



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
BIOTECNOLOGIA – REDE BIONORTE**

**DIVERSIDADE, QUALIDADE E ARMAZENAMENTO DE FEIJÕES
CRIoulos DO JURUÁ ACRE, BRASIL**

GUIOMAR ALMEIDA SOUSA

**Rio Branco – AC
2023**

GUIOMAR ALMEIDA SOUSA

**DIVERSIDADE, QUALIDADE E ARMAZENAMENTO DE FEIJÕES
CRIoulos DO JURUÁ ACRE, BRASIL**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Acre, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Amauri Siviero

**Rio Branco – AC
Julho/2023**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

S725d Sousa, Guiomar Almeida, 1976 -
Diversidade, qualidade e armazenamento de feijões crioulos do Juruá Acre,
Brasil / Guiomar Almeida Sousa; orientador: Dr. Amauri Siviero. – 2023.
113 f.: il.; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-
graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, Rio Branco,
2023.

Inclui referências bibliográficas e anexos.

1. Agricultura. 2. Feijão. 3. Alto Juruá. I. Siviero, Amauri (orientador). II.
Título.

CDD: 509

Bibliotecária: Nádia Batista Vieira CRB-11º/882.

GUIOMAR ALMEIDA SOUSA

**QUALIDADE NUTRICIONAL E ARMAZENAMENTO DE FEIJÕES
DO JURUÁ, ACRE.**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Acre, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Conservação.

Aprovada em: 29/05/2023

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 AMAURI SIVIERO
Data: 05/06/2023 12:07:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Amauri Siviero (Orientador)
Embrapa Acre

Documento assinado digitalmente
 PRISCILA ZACZUK BASSINELLO
Data: 07/06/2023 16:46:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Priscila Zaczuk Bassinello
Embrapa Alimentos e Territórios

Documento assinado digitalmente
 DYEGO DA COSTA SANTOS
Data: 09/06/2023 10:39:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Dyego da Costa Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Documento assinado digitalmente
 JEFFERSON HENRIQUE TIAGO BARROS
Data: 12/06/2023 07:43:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jefferson Henrique Tiago Barros
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre

Documento assinado digitalmente
 VANDERLEY BORGES DOS SANTOS
Data: 13/06/2023 10:20:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Vanderley Borges dos Santos
Universidade Federal do Acre

*Aos meus pais Raimundo José (in memoriam) e Maria
da Conceição;*

Aos meus filhos Emilly e Vinícius;

Aos meus irmãos;

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiro agradecer imensamente a Deus, a oportunidade da vida e a conclusão dessa etapa, me sinto privilegiada por tanto que Ele me concede.

Aos meus pais, que me ensinaram o valor da vida, do trabalho e do estudo e aos meus filhos por me motivarem, entenderem as minhas faltas, momentos de afastamento e reclusão além de me incentivarem, muitas vezes sem perceber.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Amauri Siviero, por me receber como aluna de doutorado, me acolher e me ajudar tanto em todas as etapas. Obrigada pela confiança no meu trabalho, pelo respeito, pelo ensino, pela compreensão durante os momentos de crise, pelos sábios conselhos sempre que o procurei para conversar, enfim por toda ajuda durante o processo.

Às minhas irmãs pelo carinho, palavras e ações motivadoras. Aos meus irmãos pelo apoio e energia positiva. Vocês são demais! Gratidão a Deus pela minha Grande Família.

À empresa Olam, Óleos da Amazônia/Miragina pela embalagem à vácuo dos feijões.

Aos parceiros do Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal do Acre – Ufal/Ufac, Rui e Ludmila pela parceria na realização de análises laboratoriais.

Ao Laboratório de Bromatologia da Embrapa Acre, na pessoa do Álvaro Felisberto e Sebastião Oliveira, pela parceria na realização de análises laboratoriais.

Ao Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Acre pelo apoio na embalagem dos feijões.

À Profa. Dra. Priscila Bassinello pela realização de análises laboratoriais importantes ao trabalho.

Ao Prof. Dr. Altemir Braga pela ajuda com as análises estatísticas.

À minha amiga e parceira de projetos Profa. Me. Emanuele Elisa, por me ajudar com os projetos de auxílio financeiro no Ifac e abrigar a minha estagiária. Á minha estagiária Sana Damasceno pela ajuda durante as etapas de análises dos feijões.

Aos agricultores de Marechal Thaumaturgo, aos Técnicos Marcos, Marcelo e Moisés, por nos receberem e nos ajudarem durante a coleta de amostras.

Às minhas amigas de doutorado, Katiuscia Imada e Márcia Teixeira pela parceria e companheirismo nos trabalhos, pelas conversas e desabafos nos momentos de sufoco.

Aos demais colegas da Rede Bionorte, e especialmente à turma 2018, pela parceria, alertas nos grupos, conselhos e sugestões, ajudaram muito!

À todos, que de forma direta ou indireta contribuíram com o trabalho, que após as dificuldades, e atrasos, se concretiza.

Muito obrigada!

“Os homens que movem o mundo são os que não se deixam mover pelo mundo.”

(Dwight L. Moody)

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade, qualidade nutricional e características de armazenamento de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) e do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) do Juruá, Acre. Foram avaliadas seis variedades de feijão-comum e oito de feijão-caupi coletadas ao longo dos rios Juruá, Breu, Tejo e Amônia no município de Marechal Thaumaturgo entre 2019 e 2021. Foram realizadas medidas biométricas dos grãos e analisados os teores de proteínas, lipídios, cinzas, carboidratos, valor energético, fibras, antocianinas, atributos de cor, atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase, tempo de cozimento e teste de hidratação dos 14 feijões. As amostras foram acondicionadas em pacotes de 250g nas embalagens a vácuo, silo bolsa e embalagem tradicional sendo armazenadas durante 12 meses à temperatura ambiente ($27\pm 5^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa de $60\pm 7\%$. A conservação das amostras foi realizada em ambiente de temperatura controlado a $-11\pm 2^{\circ}\text{C}$ e a $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ até a realização das análises. De acordo com os resultados observa-se que no estado do Acre todos os municípios cultivam feijão no âmbito da agricultura familiar, no entanto a maior diversidade de variedades se encontra no município de Marechal Thaumaturgo. A cultura do feijoeiro-comum é desenvolvida em terra firme no sistema abafado e as plantas de caupi são cultivadas em áreas de várzeas. Todas as variedades dos feijões cultivadas no Alto Juruá são ricas em proteínas, com destaque para variedades de feijão-caupi Costela de Vaca e Manteiguinha Branco que apresentam teores elevados de proteína. Os teores de carboidratos, extrato etéreo, lipídeos, fibras, cinzas e valor energético dos feijões apresentam alta variação dentro e entre as espécies testadas. As variedades com maior teor de antocianinas foram o feijão-comum Preto e o caupi Preto. O tempo de armazenamento teve pouca interferência na composição nutricional após 12 meses de armazenamento para todas as embalagens testadas. Houve alteração na cor para as variedades claras dos feijões, não sendo percebidas essas variações para feijões coloridos e pretos. O tempo de cozimento das variedades de feijão-comum e feijão-caupi foi maior aos 12 meses de armazenamento e na embalagem tradicional. A hidratação dos grãos de feijão-caupi foi mais rápida. A absorção de água variou entre as variedades de feijão-comum e entre as variedades de feijão-caupi.

Palavras-chave: Amazônia; Feijões tradicionais; *Phaseolus vulgaris*; *Vigna unguiculata*; Estocagem, variabilidade, composição.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the diversity, nutritional quality and storage characteristics of common bean (*Phaseolus vulgaris*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) from Juruá, Acre. Six varieties of common bean and eight of cowpea collected along the Juruá, Breu, Tejo and Amonia rivers in the municipality of Marechal Thaumaturgo between 2019 and 2021 were evaluated. Biometric measurements of the grains were carried out and the protein and lipid levels analyzed, ash, carbohydrates, energy value, fiber, anthocyanins, color attributes, activity of polyphenoloxidase enzymes and peroxidase, cooking time and hydration test of the 14 beans. The samples were packed in 250g packages in the packaging, silo bag and traditional packaging, being stored for 12 months at room temperature ($27\pm 5^{\circ}\text{C}$) and relative humidity of $60\pm 7\%$. The conservation of the samples was carried out in a temperature-controlled environment at $-11\pm 2^{\circ}\text{C}$ and $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ until the analyzes were carried out. According to the results, it is observed that in the state of Acre all municipalities grow beans in the scope of family farming, however the greatest diversity of varieties are found in the municipality of Marechal Thaumaturgo. The common bean crop is grown on terra firme in the humid system and the cowpea plants are cultivated in floodplain areas and White Manteiguiha which have high levels of protein. The contents of carbohydrates, ether extract, lipids, fibers, ash and energy value of the beans showed high variation within and between tests. The varieties with the highest anthocyanin content were black common bean and black cowpea. Storage time had little effect on nutritional composition after 12 months of storage for all test packages. There was a change in color for the light varieties of beans, with these variations not being noticed for colored and black beans. The cooking time of common bean and cowpea varieties was longer after 12 months of storage and in traditional packaging. Hydration of cowpea grains was faster. Water absorption varies among common bean varieties and among cowpea varieties.

Key-words: Amazon; Traditional beans; *Phaseolus vulgaris*; *Vigna unguiculata*; Variability, composition; Storage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Centro de origem do feijão-comum do Acre.....	19
Figura 2. Centro de origem do feijão-caupi do Acre.....	20
Figura 3. Mapa do estado do Acre destacando o município de Marechal Thaumaturgo, local da coleta de dados.	36
Figura 4. Aspectos gerais das variedades de feijão-comum <i>P. vulgaris</i> avaliados na pesquisa	36
Figura 5. Aspectos gerais das variedades de feijão-caupi <i>V. unguiculata</i> avaliados na pesquisa	37
Figura 6. Esquema detalhado das etapas de coleta, teste de embalagens, tempos de armazenamento e período de análises de laboratório realizadas com as variedades de feijões coletados em Marechal Thaumaturgo	38
Figura 7. Aspecto geral das amostras de feijões embalados a vácuo, silo bolsa e embalagem tradicional de saco plástico sem vácuo	39
Figura 8. Medidas do comprimento, largura e espessura dos grãos de feijão	39
Figura 9. Gráfico da produção de feijão no estado do Acre nos anos 2002 a 2021	44
Figura 10. Gráfico da produção de feijão nas regionais do Acre nos anos de 2017 a 2021	45
Figura 11. Aspecto do sistema de cultivo de feijão em sistema abafado no Juruá, Acre	47
Figura 12. Aspecto do sistema de cultivo de feijão em sistema produtivo de praia	47
Figura 13. Mapa com a distribuição de variedades pelos municípios do Acre	49
Figura 14. Valores da diferença de cor total das variedades de feijão-comum cultivados no Juruá Acre.	70
Figura 15. Valores da diferença de cor total (ΔE^*) das variedades de feijão-caupi cultivados no Juruá Acre	71
Figura 16. Curva de absorção de água de variedades de feijão-comum e feijão-caupi do Alto Juruá, Acre	76

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1. Levantamento de variedades <i>P. vulgaris</i> no estado do Acre	50
Quadro 2. Levantamento de variedades de <i>V. unguiculata</i> no estado do Acre	51
Tabela 1. Medidas biométricas dos grãos de variedades de feijão-comum e feijão-caupi do Juruá, Acre	53
Tabela 2. Resultados das análises de umidade e peso de 100 grãos de variedades de feijão-comum e feijão-caupi do Juruá, Acre	54
Tabela 3. Resultados das análises de umidade e proteínas das amostras de feijão-comum e feijão-caupi do Juruá, Acre, armazenadas por doze meses.	57
Tabela 4. Resultados das análises de lipídios e cinzas em amostras de feijão-comum e feijão-caupi do Juruá, Acre, armazenadas por doze meses.....	59
Tabela 5. Resultados das análises de minerais em amostras de feijão-comum e feijão-caupi do Alto Juruá, Acre, armazenadas por doze meses.....	61
Tabela 6. Resultados da composição de carboidratos e valor energético em amostras de feijão-comum e feijão-caupi do Alto Juruá, Acre, armazenadas por doze meses	63
Tabela 7. Resultados das análises de fibras e antocianinas em amostras de feijão-comum e feijão-caupi do Alto Juruá, Acre, armazenadas por doze meses.....	65
Tabela 8. Resultados das análises de cor das amostras de feijão-comum e feijão-caupi do Alto Juruá, Acre, armazenadas por doze meses	68
Tabela 9. Resultados das análises da atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase em amostras de feijão-comum e feijão-caupi do Alto Juruá, Acre, armazenadas por doze meses.	63
Tabela 10. Resultados dos testes de cozimento em amostras de feijão-comum e feijão-caupi do Alto Juruá, Acre, armazenadas por doze meses.....	75
Tabela 11. Resultados dos testes de hidratação em amostras de feijão-comum do Juruá, Acre, armazenadas por doze meses.....	77
Tabela 12. Resultados dos testes de hidratação em amostras de feijão-caupi do Juruá, Acre, armazenadas por doze meses.....	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- EX Feijão da espécie *Phaseolus vulgaris*, variedade conhecida no Juruá como Enxofre;
- PA Feijão da espécie *Phaseolus vulgaris*, variedade conhecida no Juruá como Peruano Amarelo;
- GB Feijão da espécie *Phaseolus vulgaris*, variedade conhecida no Juruá como Gurgutuba Branco;
- PV Feijão da espécie *Phaseolus vulgaris*, variedade conhecida no Juruá como Peruano Vermelho;
- GV Feijão da espécie *Phaseolus vulgaris*, variedade conhecida no Juruá como Gurgutuba Vermelho;
- PQ Feijão da espécie *Phaseolus vulgaris*, variedade conhecida no Juruá como Preto de Arranque;
- QT Feijão da espécie *Vigna unguiculata*, variedade conhecida no Juruá como Quarentão;
- CV Feijão da espécie *Vigna unguiculata*, variedade conhecida no Juruá como Costela de Vaca;
- MB Feijão da espécie *Vigna unguiculata*, variedade conhecida no Juruá como Manteiguinha Branco;
- CP Feijão da espécie *Vigna unguiculata*, variedade conhecida no Juruá como Corujinha Vermelho;
- MR Feijão da espécie *Vigna unguiculata*, variedade conhecida no Juruá como Manteiguinha Roxo;
- AG Feijão da espécie *Vigna unguiculata*, variedade conhecida no Juruá como Arigó;
- PP Feijão da espécie *Vigna unguiculata*, variedade conhecida no Juruá como Preto de Praia;
- PPO Enzima polifenoloxidase;
- POD Enzima Peroxidase;
- PET Polietileno tereftalato;
- EV Embalagem à vácuo;
- SB Silo bolsa;
- ET Embalagem tradicional;

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVO GERAL	17
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1.	FEIJÃO NO BRASIL	18
2.2	FEIJÃO CRIOULO NO ESTADO DO ACRE	19
2.3	PRODUÇÃO E CULTIVO DE FEIJÕES NO ACRE	20
2.4	DIVERSIDADE DOS FEIJÕES ACRIANOS E SEU CULTIVO NO JURUÁ.....	22
2.5	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE VARIEDADES DE FEIJÕES DO JURUÁ.....	23
2.5.1	Caracterização física de variedades de feijão do Juruá.....	23
2.5.2	Composição nutricional de variedades de feijão	24
2.5.3	Compostos fenólicos: antocianinas em feijão.....	27
2.5.4	Qualidade nutricional e armazenamento de feijão	28
2.5.4.1	Embalagens para armazenamento de feijões	29
2.5.4.2	Atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase no armazenamento de feijão	30
2.5.4.3	Aspectos tecnológicos dos feijões crioulos	31
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
3.1	PRODUÇÃO E DIVERSIDADE DE VARIEDADES DE FEIJÕES CULTIVADAS NO ACRE.....	34
3.2	COLETA E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL DAS AMOSTRAS	35
3.3	PESQUISA BIOMÉTRICAS DE GRÃOS DE FEIJÃO COLETADOS EM MARECHAL THAUMATURGO, ACRE.	39

3.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE NUTRICIONAL DOS FEIJÕES COLETADOS EM FUNÇÃO DE EMBALAGENS E TEMPO DE ARMAZENAMENTO DISTINTOS	40
3.4.1 Avaliação da qualidade nutricional e de armazenamento dos feijões do Juruá, Acre.	40
3.4.2 Análises para avaliação da qualidade tecnológica dos feijões do Juruá, Acre.	41
3.4.3 Tratamento estatístico dos resultados	42
4 RESULTADOS	44
4.1 PRODUÇÃO DE FEIJÃO NO ESTADO DO ACRE	44
4.2 ASPECTOS GERAIS DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE FEIJÕES NO VALE DO JURUÁ.	46
4.3 DIVERSIDADE DE VARIEDADES DE FEIJÃO CULTIVADAS NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO ACRE	48
4.4 RESULTADOS DAS ANÁLISES BIOMÉTRICAS DE GRÃOS DE FEIJÕES DO JURUÁ	52
4.5 QUALIDADE NUTRICIONAL DE VARIEDADES DE FEIJÃO-COMUM E FEIJÃO-CAUPI DO JURUÁ, ACRE EM FUNÇÃO DE EMBALAGENS E TEMPO DE ARMAZENAMENTO.	55
4.5.1 Umidade	55
4.5.2 Proteínas	56
4.5.3 Lipídios	58
4.5.4 Cinzas/minerais	60
4.5.5 Carboidratos	62
4.5.6 Valor energético	64
4.5.7 Fibras	64
4.5.8 Antocianinas	66
4.6 AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS TECNOLÓGICOS E QUALIDADE DO ARMAZENAMENTO DAS VARIEDADES DE FEIJÃO-COMUM E FEIJÃO-CAUPI DO JURUÁ.	67
4.6.1 Cor das variedades de feijão	67

4.6.2	Atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase.....	71
4.6.3	Teste de cozimento das variedades	73
4.6.4	Curva de hidratação das variedades de feijão.....	76
5	DISCUSSÃO	80
5.1	ASPECTOS DA PRODUÇÃO, COEFICIENTES TÉCNICOS E DIVERSIDADE DE FEIJÕES DO ACRE	80
5.2	ANÁLISES BIOMÉTRICAS E DE UMIDADE DOS GRÃOS DAS VARIEDADES DE FEIJÃO DO JURUÁ, ACRE.	83
5.3	QUALIDADE NUTRICIONAL DE VARIEDADES DE FEIJÕES DO JURUÁ, ACRE EM FUNÇÃO DA EMBALAGEM E TEMPO DE ARMAZENAMENTO.....	85
5.4	ASPECTOS TECNOLÓGICOS EM FUNÇÃO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS DE FEIJÃO-COMUM E FEIJÃO-CAUPI DO JURUÁ, ACRE.	93
6	CONCLUSÕES.....	99
	REFERÊNCIAS	100
	ANEXO.....	115

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira, famosa pela sua biodiversidade nativa, traz consigo o encanto dos tamanhos, cores e formas das variedades de espécies exóticas como o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) e o feijão-de-corda ou feijão-caupi (*Vigna unguiculata*).

Atualmente, o feijão é considerado uma das leguminosas mais importantes do mundo constituindo-se como importante fonte de nutrientes para milhões de pessoas principalmente na América Latina e África (BLAIR, 2010; HORN, SHIMELIS, 2020). O feijão-comum e feijão-caupi são fundamentais como alimento para todo povo brasileiro, sendo fonte de carboidratos complexos, proteínas, fibras, vitaminas e minerais, assumindo importância ainda maior para os habitantes das regiões norte e nordeste, onde ocorrem populações vulneráveis nutricionalmente (FILGUEIRAS et al., 2009; CONAFER, 2020; SILVA et al., 2022).

Além da importância nutricional, o feijão se constitui uma alternativa econômica como matéria-prima de exploração agrícola para agricultores familiares, os quais são responsáveis por 42% do total de feijão produzido no Brasil, onde são utilizados principalmente sementes crioulas (CONAFER, 2022; TRINDADE, 2006). O feijão crioulo se destaca pelo número de variedades locais conservadas desde longas datas em todo Brasil, guardadas por agricultores familiares mantendo suas características desejáveis e carregando consigo os vestígios da cultura e da segurança alimentar das comunidades (FRANCO et al., 2013).

Nesse aspecto, uma variedade crioula ou tradicional de plantas é definida pela Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas, como: variedade desenvolvida, adaptada ou produzida por agricultores familiares, assentados da reforma agrária ou indígenas, com características fenotípicas bem determinadas e reconhecidas pelas respectivas comunidades e que, a critério do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sejam considerados também os descritores socioculturais e ambientais, distintos substancialmente das cultivares comerciais” (BRASIL, 2003).

O Acre apresenta alta diversidade de variedades de feijões crioulos considerando o feijão-comum e o feijão-caupi. As variedades de feijões no Acre estão distribuídas por todo estado, no entanto, a maior riqueza de variedades e de sistemas de produção está concentrada na região do Alto Juruá. O vale do rio Juruá se destaca como importante centro de diversidade de variedades de feijoeiro comum e caupi na Amazônia. Este fato é fruto do isolamento geográfico e da heterogeneidade de agricultores familiares tradicionais e indígenas. Na região do Alto Juruá foram relatadas 38 variedades de feijões (MATTAR et al., 2017a; SOUSA et al.,

2021). Sendo o município de Marechal Thaumaturgo aquele onde se concentra a maior riqueza em variedades.

Lima et al. (2014a) destacaram a importância nutricional dos feijões crioulos do Juruá para as comunidades amazônicas, sendo uma rica fonte de proteína vegetal e de carboidrato de baixo custo, pobre em gorduras e acessível ao cultivo em terra firme e nas várzeas. Pela peculiaridade dos sistemas de produção, as variedades locais de feijões podem conter substâncias ainda desconhecidas que carecem de estudos para que sejam reconhecidas pelo seu valor, para que alcancem mercados dispostos a pagar mais por um produto orgânico, rico em compostos bioativos e que leve consigo a essência do seu local de origem por meio de um selo ou de uma marca.

Dentre muitos constituintes nutricionais dos feijões, as antocianinas se apresentam normalmente nos feijões de coloração vermelha a preta, sendo definidas como compostos orgânicos de cores variadas que vão do vermelho ao azul, utilizados como corantes naturais.

As antocianinas apresentam atividades como antioxidantes e sequestrantes de radicais livres associadas à prevenção de doenças degenerativas devido ao estresse oxidativo que pode provocar doenças cardíacas, câncer e Alzheimer (HARBORNE e GRAYER, 1988). Feijões têm sido estudados pela sua riqueza em compostos fenólicos e por apresentar ação antiproliferativa para câncer (KAMAU et al., 2020; SILVA et al., 2022).

Os feijões crioulos cultivados no Acre têm sido pesquisados pelas suas propriedades nutricionais (LIMA et al., 2014a; GOMES et al., 2012). Araújo e Kubo (2017) relataram a sua importância para a segurança alimentar e para geração de renda de populações tradicionais e indígenas no Acre e descreveram sobre o sucesso do processo de comercialização de feijões produzidos pela comunidade indígena Ashaninka do Alto Rio Envira junto ao Programa de Aquisição de Alimentos (PAA).

A literatura é escassa em informações sobre os aspectos da produção e da qualidade nutricional em função do armazenamento das variedades de feijões cultivados pelos agricultores familiares ao longo do rio Juruá, evidenciando a necessidade de estudos aprofundados. Bento et al. (2020; 2021) estudaram propriedades nutricionais, tecnológicas e funcionais de feijão carioca. Porém, ainda não foram conduzidos estudos com tais objetivos com os feijões do estado do Acre.

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a diversidade, qualidade nutricional e características de armazenamento de feijão-comum (*P. vulgaris*) e do feijão-caupi (*V. unguiculata*) do Juruá, Acre do Juruá Acre, Brasil.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Pesquisar aspectos de produção e diversidade de variedades dos feijões crioulos cultivados no Acre;

Analisar a qualidade nutricional de feijão-comum (*P. vulgaris*) e de feijão-caupi (*V. unguiculata*) cultivados no Juruá, Acre;

Avaliar aspectos tecnológicos dos grãos de feijão-comum e de feijão-caupi cultivados no Juruá, Acre;

Investigar os efeitos das embalagens e do tempo de armazenamento sobre a qualidade nutricional e os aspectos tecnológicos que envolvem a qualidade dos grãos de feijão-comum (*P. vulgaris*) e de feijão-caupi (*V. unguiculata*) cultivados no Juruá, Acre.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os feijões (*P. vulgaris* e *V. unguiculata*) são excelentes fontes de proteínas, ferro, cálcio, magnésio, zinco, vitaminas, carboidratos e fibras, nutrientes essenciais ao ser humano. Estes feijões são os mais consumidos pelos brasileiros. Diversas instituições e órgãos envolvidos com a nutrição humana, alertam para a necessidade do consumo de feijão pelo seu valor nutricional. Já que, o consumo regular desse alimento combate e previne doenças como a obesidade, e a falta dele, resulta em dietas pobres, desequilibradas e com alto valor calórico (MILANI et al., 2014).

Estudos tem mostrado que consumidores regulares de feijão apresentam menores probabilidades em desenvolver obesidade, anemia, insuficiência cardiovascular e câncer (SOARES JÚNIOR et al., 2012). Além disso, o feijão é a principal fonte de proteínas, minerais, vitaminas e fibras para pessoas de baixo poder aquisitivo, pois o custo de sua proteína é menor em relação às proteínas de origem animal (BASSINELLO, 2021).

2.1 FEIJÃO NO BRASIL

O Brasil é o terceiro maior produtor e o maior consumidor mundial de feijão-comum (*P. vulgaris*) (EMBRAPA, 2022; CONAFER, 2020). Juntamente com Myanmar e Índia, são responsáveis por 48% do total do feijão produzido no mundo (FAOSTAT, 2021). A produção do país foi de 3.036.254 toneladas em 2020 e 2.899.864 t na safra de 2021 (IBGE, 2022).

Em todas as regiões do Brasil são cultivados feijão-comum (*P. vulgaris*). Nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil, as espécies cultivadas são *P. vulgaris* e *V. unguiculata*, (FILGUEIRAS et al., 2009; CONAFER, 2020).

O feijão-comum (*P. vulgaris*), cultivado para consumo humano pertence à Classe Dicotiledônea, Ordem Fabales, Família Fabaceae, Tribo Phaseoleae e, Gênero Phaseolus e espécie *Phaseolus vulgaris* L. (GEPTS e DEBOUCK, 1991).

O gênero *Phaseolus* agrega mais de 30 espécies, dentre as quais, somente cinco foram domesticadas e são utilizadas na alimentação: *P. vulgaris* L., *P. lunatus* L., *P. coccineus* L., *P. acutifolius* A. Gray var. *latifolius* Freeman e *P. polyanthus* Greeman (GEPTS e DEBOUCK, 1991; DEBOUCK, 2000). A espécie mais difundida é a *P. vulgaris*, a qual representa 85% de toda área cultivada no mundo (SINGH, 2001).

O feijão-caupi, com destaque de produção nas regiões do norte e nordeste do Brasil, é uma planta Dicotiledônea, da ordem Fabales, família, Fabaceae, tribo Phaseoleae, gênero *Vigna*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (FREIRE FILHO et al., 2011).

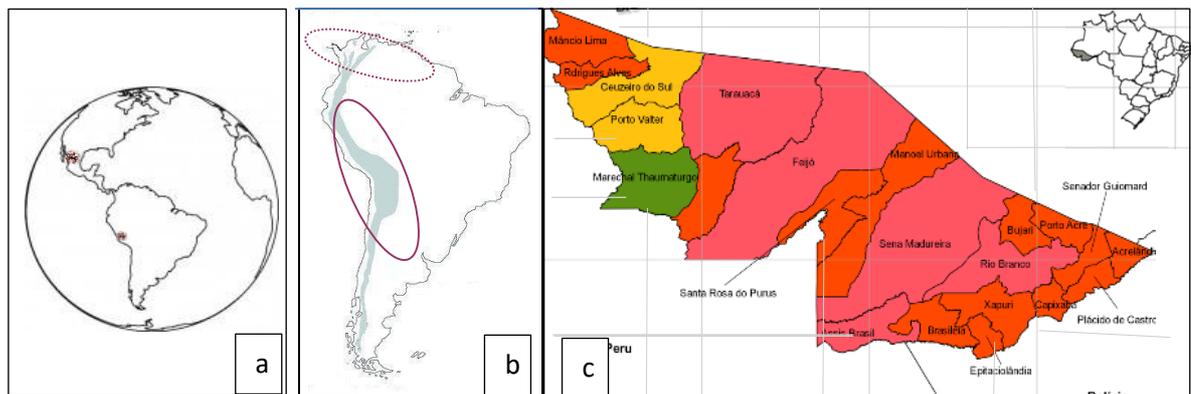
O gênero *Vigna* está subdividido em quatro cultigrupos: *V. unguiculata*, *V. sesquipedalis*, *V. biflora* e *V. textilis*. A espécie *V. unguiculata* é conhecida como: feijão-caupi, feijão-macassar, feijão-frade, feijão-de-corda ou feijão-de-praia, neste último caso, por ser comumente cultivado nas praias na época da baixa dos rios (FREIRE FILHO et al., 2011).

2.2 FEIJÃO CRIOULO NO ESTADO DO ACRE

O feijão crioulo se destaca pelo número de variedades locais conservadas desde longas datas em todo Brasil, guardadas por agricultores familiares mantendo suas características desejáveis e carregando consigo os vestígios da cultura e da segurança alimentar das comunidades (FRANCO et al., 2013).

O estado do Acre está localizado no extremo sudoeste da Amazônia brasileira, possuindo aproximadamente 4% da região Norte. Por estar situado próximo as regiões andinas da América do Sul, fazendo divisa com Peru e Bolívia, o Acre detém uma rica agrobiodiversidade de espécies nativas da Amazônia e espécies exóticas como o feijoeiro comum (*P. vulgaris*) (Figura 1 a, b e c).

Figura 1. Centro de origem do feijão-comum do Acre (a); rota de dispersão do feijoeiro comum pelos Andes (b), e localização do estado do Acre e seus municípios (c), com destaque em verde para o município de Marechal Thaumaturgo.



Fonte: a) <https://colorindo.org/planeta-terra>; b) Gepts e Debouck (1991) c) A autora (2023).

No estado do Acre, há considerável diversidade de feijões crioulos, tanto feijão-comum quanto de feijão-caupi com origem bem distinta das espécies. No caso do feijão-comum, as evidências apontam os centros de origem e diversidade no México e Peru (Figura 1). A entrada do feijão-comum no Brasil pelos Andes foi realizada por migrantes da República do Peru utilizando principalmente os rios andinos como rota de navegação acontecendo troca de

sementes, o que resultou na denominação regional feijões peruanos (GEPTS e DEBOUCK, 1991).

No caso do feijão-caupi, o centro de origem é a África (Figura 02), tendo entrado no Brasil pelo Nordeste (FREIRE FILHO, 1988). As variedades de feijão-caupi foram trazidas para o Acre por migrantes nordestinos durante o período de exploração da borracha. Além disso, nessa época, colonizadores de todas as regiões do Brasil vinham para o Acre (SIVIERO et al., 2017a). Mattar et al. (2017a) relatam que os trabalhadores, atraídos para o extrativismo da borracha, provavelmente trouxeram sementes de feijão-caupi em suas bagagens, o que justifica a entrada dessa espécie no Acre.

