodeto de potássio e a absorbância do complexo colorido formado foi lida em espectrofotômetro, ao comprimento de onda de 620 nm. O teor de amilose foi classificado em ceroso (0 a 2%), muito baixo (3 a 9%), baixo (10 a 19%), intermediário (20 a 25%) ou alto (> 25%), segundo o autor citado.

4.4.2 Tempo de cocção

O tempo de cocção dos grãos integrais das cultivares de arroz e de feijão-caupi foi determinado pelo tempo de cozimento em panela sem pressão, por calor úmido. Para o tempo de cocção, colocou-se as amostras de grãos para cozinhar em proporção de água previamente testada, e cronometrou-se o tempo, logo após a fervura, de acordo com Bassinelo; Rocha; Cobucci (2004); Diniz, (2001).

4.5 Análises químicas

4.5.1 Composição Centesimal

4.5.1.1 Umidade

A umidade foi determinada por gravimetria em estufa, marca FANEM, modelo 315 SE a 105°C, de acordo com AOAC (2005).

Foram pesadas 10g da amostra homogeneizada, em cápsula de porcelana previamente tarada. Depois as amostras foram colocadas em estufa a 105°C, por 24 horas (overnight), e por fim em dessecador por 30 minutos.

O teor de umidade (%) foi obtido pela fórmula:

$$\text{Umidade} = 100 \times N / P$$

onde:

N = n° de gramas de umidade (perda de massa em g);

P = n° de gramas de amostra.

4.5.1.2 Cinzas

Foram determinadas por incineração em mufla, marca Marconi, modelo MA385/2 a 550°C, segundo a metodologia da AOAC (2005).

Inicialmente foram pesadas 3g da amostra, em cadinho previamente tarado. As amostras foram inicialmente carbonizadas em bico de *busen*. Depois foram transferidas para a mufla a 250°C, aumentando a temperatura de 50 em 50°C até atingir 550°C para total incineração. E por fim, as amostras foram colocadas em dessecador por 40 minutos.

O teor de cinzas (%) foi obtido pela fórmula:

$$\text{Cinzas} = 100 \times N / P$$

onde:

N = n° de gramas de cinzas;

P = n° de gramas de amostra.

4.5.1.3 Lipídios

A fração lipídica foi determinada por extração com solvente, em extrator intermitente de *Soxhlet*, marca Marconi, modelo MA 491, utilizando-se Hexano P. A. (marca SYNTH) como solvente (AOAC, 2005).

Foram pesadas cerca de 3g de amostra seca. Em seguida foram transferidas para cartuchos. O extrator foi acoplado a um balão previamente tarado a 105°C, e pesado. Em seguida, foram adicionados 200 mL de Hexano. A extração contínua foi de seis horas, com temperatura a 60°C. Após o término da extração, o balão com o resíduo extraído foi transferido para a estufa a 105°C, durante uma hora, e depois foi resfriado em dessecador por 30 minutos.

O teor de lipídeos (%) foi obtido pela fórmula:

$$\text{Lipídeos} = 100 \times N / P$$

onde:

N = n° de gramas de lipídeos;

P = n° de gramas de amostra.

4.5.1.4 Proteínas

A determinação de proteínas foi baseada na determinação de nitrogênio, pelo método de *Kjeldahl*, segundo AOAC (2005), usando-se o fator de conversão de 6,25.

Pesou-se 0,5 g da amostra em papel manteiga e em seguida a amostra foi transferida para o balão de *Kjeldahl* (papel+amostra). Adicionou-se 5 mL de ácido sulfúrico e 2 g da mistura catalítica (sendo 96% de sulfato de potássio e 4% de sulfato de cobre) e levou-se ao aquecimento em bloco digestor, marca Nova Orgânica, em que aumentou-se a temperatura de 50 em 50°C, até atingir a temperatura máxima de 400°C. Esperou-se a solução tornar-se azul esverdeada, livre de material não digerido. Após esfriar, transferiu-se a amostra digerida para o tubo do destilador de nitrogênio, marca Solab, e adicionou-se 10 mL de água destilada e 6 gotas de fenolftaleína. Pelo funil do próprio destilador, adicionou-se 25 mL de NaOH 40%.

A extremidade afilada do condensador ficou submersa na solução contida em erlenmeyer de 50 mL composta por 15 mL de ácido sulfúrico 0,1 N, e 2 gotas de vermelho de metila. A amostra digerida foi destilada, sendo condensado um volume de aproximadamente 50 mL. Por fim a solução foi titulada com hidróxido de sódio 0,1 N.

O teor de proteínas (%) foi obtido pela fórmula:

$$\% \text{ de P} = V \times 0,14 \times f / P$$

onde:

V (volume real) = V' - V''

V' = volume de ácido sulfúrico 0,1N

V'' = volume de NaOH utilizado na titulação da amostra

f = fator de conversão de nitrogênio = 6,25

P = massa da amostra(g)

4.5.1.5 Carboidratos

O teor de carboidratos foi determinado por diferença dos demais constituintes da composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas e lipídios), segundo AOAC (2005).

4.5.1.6 Valor energético total (VET)

O valor energético foi calculado segundo Watt; Merrill (1963), utilizando os fatores de conversão de Atwater (carboidratos = 4,0; lipídios = 9,0; proteínas = 4,0).

4.5.2 Conteúdo de minerais

A concentração dos minerais Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Fósforo (P), Ferro (Fe), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Cobre (Cu) foram determinadas utilizando-se a técnica de espectrometria, segundo metodologia de Silva; Queiroz, (2002). Para a determinação de P utilizou-se espectrofotômetro UV-VIS, marca Spectrumlab, modelo 22PC. Realizou-se a determinação dos demais minerais citados por espectrometria de absorção atômica, em espectrofotômetro, marca GBC 906 AA, modelo 90C Elite. A concentração dos minerais Potássio (K) e Sódio (Na) foram determinadas utilizando-se a técnica de fotometria de chama, segundo metodologia de Silva; Queiroz (2002).

Inicialmente pesou-se 0,2 g da amostra em um tubo de digestão, adicionou-se 5 mL de solução nitroperclórica (ácido nítrico e ácido perclórico na proporção de 2:1). Essa solução foi aquecida por 2 horas em bloco digestor elevando-se gradualmente a temperatura de 100 a 200°C. Após a digestão aferiu-se os tubos com água destilada, para obtenção de 20 mL de extrato. O extrato puro foi lido em espectrofotômetro de absorção atômica, selecionando o elemento (Fe, Zn, Mn e Cu) a ser analisado no programa do equipamento. Para a análise de Ca e Mg realizou-se a seguinte diluição, para em seguida realizar a leitura no aparelho: 3,3 mL de água destilada+3,5 mL de estrôncio+ 0,2 mL da amostra. Para Na e K realizou-se a diluição: 6 mL de água destilada+3 mL de amostra. O equipamento forneceu os resultados em partes por milhão (ppm) e para fins de comparação com os dados da literatura esses valores foram convertidos em mg/100g.

Para análise de P utilizou-se a seguinte diluição: 8,4 mL de água destilada + 0,2 mL da amostra + 1 mL de SAMA (Solução Ácida de Molibdato de Amônia) + 0,4 mL da solução de ácido ascórbico 2%. O resultado foi dado em porcentagem, mas também foi convertido em mg/100g.

4.5.3 Aminoácidos

A determinação do conteúdo de aminoácidos foi realizada segundo AOAC (2000), por cromatografia líquida de alta eficiência, com hidrólise prévia. As proteínas foram hidrolisadas de acordo com o método 994.12 da AOAC. Três hidrólises distintas foram necessárias: hidrólise ácida (HCl 6 M) para a determinação de 18 aminoácidos resistentes, hidrólise básica (NaOH 4,2 M) para a quantificação do triptofano, e a prévia oxidação (ácido perfórmico) e posterior hidrólise ácida para a quantificação dos aminoácidos sulfurados. As hidrólises foram conduzidas em ampolas de vidro seladas sob vácuo e mantidas à 110°C por 20 h. A separação do triptofano foi feita em coluna C18 com detecção fluorimétrica. Os aminoácidos sulfurados e os resistentes à hidrólise ácida foram derivatizados com 6-aminoquinolil-succimidil-carbamato (AQC), separados em fase reversa e detectados por fluorescência. Com as três metodologias foi possível a separação e quantificação dos seguintes aminoácidos: asparagina, serina, glutamina, glicina, histidina, arginina, treonina, alanina, prolina, tirosina, valina, lisina, isoleucina, leucina, fenilalanina, triptofano, cisteína e metionina.

As análises físico-químicas e químicas foram realizadas em triplicata, exceto a determinação de aminoácidos, que foi realizada em duplicata.

4.6 Análise sensorial

A análise sensorial das formulações para verificar a aceitação e a preferência foi realizada por meio dos testes de Escala Hedônica de nove pontos (ANEXO A) e Comparação Múltipla (ANEXO B), com assessores não treinados, com idade entre 18 a 45 anos, de ambos os sexos, recrutados na Universidade Federal do Piauí, em um total de 100 assessores. Os dois testes foram aplicados no mesmo dia e com os mesmos assessores.

Para o teste de Escala Hedônica foram oferecidas aos assessores cinco formulações de baião-de-dois, na mesma proporção de ingredientes, sendo a combinação dos principais ingredientes, grãos de arroz e feijão-caupi, descrita na Tabela 02.

Tabela 02: Formulações de baião-de-dois.

Formulação Grão	Baião Padrão	Baião Controle	Baião 1	Baião 2	Baião 3
Arroz	Polido comercial	Integral comercial	Integral Chorinho	Integral Chorinho	Integral Chorinho
Feijão-caupi	BRS Guariba	BRS Guariba	BRS Aracê	BRS Tumucumaque	BRS Xiquexique

Fonte: Dados da pesquisa, Teresina-PI, 2014.

A avaliação sensorial ocorreu em dois blocos de análise (manhã e tarde), e as formulações foram avaliadas quanto ao aspecto global, com relação aos atributos sabor, aroma, textura e aparência. A distribuição das amostras para os assessores foi de forma aleatorizada.

No Teste Comparação Múltipla foram oferecidas quatro amostras, sendo uma a Controle, codificada com a letra C. Os assessores compararam as três amostras (Baião-de-dois 1, 2 e 3) com o Baião-de-dois Controle e avaliaram o grau de diferença (DUTCOSKY, 2007).

As amostras foram oferecidas aos assessores em copos descartáveis de 50 mL, codificados com números de três dígitos, escolhidos aleatoriamente, exceto para as formulações Controle (C) e Padrão (P), cada um contendo 10 gramas de cada formulação, acompanhadas de um copo com água destilada para fazer o branco entre as amostras. As formulações foram aquecidas em microondas por 30 segundos antes de serem servidas. As fichas sensoriais de Escala Hedônica e Comparação Múltipla, além do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foram entregues aos provadores no momento do teste.

4.7 Aspectos éticos

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFPI para apreciação e aprovação. Tal aprovação foi obtida em setembro de 2013, sob o Parecer Nº 12712713.0.0000.5214. Os assessores que fizeram parte da avaliação sensorial, antes dos testes, foram informados sobre os objetivos e metodologia da pesquisa e consultados por meio de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO C), conforme as Diretrizes e Normas para Pesquisa com Seres Humanos, Resolução 466 / 2012 (BRASIL, 2012).

4.8 Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o Programa computacional SAS (SAS INSTITUTE, 1999). Os resultados foram expressos em tabelas com as médias e desvio-padrão e figuras. As médias dos tratamentos cru e cozido das cultivares de arroz e feijão-caupi, e das formulações de baião-de-dois foram comparadas entre si por meio dos testes de médias de *t de Student e Tukey*. Para verificar diferença entre as médias das notas de aceitação e grau de diferença das formulações de baião-de-dois foi utilizado o teste de médias de *Tukey*. Para todos os testes foi adotado um nível de significância de 5% (0,05).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características físico-químicas

Os parâmetros de qualidade importantes e que mais interferem na preferência dos consumidores de arroz são a textura e a aparência, sendo influenciadas pelo Teor de Amilose Aparente (TAA) dos grãos. Os resultados obtidos na determinação do TAA de amostras de grãos integrais das duas cultivares de arroz estudadas são apresentados na Tabela 3. Pelos valores apresentados, as amostras de grãos integrais das cultivares de arroz Chorinho e comercial foram classificadas, segundo Juliano (2001), como de baixo teor de amilose. No entanto, a cultivar Chorinho apresentou valor menor ($13,38 \pm 0,13$) e estatisticamente diferente da cultivar comercial, demonstrando que a cultivar Chorinho tem textura mais pegajosa e possui maior absorção de água, devido à maior gelatinização do amido e variação na proporção de amilose:amilopectina, influenciando negativamente em sua textura e aparência final.

Tabela 3: Teor de Amilose Aparente (TAA) de amostras de grãos integrais de duas cultivares de arroz.

Cultivar	TAA (% \pm DP)	Classificação TAA
Arroz integral Chorinho	$13,38 \pm 0,12^B$	Baixo*
Arroz integral Comercial	$17,13 \pm 0,42^A$	Baixo*

Média de três repetições \pm desvio padrão (DP). Letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias, segundo o Teste t de *Student*, Legenda: Baixo TAA (10 a 19%).

Fonte: Dados da pesquisa, Teresina-PI, 2014.

Dados semelhantes ao presente estudo foram obtidos para uma das quatro cultivares de arroz vermelho analisadas por Ascheri et al. (2012), com TAA de 14,6%, sendo também classificada com baixo teor de amilose. Em estudo de Dors; Bierhals; Badiale-Furlong (2011) realizado com quatro cultivares de arroz parboilizado e quatro de arroz integral, de quatro lotes diferentes, os TAA das cultivares de arroz integral variaram de 3,7 a 13,4%, muito próximos ao observado na cultivar Chorinho e condizentes com o obtido para a cultivar comercial integral, na presente pesquisa. Os dados semelhantes devem-se ao fato de terem sido utilizadas cultivares de arroz integral nos dois estudos.

Storck; Silva; Comarella (2005) analisaram nove cultivares de arroz integral e obtiveram variação para o TAA de 11,8 a 23,1%, que também corroboram com os do presente estudo. Em pesquisa desenvolvida por Pascual (2010) com cultivares de arroz integral, subespécies *indica* e *japônica*, o TAA variou para subespécie *japônica* de 10 a 21%, com média de 15,5%, assemelhando-se aos valores observados nas cultivares da presente pesquisa, que são da mesma subespécie e receberam o mesmo beneficiamento.

Pascual et al. (2010) também relacionaram o TAA com o conteúdo de amido resistente (AR). Sendo assim, as cultivares da presente pesquisa podem apresentar benefícios promovidos pelo conteúdo de AR, mesmo que esse não tenha sido determinado, já que possuem baixo TAA. O AR juntamente com outros polissacarídeos não digeridos por enzimas do trato gastrointestinal estão mais concentrados nas camadas mais externas, assim como mostrou a pesquisa do autor supracitado, que relacionou TAA de intermediário a baixo com maiores conteúdos de AR (CHUNG et al., 2009).

Outros estudos que corroboram com os dados observados para a cultivar comercial de arroz integral da presente pesquisa são os de Walter (2009), em que o TAA nas cultivares de grãos integrais estudadas variaram de 17,82 a 28,04%, sendo o valor mínimo observado semelhante ao verificado para a cultivar comercial; e o de Kaminski et al. (2013) em três cultivares de arroz irrigado com TAA de 17 a 25%.

Em trabalho realizado por Cordeiro; Medeiros (2010), com cultivares de arroz polido e cultivares controle, já aceitas na indústria arroseira, o TAA variou de 26 a 31%, sendo classificados como alto teor (> 25%) proporcionando um arroz solto e macio após o cozimento. Resultados semelhantes foram obtidos por Polesi et al. (2014), para duas cultivares de arroz polido (26,4 e 27,8%), e por Melo et al. (2012), que também relataram TAA de 26 e 27% para as duas cultivares analisadas.