Figura 2. Centro de origem do feijão-caupi do Acre; rota de entrada de feijão-caupi no Brasil pelo Nordeste e posteriormente ao estado do Acre.



Fonte: http://trincheiramultipolar.blogspot.com/2014_03_01_archive (com alterações);

2.3 PRODUÇÃO E CULTIVO DE FEIJÕES NO ACRE

A cultura do feijão é praticada pelos agricultores familiares do estado em todos os municípios e tem sido muito importante para a agricultura familiar no Acre (SOUSA et al., 2020). De acordo com dados divulgados pelo IBGE (2022) o estado do Acre produziu 2.855 toneladas de feijão na safra de 2021, que corresponde a uma contribuição de 0,1% da produção nacional.

Destaca-se ainda que os principais produtores do Acre são agricultores familiares que utilizam, o sistema de produção com baixo aporte de insumos, em pequenas áreas com até 1,0 ha cultivados sob três sistemas de produção: a. sistema de cultivo abafado; b. sistema de derrubada e queima e c. sistema produtivo de praia.

No sistema de cultivo abafado, onde predomina o cultivo de feijão-comum, as árvores menores das capoeiras ou de floresta primária que são parcialmente derrubadas e as sementes são lançadas ao solo. Posteriormente, as árvores servem de suporte para o crescimento das ramas de feijão que se desenvolvem longe de contato com o solo, o que evita a ocorrência de doenças. Não é feito qualquer trato cultural neste sistema. Quando os grãos estão secos na vagem são colhidos de forma manual (MATTAR et al., 2016; JESUS et al., 2017).

Mattar et al. (2016) descreveram o sistema de derrubada e queima como uma forma de produção bastante comum na Amazônia, onde a mata é derrubada (normalmente de 1 a 2 ha.), e em seguida os restos vegetais são queimados. As sementes são plantadas em covas abertas com plantadeira manual ou enxada, adotando uma capina manual, dependendo da necessidade. A colheita acontece de forma manual quando os grãos estão parcialmente secos. Este sistema de produção é utilizado tanto para feijão-comum quanto feijão-caupi em terra firme.

Na terra firme a maioria dos agricultores familiares adota o sistema de derruba e queima da floresta secundária para o cultivo dos feijões. O sistema de plantio mecanizado com preparo do solo, semeadura e colheita mecânica usando máquinas e equipamentos, denominado sistema *plantation*, é raramente adotado no Acre. Para esse sistema são utilizados de 1 a 2 hectares de mata secundária, também chamada de capoeira, onde os restos vegetais são queimados e as variedades são então cultivadas

No sistema de cultivo de praia, são cultivados geralmente variedades de feijão-caupi em áreas de várzeas, que se localizam nas margens dos rios inundados anualmente durante a época das cheias amazônicas. Os rios amazônicos são classificados de águas brancas e de cor amarelada, apresentam elevados teores de sólidos sedimentáveis e boa fertilidade natural para o cultivo de espécies de ciclo curto (SIOLI, 1984; PRANCE, 1980).

O sistema de cultivo de praia o agricultor semeia em covas abertas por enxada ou plantadeira manual nos barrancos dos rios, (região de várzea ou praia) fazendo uma ou duas capinas manuais, conforme a necessidade. Após o desenvolvimento da planta, os grãos são colhidos de forma manual e a secagem é feita em terreiros. Não são utilizados defensivos agrícolas ou fertilizante em nenhuma das etapas de cultivo nas praias.

Segundo os agricultores familiares locais, cada espécie de feijão tem sua forma de desenvolvimento, que se distingue pelo ciclo, sazonalidade e local do plantio. Os feijões de

terra firme são plantados no inverno amazônico, entre fevereiro e abril; e os feijões de praia, cultivados no verão amazônico, entre maio e julho. O feijão pode ser cultivado no sistema abafado nos roçados de terra firme ou em covas na praia (MARTINI, 2017).

O feijão de terra firme ou feijão de arranque ou rasteiro é pouco cultivado devido ao ataque de pragas desfolhadores e fungos de difícil controle. Assim o cultivo de feijão *P. vulgaris* em sistema abafado é adotado pelos agricultores familiares, populações tradicionais e indígenas do Alto Juruá e Envira como uma alternativa de produção de grão em situações desfavoráveis à proliferação de pragas (JESUS et al., 2017).

2.4 DIVERSIDADE DOS FEIJÕES ACRIANOS E SEU CULTIVO NO JURUÁ

As variedades dos feijões acrianos é resultado da riqueza cultural oriundos da diversidade de povos que se estabeleceram no Acre ao longo dos anos. Conforme Ferreira (2003), as cores e formas dos feijões variam conforme as regiões, tanto que a preferência dos consumidores norteia as pesquisas tecnológicas regionais.

As principais variedades de feijão-comum tradicionalmente plantados no Acre são: Peruano Amarelo, Peruano Branco, Gurgutuba Vermelho, Gurgutuba Branco, Gurgutuba Rajado, Gurgutuba Amarelo, Mudubim de Vara e Preto de Rama, Carioca, Rosinha pitoco, Enxofre e Mineirinho Roxo (JESUS et al., 2017; SOUSA et al., 2020). Sendo as variedades de feijão-caupi: Manteiguinha, manteiguinha Roxo, Corujinha, Quarentão, Mudubim de Rama, Branco de Praia, Preto de rama, Roxinho de Praia e Arigó (MATTAR et al., 2016).

A literatura reporta alta variabilidade de feijões comum e caupi no Acre. Siviero et al. (2017a) caracterizaram 25 variedades de feijões no Acre, sendo 16 variedades de feijão-comum, *P. vulgaris* e 9 variedades de feijão-caupi, *V. unguiculata*. Oliveira et al. (2015) descreveram aspectos vegetativos e reprodutivos de nove variedades de feijão-caupi cultivados na Microrregião de Cruzeiro do Sul, AC.

A variedade carioca de feijão-comum é de maior preferência entre consumidores do Brasil e notadamente no Acre pelo baixo preço no mercado, resultado da importação do produto de outros estados. As variedades não locais: Carioca Marrom e Rosinha, são as mais cultivadas entre agricultores por vários anos nas regionais do Alto e Baixo Acre podendo ser consideradas variedades acriouladas localmente.

A cultura do feijão é plantada em todas as regionais do estado com destaque para os municípios de Brasiléia, Cruzeiro do Sul e Marechal Thaumaturgo (OLIVEIRA et al., 2017). Os municípios de maior diversidade de feijão no Acre são Marechal Thaumaturgo e Cruzeiro

do Sul (SOUSA et al., 2020). O município de Marechal Thaumaturgo localizado na região do Alto Rio Juruá fazendo divisa com Peru é um dos mais isolados do Acre. A região é considerada um berço de variedades de feijão-comum, *P. vulgaris*, cultivado em sistema abafado e de feijão-caupi, *V. unguiculata*, cultivado nas várzeas e barrancas de rios, sendo considerado um berço da conservação de variedades de feijão (MARTINI, 2017).

A Regional do Juruá, localizada no Acre ocidental, é uma das regiões da Amazônia caracterizada pela notória agrobiodiversidade, consequência do isolamento geográfico e da heterogeneidade de agricultores familiares. Essa regional é formada pelos municípios de Cruzeiro do Sul, Rodrigues Alves, Mâncio Lima, Porto Walter e Marechal Thaumaturgo. É nesta região que está inserida a Reserva Extrativista do Alto Juruá, criada em 23/01/1990, ocupando quase 70% do município de Marechal Thaumaturgo.

Além de ser a primeira Resex do Brasil, juntamente com a Reserva Extrativista Chico Mendes, criada em 12/03/1990, é marco de referência nas lutas relacionadas à conservação ambiental lideradas por Chico Mendes. A Resex do Alto Juruá se destaca como importante centro de conservação de variedades tradicionais de espécies, incluindo o feijão.

No município de Marechal Thaumaturgo, está localizada Cooperativa Agroextrativista Sonho de Todos, a Coopersonhos. A agroindústria local, tem estrutura para o beneficiamento, empacotamento e comercialização de parte da produção de feijão local. A cooperativa congrega mais de 90 agricultores sendo uma agroindústria montada para ajudar desenvolver e agregar valor à cadeia produtiva local.

2.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE VARIEDADES DE FEIJÕES DO JURUÁ

A caracterização de variedades de feijão permite a identificação de caracteres de alta herdabilidade, e diferentes níveis de caracterização são possíveis como físico-químicos, nutricionais e tecnológicos. O ideal é que todos os aspectos da cultura sejam analisados (NASS, 2002).

2.5.1 Caracterização física de variedades de feijão do Juruá

Dentre os atributos constituintes importantes dos grãos de feijão estão: o tamanho (comprimento, altura e espessura), forma e a cor da semente. Eles são responsáveis pela diferença entre as espécies (QUEROL, 1993). Sendo assim, variedades locais de feijão são fonte de características desejáveis para o desenvolvimento de novos cultivares, principalmente

para locais com predominância de estresses hídricos e nutricionais, casos comuns no Acre, pelas épocas de chuvas e os tipos de solos tão diversificados (ALMEIDA e DIAS, 2001).

As variedades de feijão possuem quantidades diferentes de nutrientes na sua composição nutricional. Buratto (2012) estudou espécies variadas e encontrou no grão de feijão cru, valores de proteínas de 16 a 36%, carboidratos de 66,3 a 76,9%, lipídeos de 0,66 a 1,43%, e cinzas de 3,36% até 5,44%, com variabilidade para o teor de cada mineral, dentre eles P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Fe e S. A pesquisa revelou que essas alterações ocorrem também em função de interações entre genótipos e ambiente, variação genética entre cultivares e linhagens diferentes.

Estudos conduzidos com variedades de feijão do Acre têm destacado as diferenças entre espécies e variedades tanto em características físicas quanto físico-químicas (OLIVEIRA et al., 2015; DINIZ et al., 2020a; GOMES et al., 2012; LIMA et al., 2014a). Siviero et al. (2017a) em estudos com feijão-comum crioulo do Acre detectaram formas oblonga/reniforme curta, oblonga/reniforme média, elíptica e esférica, cor branca, preta, amarela, vermelha, roxa e marrom, classes de brilho opaco, brilhoso e intermediário. Foi encontrado também grande variação no comprimento, altura e espessura dos grãos. Além de grande variação no peso de 100 sementes com amplitude de 42,59 g.

No caso do feijão-caupi os autores destacaram formas ovalada, rombóide, riniforme arredondada, losangular, na cor creme, marrom, avermelhado e preto, de brilho opaco, médio e intenso, com amplitude de 26,79 no peso de 100 sementes (SIVIERO et al., 2017a).

2.5.2 Composição nutricional de variedades de feijão

O feijão é tão importante para alimentação que preenche as principais recomendações para saúde, sendo indicado o seu consumo pela presença de proteínas, fibras, ferro e carboidratos complexos, tudo isso associado a um baixo quantitativo de lipídios e de sódio (GEIL e ANDERSON, 1994).

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, Taco, (2011), descreve valores de composição nutricional para feijão carioca em: 61,2 g.100g⁻¹ de carboidratos; 20,0 g.100g⁻¹ de proteínas; 14,0 g.100g⁻¹ de umidade; 3,5 g.100g⁻¹ de cinzas e 1,3 g.100 g⁻¹ de lipídios; e o teor de minerais, em: é de 123 de cálcio mg.100g⁻¹; 210 mg.100g⁻¹ de magnésio; 1,02 mg.100g⁻¹ de manganês; 8,00 mg.100g⁻¹ de ferro; 385,00 mg.100g⁻¹ de fósforo; 1.352,00 mg.100g⁻¹ de potássio; 0,79 mg.100g⁻¹ de cobre e 2,00 mg.100g⁻¹ de zinco. Além de importantes vitaminas como: 0,17 mg 100 g⁻¹ de tiamina; 4,02 mg. 100g⁻¹ de niacina e 0,65 mg.100g⁻¹ de piridoxina.

O principal componente do feijão é o carboidrato, tendo como seu representante principal o amido (cerca de 40%), e quantidades pequenas de dissacarídeos e monossacarídeos, com alguns oligossacarídeos presentes em diversas quantidades dentre elas a rafinose, estaquiose e verbascose. O amido do feijão é de baixo poder de solubilidade e inchamento, com elevada viscosidade e retrogradação em função do elevado conteúdo de amilose (GEIL e ANDERSON, 1994; HOOVER; RATNAYAKE, 2002; RUPOLLO, 2011; VANIER, 2012).

Os dois principais componentes do feijão (amido e proteína) contribuem aproximadamente com 28% e 12% respectivamente da energia na dieta da população brasileira (DURIGAN et al., 1987). No Brasil o feijão é a principal leguminosa fornecedora de proteína variando de 16 a 33%, podendo chegar até 36% de proteínas para as variedades de feijão (BURATTO, 2012). Sendo composto por globulinas, albuminas, prolaminas e proteínas álcalis-solúveis (CHIARADIA e GOMES, 1997; FONSECA et al., 2000). Dos aproximados 25% de proteínas do feijão, as globulinas e albuminas compõem a média de 75% do total, sendo representadas por proteínas solúveis como a faseolina ou globulina G1, a globulina G2 e a albumina, sendo a faseolina a mais abundante proteína de reserva do feijão (DEL PINO e LAJOLO, 2003).

Em estudo com variedades crioulas de feijão-comum e feijão-caupi do Acre foram encontrados valores de proteínas entre 18,02 e 26,13 % para feijão-comum 21,56 e 24,62% e para variedades de feijão-caupi (LIMA et al., 2014a; GOMES et al., 2012).

O terceiro elemento de maior importância na composição dos feijões são as fibras. Sendo considerados fontes dessa substância (FARINELLI et al., 2010). O conteúdo de fibra bruta em feijão é em média de 5%, existindo na sua constituição fibras dietéticas que são de grande importância para a saúde do consumidor, pois, contribui para reduzir os níveis de colesterol e açúcar no sangue prevenindo doenças como o câncer de cólon (ROCHA, 2021).

As fibras dietéticas ou alimentares são representadas por oligo ou polissacarídeos de origem vegetal (Celulose, hemicelulose, substâncias pécicas, gomas, amido resistentes e inulina), que podem estar associados à lignina e outros compostos não carboidratos a exemplo dos polifenóis, ceras e saponinas. Essas substâncias são hidrolisadas por enzimas digestivas presentes no organismo dos seres humanos, tendo a função de promover o aumento do volume fecal, estimular o cólon, reduzir a glicose do sangue e os níveis de colesterol (JANUZZI, 2007; ELLEUCH et al., 2011).

O feijão se apresenta como alimento com alto teor de fibras alimentares, que estão relacionada ao efeito hiper glicêmico, e hipocolesterolêmico, presença de carboidratos complexos e compostos fenólicos, além de serem antioxidantes (SILVA et al., 2009;

CARVALHO et al., 2012). Análises de fibra bruta foram realizadas nas variedades de feijão do Acre tendo como resultados valores entre 4,27 e 5,13 g.100g⁻¹ para feijão-comum e 5,09 e 5,28 g.100g⁻¹ para feijão-caupi (LIMA et al., 2014a), e 4,37 e 5,23 g.100g⁻¹ para feijão-comum e 4,22 e 4,91 g.100g⁻¹ para feijão-caupi (GOMES et al., 2012).

Os lipídios, apesar de representar uma pequena fração na composição dos feijões, constituem-se em grande variedade na composição de ácidos graxos estando entre eles significativa proporção de ácidos graxos insaturados como o ácido linolênico (REYES-MORENO e PAREDEZ-LOPEZ, 1993; GEIL e ANDERSON, 1994).

Rocha (2021) relata que nos grãos de feijão-caupi há quantidade média de 1,7% de lipídios, estando dividido entre as frações mais comuns os ácidos: palmítico (43%), linolênico (24%), linoleico (18%), oleico (12%) e esteárico (9%), seguidos dos ácidos docosanoico, eicosanoico e pentacosanoico (3%) (GRELA e GUNTER, 1995). Yoshida et al. (2005) destaca que entre os principais constituintes dos lipídios dos feijões estão os fosfolipídios e os triacilgliceróis.

A literatura relata quantidades de lipídios em variedades de feijão do Acre, divulgando valores que estão entre 1,85 e 2,23 g.100g⁻¹ para feijão-comum e 2,03 e 2,84 g.100g⁻¹ para variedades de feijão-caupi (GOMES et al., 2012). Lima et al. (2014a) encontraram teores entre 1,77 e 2,18 g.100g⁻¹ para variedades de feijão-comum e 1,96 a 2,21 g.100g⁻¹ para variedades de feijão-caupi.

Os feijões também são conhecidos pela sua riqueza mineral, podendo ter valiosa contribuição em casos de deficiência de ferro, já que é considerado a melhor fonte vegetal desse nutriente (BRIGIDE, 2002). É necessário levar em consideração que alimentos de origem animal são melhores fontes de minerais sob o ponto de vista da biodisponibilidade, porém, são caros, sendo muitas vezes inacessíveis para muitas pessoas (COSTA e LIBERATO, 2003).

Variedades de feijão do Acre foram estudadas sendo reveladas quantidades de ferro e zinco de 5,02 a 6,75 mg.100g⁻¹ para ferro em feijão-comum e 4,65 a 5,95 mg.100g⁻¹ em feijão-caupi; e zinco com valores de 3,14 a 4,13 mg.100g⁻¹ para feijão-comum e 3,67 a 4,29 mg.100g⁻¹ para feijão-caupi (DINIZ et al. 2020a)

Conhecidos como fontes de vitaminas importantes ao organismo, os feijões são abundantes nessas substâncias (AUGUSTIN et al., 2000). Sendo hidrossolúveis como riboflavina (0,136 a 0,266 mg.100g⁻¹), niacina (1,16 a 2,68 mg.100g⁻¹), tiamina (0,86 a 1,14 mg.100g⁻¹), vitamina B6 (0,336 a 0,636 mg.100g⁻¹) e ácido fólico (0,171 a 0,579 mg.100g⁻¹), mas, possuindo baixas quantidades de vitamina C e vitaminas lipossolúveis (GEIL e ANDERSON, 1994).

2.5.3 Compostos fenólicos: antocianinas em feijão

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários relacionados à defesa contra agressões externas nos vegetais. Eles funcionam como atrativos ou repelentes a insetos e exercem influência na cor, no sabor e na estabilidade oxidativa da planta (PELEG et al., 1998). Estão presentes nas plantas podendo estar ligadas a açúcares, proteínas, ou de forma livre (CROFT, 1998).

Estudos com feijão tem demonstrado que em adição ao seu valor nutricional já bem conhecido, são encontradas significativas quantidades de fenólicos como os ácidos fenólicos, flavonoides e antocianidinas (MADHUIJTH e SHAHIDI, 2005), substâncias responsáveis por desempenhar no organismo humano atividade anticarcinogênicas e antioxidantes (APARICIO-FERNANDEZ et al., 2005a; MADRERA et al., 2020).

Amarowicz et al. (2008); Xu e Chang (2009) relatam que dentre os compostos fenólicos mais encontrados nos feijões cru e cozidos estão ácidos gálico, vanílico, p-cumárico, ferúlico, sinápico e clorogênico. Polifenóis podem atuar minimizando a oxidação da LDL (lipoproteína de baixa densidade), a partir da redução dos lipídios hepáticos e séricos (PEREIRA et al., 2016).

O conteúdo de ácidos fenólicos em feijão cru é de aproximadamente $674,4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e os fenólicos $677,4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de flavonóides. Os flavonóides presentes nos feijões são: catequina, caempferol, quercetina, miricetina e procianidinas (DÍAZ-BATALLA et al., 2006). Sombié et al. (2018) esclarecem que esses compostos são concentrados no tegumento do feijão, e que variedades de feijão-caupi coloridos apresentam maior quantidade (VIEIRA et al., 2021; MADRERA et al., 2020).

Silva Neta (2017) e Madrera et al. (2020) relatam a presença de antioxidantes como os ácidos hidroxicinâmicos em todas as variedades de feijão do seu estudo. Esse composto é identificado na literatura como eficiente no combate ao câncer de pulmão. Além estar associado também a redução percentual de gorduras (RODRIGUES, 2016), e ao combate de doenças crônicas (OLIVEIRA e BASTOS, 2011).

Dentre as diversas atividades dos compostos fenólicos no organismo estão o combate aos radicais livres, que promovem estresse oxidativo, que por consequência, trazem complicações, causando envelhecimento celular (SOARES, 2002). Antocianinas são flavonoides pertencentes ao grupo dos antioxidantes, sendo os mais importantes grupos de pigmentos vegetais depois da clorofila (HARBORNE e GRAYER, 1988). Representam o maior grupo de pigmentos solúveis em água e presentes em folhas, flores e frutos (BROUILLARD, 1983). São pigmentos orgânicos de cores variadas que vão do vermelho ao azul utilizados como corantes naturais.

A concentração de antocianinas em feijão varia conforme as condições de crescimento e colheita das plantas e seus frutos podendo ocorrer nos grãos em concentrações que variam de 10 a 10.000 $\mu\text{.g}^{-1}$ (CHIARADIA; GOMES, 1997; CHIARADIA,1997), e para sua manutenção devem ser controlados fatores como a luz, temperatura, oxigênio e pH, pois as antocianinas são instáveis e afetadas por essas condições (ALBARICI et al., 2006; LOPES et al., 2007).

Lin et al. (2008); Madrera et al. (2020) destacam a presença de polifenóis em variedades de feijão-comum com destaque para a presença das antocianinas nas variedades de feijão nas cores vermelha concentrando-se nas variedades de cor preta, pois, quanto mais escuro é o feijão, maior a quantidade desse pigmento. Tem sido relatado também que as antocianinas apresentam atividades antioxidantes e sequestrantes de radicais livres e estão associadas à prevenção de doenças degenerativas como doenças cardíacas, câncer e Alzheimer (HARBORNE; GRAYER, 1988).

Estudos têm sido conduzidos a fim de extrair antocianinas de grãos e tegumento de feijão (KUASNEI, 2021; MANDRERA et al., 2020; OLIVEIRA, 2019). Teixeira et al. (2021) fez a caracterização do perfil fenólico de feijão e verificaram a presença de antocianinas, ácidos hidroxicinâmicos e seus derivados. Lopes et al. (2007) concluíram na sua pesquisa que as antocianinas são uma alternativa importante para substituição dos corantes sintéticos de forma gradativa, uma vez que são abundantes na natureza e também pelos seus efeitos benéficos à saúde. Ainda são inéditos os estudos sobre os teores de antocianinas em feijões cultivados no Acre.

2.5.4 Qualidade nutricional e armazenamento de grãos de feijão

O armazenamento é uma das etapas mais importante dentro da cadeia de alimentos. No caso de grãos de feijão para a manutenção da qualidade, algumas variáveis devem ser levadas em consideração: como a umidade, o estágio de maturação do grão, a embalagem e a riqueza nutricional. Dessa forma, faz-se necessário o controle dessas variáveis para que se possa manter pelo maior tempo possível a qualidade desses grãos. Já que, é cada vez maior a busca pela manutenção dos aspectos de sensorialidade e saudabilidade, além da manutenção das propriedades nutricionais durante o armazenamento dos grãos de feijão.

2.5.4.1 Embalagens para armazenamento de feijões

As embalagens para feijões mais utilizadas no Brasil são fabricadas em diversos tipos e formatos em materiais como: PEBD (polietileno de baixa densidade), PP (polipropileno), PEAD (polietileno de alta densidade), PEBDL (polietileno de baixa densidade linear) e COEX (diversas camadas de polietileno). Essas embalagens tradicionais de plástico estão distribuídas no mercado de acordo com a necessidade da indústria e do consumidor.

Estudos tem apontado que embalagens de polietileno com espessuras diferenciadas e à vácuo são consideradas boas alternativas para o armazenamento de feijões não apresentando variação significativa na umidade dos grãos (ÁLVARES, 2015).

A embalagem a vácuo quando utilizada no armazenamento de grãos torna-se uma alternativa viável para redução da atividade enzimática, pois possibilita baixa concentração de oxigênio, que pode acelerar processos de endurecimento e escurecimento dos grãos (LIMA et al., 2014b). Álvares (2015) relatou que as alterações bioquímicas nos grãos geram mudanças na coloração do tegumento e aumento do tempo de cocção depreciando o produto.

O silo bolsa é uma embalagem para uso em campo, podendo ser utilizada imediatamente após a colheita, com o objetivo de criar uma atmosfera modificada e impedir o desenvolvimento de pragas e insetos durante o armazenamento dos grãos. Além dos grãos, tem sido utilizado para proteger outros materiais como silagem e alimentação animal.

De acordo com o fabricante no armazenamento em silo bolsa não ocorre movimento interno de ar, o que evita o contato dos grãos com agentes externos. Com a ausência de oxigênio no interior das bolsas, as características dos grãos se mantêm inalteradas preservando a qualidade.

A maioria das embalagens usadas para envase de feijão é produzida em material plástico, sendo transparente e não utilizando vácuo. Nesse aspecto, as embalagens usadas tradicionalmente em feijão não possuem barreiras para luz ou gases, oferecendo menor proteção para o produto, quando comparada à embalagem à vácuo ou silo-bolsa.

Pesquisas sobre parâmetros de armazenamento, ganham cada vez mais importância, pois, durante essa etapa, podem se desenvolver insetos nos grãos, consumir sua massa e ainda abrir caminho para outros organismos como os fungos (FARONI e SILVA, 2008). O comprometimento da qualidade dos grãos pode ocorrer ainda no campo em função de atrasos na colheita, continua no armazenamento e causa perda da qualidade dos grãos (FREITAS, 2009). É sabido que grãos armazenados inadequadamente, sem o devido controle de oxigênio e da umidade, apresentam perda na qualidade (BRAGANTINI, 2005; LORINI, 2008). Bento et

al. (2020) estudou o escurecimento e endurecimento de cultivares de feijão carioca e percebeu alterações aos 6 meses de armazenamento.

Magalhães e Sousa (2020), no seu estudo com armazenamento de feijão-comum crioulo do Acre, acondicionado em silo bolsa e garrafa PET por 120 dias, verificaram que ambas as embalagens apresentam eficiência no controle de insetos praga e foram suficientes para evitar o comprometimento da qualidade dos grãos em relação ao teor de umidade, massa específica aparente, germinação e condutividade elétrica.

2.5.4.2 Atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase no armazenamento de feijão

A qualidade de um feijão está diretamente relacionada ao escurecimento e endurecimento dos mesmos, já que, esse processo afeta a aceitação do produto pelos consumidores, uma vez que, grãos de tegumento escuros são associados a grãos envelhecidos e de difícil cozimento. Esse processo está relacionado à presença de compostos fenólicos (principalmente taninos), por meio da oxidação por enzimas polifenoloxidases (PPO) e peroxidases (POD) deixando os grãos escurecidos (MARLES et al., 2008).

As enzimas polifenoloxidases e peroxidases estão envolvidas reações químicas como: ligações de polissacarídeos, oxidação do ácido indol-3-acético, lignificação, oxidação de fenóis, defesa de patógenos e nos mecanismos de senescência, sendo muito importantes para a vida das plantas de forma geral (GASPAR et al., 1982; HSU e KAO, 2003; AGRIOS, 1997).

A literatura destaca que as ações dessas enzimas se concentram no tegumento dos grãos, dessa forma, a cor do tegumento pode ser influenciada pela concentração destes compostos (APARICIO-FERNANDEZ et al., 2005b). Siqueira et al. (2016) relatam que a velocidade do escurecimento dos grãos de feijão é dependente do genótipo, no entanto, todas as variedades escurecem com o passar do tempo.

O defeito textural conhecido como *hard-to-cook* (HTC), ou difícil de cozinhar é influenciado pela temperatura e umidade relativa durante o tempo de armazenamento (RIBEIRO et al., 2009). Concomitante a esse processo, está a dificuldade de penetração da água nos grãos, que acontece também por influência das enzimas polifenoloxidases e peroxidases, já que, agem diretamente na formação de lignina em decorrência da polimerização de fenóis, associados a polimerização do tegumento e a lignificação dos cotilédones (LOPES, 2011).

Outro aspecto a considerar é o grau de maturação. Os grãos de feijão colhidos antes da maturação ideal podem ter o conteúdo de fenólicos aumentado, sendo consequência da associação entre a ação desses fenólicos, da atividade da enzima polifenoxidase e peroxidase, o que pode resultar em escurecimento da cor do tegumento (RIOS et al., 2002). Sendo importante também a colheita no momento certo da maturação do grão.

2.5.4.3 Aspectos tecnológicos dos feijões crioulos

Os aspectos tecnológicos de um grão envolvem: a. qualidade comercial (aparência do grão) e b. culinária (cor, brilho, forma e tamanho). Skowronski et al. (2003) explicam que dentre as características requeridas de um grão está a boa estabilidade de cor, baixo tempo de cocção, rápida hidratação, e produção de caldo espesso. Bassinello, (2011) elege atributos como: absorção de água, tempo de cocção, percentagem de sólidos solúveis, cor do tegumento, teor de fibras, minerais, proteínas e vitaminas como variáveis importantes para os processos tecnológicos.

A cor dos grãos de feijão é um atributo que define sua aceitação ou não pelo consumidor, sendo que para o feijão carioca, a preferência é por grãos claros (SCHOENINGER et al., 2014). Porém esse comportamento é percebido para feijões de forma geral. Feijões de cores escuras tem baixa aceitação, pois são associados feijões velhos, resistentes ao cozimento e com baixa qualidade sensorial (NASAR-ABBAS et al., 2009). Além disso, Siqueira et al. (2014) esclarecem que a associação entre a cor do tegumento e a dureza do grão tem se tornado de extrema importância na seleção de novas cultivares.

Para determinação da cor o diagrama de cores *CIELAB* ou *CIE L* a* b** tem sido bastante utilizado como uma representação tridimensional para a percepção do estímulo de cores. Onde L^* é a luminosidade, a^* é a coordenada vermelho/verde e b^* é coordenada amarelo/azul. Além disso, a *CIE* (*Commission Internationale de l'Eclairage*) incluiu *CIE L*C*h*, onde L^* é a luminosidade, C^* (croma) que expressa a intensidade/saturação da cor e h° sendo o ângulo de tonalidade. Esses parâmetros podem comunicar de forma mais abrangente, a cor dos objetos, pois dessa, forma os resultados numéricos são mais precisos e mais fáceis de serem interpretados, além da facilidade também de identificação de inconsistências.

Para avaliar o escurecimento dos grãos durante o tempo de armazenamento pode ser calculado a diferença total entre os parâmetros (L^* , a^* e b^*), representados por ΔE^* . Essa diferença total de cor (ΔE^*), quantifica a variação da cor durante o armazenamento e traz de forma numérica a escala perceptiva das alterações para a visão humana. Ribeiro et al. (2008a)

relatam que o resultado para diferença de cor maior que quatro (4), é percebida para a maioria dos observadores.

Nesse aspecto, Bento et al. (2020) avaliou a qualidade de feijão carioca armazenado por 180 dias, analisando o mecanismo de endurecimento e escurecimento percebendo que a diferença total de cor (ΔE^*) não foi significativa para feijão carioca, enquanto os cultivares BRS Estilo e BRS Pontal tiveram rápido escurecimento no período.

O tempo de cocção pode ser influenciado pelo tempo de armazenamento, está diretamente ligado à textura e conseqüentemente ao sabor, além de impactar diretamente no gasto de energia e no tempo disponível para o preparo (BASSINELLO, 2011). Canniatti-Brazaca et al. (1998); Bertoldo et al. (2009) concluíram que o tempo de cocção aumentou à medida que aumentou o tempo de armazenamento para todas as cultivares de feijão-comum avaliadas, além de observarem diferenças entre os locais de cultivo. Grãos embalados a vácuo tiveram menor tempo de cozimento em relação às amostras controle (ÁLVARES, 2015). Pois, a embalagem pode ter influência positiva na qualidade dos grãos armazenados.

Os aspectos de endurecimento e escurecimento estão relacionados a ação das enzimas polifenoxidase e peroxidase (ROMANO, 2006). Porém, além desses vários são os fatores que levam os grãos de feijão ao endurecer e escurecer. Tendo como possíveis causas a oxidação e/ou a polimerização lipídica (LIU et al., 1992; LIU e BOURNE, 1995).

Durante o armazenamento de grãos, os lipídios se constituem a fração mais sensível à deterioração em função da ação de enzimas lipolíticas existentes no próprio grão ou produzida por microflora contaminante como os ácaros e insetos (ELIAS, 2004). Liu et al. (1992) advertem que a resistência do grão durante o cozimento pode acontecer devido o decréscimo da estabilidade e hidrólise ou agregação da proteína durante o tempo de armazenamento.

Para avaliar a dureza de grãos de feijão, Siqueira (2013) relata alta eficiência de analisadores de textura e uso cozedores de *Mattson*. Porém, o uso do cozedor de *Mattson* pode se tornar inviável principalmente quando houver grande número de amostras, dessa forma, Carvalho et al. (2017) avaliaram a cocção em bolsas de tule com 50 grãos cada e cocção em panela de pressão, concluindo que é possível avaliar o tempo de cocção dessa forma com maior rapidez.

O teste de absorção de água é a medida da quantidade máxima de água capaz de ser absorvida por grãos durante o tempo. Por estar normalmente associada ao tempo de cozimento, essa análise é considerada adequada uma vez que a cocção dos grãos está relacionada também à rápida absorção de água pelos grãos. Corte et al. (2003) destacam a correlação positiva entre a capacidade de absorção de água pelos grãos e o tempo de cozimento.

Carbonell et al. (2003) fazem ressalvas quanto a essa informação, uma vez que a correlação é baixa quando o teste de absorção de água é considerado um indicativo do tempo de cozimento. Nesse aspecto, verificou-se que a característica do tegumento também influencia na absorção de água. Oliveira et al. (2011) relatam que menor quantidade de água foi absorvida durante a maceração por grãos de feijão que apresentaram brilho, o que pode ser em função de deposição da camada de cera na superfície do tegumento do grão.

O feijão-comum e o caupi apresentam características distintas tanto de uso culinário (SIVIERO et al., 2017a; SIVIERO et al., 2017b) quanto agrônômico, evidenciadas por descritores no campo e em laboratório. Na comparação entre o cozimento de feijão carioca e feijão-caupi, Ávila et al. (2014) verificaram que o feijão-caupi obteve baixa variação na absorção de água e tempo de cozimento menor aos 12 meses de armazenamento, enquanto feijão carioca teve comportamento inverso com significativo aumento do tempo de cocção e redução na capacidade de absorção de água no mesmo tempo de armazenamento.

Outro fator a ser considerado para a qualidade tecnológica dos grãos é a temperatura e umidade de armazenamento. Estudo com feijão-comum armazenado por dois anos à temperatura de 4,5 °C e 96% de umidade relativa, quando comparado com feijão armazenado a temperatura de 23-25°C e 50% de umidade relativa concluiu que a taxa de hidratação foi menor para as amostras refrigeradas em alta umidade relativa. Esses feijões apresentaram menor percentagem de grãos duros e hidratação inicial mais rápido até depois de 12 horas de saturação (BERRIOS et al., 1999).

No Acre, Diniz et al. (2020a) estudaram tempo de cozimento de variedades de feijão, e verificaram que o tempo de cozimento em panela de pressão para feijão macerado por 17 horas foi de 10 a 40 minutos para quatro variedades de feijão-comum, e de 10 minutos para as três variedades testadas de feijão-caupi, porém não são encontrados tais estudos dessas variedades após armazenamento.

Diante disso se percebe a escassez de estudos detalhados sobre aspectos da produção, riqueza de variedades e principalmente sobre a qualidade nutricional dos grãos em função do tempo de armazenamento e embalagens, o que fundamentou o propósito da atual pesquisa.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A execução do projeto se deu em quatro etapas: a. busca da produção e diversidade de variedades dos feijões do estado do Acre; b. aquisição das variedades; c. testes biométricos; d. caracterização nutricional, tecnológica e estudo do armazenamento por doze meses em diferentes embalagens.

A realização desta pesquisa foi possível após a obtenção do consentimento prévio dos agricultores familiares locais para realização das entrevistas. O projeto foi submetido ao Conselho de Ética em Pesquisa, CEP, cadastrado sob o número do Certificado de Apresentação de Apreciação Ética, CAAE nº. 23817318.8.0000.5010, aprovado por meio do Parecer Consubstanciado nº. 4.161.929. O acesso ao patrimônio genético foi autorizado no Sisgen, Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético, número de cadastro nº ABDC504.

3.1 PRODUÇÃO E DIVERSIDADE DE VARIEDADES DE FEIJÕES CULTIVADAS NO ACRE

Para a obtenção dos resultados da produção e diversidade, as fontes que embasaram esta etapa da pesquisa foram divididas em três etapas: compilação de dados da literatura, sistematização de dados estatísticos e levantamento dos coeficientes técnicos de produção e diversidade.

A compilação de dados da literatura sobre as culturas de feijão-comum e feijão-caupi no Acre foi realizada a partir de consultas às informações contidas no livro Feijões do Juruá (MATTAR et al., 2017b).

Em seguida realizou-se a sistematização dos dados estatísticos sobre a cultura dos feijões no Acre, obtidos junto à base do Sistema de Recuperação Automática (SIDRA) coletados por meio da pesquisa da Produção Agrícola Municipal (PAM), obtidos junto ao do sítio do IBGE, 2022. As pesquisas sobre a produção de feijão do Acre foram realizadas nos municípios das cinco regionais: Alto Acre, Baixo Acre, Purus, Juruá e Tarauacá-Envira. Para esses resultados foram levados em consideração o total anual da produção de feijão dos anos de 2002 a 2021.

A pesquisa sobre a produção de feijão no Acre nas bases do PAM/SIDRA/IBGE se deu nos anos de 2002 a 2021, porém para que se tivesse uma percepção mais sucinta e objetiva dos resultados dessa produção, os dados de cada município foram agregados nas suas respectivas regionais, sendo estas: Juruá, Alto Acre, Baixo Acre, Purus e Tarauacá- Envira, destacando-se os últimos cinco anos de produção.

Por fim, o levantamento dos coeficientes técnicos de produção e diversidade das variedades de feijões cultivadas no Acre, obtidos através visitas técnicas feitas a agricultores durante cinco expedições científicas de campo em busca da diversidade de variedades de feijão das espécies *Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata*. Para o levantamento da diversidade de variedades de feijões cultivadas no Acre foram feitas expedições científicas pelo estado entre os anos 2018 e 2021 sempre nos meses de julho a agosto que coincidem com o período de safra de feijão.

A primeira expedição de campo foi realizada pela BR- 317, abrangendo os municípios de Assis Brasil, Brasiléia, Epitaciolândia e Capixaba pertencentes a Regional Alto Acre. A segunda expedição de campo e de coleta de informações das variedades foi realizada na Reserva Extrativista Chico Mendes, no município de Xapuri.

A terceira expedição foi realizada na Regional Juruá, abrangendo a calha do Rio Juruá e afluentes nos municípios de Marechal Thaumaturgo, Porto Valter, Rodrigues Alves, Cruzeiro do Sul. A quarta ocorreu ao longo da BR-364 iniciando no município de Rio Branco incluindo os municípios de Sena Madureira, Feijó, Tarauacá e terminando em Cruzeiro do Sul.

A quinta e última expedição de campo foi realizada via fluvial em áreas de produção de feijões localizadas dentro e fora do Parque Nacional da Serra do Divisor (PNSD) e Reserva Extrativista Alto Juruá (REAJ), com coletas realizadas nos rios Juruá e os seus afluentes Breu, Tejo e Amônia.

Durante as expedições científicas foram realizadas entrevistas por meio da aplicação de questionário semiestruturado (Anexo 1) direcionado aos agricultores contendo perguntas sobre: diversidade de variedades cultivadas nos locais, além de questões envolvendo gênero, origem da semente, área de cultivo, calendário agrícola, tratamentos culturais, ocorrência de pragas e doenças, produtividade, colheita, secagem, beneficiamento, armazenamento e comercialização. Ao todo foram entrevistados 28 agricultores familiares produtores de feijões no Acre.

3.2 COLETA E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL DAS AMOSTRAS

Para este experimento todas as variedades de feijão-comum e feijão-caupi foram coletadas no município de Marechal Thaumaturgo nos anos 2019, 2020 e 2021. As amostras foram obtidas de áreas de cultivos localizados em territórios dentro e fora do Parque Nacional da Serra do Divisor (PNSD) e da Reserva Extrativista Alto Juruá (REAJ), onde as coletas foram acessadas durante expedições pelos rios Juruá, e seus afluentes: Breu, Tejo e Amônia, conforme mostra a Figura 3.

Figura 5. Aspectos gerais das variedades de feijão-caupi *V. unguiculata* avaliados na pesquisa.



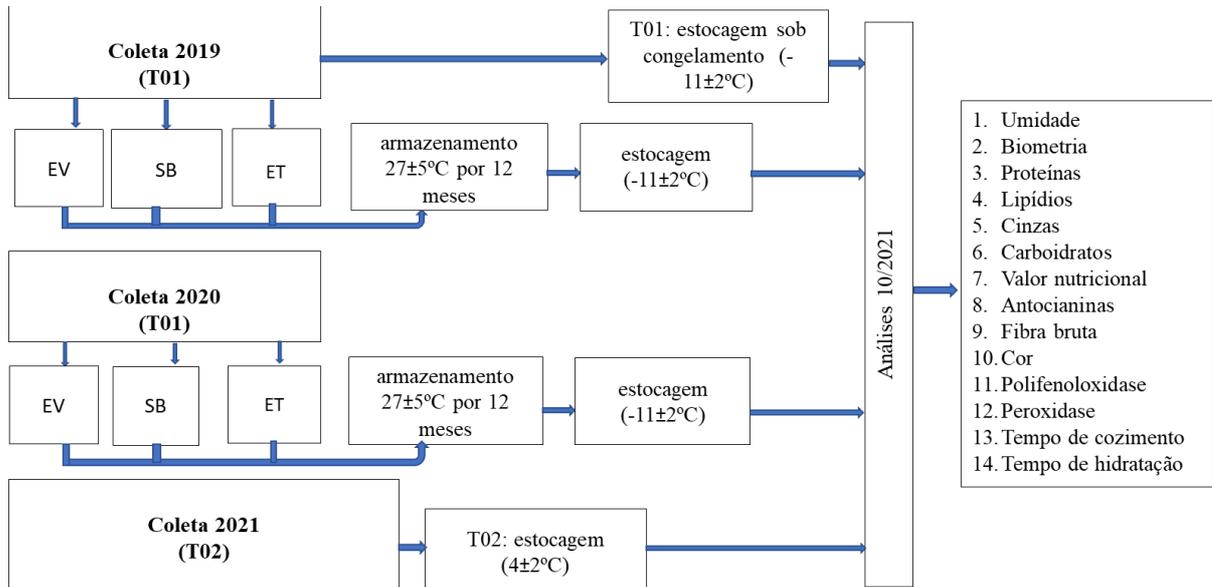
Fonte: A autora.

As variedades dos feijões foram identificadas e embaladas em sacos de polietileno de baixa densidade para serem transportadas até o Laboratório de Alimentos do Instituto Federal do Acre - Ifac – Campus Baixada do Sol, em Rio Branco, onde foram retiradas impurezas e grãos danificados.

Posteriormente, uma amostra de cada variedade foi submetida ao método padrão de estufa (105 °C durante 24 horas) visando à determinação da umidade dos grãos. Este procedimento foi realizado com as amostras em todas as coletas de campo a fim de se obter padronização da umidade entre as variedades. As análises de umidade foram realizadas de acordo com metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). Após essa etapa, foram então embaladas em pacotes com 250 gramas à vácuo (EV), silobolsa (SB) e em embalagens de polietileno de uso já tradicional em feijão, identificada como embalagem tradicional (ET). O esquema mostrando a marcha das análises das amostras dos feijões considerando todas as etapas as quais foram submetidas as variedades amostradas disposto na Figura 6.

Para o experimento foram utilizadas amostras referentes aos anos de cultivo: 2019/2020, identificadas como tratamento T01, e de 2021, identificadas como tratamento T02. Essas amostras foram armazenadas durante 0 e 12 meses em prateleira no Laboratório de Análise de Alimentos do Instituto Federal do Acre, IFAC, à temperatura ambiente (média: 27±5°C) e umidade relativa média de 60±7 nas três embalagens: vácuo (EV), silo bolsa (SB) e tradicional (ET). As medidas da temperatura e umidade relativa eram tomadas às 8h e 17h de cada dia em aparelho digital termo higrômetro durante o tempo de armazenamento. Após esse período, para conservação, as amostras foram estocadas em ambiente com temperatura controlado a -11±2°C (T01) e a 4±2°C (T02) até a realização das análises conforme Figura 6.

Figura 6. Esquema detalhado das etapas de coleta, teste de embalagens, tempos de armazenamento e período de análises de laboratório realizadas com as variedades de feijões coletados em Marechal Thaumaturgo.



Fonte: A autora

A embalagem à vácuo, (Figura 7a), foi produzida a partir de poliéster e polietileno com espessura de $25 \mu\text{m}$ e gramatura aproximada de $7\text{g}/\text{cm}^2$ nas dimensões $195 \times 120\text{mm}$ de comprimento e largura. Para o envase foi utilizado seladora à vácuo semi-industrial modelo: SV-600LW (Cetro de embalagens, Baurú, São Paulo). Foi utilizado vácuo de $0,08 \text{MPa}$ e tempo de solda de 15 segundos. O envase desse tratamento foi realizado na Empresa Olam, Óleos da Amazonia Ltda, sediada na cidade de Rio Branco, Acre.

A embalagem do tipo silo bolsa (Figura 7b) foi produzida a partir polietileno de alta densidade (PEAD) formada por três camadas, sendo duas internas pretas e uma externa de cor branca constituída de dióxido de titânio (DuPont Ti-Pure®), nas dimensões de $160 \times 160 \text{mm}$ de comprimento e largura, e gramatura de $0,0220 \text{g}/\text{cm}^2$. Para a embalagem tradicional (Figura 7c), foi utilizado embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD), com espessura de $12 \mu\text{m}$ gramatura de $0,0058 \text{g}/\text{cm}^2$, com dimensões de $150 \times 170 \text{mm}$ de comprimento e largura. Ambas as embalagens foram seladas em seladora de pedal (Cetro de embalagens, Baurú, São Paulo). A selagem aconteceu no Laboratório Entomologia da Universidade Federal do Acre, Ufac.

Figura 7. Aspecto geral das amostras de feijões embalados a vácuo (a), silo bolsa (b) e embalagem tradicional de saco plástico sem vácuo (b), Acre, 2023Acre, 2023.



Fonte: A autora.

3.3 PESQUISA BIOMÉTRICA DE GRÃOS DE FEIJÃO COLETADOS EM MARECHAL THAUMATURGO, ACRE.

As análises biométricas dos grãos das variedades de feijão foram realizadas registrando-se as medidas do comprimento, altura e espessura dos grãos, conforme Figura 8. Essas medidas foram tomadas a partir de 100 grãos com uso de paquímetro digital registrando-as em milímetros (mm), assim como a massa de 100 grãos que foi obtida em gramas a partir da pesagem de 100 unidades de grãos de feijão, usando uma balança de precisão semi-analítica.

Figura 8. Medidas do comprimento (a), largura (b) e espessura (c) dos grãos de feijão.

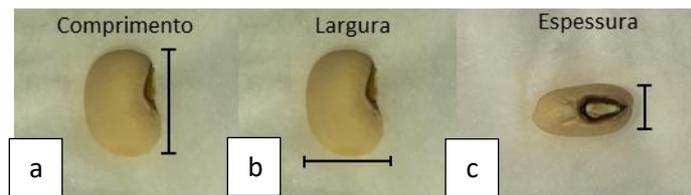


Foto: A autora

3.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE NUTRICIONAL DOS FEIJÕES COLETADOS EM FUNÇÃO DE EMBALAGENS E TEMPO DE ARMAZENAMENTO DISTINTOS

3.4.1 Avaliação da qualidade nutricional e de armazenamento dos feijões do Juruá, Acre.

Para a realização das análises da qualidade nutricional, as amostras das variedades foram trituradas em moinho de facas tipo Willey, modelo SL-31, com peneira de 20 mesh acoplada ao equipamento com abertura de 0,841 mm. As análises de composição centesimal: umidade, por secagem direta em estufa a 105°C; proteínas, realizada pelo método de micro Kjeldahl, com fator de correção 6,25; cinzas, obtida após a incineração dos resíduos em mufla a 600°C; e fibra bruta das 14 variedades de feijão, foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Embrapa Acre.

As análises de lipídios foram realizadas no Laboratório de físico-química da Unidade de Tecnologia de Alimentos pertencente à Universidade Federal do Acre – Ufal/Ufac, através do método de extração direta em extrator de Soxhlet. As análises de umidade, proteínas, lipídios e cinzas, foram realizadas de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008), com resultados dispostos em g.100g^{-1} .

A percentagem de fibra bruta foi detectada de acordo com método da AOCS Approved Procedure Ba 6^a-09 (AOAC, 2009), com resultados expressos em g.100g^{-1} . Os teores de carboidratos das amostras foram calculados por diferença, por meio da fórmula: carboidratos = $100 - (\text{umidade} + \text{proteína} + \text{cinzas} + \text{lipídios})$. O valor energético foi expresso em Kcal.100g^{-1} obtido pela multiplicação dos valores de carboidratos por 4,0, proteínas por 4,0, e os lipídios por 9,0 de acordo os coeficientes de Atwater (WATT; MERRILL, 1963).

As análises de minerais (Cálcio, Magnésio Ferro Zinco e Manganês) foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade Hidrolabor, na cidade de Diadema, SP, de acordo com metodologia descritas nos Métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz, (2005); tendo os resultados expressos em mg.100^{-1} . Todas as análises foram realizadas em triplicata visando o tratamento estatístico dos resultados, sendo os cálculos desses resultados expressos em base seca. Para o presente estudo as análises de minerais foram realizadas apenas para as variedades *P. vulgaris* Peruano Amarelo e *V. unguiculata* (Corujinha Vermelho). Na impossibilidade de realização das análises de minerais, em função de custos, essas duas variedades foram escolhidas para serem representativas para cada gênero estudado.

As análises das antocianinas dos grãos de feijão foram realizadas de acordo com metodologia descrita por Abdel-Aal et al. (2006) e Abdel-Aal; Huel (1999). Os resultados foram calculados em base úmida e apresentados em $\mu\text{g.g}^{-1}$. A quantificação das enzimas

polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (PO) seguiram protocolo descrito por Moura et al. (1999); Gomes et al. (2001) e Borges et al. (2005).

As absorvâncias foram determinadas a 420 nm a cada 15 segundos por um período de quatro minutos. Os resultados foram expressos em atividade específica ($A \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$). Essas análises foram realizadas no Laboratório de Grãos e Subprodutos da Embrapa Arroz Feijão em Santo Antônio de Goiás – GO.

3.4.2 Análises para avaliação da qualidade tecnológica dos feijões do Juruá, Acre.

Para a determinação da cor das variedades de feijão foi utilizado colorímetro Konica Minolta CR-5 e a escala de cor utilizada foi CIE Lab (L^* , a^* , b^*), com iluminante D65 e ângulo de 10° . Os testes foram realizados em três repetições de 50 g. para cada amostra, utilizando-se uma cubeta com os grãos inteiros e limpos.

Os valores resultantes foram as coordenadas cromáticas: luminosidade (L^*) variando da cor branca (claridade total (100)) à preta (0). As coordenadas a^* , variando da cor vermelha (+a) a verde (-a) e b^* variando da cor amarela (+b) a azul (-b). Foi calculado também o croma (C^*), que expressa a intensidade da cor ou saturação, o ângulo de tonalidade (h°), que indica a tonalidade da cor observável e a variação total da cor entre as amostras (ΔE^*). As análises das cores foram realizadas no Laboratório de análise de Alimentos da Embrapa Acre. Os resultados para o (h°) ângulo de tonalidade, (C^*) croma e para (ΔE) a diferença total de cor foram obtidos de acordo com as equações 1, 2 e 3 respectivamente.

$$h^\circ = \text{arc tg} \left(\frac{b}{a} \right) \quad (1)$$

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (2)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3)$$

Para determinação do tempo de cocção as amostras dos feijões foram avaliadas de acordo com a metodologia desenvolvida por Carvalho et al. (2017), adaptada, que consiste em colocar amostras de 50 grãos de cada variedade em saquinhos de tule em 120 mL de água destilada por 12 horas para hidratação. As amostras foram cozidas em panela de pressão e fogão domésticos. Foram utilizados tempos de cozimentos diferenciados para feijão-comum e feijão-caupi em decorrência da percepção da diferença no tempo de cozimento para os dois gêneros estudados nos testes prévios às análises.

Para variedades de feijão-comum o cozimento aconteceu nos tempos 13, 17, 21, 25, 29 e 31 minutos. Em cada tempo houve a abertura da panela para verificação do cozimento. Para variedades de feijão-caupi as amostras foram cozidas nos tempos de 10, 13, 16 minutos, quando todas as amostras apresentaram aspecto de cozidas, ou seja, quando os primeiros grãos apareceram rachados ou danificados. O tempo de cozimento foi então anotado, e o número de grãos danificados foram contados. O resultado do tempo foi expresso em minutos e o número de grãos danificados em %.

Foi determinado o tempo de hidratação por meio da porcentagem de água absorvida pelas amostras de feijão segundo a metodologia descrita por Berrios (1999), com alterações. Para as análises foram separadas 10 gramas de cada amostra de feijão, imersas em 120 mL de água destilada e pesadas nos tempos estabelecidos, após terem a água escorrida e serem parcialmente secas em papel toalha. Para as variedades de feijão-comum as amostras foram pesadas nos tempos 0, 2, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas de embebição. Para feijão-caupi a massa de água absorvida foi verificada nos tempos 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12 e 16 horas. Foram utilizados tempos diferentes de hidratação e cozimento para os dois gêneros de feijão pesquisados (*P. vulgaris* e *V. unguiculata*) porque em testes preliminares verificou-se diferença no padrão de absorção de água.

3.4.3 Tratamento estatístico dos resultados

Para o tratamento dos resultados, o delineamento utilizado foi inteiramente causalizado, DIC, com três repetições. Os dados foram tratados por meio do programa operacional R Studio 4.05. Foi aplicado o teste de *Shapiro-wilk* para verificar a normalidade dos dados e teste de Bartlett para checar a homogeneidade das variâncias. Foi aplicado a análise de variância, ANOVA, e o teste de F. Além desses, para verificação da significância entre médias diferentes, foi aplicado o Teste de Tukey ($P < 0,05$) em todos os tratamentos.

Para o tratamento estatístico dos resultados foram consideradas as seis variedades de feijão-comum e as oito de feijão-caupi, sendo estas as parcelas experimentais. Os tratamentos corresponderam às diferentes formas de embalagem no tempo de armazenamento 0 e 12 meses.

Em cada parcela experimental (14 variedades) avaliou-se apenas entre a mesma variedade. Para todos os resultados das análises, cada parâmetro (umidade, biometria, proteínas, lipídios, cinzas, carboidratos, valor nutricional, antocianinas, fibra bruta, cor, polifenoloxidase, peroxidase e tempo de cozimento) foi avaliado de forma individualizada entre e dentro de cada tratamento. Os dados resultantes do teste de hidratação foram comparados apenas entre os

tratamentos para cada tempo de embebição avaliado. Não sendo testados dentro de cada tratamento.

O tratamento T02 foi comparado apenas para verificar possíveis perdas durante o processo de estocagem das variedades sob congelamento. O tratamento T01 foi a referência para avaliação da eficiência de cada embalagem durante o armazenamento à temperatura ambiente nas diferentes embalagens.

Para os testes de cozimento de feijão-comum a análise estatística foi realizada para os tempos de cozimento, já que estes apresentaram-se diferentes. Para feijão-caupi o tratamento estatístico do T01 e T01 foi realizado para o tempo e para o número de grãos danificados porque o tempo de cozimento foi igual para todas as amostras. Para a variedade de feijão Corujinha Preto também foi utilizado o critério de avaliar estatisticamente o número de grãos danificados já que houve igualdade nos resultados em todos os tratamentos.

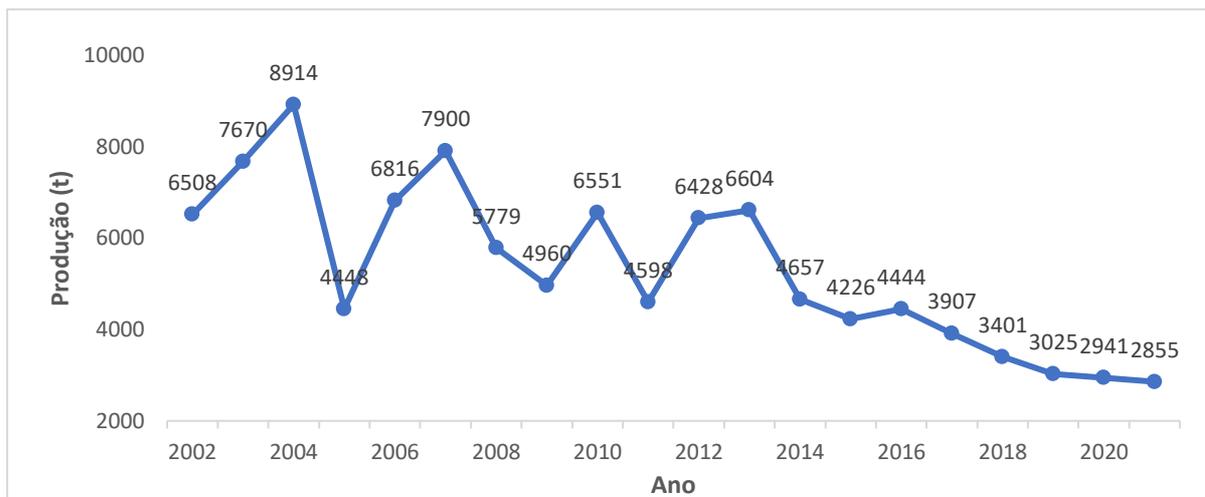
4 RESULTADOS

4.1 PRODUÇÃO DE FEIJÃO NO ESTADO DO ACRE

Durante a pesquisa verificou-se que em todos os municípios do Acre tem produção de feijão, e que tem ocorrido queda nessa produção ao longo dos 20 anos pesquisados (2002 a 2021), (Figura 9). Verificou-se que nos anos de 2002 a 2012 a produção de feijão foi maior, ocorrendo queda nos anos subsequentes, acentuando-se nos últimos cinco anos (2017 – 2021) (IBGE, 2022). Deve-se levar em consideração que os dados informados pelo IBGE são para feijão-comum e feijão-caupi juntos, não sendo possível a avaliação de forma individualizada.

De acordo com os dados levantados, observou-se que a média da produção de feijão nos municípios do Estado do Acre, durante cinco últimos anos, para os municípios foi 146,62 t por ano, o que é resultado de uma baixa produtividade e pode ser atribuído ao baixo aporte tecnológico para a cultura.

Figura 9. Gráfico da produção de feijão no estado do Acre nos anos 2002 a 2021.



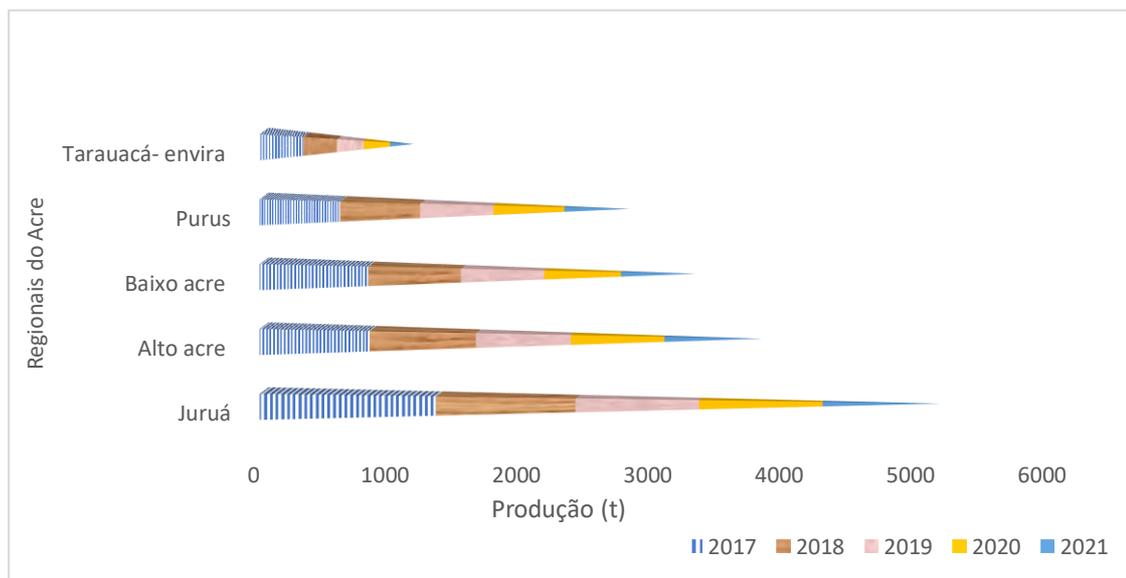
Fonte: IBGE, 2022.

A regional com maior produção de feijão foi o Juruá (Figura 10). A soma da produção para os anos (2017-2021) em todas as regionais do Acre foram: 5143, 3785, 3284, 2779 e 1138 t, para as regionais do Juruá, Alto Acre, Baixo Acre, Purus e Tarauacá-Envira respectivamente (Figura 10). Nas safras de 2017 a 2021 a regional Juruá produziu 34, 31, 31, 32 e 31% de todo feijão produzido no Acre respectivamente.