Garcia et al. (2011) também estudaram a qualidade culinária de arroz polido de diferentes sistemas de cultivo, de terras altas e irrigado. Das cinco cultivares de arroz de terras altas, todas foram consideradas com TAA intermediário (20 a 25%). Das cultivares de arroz irrigado, três foram consideradas com alto teor e duas com teor intermediário. Outro estudo com resultados semelhantes ao do autor supracitado foi o de Pereira et al. (2009), com TAA que variaram de 21 a 28%, sendo também consideradas cultivares de intermediário a alto teor.

Os resultados do presente estudo apresentaram TAA menores, quando

comparados aos observados pelos autores citados anteriormente, já que são cultivares que passaram por processamentos diferentes, sendo que o arroz integral já é caracterizado por possuir TAA mais baixo e conseqüentemente uma textura mais pegajosa que o arroz polido.

O tempo de cocção (TC) é outro importante parâmetro de qualidade, pois cultivares com menor tempo de cozimento reduzem o tempo gasto e consumo de qualquer tipo de energia utilizada para cocção, durante o seu preparo, sendo assim uma das características consideradas no processo de lançamento de cultivares. Além disso, períodos prolongados de cozimento causam mudanças estruturais em nível celular, provocando perda de nutrientes, o que justifica a busca de alternativas para a redução desse processo.

Os resultados do tempo de cocção das amostras de grãos das cultivares de arroz e feijão-caupi avaliadas são apresentados na Tabela 4. As amostras de grãos integrais de arroz não apresentaram diferença estatisticamente significativa para o tempo de cocção (Tabela 4), sendo, portanto, considerado bom para o arroz Chorinho, já que foi semelhante à amostra comercial, já aceita pelo mercado consumidor. Levando-se em consideração que ambos são integrais já era esperado um tempo de cozimento maior que o observado comumente para o arroz polido, mais utilizado pela população.

Tabela 4: Tempo de cocção de amostras de cultivares de arroz (grãos integrais) e feijão-caupi (grãos verdes).

Cultivar	Tempo de cocção (Minutos \pm DP)
Arroz integral Chorinho	30,33 \pm 0,58 ^A
Arroz integral Comercial	30,66 \pm 1,15 ^A
Feijão-caupi BRS Aracê	28 \pm 2,08 ^A
Feijão-caupi BRS Tumucumaque	30 \pm 3,21 ^A
Feijão-caupi BRS Xiquexique	26 \pm 2,08 ^{BA}
Feijão-caupi BRS Guariba	22 \pm 2,08 ^B

Média de três repetições \pm desvio padrão (DP). Letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias, segundo o Teste t de *Student*, nas cultivares de arroz, e Teste de *Tukey*, nas cultivares de feijão-caupi.

Fonte: Dados da pesquisa, Teresina-PI, 2014.

Pesquisas como a de Polesi et al. (2014) com cultivares de arroz polido e tempo de cocção médio de 17 minutos; a de Pereira et al. (2009) com 11 cultivares

de arroz polido e tempo de cocção médio de 22 minutos; e a de Melo et al. (2012), com as cultivares de arroz polido BRS Primavera e BRS Serra Dourada com tempo de cocção de 19 e 21 minutos, respectivamente, comprovam a afirmação feita anteriormente que o arroz polido possui tempo de cocção menor que o arroz integral.

O tempo de cocção das amostras de grãos verdes das cultivares de feijão-caupi avaliadas variou de 22 a 30 minutos (Tabela 4), sendo que a amostra comercial BRS Guariba diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) das demais cultivares, com o menor tempo de cocção, ou seja, a que teve cozimento mais rápido. Por já ser uma cultivar comercial era esperado que se destacasse com características que são priorizadas para a produção, comércio e consumo. As demais cultivares de feijão-caupi apresentaram tempo de cocção semelhantes entre si.

O tempo de cocção das cultivares de feijão-caupi avaliadas obtido na presente pesquisa foi inferior ao obtido em pesquisa desenvolvida por Lima et al. (2000) com quatro cultivares de feijão-caupi em grãos verdes, que variou de 44 a 60 minutos, demonstrando que os grãos verdes das cultivares estudadas no presente estudo são cozidas com maior facilidade, característica favorável do ponto de vista econômico e de aceitação do consumidor.

Os valores obtidos para o tempo de cocção na presente pesquisa diferiram dos obtidos por Andrade et al. (2011). Os autores analisaram 20 linhagens e 4 cultivares de feijão-caupi, de grãos verdes, dentre elas a cultivar BRS Guariba, e o tempo de cocção variou de 2,43 a 6,12 minutos, este último correspondendo ao tempo de cocção da cultivar supracitada. As diferenças marcantes observadas entre esses dois estudos se devem, provavelmente, à metodologia utilizada, já que no estudo de Andrade et al. (2011), o tempo de cocção foi avaliado pelo cozedor de *Mattson*, e no presente estudo, utilizou-se o tempo de cozimento em panela sem pressão, por calor úmido.

O método de avaliação do tempo de cocção pelo cozedor de *Mattson* também foi utilizado em pesquisa desenvolvida por Oliveira et al. (2012), em grãos secos de cinco cultivares de feijão-comum, onde o tempo de cocção variou de 20,41 a 26 minutos. O tempo de cocção médio observado foi semelhante ao do estudo de Pereira et al. (2014), ao analisarem grãos secos de cultivares de feijão-caupi, cultivares BR 17-Gurguéia e as cultivares do presente estudo (BRS Aracê, BRS Guariba, BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique), que apresentaram variação de 26

a 33 minutos. Entretanto, quando se compara os valores obtidos para cada cultivar (BRS Aracê, BRS Guariba, BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique) nos dois estudos, apenas uma cultivar comportou-se de maneira semelhante, a BRS Xiquexique, que apresentou o segundo menor tempo de cocção, tanto no trabalho de Pereira et al. (2014) quanto no presente estudo. Para a cultivar BRS Guariba, ao contrário do que aconteceu na presente pesquisa, os autores verificaram maior tempo de cocção. Essas diferenças nos valores do tempo de cocção podem ser devido aos diferentes estádios de maturação dos grãos utilizados nos estudos, condições de solo, clima e metodologia de determinação.

Assim, o método de determinação do tempo de cocção e o estágio de maturação do grão (verde e seco) pode ter influenciado na diferença entre os tempos de cocção das duas pesquisas. O método de cozimento em panela sem pressão foi utilizado pela presente pesquisa pelo fato de corresponder a prática dos consumidores de grãos verdes de feijão-caupi, pois o cozimento em panela de pressão é utilizada tradicionalmente para o cozimento de grãos secos.

5.2 Composição centesimal

Os resultados da composição centesimal das amostras de grãos integrais cruas e cozidas e o Valor Energético Total (VET) das cultivares de arroz são apresentados na Tabela 5. Com relação ao teor de umidade dos grãos crus, esse foi maior na cultivar Chorinho (10,31%), com diferença estatisticamente significativa entre as cultivares (Tabela 5). O teor de umidade das duas cultivares cruas atende a legislação, pois está abaixo do limite máximo de 14% preconizado para conservação do cereal (BRASIL, 2009). Os valores obtidos corroboram com o estudo de Polesi et al. (2014), que avaliaram grãos crus de duas cultivares de arroz cruas e obtiveram conteúdo de umidade de 9,7 e 10%.

Resultados semelhantes foram observados por Garcia; Benassi; Soares Junior (2012), ao estudarem o farelo de três cultivares de arroz, onde obtiveram conteúdo de umidade variando de 10,30 a 11,54%; Dors, Bierhals, Badiale-Furlong (2011) observaram amostras de grãos integrais cruas de arroz com média de 11,7% de umidade; e Ascheri et al. (2012) obtiveram em quatro cultivares de arroz vermelho teores de umidade variando de 10,4 a 11,6%.

Tabela 5: Composição centesimal e Valor Energético Total de amostras de grãos integrais cruas e cozidas de duas cultivares de arroz.

Nutriente/ VET	Processamento	Cultivar (Média±DP)	
		Chorinho	Comercial
Umidade (%)	Cru	10,31±0,08 ^{bA}	8,89±0,07 ^{bB}
	Cozido	55,68±0,25 ^{aB}	61,59±0,96 ^{aA}
Cinzas (%)	Cru	1,79±0,02 ^{aA}	1,29±0,02 ^{aB}
	Cozido	0,86±0,02 ^{bA}	0,57±0,02 ^{bB}
Proteínas (%)	Cru	8,52±0,17 ^{aA}	8,35±0,14 ^{aA}
	Cozido	7,15±0,12 ^{bA}	5,63±0,23 ^{bB}
Lipídeos (%)	Cru	2,41±0,10 ^{aA}	1,50±0,10 ^{aB}
	Cozido	1,70±0,13 ^{bA}	0,64±0,03 ^{bB}
Carboidratos (%)	Cru	81,21±5,13 ^{aA}	80,47±0,85 ^{aA}
	Cozido	35,18±1,06 ^{bA}	31,76±1,46 ^{bB}
VET (Kcal/100g)	Cru	384,43±29,40 ^{aA}	366,64±0,65 ^{aA}
	Cozido	182,30±0,69 ^{bA}	153,61±2,73 ^{bB}

Média de três repetições ± desvio padrão (DP). Letras maiúsculas iguais na mesma linha e letras minúsculas na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias, segundo o Teste t de *Student*.

Fonte: Dados da pesquisa, Teresina-PI, 2014.

O teor de umidade após a cocção aumentou nas duas amostras de cultivares de arroz, quando comparado aos teores obtidos nos grãos crus. A amostra de grãos da cultivar comercial (61,59%) apresentou maior umidade, com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as cultivares (Tabela 5). O aumento no conteúdo de umidade nos grãos cozidos, com diferença estatisticamente significativa entre as cultivares cruas e cozidas já era esperado devido ao acréscimo de água para o processo de cocção.

Quanto ao conteúdo de cinzas nos grãos crus, este foi maior na cultivar Chorinho (1,79%), com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as cultivares (Tabela 5). Esse resultado é condizente com os da literatura, visto que Dors; Bierhals; Badiale-Furlong (2011) observaram média de 1,6%; Walter (2009) obtiveram valores de 1,09 a 2,08%; e Storck; Silva; Comarella (2005) relataram conteúdo médio de cinzas de 1,15%. Resultados inferiores ao presente estudo foram observados por Kaminski et al. (2013), com cultivares de arroz polido armazenados sob diferentes temperaturas e número de dias, com os teores de cinzas variando de 0,33 a 0,42%. Esse conteúdo inferior se deve ao fato das cultivares estudadas pelo autor referido serem polidas, perdendo matéria mineral após seu beneficiamento.

O conteúdo de cinzas reduziu nas duas cultivares de arroz, após o cozimento, com diferença significativa ($p < 0,05$) para os dois processamentos, cru e cozido (Tabela 5). O conteúdo de cinzas foi maior para a cultivar Chorinho (0,86%), com diferença estatisticamente significativa entre as cultivares cozidas. Os dados observados foram superiores aos da Tabela de Composição de Alimentos - USP (2008), de 0,22%. Com relação ao conteúdo de cinzas da cultivar comercial, este foi semelhante ao observado na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - UNICAMP (2011), com 0,5%.

O conteúdo de proteínas nos grãos crus foram semelhantes entre as cultivares de arroz estudadas (Tabela 5). Resultados similares foram obtidos por Walter (2009) em grãos integrais crus de arroz de pericarpo marrom-claro, vermelho e preto, com teores variando de 7,50 a 9,36%; e por Kaminski et al. (2013), em cultivares de arroz polido com teores de proteínas de 8,3 a 9,65%. Valores menores que os observados na presente pesquisa foram relatados por Ascheri et al. (2012) em quatro cultivares de arroz vermelho (6,9 a 7,8%) e por Polesi et al. (2014), em grãos crus de duas cultivares de arroz (6,6 e 7,5%).

O conteúdo de proteínas após a cocção reduziu nas duas cultivares, com diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos crus e cozidos. A amostra Chorinho cozida apresentou maior conteúdo do nutriente analisado (7,15%), com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as duas cultivares (Tabela 5). Apesar da redução do conteúdo de proteínas (aproximadamente 15% - Chorinho e 35% - Comercial), essa foi bem inferior a que ocorreu em pesquisa de Zanão et al. (2009) em cultivar de arroz polido cru e cozido, que passou de 8,83 para 2,34%, com redução de 73,5% no conteúdo de proteínas.

O conteúdo de lipídeos nos grãos crus foi maior na cultivar Chorinho (2,41%), com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as cultivares. Os dados corroboram com a literatura, pois Walter (2009), em estudo com grãos integrais crus de arroz obteve teores que variaram de 2,74 a 3,54%; e Storck; Silva; Comarella (2005) observaram média de 2,52% em grãos integrais de nove cultivares de arroz.

O processo de cozimento também reduziu o conteúdo de lipídeos das cultivares (Tabela 5), com diferença estatisticamente significativa entre os processamentos crus e cozidos. A cultivar Chorinho também apresentou maior conteúdo deste nutriente (1,70%), com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as cultivares. O conteúdo de lipídeos da cultivar comercial (0,64%) foi condizente com o

obtido na Tabela de Composição de Alimentos - USP (2008), com 0,74%.

O conteúdo de carboidratos das amostras de grãos crus de arroz foi similar entre as cultivares estudadas (Tabela 5). Os resultados foram semelhantes aos descritos por Polesi et al. (2014) em duas cultivares de arroz cruas, com conteúdo de carboidratos de 81,7 e 80,3%; e por Zanão et al. (2009) que observaram 79,85% do nutriente. Entretanto Kaminski et al. (2013) relataram teores um pouco mais elevados (88,37 a 89,81%) em pesquisa realizada em grãos polidos de cultivares de arroz.

Com relação ao conteúdo de carboidratos das amostras de grãos de cultivares de arroz, houve redução deste nutriente em ambas as amostras, após a cocção, com diferença estatisticamente significativa entre cultivares. A cultivar Chorinho apresentou maior conteúdo de carboidratos (35,18%), com diferença significativa ($p < 0,05$) entre esta e a cultivar comercial, conforme Tabela 5. Os dados do presente estudo foram superiores aos descritos na Tabela de Composição de Alimentos - USP (2008) e na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - UNICAMP (2011), com 21,7 e 25,8% de carboidratos, respectivamente.

O valor energético total (VET) nos grãos crus foi similar entre as cultivares de arroz avaliadas (Tabela 5). No tocante ao VET após o cozimento, este reduziu, com diferença significativa ($p < 0,05$) entre os processamentos crus e cozidos (Tabela 5), corroborando com os dados apresentados na Tabela de Composição de Alimentos - USP (2008) e na TACO - UNICAMP (2011), que reduziram de 360 para 124 Kcal/100g e de 340 para 95 Kcal/100g, respectivamente.

Analisando-se os nutrientes presentes nas amostras cruas, percebeu-se que todos foram maiores na cultivar Chorinho, tendo diferença estatisticamente significativa entre as cultivares com relação à umidade, cinzas e lipídeos. Nas amostras cozidas, o comportamento das cultivares foi similar, exceto para umidade, tendo diferença significativa ($p < 0,05$) entre as cultivares para todos os nutrientes analisados. Portanto, a cultivar biofortificada BRS Chorinho apresentou boas características nutritivas, já que se destacou em relação à cultivar comercial, aceita pelos consumidores.

Quando comparou-se a mesma cultivar de arroz nos estados crus e cozidos (Tabela 5), observou-se que o tratamento térmico reduziu o conteúdo de cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos e, conseqüentemente, o VET, e aumentou o conteúdo de umidade das amostras.

Os resultados da composição centesimal e o VET das amostras de grãos verdes cruas e cozidas das cultivares de feijão-caupi são mostrados na Tabela 6.