A Regional do Juruá é formada pelos municípios de Cruzeiro do Sul, Mâncio Lima, Marechal Thaumaturgo, Porto Walter e Rodrigues Alves. Em todos os municípios dessa regional pode-se destacar a média mais elevada na produção de feijão nos últimos cinco anos

em relação ao restante do estado, (em torno de 206 t/ano), onde o Municípios de Marechal Thaumaturgo é o que obtém maior média com 260 t/ano, seguido por Cruzeiro do Sul, com 238 t/ano. A média de produção total do município de Marechal Thaumaturgo é 177,46% acima da média dos municípios nos últimos cinco anos (147 t/ano/município).

Figura 10. Gráfico da produção de feijão nas regionais do Acre nos anos de 2017 a 2021.



Fonte: IBGE, 2022.

A Figura 10 demonstra a produção de feijão dos municípios da Regional do Alto Acre, (segunda com maior produção), formada pelos municípios de Assis Brasil, Brasiléia, Epitaciolândia e Xapuri, onde pode-se destacar os municípios de Brasiléia e Xapuri como os maiores produtores daquela regional, (média de 293 e 203 t/ano respectivamente), média da regional em 189 t/ano.

A regional do Baixo Acre, é a terceira regional com maior produção, formada pelos municípios, Acrelândia, Bujari, Capixaba, Rio Branco, Porto Acre, Senador Guionard, e Plácido de Castro, obtendo média de produção de 94 t/ano, para os cinco últimos anos pesquisados. Destaca-se os municípios de Rio Branco, Acrelândia e Bujari como os maiores produtores da regional, com média de 164, 137 e 133 t no período respectivamente. A produção total de todos os municípios juntos foi de 3.284 t nos últimos cinco anos.

A Regional do Purus, formada pelos municípios de Manoel Urbano, Santa Rosa do Purus e Sena Madureira ocupa a posição número quatro na produção de feijão do estado e possui média de 185 t/ano. Destaca-se o município de Sena Madureira, que obteve a maior

produção da regional 424 t/ano, sendo também o município que mais produz feijão no Acre. Tendo produção total de 2.779 t nos últimos cinco anos.

Tarauacá-Envira é a regional com menor produção do Estado, onde o município de maior produção é Feijó com média de 113 t/ano. A média da regional é de 75 t/ano. Lá também está localizado o município com menor produção de feijão do Acre, Jordão (média de 15 t/ano). A regional é formada apenas por três municípios: Feijó, Tarauacá e Manoel Urbano.

4.2 ASPECTOS GERAIS DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE FEIJÕES NO VALE DO JURUÁ.

Os feijões acrianos são cultivados por agricultores familiares de ambos os sexos, com idade de 22 a 58 anos, baixa escolaridade e que moram na área há mais de 15 anos. Os sistemas de produção local de feijões foram identificados como: a. sistema de plantio abafado que ocorre na terra firme usando o feijoeiro comum e b. o sistema de praia adotado para o cultivo do caupi; e c. sistema de derrubada e queima.

Os agricultores familiares semeiam pelo menos duas variedades de feijão-comum em terra firme e quatro de feijão-caupi na praia, em áreas pequenas com média de até 1,0 ha em cada ambiente. As sementes dos feijões utilizadas para o plantio em terra firme e várzea são mantidas e trocadas entre os agricultores, sendo uma prática agroecológica comum entre os produtores. Essa rede de troca de sementes entre os agricultores observada no local contribui para a conservação genética das variedades de feijões e da manutenção da agrobiodiversidade local dos feijões denominada *on farm*.

Sistema de plantio abafado: O sistema de cultivo abafado é mais apropriado à produção do feijoeiro comum. A época do plantio de feijão-comum inicia-se no mês de março, abril até maio, dependendo do regime de chuvas. A colheita tem início nos meses de julho e agosto. O plantio dos grãos é feito a lanço em área de capoeira com três anos de pousio em média. A vegetação é parcialmente derrubada preservando-se estacas para o tutoramento das plantas de feijoeiro. Neste sistema são gastos até 35 kg de sementes por hectare em média (Figura 11). As plantas de feijoeiro no sistema abafado crescem apoiando-se nas estacas num solo com cobertura morta o que evita o crescimento de plantas espontâneas e conserva a umidade do solo.

Sistema de cultivo de praia: Este sistema é usado para feijão-caupi (Figura 12). O plantio acontece normalmente entre maio e junho e a colheita se inicia em agosto podendo se estender até outubro, quando acaba a estação seca e o rio volta a subir novamente. O feijoeiro caupi é semeado nas praias e barrancos dos rios em covas que são abertas com auxílio de

enxadas ou matraca em pequenas áreas aproveitando a fertilidade dos solos pelos nutrientes depositados pelas cheias na época chuvosa. A colheita é feita semanalmente ocorrendo até 15 colheitas durante o ciclo de vida da planta. A rusticidade, facilidade no cultivo e a produtividade do feijão-caupi faz com que os agricultores tenham elevado as áreas de cultivo.

Figura 11. Aspecto do sistema de cultivo de feijão em sistema abafado no Juruá, Acre.



Fotos: Antônio Silva de Jesus

Sistema de derruba e queima: No sistema convencional local as lavouras de feijão-comum são implantadas em áreas que inicialmente eram ocupadas por florestas secundárias (capoeiras) após a derrubada e queima da vegetação. Os plantios são estabelecidos nas áreas e cultivadas durante duas colheitas e/ou até a fertilidade do solo se exaurir. A rápida degradação dos solos, associada à extração de nutrientes pelo feijão leva à perda da produtividade da cultura.

Figura 12. Aspecto do sistema de cultivo de feijão em sistema produtivo de praia.



Foto: Antônio Silva de Jesus (1); A autora (2 e 3).

Todos os tratos culturais na produção, colheita e secagem dos grãos de ambos os feijões são realizados manualmente sem uso de maquinário pesado, desde a abertura de covas até a operação de secagem ao sol, em terreiros próximos às residências. Após a secagem natural ao

sol, os grãos são embalados em sacos plásticos e envolvidos com outra embalagem de rafia com capacidade de 50 kg.

Na unidade de beneficiamento da comunidade, os grãos são trilhados, e após retirada de impurezas, são acondicionados em recipientes plásticos com capacidade de 200 kg ou em garrafas plásticas (PET) com capacidade para dois litros. Essas garrafas são normalmente usadas para guardar as sementes que serão destinadas ao próximo plantio, sendo o excedente usado no consumo das famílias.

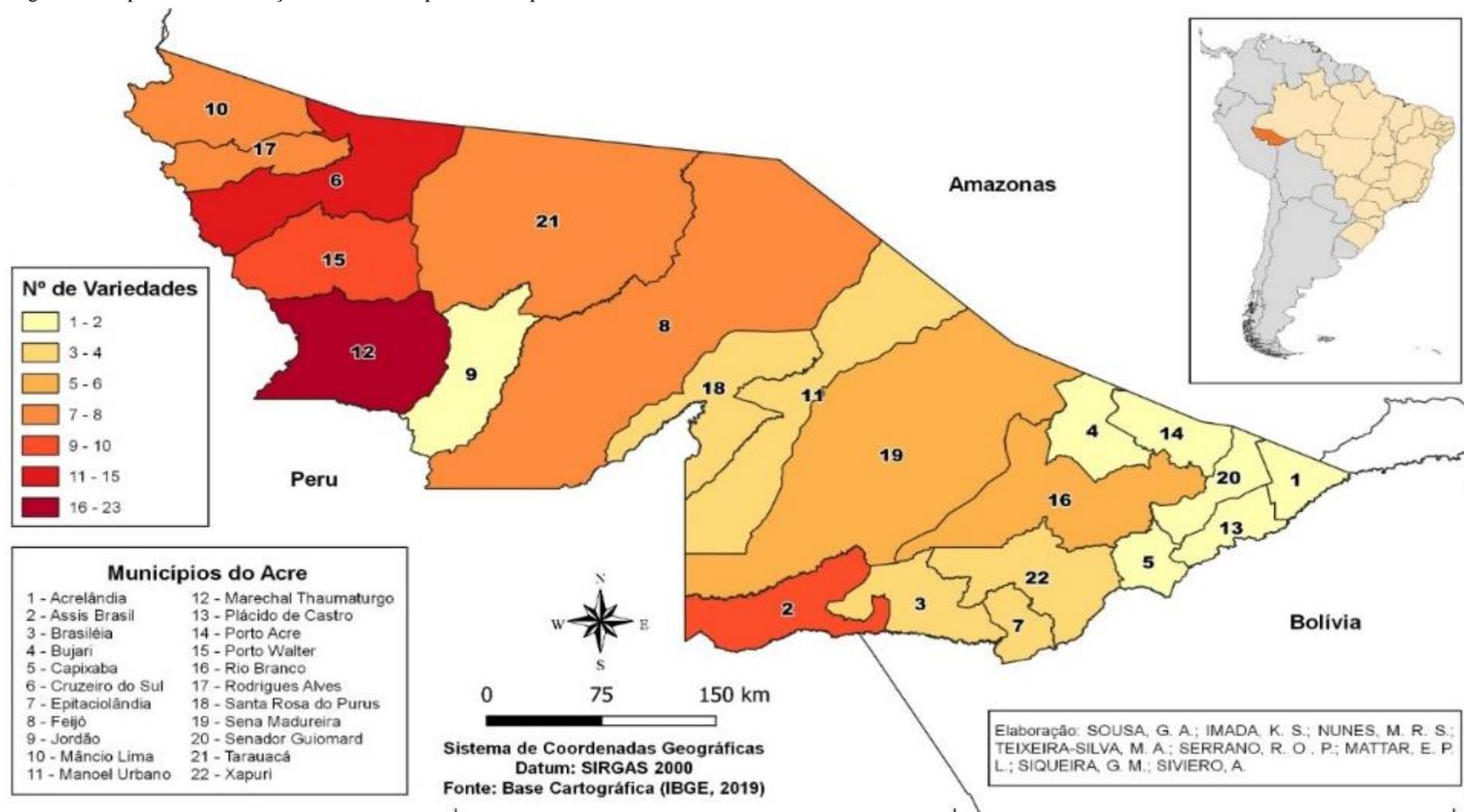
A comercialização da produção de feijões na região se dá por escambo, cooperativa, intermediários, mercados locais ou pela venda direta ao consumidor junto a feira de produtos agropecuários no município de Marechal Thaumaturgo, ou Cruzeiro do Sul. O preço de venda dos feijões é altamente variável a cada safra e depende do volume e qualidade do produto ofertado. Nos últimos anos o preço pago ao agricultor pelo quilo de feijão variou de R \$ 3,00 a R \$ 5,00, o que nem sempre remunera o custo de produção.

4.3 DIVERSIDADE DE VARIEDADES DE FEIJÃO CULTIVADAS NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO ACRE

De acordo com a pesquisa realizada junto aos municípios, foi possível verificar a grande riqueza de variedades de feijões presentes no estado do Acre. A Figura 13 sintetiza o número de variedades encontrados em cada município do Acre.

De acordo com os resultados, todos os municípios cultivam pelo menos duas variedades de feijão, o que totalizou 38 variedades, sendo 18 variedades de feijão-comum e 20 de feijão-caupi em todo estado. A Regional do Juruá foi a que apresentou a maior diversidade de variedades de feijão quando comparada às demais regionais, sendo 16 variedades de feijão-comum e 12 variedades de feijão-caupi, totalizando 28 variedades (Quadros 01 e 02).

Figura 13. Mapa com a distribuição de variedades pelos municípios do Acre



Quadro 1. Levantamento de variedades *P. vulgaris* no estado do Acre.

	Regionais Variedades feijão- comum (<i>P. vulgaris</i>) /Municípios	Alto Acre				Baixo Acre								Juruá				Purus			Tarauacá-Envira		
		A. Bra.	Bra.	Epi.	Xap.	Acr.	Buj.	Cap.	P. Cas.	P. Acr.	R. Bra.	S. Gui.	C. Sul	M. Lim.	M. Tha.	P. Wal.	R. Alv.	M. Urb.	S. R. Pur.	S. Mad.	Fei.	Jor.	Tar.
1	Canário enxofre																						
2	Carioca																						
3	Feijão rajado																						
4	Gurgutuba amarelo																						
5	Gurgutuba bege																						
6	Gurgutuba branco																						
7	Gurgutuba rajado																						
8	Gurgutuba rajado amarelo																						
9	Gurgutuba vermelho																						
10	Peruano amarelo																						
11	Peruano branco																						
12	Peruano vermelho																						
13	Preto de arranque																						
14	Preto de Thaumaturgo																						
15	Rosinha																						
16	Roxo de Thaumaturgo																						
17	Roxo Mineiro																						
Legenda: Grupos de feijões		Branco	x	Rajado					Vermelho		amarelo					Bege		Marron		Rosa		Preto	

Municípios do Acre: A. Bra.: Assis Brasil; Bra.: Brasiléia; Epi.: Epiaciolândia; Xap.: Xapuri; Acr.: Acrelândia; Buj.: Bujari; Cap.: Capixaba; P. Cas.: Plácido de Castro; P. Acr.: Porto Acre; R. Bra.: Rio Branco; S. Gui.: Senador Guiomard; C. Sul: Cruzeiro do Sul; M. Lim: Mâncio Lima; M. Tha.: Marechal Thaumaturgo; P. Wal.: Porto Valter; R. Alv: Rodrigues Alves; M. Urb.: Manoel Urbano; S. R. Pur. Santa Rosa do Purus; S. Mad.: Sena Madureira. Fei.: Feijó; Jor.: Jordão; Tar.: Tarauacá. Fonte: A autora.

Quadro 2. Levantamento de variedades de *V. unguiculata* no estado do Acre.

Regionais		Alto Acre				Baixo Acre						Juruá					Purus			Tarauacá-Envira			
Variedades de feijão-caupi (<i>V. unguiculata</i> /Municípios)		A. Bra.	Bra.	Epi.	Xap.	Acr.	Buj.	Cap.	P. Cas.	P. Acr.	R. Bra.	S. Gui.	C. Sul.	M. Lim.	M. Tha.	P. Wal.	R. Alv.	M. Urb.	S. R. Pur.	S. Mad.	Fei.	Jor.	Tar.
1	Arigó																						
2	Baiano																						
3	Barrigudinho																			x			
4	Branco	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
5	Caretinha																						
6	Caupi preto																						
7	Caupi roxo																						
8	Cearense																						
9	Corujinha																						
10	Costela de vaca	x																					
11	Costelinha																						
12	Feijão corda							x															
13	Manteigão																						
14	Manteiguinha																						
15	Manteiguinha roxo																						
16	Marronzinho																						
17	Mudubim rama																						
18	Preto praia																						
19	Preto rama																						
20	Quarentão	x											x	x	x	x	x						
21	Roxinho de praia																						
Legenda: Grupos de feijões		Branco		x	Rajado		Vermelho					Bege		Marron		Rosa				Preto			

Municípios do Acre: A. Bra.: Assis Brasil; Bra.: Brasiléia; Epi.: Eptaciolândia; Xap.: Xapuri; Acr.: Acrelândia; Buj.: Bujari.; Cap.: Capixaba; P. Cas.: Plácido de Castro; P. Acr.: Porto Acre; R. Bra.: Rio Branco; S. Gui.: Senador Guiomard; C. Sul.: Cruzeiro do Sul; M. Lim.: Mâncio Lima; M. Tha.: Marechal Thaumaturgo; P. Wal.: Porto Valter; R. Alv.: Rodrigues Alves; M. Urb.: Manoel Urbano; S. R. Pur. Santa Rosa do Purus; S. Mad.: Sena Madureira. Fei.: Feijó; Jor.: Jordão; Tar.: Tarauacá. Fonte: A autora.

O município de Marechal Thaumaturgo concentra a maior diversidade de variedades do estado: 14 variedades de feijão-comum e 12 variedades de feijão-caupi. O segundo município com maior ocorrência de variedades foi Cruzeiro do Sul, com 6 variedades de feijão-comum e 8 de feijão-caupi.

Outro ponto a se considerar é que a diversidade de feijão-comum do Acre está concentrada nos municípios de Marechal Thaumaturgo e Cruzeiro do Sul. Existe ainda variedades tanto de feijão-comum quanto de feijão-caupi que são encontradas apenas em Marechal Thaumaturgo, como é o caso dos diversos tipos de feijão gurgutuba (são cinco tipos diferentes), sendo mantida pelos agricultores que guardam suas sementes a cada ano após a colheita. Segundo relato dos agricultores, essas variedades têm diminuído o quantitativo de área plantada a cada ano, o que é preocupante pois traz o risco de erosão genética.

Os municípios de Rodrigues Alves e Mâncio Lima são os que apresentaram menor número de variedades de feijão na regional Juruá (8 variedades), destacando-se que, segundo o levantamento, as variedades encontradas nesses municípios foram apenas de feijão-caupi.

Nos Quadros 01 e 02 estão destacadas a indicação das cores as quais essas variedades se assemelham. É necessário ressaltar que, foram identificados os nomes comuns dos feijões nos municípios, procurando-se associar as variedades iguais e que, por ventura, tivessem nomes diferentes; porém, pode ser que em alguns municípios se utilizem nomes diferentes para a designação da mesma variedade e, nesse aspecto, procurou-se associar variedades que eram conhecidamente semelhantes.

As regionais Alto Acre, Baixo Acre e Purus cultivam, principalmente, variedades de feijão-comum (*P. vulgaris*) Carioca e Rosinha, ocorrendo alta diversidade apenas para o *V. unguiculata*. Nessas regionais, foi encontrado diversidade de variedades de feijão-caupi nos municípios de Assis Brasil, (7 variedades), Rio Branco, Sena Madureira, Feijó e Tarauacá (5 variedades cada). Nos demais municípios o cultivo acontece com poucas variedades, normalmente feijão carioca, feijão rosinha e/ou feijão branco.

4.4 RESULTADOS DAS ANÁLISES BIOMÉTRICAS DE GRÃOS DE FEIJÕES DO JURUÁ

Os resultados das medidas biométricas dos grãos de feijões quantificando largura, comprimento, espessura, massa de 100 grãos e umidade estão demonstrados nas Tabelas 01 e 02. Foram realizadas as medidas das variedades de feijão cultivados nos anos 2019/2020, identificadas como T01 e os cultivados em 2021 identificadas como T02, todos coletados na

cidade de Marechal Thaumaturgo, pertencente a regional que é o maior centro de produção e diversidade de variedades de feijões do estado do Acre.

Os resultados dos ensaios biométricos, de acordo com a Tabela 1, demonstram que as variedades de feijão-comum (*P. vulgaris*), que possuem as maiores medidas de comprimento, largura e espessura respectivamente são: Gurgutuba Branco, comprimento de $15,72 \pm 1,08$ mm, altura de $8,25 \pm 0,56$ mm e espessura $6,19 \pm 0,49$ e Gurgutuba vermelho com $14,45 \pm 0,98$ mm de comprimento, $7,13 \pm 0,41$ mm de largura e $5,29 \pm 0,47$ mm de altura. Demais variedades apresentaram tamanhos menores sendo o Preto de Arranque o menor grão dessa espécie com $9,69 \pm 0,62$ de altura, $6,19 \pm 0,35$ de largura e $4,53 \pm 0,33$ mm de espessura.

Verificou-se também que as variedades são bem diferentes entre si para todas as dimensões analisadas, e que existe diferença também entre as dimensões das mesmas variedades em anos de colheita diferentes, como pode ser vista nos tratamentos T02 e T01 (Tabela 1).

Tabela 1. Medidas biométricas dos grãos de variedades de feijão-comum e feijão-caupi do Juruá, Acre. Feijão safra 2021 (T02); Feijão safra 2019/2020 (T01).

Variedades	T02	T01	T02	T01	T02	T01
	Comprimento (mm)		Largura (mm)		Espessura (mm)	
<i>P. vulgaris</i>						
EX	-	$11,35 \pm 0,74^c$	-	$6,25 \pm 0,33^d$	-	$4,75 \pm 0,39^d$
PA	$10,13 \pm 0,80^{Bc}$	$11,03 \pm 0,66^{Ac}$	$6,40 \pm 0,55^{Bc}$	$6,84 \pm 0,33^{Ac}$	$5,46 \pm 0,69^{Ba}$	$5,95 \pm 0,39^{Aab}$
GB	$14,92 \pm 1,12^{Ba}$	$15,72 \pm 1,08^{Aa}$	$7,45 \pm 0,45^{Ba}$	$8,25 \pm 0,56^{Aa}$	$5,56 \pm 0,56^{Bab}$	$6,19 \pm 0,49^{Aa}$
PV	$11,19 \pm 0,93^{Ab}$	$11,10 \pm 1,69^{Ac}$	$7,04 \pm 0,39^{Ab}$	$6,94 \pm 0,41^{Abc}$	$5,77 \pm 0,41^{Aa}$	$5,82 \pm 0,48^{Ab}$
GV	-	$14,45 \pm 0,98^b$		$7,13 \pm 0,41^b$	-	$5,29 \pm 0,47^c$
PQ	-	$9,69 \pm 0,62^d$	-	$6,19 \pm 0,35^d$	-	$4,53 \pm 0,33^d$
<i>V. unguiculata</i>						
QT	$11,09 \pm 0,73^{Aa}$	$11,23 \pm 0,57^{Aa}$	$7,52 \pm 0,43^{Aa}$	$7,60 \pm 0,49^{Aa}$	$4,79 \pm 0,35^{Aa}$	$5,39 \pm 0,37^{Aa}$
CV	$8,60 \pm 0,72^{Ab}$	$8,68 \pm 1,06^{Ab}$	$6,37 \pm 0,41^{Ab}$	$6,52 \pm 0,38^{Ab}$	$4,39 \pm 0,30^{Ab}$	$4,85 \pm 0,32^{Ab}$
MB	$5,84 \pm 0,33^{Af}$	$5,86 \pm 0,46^{Af}$	$4,55 \pm 0,26^{Be}$	$4,77 \pm 0,45^{Af}$	$4,39 \pm 0,21^{Be}$	$3,78 \pm 0,31^{Ad}$
CM	$7,82 \pm 0,40^{Ac}$	$7,66 \pm 0,46^{Ad}$	$5,97 \pm 0,30^{Ac}$	$5,74 \pm 0,30^{Bd}$	$5,27 \pm 0,26^{Ac}$	$4,89 \pm 0,29^{Ab}$
MR	$6,40 \pm 0,56^{Ae}$	$6,38 \pm 0,62^{Ae}$	$5,51 \pm 0,34^{Ad}$	$5,36 \pm 0,39^{Ae}$	$5,42 \pm 0,26^{Ad}$	$4,39 \pm 0,31^{Ac}$
AG	-	$8,30 \pm 0,71^{bc}$	-	$6,23 \pm 0,49^c$	-	$4,92 \pm 0,41^b$
CP	$8,48 \pm 0,51^{Ab}$	$8,18 \pm 0,43^{Bc}$	$6,32 \pm 0,25^{Ab}$	$6,32 \pm 0,29^{Abc}$	$4,93 \pm 0,25^{Aab}$	$5,33 \pm 0,29^{Aa}$
PP	$6,91 \pm 0,86^{Bd}$	$7,62 \pm 0,70^{Ad}$	$6,19 \pm 0,44^{Ab}$	$6,06 \pm 0,62^{Ac}$	$5,14 \pm 0,34^{Ac}$	$4,83 \pm 0,39^{Ab}$

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos e as letras minúsculas em cada coluna indicam diferença estatística entre as variedades pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Para variedades de feijão-caupi (*V. unguiculata*), os resultados médios para o comprimento largura e espessura das variedades foram: $11,23 \pm 0,57$ mm, $7,60 \pm 0,49$ mm e $5,39 \pm 0,37$ mm para comprimento, largura e espessura da variedade Quarentão. Essa variedade

possui as dimensões maiores diferenciando-se do tamanho de todas as outras variedades. A variedade Manteiguinha Branco apresenta as menores dimensões: $5,84 \pm 0,33$ mm $4,55 \pm 0,26$, e $3,78 \pm 0,31$ mm. Demais variedades apresentaram tamanho médio entre esses valores. Cabe ressaltar que para variedades de feijão-caupi praticamente não houve diferença entre as safras de anos diferentes, exceto para as variedades Corujinha Preto e Preto de Praia.

Nas medidas da massa de 100 grãos em feijão-comum, observou-se variação entre 49,83 g para a variedade Gurgutuba Branco e 20,89 g para a Preto de Arranque (Tabela 02). Na comparação entre safras, o valor da massa de 100 grãos é igual para a variedade Peruano vermelho e diferente em termos estatísticos para as variedades Gurgutuba Branco e Peruano Amarelo. A massa de 100 grãos das variedades de feijão-comum estivera entre 46,56 g (Gurgutuba Branco) e 20,89g (Preto de Arranque).

Nas medidas da massa de 100 grãos para variedades de feijão-caupi, como consta na Tabela 02, a massa variou entre 7,39 g para a variedade Manteiguinha Branco e 30,05 g para a Quarentão, com umidade variando entre 13,01 para Manteiguinha Branco e 8,74 para Arigó.

Tabela 2. Resultados das análises de umidade e peso de 100 grãos de variedades de feijão-comum e feijão-caupi do Juruá, Acre. Feijão safra 2021 (T02); Feijão safra 2019/2020 (T01).

Variedades	M. 100 grãos (g)		Umidade (%)	
	T02	T01	T02	T01
<i>P. vulgaris</i>				
EX	-	24,84 ^c	-	9,45±0,45 ^{Bbc}
PA	29,68±0,87 ^{Ab}	32,00±0,64 ^{Bb}	11,75±0,57 ^{Aa}	10,52±0,15 ^{ABa}
GB	49,83±1,07 ^{Aa}	46,56±0,23 ^{Ba}	11,53±0,12 ^{Aa}	10,09±0,19 ^{ABabc}
PV	32,34±1,44 ^{Ab}	32,82±0,11 ^{Ab}	11,74±0,37 ^{Aa}	9,13±0,53 ^{BCc}
GV	-	44,91±1,32 ^a	-	10,43±0,28 ^{Aab}
PQ	-	20,89±0,11 ^d	-	9,85±0,49 ^{Aabc}
<i>V. unguiculata</i>				
QT	30,05±0,98 ^{Aa}	29,98±0,44 ^{Aa}	11,28±0,09 ^{Abc}	9,87±0,10 ^{Aab}
CV	17,87±0,18 ^{Ab}	18,99±0,38 ^{Bb}	11,96±0,07 ^{Ab}	9,35±0,32 ^{Cbc}
MB	7,39±1,28 ^{Ae}	8,53±1,00 ^{Ae}	13,01±0,28 ^{Aa}	9,12±0,28 ^{Bbcd}
CM	13,63±0,28 ^{Ac}	13,82±0,15 ^{Ac}	11,56±0,38 ^{Abc}	10,57±0,09 ^{Ba}
MR	10,74±0,22 ^{Ad}	10,20±0,09 ^{Bd}	10,94±0,22 ^{Ac}	10,57±0,51 ^{Aa}
AG	-	15,27±0,31 ^c	-	8,73±0,38 ^{AcD}
CP	18,41±0,66 ^{Ab}	18,65±0,37 ^{Ab}	11,85±0,33 ^{Ab}	8,75±0,36 ^{Bcd}
PP	13,43±0,33 ^{Ac}	13,93±0,31 ^{Ac}	11,77±0,26 ^{Ab}	8,30±0,11 ^{Cd}

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos e as letras minúsculas em cada coluna indicam diferença estatística entre as variedades pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Para as análises de umidade os maiores valores encontrados da espécie *P. vulgaris* foram para as variedades colhidas no ano de 2021, tratamento T02. Os valores foram 11,75% (Peruano amarelo); 11,74% (Peruano Vermelho) e 11,53% para Gurgutuba Branco. Esses valores se diferenciam entre si. Variedades do tratamento T01 tiveram a umidade em valores mais baixos, diferenciando-se das amostras do tratamento T02. As menores médias de umidade foram detectadas nas variedades Gurgutuba vermelho (10,43%), Preto de Arranque (9,85%) e Enxofre (9,45%), esses valores foram considerados iguais em termos estatísticos.

Entre os feijões caupi o maior valor de umidade foi 13,01% para a variedade Manteiguinha Branco diferindo dos demais resultados. O menor quantitativo encontrado foi de 8,74% para a variedade Arigó. Entre as safras, verificou-se diferença para a maioria das variedades nos dois anos amostrados. São estatisticamente iguais em termos de umidade comparando-se os dois tratamentos. As variedades Manteiguinha Roxo e Quarentão, diferenciando-se todas das demais estudadas.

4.5 QUALIDADE NUTRICIONAL DE VARIEDADES DE FEIJÃO-COMUM E FEIJÃO-CAUPI DO JURUÁ, ACRE EM FUNÇÃO DE EMBALAGENS E TEMPO DE ARMAZENAMENTO.

4.5.1 Umidade

De acordo com os dados apresentados para as variedades de feijão-comum analisadas (Tabela 3), verificou-se que o tratamento T02 estava com umidade mais alta, igualando-se entre as variedades desse tratamento. De forma geral, entre as embalagens o quantitativo de umidade não se modificou aos 12 meses de armazenamento para a maioria das amostras, exceto Peruano Amarelo e Peruano Vermelho que apresentaram menor umidade para a embalagem SB.

Entre as variedades, para T01 e EV, (Tabela 3), as umidades são iguais em termos estatísticos, exceto para as variedades Peruano Vermelho e Enxofre embalados em SB que tiveram menor umidade. A amostras embaladas ET foram maiores para as variedades Peruano Amarelo, Gurgutuba Branco, Enxofre, e Preto de Arranque, sendo estas iguais entre si.

Em variedades de feijão-caupi, tratamento T02, as amostras apresentaram valores mais altos (entre 11 e 13%) para a maioria das variedades, diferenciando-se para os demais tratamentos apenas a variedade Peruano Vermelho. Em relação ao T01 e demais embalagens, verificou-se valores iguais em praticamente todas as embalagens e também entre as variedades. De forma geral verificou-se que as diferentes embalagens foram eficientes para manter a umidade do feijão nos padrões iniciais do armazenamento, o que é essencial para manter a qualidade de grãos.

4.5.2 Proteínas

Para variedades de feijão-comum, as maiores médias encontradas foram 26,45 g.100g⁻¹ para a variedade Gurgutuba Branco e 24,93 g.100g⁻¹ para o feijão Peruano Vermelho. Esses valores são para tratamento T02. Para T01 verificou-se que essas mesmas variedades apresentam resultados inferiores, diferenciando-se, de acordo com a comparação estatística. A variedade Peruano Amarelo não se diferenciou para os dois tratamentos.

Dentre as variedades de cada tratamento verificou-se que os resultados se diferenciaram para as três variedades do tratamento T02. Das amostras T01, apenas o feijão Preto de Arranque que se diferenciou das demais.