O conteúdo de umidade das amostras de grãos verdes cruas das cultivares de feijão-caupi variaram de 58,32 a 60,66%, com similaridade entre as cultivares BRS Aracê, BRS Tumucumaque e BRS Guariba (Tabela 6). A cultivar BRS Xiquexique destacou-se das demais, apresentando o maior conteúdo de umidade. Os valores obtidos no presente estudo foram semelhantes aos relatados em trabalho de Lima et al. (2003), que analisaram grãos verdes crus de linhagens e cultivares de feijão-caupi de tegumento e cotilédone verdes e obtiveram conteúdo de umidade médio de 63,24%. Oliveira et al. (2001) também observaram em grãos verdes crus de cultivares de feijão-caupi valores de 60 a 70% de umidade e Salgado et al. (2005) ao analisarem grãos verdes crus de uma cultivar de feijão-caupi observaram umidade semelhante (66,35%).

As amostras de grãos verdes de cultivares de feijão-caupi após a cocção apresentaram um aumento no teor de umidade, quando comparados aos grãos crus, com diferença estatisticamente significativa entre as amostras cruas e cozidas (Tabela 6). Esse aumento pode ser explicado pelo fato da embebição dos grãos verdes durante a cocção. Os valores de umidade variaram de 64,31 a 66,42%, sem diferença estatisticamente significativa entre as cultivares BRS Aracê, Tumucumaque e Xiquexique, que foram superiores à cultivar comercial BRS Guariba.

Os conteúdos de umidade obtidos na presente pesquisa foram inferiores ao exposto na TACO - UNICAMP (2011) em cultivar de feijão-caupi de grão seco cozida (80%) e ao conteúdo apresentado por Brigide; Canniatti-Brazaca (2011) em cultivar cozida de feijão seco tipo carioca (77,1%). Entretanto foram superiores aos obtidos por Pinheiro (2013) que analisou grãos secos cozidos de genótipos de feijão-caupi, e obteve conteúdos que variaram de 39,93 a 45,53%.

Tabela 6: Composição centesimal e Valor Energético Total de amostras de grãos verdes cruas e cozidas de quatro cultivares de feijão-caupi.

Nutriente/ VET	Processamento	Cultivar (Média±DP)			
		BRS Aracê	BRS Tumucumaque	BRS Xiquexique	BRS Guariba
Umidade (%)	Cru	58,32±0,20 ^{bB}	58,57±0,23 ^{bB}	60,66±0,31 ^{bA}	58,87±0,26 ^{bB}
	Cozido	66,42±0,36 ^{aA}	66,27±0,20 ^{aA}	66,25±0,08 ^{aA}	64,31±0,23 ^{aB}
Cinzas (%)	Cru	1,57±0,02 ^{aBC}	1,56±0,0 ^{aC}	1,66±9±0,01 ^{aA}	1,61±0,02 ^{aB}
	Cozido	0,89±0,0 ^{bC}	0,82±0,01 ^{bD}	0,98±77±0,02 ^{bB}	1,08±0,01 ^{bA}
Proteínas (%)	Cru	10,99±0,39 ^{aAB}	10,83±0,37 ^{aB}	9,93±13±0,22 ^{aC}	11,70±0,11 ^{aAB}
	Cozido	9,36±0,16 ^{bB}	11,45±0,38 ^{aA}	9,30±0,18 ^{bB}	11,61±0,29 ^{aA}
Lipídeos (%)	Cru	1,87±0,14 ^{bB}	2,18±0,05 ^{aA}	1,59±0,01 ^{bBC}	1,30±0,08 ^{bB}
	Cozido	2,31±0,21 ^{aA}	2,00±0,02 ^{bA}	1,94±4±0,04 ^{aAB}	1,55±0,03 ^{aB}
Carboidratos (%)	Cru	27,25±0,36 ^{aA}	27,60±1,12 ^{aA}	29,69±0,80 ^{aA}	26,53±0,33 ^{aA}
	Cozido	21,32±0,38 ^{bA}	20,12±1,46 ^{bA}	22,17±0,98 ^{bA}	21,45±0,58 ^{bA}
VET(Kcal/100g)	Cru	169,80±1,39 ^{aA}	170,91±0,84 ^{aA}	159,33±0,59 ^{aC}	164,59±0,57 ^{aB}
	Cozido	143,51±2,52 ^{bA}	141,40±0,80 ^{bA}	140,73±0,36 ^{bB}	146,19±0,98 ^{bA}

Média de três repetições ± desvio padrão (DP). Letras maiúsculas iguais na mesma linha e letras minúsculas na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias, segundo o *Teste de Tukey* e *Teste t de Student*, respectivamente.

Fonte: Dados da pesquisa, Teresina-PI, 2014.

Com relação ao conteúdo de cinzas nas amostras de grãos verdes cruas de cultivares de feijão-caupi, observou-se uma variação de 1,56 a 1,66%, com diferença estatisticamente significativa entre as cultivares, sendo a BRS Xiquexique apresentando o maior conteúdo (Tabela 6). Os valores do presente estudo corroboram com os trabalhos de Diniz et al. (2001), que observaram variação de 1,27 a 1,77% no conteúdo de cinzas, e Salgado et al. (2005) que observaram média de 1,63%, ambos ao analisarem grãos verdes de cultivares de feijão-caupi.

Os valores do conteúdo de cinzas verificados no presente trabalho foram inferiores aos relatados em trabalho de Barros (2014), estudando grãos secos de quatro cultivares de feijão-caupi, que variou de 3,55 a 4,03%; Pinheiro (2013), que analisou grãos secos de genótipos de feijão-caupi e observou conteúdo de cinzas variando de 3,56 a 3,79%; e Frota; Soares; Arêas (2008) que obtiveram em grãos secos da cultivar de feijão-caupi BRS Milênio média de 2,6% de cinzas. As diferenças entre os resultados obtidos pelos autores citados e o presente estudo podem ser explicadas pelo fato de grãos verdes não terem completado seu estágio de maturação, possuindo menor conteúdo de alguns nutrientes.

As amostras de grãos verdes das cultivares de feijão-caupi após o cozimento apresentaram redução no conteúdo de cinzas, com diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos crus e cozidos (Tabela 6). Essa redução no conteúdo de cinzas pode ser atribuída à perda de minerais por difusão na água empregada pelo tratamento térmico (BARAMPANA; SIMARD, 1995). O conteúdo de cinzas variou de 0,82 a 1,08%, sendo a cultivar BRS Guariba a que apresentou maior teor, com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as cultivares (Tabela 6). Os valores obtidos foram condizentes com o apresentado na TACO - UNICAMP (2011), com teor médio de 0,8% e por Pinheiro (2013), que obteve variação de 0,58% a 1,31% e redução do conteúdo de cinzas após a cocção.

No tocante ao conteúdo de proteínas dos grãos verdes crus das cultivares de feijão-caupi, este variou de 9,93 a 11,70%, com diferença estatisticamente significativa entre as cultivares (Tabela 6). A cultivar BRS Guariba destacou-se quanto ao teor desse nutriente. Em análise de grãos verdes de cultivares de feijão-caupi, Salgado et al. (2005) observaram valor médio para o conteúdo de proteínas de 9,65%; Nunes et al. (2005), média de 10,28%; e Furtunato; Magalhães; Maria (2000), média de 10,3%; sendo semelhantes ao presente estudo. Entretanto, Diniz et al. (2001) apresentaram médias para o conteúdo de proteínas em grãos verdes de

feijão-caupi um pouco inferiores (7,48 a 9,12%).

Os conteúdos de proteínas observados no presente trabalho também foram inferiores aos relatados em grãos secos de feijão-caupi nos trabalhos realizados por El-Jasser (2011), que obteve média de 22,93%; por Carvalho et al. (2012), que obtiveram teor de 17,4 a 28,3%; e por Sousa; Silva (2002), com conteúdo variando de 20 a 26%. Esses resultados já eram esperados pelo fato do grau de maturação dos grãos das cultivares influenciar, principalmente, no conteúdo de proteínas, umidade e carboidratos.

Os grãos verdes das cultivares de feijão-caupi após o processamento térmico tiveram redução no conteúdo de proteínas nas cultivares BRS Aracê, BRS Guariba e BRS Xiquexique, e aumento na cultivar BRS Tumucumaque (Tabela 6). Essa redução no conteúdo de proteínas, provavelmente, é devido à perda na cocção, pois proteínas e aminoácidos podem ter se solubilizado na água de cocção provocando a diminuição do teor nos grãos. Os conteúdos de proteínas nas amostras de grãos cozidos das cultivares variaram de 9,30 a 11,61%.

Outros trabalhos realizados em feijão comum também verificaram redução do conteúdo proteico em grãos secos após o cozimento. Brigide; Canniatti-Brazaca (2011) verificaram redução do conteúdo proteico de 27,4 (cru) para 23,9% (cozido), respectivamente, e no estudo de Ramirez-Cárdenas; Leonel; Costa (2008), que observaram redução de 24,42 para 23,07% em uma das cultivares estudadas. Os dados apresentados na TACO - UNICAMP (2011) também mostraram redução no conteúdo proteico de 20,2 para 5,1%.

A cultivar de feijão-caupi BRS Tumucumaque destacou-se quanto ao conteúdo de lipídeos (2,18%) nos grãos verdes crus (Tabela 6). Os dados corroboram com os obtidos por Frota; Soares; Arêas (2008) que obtiveram teor médio de lipídeos em grãos secos na cultivar de feijão-caupi BRS Milênio de 2,2%; pela TACO - UNICAMP (2011), com teor médio de 2,4% para feijão-caupi; e por Carvalho et al. (2012), que ao avaliarem 30 cultivares de feijão-caupi de grãos secos verificaram uma variação de 1,2 a 1,4%.

O conteúdo de lipídeos aumentou após a cocção nas amostras de grãos das cultivares de feijão-caupi BRS Aracê, Xiquexique e Guariba e reduziu na amostra de grãos da cultivar BRS Tumucumaque, com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras de grãos das cultivares cruas e cozidas. Entretanto deve-se ressaltar que não houve adição de óleo na cocção das cultivares. O aumento no conteúdo de

lipídeos pode ser atribuído a uma possível ocorrência de dissociação de complexos lipídicos na água e a diminuição poderia ser consequência da formação de um complexo lipídio-proteínas (AKPAPUNAM; ACHINEWHU, 1985).

Com relação ao conteúdo de lipídeos observado nas amostras de grãos das cultivares de feijão-caupi este variou de 1,55 a 2,31%, com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras de grãos cozidos, exceto entre as cultivares BRS Aracê e Tumucumaque (Tabela 6). Resultados semelhantes foram obtidos por Barros (2014), que verificou valores de 1,70 a 2,07% em grãos secos de cultivares de feijão-caupi; Pinheiro (2013) em grãos secos cozidos de genótipos de feijão-caupi (1,91 a 2,57%); e Ramirez-Cárdenas; Leonel; Costa (2008) ao analisarem grãos secos cozidos de cultivares de feijão comum sem água de maceração, cujos resultados variaram de 1,81 a 2,32%. Os dois últimos autores referidos também observaram aumento do conteúdo de lipídeos em grãos após o processamento térmico. Barros (2014) só observou aumento do conteúdo de lipídeos na cultivar BRS Tumucumaque.

Pinheiro (2013) verificou aumento no teor de lipídeos em amostras de grãos secos de feijão-caupi após a cocção nas linhagens MNC03-737F-5-4 e Pingo de Ouro 1-2 e redução na linhagem MNC03-737F-5-9, quando comparados às amostras de grãos cruas. Ramirez-Cárdenas; Leonel; Costa (2008) verificaram um aumento no conteúdo do nutriente após a cocção em amostras de grãos secos de cinco cultivares de feijão comum. Oliveira et al. (2001) ao estudarem grãos secos de feijão comum da cultivar IAC-Carioca, constataram um aumento de 8,6% no teor de lipídeos após a cocção, entretanto, El-Jasser (2011) observou uma redução, apresentando nos grãos crus e cozidos valores de 1,3% e 1,1%, respectivamente, com um comportamento semelhante ao obtido no presente trabalho, na cultivar de feijão-caupi BRS Tumucumaque.

O conteúdo de carboidratos nos grãos verdes crus das cultivares de feijão-caupi avaliadas variou de 26,53 a 29,69%, mas foram similares entre si (Tabela 6). Os dados são superiores aos observados por Piedade et al. (2011), que pesquisaram a composição centesimal em grãos secos de três cultivares de feijão-comum e verificaram conteúdo de 18,52 a 22,69% de carboidratos. Salgado et al. (2005) e Diniz et al. (2001) também observaram valores inferiores em feijão-caupi e feijão comum, com conteúdo médio de 21,54 e 21,95%, respectivamente.

O conteúdo de carboidratos reduziu após a cocção, com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras de grãos crus e cozidos (Tabela 6). As

cultivares apresentaram conteúdo de 20,12 a 22,17%, mas demonstraram similaridade para esse nutrientes nas amostras de grãos cozidos. Os dados foram inferiores ao observado por Piedade et al. (2011) em cultivares de feijão-comum com conteúdos de 36,86 a 40,70% e superiores ao apresentado na TACO - UNICAMP (2011) para feijão-caupi (13,5%). Essas diferenças podem ser atribuídas ao tipo de feijão e estágio de maturação utilizado em cada pesquisa.

As amostras de grãos cruas das cultivares de feijão-caupi apresentaram valor energético total (VET) de 159 a 170 Kcal/100g, com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as cultivares BRS Xiquexique e BRS Guariba, e maiores valores nas cultivares BRS Aracê e BRS Tumucumaque (Tabela 6). As amostras de grãos cozidos das cultivares apresentaram redução no VET e houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os processamentos crus e cozidos, com valores de 143,51 Kcal/100g, 141,40 Kcal/100g, 140,73 Kcal/100g e 146,19 Kcal/100g para as cultivares BRS Aracê, BRS Tumucumaque, BRS Xiquexique e BRS Guariba, respectivamente.

A redução do VET após a cocção pode ser atribuída à redução do conteúdo de alguns macronutrientes, como carboidratos e proteínas. O VET verificado nas cultivares de feijão-caupi cruas e cozidas foram inferiores aos apresentados em estudo de Pinheiro (2013); TACO - UNICAMP (2011) e Frota; Soares; Arêas (2008), que observaram valores de 200 a 300 kcal/100g em grãos secos, demonstrando que as os grãos das cultivares avaliadas no presente estudo são menos calóricas. Na literatura pesquisada em feijão-caupi não há dados com relação à composição centesimal em grãos verdes após a cocção.

De maneira geral, o tratamento térmico reduziu o conteúdo de cinzas, proteínas, carboidratos e, conseqüentemente, o VET, e aumentou os conteúdos de umidade e lipídeos nas cultivares de feijão-caupi, após a cocção. A única cultivar que não se comportou de maneira similar às demais foi a Tumucumaque, que teve um aumento no conteúdo de proteínas e redução de lipídeos, após o tratamento térmico.

A composição centesimal das cinco formulações de baião-de-dois elaboradas é apresentada na Tabela 7. Com relação ao conteúdo de umidade dos baiões-de-dois elaborados, esse variou de 58,16 a 70,03%, com diferença estatisticamente significativa entre as formulações, sendo o Baião Controle o de maior conteúdo. O teor de cinzas verificado nas cinco formulações variou de 0,89 a 1,37%, com diferença estatisticamente significativa entre as formulações, destacando-se o Baião 1 com maior conteúdo.

O conteúdo de proteínas observado nas formulações de baião-de-dois variou de 7,35 a 8,24%, onde as formulações P, 2 e 3 destacaram-se em relação aos teores. O conteúdo de lipídeos variou de 3,21 a 4,28%, onde os baiões-de-dois 1, 2 e 3 foram superiores em relação as formulações P e C. O Baião 3 destacou-se tanto em relação ao conteúdo de proteínas como o de lipídeos. Os conteúdos de lipídeos observados nas formulações da presente pesquisa são bem inferiores ao relatado por Avena et al. (2009), em que o conteúdo de lipídeos obtido para o baião-de-dois foi de 27,64%. Essa diferença pode ser atribuída devido à adição de produtos como bacon, elevando o teor de gordura.