Em relação ao armazenamento por 12 meses para o feijão *P. vulgaris*, as análises de proteínas, das quais os resultados estão expressos na Tabela 3, evidenciam que, os valores discriminados para o tratamento T02 foram maiores que o tratamento T01, apenas para a variedade Gurgutuba Branco, sendo igual em termos estatísticos para as outras duas variedades. Observou-se que a maioria das variedades nos tratamentos (T01, EV, SB, ET) também se igualaram, o que demonstra que para esses tratamentos e variedades, as embalagens EV, SB e ET não tiveram efeito diferente, podendo-se convergir para o uso da embalagem que apresentar menor custo ou levar em consideração outros caracteres como aparência e apelo de mercado.

Para variedades de feijão-caupi foram encontrados quantitativos que diferenciam tanto entres os tratamentos T02 e T01 quanto dentre as variedades. As variedades da safra de 2021 apresentaram os seguintes quantitativos proteicos: Manteiguinha Branco 27,82 g.100g⁻¹, Corujinha Preto 27,13 g.100g⁻¹, Corujinha Vermelho 26,45 g.100g⁻¹ e Preto de Praia 26,77 g.100g⁻¹. Esses valores são os mais altos e se diferenciaram em relação ao tratamento T01. Mesmo diferenciando-se das demais, o restante das variedades também apresentou valores elevados para a variável, sendo: Manteiguinha Roxo 24,58 g.100g⁻¹ e Quarentão 24,91 g.100g⁻¹. Demais variedades de T01 tiveram valores entre 22,35 g.100g⁻¹ e 27,42 g.100g⁻¹. Vale destacar que a Variedade Costela de Vaca foi única amostra em que o resultado proteico do tratamento T01 foi maior de que o da T02, (Tabela 3).

De forma geral, o tratamento T01 para feijão-caupi, (Tabela 3), também não se diferenciou em termos estatísticos para a maioria das variedades dos tratamentos EV, SB e ET. A diferença ocorreu apenas para as variedades Manteiguinha Roxo e Corujinha Preto SB, que se igualou ao tratamento T02, e o Preto de Praia que se diferenciou para os tratamentos EV e SB, igualando-se ao tratamento ET. A maioria das variedades apresenta nos resultados altos teores proteicos, o que pode ser aproveitado para melhoramento genético, ou para enriquecimento proteico na fabricação de produtos diversos.

Tabela 3. Resultados das análises de umidade e proteínas das amostras de feijão-comum e feijão-caupi do Juruá, Acre, armazenadas por doze meses. Feijão safra 2021 (T02); Feijão safra 2019/2020 (T01). Valores expressos em g.100g⁻¹.

Variedades	T02	T01	EV	SB	ET
<i>Umidade - P. vulgaris</i>					
EX	-	9,45±0,45 ^{Bbc}	10,57±0,60 ^{Aa}	9,27±0,27 ^{Bb}	9,94±0,24 ^{ABab}
PA	11,75±0,57 ^{Aa}	10,52±0,15 ^{ABa}	10,26±0,23 ^{BCa}	8,79±0,38 ^{Cb}	10,90±1,00 ^{ABab}
GB	11,53±0,12 ^{Aa}	10,09±0,19 ^{ABabc}	9,99±0,34 ^{Ba}	10,34±0,13 ^{ABa}	11,37±0,92 ^{Aa}
PV	11,74±0,37 ^{Aa}	9,13±0,53 ^{BCc}	9,73±0,12 ^{Ba}	8,54±0,39 ^{Cb}	9,51±0,12 ^{Bb}
GV	-	10,43±0,28 ^{Aab}	9,79±0,29 ^{Aa}	9,42±0,46 ^{Aab}	9,58±0,76 ^{Ab}
PQ	-	9,85±0,49 ^{Aabc}	10,27±0,59 ^{Aa}	9,23±0,46 ^{Ab}	9,93±0,12 ^{Aab}
<i>Umidade - V. unguiculata</i>					
QT	11,28±0,09 ^{Abc}	9,87±0,10 ^{Aab}	9,98±0,37 ^{Aabc}	9,75±0,58 ^{Aab}	9,83±1,09 ^{Aa}
CV	11,96±0,07 ^{Ab}	9,35±0,32 ^{Cbc}	9,21±0,10 ^{Cbcd}	9,09±0,12 ^{Cbc}	10,05±0,15 ^{Ba}
MB	13,01±0,28 ^{Aa}	9,12±0,28 ^{Bbcd}	10,14±0,20 ^{Bab}	9,79±0,07 ^{Bab}	9,99±1,05 ^{Ba}
CM	11,56±0,38 ^{Abc}	10,57±0,09 ^{Ba}	10,61±0,04 ^{ABa}	10,35±0,22 ^{Ba}	10,16±0,19 ^{Ba}
MR	10,94±0,22 ^{Ac}	10,57±0,51 ^{Aa}	9,96±0,39 ^{Aabc}	9,95±0,38 ^{Aa}	10,29±0,44 ^{Aa}
AG	-	8,73±0,38 ^{Ac}	8,95±0,54 ^{Ac}	8,68±0,07 ^{Ac}	9,25±0,17 ^{Aa}
CP	11,85±0,33 ^{Ab}	8,75±0,36 ^{Bcd}	8,97±0,52 ^{Bcd}	9,11±0,14 ^{Bbc}	9,48±0,18 ^{Ba}
PP	11,77±0,26 ^{Ab}	8,30±0,11 ^{Cd}	8,53±0,44 ^{Cd}	10,05±0,05 ^{Ba}	9,60±0,11 ^{Ba}
<i>Proteínas - P. vulgaris</i>					
EX	-	23,02±0,50 ^{Aa}	23,47±0,73 ^{Ab}	22,99±0,56 ^{Ab}	22,61±0,20 ^{Ac}
PA	23,04±0,30 ^{Ac}	23,63±0,36 ^{Aa}	23,92±0,29 ^{Ab}	23,52±0,50 ^{Ab}	23,12±1,01 ^{Abc}
GB	26,45±0,72 ^{Aa}	25,13±0,90 ^{Aa}	25,81±0,18 ^{Aa}	25,47±0,45 ^{Aa}	25,83±0,37 ^{Aa}
PV	24,93±0,45 ^{ABb}	23,83±0,77 ^{Ba}	25,27±0,38 ^{Aa}	24,16±0,37 ^{ABab}	25,00±0,54 ^{ABa}
GV	-	24,28±0,77 ^{Aa}	24,10±0,23 ^{Ab}	23,58±1,16 ^{Ab}	24,48±0,60 ^{Aab}
PQ	-	20,18±0,70 ^{Ab}	20,72±0,07 ^{Ac}	19,92±0,35 ^{Ac}	20,88±0,29 ^{Ad}
<i>Proteínas - V. unguiculata</i>					
QT	24,91±0,65 ^{Ac}	24,30±0,13 ^{Ac}	25,00±0,55 ^{Aab}	25,53±0,63 ^{Ab}	25,63±0,80 ^{Abc}
CV	25,04±0,47 ^{Bc}	27,04±0,57 ^{Aab}	26,74±0,44 ^{ABa}	25,88±0,94 ^{Ab}	26,29±0,52 ^{Aab}
MB	27,82±0,75 ^{Aa}	27,42±1,02 ^{Aa}	26,80±0,47 ^{Aa}	26,90±0,40 ^{ABab}	27,60±0,81 ^{Aa}
CM	26,45±0,24 ^{Aab}	24,58±0,06 ^{Ac}	24,19±1,72 ^{Abc}	25,15±0,75 ^{Ab}	24,85±0,42 ^{Ac}
MR	24,58±0,25 ^{Ac}	22,36±0,59 ^{Cd}	22,96±0,40 ^{BCc}	22,54±0,81 ^{BCc}	23,90±0,53 ^{ABc}
AG	-	24,93±0,23 ^{Ac}	24,93±0,23 ^{Aabc}	25,72±0,18 ^{Ab}	25,62±0,66 ^{Abc}
CP	27,13±0,36 ^{Aa}	25,69±0,30 ^{Bbc}	25,81±0,16 ^{Bab}	26,77±0,54 ^{Aab}	25,62±0,61 ^{Bbc}
PP	26,77±0,49 ^{ABbc}	24,19±1,03 ^{Cc}	25,35±0,37 ^{BCab}	26,48±0,69 ^{Aa}	25,37±0,92 ^{BCbc}

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos (embalagens) e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença estatística entre as variedades pelo teste de Tukey (P<0,05).

Em cada tratamento verificou-se diferença para proteínas entre as variedades para o feijão no tratamento T01, para as variedades: Manteiguinha Branco ($27,42 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$), e Costela de Vaca ($27,04 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$). Estas variedades apresentaram maiores resultados para todos os tratamentos, igualando-se entre si. Ainda no tratamento T01, as demais variedades se igualam com valores de $22,36 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para o feijão Manteiguinha Roxo e $24,93 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para o Arigó. Nos tratamentos EV e SB e ET os teores proteicos são semelhantes e se igualam para a maioria das variedades, diferenciando-se apenas os feijões brancos Manteiguinha Branco e Costela de Vaca. Em relação ao armazenamento das amostras, são demonstrados que não houve alteração no quantitativo de proteínas nas diferentes embalagens.

4.5.3 Lipídios

Os resultados das análises de lipídios demonstrados na Tabela 4 demonstra que as variedades de feijão-comum e feijão-caupi se diferenciam entre si dentro de cada grupo para esta variável. Os maiores resultados das análises em amostras de grãos de feijão-comum desta pesquisa foram: 1,67; 1,60 e $1,52 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para as variedades Peruano Amarelo, Peruano Vermelho e Gurgutuba Branco, respectivamente. Essas amostras pertencem ao tratamento T02. Para as amostras da T01 verificou-se também o maior valor para a variedade Peruano Amarelo ($1,71 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) que se iguala ao Peruano Vermelho ($1,62 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e ao Preto de Arranque ($1,57 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$). Demais variedades desse tratamento tiveram valores entre 1,25 e $1,30 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

Durante o armazenamento, as variedades *P. vulgaris*, (Tabela 4), tratamento T02, se diferenciam de todos os demais apenas para a variedade Gurgutuba Branco, se igualando na comparação demais tratamentos. Na comparação entre T01, EV, SB e ET, verificou-se que são diferentes em todos os tratamentos apenas para a variedade Peruano Amarelo, pois aos doze meses de armazenamento não são percebidas grandes alterações nos percentuais de lipídios das amostras, sendo estes valores iguais para a maioria das variedades. Ao final dos 12 meses de armazenamento, não é possível eleger algum desses tratamentos como melhor na manutenção do nutriente, apesar dos atributos diferenciados da EV e SB.

Tabela 4. Resultados das análises de lipídios e cinzas em amostras de feijão-comum e feijão-caupi do Juruá, Acre, armazenadas por doze meses. Feijão safra 2021 (T02); Feijão safra 2019/2020 (T01); Valores expressos em g.100g⁻¹.

Variedades	T02	T01	EV	SB	ET
<i>Lipídios - P. vulgaris</i>					
EX	-	1,30±0,10 ^{Ab}	1,23±0,04 ^{Ac}	1,31±0,04 ^{Ab}	0,93±0,11 ^{Bc}
PA	1,67±0,05 ^{Aa}	1,72±0,06 ^{Aa}	1,08±0,04 ^{Cd}	1,23±0,06 ^{BCa}	1,27±0,08 ^{Ba}
GB	1,52±0,03 ^{Ab}	1,25±0,06 ^{Bb}	1,05±0,08 ^{Cd}	1,22±0,03 ^{Bb}	1,25±0,07 ^{Bb}
PV	1,60±0,05 ^{Bab}	1,62±0,02 ^{Ba}	1,73±0,02 ^{Aa}	1,57±0,03 ^{BCa}	1,56±0,02 ^{Ba}
GV	-	1,26±0,07 ^{Ab}	0,90±0,04 ^{Be}	1,20±0,05 ^{Ab}	1,25±0,06 ^{Ab}
PQ	-	1,58±0,10 ^{ABa}	1,49±0,06 ^{BCb}	1,69±0,09 ^{Aa}	1,32±0,01 ^{Cb}
<i>Lipídios - V. unguiculata</i>					
QT	1,62±0,09 ^{Aab}	1,01±0,12 ^{Be}	1,01±0,01 ^{Bc}	1,07±0,03 ^{Bd}	1,23±0,34 ^{ABa}
CV	1,60±0,06 ^{Aab}	1,75±0,08 ^{Aa}	1,24±0,03 ^{Bb}	1,26±0,08 ^{Bb}	1,39±0,08 ^{Ba}
MB	1,71±0,07 ^{Aa}	1,74±0,02 ^{Aab}	1,09±0,04 ^{Bc}	1,09±0,02 ^{Bcd}	1,14±0,15 ^{Ba}
CM	1,48±0,01 ^{Bbc}	1,67±0,05 ^{Aab}	1,44±0,04 ^{Ba}	1,57±0,06 ^{Ba}	1,17±0,10 ^{Ca}
MR	1,32±0,05 ^{Ac}	1,28±0,03 ^{Ad}	1,05±0,01 ^{Bc}	1,12±0,03 ^{ABd}	1,26±0,18 ^{ABa}
AG	-	1,55±0,10 ^{Abc}	1,43±0,02 ^{Aa}	1,48±0,04 ^{Aa}	1,24±0,25 ^{Aa}
CP	1,64±0,09 ^{Aab}	1,37±0,06 ^{AcD}	1,22±0,06 ^{Ab}	1,24±0,03 ^{Abc}	1,56±0,74 ^{Aa}
PP	1,50±0,04 ^{Ab}	1,05±0,03 ^{Ce}	1,20±0,03 ^{Bb}	1,18±0,06 ^{Bbcd}	1,15±0,05 ^{BCa}
<i>Cinzas - P. vulgaris</i>					
EX	-	3,87±0,07 ^{Aa}	4,10±0,27 ^{Aab}	4,04±0,05 ^{Abc}	4,02±0,09 ^{Abc}
PA	3,78±0,07 ^{Ba}	4,11±0,04 ^{Aa}	3,96±0,05 ^{ABab}	4,13±0,10 ^{Abc}	4,16±0,11 ^{Ab}
GB	3,79±0,26 ^{Aa}	3,83±0,14 ^{Aa}	4,11±0,10 ^{Aab}	4,32±0,19 ^{Aab}	4,23±0,03 ^{Aab}
PV	4,12±0,09 ^{ABa}	4,14±0,06 ^{ABa}	3,94±0,07 ^{Bb}	4,28±0,21 ^{Aab}	4,06±0,11 ^{Bbc}
GV	-	4,28±0,07 ^{Aa}	4,40±0,25 ^{Aa}	4,56±0,19 ^{Aa}	4,51±0,11 ^{Aa}
PQ	-	3,83±0,18 ^{Aa}	3,79±0,04 ^{Ab}	3,86±0,04 ^{Ac}	3,78±0,03 ^{Ac}
<i>Cinzas - V. unguiculata</i>					
QT	3,20±0,06 ^{Bc}	3,50±0,18 ^{Ab}	3,50±0,10 ^{Ab}	3,40±0,06 ^{ABa}	3,32±0,07 ^{ABa}
CV	3,72±0,11 ^{Aa}	3,87±0,15 ^{Aa}	3,90±0,09 ^{Aab}	4,00±0,17 ^{Aa}	3,70±0,14 ^{Aa}
MB	3,42±0,22 ^{Aabc}	3,63±0,01 ^{Aab}	3,72±0,22 ^{Aab}	3,61±0,04 ^{Aa}	3,59±0,07 ^{Aa}
CM	3,62±0,10 ^{Aab}	3,79±0,08 ^{Aab}	3,90±0,14 ^{Aab}	3,74±0,12 ^{Aa}	3,64±0,05 ^{Aa}
MR	3,62±0,14 ^{Aab}	3,84±0,11 ^{Aa}	4,02±0,15 ^{Aa}	3,60±0,28 ^{Aa}	3,48±0,09 ^{Aa}
AG	-	3,68±0,11 ^{Aab}	3,78±0,17 ^{Aab}	4,02±0,16 ^{Aa}	3,56±0,05 ^{Aa}
CP	3,34±0,10 ^{Bbc}	3,67±0,11 ^{Aab}	3,70±0,15 ^{Aab}	3,69±0,08 ^{Aa}	3,47±0,04 ^{ABa}
PP	3,38±0,06 ^{Babc}	3,85±0,10 ^{Aa}	3,69±0,14 ^{ABab}	3,71±0,28 ^{ABa}	3,52±0,10 ^{ABa}

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos (embalagens) e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença estatística entre as variedades pelo teste de Tukey (P<0,05).

Para feijão-caupi, de acordo com a Tabela 4, verificou-se que a diferença entre T02 e demais tratamentos é mais perceptível, pois tanto o tratamento T02 quanto o T01 se diferenciam

da EV, SB e ET, não havendo diferença significativa entre esses três tratamentos. O feijão Arigó não se diferenciou para nenhum dos tratamentos, restante das variedades são diferentes para alguns tratamentos apenas. Na comparação dentro dos tratamentos, entre as variedades percebe-se que os feijões brancos Manteiguinha Branco e Costela de vaca apresentam os maiores valores para lipídios no tratamento T01, diminuindo para os tratamentos EV, SB e ET.

De acordo com os resultados para os teores de lipídios das variedades de feijão-caupi estudadas, observa-se que o feijão Manteiguinha Branco obteve o maior valor de 1,71 g.100g⁻¹ para as duas safras analisadas. Os valores de lipídios auferidos pelas demais variedades igualaram-se estatisticamente entre si para as demais variedades do tratamento T01. Entre os tratamentos percebe-se que os resultados auferidos para lipídios (T02) são maiores diferindo-se da maioria das amostras T01, de acordo com a Tabela 4.

4.5.4 Cinzas/minerais

De acordo com os resultados para a variável cinzas das amostras de feijões (Tabela 4), verificou-se que para feijão-comum, a comparação entre amostras T02 e T01 houve diferença significativa apenas para a variedade Peruano Amarelo, sendo o tratamento T02 significativamente menor. Dentro de cada tratamento, todos os resultados se igualaram em termos estatísticos. Os valores totais variaram entre 3,78 para a variedade Peruano Amarelo, T02 e 4,27 g.100g⁻¹ para Gurgutuba vermelho.

Para os feijões armazenados (Tabela 4), os resultados evidenciam que das três variedades de feijão-comum analisadas no tratamento T02, verificou-se a tendência de aumento no valor proporcional para o quantitativo de cinzas. Porém, essa tendência não se confirma com o tratamento estatístico, pois entre os tratamentos para praticamente todas as variedades os valores não se diferenciam em termos estatísticos. Dentre as variedades em cada tratamento observa-se que existe diferença significativa apenas para a variedade Peruano Vermelho do tratamento EV; para as variedades Gurgutuba Vermelho, Gurgutuba Branco e Peruano Vermelho, tratamento SB e Gurgutuba Vermelho e Gurgutuba Branco, tratamento ET. Essas variedades se destacaram em relação às demais apresentando os maiores valores iguais entre si.

Para feijão-caupi, os resultados das análises de cinzas demonstraram que a maioria das variedades quando foram comparadas entre os tratamentos diferentes apresentaram valores iguais. Para o tratamento T02 os valores observados estavam entre 3,86 g.100g⁻¹ para Costela de Vaca e 3,20 g.100g⁻¹ para Quarentão. O tratamento T01 tivera valores entre: 3,84 g.100g⁻¹ para

Manteiguinha Roxo e $3,50 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$ para a variedade Quarentão. Sendo essa a variedade a apresentar o menor valor dentre todas as variedades nas duas safras, (Tabela 4).

Para o conteúdo de cinzas em variedades de feijão-caupi armazenados por doze meses (Tabela 4) verificou-se que não houve diferença entre os tratamentos para quase todas as variedades, ressaltando-se apenas o tratamento EV, variedade Quarentão, que apresentou o menor resultado para a variável cinzas.

Os minerais de uma amostra representam fragmentação da composição das cinzas obtidas por incineração. Foi verificado o teor de minerais de apenas uma variedade de feijão-comum e outra de feijão-caupi (Tabela 5), para os tratamentos T01, EV, SB e ET, não sendo realizadas as análises para o tratamento T02. Dessa forma, não foi feito o tratamento estatístico entre variedades já que não havia outras espécies do mesmo gênero para comparação. Foram realizados a quantificação apenas para feijão-comum e para feijão-caupi.

Tabela 5. Resultados das análises de minerais em amostras de feijão-comum e feijão-caupi do Alto Juruá, Acre, armazenadas por doze meses. Feijão safra 2019/2020 (T01); Resultados em $\text{mg.}100\text{g}^{-1}$.

Minerais	T01	EV	SB	ET
<i>Peruano amarelo (P. vulgaris)</i>				
Cálcio	$94,47 \pm 0,15^D$	$99,93 \pm 0,06^B$	$96,57 \pm 0,12^C$	$101,83 \pm 0,76^A$
Magnésio	$9,41 \pm 0,14^B$	$9,67 \pm 0,03^B$	$9,60 \pm 0,02^B$	$10,06 \pm 0,17^A$
Ferro	$4,17 \pm 0,01^B$	$4,42 \pm 0,03^A$	$4,37 \pm 0,04^A$	$4,38 \pm 0,03^A$
Zinco	$2,94 \pm 0,02^C$	$2,75 \pm 0,02^D$	$3,14 \pm 0,03^B$	$3,42 \pm 0,02^A$
Manganês	$1,09 \pm 0,02^A$	$1,06 \pm 0,02^A$	$1,08 \pm 0,03^A$	$1,07 \pm 0,03^A$
<i>Corujinha Vermelho (V. unguiculata)</i>				
Cálcio	$60,21 \pm 0,06^B$	$62,07 \pm 0,10^A$	$62,13 \pm 0,15^A$	$62,22 \pm 0,28^A$
Magnésio	$10,00 \pm 0,20^C$	$11,18 \pm 0,08^B$	$12,10 \pm 0,15^A$	$11,21 \pm 0,03^B$
Ferro	$4,63 \pm 0,04^B$	$4,84 \pm 0,03^A$	$4,91 \pm 0,09^A$	$4,83 \pm 0,03^A$
Zinco	$4,09 \pm 0,02^A$	$3,80 \pm 0,03^{BC}$	$3,91 \pm 0,07^B$	$3,80 \pm 0,05^C$
Manganês	$1,20 \pm 0,10^A$	$1,24 \pm 0,01^A$	$1,21 \pm 0,02^A$	$1,25 \pm 0,02^A$

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos (embalagens) pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Para feijão-caupi (Tabela 5), variedade Corujinha Vermelho, os resultados são: Cálcio $60,21 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$; magnésio $10,00 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$; ferro $4,63 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$; zinco $4,09 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$; manganês $1,20 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$. De acordo com os resultados, observa-se que cálcio é o mineral em maior quantidade

nos dois gêneros analisados, valores que são decrescentes e seguidos para magnésio, ferro, zinco e manganês para os dois gêneros estudadas.

Nesse aspecto, os resultados da Tabela 5 demonstram que para as duas variedades de gêneros diferentes que foram analisadas, o teor de minerais aumentou com o armazenamento por doze meses para quase todas as variáveis estudadas tanto para o feijão-comum (Peruano Amarelo) quanto para o feijão-caupi (Corujinha Vermelho), ressalvando-se que para a variável zinco na amostra de feijão-caupi Corujinha Vermelho, o valor no tratamento T01 foi maior diferenciando-se dos demais, ocorrendo o inverso para as outras variáveis e tratamentos analisados. Outro aspecto a ser considerado foi o resultado para manganês que não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados, para as duas variedades analisadas nos seus respectivos tratamentos.

4.5.5 Carboidratos

Quanto aos valores dos carboidratos das variedades de feijão-comum (Tabela 6) verificou-se maior resultado no tratamento T02 apenas para a variedade Gurgutuba Branco, sendo as demais iguais às do tratamento T01. Entre as variedades (T01), a amostra com maior quantitativo de carboidratos foi Preto de Arranque ($74,41 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) diferenciando-se das outras. Demais variedades tiveram valores menores e iguais entre si em termos estatísticos.

Os resultados para a quantificação dos carboidratos totais das amostras dos feijões armazenados por 12 meses, de acordo com a Tabela 6, verificou-se que entre os tratamentos T01, EV, SB e ET para feijão-comum, não houve diferença significativa entre embalagens, permanecendo a diferença apenas em relação à variedade Gurgutuba Branco do tratamento T02.

Para o feijão-caupi, os resultados demonstrados na Tabela 6 apontam que na comparação entre os tratamentos com embalagens diferentes não houve diferença para todas as variedades, exceto Preto de Praia que foi menor no tratamento SB, diferenciando-se dos demais. Dentro de cada tratamento as variedades apresentaram diferença significativa entre si, com destaque para a variedade Quarentão e Manteiguinha que tiveram resultados maiores em todos os tratamentos.

Para os resultados das variedades de feijão-caupi, a comparação entre os tratamentos T01 e T02, verificou-se que o tratamento T01 apresentaram resultados superiores aos do T02 apenas para as variedades Quarentão ($71,19 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$), e Manteiguinha Roxo ($72,52 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) diferenciando-se do restante das variedades. Demais amostras do tratamento tiveram resultados entre $70,82 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ e $67,20 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$, de acordo com a Tabela 6.

Tabela 6. Resultados da composição de carboidratos e valor energético das amostras de feijão-comum e feijão-caupi do Alto Juruá, Acre, armazenadas por doze meses. Feijão safra 2021 (T02); Feijão safra 2019/2020 (T01)

Var	T02	T01	EV	SB	ET
Carboidratos (g.100g⁻¹) - <i>P. vulgaris</i>					
EX	-	71,80±0,50 ^{Ab}	71,19±0,71 ^{Ab}	71,65±0,52 ^{Ab}	72,44±0,23 ^{Ab}
PA	71,28±0,32 ^{Aa}	70,55±0,45 ^{Ab}	71,04±0,23 ^{Ab}	71,10±0,64 ^{Ab}	71,44±0,92 ^{Ab}
GB	67,27±0,86 ^{Bb}	70,12±1,31 ^{Ab}	69,03±0,21 ^{ABc}	68,98±0,48 ^{ABc}	68,69±0,16 ^{ABc}
PV	69,09±0,52 ^{Ab}	70,41±0,84 ^{Ab}	69,06±0,40 ^{Ac}	69,98±0,35 ^{Abc}	69,38±0,49 ^{Abc}
GV	-	71,17±0,69 ^{Ab}	70,60±0,27 ^{Ab}	70,65±1,13 ^{Abc}	69,76±0,66 ^{Ac}
PQ	-	74,41±0,83 ^{Aa}	74,01±0,03 ^{Aa}	74,52±0,47 ^{Aa}	74,01±0,32 ^{Aa}
Carboidratos (g.100g⁻¹) - <i>V. unguiculata</i>					
QT	70,02±0,68 ^{Aa}	71,19±0,20 ^{Aab}	70,48±0,57 ^{Aab}	69,99±0,56 ^{Aab}	69,82±0,44 ^{Aabc}
CV	66,76±0,67 ^{Ad}	67,20±0,99 ^{Ad}	68,39±0,62 ^{Abc}	68,37±0,43 ^{Abc}	67,71±0,59 ^{Ad}
MB	69,39±0,43 ^{Aab}	67,34±0,50 ^{Ad}	68,12±0,42 ^{Ac}	68,49±1,71 ^{Abc}	68,08±1,03 ^{Ac}
CM	68,17±0,34 ^{Ac}	69,65±0,06 ^{Abc}	70,48±1,90 ^{Aab}	69,53±0,70 ^{Abc}	70,34±0,50 ^{Aab}
MR	70,23±0,35 ^{Ba}	72,52±0,62 ^{Aa}	71,98±0,29 ^{Aa}	72,72±1,06 ^{Aa}	71,67±0,25 ^{ABa}
AG	-	69,83±0,26 ^{Abc}	69,85±0,11 ^{Aabc}	68,43±1,02 ^{Ab}	69,58±0,72 ^{Abcd}
CP	67,61±0,32 ^{Bcd}	69,27±0,15 ^{Ac}	69,26±0,18 ^{Abc}	68,14±0,23 ^{ABbc}	69,35±0,94 ^{Aabc}
PP	69,37±0,51 ^{Aab}	70,82±1,06 ^{Abc}	69,76±0,24 ^{Abc}	66,95±0,62 ^{Bc}	69,96±0,93 ^{Ac}
Valor energético (kcal.100g⁻¹) - <i>P. vulgaris</i>					
EX	-	391,03±0,67 ^{Aab}	389,75±1,02 ^{ABb}	390,39±0,33 ^{ABbc}	388,56±0,62 ^{Bbc}
PA	393,24±0,54 ^{Aa}	392,15±0,28 ^{Bab}	389,57±0,24 ^{Cb}	389,61±0,26 ^{Cbc}	389,70±0,35 ^{Cb}
GB	392,43±1,13 ^{Aa}	390,94±2,46 ^{ABab}	388,78±0,33 ^{Bb}	388,77±0,86 ^{Bdc}	389,32±0,54 ^{ABbc}
PV	391,48±0,44 ^{Ba}	391,56±0,16 ^{ABab}	392,85±0,25 ^{Aa}	390,71±0,97 ^{Bb}	391,54±0,45 ^{ABa}
GV	-	389,22±0,40 ^{ABb}	386,89±1,18 ^{Ac}	387,73±0,63 ^{Cd}	388,18±0,23 ^{BCc}
PQ	-	392,57±0,36 ^{Aa}	392,29±0,23 ^{Aa}	392,97±0,32 ^{Aa}	391,47±0,13 ^{Ba}
Valor energético (kcal.100g⁻¹) - <i>V. unguiculata</i>					
QT	395,29±0,55 ^{Aa}	391,04±1,32 ^{Bcd}	391,05±0,43 ^{Ba}	391,700,22± ^{Ba}	392,89±1,47 ^{ABa}
CV	393,13±0,74 ^{Abcd}	393,30±0,27 ^{Aab}	390,58±0,38 ^{Aab}	388,79±2,83 ^{Aa}	392,17±0,96 ^{Aa}
MB	394,86±0,92 ^{Aab}	394,17±0,07 ^{ABa}	390,57±0,95 ^{Bab}	390,9±90,24 ^{Ba}	393,00±2,73± ^{ABa}
CM	392,96±0,39 ^{ABcd}	393,20±0,54 ^{Aab}	391,59±0,44 ^{BCa}	392,85±0,74 ^{ABa}	391,27±0,60 ^{Ca}
MR	392,15±0,77 ^{Ad}	391,05±0,32 ^{Ac}	389,15±0,61 ^{Ab}	391,18±1,23 ^{Aa}	393,62±3,42 ^{Aa}
AG	-	393,03±0,07 ^{Aab}	392,02±0,70 ^{Aa}	389,95±3,70 ^{Aa}	391,98±1,29 ^{Aa}
CP	394,82±0,69 ^{Aab}	392,12±0,16 ^{Abc}	391,32±0,56 ^{Aa}	391,41±0,21 ^{Aa}	393,93±3,57 ^{Aa}
PP	394,02±0,45 ^{Aabc}	389,83±0,50 ^{Bd}	391,26±0,59 ^{Ba}	391,01±1,34 ^{Ba}	391,69±0,25 ^{Ba}

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos (embalagens) e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença estatística entre as variedades pelo teste de Tukey (P<0,05).