Tabela 7: Composição centesimal e Valor Energético Total de formulações de baião-de-dois.

Nutriente/ VET	Baião-de-dois (Média±DP)				
	Baião P	Baião C	Baião 1	Baião 2	Baião 3
Umidade (%)	63,70±0,16 ^C	70,03±0,27 ^A	59,15± 0,27 ^D	58,16 ±0,49 ^E	69,15±0,02 ^B
Cinzas (%)	0,97±0,19 ^C	0,89±0,02 ^C	1,37 ±0,02 ^A	1,34± 0,02 ^{AB}	1,11±0,03 ^{BC}
Proteínas (%)	7,90±0,13 ^A	7,71±0,12 ^B	7,35±0,07 ^B	8,08±0,29 ^A	8,24±0,18 ^A
Lipídeos (%)	3,21±0,54 ^B	3,52±0,32 ^B	4,09± 0,09 ^A	4,17±0,23 ^A	4,28±0,30 ^A
Carboidratos (%)	27,91±3,66 ^A	17,84±0,52 ^B	28,04±0,14 ^A	29,64±1,97 ^A	17,12±0,46 ^B
VET (Kcal/100g)	152,01±8,30 ^B	133,93±0,4 ^B	178,40±1,48 ^A	175,88±13,7 ^A	140,36±1,4 ^B

Média de três repetições ± desvio padrão (DP). Letras maiúsculas iguais na mesma linha, não apresentam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as médias, segundo o *Teste de Tukey*. Legenda: Baião P = Baião-de-dois Padrão (Arroz polido comercial + BRS Guariba); Baião C = Baião-de-dois Controle (Arroz integral comercial + BRS Guariba); Baião 1 = Baião-de-dois 1: Arroz integral Chorinho + BRS Aracê; Baião 2 = Baião-de-dois 2: Arroz integral Chorinho + BRS Tumucumaque; Baião 3 = Baião-de-dois 3: Arroz integral Chorinho + BRS Xiquexique.

Fonte: Dados da pesquisa, Teresina-PI, 2014.

O conteúdo de carboidratos das formulações de baião-de-dois variou de 17,12 a 29,64%, onde destacaram-se os Baiões P, 1 e 2, que difere dos Baiões C e 3 (Tabela 7). O VET variou de 133,93 a 178,40 Kcal/100g, com destaque para os Baiões 1 e 2. A composição centesimal das formulações elaboradas no presente estudo foram semelhantes à apresentada pela TACO - UNICAMP (2011), em que os conteúdos de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos e VET foram 69,1%, 1,1%, 6,2%, 3,2%, 20,4% e 136 Kcal/100g, respectivamente; e pela Tabela de Composição de Alimentos da Universidade de São Paulo - USP (2008) onde se verificaram 67,60% de umidade, 1,11% de cinzas, 4,10% de proteínas, 25,82% de carboidratos e VET de 120 Kcal/100g.

Botelho et al. (2006) analisaram preparações regionais nordestinas de Unidades Produtoras de Refeições-UPRs de diferentes cidades, dentre elas o baião-de-dois servido em UPRs de Teresina. Com relação à composição centesimal e VET observados no estudo do autor supracitado o conteúdo médio de proteínas foi de 4,49%, 4,72 % de lipídeos, 24,65% de carboidratos e VET de 159,07 Kcal/100g. O conteúdo de proteínas das formulações analisadas no presente estudo é bem superior, sugerindo que o melhoramento genético levou a um acréscimo no conteúdo protéico das cultivares de arroz e feijão-caupi analisadas.

5.3 Conteúdo de minerais

Os resultados referentes ao conteúdo de minerais das amostras de grãos integrais das cultivares de arroz estudadas são apresentados na Tabela 8. A cultivar Chorinho possui maior conteúdo de macro e microminerais, comparada a cultivar comercial, tanto nas amostras de grãos cruas como nas cozidas, exceto quanto ao mineral Cálcio, pois a amostra de grãos cruas da cultivar comercial apresentou maiores teores (15,64 mg/100g).

Quando as amostras de grãos integrais cruas das cultivares de arroz passaram por processamento térmico houve redução do conteúdo de minerais, mas as cultivares apresentam similaridades entre as amostras cruas e cozidas (Tabela 8). Houve diferença significativa ($p < 0,05$) apenas com relação aos conteúdos dos minerais Cu e K na cultivar Chorinho, e Ca e K na cultivar comercial. Essa redução do conteúdo de minerais não ocorreu apenas para os conteúdos de Ca e Fe no arroz Chorinho, e de Zn e Na na cultivar de arroz comercial.

Tabela 8: Conteúdo de minerais das amostras de grãos integrais cruas e cozidas de duas cultivares de arroz.

Mineral (mg/100g)	Processamento	Cultivar (Média±DP)	
		Chorinho	Comercial
Ca	Cru	11,96±1,06 ^{aB}	15,64±0,51 ^{aA}
	Cozido	12,75±3,15 ^{aA}	12,64±1,12 ^{bA}
Cu	Cru	0,34±0,02 ^{aA}	0,24±0,01 ^{aB}
	Cozido	0,30±0,01 ^{bA}	0,21±0,01 ^{aB}
Mn	Cru	3,77±0,40 ^{aA}	2,63±0,33 ^{aB}
	Cozido	3,33±0,34 ^{aA}	2,60±0,07 ^{aA}
Fe	Cru	1,74±0,30 ^{aA}	1,36±0,16 ^{aA}
	Cozido	2,18±0,32 ^{aA}	1,18±0,33 ^{aB}
Zn	Cru	3,52±0,23 ^{aA}	1,83±0,08 ^{aB}
	Cozido	3,24±0,06 ^{aA}	2,01±0,24 ^{aB}
Na	Cru	0,05±0,02 ^{aA}	0,02±0,00 ^{aB}
	Cozido	0,04±0,0 ^{aA}	0,04±0,02 ^{aA}
K	Cru	525,07±15,91 ^{aA}	503,62±0,72 ^{aB}
	Cozido	415,85±2,33 ^{bA}	236,98±1,41 ^{bB}
Mg	Cru	153,18±3,56 ^{aA}	126,43±0,70 ^{aB}
	Cozido	151,84±3,23 ^{aA}	117,82±1,49 ^{aB}
P	Cru	471,62±14,56 ^{aA}	340,69±3,98 ^{aB}
	Cozido	463,40±21,08 ^{aA}	331,74±16,20 ^{aB}

Média de três repetições ± desvio padrão (DP). Letras maiúsculas iguais na mesma linha e letras minúsculas na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias, segundo o Teste t de *Student*.

Fonte: Dados da pesquisa, Teresina-PI, 2014.

Com relação ao conteúdo do mineral Ca nas amostras de grãos integrais cruas das cultivares de arroz foram observados conteúdo de 11,96 e 15,64 mg/100g para as cultivares Chorinho e comercial, respectivamente (Tabela 8). Resultados semelhantes foram descritos por Boliani et al. (2011) para amostras de grãos integrais da cultivar Chorinho (15 mg/100g), em seu estudo com amostras de grãos integrais e polidas de três cultivares de arroz biofortificadas (Zebu, Chorinho e Vermelho); e no estudo de Ascheri et al (2012), as amostras cruas de quatro genótipos de arroz vermelho, apresentaram variação no conteúdo de 12,9 a 17,4 mg/100g.

As cultivares Chorinho e comercial apresentaram teores de Ca de 12,75 e 12,64 mg/100g, respectivamente, após o processamento (Tabela 8). Boliani et al.

(2011) também observaram redução dos teores de Ca, passando de 15 mg/100g para 5 mg/100g, após a cocção, sendo uma redução (66,6%) bem mais elevada que a apresentada no presente estudo para a cultivar comercial (19,18%). Isso mostra que a retenção desse nutriente nas cultivares em estudo após o processamento térmico foi superior à retenção das cultivares estudadas pelos autores supracitados.

O conteúdo de Cu nas cultivares Chorinho e comercial nas amostras de grãos integrais cruas foram de 0,34 e 0,24 mg/100g, respectivamente (Tabela 8). Resultados semelhantes foram relatados por Boliani et al. (2011), de 0,4 mg/100g, e por Ascheri et al. (2012), de 0,2 a 0,3 mg/100g. As amostras de grãos cozidas das cultivares de arroz apresentaram teores de 0,30 (Chorinho) e 0,21 (Comercial) mg/100g de Cu. Boliani et al. (2011) obtiveram teores mais elevados, de 0,7 mg/100g.

Para o conteúdo de Mn nas amostras de grãos integrais cruas, os teores foram de 3,77 e 2,63 mg/100g para as cultivares Chorinho e comercial, respectivamente (Tabela 8). Após o processamento térmico houve redução dos conteúdos de Cu nas amostras de grãos das duas cultivares, mas as cultivares apresentaram comportamentos semelhantes em relação aos processamentos crus e cozidos. O conteúdo de Mn nas amostras de grãos cozidas foi de 3,33 e 2,60% nas cultivares Chorinho e comercial, respectivamente. Boliani et al. (2011) observaram comportamento diferente após processo de cozimento, pois o conteúdo de Mn aumentou após o tratamento térmico, de 2,86 para 3,81 mg/100g.

Com relação ao conteúdo de Fe, as cultivares apresentaram comportamento diferente ($p < 0,05$) após a cocção (Tabela 8). A cultivar Chorinho teve um aumento de 25,8% no teor do mineral após o processamento passando de 1,74 para 2,18 mg/100g. Esse aumento no teor de Fe também foi observado no estudo de Boliani et al. (2011) utilizando grãos crus que apresentaram conteúdo de 2,67 mg/100g e após a cocção 4,54 mg/100g. Já para a cultivar comercial ocorreu uma redução de 13,24% do mineral, sendo os conteúdos nos grãos crus de 1,36 mg/100g e de 1,18 mg/100g nos grãos cozidos. Valores semelhantes foram observados em grãos crus no estudo de Ascheri et al. (2012), sendo os teores de 1 a 1,2 mg/100g e Pereira et al. (2009), com conteúdo médio de 1,45 mg/100g.

O comportamento do conteúdo de Zn nas cultivares de arroz foi diferente ao do conteúdo de Fe. Na cultivar Chorinho houve redução, mas as cultivares apresentaram comportamento semelhante com relação aos processamentos cru e

cozido (de 3,52 para 3,24 mg/100g) e na cultivar comercial ocorreu um aumento (de 1,83 para 2,01 mg/100g), mas sem diferenças entre cultivares (Tabela 8).

As amostras de grãos integrais cruas e cozidas de arroz Chorinho e comercial apresentaram baixos conteúdos de Na, quando comparado ao conteúdo desse mineral obtido no estudo de Boliani et al. (2011), que observaram 0,2 e 12,2 mg/100g do mineral antes e após a cocção, respectivamente. Na presente pesquisa os valores para a cultivar Chorinho foram de 0,05 e 0,04 mg/100g para os grãos crus e cozidos, respectivamente (Tabela 8). No arroz de marca comercial foram observados teores de 0,02 mg/100g nos grãos crus e 0,04 mg/100g nos grãos cozidos. Os teores de Na após a cocção reduziram no arroz Chorinho e aumentaram no arroz de marca comercial, mas as cultivares apresentaram resultados semelhantes quanto aos estados das amostras cruas e cozidas.

Para os teores de K, Mg e P, houve redução dos conteúdos desses minerais após o tratamento térmico tanto na cultivar biofortificada como na cultivar comercial, com diferença significativa ($p < 0,5$) entre as amostras de grãos integrais cruas e cozidas apenas para o mineral K (Tabela 8). Boliani et al. (2011) também observou redução do conteúdo dos três minerais em amostras de grãos integrais da cultivar Chorinho integral, sendo que os valores de K e Mg obtidos no presente estudo superiores ao dos autores supracitados, tanto antes (K-350, Mg-133 e P-532 mg/100g) como após o cozimento (K-207, Mg-122 e P-439 mg/100g).

O conteúdo de minerais das amostras de grãos verdes cruas e cozidas das cultivares de feijão-caupi é apresentado na Tabela 9.

Tabela 9: Conteúdo de minerais das amostras de grãos verdes cruas e cozidas das cultivares de feijão-caupi.

Mineral (mg/100g)	Processamento	Cultivar (Média±DP)			
		BRS Aracê	BRS Tumucumaque	BRS Xiquexique	BRS Guariba
Ca	Cru	76,88 ±4,01 ^{bA}	51,18±3,62 ^{aC}	66,26±1,29 ^{aB}	62,45±4,38 ^{bB}
	Cozido	91,47±7,30 ^{aA}	52,99±2,80 ^{aC}	69,00±3,18 ^{aB}	79,58±0,23 ^{aB}
Cu	Cru	0,56±0,04 ^{aA}	0,50±0,04 ^{aAB}	0,59±0,01 ^{aA}	0,45±0,04 ^{aB}
	Cozido	0,52±0,05 ^{aA}	0,44±0,0 ^{aAB}	0,42±0,02 ^{bB}	0,45±0,03 ^{aAB}
Mn	Cru	1,87±0,10 ^{aA}	1,51±0,03 ^{bB}	1,71±0,15 ^{aAB}	1,20±0,13 ^{aC}
	Cozido	1,76±0,17 ^{aA}	1,67±0,07 ^{aAB}	1,43±0,14 ^{aB}	1,40±0,10 ^{aB}
Fe	Cru	6,28±0,27 ^{aB}	6,15±0,10 ^{aB}	10,23±0,58 ^{aA}	6,49±0,34 ^{aB}
	Cozido	6,43±0,45 ^{aA}	5,55±0,18 ^{bB}	6,26±0,18 ^{bAB}	6,44±0,38 ^{aA}
Zn	Cru	5,51±0,32 ^{aA}	5,13±0,07 ^{aA}	5,08±0,13 ^{aA}	4,32±0,28 ^{aB}
	Cozido	5,06±0,48 ^{aA}	4,44±0,16 ^{bA}	4,39±0,27 ^{bA}	4,36±0,10 ^{aA}
Na	Cru	0,06±0,01 ^{bA}	0,06±0,01 ^{bA}	0,03±0,01 ^{bB}	0,07±0,01 ^{bA}
	Cozido	0,21±0,01 ^{aA}	0,23±0,02 ^{aA}	0,21±0,02 ^{aA}	0,21±0,0 ^{aA}
K	Cru	1213,88±39,75 ^{aAB}	1253,12±43,08 ^{aA}	1095,23±42,63 ^{aB}	1225,69±20,46 ^{aAB}
	Cozido	926,06±0,33 ^{bAB}	711,84±25,64 ^{bC}	883,02±22,10 ^{bAB}	1001,96±41,68 ^{bA}
Mg	Cru	153,26±4,10 ^{aA}	146,94±2,15 ^{aA}	156,62±2,15 ^{aA}	154,47±7,54 ^{aA}
	Cozido	146,94±2,15 ^{aA}	110,14±4,90 ^{bB}	110,68±4,18 ^{bB}	147,85±8,85 ^{aA}
P	Cru	370,58±14,01 ^{aB}	377,07±1,48 ^{aB}	395,79±11,51 ^{aB}	453,01±17,69 ^{aA}
	Cozido	372,17±21,99 ^{aB}	341,78±5,91 ^{bB}	344,20±13,53 ^{bB}	447,57 ±13,07 ^{aA}

Média de três repetições ± desvio padrão (DP). Letras maiúsculas iguais na mesma linha e letras minúsculas na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias, segundo o Teste de *Tukey* e Teste t de *Student*, respectivamente.

Fonte: Dados da pesquisa, Teresina-PI, 2014.

Com relação ao conteúdo de minerais das amostras de grãos verdes cruas (Tabela 9), a cultivar BRS Aracê destacou-se para os minerais Ca (76,88 mg/100g), Mn (1,87 mg/100g) e Zn (5,51 mg/100g); a BRS Xiquexique para os minerais Cu (0,59 mg/100g), Fe (10,23 mg/100g) e Mg (156,62 mg/100g); BRS Tumucumaque para o mineral K (1253,12 mg/100g); e a BRS Guariba para Na (0,07 mg/100g) e P (453,01 mg/100g).

A cultivar BRS Aracê destacou-se por apresentar maiores teores de Ca, Cu, Mn e Zn, após a cocção; a BRS Tumucumaque destacou-se quanto aos teores de Na; e a Guariba pelo conteúdo de Fe, K, Mg e P (Tabela 9). Os teores de Cu, K e Mg reduziram nas quatro cultivares após o processamento. Essa redução ocorreu, provavelmente, devido à dissolução de minerais na água de cocção (BRIGIDE; CANNIATTI-BRAZACA, 2011). Os teores de Ca e Na aumentaram nas amostras de grãos verdes cozidas das cultivares. Para os outros minerais, as cultivares tiveram comportamento diferenciado, sendo que para alguns apresentaram aumento e para outros redução, não sendo os resultados uniformes para cada mineral.

Em relação ao conteúdo de Na (Tabela 9), observou-se baixos teores nas amostras de grãos verdes cruas das cultivares BRS Aracê (0,06 mg/100g), BRS Tumucumaque (0,06 mg/100g), BRS Xiquexique (0,03 mg/100g) e BRS Guariba (0,06 mg/100g) e nas respectivas amostras de grãos verdes cozidas (0,21; 0,21; 0,23; 0,21 mg/100g), em comparação ao estudo de Thangadurai (2005) que constataram teores de 411 mg/100 g em amostras de grãos cruas e 406 mg/100 g em amostras de grãos cozidas, em *Vigna unguiculata* ssp. *Cylindrica*.

Martínez et al. (1998) observaram em amostras de grãos verdes cozidas das cultivares de *Phaseolus vulgaris* Cleo, *Strike* e *Sentry* conteúdos de alguns minerais semelhantes ao relatado na presente pesquisa, como o conteúdo de K, de 183 a 274 mg/100g; Fe, de 5,52 a 7,09 mg/100g; Zn, de 4,26 a 4,87 mg/100g; e Mn, de 1,84 a 2,71 mg/100g.

Em pesquisa realizada por Carvalho et al. (2012), com trinta cultivares e linhagens de feijão-caupi em amostras de grãos secos cruas, dentre elas, a BRS Guariba, BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique, verificaram os seguintes conteúdos de minerais para as três cultivares supracitadas, respectivamente: Ca (35; 39 e 33 mg/100g), Cu (2; 2,1 e 2 mg/100g), Mn (2,9; 2 e 2 mg/100g), Fe (6,9; 7,5 e 7,6 mg/100g), Zn (3,3; 3,6 e 3,3 mg/100g), Na (9,5; 10 e 14,1 mg/100g), K (973; 1106 e 1097 mg/100g) Mg (145; 158 e 142 mg/100g).

Os resultados observados no presente estudo foram superiores aos obtidos por Carvalho et al. (2012) para os conteúdos dos minerais Ca, Fe (BRS Xiquexique), Zn, K (BRS Guariba e BRS Tumucumaque) e Mg (BRS Guariba e BRS Xiquexique). Entretanto, para os minerais Mn, Fe, K e Mg, os conteúdos foram semelhantes ao do referido autor. As diferenças entre o conteúdo de minerais verificados nas cultivares do presente estudo e da pesquisa de Carvalho et al. (2012) podem ser resultado da diferença no estágio de maturação das cultivares e condições edafoclimáticas da região de cultivo.

Frota et al. (2010) observaram teores de Fe e Mg menores que os do presente estudo, ao analisarem amostras de grãos secos crus da cultivar de feijão-caupi Tracuateua-235, obtendo valores de 4,52 mg/100 g e 47,20 mg/100 g de Fe e Mg, respectivamente. Somavilla; Oliveira; Storck (2011) observaram menores conteúdos de Ca (Cru-20,17 mg/100g e Cozido-50,37 mg/100g) e Zn (Cru-3,16 mg/100g e Cozido-3,37 mg/100g) em amostras de grãos secos crus e cozidas de feijão comum. Essa diferença pode ser explicada pelo fato das cultivares analisadas pelos autores não terem passado por processo de melhoramento convencional.

O perfil de minerais das formulações de baião-de-dois elaboradas é apresentado na Tabela 10. Com relação ao conteúdo de minerais nas diferentes formulações, o Ca e K foi mais elevado no Baião-de-dois 1, com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações. A mesma formulação também se destacou pelo conteúdo de Cu e Zn. Assim, a formulação Baião 1 elaborada com a cultivar de arroz integral Chorinho e feijão-caupi BRS Aracê foi a que apresentou o conteúdo mais elevado de quatro dos nove minerais analisados.

A formulação Baião-de-dois 3 apresentou maiores teores de Mn, Mg e P. O conteúdo de Fe foi mais elevado na formulação Controle, com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações (Tabela 10).

O Baião-de-dois Padrão apresentou o maior conteúdo de Na entre as formulações (Tabela 10). Avena (2009), observou teores de sódio muito elevados (410 mg/100g), quando comparados ao presente estudo.

Tabela 10: Conteúdo de minerais das formulações de baião-de-dois.

Mineral (mg/100g)	Baião-de-dois (Média±DP)				
	Baião P	Baião C	Baião 1	Baião 2	Baião 3
Ca	15,12±3,01 ^D	35,75±1,93 ^B	46,51± 1,23 ^A	25,96±2,08 ^C	36,45±1,31 ^B
Cu	0,24±0,01 ^B	0,41±0,02 ^A	0,49±0,07 ^A	0,37±0,07 ^A	0,40±0,03 ^A
Mn	0,81±0,26 ^B	2,53±0,36 ^A	2,54±0,14 ^A	2,42±0,35 ^A	2,55±0,28 ^A
Fe	2,94±0,90 ^B	6,76±0,69 ^A	2,96±0,06 ^B	2,46±0,40 ^B	3,62±0,20 ^B
Zn	1,71±0,08 ^C	2,83±0,24 ^B	3,88±0,06 ^A	3,44±0,53 ^{AB}	3,63±0,29 ^A
Na	1,95±0,02 ^A	1,73±0,06 ^B	1,76±0,04 ^{AB}	1,68±0,15 ^B	1,87±0,06 ^{AB}
K	125,25±0,19 ^D	415,70±0,59 ^C	500,01±2,43 ^A	478,09±1,19 ^B	478,45±1,18 ^B
Mg	57,41±0,93 ^C	131,17±2,51 ^A	127,00±3,97 ^{AB}	126,39±16,70 ^{AB}	136,49±6,29 ^A
P	195,96±15,27 ^C	360,92±17,78 ^{AB}	380,37±8,64 ^{AB}	400,89±13,40 ^A	406,39±10,13 ^A

Média de três repetições ± desvio padrão (DP). Letras maiúsculas iguais na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias, segundo o *Teste de Tukey*. Legenda: Baião P= Baião-de-dois Padrão (Arroz polido comercial +BRS Guariba); Baião C= Baião-de-dois Controle (Arroz integral comercial +BRS Guariba); Baião 1= Baião-de-dois 1 (Arroz integral Chorinho +BRS Aracê); Baião 2= Baião-de-dois 2 (Arroz integral Chorinho+ BRS Tumucumaque); Baião 3= Baião-de-dois 3 (Arroz integral Chorinho +BRS Xiquexique).

Fonte: Dados da pesquisa, Teresina-PI, 2014.

A TACO - UNICAMP (2011) apresenta para o perfil de minerais do baião-de-dois, conteúdos de 33 mg/100g de Ca, 19 mg/100g de Mg, 0,27 mg/100g de Mn, 72 mg/100g de P, 0,6 mg/100g de Fe, 93 mg/100g de Na, 157 mg/100g de K, 0,08 mg/100g de Cu e 0,6 mg/100g de Zn. Os resultados foram semelhantes a alguns conteúdos de minerais da presente pesquisa. O conteúdo de Ca foi semelhante ao obtido nos Baiões-de-dois Controle e 3 (Tabela 10). O teor de K foi semelhante ao observado no Baião-de-dois Padrão. Os resultados da presente pesquisa foram superiores com relação aos conteúdos dos minerais Mn, Fe, Zn e Mg, nas cinco formulações elaboradas.

Houve diferença no conteúdo de minerais entre a formulação Padrão e as demais (Tabela 10). O conteúdo de minerais foi até três vezes maior nos Baiões Controle, 1, 2 e 3, exceto com relação ao conteúdo de Na, quando comparado a formulação Padrão. Esses dados demonstram que a biofortificação e o fato do arroz utilizado ser integral provocaram um aumento relevante no conteúdo de minerais. O mineral que apresentou maior aumento nas formulações Controle, 1, 2 e 3 foi o K, que é importante no controle da pressão arterial. Já a redução no conteúdo de Na, também é favorável para o controle da pressão arterial.

5.4 Perfil de aminoácidos

O perfil de aminoácidos das cinco formulações de baião-de-dois elaboradas é apresentado na Tabela 11.

Dentre os cinco baiões-de-dois analisados, o Baião-de-dois Padrão apresentou teores mais elevados para os aminoácidos estudados, com diferença significativa ($p < 0,05$), exceto para o aminoácido triptofano, em relação as demais formulações.

Os aminoácidos observados em maior concentração nas cinco formulações foram glutamina (0,69 a 1,62 g/100g), arginina (0,50 a 1,11 g/100g), e tirosina+fenilalanina (0,54 a 1,21 g/100g).

Tabela 11: Perfil de aminoácidos das formulações de baião-de-dois.

Aminoácido (g/100g)	Baião-de-dois (Média ±DP)				
	Baião P	Baião C	Baião 1	Baião 2	Baião 3
Aspartato	0,94±0,02 ^A	0,39±0,01 ^B	0,41±0,10 ^B	0,42±0,04 ^B	0,42±0,08 ^B
Serina	0,62±0,00 ^A	0,31±0,03 ^B	0,31± 0,11 ^B	0,31±0,01 ^B	0,32±0,05 ^B
Glutamina	1,62±0,04 ^A	0,69±0,02 ^B	0,73±0,18 ^B	0,74±0,06 ^B	0,75±0,14 ^B
Glicina	0,56±0,00 ^A	0,20±0,01 ^B	0,21± 0,07 ^B	0,22±0,01 ^B	0,22±0,04 ^B
Histidina	0,40±0,00 ^A	0,18±0,01 ^B	0,19± 0,07 ^B	0,20±0,01 ^B	0,20±0,02 ^B
Arginina	1,11±0,01 ^A	0,50±0,0 ^B	0,54± 0,18 ^B	0,57±0,03 ^B	0,57±0,06 ^B
Treonina	0,44±0,00 ^A	0,23±0,01 ^B	0,23± 0,08 ^B	0,24±0,01 ^B	0,24±0,04 ^B
Alanina	0,44±0,00 ^A	0,21±0,0 ^B	0,22± 0,06 ^B	0,22±0,01 ^B	0,23±0,04 ^B
Prolina	0,52±0,00 ^A	0,23±0,0 ^B	0,24± 0,08 ^B	0,24±0,01 ^B	0,24±0,04 ^B
Tirosina+ Fenilalanina	1,21±0,02 ^A	0,54±0,0 ^B	0,56± 0,09 ^B	0,58±0,01 ^B	0,59±0,01 ^B
Valina	0,50±0,00 ^A	0,25±0,0 ^B	0,27± 0,08 ^B	0,28±0,02 ^B	0,28±0,05 ^B
Lisina	0,53±0,00 ^A	0,25±0,01 ^B	0,26± 0,06 ^B	0,26±0,03 ^B	0,27±0,07 ^B
Isoleucina	0,40±0,00 ^A	0,20±0,01 ^B	0,21± 0,07 ^B	0,21±0,01 ^B	0,22±0,04 ^B
Leucina	0,91±0,02 ^A	0,38±0,0 ^B	0,42± 0,13 ^B	0,42±0,03 ^B	0,42±0,07 ^B
Cisteína+ Metionina	0,3±0,04 ^A	0,24±0,01 ^A	0,25±0,05 ^A	0,17±0,01 ^A	0,22±0,02 ^A
Triptofano	0,10±0,00 ^B	0,22±0,01 ^A	0,24±0,01 ^A	0,21±0,04 ^A	0,24±0,02 ^A

Média de duas repetições ± desvio padrão (DP). Letras maiúsculas iguais na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias, segundo o *Teste de Tukey*. Legenda: Baião P = Baião-de-dois Padrão (Arroz polido comercial + BRS Guariba); Baião C = Baião-de-dois Controle (Arroz integral comercial + BRS Guariba); Baião 1 = Baião-de-dois 1 (Arroz integral Chorinho + BRS Aracê); Baião 2 = Baião-de-dois 2 (Arroz integral Chorinho + BRS Tumucumaque); Baião 3 = Baião-de-dois 3 (Arroz integral Chorinho + BRS Xiquexique).

Fonte: Dados da pesquisa, Teresina-PI, 2014.

Não há dados na literatura pesquisada sobre perfil de aminoácidos em baião-de-dois. Apenas para arroz, feijão-caupi e outras formulações, não sendo comparáveis já que na preparação de baião-de-dois há a mistura de arroz, feijão-caupi e outros ingredientes e isso interfere no perfil final de aminoácidos. Apesar dessa diferença, nos estudos de Frota; Soares; Arêas (2008), com grãos crus de cultivares de feijão-caupi, e de Santos et al. (2013), com arroz, também verificaram maiores concentrações dos mesmos aminoácidos, mas com valores superiores ao da presente pesquisa.

5.5 Análise sensorial

A frequência das respostas dos 100 assessores sensoriais no teste de Escala Hedônica, para as cinco formulações de baião-de-dois é apresentada na Figura 5. Os dados apresentados indicam que a aceitação foi maior para o Baião-de-dois Padrão (94%), Controle (89%) e, em seguida, o Baião 3 (79%), pois foram observadas maiores frequências das notas de aceitação (soma das frequências das notas de 6 a 9-gostei).

O Baião-de-dois 1 foi o de maior rejeição, pois obteve a menor frequência das notas de aceitação e maior frequência das notas de rejeição (soma das frequências das notas de 1 a 4- desgostei).

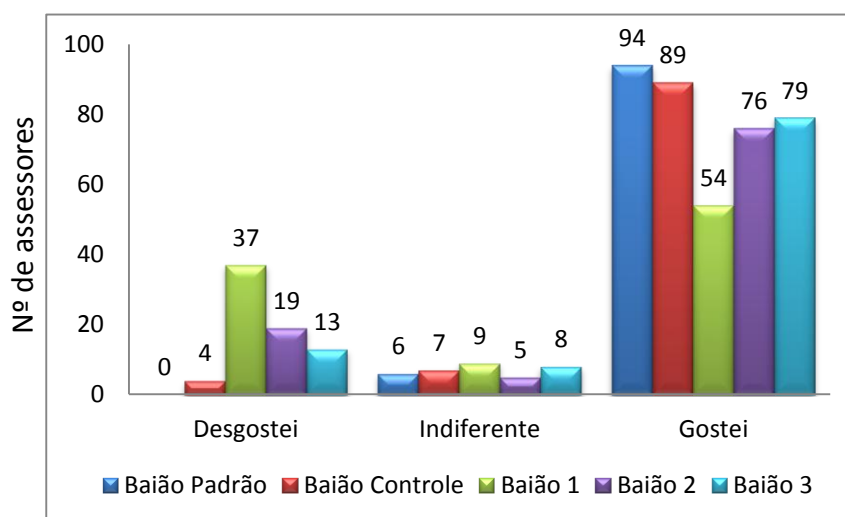


Figura 5. Avaliação dos assessores com relação ao grau de aceitação das formulações de baião-de-dois. Teresina-PI, 2014.