4.5.6 Valor energético

O valor energético foi estimado por meio de cálculos resultantes dos teores de proteínas, lipídios e carboidratos. Nos tempos iniciais de armazenamento, os tratamentos T02 e T01 demonstraram valores que não se diferenciam. Entre as variedades de feijão-comum, os resultados igualaram-se para a maioria das amostras, com valores (T01) entre 389,22 kcal.100g⁻¹ para a variedade Gurgutuba Vermelho, sendo a única a se diferenciar, e 392,57 kcal.100g⁻¹ para Preto de Arranque. O restante das amostras tivera valores iguais entre si, de acordo com a avaliação estatística.

Os valores energéticos, nas amostras armazenadas por 12 meses, de acordo com os resultados apresentados na Tabela 6, para feijão-comum, modificou-se com os tratamentos para a maioria das variedades. Os maiores valores são para o tratamento T02 e T01, diminuindo para as embalagens SB e ET. A variedade que obteve maior perda energética durante o tempo de armazenamento foi Peruano Amarelo. Entre as variedades dentro de cada tratamento, verificou-se que o tratamento T02 tem a mesma quantidade de energia entre as variedades. Já para os demais tratamentos, o feijão Preto de Arranque foi o único a apresentar diferença tanto para EV, SB e ET.

Quanto ao feijão-caupi, (Tabela 6), verificou-se que para os tratamentos T02 e T01, as variedades não se diferenciaram, exceto para a variedade Quarentão. Nesse tratamento, o feijão Manteiguinha Branco (394,17 kcal.100g⁻¹) é a variedade com maior percentual igualando-se ao Arigó (393,03 kcal.100g⁻¹), Costela de Vaca (393,30 kcal.100g⁻¹); Corujinha Vermelho: (393,20 kcal.100g⁻¹); se diferenciando das demais, de acordo com as análises estatísticas.

Durante o tempo de armazenamento, a comparação entre T02 e T01 mostra que o conteúdo de energia foi diferente apenas para a variedade Quarentão e Preto de Praia, se igualando para o restante. Para o armazenamento em diferentes embalagens (T01, EV SB e ET) as amostras não se diferenciaram do tempo zero, exceto para a variedade Corujinha Vermelho que apresentou resultado menor nos tratamentos EV e ET.

4.5.7 Fibras

Para o quantitativo de fibra bruta em feijão-comum (Tabela 7), observou-se que não se diferenciaram entre os tratamentos e variedades, apresentando valor menor, de 3,20 g.100g⁻¹ para a variedade Enxofre (T01) e maior, de 4,31 g.100g⁻¹, para feijão Gurgutuba Branco (T02).

Tabela 7. Resultados das análises de fibras e antocianinas em amostras de feijão-comum e feijão-caupi do Alto Juruá, Acre, armazenadas por doze meses. Feijão safra 2021 (T02); Feijão safra 2019/2020 (T01).

Var	T02	T01	EV	SB	ET
<i>Fibras (g.100g⁻¹) - P. vulgaris</i>					
EX	-	3,20±0,68 ^{Ba}	4,40±0,08 ^{ABa}	5,35±1,04 ^{Aa}	4,14±0,89 ^{ABa}
PA	3,75±0,20 ^{Aa}	3,04±0,85 ^{Aa}	2,85±0,16 ^{Ab}	4,07±0,73 ^{Aa}	4,58±0,91 ^{Aa}
GB	4,31±0,14 ^{Aa}	3,39±0,81 ^{Aa}	3,68±0,58 ^{Aab}	4,33±0,41 ^{Aa}	4,97±0,80 ^{Aa}
PV	3,71±0,47 ^{Aa}	3,24±0,72 ^{Aa}	2,42±0,04 ^{Ab}	4,00±1,18 ^{Aa}	3,21±0,64 ^{Aa}
GV	-	3,64±1,12 ^{Aa}	2,83±0,98 ^{Ab}	5,06±0,67 ^{Aa}	5,02±0,67 ^{Aa}
PQ	-	3,27±0,330,18 ^{Aa}	3,38±0,60 ^{Aab}	3,62±0,78 ^{Aa}	3,74±0,62 ^{Aa}
<i>Fibras (g.100g⁻¹) - V. unguiculata</i>					
QT	3,49±1,30 ^{Ab}	2,16±0,18 ^{Ab}	2,93±0,72 ^{Ab}	2,81±0,56 ^{Aa}	2,15±0,03 ^{Ad}
CV	4,45±0,16 ^{Aab}	3,69±0,39 ^{ABab}	3,99±0,74 ^{ABab}	3,32±0,24 ^{Ba}	4,55±0,24 ^{Abc}
MB	5,76±0,38 ^{Aa}	4,26±0,20 ^{Bab}	4,84±1,04 ^{ABa}	4,03±0,48 ^{BCa}	5,32±0,39 ^{ABab}
CM	5,02±1,53 ^{ABab}	3,35±1,23 ^{Bab}	5,60±0,32 ^{ABa}	4,58±0,17 ^{ABa}	6,06±0,25 ^{Aa}
MR	5,19±0,49 ^{Aab}	4,48±0,67 ^{Aa}	3,95±0,60 ^{Aab}	4,280,54± ^{Aa}	5,27±0,87 ^{Aab}
AG	-	4,12±0,51 ^{Aab}	4,81±0,67 ^{Aab}	3,60±0,40 ^{Aa}	4,08±0,29 ^{Ac}
CP	4,50±0,23 ^{Aab}	3,19±0,29 ^{Bab}	4,49±0,44 ^{Aab}	4,18±0,60 ^{ABa}	4,53±0,36 ^{Abc}
PP	4,43±0,34 ^{Aab}	4,69±0,29 ^{Aa}	4,43±0,63 ^{Aab}	3,80±0,76 ^{Aa}	4,59±0,31 ^{Abc}
<i>Antocianinas (µg.g⁻¹) - P. vulgaris</i>					
EX	-	1,44±0,29 ^{BCc}	3,47±0,27 ^{Bc}	5,763±0,86 ^{Ac}	0,00±0,00 ^{Cc}
PA	5,19±0,00 ^{CDB}	4,900,82± ^{Dde}	8,58±0,53 ^{Ac}	7,71±0,30 ^{ABc}	10,89±0,53 ^{BCc}
GB	3,55±0,11 ^{Cc}	6,24±0,60 ^{BCd}	12,29±1,59 ^{Ac}	6,15±1,30 ^{BCc}	7,30±1,76 ^{Bc}
PV	10,48±0,43 ^{Aa}	11,53±1,04 ^{Ac}	13,54±1,89 ^{Ac}	12,87±1,64 ^{Ac}	14,02±1,09 ^{Abc}
GV	-	36,69±3,36 ^{Ab}	36,89±1,26 ^{Ab}	28,91±1,48 ^{Bb}	25,63±2,00 ^{Bb}
PQ	-	420,35±1,97 ^{Aa}	386,02±10,63 ^{Ba}	351,58±11,39 ^{Ca}	340,40±15,19 ^{Ca}
<i>Antocianinas (µg. g⁻¹) - V. unguiculata</i>					
QT	0,00±0,00 ^B	3,27±1,01 ^{Ad}	2,21±0,17 ^{Ac}	3,26±0,73 ^{Ac}	0,00±0,00 ^{Be}
CV	0,00±0,00 ^B	2,79±0,88 ^{Ad}	4,03±0,76 ^{Ac}	2,69±0,44 ^{Ac}	0,00±0,00 ^{Be}
MB	5,26±0,08 ^{ABc}	7,78±1,60 ^{Ad}	2,02±1,15 ^{BCc}	3,45±0,29 ^{Cc}	1,37±0,13 ^{Ce}
CM	15,37±1,48 ^{Bc}	19,88±0,85 ^{AcD}	19,31±1,00 ^{Ac}	17,80±1,97 ^{ABc}	20,77±1,16 ^{AcD}
MR	8,51±0,17 ^{Bc}	19,78±0,44 ^{AcD}	21,42±3,65 ^{Abc}	15,56±4,47 ^{ABc}	12,39±1,75 ^{ABd}
AG	-	29,01±0,93 ^{Ac}	20,94±1,85 ^{Bbc}	15,17±1,20 ^{Cc}	22,95±1,36 ^{Bc}
CP	246,10±8,22 ^{Ab}	61,08±2,49 ^{Bb}	44,08±2,25 ^{Cb}	39,76±2,60 ^{Cb}	50,41±3,03 ^{BCb}
PP	1173,19±61,26 ^{Aa}	962,75±19,86 ^{Ba}	1046,53±23,94 ^{Ba}	703,43±16,42 ^{Ca}	720,16±8,93 ^{Ca}

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos (embalagens) e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença estatística entre as variedades pelo teste de Tukey (P<0,05).

Para amostras armazenadas, os resultados apresentados, demonstram que para feijão-comum, houve tendência de aumento no conteúdo de fibra bruta das amostras no decorrer do tempo de armazenamento, porém, se diferenciou apenas a variedade Enxofre, em termos estatísticos com os maiores valores. Essa variedade apresentou maior valor no T01 de armazenamento.

De acordo com os resultados para feijão-caupi (Tabela 7), tratamento T02, os valores oscilaram entre 5,76 g.100g⁻¹ para o feijão Manteiguinha Branco e 3,49 g.100g⁻¹ para o Quarentão. Entre esses tratamentos, houve diferença significativa apenas para as variedades Manteiguinha Branco e Corujinha Preto (SB), igualando-se o restante das variedades.

Para o armazenamento nas diferentes embalagens, houve tendência de aumento nos valores, porém não se diferenciam. Dentro dos tratamentos percebe-se que: no T01, EV e SB, as variedades apresentam valores estatisticamente iguais. No tratamento ET, os valores aparecem diferentes com quantidades mais altas para Manteiguinha Branco, Corujinha Vermelho e Manteiguinha Roxo, diferenciando-se estes das demais variedades.

4.5.8 Antocianinas

As antocianinas em variedades de feijão-comum, de acordo com a Tabela 7, tiveram resultados que variaram entre 3,55 e 420,35 µg. g⁻¹. A variedade de maior concentração foi o feijão Preto de Arranque com 420,35 µg. g⁻¹ dentre todas as variedades, destacando-se por ser uma variedade de feijão preto, a qual concentra mais pigmento. Entre os tratamentos percebeu-se que os valores foram mais baixos para o tratamento T02 (de 3,55 µg.g⁻¹ a 10,48 µg.g⁻¹), ressaltando-se que desse tratamento foram analisadas apenas três amostras, dentre as quais apenas o feijão Peruano Vermelho tem a cor avermelhada. Essas amostras se igualaram com as da T01.

De acordo com os resultados da pesquisa (Tabela 7), para o armazenamento verificou-se que entre os tratamentos para feijão-comum, os feijões embalados à vácuo tiveram valor igual ou maior de antocianinas quando comparados com os tratamentos SB e ET. Ressalvando-se apenas a variedade Preto de arranque obteve maior quantitativo do antioxidante no T01. A concentração de antocianinas aumenta, e conforme a cor da variedade tende a ficar mais escura. Dessa forma verificou-se que entre os tratamentos, variedades de coloração vermelho ao preto tiveram quantidade de antocianinas que se diferenciaram das variedades de cor clara.

O feijão-caupi obteve resultado mais expressivo para antocianinas na variedade Preto de Praia, (1.173,18 µg. g⁻¹, tratamento T02), diferenciando-se de todas as demais tanto entre tratamentos quanto entre variedades. Outra variedade com quantidade significativamente maior

que as demais foi a Corujinha Preto ($246,10 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). No caso das variedades de feijão Quarentão e Costela de Vaca, de coloração branca, tiveram quantidades zeradas do antioxidante de acordo com a Tabela 7.

As amostras armazenadas das variedades de feijão-caupi, diferenciaram-se para a maioria das amostras T02 e amostras ET, demais tratamentos (EV e SB) tiveram resultados iguais entre si para a maioria das variedades. Destaca-se que a variedade Preto de Praia apresentou teor mais alto de antocianinas ($1173 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Para a maioria das variedades, o quantitativo de antocianinas diminuiu com o armazenamento por dozes meses, principalmente para as embalagens SB e ET.

O tratamento que melhor manteve o bioativo foi EV. Entre as variedades, verificou-se que as quantidades maiores desse antioxidante estão no feijão de coloração mais escura, e quanto mais escuro o feijão, menor é a perda no armazenamento, mas, esse comportamento também se modifica entre as variedades.

4.6 AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS TECNOLÓGICOS E QUALIDADE DURANTE O ARMAZENAMENTO DAS VARIEDADES DE FEIJÃO-COMUM E FEIJÃO-CAUPI DO JURUÁ.

A cor de feijões é um dos aspectos de maior importância durante o armazenamento e também de maior relevância na seleção de feijão para consumo em ambiente doméstico. É sabido que a cor está diretamente associada à atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase e, conseqüentemente, à dureza dos grãos. Assim, para a apresentação destes resultados, as cores dos feijões foram apresentadas de forma individualizada, porém analisados os seus efeitos de forma conjunta aos das enzimas polifenoloxidase e peroxidase.

Foram analisados ainda o tempo de cozimento e a capacidade de hidratação de cada variedade estudada, fazendo a ressalva de que o teste de cozimento foi realizado em panela de pressão, dessa forma, a análise pode apresentar nível maior de imprecisão nos resultados. Em adição a essas análises foi construída a curva de hidratação de cada variedade para permitir uma melhor análise.

4.6.1 Cor das variedades de feijão

A cor dos feijões é muito diversa, refletindo-se na variação dos resultados obtidos. O escurecimento dos grãos durante o armazenamento foi medido usando os parâmetros de luminosidade (L^*) e calculados o ângulo de tonalidade (h°), o croma (C^*) e a diferença de cor total (ΔE^*).

Tabela 8. Resultados das análises de cor das amostras de feijão-comum e feijão-caupi do Alto Juruá, Acre, armazenadas por doze meses. Feijão safra 2021 (T02); Feijão safra 2019/2020 (T01).

Variedades	T02	T01	EV	SB	ET
	L* (<i>P. vulgaris</i>) - Luminosidade				
EX	-	57,57±0,85 ^{Aa}	51,45±1,13 ^{Ba}	52,28±0,19 ^{Ba}	52,36±1,12 ^{Ba}
PA	41,04±0,44 ^{Ab}	40,101,03 ^{Ac}	33,78±0,45 ^{Bc}	34,48±1,02 ^{Bc}	33,65±1,66 ^{Bc}
GB	52,68±1,17 ^{Aa}	51,59±1,77 ^{Ab}	46,23±2,02 ^{Bb}	40,66±1,77 ^{Cb}	41,72±12,10 ^{BCb}
PV	30,16±1,25 ^{Ac}	30,30±2,08 ^{Ad}	29,60±1,04 ^{Ad}	28,78±1,30 ^{Ad}	28,66±0,76 ^{Ad}
GV	-	22,41±0,19 ^{Ae}	21,95±0,91 ^{Ae}	22,69±0,24 ^{Ae}	23,09±1,00 ^{Ae}
PQ	-	17,72±0,17 ^{Bf}	19,03±0,13 ^{Ae}	19,66±0,17 ^{Af}	19,16±0,40 ^{Af}
L* (<i>V. unguiculata</i>) - Luminosidade					
QT	65,50±0,54 ^{Aa}	65,65±0,29 ^{Aa}	64,71±0,41 ^{Aa}	64,39±0,59 ^{Aa}	62,79±0,91 ^{Ba}
CV	59,30±0,66 ^{Bb}	63,41±0,67 ^{Aab}	61,38±0,21 ^{ABab}	61,28±0,72 ^{ABb}	60,84±0,41 ^{Ba}
MB	59,31±0,05 ^{Bb}	60,88±0,47 ^{Ab}	60,76±0,51 ^{Ab}	60,63±0,30 ^{Ab}	60,43±0,34 ^{Aa}
CM	44,97±1,96 ^{Ac}	44,42±1,25 ^{Ac}	42,97±2,72 ^{Ac}	42,54±1,73 ^{Ac}	43,35±1,67 ^{Ab}
MR	30,31±0,35 ^{Ad}	29,01±0,12 ^{Bd}	25,17±0,18 ^{Dd}	25,98±0,34 ^{Ce}	25,89±0,19 ^{Cc}
AG	-	29,06±0,46 ^{Ad}	27,02±1,01 ^{Bd}	27,53±0,51 ^{ABe}	27,66±0,03 ^{ABc}
CP	44,08±0,26 ^{Ac}	42,15±1,34 ^{Ac}	39,17±2,10 ^{Ac}	40,06±1,23 ^{Ad}	36,77±2,10 ^{Ab}
PP	16,75±0,64 ^{Ae}	17,38±0,98 ^{Ae}	18,10±1,30 ^{Ae}	17,67±0,49 ^{Af}	17,30±0,26 ^{Ad}
h (<i>P. vulgaris</i>)					
EX	-	1,43±0,01 ^{Aa}	1,28±0,02 ^{Ba}	1,29±0,02 ^{Ba}	1,02±0,01 ^{Cb}
PA	1,11±0,01 ^{Aa}	1,07±0,01 ^{Ab}	0,96±0,01 ^{Ba}	0,94±0,04 ^{Bb}	0,92±0,02 ^{Bc}
GB	1,07±0,01 ^{Ab}	1,07±0,01 ^{ABb}	1,02±0,02 ^{Ba}	0,97±0,02 ^{Cb}	1,03±0,01 ^{ABb}
PV	0,71±0,01 ^{Bc}	0,75±0,01 ^{Bc}	0,74±0,02 ^{Ba}	0,73±0,01 ^{Bc}	1,07±0,05 ^{Aa}
GV	-	0,30±0,02 ^{Bd}	0,34±0,01 ^{Ba}	0,36±0,03 ^{Bd}	1,30±0,04 ^{Ab}
PQ	-	-1,46±0,05 ^{Ae}	-0,34±1,66 ^{Aa}	-1,49±0,03 ^{Ae}	-1,54±0,01 ^{Ad}
h (<i>V. unguiculata</i>)					
QT	1,31±0,01 ^{Aa}	1,30±0,00 ^{Aa}	1,31±0,01 ^{Aa}	1,30±0,00 ^{Aa}	1,26±0,01 ^{Bab}
CV	1,31±0,01 ^{Aa}	1,33±0,00 ^{Aa}	1,33±0,01 ^{Aa}	1,33±1,33 ^{Ba}	1,22±0,00 ^{Cb}
MB	1,32±0,00 ^{Ba}	1,35±0,01 ^{Aa}	1,35±0,02 ^{Aa}	1,33±0,00 ^{ABa}	1,17±0,00 ^{Cc}
CM	1,16±0,03 ^{Ba}	1,14±0,02 ^{Ba}	1,16±0,04 ^{Ba}	1,18±0,01 ^{Bb}	1,26±0,03 ^{Aab}
MR	0,63±0,01 ^{Bb}	0,62±0,02 ^{BCa}	0,60±0,01 ^{BCa}	0,58±0,02 ^{Cc}	1,16±0,01 ^{Ac}
AG	-	0,56±0,02 ^{Ba}	0,59±0,01 ^{Ba}	0,58±0,02 ^{Bc}	1,23±0,01 ^{Ab}
CP	1,28±0,01 ^{Aa}	1,21±0,03 ^{Ba}	1,19±0,03 ^{Ba}	1,19±0,01 ^{Bb}	1,29±0,02 ^{Aa}
PP	-1,26±0,21 ^{Ac}	-0,68±1,04 ^{Ab}	0,42±1,63 ^{Aa}	-0,92±0,03 ^{Ad}	-1,55±0,00 ^{Ad}
C* (<i>P. vulgaris</i>) - Cromo					
EX	-	34,68±1,57 ^{Aa}	34,17±1,78 ^{Aa}	33,30±0,45 ^{Aa}	33,35±0,65 ^{Aa}
PA	34,91±0,46 ^{Aa}	35,84±0,92 ^{Aa}	32,16±0,18 ^{Ba}	31,74±0,28 ^{Bab}	30,78±1,78 ^{Bab}
GB	25,17±0,43 ^{Bb}	24,42±1,02 ^{Bc}	28,00±0,96 ^{Ab}	29,97±0,70 ^{Ab}	29,27±0,47 ^{Ab}
PV	25,86±0,22 ^{ABb}	27,68±0,48 ^{Ab}	25,96±0,49 ^{ABb}	24,51±1,54 ^{Bc}	25,62±0,57 ^{ABc}
GV	-	18,89±1,51 ^{Ad}	18,54±0,34 ^{Ac}	18,50±0,74 ^{Ad}	17,67±1,08 ^{Ad}
PQ	-	0,84±0,07 ^{Ae}	0,68±0,08 ^{Ad}	0,67±0,11 ^{Ae}	0,85±0,21 ^{Ae}
C* (<i>V. unguiculata</i>) - Cromo					
QT	20,08±0,33 ^{Bc}	19,22±0,09 ^{Cc}	21,39±0,37 ^{Ab}	21,11±0,12 ^{Abc}	20,90±0,36 ^{Ac}
CV	22,57±0,24 ^{Ab}	21,36±0,29 ^{Bb}	22,70±0,63 ^{Ab}	22,53±0,30 ^{Ab}	22,77±0,17 ^{Ab}
MB	25,24±0,04 ^{Ba}	23,93±0,25 ^{Ca}	25,69±0,36 ^{ABa}	26,05±0,26 ^{Aa}	25,99±0,17 ^{Aa}
CM	17,36±0,91 ^{Ad}	17,01±0,28 ^{Ad}	17,74±0,82 ^{Ac}	15,37±2,12 ^{Ae}	17,40±0,42 ^{Ae}
MR	19,69±0,90 ^{Ac}	20,13±0,38 ^{Abc}	19,33±0,73 ^{Ac}	19,86±0,21 ^{Ac}	18,97±0,33 ^{Ad}
AG	-	19,26±0,46 ^{Ac}	19,29±0,31 ^{Ac}	18,05±0,48 ^{Ad}	18,41±0,64 ^{Ade}
CP	15,59±0,54 ^{Ae}	12,44±0,94 ^{Be}	11,87±0,94 ^{Bd}	12,41±0,15 ^{Bf}	13,05±0,83 ^{Bf}
PP	0,25±0,03 ^{Af}	0,41±0,05 ^{Af}	0,58±0,08 ^{Ae}	0,39±0,04 ^{Ag}	0,33±0,08 ^{Ag}

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos (embalagens) e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença estatística entre as variedades pelo teste de Tukey (P<0,05).

Dessa forma, os resultados da Tabela 8 demonstram que para luminosidade (L^*) em variedades de feijão-comum, os tratamentos T02 e T01 não se diferenciaram para as três variedades (Peruano Amarelo, Gurgutuba Branco e Peruano Vermelho).

O mesmo comportamento não aconteceu na comparação entre o tratamento T01 e EV, SB e ET, ou seja, as amostras das variedades de coloração clara (Enxofre, Peruano Amarelo e Gurgutuba Branco) apresentam resultados numéricos inferiores, que demonstra escurecimento das amostras. As variedades em tons de vermelho/roxo (Peruano Vermelho e Gurgutuba vermelho) não tiveram alteração significativa ($P < 0,05$) (Tabela 8). E para a variedade Preto de arranque, aconteceu fenômeno inverso. A amostra ficou mais clara, diferenciando os tratamentos EV, SB e ET do T01.

Para o feijão-caupi (Tabela 8), os valores da coordenada L^* não foram alterados, entre os tratamentos para a maioria das variedades, excetuando-se apenas Manteiguinha Roxo, que se diferenciou em todos os tratamentos, apresentando-se mais escuros nos tratamentos T01, EV, SB e ET. Entre as variedades, verificou-se que a variedade com maior luminosidade, ou seja, a mais clara é a Quarentão, seguido pela Costela de Vaca. Elas igualam-se entre os tratamentos T02, T01, EV e SB, porém, apresentam-se mais escuras no tratamento ET.

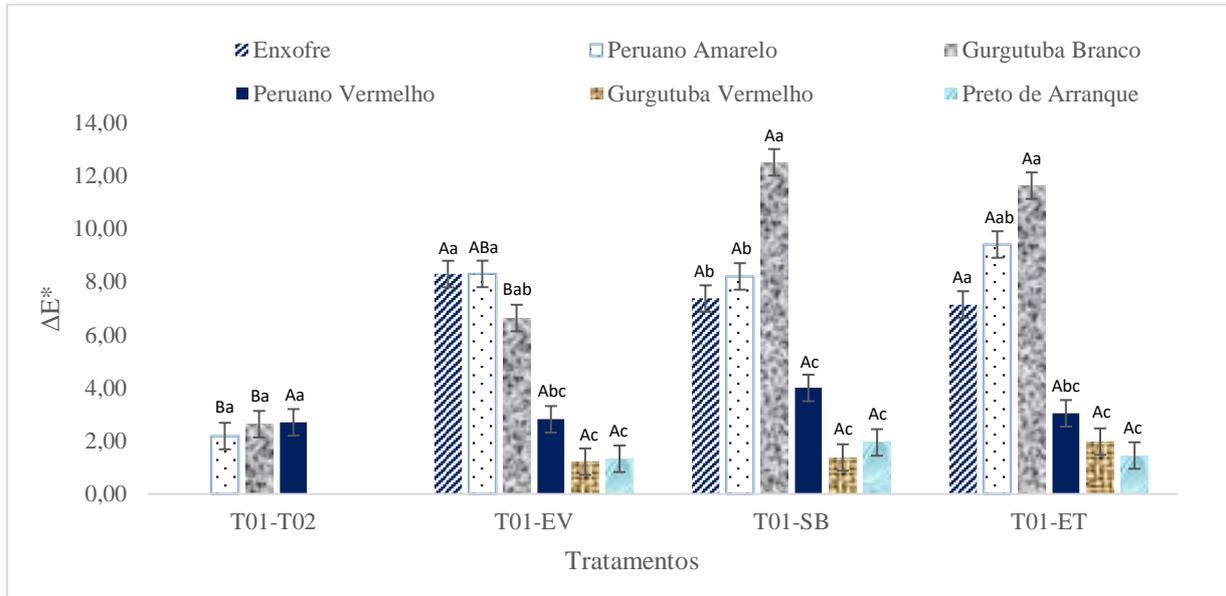
Semelhante a luminosidade, os resultados para o ângulo de tonalidade (h°) tanto para feijão-comum quanto feijão-caupi diminuíram para as variedades de coloração clara diferenciando-se para a maioria dos tratamentos (Tabela 8). Para amostras coloridas os resultados foram inversos, apresentando valores que aumentaram com o armazenamento principalmente nas embalagens SB e ET. Excetuando-se a variedade Preto de Praia e Preto de Praia que não houve alteração perceptível da cor ($P < 0,05$).

Os resultados do índice de saturação ou intensidade da cor, o croma (C^*), (Tabela 8) demonstraram que para as variedades de feijão-comum, houve aumento significativo nos resultados apenas para feijão Gurgutuba bege em todas as embalagens analisadas. Para as variedades claras (Enxofre e Peruano Amarelo), tiveram alteração no SB e ET. Variedades escuras como o Peruano vermelho, Gurgutuba Vermelho e Preto de Arranque não tiveram diferença ($P < 0,05$). Os resultados encontrados para feijão-caupi (Tabela 8), demonstram que houve incremento na intensidade da cor (C^*) apenas para a variedade Manteiguinha Branco, estando as demais iguais ($P < 0,05$).

Os resultados das avaliações para a diferença total de cor (ΔE^*) em feijão-comum e feijão-caupi, (Figuras 14 e 15), demonstram que na comparação entre os tratamentos T01 e T02, a

variação total de cor foi baixa, não indicando diferença ($P < 0,05$) entre as amostras de (T01) e (T02).

Figura 14. Valores da diferença de cor total (ΔE^*) das variedades de feijão-comum cultivados no Juruá Acre. Feijão safra 2021 (T02); Feijão safra 2019/2020 (T01).

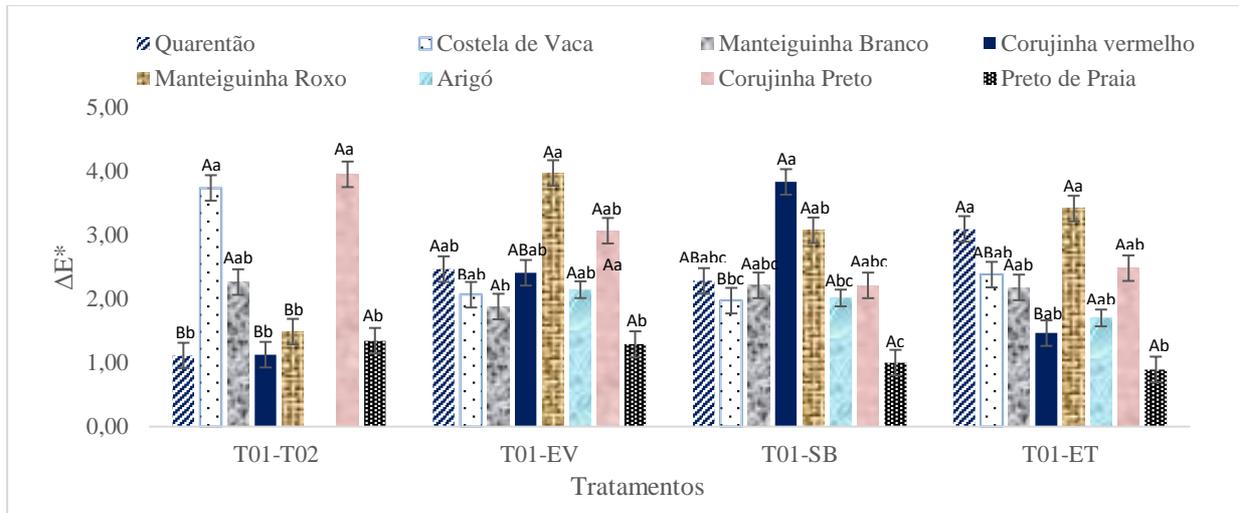


As letras maiúsculas mostram a diferença entre os diferentes tratamentos e letras minúsculas indicam diferença estatística entre as variedades dentro de cada tratamento pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Fonte: A autora.

Na comparação entre o tratamento T01 e EV, SB e ET em feijão-comum ao final de 12 meses de armazenamento, (Figura 14), verificou-se a diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos para todas as embalagens nas variedades Enxofre, Peruano Amarelo, Gurgutuba Branco, e Peruano Vermelho, evidenciando a alteração de cor. Não houve diferença para as variedades escuras como o Peruano Vermelho, Gurgutuba Vermelho e Preto de Arranque.

Para as variedades de feijão-caupi (Figura 15), a diferença total da cor, (ΔE^*) não foi significativa quando os valores foram comparados com o tratamento T01 para a maioria das variedades, principalmente as de coloração escura. Efeito das embalagens nos valores de ΔE^* das variedades crioulas, armazenados por doze meses em condições ambientais não foi significativo ($P < 0,05$).

Figura 15. Valores da diferença de cor total (ΔE^*) das variedades de feijão-caupi cultivados no Juruá Acre. Feijão safra 2021 (T02); Feijão safra 2019/2020 (T01).