Legenda: Baião Padrão= Baião-de-dois Padrão (Arroz polido comercial + BRS Guariba); Baião Controle = Baião-de-dois Controle (Arroz integral comercial + BRS Guariba); Baião 1 = Baião-de-dois 1 (Arroz integral Chorinho + BRS Aracê); Baião 2 = Baião-de-dois 2 (Arroz integral Chorinho + BRS Tumucumaque) ; Baião 3 = Baião-de-dois 3 (Arroz integral Chorinho + BRS Xiquexique).

As notas de aceitação das formulações elaboradas estão apresentadas na Tabela 12, comprovando o que foi demonstrado na Figura 5. As formulações de Baião-de-dois Padrão, Controle e 3 apresentaram as maiores notas no teste de Escala Hedônica, sem diferença estatisticamente significativa entre os Baiões P e C. A única formulação que não obteve nota média de aceitação (nota a partir de 6) foi o Baião-de-dois 1.

Tabela 12: Notas médias de aceitação das formulações de baião-de-dois.

Formulação	(Média±DP)
Baião P	7,75±1,0 ^A
Baião C	7,27±1,3 ^A
Baião 1	5,49±1,9 ^B
Baião 2	6,45±1,5 ^C
Baião 3	6,69±1,6 ^{CD}

Letras maiúsculas iguais na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias, segundo o teste de *Tukey*. Legenda: Baião P = Baião-de-dois Padrão (Arroz polido comercial + BRS Guariba); Baião C = Baião-de-dois Controle (Arroz integral comercial + BRS Guariba); Baião 1 = Baião-de-dois 1 (Arroz integral Chorinho + BRS Aracê); Baião 2 = Baião-de-dois 2 (Arroz integral Chorinho + BRS Tumucumaque); Baião 3 = Baião-de-dois 3 (Arroz integral Chorinho + BRS Xiquexique).

Fonte: Dados da pesquisa, Teresina-PI, 2014.

Os resultados do teste de Comparação Múltipla são apresentados na Figura 6. No teste de comparação múltipla, em que se comparou as formulações de Baião-de-dois 1, 2 e 3 com a formulação Baião-de-dois Controle, o Baião 3 foi considerado melhor que o Baião Controle por 36% dos assessores e também obteve a menor porcentagem de rejeição - pior que o controle (33%). Além disso, o Baião-de-dois 1 foi novamente o de maior rejeição, já que obteve a maior porcentagem de assessores que o consideraram pior que o Controle (65%).

Os resultados do teste de Comparação Múltipla com relação ao grau de diferença entre as três formulações e a Controle, mostraram que o Baião 1, apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à formulação Controle (Tabela 13). As notas maiores foram atribuídas as maiores rejeições, comprovando mais uma vez a maior rejeição do Baião-de-dois 1.

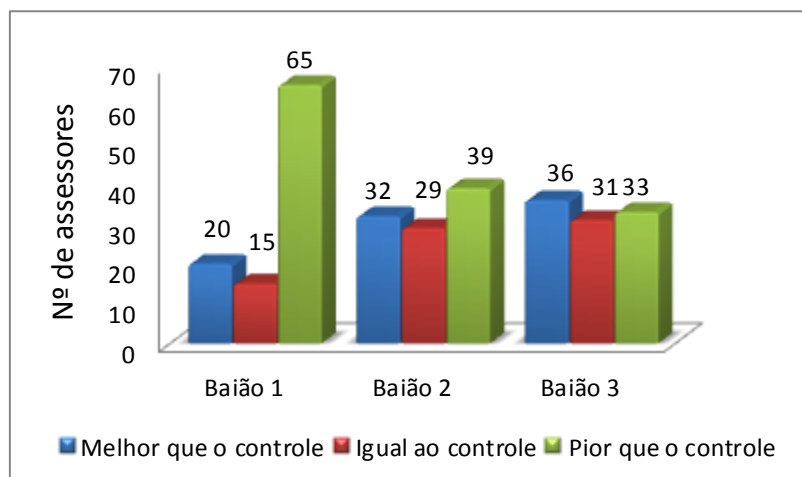


Figura 6. Avaliação dos assessores com relação ao Teste de Comparação Múltipla das formulações de baião-de-dois com a formulação Controle. Teresina-PI, 2014.

Legenda: Baião C = Baião-de-dois Controle (Arroz integral comercial + BRS Guariba); Baião 1 = Baião-de-dois 1 (Arroz integral Chorinho + BRS Aracê); Baião 2 = Baião-de-dois 2 (Arroz integral Chorinho + BRS Tumucumaque); Baião 3 = Baião-de-dois 3 (Arroz integral Chorinho + BRS Xiquexique).

A maior rejeição do Baião-de-dois 1 em todos os testes pode ser atribuída ao fato da cultivar de feijão-caupi BRS Aracê ser a de maior tempo de cocção (TC), o que pode ter influenciado no cozimento não uniforme. Alguns assessores relataram sabor residual de milho ou arenoso ao Baião-de-dois 1, justamente devido a heterogeneidade entre os grãos, verificado na mastigação, na qual se detectou grãos semimacios e macios.

Tabela 13: Grau de diferença entre as formulações de baião-de-dois e a formulação Controle.

Formulação	(Média±DP)
Baião C	2,77 ±0,1 ^A
Baião 1	3,24 ±0,1 ^B
Baião 2	2,78 ±0,2 ^A
Baião 3	2,68 ± 0,1 ^A

Letras maiúsculas iguais na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias, segundo o *Teste de Tukey*. Legenda: Baião C = Baião-de-dois Controle (Arroz integral comercial + BRS Guariba); Baião 1 = Baião-de-dois 1 (Arroz integral Chorinho + BRS Aracê); Baião 2 = Baião-de-dois 2 (Arroz integral Chorinho + BRS Tumucumaque); Baião 3 = Baião-de-dois 3 (Arroz integral Chorinho + BRS Xiquexique).

Fonte: Dados da pesquisa, Teresina-PI, 2014.

Com relação à utilização do arroz integral nas formulações de baião-de-dois, exceto na formulação Padrão, percebeu-se, com os testes aplicados, que essa modificação na formulação Padrão afetou a aceitação das formulações de Baião-de-

dois elaboradas, já que a nota de aceitação das formulações com arroz integral foram menores em relação a formulação Padrão, pois o consumo do arroz integral ainda não é hábito da população. Entretanto a aceitação da maioria das amostras com arroz integral foi superior a 70% (Baião-de-dois C, 2 e 3), demonstrando a viabilidade da utilização de arroz integral na preparação de baião-de-dois.

Na literatura pesquisada não há dados referentes à aceitação e preferência de baião-de-dois, entretanto há estudos com relação à aceitação de feijões, produtos elaborados com leguminosas e cereais, como pães e biscoitos, e preparações com arroz.

Em estudo de Borjes et al. (2011) sobre aceitação de feijões em restaurantes comerciais com substituição do sal por ervas e especiarias, demonstrou que a aceitação foi menor quanto maior a substituição do sal por especiarias, ou seja, na substituição de 75%, e a maior aceitação foram nas preparações de feijão em que foram utilizadas o tempero padrão, o sal, com nota média de aceitação variando de 6,47 a 7,52. Esses resultados corroboram com o atual estudo, em que o baião-de-dois Padrão foi o mais aceito, com nota média de aceitação de 7,55, seguido do baião-de-dois Controle, e as outras três formulações apresentaram nota média de aceitação de 5,49 a 6,69. Oliveira et al. (2013) ao avaliarem a aceitação de quatro cultivares de feijão comum observaram média de aceitação para o atributo sabor de 6,04 a 6,64.

Lima et al. (2013) analisaram visualmente a aceitação de dez cultivares de feijão-caupi, após processamento térmico. Dentre essas estavam a BRS Aracê, BRS Tumucumaque, BRS Xiquexique e BRS Guariba. No estudo citado, a BRS Aracê foi a de maior aceitação global (7,18) e a BRS Xiquexique foi a de menor aceitação, ao contrário do que ocorreu no presente estudo. As diferenças podem ter ocorrido devido os estudos avaliarem amostras diferentes, já que o autor citado avaliou apenas o aspecto visual das cultivares de feijão-caupi e não preparações de baião-de-dois, com relação aos atributos sensoriais (sabor, aroma, textura e aparência).

Simplício (2013) elaborou pães do tipo integral com cultivares de feijão-caupi e observou índices de aceitação maiores para a amostra padrão (95%), seguida dos pães elaborados com 25% de BRS Aracê (92%), 35% de BRS Aracê (79%), 25% de BRS Tumucumaque (74%) e 35% de BRS Tumucumaque (63%). Esses resultados foram semelhantes aos do presente estudo quanto à aceitação da amostra padrão, que também foi maior (94%) e a média de porcentual de aceitação das demais

formulações (54 a 89%).

Com relação a aceitação das preparações de acordo com as cultivares, o comportamento foi diferente, já que no presente estudo a formulação de baião-de-dois com a cultivar BRS Aracê foi a menos aceita e a referida autora observou o contrário. Essas diferenças podem ser explicadas pelo fato de terem sido utilizadas cultivares em diferentes estádios de maturação e formas de consumo. Sendo assim, a cultivar BRS Aracê parece ser mais aceita ao ser adicionada na forma de farinha a produtos. Sua utilização deve ser recomendada já que a cultivar destacou-se com relação ao conteúdo de minerais.

No tocante aos produtos de panificação enriquecidos com feijão-caupi desenvolvidos por Frota et al. (2010), a maioria dos produtos apresentou grau de aceitação maior que 70%, assim como foi observado no presente estudo, cujo grau de aceitação foi, na maioria das formulações, maior que 70%.

Assim, a formulação Baião-de-dois 3 (Arroz integral Chorinho + BRS Xiquexique) teve boa aceitação e destacou-se com relação a alguns minerais (Mn, Mg e P) e conteúdo de proteínas, sendo importante o consumo dessa preparação pelos consumidores.

6 CONCLUSÕES

- ✓ O teor de amilose aparente (TAA) da cultivar de arroz biofortificada Chorinho foi menor, entretanto as duas cultivares analisadas foram classificadas com baixo TAA. A cultivar de arroz Chorinho apresentou baixo tempo de cocção, similar à cultivar comercial. A cultivar de feijão-caupi BRS Guariba (não biofortificada) apresentou o menor tempo de cozimento.
- ✓ A composição centesimal e VET das cultivares de arroz e feijão-caupi foram afetadas pelo processamento térmico, reduzindo os teores de cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos e VET nas cultivares de arroz e de cinzas, proteínas, carboidratos e VET nas cultivares de feijão-caupi.
- ✓ Os baiões-de-dois elaborados apresentaram boas características nutritivas, possuindo baixos teores de lipídeos e conteúdo significativo de proteínas.
- ✓ O conteúdo de minerais das amostras de grãos das cultivares de arroz e feijão-caupi apresentaram comportamentos variáveis, reduzindo ou aumentando após a cocção, dependendo da cultivar. Nas duas cultivares de arroz houve redução do teor de K, Mg e P após a cocção; nas quatro cultivares de feijão-caupi houve redução do conteúdo de Mg, K e Cu.
- ✓ O Baião-de-dois Controle (Arroz integral Chorinho + Feijão-caupi BRS Guariba) destacou-se para o mineral ferro e o Baião-de-dois 1 (Arroz integral Chorinho + Feijão-caupi BRS Aracê) para o mineral zinco.
- ✓ O Baião-de-dois Padrão apresentou teores mais elevados para os aminoácidos estudados, exceto para o aminoácido triptofano, com destaque para os teores de glutamina e arginina. Dentre as formulações testadas, o Baião-de-dois 3 (Arroz integral Chorinho + Feijão-caupi BRS Xiquexique) apresentou boa aceitação, em comparação ao Baião Padrão e ao Controle, podendo ser recomendada para o consumidor de baião-de-dois por ter boa aceitação e ser mais nutritiva.

7 SUGESTÕES

- ✓ Sugere-se que futuramente sejam elaboradas as formulações de baião-de-dois com o caldo de cocção e sejam realizadas as análises de composição química no caldo de cocção e nas formulações de baião-de-dois elaboradas com o caldo de cocção.
- ✓ Elaborar formulações com outras cultivares biofortificadas de arroz integral e polido e com grãos secos de cultivares de feijão-caupi.
- ✓ Determinar o perfil de aminoácidos de todas as cultivares de arroz e feijão-caupi e do caldo de cocção separadamente.
- ✓ Analisar os compostos bioativos das formulações de baião-de-dois e das cultivares.

REFERÊNCIAS

- ADAMI, A.C.O.; MIRANDA, S.H.G. Transmissão de Preços e Cointegração no Mercado Brasileiro de Arroz 2011. **RESR**, Piracicaba, SP, v. 49, n 01, p. 55-80, jan/mar 2011.
- AKPAPUNAM, M. A.; ACHINEWHU, S. C. Effects of cooking, germination and fermentation on the chemical composition of Nigerian Cowpea (*Vigna unguiculata*). **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 35, n. 4, p. 353-358, 1985.
- ANDRADE, F. N. **Avaliação e seleção de linhagens de tegumento e cotilédones verdes para o mercado de feijão-caupi verde**. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.
- ANDRADE, F.N.; ROCHA, M.M.; GOMES, R.L.F.; FREIRE FILHO, F.R.; SILVA, K.J.D.; RODRIGUES, E.V.; SILVA, L.R.A. **Potencial nutricional e culinário de linhagens de tegumento e cotilédones verdes para o mercado de feijão-caupi verde**. IV Reunião de Biofortificação, 2011.
- AOAC, ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17 ed. Arlington, USA : AOAC International, 2000.
- AOAC , ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18 ed. Gaithersburg: AOAC International, 2005.
- ARAÚJO, B.J.O.R. **Mapeamento genético de locos de resistência a *Magnaporthe grisea* em linhagens puras recombinantes de arroz (*Oryza sativa* L.)**. Dissertação (Mestrado)- Universidade Católica de Brasília, 2008.
- ASCHERI, D.P.R.; BOÊNO, J.A.; BASSINELLO, P.Z.; ASCHERI, J.L.R. Correlation between grain nutritional content and pasting properties of pre-gelatinized red rice flour. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n.1, p. 16-24, jan/fev, 2012.
- AVENA, F.L. **Avaliação nutricional de refeições termoprocessadas**. Monografia (Especialização)- Universidade de Brasília, 2009.
- BARAMPANA, Z.; SIMARD, R. E. Effects of soaking, cooking and fermentation on composition, in-vitro starch digestibility and nutritive value of common beans. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 48, n. 4, p. 349-365, 1995.
- BARATA, T.S. Caracterização do consumo de arroz no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, XLIII, **Anais**, Ribeirão Preto, 2005.
- BARROS, N. V.A. **Influência do cozimento na composição centesimal, minerais, compostos bioativos e atividade antioxidante de cultivares de feijão-caupi**. 2014. 90 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2014.
- BASSINELO, P.Z; CASTRO, E.M. Arroz como alimento. **Informe Agropecuário**,

Belo Horizonte, v.25, n.2, p10-824, 2004.

BASSINELLO, P. Z.; FREITAS, D. de G. C.; ASCHERI, J. L. R.; TAKEITI, C. Y.; CARVALHO, R. N.; KOAKUZU, S. N.; CARVALHO, A. V. Characterization of cookies formulated with rice and black bean extruded flours. **Procedia Food Science**, v. 1, n. 1, p. 1645-1652, 2011.

BASSINELLO, P.Z.; ROCHA, M.S.; COBUCCI, R.M.A. **Avaliação de Diferentes Métodos de Cocção de Arroz de Terras Altas para Teste Sensorial**. Comunicado Técnico 84. Santo Antônio de Goiás, 2004.

BOLIANI, E. **Adubação e biofortificação: caracterização química e física do arroz (*Oryza sativa* L.)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 2012.

BOLIANI, E.; BRAZACA, S.G.C.; MORAES, M.F. **Minerais e vitaminas de diferentes cultivares de arroz (*Oryza sativa*) biofortificado**. IV REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO, 2011.

BORJES, L. C.; TECHIO, S. F.; OLIVEIRA, M. P. Sensory analysis on beans in commercial restaurants with replacement of salt by herbs and spices. **Nutrire**: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. = J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 36, n. 3, p. 15-26, dez. 2011.

BOTELHO, R.B.A. **Cultura alimentar e alimentação saudável**. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências da Saúde. Universidade de Brasília. Brasília, 2006.

BOTTINI, R. L. **Arroz**: história, variedades, receitas. São Paulo: Editora SENAC, 2008. 390 p.

BRASIL. **Conselho Nacional de Saúde**. Resolução 466/2012. Diretrizes e Normas para Pesquisa com Seres Humanos. Brasília, 2012.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Secretaria de Atenção à Saúde. Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 12 de 28 mar. 2008**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 31 mar. 2008. Seção 1, p. 11-14.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa nº 6, de 19 de fevereiro de 2009. Regulamento Técnico do Arroz. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 de fevereiro de 2009.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária . **Resolução RDC nº 54, de 12 de Novembro de 2012**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 12 nov. 2012.

BRESSANI, R. Grain quality of common beans. **Food Reviews International**, New York, v. 9, p. 237-2297, 1993.

BRIGIDE, P.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Avaliação dos efeitos da cocção e irradiação na composição do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição**. Araraquara, v. 22, n. 1, p. 97-102, 2011.

CAKMAK, I. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? **Plant Soil**, n. 302, p.1-17, 2008.

CARBONELL, S. A. M.; CARVALHO, C. R. L.; PEREIRA, V. R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, v.62, n.3, p.369-379, 2003.

CARDOSO, W. S. et al. **Variabilidade de genótipos de milho quanto à composição de carotenoides nos grãos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 44, n. 2, p. 164-173, fev. 2009.

CARREIRA, R.L.; BARBOSA, C.M.S.; JUNQUEIRA, R.G.; MOTTA, S. Emprego de cromatografia líquida de alta eficiência hidrofílica na determinação dos aminoácidos de hidrolisados de caseína. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.22, n.3, p.229-232, Campinas, 2002.

CARVALHO, A. F. U.; SOUSA, N. M.; FARIAS, D. F.; ROCHA-BEZERRA, L. C. B.; SILVA, R. M. P.; VIANA, M. P.; GOUVEIA, S. T.; SAMPAIO, S. S.; SOUSA, M. B.; LIMA, G. P. G.; MORAIS, S. M.; BARROS, C. C.; FREIRE FILHO, F. R. F. Nutritional ranking of 30 Brazilian genotypes of cowpeas including of antioxidant capacity and vitamins. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 26, n. 1-2, p. 81-88, 2012.

CASTRO, E. M.; VIEIRA, N. R. A.; RABELO, R. R.; SILVA, S. A. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30 p.

CHAVES, L.G.; MENDES, P.N.R.; BRITO, R.R.; BOTELHO, R.B.A. O programa nacional de alimentação escolar como promotor de hábitos alimentares regionais. **Revista de Nutrição**. [online], v.22, n.6, p. 857-866, 2009.

CHUNG, H. J.; LIU, Q. Effect of gamma irradiation on molecular structure and physicochemical properties of corn starch. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 5, p. C353-C361, 2009.

CINTRA, R.M.G.C.; MAGALHÃES, C.O.; GARCIA, R.R.; MELLO, R.; PADILHA, A; KUSAI, C.; CAETANO, L. Avaliação da qualidade da proteína de arroz e feijão e de dieta da região sudeste do Brasil. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara v.18, n.3, p. 283-289, 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Levantamento da produção de grãos: safra 2009/2010**. Disponível em: www.conab.gov.br. Acesso em junho de 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Levantamento da**

produção de grãos: safra 2011/2012. Disponível em: www.conab.gov.br. Acesso em junho de 2014.

CORDEIRO, A.C.C.; MEDEIROS, R.D. BRS Jaçanã e BRS Tropical: cultivares de arroz irrigado para os sistemas de produção de arroz em várzea de Roraima. **Revista Agroambiente** On-line, v. 4, n. 2, p. 67-73, jul-dez, 2010.

CRUZ, G. A. D. R. et al. Protein quality and *in vivo* digestibility of different varieties of bean (*Phaseolus vulgaris*L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 157-162, 2003.

DAVIDSSON, L.; NESTEL, P. **Efficacy and effectiveness of interventions to control iron deficiency and iron deficiency anemia.** Washington: International Nutritional Anemia Consultative Group, 2004. Disponível em <www.unscn.org/files/...Groups/.../INACG_efficacy_and_effectiveness.pdf >. 2004. Acesso em: 15 de agosto de 2012.

DENARDIN, C.C.; BOUFLEUR, N.; RECKZIEGEL, P.; SILVA, L.P. influência do consumo de arroz ou de macarrão no desempenho e resposta metabólica em ratos. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.20, n.3, p. 441-449, jul./set. 2009.

DINIZ, M.C.; SILVA, C.L.; ARAGÃO, N.L.L.; MUNIZ, M.B.; FERREIRA, G.M.; OLIVEIRA, M.R.T. Caracterização química e tecnológica de 4 variedades de feijão macasar verde (*vigna unguiculata* (L.) Walp) comercializadas e consumidas no município de Campina Grande – PB. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.3, n.1, p.91-100, 2001.

DORS; G.C.; BIERHALS, V.S.; BADIÁLE-FURLONG, E. Parboiled rice: chemical composition and the occurrence of mycotoxins. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, v.31, n.1, p.172-177, jan.-mar. 2011.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos.** 2ed. Curitiba: Champagnat, 2007. 123p.

EL-JASSER, A. S. H. Chemical and biological properties of local cowpea seed protein grown in Gizan Region. **International Journal of Agricultural and Biological Sciences**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 68-75, 2011.

EMBRAPA MEIO NORTE. **Feijão-Caupi: cultivares ricas em ferro e zinco.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2010. Folder. Disponível em: <http://cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 01 de jun. 2013.

FERNANDES, D. C.; SOUZA, E. M.; NAVES, M. M. V. Feijão macerado: alternativa para melhorar a qualidade nutricional. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 177-184, jul./dez. 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION / WORLD HEALTH ORGANIZATION. Informe de una reunión consultiva conjunta FAO/WHO/ONU de expertos. **Necessidades de energia y de proteínas.** Ginebra, 220 p., 1985.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Protein quality evaluation**. Rome: FAO, 1991. (FAO Food and Nutrition Paper, 51).

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **International year of rice. Rice is life**. Disponível em: <http://www.rice2004.org>, Acesso em: Abril de 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). The State of Food Insecurity in the World: Economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition, FAO, Roma. (online document), 2012. Disponível em <http://www.fao.org/docrep/016/i3027e/i3027e.pdf>. Acesso em 30 de Janeiro de 2014.

FRANCO, L. J. D.; BARRETO, A. L. H.; ROCHA, F. B.; SANTOS, A. C.; MEDEIROS, A. M.; ASSUNÇÃO-FILHO, J. R.; ROCHA, M. M.; DAMASCENO SILVA, K. J.; FREIRE FILHO, F. R.; NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L. V. Avaliação dos teores de ferro, zinco e proteína em linhagens de feijão-caupi tipo fradinho. In: REUNIÃO ANUAL DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 3., 2009, Aracaju, SE. **Anais**. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2009. 1 CD-ROM.

FREIRE-FILHO, F. R. et al. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: 2005. p. 28-92.

FREIRE FILHO, F. R.; CARDOSO, M. J.; ARAÚJO, A. G. de. Caupi: nomenclatura científica e nomes vulgares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 12, p. 1369-1372, dez. 1983.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 29-92.

FREIRE FILHO, F. R. et al. Novo gene produzindo cotilédone verde em feijão-caupi. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 03, p. 286-290, 2007.

FREIRE FILHO, F. R. RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; DAMASCENO E SILVA, K. J.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi no Brasil: Produção, Melhoramento genético, Avanços e Desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011, 84 p.

FROTA, K. M. G. et al. Utilização da farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), na elaboração de produtos da panificação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, p. 44-50, 2010. Suplemento.

FROTA, K. M. G.; SOARES, R. A. M.; ARÊAS, J. A. G. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS milênio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 470-476, 2008.

FURTUNATO, A.A.; MAGALHÃES, M.M.A.; MARIA, Z.L.A. Estudo do feijão verde (*vigna unguiculata (l) walp*) minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 3, 2000.

GAMEIRO, A.H.; GAMEIRO, M.B.P.. O arroz no varejo e os fatores que influenciam o dispêndio das famílias consumidoras. **RESR**, Piracicaba, SP, v. 46, n. 04, p. 1043-1066, out/dez 2008.

GARCIA, D.M.; BASSINELLO, P.Z.; ASCHERI, D.R.P.; ASCHERI, J.R.L.; TROVO, J.B.; COBUCCI, R.M.A. Cooking quality of upland and lowland rice characterized by different methods. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.31, n.2: 341-348, abr.-jun. 2011.

GARCIA, M.C., BENASSI, M.T.; SOARES JÚNIOR, M.S. Physicochemical and sensory profile of rice bran roasted in microwave. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.32, n.4, p.754-761, out.-dez, 2012.

GUIMARÃES, P.E.; RIBEIRO, P.E.A.; PAES, M.C.D.; SCHAFFERT, R.E.; ALVES, V.M.C.; COELHO, A.M.; NUTTI, M.; VIANA, J.L.C.; NOGUEIRA, A.R.A.; SOUZA, G.B. **Caracterização de linhagens de milho quanto aos teores de minerais nos grãos**. Circular técnica 64. Embrapa CNPMS, 2005. 4p.

HORTON, S.; ALDERMAN, H.; RIVERA, J. A. **The Challenge of Hunger and Malnutrition**. Copenhagen Consensus Center, Frederiksberg (Denmark), 2008.

HUNT, J.M. The potential impact of reducing global malnutrition on poverty reduction and economic development. **Asia Pac J Clin Nutr**, v. 14, p. 10-38, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Aquisição alimentar domiciliar per capita Brasil e grandes regiões, 2010.

IQBAL, A.; KHALIL, I.A.; ATEEQ, N.; KHAN, M.S. Nutrition quality of important food legumes. **Food Chemistry**. v.97, p.331-335, 2006.

JULIANO, B. O. The chemical basis of rice grain quality. In: WORKSHOP ON CHEMICAL ASPECTS OF RICE GRAIN QUALITY, 1979, Los Baños. **Proceedings**. Los Baños: IRRI, 1979. p. 69-90.

JULIANO, B. O. Asian perspective on rice sensory quality. **Cereal Foods World**. v.46, p.531-535, 2001.

KALPANADEV, V.; MOHAN, V. R. *Effect of processing on antinutrients and in vitro protein digestibility of the underutilized legume, Vigna unguiculata (L.) Walp subsp. Unguiculata..* **Food Science and Technology**, v. 51, n. 2, p. 455-461, 2013.

KAMINSKI, T.A; BRACKMANN; A. SILVA, L.P.; BENDER, A.B.B; SPERONI, C.S. Composição química e alterações estruturais do arroz irrigado durante o armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 1167-1184, maio/jun. 2013.

KBATOUNIAN, C. A. **Produção de alimentos para consumo doméstico no**

Paraná: caracterização e culturas alternativas. Londrina: IAPAR, 155 p., 1994. (Circular, 81).

KHUSH, G.S. Origin, dispersal, cultivation and variation of rice. **Plant Molecular Biology, Dordrecht**, v.35, n. 1-2, p.25-34, 1997.

LIMA, E. D. P de. A.; JERÔNIMO, E de. S.; LIMA, C. A de A.; GONDIM, P. J de. S.; ALDRIGUE, M. L.; CAVALCANTE, L. F. Características físicas e químicas de grãos verdes de linhagens e cultivares de feijão caupi para processamento tipo conserva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 129-134, 2003.

LIMA, E.D.P.A.; SOUZA, M. P.; SILVA, J.J.; NASCIMENTO, B.M.S.; SILVA, K.J.D.. **Aceitabilidade de dez cultivares e uma linhagem de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) walp) crus e processados.** III CONAC, 2013.

LIMA, N. L. et al. Estudo sobre Conservação de Quatro Variedades de feijão Macassar verde (*Vigna unguiculata* L. Walp): Submetidos a temperaturas de refrigeração e congelamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais.** Campina Grande. v. 2, n. 2, p. 57-69, 2000.

LIMA, S.C.; MAGALHÃES, R.; FONSECA, L.F.; CARVALHO, A. **Segurança Alimentar e Nutricional na Comunidade dos Países de Língua Portuguesa: Desafios e Perspectivas**, 2012.

MAGALHÃES JR., A.M.; FAGUNDES, P.R.; FRANCO, D.F.; MOURA NETO, F.P.; MORAIS, O.P.; NEVES, P.C.F.; RANGEL, P.H.N.; SEVERO, A.C.M.; FONSECA, G.M.; STRECK, E.A.; SCHUMACHER, F.P. **Ensaio regional de linhagens de arroz irrigado do programa de melhoramento genético da Embrapa no RS - safra 2010/11.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, Itajaí: Epagri, 2011.

MAIA, F. M. M. et al. Proximate composition, amino acid content and haemagglutinating and trypsin-inhibiting activities of some Brazilian *Vigna unguiculata* (L.) Walp cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, n. 4, p. 453-458, 2000.

MARCHINI, J.S. et al. Cálculos das recomendações de ingestão protéica: aplicação à pré-escolar, escolar e adulto utilizando alimentos brasileiros. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.28, p.146-152, 1994.

MARTÍNEZ, C. et al. In vitro protein digestibility and mineral availability of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as influenced by variety and pod size. **J. Sci. Food Agricult.**, v. 77, p. 414-420, 1998.

MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Arch. Latinoam. Nutr.**, Venezuela, v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000.

MILLWARD, D.J. The nutritional value of plant-based diets in relation to human amino acid and protein requirements. **Procedure Nutrition Society.**, London, v.8,

p.249-260, 1999.

MORALES DE LEON, J.; BOURGES, H.; CAMACHO, M.E. Amino acid composition of some Mexican foods. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.55, p.172-186, 2005.

MOURA, L. S. M.; ASCHERI, J. L. R. Effects of extrusion variables on the paste properties of flour pre-gelatinized mixed of rice (*Oryza sativae*, L.), beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and corn (*Zea mays* L.). **Alim.Nutr.** = Braz. J. Food Nutr., Araraquara, v. 24, n. 1, p. 101-113, jan./mar. 2013.

NAVES, M.M.V. Características químicas e nutricionais do arroz. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 51-60, 2007.

NDERITU, A.M.; DYKES, L.; AWIKA, J.M.; MINNAAR, A.; DUODU, K.G. Phenolic composition and inhibitory effect against oxidative DNA damage of cooked cowpeas as affected by simulated in vitro gastrointestinal digestion. **Food Chemistry**, v.141, p.1763–1771, 2013.

NESTEL, P.; BOUIS, H. E.; MEENAKSHI, J. V.; PFEIFFER, W. Biofortification of staple food crops. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 136, n. 4, p.1064-1067, 2006.

NEVES, P.C.F.; PEREIRA, J.A.; BASSINELO, E.P.Z. **Resultados das ações de melhoramento de arroz nos Projetos Agrosalud e Biofort**. IV REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO. TERESINA, 2011.

NUNES, L. N.; SILVA, S. M. S.; ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Composição química de grãos verdes de genótipos de feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. Tecnologias para o agronegócio: **anais**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. 1 CD-ROM. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 121).

NUTTI, M. **A biofortificação como ferramenta para combate a deficiências em micronutrientes**. Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2006.

NUTTI, M.; CARVALHO, J. L. V.; WATANABE, E. **Biofortificação do feijão-caupi no Brasil**. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO CAUPI, 2., 2009. Belém. Da agricultura de Subsistência ao Agronegócio. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 1 CD-ROM.