As letras maiúsculas mostram a diferença entre os diferentes tratamentos e letras minúsculas indicam diferença estatística entre as variedades dentro de cada tratamento pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Fonte: A autora.

4.6.2 Atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase

As enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) estão diretamente envolvidas no processo de escurecimento e endurecimento de grãos de feijão. Nesse aspecto, diante dos resultados obtidos (Tabela 9), verificou-se que para feijão-comum, as variedades que registraram maior atividade enzimática para as enzimas PPO foram Gurgutuba Branco, Gurgutuba Vermelho e Preto de Arranque. Já para a POD, as variedades que apresentaram maior atividade foram: Enxofre, Peruano Amarelo e Preto de Arranque.

Na comparação entre os tratamentos T02 e T01, verificou-se que houve diferença na atividade para as duas enzimas, e alta variação entre os resultados. Cabe ressaltar que essa comparação ocorre entre variedades de anos de cultivo diferente, o que pode ter influenciado nesses resultados. Para comparação entre os tratamentos armazenados, verificou-se que a variedade Enxofre aumentou sua atividade durante o armazenamento por doze meses para ET, essa variedade também se apresentou mais escura na avaliação da cor.

As variedades Gurgutuba Branco e Gurgutuba vermelho apresentaram diminuição da atividade enzimática apenas na embalagem SB. Porém destaca-se que essas variedades apresentaram atividade para enzima POD apenas na EV, sendo que na análise de cor, o feijão Gurgutuba Branco apresentou diminuição da Luminosidade (L^*), do ângulo de tonalidade (h°), aumento da intensidade da cor (C^*), e da variação de cor total (ΔE^*) com maior diferença nas

embalagens SB e ET. De forma diferente, o feijão Peruano Vermelho, Gurgutuba Vermelho não tiveram alteração na Luminosidade, apresentando h° , C^* e o ΔE sem alterações.

Para as variedades de feijão-caupi (Tabela 9), a enzima PPO não foi detectada nas variedades de coloração branca (Quarentão, Costela de Vaca e Manteiguinha Branco) em nenhum dos tratamentos analisados. Semelhante ao comportamento para variedades de feijão-comum, os valores tenderam a diminuir para embalagens T01, EV, SB e ET. A variedade Manteiguinha Roxo apresentou o maior valor para PPO no T01 de armazenamento.

Tabela 9. Resultados das análises da atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase em amostras de feijão-comum e feijão-caupi do Alto Juruá, Acre, armazenadas por doze meses. Feijão safra 2021 (T02); Feijão safra 2019/2020 (T01). Valores expressos em $\text{abs. min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$. Não detectado pelo método (ND).

Var	T02	T01	EV	SB	ET
<i>Polifenoloxidase - P. vulgaris</i>					
EX	-	0,91 \pm Bb	0,89 \pm Bde	0,93 \pm Bc	1,85 \pm Aa
PA	1,45 \pm Ab	1,26 \pm Ab	1,02 \pm BCd	0,86 \pm Ccd	0,77 \pm Cb
GB	2,03 \pm Ba	2,97 \pm Aa	2,26 \pm ABb	1,88 \pm Bb	2,23 \pm ABa
PV	1,01 \pm Ac	0,61 \pm Bb	0,50 \pm Be	0,51 \pm Bd	0,79 \pm ABb
GV	-	2,73 \pm Aa	2,73 \pm ABa	2,15 \pm Cb	2,15 \pm BC
PQ	-	3,64 \pm Aa	1,60 \pm Cc	2,76 \pm ABa	2,35 \pm BCa
<i>Polifenoloxidase - V. unguiculata</i>					
QT	ND	ND	ND	ND	ND
CV	ND	ND	ND	ND	ND
MB	ND	ND	ND	ND	ND
CM	0,83 \pm Ac	0,97 \pm Ac	0,78 \pm Ac	0,76 \pm Ac	0,72 \pm Ab
MR	1,34 \pm Ca	3,00 \pm Aa	1,72 \pm Ba	1,42 \pm Ca	1,04 \pm Db
AG	-	2,28 \pm Ab	1,26 \pm Bb	0,57 \pm Cc	1,47 \pm Ba
CP	0,28 \pm Bd	0,94 \pm Ac	0,18 \pm Bd	ND	0,37 \pm Bc
PP	1,15 \pm Bb	2,06 \pm Ab	1,3 \pm 0 \pm Bb	1,07 \pm Bb	1,45 \pm Ba
<i>Peroxidase - P. vulgaris</i>					
EX	-	24,53 \pm Ab	0,89 \pm Cd	14,47 \pm Bb	27,14 \pm Ab
PA	39,35 \pm Aa	15,51 \pm Bb	6,28 \pm Ca	14,24 \pm Bb	13,75 \pm Bc
GB	ND	ND	2,26 \pm	ND	ND
PV	10,28 \pm Bb	15,15 \pm Ab	0,50 \pm Dd	7,86 \pm BCb	6,43 \pm Cd
GV	-	ND	2,73 \pm	ND	ND
PQ	-	80,15 \pm Aa	1,60 \pm Cc	64,89 \pm Ba	93,40 \pm Aa
<i>Peroxidase - V. unguiculata</i>					
QT	ND	ND	ND	ND	ND
CV	ND	ND	ND	ND	ND
MB	ND	ND	ND	ND	ND
CM	ND	ND	ND	ND	ND
MR	1,34 \pm C	3,00 \pm Aa	1,72 \pm Ba	ND	ND
AG	-	2,28 \pm Ab	1,26 \pm Bb	ND	ND
CP	ND	0,94 \pm Ac	0,18 \pm Bc	ND	ND
PP	ND	2,06 \pm Ab	1,30 \pm Bb	ND	ND

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos (embalagens) e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença estatística entre as variedades pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Segundo os dados obtidos neste estudo, a enzima peroxidases foi detectada na maioria das variedades de feijão, não sendo perceptível apenas no feijão Gurgutuba Branco, e Gurgutuba Vermelho, variedades que tiveram maiores teores de PPO. Entre os tratamentos, verificou-se que EV obteve valores de atividade inferiores para todas as variedades, apresentando comportamento diferenciado em relação à manutenção da atividade da enzima nas variedades.

No geral, as variedades do tratamento T01 obtiveram maiores valores de atividade para a enzima em relação aos demais tratamentos. Em relação ao armazenamento T01, o SB e ET também se diferenciaram para a variedade Enxofre, Peruano Vermelho e Preto de Arranque que diferenciou apenas no tratamento T01, (Tabela 9).

Para as variedades de feijão-caupi não foi perceptível atividade para a enzima peroxidase para a maioria das variedades e tratamentos. Para o tratamento T02 foi detectado apenas na variedade Manteiguinha Roxo. Foi detectado também nas variedades Arigó, corujinha Preto e Preto de Praia apenas nos tratamentos de T01 e EV, sendo os valores auferidos no tratamento EV menores.

4.6.3 Teste de cozimento das variedades

O teste de cozimento das variedades de feijão-comum em panela de pressão obteve tempos de cozimento de 13 a 31 minutos (Tabela 10). Na comparação entre os tratamentos T02 e T01 verificou-se que as variedades T02 apresentaram tempo menor ou igual ao T01. Verificou-se que esses tratamentos tiveram os menores tempos comparados aos tratamentos EV, SB e ET.

Verificou-se também que o número de grãos danificados foi maior no tratamento T02 para as variedades estudadas, exceto Gurgutuba Branco que teve maior porcentagem de grãos danificados no T01, o que confirma que de forma geral, variedades com menor tempo de colheita tem menor tempo de cozimento.

Na comparação das amostras EV, SB e ET, verificou-se que os maiores tempos de cozimento foram para amostras do tratamento ET, seguidos pelo tratamento em SB. Entre os tratamentos, EV obteve diferença significativa para a maioria das variedades, podendo ser considerado o tratamento que melhor conservou as propriedades tecnológicas para cozimento, igualando-se também ao T01 para as variedades Gurgutuba Branco, Peruano Vermelho e preto de arranque.

De acordo com os dados da Tabela 10, as variedades Enxofre e Gurgutuba Vermelho cozinham em tempo igual no tratamento EV e SB, na comparação com ET que cozinham em maior tempo. Entre as variedades em cada tratamento, verificou-se que o feijão Peruano Amarelo

e Preto de Arranque são variedades que amoleceram de forma mais rápida, sendo o Gurgutuba Vermelho a variedade que demorou mais para concluir o cozimento.

Em relação ao tempo de cozimento das variedades de feijão-caupi (Tabela 10), verificou-se que no tratamento T02 e T01 todas as variedades tiveram cozimento no tempo de 10 minutos, diferenciando apenas o número de grãos danificados. Em decorrência disso, foi feita a análise estatística da porcentagem de feijão danificados, comparando-se dessa forma apenas o tratamento T02 e T01 para avaliar se havia diferença entre eles. Como resultado, foi verificado que o número de grãos danificados se diferencia apenas para as variedades Manteiguinha Branco e Corujinha Preto, igualando-se para os demais. Leva-se em consideração que o tratamento T02 é composto por variedades de ano de cultivo (2021) diferente dos demais (2019/2020).

Entre as variedades, observou-se que a variedade Corujinha preto cozinhou no tempo de 10 minutos, em todos os tratamentos. Dessa forma foi tratado estatisticamente também o número de grãos danificados dessa variedade em todos os tratamentos, verificando-se que houve diferença para o tratamento T02, T01, sendo que o T01 obteve o maior número de grãos danificados (70), diferenciando-se do T02 e dos demais tratamentos, sendo que os tratamentos SB, EV e ET, não se diferenciaram entre si nessa variável.

Dentre as demais variedades em cada tratamento podemos destacar que as variedades Manteiguinha Roxo e Corujinha Preto sendo as que apresentam maior número de grãos danificados, ou seja, essas cozinham de forma mais rápida, de acordo com a Tabela 10.

Tabela 10. Resultados dos testes de cozimento em amostras de feijão-comum e feijão-caupi do Alto Juruá, Acre, armazenadas por doze meses. Feijão safra 2021 (T02); Feijão safra 2019/2020 (T01); embalagem à vácuo (EV); silo bolsa (SB) e embalagem tradicional (ET). *Resultados em %

Variedades	Tempo (min)	*Grãos danificados	Tempo (min)	*Grãos danificados	Tempo (min)	*Grãos danificados	Tempo (min)	*Grãos danificados	Tempo (min)	*Grãos danificados
<i>P. vulgaris</i>		T02		T01		EV		SB		ET
EX	-	-	13,00 ^{Cc}	23,33	17,00 ^{Bb}	23,33	17,00 ^{Bd}	10,33	21,00 ^{Ad}	30,67
PA	13,00 ^{Cb}	72,00	13,00 ^{Cc}	27,55	17,00 ^{Bb}	27,33	21,00 ^{Ac}	13,33	21,00 ^{Ad}	22,00
GB	25,00 ^{Ca}	16,00	25,00 ^{Ca}	51,03	25,00 ^{Ca}	31,11	27,00 ^{Ba}	1,50	29,00 ^{Ab}	35,65
PV	13,00 ^{Cb}	57,19	17,00 ^{Bb}	44,67	17,00 ^{Bb}	45,87	25,00 ^{Ab}	12,00	25,00 ^{Ac}	36,42
GV	-	-	25,00 ^{Ca}	48,75	25,00 ^{Ba}	32,00	27,00 ^{Ba}	16,00	31,00 ^{Aa}	18,00
PQ	-	-	13,00 ^{Bc}	48,00	13,00 ^{Bc}	26,00	21,00 ^{Ac}	16,00	21,00 ^{Ad}	26,67
<i>V. unguiculata</i>		T02		T01		EV		SB		ET
QT	10,00 ^{Ba}	24,66 ^{Abc}	10,00 ^{Ba}	28,66 ^{Ac}	13,00 ^{Ab}	6,89	13,00 ^{Ab}	6,00	13,00 ^{Ab}	12,00
CV	10,00 ^{Ca}	19,33 ^{Abc}	10,00 ^{Ca}	28,66 ^{Ac}	13,00 ^{Bb}	6,00	16,00 ^{Aa}	4,33	16,00 ^{Aa}	8,67
MB	10,00 ^{Ba}	9,33 ^{Bc}	10,00 ^{Ba}	30,66 ^{Ac}	13,00 ^{Ab}	16,00	13,00 ^{Ab}	4,67	13,00 ^{Ab}	9,33
CM	10,00 ^{Ba}	12,66 ^{Ac}	10,00 ^{Ba}	2,66 ^{Bd}	16,00 ^{Aa}	4,00	16,00 ^{Aa}	2,67	16,00 ^{Aa}	5,33
MR	10,00 ^{Ba}	61,33 ^{Aa}	10,00 ^{Ba}	57,33 ^{Aab}	10,00 ^{Bc}	6,00	13,00 ^{Ab}	8,67	13,00 ^{Ab}	17,33
AG	-	-	10,00 ^{Ba}	42,00 ^{bc}	13,00 ^{Ab}	10,67	13,00 ^{Ab}	10,33	13,00 ^{Ab}	20,67
CP	10,00 ^{Aa}	32,00 ^{Bb}	10,00 ^{Aa}	70,00 ^{Aa}	10,00 ^{Ac}	18,00 ^{CD}	10,00 ^{Ac}	14,33 ^D	10,00 ^{Ac}	28,67 ^{BC}
PP	10,00 ^{Ba}	24,66 ^{Abc}	10,00 ^{Ba}	22,00 ^{AcD}	13,00 ^{Ab}	17,33	13,00 ^{Ab}	7,67	13,00 ^{Ab}	15,33

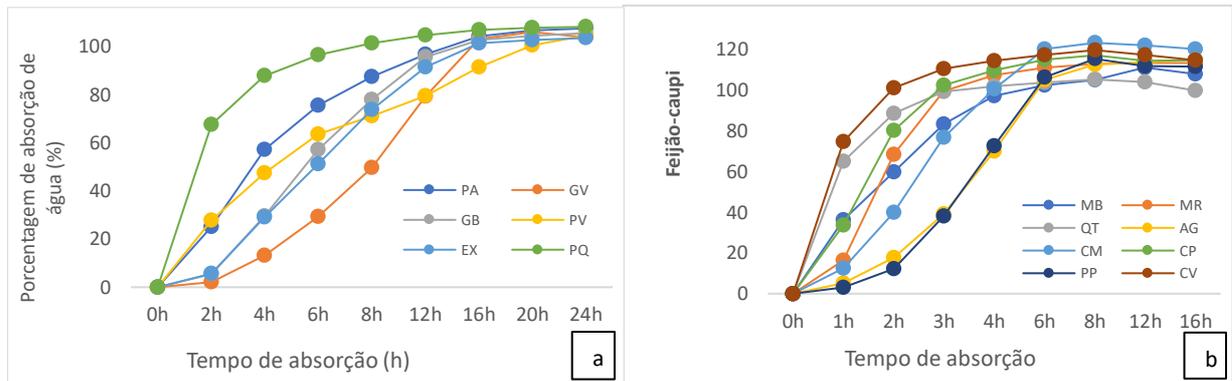
As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos (embalagens) e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença estatística entre as variedades pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

4.6.4 Curva de hidratação das variedades de feijão

Os resultados do teste de hidratação para variedades de feijão-comum realizado durante o tempo de 24 horas demonstram que a variedade Preto de arranque absorveu água de forma mais rápida quando comparada ao restante das variedades. A variedade mais lenta na absorção de água foi a Gurgutuba vermelho, sendo também a variedade com maior tempo de cozimento. Demais variedades tiveram as curvas com valores próximos para a maior parte do intervalo de tempo.

Cabe destacar também que após 12 horas de embebição todas as variedades convergiram para o mesmo percentual, como demonstrado na Figura 16a. Deve-se levar em consideração que para a curva de hidratação de água foi considerada apenas as amostras do tratamento no tempo zero de armazenamento T01, safra 2019/2020.

Figura 16. Curva de absorção de água de variedades de feijão-comum (a) e feijão-caupi (b) do Alto Juruá, Acre.



Fonte: A autora.

Para feijão-caupi (Figura 16b), verificou-se que a variedade Costela de Vaca se apresentou com a maior quantidade de água absorvida. É necessário considerar que para feijão-caupi o tempo total de embebição foi de apenas 16 horas com intervalos iniciais de uma hora. Essa medida foi adotada por ser verificado durante pré-testes que feijões do gênero *Vigna* era mais rápido em absorver água, e como se nota nos resultados, após quatro horas de embebição, houve pouca alteração na quantidade de água absorvida para a maioria das variedades.

De acordo com curva gerada pelos dados em cada variedade, o feijão Preto de Praia e Arigó apresentaram a menor taxa de absorção, sendo que a partir de seis horas todos resultados convergiram para percentuais próximos.

Em relação à comparação entre os tratamentos durante o armazenamento a Tabela 11 expõe os resultados para cada variedade de feijão-comum, onde são demonstrados que as variedades Enxofre, Gurgutuba Branco e Gurgutuba Vermelho apresentaram valores baixos de

absorção ao início do experimento, enquanto o Peruano Amarelo, Peruano Vermelho e Preto de Arranque tiveram quantitativos de água absorvida em maior quantidade.

Na comparação entre os tratamentos T02 e T01 (feijões de anos de cultivo diferentes) observa-se que de forma geral o tratamento T01 absorveu mais água que T02 para a maioria das variedades, principalmente, nos tempos iniciais do experimento. Deve-se levar em consideração que a umidade T02 estava em maior percentual.

É necessário também fazer a ressalva de que as variedades do T01 estiveram estocadas sob temperatura de -11°C , enquanto o T02, não sofreu qualquer processo de armazenamento, sendo mantida apenas sob refrigeração. Em relação à comparação do T01 com demais tratamentos não é significativa a diferença para a maioria das variedades e tempo de hidratação. (Tabela 11).

Tabela 11. Resultados dos testes de hidratação em amostras de feijão-comum do Juruá, Acre, armazenadas por doze meses. Feijão safra 2021 (T02); Feijão safra 2019/2020 (T01). Resultados expressos em %.

	Enxofre					Peruano Amarelo				
	T02	T01	EV	SB	ET	T02	T01	EV	SB	ET
2h	-	5,76 ^A	4,54 ^A	6,65 ^A	4,32 ^A	16,74 ^D	25,04 ^{AB}	21,70 ^{BC}	20,36 ^C	25,96 ^A
4h	-	29,06 ^A	17,28 ^B	16,41 ^B	13,56 ^B	41,21 ^B	57,11 ^A	53,60 ^B	62,63 ^A	58,55 ^A
6h	-	51,21 ^A	43,01 ^{AB}	29,41 ^C	35,53 ^{BC}	65,02 ^B	75,47 ^{AB}	72,60 ^{AB}	80,93 ^A	77,87 ^A
8h	-	73,75 ^A	68,84 ^{AB}	50,25 ^C	58,43 ^{BC}	79,15 ^B	87,55 ^A	91,58 ^A	93,33 ^A	92,05 ^A
12h	-	91,46 ^A	92,63 ^A	83,26 ^A	91,88 ^A	93,90 ^B	96,74 ^B	103,31 ^A	102,64 ^A	102,54 ^A
16h	-	101,52 ^A	99,49 ^A	95,48 ^A	96,74 ^A	97,97 ^C	104,42 ^B	109,14 ^{AB}	109,74 ^A	106,71 ^{AB}
20h	-	102,70 ^A	102,02 ^A	98,02 ^A	100,84 ^A	99,98 ^B	106,73 ^{AB}	108,31 ^{AB}	111,20 ^A	107,77 ^{AB}
24h	-	103,59 ^A	103,05 ^A	100,78 ^A	103,18 ^A	101,17 ^B	107,59 ^{AB}	110,54 ^A	112,28 ^A	108,01 ^{AB}
	Gurgutuba Branco					Peruano Vermelho				
	T02	T01	EV	SB	ET	T02	T01	EV	SB	ET
2h	4,00 ^C	5,36 ^{BC}	5,29 ^{BC}	7,96 ^A	6,52 ^{AB}	30,08 ^A	27,87 ^{AB}	24,22 ^{BC}	20,18 ^C	26,83 ^{AB}
4h	17,10 ^C	29,65 ^C	24,50 ^B	36,18 ^A	36,28 ^A	68,70 ^A	47,44 ^B	45,31 ^B	39,08 ^B	46,69 ^B
6h	33,64 ^C	57,17 ^{AB}	46,52 ^{BC}	73,02 ^A	43,54 ^{BC}	83,38 ^A	63,61 ^B	57,71 ^B	47,25 ^C	57,55 ^B
8h	56,10 ^B	77,92 ^A	68,74 ^A	79,64 ^A	71,49 ^A	92,35 ^A	71,06 ^B	67,67 ^B	55,05 ^C	68,39 ^B
12h	83,12 ^B	95,64 ^A	90,29 ^{AB}	100,45 ^A	93,30 ^{AB}	100,89 ^A	79,50 ^{BC}	79,39 ^{BC}	74,85 ^C	88,50 ^{AB}
16h	90,22 ^A	102,72 ^A	98,79 ^A	103,93 ^A	99,80 ^A	103,79 ^A	91,52 ^{AB}	92,95 ^{AB}	88,45 ^B	96,75 ^{AB}
20h	98,65 ^B	104,59 ^{AB}	106,21 ^A	108,94 ^A	102,72 ^{AB}	104,14 ^A	100,58 ^A	96,00 ^{AB}	91,63 ^B	97,89 ^{AB}
24h	99,58 ^A	105,63 ^A	107,51 ^A	106,70 ^A	103,14 ^A	103,98 ^A	104,67 ^A	98,73 ^{AB}	94,67 ^{AB}	98,53 ^B
T(h)	Gurgutuna Vermelho					Preto de Arranque				
	T02	T01	EV	SB	ET	T02	T01	EV	SB	ET
2	-	2,07 ^B	2,74 ^B	4,27 ^A	2,13 ^B	-	67,68 ^A	62,62 ^B	49,0 ^{C6}	49,04 ^C
4	-	13,21 ^A	9,44 ^B	14,68 ^A	7,01 ^B	-	87,87 ^A	84,05 ^A	80,44 ^A	81,18 ^A
6	-	29,41 ^A	22,85 ^B	34,90 ^A	19,93 ^B	-	96,48 ^A	95,17 ^A	91,50 ^B	90,98 ^B
8	-	49,60 ^A	40,09 ^A	47,54 ^A	37,66 ^A	-	101,54 ^A	96,47 ^A	97,90 ^A	99,25 ^A
12	-	79,41 ^A	72,11 ^{AB}	82,21 ^A	61,56 ^B	-	104,69 ^A	104,35 ^A	105,82 ^A	103,16 ^A
16	-	103,17 ^A	91,88 ^A	100,90 ^A	84,95 ^A	-	107,03 ^A	106,92 ^A	106,46 ^A	106,99 ^A
20	-	106,08 ^A	98,17 ^{AB}	101,82 ^{AB}	92,96 ^B	-	107,84 ^A	107,60 ^A	107,38 ^A	107,47 ^A
24	-	103,90 ^A	101,48 ^A	107,88 ^B	96,63 ^B	-	108,24 ^A	104,53 ^A	108,84 ^A	108,36 ^A

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos (embalagens) pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Para feijão-caupi, hidratado por 16 horas, os dados expressos na Tabela 12 indicam que, dentre todos os Tratamentos, para a maioria das variedades. Destaca-se que as variedades do tratamento T01 absorveram mais água que as do T02, com ressalva para as variedades Arigó e Manteiguinha Roxo que tiveram absorção igual na maioria das variedades. Destaca-se também que a partir de seis horas de absorção, quando os grãos já estão completamente entumecidos, os valores tiveram pouca alteração nos percentuais de água absorvidos.

Tabela 12 Resultados dos testes de hidratação em amostras de feijão-caupi do Juruá, Acre, armazenadas por doze meses. Feijão safra 2021 (T02); Feijão safra 2019/2020 (T01); embalagem à vácuo (EV); silo bolsa (SB) e embalagem tradicional ET). Resultados expressos em %.

T(h)	Quarentão					Costela de Vaca				
	T02	T01	EV	SB	ET	T02	T01	EV	SB	ET
1	66,18 ^A	64,98 ^A	62,68 ^{AB}	59,43 ^B	60,93 ^B	60,85 ^B	74,61 ^A	52,81 ^C	51,42 ^C	61,48 ^B
2	86,95 ^A	88,45 ^A	86,20 ^A	85,21 ^A	88,22 ^A	94,08 ^B	101,03 ^A	88,40 ^C	87,96 ^C	95,07 ^B
3	92,69 ^C	99,34 ^A	95,53 ^{BC}	95,30 ^{BC}	95,89 ^B	104,58 ^{BC}	110,50 ^A	102,84 ^C	102,17 ^C	106,66 ^B
4	96,64 ^B	101,84 ^A	101,21 ^A	99,64 ^{AB}	100,66 ^A	108,96 ^B	114,40 ^A	108,19 ^B	109,54 ^B	110,60 ^B
6	98,98 ^B	103,70 ^A	102,24 ^{AB}	101,96 ^{AB}	100,02 ^B	112,53 ^{AB}	117,29 ^A	111,63 ^B	111,49 ^B	113,00 ^{AB}
8	99,49 ^B	105,26 ^A	104,19 ^A	103,52 ^A	103,87 ^A	113,35 ^B	119,67 ^A	113,09 ^B	115,22 ^B	115,70 ^B
12	100,25 ^B	103,92 ^A	104,08 ^A	103,70 ^A	103,21 ^A	114,10 ^A	117,26 ^A	110,49 ^B	115,12 ^A	115,03 ^A
16	93,00 ^C	99,72 ^{AB}	102,35 ^{AB}	102,53 ^A	98,46 ^B	105,79 ^C	114,61 ^A	108,94 ^{ABC}	113,00 ^{AB}	108,75 ^{BC}
T(h)	Manteiguinha Branco					Corujinha Vermelho				
	T02	T01	EV	SB	ET	T02	T01	EV	SB	ET
1	10,44 ^D	36,31 ^A	29,45 ^B	22,68 ^C	27,27 ^B	10,85 ^A	12,45 ^A	8,24 ^B	6,18 ^B	8,08 ^B
2	35,67 ^D	59,86 ^A	58,77 ^A	47,07 ^C	53,39 ^B	34,88 ^B	39,81 ^A	24,74 ^C	16,14 ^D	22,95 ^C
3	62,52 ^C	83,20 ^A	78,35 ^C	65,91 ^{AB}	76,22 ^B	64,19 ^B	76,87 ^A	55,14 ^C	24,42 ^E	44,80 ^D
4	84,29 ^B	97,28 ^A	96,47 ^A	81,7 ^{B4}	93,37 ^A	92,96 ^B	100,65 ^A	85,89 ^C	58,42 ^E	71,27 ^D
6	98,22 ^A	102,36 ^A	100,06 ^A	98,42 ^A	102,64 ^A	113,43 ^{BC}	120,2 ^{0A}	114,89 ^B	102,13 ^D	108,82 ^C
8	99,85 ^B	105,01 ^A	107,01 ^A	104,08 ^A	105,56 ^B	116,24 ^B	123,23 ^A	118,86 ^{AB}	117,12 ^{AB}	117,49 ^{AB}
12	100,52 ^C	111,13 ^A	110,21 ^A	105,95 ^B	106,51 ^B	116,86 ^C	122,02 ^{AB}	118,85 ^C	122,95 ^A	119,48 ^{BC}
16	99,19 ^C	107,80 ^A	104,91 ^{AB}	105,06 ^{AB}	103,13 ^B	105,26 ^C	120,10 ^{AB}	115,39 ^B	123,19 ^A	116,36 ^B
T(h)	Arigó					Manteiguinha Roxo				
	T02	T01	EV	SB	ET	T02	T01	EV	SB	ET
1	-	5,24 ^A	5,18 ^A	4,92 ^A	3,72 ^A	19,25 ^A	16,34 ^B	10,53 ^C	3,85 ^D	4,82 ^D
2	-	17,76 ^A	16,06 ^A	15,54 ^A	14,21 ^A	65,44 ^A	68,46 ^A	51,33 ^B	23,17 ^D	36,21 ^C
3	-	39,17 ^A	32,70 ^A	25,17 ^A	39,40 ^A	89,19 ^B	99,63 ^A	90,37 ^B	65,25 ^D	75,98 ^C
4	-	70,03 ^B	72,45 ^A	52,51 ^B	80,68 ^C	102,54 ^A	107,31 ^A	102,34 ^A	90,21 ^B	95,68 ^B
6	-	105,05 ^A	102,42 ^A	100,10 ^A	105,55 ^A	109,94 ^A	111,04 ^A	107,07 ^B	106,24 ^B	105,99 ^B
8	-	112,51 ^A	111,60 ^A	111,78 ^A	112,1 ^{1A}	112,98 ^A	112,92 ^A	108,62 ^B	109,88 ^B	109,55 ^B
12	-	113,69 ^A	112,48 ^A	116,02 ^A	114,09 ^A	114,07 ^A	113,31 ^{AB}	108,48 ^D	111,54 ^{BC}	110,89 ^C
16	-	115,07 ^A	111,95 ^A	115,21 ^A	112,37 ^A	109,82 ^B	113,32 ^A	106,42 ^C	111,06 ^{AB}	109,79 ^B
T(h)	Corujinha Preto					Preto de Praia				
	T02	T01	EV	SB	ET	T02	T01	EV	SB	ET
1	56,58 ^A	33,62 ^B	20,77 ^C	20,83 ^C	25,01 ^C	20,05 ^A	3,04 ^B	1,24 ^C	1,29 ^C	2,62 ^{BC}
2	88,61 ^A	80,08 ^B	66,40 ^D	65,87 ^D	75,71 ^C	59,90 ^A	12,23 ^B	6,36 ^C	3,47 ^D	10,43 ^B
3	97,92 ^B	102,35 ^A	95,39 ^C	89,74 ^D	98,08 ^B	87,32 ^A	38,18 ^B	21,78 ^D	19,26 ^D	29,40 ^C
4	101,07 ^C	109,75 ^A	107,86 ^{AB}	105,84 ^B	106,48 ^B	100,65 ^A	72,52 ^B	51,38 ^D	39,88 ^E	59,71 ^C
6	103,39 ^C	114,98 ^A	112,45 ^{AB}	113,45 ^{AB}	111,06 ^B	106,41 ^C	106,44 ^A	98,43 ^B	94,39 ^B	103,43 ^B
8	104,94 ^C	117,12 ^A	113,89 ^B	114,42 ^B	113,04 ^B	107,84 ^C	115,36 ^A	111,76 ^B	111,15 ^B	111,70 ^B
12	104,55 ^B	114,49 ^A	112,30 ^A	115,28 ^A	113,55 ^A	108,03 ^B	111,94 ^A	110,32 ^{AB}	113,15 ^A	113,05 ^A
16	94,20 ^B	114,67 ^A	111,27 ^A	113,06 ^{AB}	111,38 ^A	100,79 ^A	111,66 ^A	108,49 ^A	109,54 ^A	108,73 ^A

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos (embalagens) pelo teste de Tukey (P<0,05).