OKADA, I. A.; DURAN, M. C.; BUZZO, M. L.; DOVIDAUSKAS, S.; SAKUMA, A. M.; ZENEBON, O. Validação e aplicação de metodologia analítica na determinação de nutrientes inorgânicos em arroz polido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 27, n. 3, p. 492-497, 2007.

OLIVEIRA, A. P. *et al.* Rendimento de feijão-caupi cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 01, p.81-84, 2001.

OLIVEIRA, A. P. *et al.* Rendimento de feijão-caupi em função de doses e formas de aplicação de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 01, p. 77 80, 2003.

OLIVEIRA, V.R.; RIBEIRO, N.D.; JOST, E.; COLPO, E.; POERSCH, N.L. Perfil sensorial de cultivares de feijão. **Alim. Nutr.** = Braz. J. Food Nutr., Araraquara, v.24, n.2, p. 145-152, abr./jun. 2013.

ONWULIRI, A. V.; OBU, A. J. Lipids and other constituents of *Vigna unguiculata* and *Phaseolus vulgaris* grown in northern Nigéria. **Food Chemistry**, Oxford, v. 78, n. 1, p. 1-7, 2002.

OOMAH, B. D., TIGER, N., & BALASUBRAMANIAN, P. Phenolics and antioxidant activities in narrow-leaved lupins (*Lupinus angustifolius* L.). **Plant Foods for Human Nutrition**, v.61, n.2,p. 91–97, 2006.

OSENDARP, S. J. M. et al. The Need for Maternal Zinc Supplementation in Developing Countries: An Unresolved Issue. **Journal of Nutrition**, v. 133, n. 3, p. 817-827, 2003.

PANDEY, I. R. *et al.* Evaluation of vegetable type cowpea varieties for commercial production in the river basin and low hill areas. **Nepal Agricultural Research**, v. 07, n. 01, p. 16-20, 2006.

PASCUAL, C.S.C.I. **Efeito da parboilização do arroz (*Oriza sativa* L.) integral sobre os compostos bioativos e a disponibilidade do amido.** 2010. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)- Universidade de São Paulo- SP.

PEREIRA, A.J.; BASSINELO, P.Z.; CUTRIM, V.A.; RIBEIRO, V.Q. Comparação entre características agronômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. **Revista Caatinga**, v.22, n. 1, p. 243-248, 2009.

PEREIRA, E. J.; CARVALHO, L. M. J.; Dellamora-Ortiz, G. M.; CARDOSO, F. S. N.; CARVALHO, J. L. V.; VIANA, D. S.; FREITAS, S. C.; ROCHA, M. M. Effects of cooking methods on the iron and zinc contents in cowpea (*Vigna unguiculata*) to combat nutritional deficiencies in Brazil. **Food & Nutrition Research**, v. 58, n. 20694, 2014.

PEREIRA, T.C. et al . Research on zinc blood levels and nutritional status in adolescents with autoimmune hepatitis. **Arquivos de Gastroenterologia**, São Paulo,v. 48, n. 1, 2011.

PIEPADE, J. et al. Compostos fenólicos: capacidade antioxidante de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e biofortificado. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 4., 2011, Teresina. **IV Reunião de Biofortificação no Brasil**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2011. v. 1.

PINHEIRO, E. M. **Caracterização Química, poder antioxidante e efeito do cozimento de genótipos de feijão-caupi.** 2013. 65 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Piauí, Piauí.

PIRES, C.V.; OLIVEIRA M.G.A.; ROSA, J.C.; COSTA, N.M.B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciência e**

Tecnologia dos Alimentos, v.26, p.179-187, 2006.

POLESI, L.F.; LIMA, D.C.; MORAIS, P.G.; ROMO, I.C.F.; SARMENTO, S.B.S.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Caracterização físico-química, funcional e nutricional de duas cultivares brasileiras de arroz. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, 2014.

RAMÍREZ-CÁRDENAS, L. **Biodisponibilidade de zinco e ferro, valor nutricional e funcional de diferentes cultivares de feijão comum submetidos a tratamentos domésticos**. 2006. 171 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

RAMÍREZ-CÁRDENAS, L.; LEONEL, A. J. ; COSTA, N. M. B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 200-213, 2008.

RANGEL, P.H.N. et al. **Mapeamento genético e piramidização de genes de resistência no desenvolvimento de multilinhas e cultivares compostas de arroz irrigado com resistência estável à brusone (*Pyricularia oryzae*)**. Relatório técnico. Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 65 p.

RIOS, S. A.; ALVES, K. R.; COSTA, N. M. B.; MARTINO, H. S. D. Biofortificação: culturas enriquecidas com micronutrientes pelo melhoramento genético. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 6, p. 713-718, 2009.

ROCHA, M. M. *et al.* **Avaliação agronômica de genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2006. 16 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 67).

ROCHA, M. M. *et al.* Avaliação preliminar de genótipos de feijão-caupi para feijão-verde. **Revista Científica Rural**, v. 12, n. 01, p. 153-156, 2007.

ROCHA, M. de M. **O feijão-caupi para consumo na forma de feijão fresco**. 2009. Disponível em: <<http://agrosoft.com/pdf.php/?node=212374>>. Acesso em: janeiro de 2013.

ROCHA, M.M.; SILVA, K.J.D.; FREIRE FILHO, F.R.; CARVALHO, H.W.L.; VILARINHO, A.A.; FRANCO, L.J.D.; SANTOS, A.M.F.; NUTTI, M.R.; CARVALHO, J.L.V. **Biofortificação do feijão-caupi no Brasil: resultados e perspectivas**. IV REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO. Teresina, 2011.

ROCHA, M.M.; DAMASCENO-SILVA, K.J.; FREIRE FILHO, F.R.; MENEZES JÚNIOR, J.A.N.; RIBEIRO, V.Q. Melhoramento genético do feijão-caupi no Brasil. In: JORNADA TECNOLÓGICA INTERNACIONAL SOBRE EL FRÍJOL CAUPÍ, 1., 2013, Montería, Colômbia. [Memórias...]. Montería, Colômbia: Universidade de Córdoba. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/FRIJOLCAUPIBRASIL.pdf>. Acesso em 06 de março 2014.

RONG, N.; AUSMAN, L. M.; NICOLOSI, R. J. Oryzanol decreases cholesterol

absorption and aortic fatty streaks in hamsters. **Lipids**, v.32, n.3, p.303-309, 1997.

SALGADO, S. M.; GUERRA, N. B.; ANDRADE, S. A. C.; LIVERA, A. V. S. Caracterização físico-química do grânulo do amido do feijão caupi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 525-530, 2005.

SANTOS, J. F. *et al.* Produtividade do feijão-caupi utilizando biofertilizante e uréia. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 01, n. 01, p. 25-29, 2007.

SANTOS, K.F.D.N.; SILVEIRA, R.D.D.; MARTIN-DIDONET, C.C.G.; BRONDANI, C. Storage protein profile and amino acid content in wild rice *Oryza glumaepatula*. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.48, n.1, p.66-72, jan. 2013.

SAS Institute Inc. **SAS/STAT User's guide**, version 8, Cary NC: SAS Institute Inc.

SGARBIERI, W. C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades de degradação e modificações**. São Paulo: Varela, 1996. 517 p.

SILVA, D.J. ; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, R. F.; ASCHERI, J. L. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Composição centesimal e perfil de aminoácidos de arroz e pó de café. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, n. 3, p. 325-330, 2007.

SILVA, S.M.S.; MAIA, J.M.; ARAÚJO, Z.B.; FREIRE FILHO, F.R. Composição Química de 45 Genótipos de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Comunicado Técnico 149**, 2002.

SIMPLÍCIO, A. P. M. **Desenvolvimento de pão integral enriquecido com farinha de cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. 2013. 61 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Piauí, Piauí.

SOBRAL, P.V.C. **Caracterização morfoagronômica e divergência genética entre acessos africanos de feijão-caupi**. Teresina, 2009. 131p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí.

SOMAVILLA, M.; OLIVEIRA, V. R.; STORCK, C. R. Composição centesimal e de minerais no congelamento e uso associado de micro-ondas para descongelamento de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Disciplinarium Scientia**, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 103-114, 2011.

STORCK, C.R.; SILVA, L.P.; COMARELA, C.G. Influência do processamento na composição nutricional de grãos de arroz. **Alim. Nutr**, Araraquara, v.16, n 3 p. 259-64, jul./set 2005.

TEBA, C. da S. **Elaboração de massas alimentícias pré-cozidas à base de**

farinha mista de arroz polido e feijão preto sem casca pelo processo de extrusão termoplástica. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2009. 177 p.

THANGADURAI, D. Chemical composition and nutritional potential of *Vigna unguiculata* ssp. *Cylindrica* (Fabaceae). **Journal of Food Biochemistry**, [S.l.], v. 29, n. 1, p. 88-98, 2005.

THAVARAJAH, D. et al. Phytic acid and Fe and zn concentration in lentil (*Lens culinaris* L.) seeds is influenced by temperature during seed filing period. **Food Chemistry**, v.122, p.254-259, 2010.

UNIVERSIDADE DE CAMPINAS (UNICAMP). **Tabela brasileira de composição de alimentos** (TACO). Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006. 113 p.

USP, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 2008. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tabela/index.asp>. Acesso em: 27 maio de 2014.

VASCONCELOS, I.M. et al. Protein fractions, amino acid composition and antinutritional constituents of high-yielding cowpea cultivars. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.23,p.54-60, 2010.

VELLOZO, E. P.; FISBERG, M. The impact of food fortification on the prevention of iron deficiency. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**. São Paulo, v. 32, supp. 2, p. 134-139, 2010.

VITTI, P. A. Viscosidade do amido e sua importância nos alimentos. **Boletim do Centro Tropical de Pesquisa e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 8, p. 69-83, 1966.

WALKER, C.F. ;KORDAS, K.; STOLTZFUS, R.J..; BLACK; ROBER, E.. Interactive effects of iron and zinc on biochemical and functional outcomes in supplementation trials *American Journal of Clinical Nutrition*. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 82, n. 1, p.5-12, 2005.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p.1184-1192, 2008.

WATT, B.; MERRILL, A. L. **Composition of foods: raw, processed, prepared**. Washington DC: Consumer and Food Economics Research. Divison/Agricultural Service, 1963.

WELCH, R.M.; GRAHAM, R.D. Agriculture: the real nexus for enhancing bioavailable micronutrients in food crops. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 18, p.299–307, 2005.

WHITE, P. J.; BROADLEY, M. R. Biofortifying crops with essential mineral elements. **Trends in Plant Science**, v.10, n. 12, 2005.

WHO. World Health Organization. **Iron Deficiency Anemia: Assessment, Prevention, and Control.** A guide for programme managers. 2001. Geneva.

WU, W.; WILLIAMS, W. P.; KUNKEL, M. E.; ACTON, J. C.; HUANG, Y.; WARDLAN, F. B.; GRIMES, L. W. True protein digestibility and digestibility-corrected amino acid score of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 43, n. 5, p. 1295-1298, 1995.

XIA, M.; LING, W. H.; MA, J.; KITTS, D. D.; ZAWISTOWSKI, J. Supplementation of diets with the black rice pigment fraction attenuates atherosclerotic plaque formation in apolipoprotein E deficient mice. **Journal of Nutrition**, v.133, n.3, p.744-751, 2003.

ZANÃO, C.F.P.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; SARMENTO, S.B.S.; ARTHUR, V.A. Efeito da irradiação gama nas características físico-químicas e sensoriais do arroz (*Oryza sativa* L.) e no desenvolvimento de *Sitophilus oryzae* L. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, v.29, n.1, p.46-55, 2009.

ANEXOS

ANEXO A: TESTE DE ESCALA HEDÔNICA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – PPGAN

Nome: _____ Idade: ____ a.
Data: ____/____/____.

TESTE DE ESCALA HEDÔNICA

Prove cada amostra e usando a escala abaixo, descreva o quanto você gostou ou desgostou de cada formulação:

- 1 - Desgostei muitíssimo
- 2 - Desgostei muito
- 3 - Desgostei moderadamente
- 4 - Desgostei ligeiramente
- 5 - Nem gostei, nem desgostei
- 6 - Gostei ligeiramente
- 7 - Gostei moderadamente
- 8 - Gostei muito
- 9 - Gostei muitíssimo

AMOSTRA	VALOR

Comentários:

ANEXO B: TESTE DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – PPGAN

Nome: _____ Idade: ____ a.
 Data: ____/____/____.

TESTE DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLA

Você vai receber 1 amostra marcada com a letra C e 3 amostras codificadas. Compare cada amostra com a amostra C e identifique se é melhor, igual ou pior. Em seguida assinale o grau de diferença de acordo com a escala.

Número da amostra

Melhor que o controle	_____	_____	_____
Igual ao controle	_____	_____	_____
Pior que o controle	_____	_____	_____

Grau de diferença

Nenhum	_____	_____	_____
Ligeiro	_____	_____	_____
Regular	_____	_____	_____
Muito	_____	_____	_____
Extremo	_____	_____	_____

Comentários:

ANEXO C: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – PPGAN

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: Características nutritivas e sensoriais de formulações de baião-de-dois elaboradas a partir de arroz integral e feijão-caupi biofortificados.

Pesquisador Responsável: Prof^a Dr^a Regilda Saraiva dos Reis Moreira- Araújo

Telefone para contato (inclusive ligações a cobrar): (86) 3237-2062

Pesquisadores participantes: Dr. Maurisrael de Moura Rocha; Natália Quaresma Costa.

Telefones para contato: (86) 3225-4544

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que você tiver. Após ser **esclarecido** (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento. Em caso de recusa você não será penalizado (a) de forma alguma.

◆ Você será requisitado (a) para a realização de testes de Análise Sensorial, onde deverá provar formulações de baião-de-dois obtidas a partir de cultivares de arroz e feijão-caupi biofortificadas, as quais fazem parte desta pesquisa e responder alguns testes específicos desse tipo de análise.

◆ Os testes sensoriais que você irá realizar não apresentam prejuízo ou provocam lesões. Apresentam risco mínimo, pois trata-se de uma degustação de preparações de baião-de-dois, podendo apenas causar a não aceitação das amostras oferecidas. Mas esse será reduzido, já que não serão incluídos os indivíduos que rejeitam os grãos e/ou a preparação elaborada, e ainda por tratar-se de uma preparação regional, que faz parte dos hábitos alimentares da população.

- No caso de recusa a preparação elaborada, você poderá retirar seu consentimento a qualquer tempo da pesquisa.

◆ Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei ou por sua solicitação, somente o pesquisador, a equipe do estudo, representantes do patrocinador (quando presente) Comitê de Ética independente e inspetores de agências regulamentadoras do governo (quando necessário) terão acesso a suas informações para verificar as informações do estudo).

◆ A sua participação se restringe ao momento da realização dos testes sensoriais. Mesmo após a assinatura do termo de consentimento, você terá o direito de retirar o consentimento a qualquer tempo.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____, RG/ CPF/ n.º de prontuário/ n.º de matrícula _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo como sujeito. Fui suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “Características nutritivas e sensoriais de formulações de baião-de-dois elaboradas a partir de arroz integral e feijão-caupi biofortificados”. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu acompanhamento/ assistência/tratamento neste Serviço.

Local e data _____

Nome e Assinatura do sujeito ou responsável: _____

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste sujeito de pesquisa ou representante legal para a participação neste estudo.

Teresina, ____ de _____ de 2014.

Assinatura do pesquisador responsável

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato: Comitê de Ética em Pesquisa – UFPI - Campus Universitário Ministro Petrônio Portella - Bairro Ininga
Centro de Convivência L09 e 10 - CEP: 64.049-550 - Teresina - PI
tel.: (86) 3215-5734 - email: cep.ufpi@ufpi.br web: www.ufpi.br/cep

APÊNDICES

Apêndice I: Formulações de baião-de-dois



Legenda: Baião Padrão; Baião Controle; Baião 1; Baião 2; Baião 3 (esquerda para direita).

Apêndice II: Aplicação dos testes sensoriais