De forma geral, verificou-se que o tratamento com EV obteve melhores valores proporcionais de embebição na comparação com SB e ET para alguns tratamentos em determinados tempos iniciais de absorção, sendo tratamento SB o que mais se distanciou do T01. Dentre as variedades, observa-se que as variedades Costela de Vaca, Corujinha Vermelho, Arigó e Corujinha Preto absorveram proporções de água acima de 115%, chegando até a 123,23%, sendo estes os valores mais altos, de acordo com a Tabela 12.

5 DISCUSSÃO

5.1 ASPECTOS DA PRODUÇÃO, COEFICIENTES TÉCNICOS E DIVERSIDADE DE FEIJÕES DO ACRE

A pesquisa demonstrou que a produção de feijão no Acre diminuiu principalmente na última década. Esse resultado corrobora com os totais produzidos em outros estados da Região Norte. Oliveira et al. (2017) verificaram que os estados de Rondônia, Amazonas e Pará tiveram diminuição na produção de feijão nos anos de 2004 a 2014. Enquanto estados como: Roraima, Amapá e Tocantins apresentaram incremento significativo na produção. IBGE (2022) confirma esse resultado e o decréscimo até o ano de 2021.

É destacado na literatura a relação entre os pequenos produtores e o menor grau de utilização de tecnologia na cultura do feijão (PELEGRINI et al., 2017), conseqüentemente a participação na produção de feijão por pequenos agricultores tende a diminuir se estes não adotam técnicas de cultivo com aporte tecnológico. O cultivo de feijões no Acre não faz uso de tecnologias avançadas de produção, o que pode resultar no mesmo fenômeno.

Vale destacar que o cultivo de feijão em outros locais, como o estado do Tocantins, com uso de tecnologias como adubação e irrigação, teve aumento na produção, o que não acontece no estado do Acre, como verificado por Oliveira et al. (2017). Mattar et al. (2016) confirmam que, para o cultivo de feijão no Acre, não é utilizado nenhum fertilizante. O feijão de praia aproveita os sedimentos do solo, trazidos pelas águas nas cheias dos rios. Nos roçados, aproveita-se a matéria orgânica depositada no desflorestamento e as cinzas provenientes das queimadas, em municípios que se utilizam da agricultura tradicional (corte e queima).

De acordo com os dados obtidos na pesquisa, percebe-se que a produção de feijão em todo o estado foi reduzida em todas as regionais, inclusive no Juruá, onde também teve queda considerável, o que pode ser atribuída também ao maior quantitativo de importação de feijão de outros estados a preços mais baixos e aos preços de venda muito baixos, que não cobrem os custos de produção.

Em todos os municípios da Regional Juruá, percebe-se maior produção de feijão, o que corrobora com a maior diversidade encontrada nos municípios dessa regional. Mattar et al. (2016), em trabalho sobre os sistemas de produção de feijão, classificaram a Regional do Vale do Juruá como um centro de produção e de variedades de feijão-comum e feijão-caupi.

Dados da literatura confirmam que os sistemas de produção adotados para o cultivo de feijão no Acre são: sistema de cultivo em abafado, sistema cultivo de praia e sistema de derrubada e queima (JESUS et al., 2017), com destaque para o sistema de praia desenvolvido

principalmente em propriedades localizadas no Juruá, principalmente, para cultivos sediados na Reserva Extrativista Alto Juruá.

É destacado também o sistema de cultivo de praia como recorrente em todo Juruá (OLIVEIRA et al., 2015) para o cultivo de feijão-caupi. O sistema de produção de derrubada e queima é comum em toda Amazônia, e utilizado em todo o estado do Acre (JESUS et al., 2017), porém não foi percebido uso nos cultivos de feijão no Município de Marechal Thaumaturgo nesta pesquisa.

De acordo com os dados apresentados nos Quadros 1 e 2 e Figura 13, verificou-se que o estado do Acre apresenta alta diversidade de variedades de feijão. As duas espécies *P. vulgaris* e *V. unguiculata*, já vêm sendo estudadas há mais de 20 anos. Marinho et al. (1997; 2001), estudaram variedades de feijão coletadas nos Vales do Purus e Juruá, nos municípios de Sena Madureira, Mâncio Lima, Cruzeiro do Sul, Rodrigues Alves, Tarauacá e Feijó e relataram a ocorrência de nove variedades de feijão-caupi. Mattar et al. (2016) descreveram os caracteres morfológicos de 25 variedades de feijão no Vale do Juruá, sendo 16 variedades de feijão-comum e 09 de feijão-caupi.

Um expressivo número de variedades de feijões foi reportado no município de Cruzeiro do Sul, o qual apresentou 16 variedades, conforme destacado por Siviero et al. (2017a) e Mattar et al. (2017b). O município é destaque na cultura, diversidade e comercialização de feijões do Juruá exportando variedades para o Acre e Amazônia.

De acordo com os resultados obtidos, as produções nas cidades da Regional do Alto Acre são principalmente para as variedades carioca e rosinha, o que é confirmado também por Siviero et al., 2017b). Essas variedades são largamente cultivadas e são as mais consumidas no Estado. Em regiões isoladas, como no Vale do Juruá, é prevalente o cultivo dos feijões peruanos, como: o Peruano Amarelo, Vermelho, Gurgutuba Vermelho, Branco, Enxofre, além de feijão-caupi como: Quarentão e Manteiguinha, como observado durante esta pesquisa.

No município de Assis Brasil (Regional Alto Acre), localizado na tríplice fronteira entre o Brasil, Peru e Bolívia, é onde pode-se verificar a diversidade genética de feijões, apresentando nove variedades. Observou-se também que os feijões da Regional Alto Acre, (Figura 13), são variedades de feijões normalmente encontradas nas cabeceiras de rios como: a. o Juruá e seus afluentes Tejo, Amonia, São João e Breu, na cidade de Marechal, b. às margens de rios como o Rio Iaco; c. Rio Acre, no município de Assis Brasil (Figura 13), o que corrobora com Jesus et al. (2017); Mattar et al. (2016) e Siviero et al. (2017a) que relatam a existência de variedades de feijão no estado nas cabeceiras de rios e nos municípios de fronteira.

Merece destaque o fato de que os lugares isolados, com dificuldade de acesso, como no caso do município de Marechal Thaumaturgo e suas imediações, mantenham a maior diversidade de feijão crioulo do estado do Acre. Isso é explicado pelo isolamento geográfico, devido a carência na acessibilidade a esses locais, sendo realizadas apenas por via fluvial ou aérea e, também, pelo costume dos agricultores cultivarem os feijões crioulos e manterem essas sementes por gerações ao longo dos anos (OLIVEIRA et al., 2015; MATTAR et al., 2017a).

As sementes são conservadas, selecionadas e manejadas por agricultores familiares, indígenas, quilombolas e outros povos tradicionais e que, ao longo dos anos, foram sendo adaptadas às formas de manejo das populações e dos seus locais de cultivo (GOMES et al., 2020).

A Regional do Baixo Acre, formada pelos municípios de Rio Branco, Acrelândia, Capixaba, Bujari, Senador Guiomard, Plácido de Castro e Porto Acre, é a mais populosa, onde não se observa a ocorrência de muitas variedades de feijão. Esse fato ocorre provavelmente pela facilidade de acesso ao feijão produzido em larga escala vindo de demais regiões do Brasil, como o feijão-comum do tipo Carioca e feijão-caupi presentes nos mercados atacadistas e varejistas do estado. Além desses, ainda se observa a presença de feijão-caupi-preto importado através da divisa com Peru e Bolívia.

Esta tendência contribui para a erosão genética das variedades crioulas locais de feijões. O mesmo poderá acontecer também com municípios que ainda estão isolados e tem a diversidade de feijões preservada. A abertura definitiva da BR 364, que liga Rio Branco a Cruzeiro do Sul e demais municípios daquela regional, torna-se um fator de risco de perda desse patrimônio genético (SIVIERO et al., 2017a; DINIZ et al., 2020b).

Observa-se um maior número de variedades de feijão-caupi, quando comparada ao feijão-comum, tendo a produção aumentada com o passar dos anos, de acordo com agricultores. Isso ocorre devido ao feijão-caupi se adaptar muito bem ao cultivo em várzea de rios, áreas disponíveis ao longo dos muitos rios acreanos. Além disso, este tipo de feijão apresenta maior resistência a pragas e doenças (OLIVEIRA et al., 2017), o que resulta em boa produtividade e faz com que o agricultor familiar que possui acesso a várzeas de rios como o Juruá e seus afluentes, escolha o cultivo de feijão do Gênero *Vigna*.

A diversidade dos grãos dos feijões do Estado do Acre está presente nos formatos, cores e tamanhos. É possível até mesmo encontrar a mesma variedade em tamanhos e formatos distintos. Foram encontradas três variedades de feijão rosinha, as quais apresentavam a forma e grau de achatamento da semente diferentes (DINIZ et al., 2020b).

Siviero et al. (2017a) relataram, a riqueza de variedades de feijão procedentes de municípios como: Rio Branco, Cruzeiro do Sul, Marechal Thaumaturgo, Sena Madureira, Porto Walter, Feijó e Assis Brasil. Foram reportadas por esses autores 09 variedades de feijão-comum e 15 variedades de feijão-caupi. Sendo descritas nas cores roxo, amarelo, vermelho, marrom claro, preto, jalo e branco; para o feijão-comum, e a coloração creme, marrom avermelhado e preto para feijão-caupi. As variedades apresentaram formato oblongo/reniforme curto, elíptico e esférico para feijão-comum e reniforme ovalado, romboide e losangular para o feijão-caupi e brilho, opaco, médio e intenso ambos os feijões.

É importante destacar que as variedades de feijão-comum, *P. vulgaris* foram introduzidas no Brasil por meio de colonizadores através dos rios Andinos, sendo possível que o centro de origem seja o Peru ou ainda o México. As variedades de caupis, são originárias da África, a rota mais conhecida de entrada no Brasil pode ter sido a região Nordeste, mais especificamente o estado da Bahia, na segunda metade do século XVI (FREIRE FILHO et al., 2011).

Posteriormente, as variedades de feijão-caupi chegaram ao Acre na época da exploração da borracha nos seringais, na primeira metade do século XX sendo conservadas até os dias atuais, em maior diversidade na regional do Juruá e principalmente o município de Marechal Thaumaturgo em decorrência da dificuldade de acesso (MATTAR et al., 2017a; SIVIERO et al., 2017a).

De acordo com os resultados da pesquisa, o cultivo de Feijão carioca foi percebido em quase todas as regionais do Acre (exceção apenas à Regional Tarauacá-Envira). Nesse aspecto, Siviero et al. (2017b) relatam que o Feijão Carioca é uma variedade introduzida no Acre, possuindo grande aceitação, tendo assim grande importância, pois, 85% do feijão consumido no estado é do grupo Carioca. Marinho et al. (1997 e 2001) relataram que agricultores do estado tinham grande preferência no plantio de Feijão Carioca e Rosinha, sendo este a segunda variedade mais consumida no Acre (SIVIERO et al., 2017a).

5.2 ANÁLISES BIOMÉTRICAS E DE UMIDADE DOS GRÃOS DAS VARIEDADES DE FEIJÃO DO JURUÁ, ACRE.

As medidas biométricas obtidas nesta pesquisa demonstram que o feijão-comum Gurgutuba Branco e Gurgutuba Vermelho possuem as maiores medidas em comprimento, largura e espessura. São encontrados na literatura valores de 15,67, 8,18 e 6,25 mm para comprimento, altura e espessura para feijão Gurgutuba Vermelho respectivamente (SIVIERO et

al. 2017a). Valores similares de dimensões foram encontrados para a variedade Gurgutuba Branco nesta pesquisa.

Para a variedade Peruano Amarelo, os valores de tamanhos encontrados para as três medidas respectivamente foram: 10,89, 6,66 e 6,13 mm. Para o feijão preto os tamanhos encontrados foram 9,47, 6,55 e 4,71 mm (SIVIERO et al. 2017a). Valores semelhantes aos encontrados nesta pesquisa. Soares Junior et al. (2015) avaliando cinco cultivares de feijões crioulos vermelhos verificaram comprimento entre 9,10 a 13,89 mm; largura de 5,75 a 7,59 mm de largura e de 4,29 a 5,38 mm de espessura.

Foi verificado que o feijão-caupi apresenta variedades em diversos tamanhos concordando com o trabalho de Siviero et al. (2017a). Os autores mencionaram o feijão Quarentão como a maior variedade dentre as pesquisadas no estudo, com medidas de comprimento, largura e espessura de 11,17, 7,77 e 6,02 mm, respectivamente.

Nesse trabalho foram encontrados feijões em tamanhos pequenos, como a variedade Manteiguinha com medidas: 5,72, 4,43 e 3,72 mm de comprimento, largura e altura, respectivamente, tamanho semelhante ao presente trabalho. Assim como grãos em tamanho grande como o Gurgutuba, o que confirma a riqueza de variedades de feijão do estado.

Os valores encontrados nesta pesquisa para massa de grãos foram bem distintos entre si. Siviero et al. (2017a) avaliaram as variedades Peruano Amarelo (30,90 g), Gurgutuba Branco (58,90 g), Gurgutuba Vermelho (47,34 g), Peruano Vermelho (33,68 g), Enxofre (25,10 g), e feijão preto (21,47 g). Os autores verificaram que a variedade que obteve massa de 100 grãos diferente foi o Gurgutuba Branco, o restante tivera valores aproximados, quando comparados aos resultados do presente trabalho.

Para o feijão Vigna, Siviero et al. (2017a) mediu massa de 100 grãos em feijão-caupi e verificaram para a variedade de menor massa, 6,96 g, para Manteiguinha Branco, e 33,75 g para o feijão Quarentão, variedade com maior massa. A umidade dos grãos fora de 12,0% a 13,6%, para as variedades citadas. Gomes et al. (2020) pesquisou 12 variedades de feijão-caupi crioulos no município de Senador Guiomard e verificaram massa de até 35g por 100 grãos para o feijão Leite e Mudubim de Rama, valores que o maior peso de 100 grãos encontrados tanto nesta pesquisa quanto ao encontrado por Siviero et al., (2017a).

Leva-se em consideração que os valores de umidade de todas as variedades estudadas no trabalho de Siviero et al. (2017a), estavam mais altos, o que pode interferir nessa diferença de massa. Peruano Amarelo (15,4%), Gurgutuba Vermelho (19,0%), Gurgutuba Branco (15,1%), Peruano Vermelho (14,3%), Enxofre (14,5%) e feijão preto (12,4%). Os valores apresentados

para essas variedades são mais altos que os obtidos na presente pesquisa, como é sabido, maior quantidade de umidade nos grãos aumenta, conseqüentemente, a sua massa. Massa de 100 grãos é importante, pois está relacionado com o tamanho do grão e como informado por Freire Filho et al. (2011) existe uma preferência no mercado consumidor para grãos com peso de até 10 g por 100 grãos para feijões da classe Manteiga. E para a classe Fradinho e Branco rugosos, a preferência é por grãos maiores com peso superior a 25 g por 100 grãos.

Deve-se sempre levar em consideração que de acordo com a Regras para Análise de Sementes o percentual recomendado para armazenamento deve estar entre 11 e 13% visando reduzir o processo respiratório garantindo a qualidade dos grãos (BRASIL, 2009). A medida da umidade é necessária pois grãos com mais água são maiores e tem maior massa.

De acordo com os resultados verificou-se que todas as variedades de feijão amostrados estavam com o teor de umidade no valor recomendado para armazenamento ou abaixo da faixa estabelecida (11 e 13 g.100 g⁻¹), de acordo com as Regras para Análise de Sementes. Como relata Bragantini (2005), quando umidade do feijão se encontra nesse percentual, o processo respiratório se mantém baixo e a qualidade dos grãos é mantida por mais tempo.

Para os feijões armazenados em diferentes embalagens, de forma geral, não alterou os percentuais de umidade e nem o aspecto físico dos grãos. Ou seja, as variedades mantiveram a umidade inicial de armazenamento. Alves e Lin (2003) pesquisaram qualidade de feijão em diferentes embalagens e verificaram que o teor de umidade mais baixo (em torno de 11%), tiveram melhor qualidade, independente da embalagem utilizada. Bragantini (2005) afirma que existe influência da embalagem sobre a qualidade fisiológica de sementes durante o tempo de armazenamento. Sendo necessário a ressalva de que a redução da umidade dos grãos pode aumentar de forma significativa a quantidade de grãos partidos, diminuindo assim a qualidade nesse aspecto (FARONI et al., 2006).

5.3 QUALIDADE NUTRICIONAL DE VARIEDADES DE FEIJÕES DO JURUÁ, ACRE EM FUNÇÃO DA EMBALAGEM E TEMPO DE ARMAZENAMENTO.

Os valores encontrados para os teores de proteínas em grãos de feijão-comum podem ser considerados altos para todas as variedades de feijão, quando comparados com a média disponibilizada na Tabela de Composição Brasileira de Alimentos – Taco, que sugere um valor de proteínas em 20,00 g.100g⁻¹ para o feijão carioca e 21,30 g.100g⁻¹ são para o feijão preto (TACO, 2011).

Os feijões crioulos do Juruá, são considerados altamente proteicos. Em estudo realizado por Gomes et al. (2012), envolvendo as proteínas dos feijões do Juruá, foram relatados valores de 25,22 g.100g⁻¹ e 24,21 g.100g⁻¹ para as variedades Gurgutuba Branco e Peruano Vermelho, respectivamente. Lima et al. (2014a), trabalhando com feijões do Juruá, encontraram valor menor de proteínas (18,02 g.100g⁻¹) para a variedade Preto de Arranque, valor abaixo daquele detectado nesta pesquisa. Santalla et al. (2004) esclarecem que grãos de feijões crioulos podem ser altamente proteicos chegando até 35,20 g.100g⁻¹ de proteínas, enquanto feijões comerciais podem atingir no máximo até 28,7 g.100g⁻¹ (SATHE, 2002). Soares Júnior et al. (2012) encontraram uma amplitude de 16,23 a 22,14 g.100g⁻¹ desse nutriente em variedades de feijão-comum crioulo orgânico cultivado em Goiânia-GO.

Em relação ao armazenamento por 12 meses, a literatura destaca valores diferentes dos encontrados na atual pesquisa. Em estudo com feijão carioca cultivar Pérola, a embalagem à vácuo influenciou positivamente no armazenamento por oito meses em temperatura ambiente (LIMA, 2013). É necessário observar que de acordo com Aguilera e Rivera (1992) feijões armazenados com 10% ou menos de umidade, o período de armazenamento tem pouco ou nenhuma influência sobre a qualidade do produto. O que é corroborado com os resultados obtidos no atual estudo, onde os teores para umidades das amostras estiveram com percentual baixo.

Vieira e Yokoyama (2000) destacam que é necessário levar em consideração que a qualidade de grãos é produto resultante da sua constituição genética e fatores ambientais. O que pode ter influência nessas variedades, já que são cultivados em solo resultante da decomposição orgânica da floresta e deposição de sedimentos das águas barrentas com alta concentração de matéria orgânica, forma diferente de feijões comerciais (MATTAR et al., 2016; JESUS et al., 2017).

Os valores de proteína para as oito variedades de *V. unguiculata* testadas nesta pesquisa são considerados altos para o feijão-caupi, quando comparado ao valor médio 20,20 g.100g⁻¹ para variedades de feijão-caupi previsto na Tabela de Composição Brasileira de Alimentos (TACO, 2011). Lima et al. (2014a) encontraram valores de 21,56 g.100g⁻¹ e 21,38 g.100g⁻¹ em amostras de feijão-caupi Manteiguinha Roxo e Arigozinho, respectivamente, coletadas em mercados. A diferença para maior nos teores de proteínas no feijão-caupi crioulos do Alto Juruá pode ser explicada em parte como resultado da deposição de sedimentos das águas que enriquecem os solos das áreas de várzeas conforme descrito por Jesus et al. (2017).

O feijoeiro é conhecido pela sua riqueza em proteínas. Anjos et al. (2016) encontraram valores de até 28,52 g.100⁻¹ de proteínas em variedade de feijão-caupi-preto. Gomes et al. (2012)

analisaram os teores de proteínas em feijão-caupi coletado em mercado de Cruzeiro de Sul, onde detectou valor de $23,12 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de proteína na variedade Manteiguinha Branco, valor sensivelmente abaixo daquele detectado nesta pesquisa para a variedade.

Lima et al. (2014a), pesquisando feijões do Juruá coletados em mercado público, relataram um valor proteico de $22,65 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para a variedade Corujinha Preto, resultado inferior aquele encontrado na presente pesquisa. As inconsistências ocorridas entre dados de pesquisas distintas do mesmo genótipo podem estar associadas à origem, época de colheita e idade das amostras ou divergências do método de análise.

Todas as variedades de feijão estudadas, tanto feijão-comum quanto feijão-caupi podem ser consideradas ricas em proteínas, de acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 1998). Pois, segundo os resultados dos teores proteicos, as variedades atingiram percentual maior que 20% da ingestão diária recomendada (IDR), por 100 g de produto sólido, o que, representam o percentual aproximado de 27,3 a 37,2% do total proteico necessário para necessidades nutricionais diárias de seres humanos com gasto diário médio de energia.

Em relação ao armazenamento das variedades de feijão-caupi, semelhante ao feijão-comum, não houve modificação significativa ao nível de comparação estatística dos resultados, parece que o fato da umidade dos grãos armazenados ser próximo a $10 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ contribuiu para evitar a perda proteica das amostras. Como relatado por Mello, (2013), a deterioração de sementes pode ser controlada durante o armazenamento, a depender do emprego de técnicas que reduzam o metabolismo, evitando a deterioração de compostos de reserva e a formação de compostos oxidantes.

Os feijões são conhecidos por apresentarem baixos teores de lipídios, nesse aspecto, os resultados apresentados corroboram com os encontrados na atual pesquisa. Lima et al. (2014a) estudando a composição centesimal das variedades de feijão-comum do Acre relataram teores percentuais de lipídios variando de 1,82 a $2,18 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

Gomes et al. (2012) pesquisaram teores de lipídios nas variedades de feijão-comum Gurgutuba Branco, Gurgutuba Vermelho, Peruano Amarelo e Mudubim de Vara, relatando valores de 1,85 a $2,23 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Soares Júnior et al. (2012) encontraram de 2,31 a $3,36 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ em feijão-comum. Chiaradia e Gomes, (1997); Martino et al. (2012) também reportaram baixas quantidades de lipídios em feijão-comum, destacando que os ácidos graxos insaturados de feijões representam 65 a 87% dos lipídios totais; sendo as frações de ácidos α linolênico (37 a 54%), ácido linoléico (21 a 28%) e ácido oléico (7 a 10%), sendo esses os predominantes.

As variedades de feijão-caupi estudadas também apresentaram baixos teores de lipídios em relação a outros trabalhos. Antova et al. (2014) estudaram variedades de feijão crioulo e verificou percentual de 1,3 a 1,9 g.100g⁻¹ de lipídios. Lima et al. (2014a) detectaram teores de lipídios nas variedades de feijão-caupi do Alto Juruá variando de 1,84 a 2,21 g.100g⁻¹.

Apesar de serem representados em baixa quantidade, as gorduras contidas nos feijões são consideradas benéficas para a saúde, uma vez que tem em sua constituição percentual significativo teor de ácidos graxos poli-insaturados. Antova et al. (2014) relataram no seu estudo com feijão-caupi, variedade frade crioula, que os lipídios extraídos de feijão possuem teor relativamente alto de compostos biologicamente ativos como: ácidos palmítico, linoleico e linolênico, ácidos graxos insaturados.

O comportamento dos lipídios durante o armazenamento das variedades crioulas do Juruá, dada as condições do armazenamento, não tiveram alteração na comparação entre o tratamento T01, EV, SB. Esse dado diverge dos resultados publicados por Ribeiro et al. (2009) que pesquisaram o armazenamento de feijão em sistema de envelhecimento acelerado e perceberam diminuição significativa nos resultados para lipídios.

Gomes et al. (2012) pesquisaram teores de cinzas em variedades de feijão-comum do Juruá revelando valores de 3,18 a 3,98 g.100g⁻¹ de matéria mineral, valores pouco menores daqueles encontrados nesta pesquisa. Ramírez-Cárdenas et al. (2008) na avaliação dos teores de cinzas em cinco amostras de feijão *P. vulgaris* encontraram resultados entre 3,36 a 4,22 g.100g⁻¹. A tabela Taco sugere que os valores médios para os teores de cinzas estejam na faixa entre 3,5 e 3,8 g.100g⁻¹, para feijão carioca e preto, respectivamente (TACO, 2011). O teor de cinzas representa o conteúdo de minerais importantes para a nutrição humana regulando a atividade de enzimas e mantendo o equilíbrio acidobásico e a pressão osmótica de membranas (MAHAN e RAYMOND, 2018).

Os resultados encontrados para minerais em amostras de feijão-comum demonstram que, os valores estão de acordo com a literatura, exceto para os teores de magnésio. O valor encontrado nesta pesquisa para o mineral foi bem inferior ao apresentado na literatura. Pinto (2016) encontrou valores (mg.100g⁻¹) de: 84,00 a 124,00 para Cálcio; 140,00 a 171,00 para Magnésio; 4,22 a 6,37 para ferro; 2,90 a 3,37 para zinco e 0,97 a 1,09 para manganês. Resultados semelhantes quando comparados aos do presente estudo.

A Taco (2011) reporta resultados para Cálcio de 123,00 mg.100g⁻¹; Magnésio 210,00 mg.100g⁻¹; Ferro 8,00 mg.100g⁻¹; Zinco 2,90 mg.100g⁻¹ e Manganês 1,02 mg.100g⁻¹ para feijão carioca. Os valores em geral são distintos desta pesquisa apenas para o mineral Magnésio. Silva

et al. (2021) pesquisando solos de Cruzeiro do Sul, cidade pertencente à Regional do Juruá, concluíram que os solos daquela região são pobres quimicamente, e ainda destaca que os teores de cálcio e magnésio são baixos.

Diniz et al. (2020a) pesquisaram variedades de feijão do Juruá e encontraram teores do mineral Ferro em ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$): 6,72 para a variedade Peruano Amarelo; de 6,75 para Gurgutuba Branco; 5,03 para Gurgutuba Vermelho e 6,36 para a variedade Enxofre. Para o mineral Zinco, os resultados foram ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$): 3,44 para a variedade Peruano Amarelo; 3,09 para Gurgutuba Branco; 3,14 para Gurgutuba Vermelho e 4,13 para a variedade Enxofre, valores maiores aos encontrados no presente estudo.

Pesquisas em grãos de feijão-caupi Arigozinho revelaram valores de cinzas de 2,87 $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (LIMA et al., 2014a), valor inferior ao encontrado nesta pesquisa (3,68 $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$). Bezerra et al. (2019) encontrou valores entre 3,20 e 4,62 $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ em oito variedades de feijão-caupi. Gomes et al. (2012) pesquisaram o conteúdo de cinzas nas variedades de feijão-caupi do alto Juruá revelando valores que vão de 3,18 $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a 3,98 $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$, o que corrobora com os resultados desta pesquisa. Oliveira (2018) encontrou em genótipos de feijão-caupi, tipo fradinho valores de 3,34 a 3,79 $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

Na pesquisa com minerais, Diniz et al. (2020a) relataram que variedades de feijão-caupi valores para Ferro em ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$): 5,95 (Manteiguinha Branco); 4,66 (Branco de Praia) e 5,57 (Jaguaribe) e Zinco, 3,67, 4,29 e 3,89 para as três variedades respectivamente. Valores de teores de ferro próximos aos encontrados no presente estudo. O feijão é considerado fonte de minerais como Cálcio, ferro, zinco, dentre outros. A quantidade de minerais dessas variedades pode ser atribuída à forma de cultivo, clima e solo, já que procedem de uma área isolada, com formas de cultivo peculiares àquela região (MATTAR et al., 2016).

Em relação ao conteúdo de cinzas nos feijões armazenados, os resultados não se diferenciaram. Em concordância com o estudo atual, outros autores relataram a igualdade em termos estatísticos para amostras realizadas em condições diferentes de armazenamento. Rigueira et al. (2009) encontrou valor aproximado de 4,6 $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ em *P. vulgaris*, cultivar vermelhinho, armazenado a 15°C em embalagem de papel kraft plastificado, não havendo diferença estatística entre a amostra inicial e final armazenamento por 120 dias.

É necessário levar em consideração que o armazenamento mostrou que o teor de cinzas apresentou tendência de aumento nas diferentes formas de armazenamento, e principalmente na ET, mas essa diferença não é significativa. Porém na comparação entre os resultados para os

minerais cálcio, magnésio, ferro, zinco e manganês a diferença torna-se significativa na comparação entre o T01 e demais tratamentos.

É provável que os valores para minerais apareçam aumentados apenas nas análises de minerais devido a degradação (em pequenos percentuais) de outros compostos, aparecendo os minerais proporcionalmente aumentados. Aumento percentual em todos os minerais foi observado por Silochi et al. (2016) durante o armazenamento de feijão por 12 meses.

Esse aumento no conteúdo mineral pode ser atribuído à degradação da matéria orgânica e consequente aumento na proporção de minerais (ZAMBIASI, 2015). Com o armazenamento ocorre o aumento da atividade metabólica dos grãos e consequente degradação de materiais orgânicos, o que resulta na produção de gás carbônico, água, calor e outros produtos, o que pode resultar em aumento proporcional da quantidade de minerais (BHATTACHARYA e RAHA, 2002).

Os carboidratos são os constituintes em maior quantidade no feijão. Os resultados para feijão-comum mostram que a variedade Preto de Arranque apresentou os maiores teores para este constituinte. Esses resultados estão expressos em base seca, e obtidos por subtração dos demais nutrientes. Os maiores constituintes dos feijões são os carboidratos sendo formado principalmente por polissacarídeos e oligossacarídeos dessa leguminosa (OLIVEIRA et al., 2001; HAYAT et al., 2014).

Os valores de referência para carboidratos em feijão-comum são de 75,2 g.100g⁻¹ para o feijão carioca e de 73,7 g.100g⁻¹ para o feijão preto (TACO, 2011). Os valores de carboidratos apresentados pelos feijões testados nesta pesquisa são semelhantes aqueles da tabela Taco. Lima et al. (2014a) encontraram valores de 76,43 g.100g⁻¹ para teores de carboidratos na variedade Preto de arranque, um resultado maior ao encontrado neste estudo.

Para variedades de feijão-caupi, os valores de referência dos teores de carboidratos que constam na Taco (2011) é 73,9 g.100g⁻¹, teores de carboidratos para o feijão-caupi coincidindo com valores encontrados no atual estudo. Valores de carboidratos também foram reportados na variedade crioula identificada como Costela de Vaca (72,84 g.100g⁻¹) (BEZERRA et al., 2019).

Quanto ao efeito do armazenamento, o teor de carboidratos das amostras permaneceu inalterado (P<0,05). Nasar-Abbas et al. (2008) após estudos com feijões armazenados à 5, 15, 25, 37 e 45°C relataram que feijões armazenados à temperatura ≤ 25°C demonstram estabilidade para a maioria dos constituintes nutricionais. Resultado diferente encontrou Lima (2017), no seu estudo com armazenamento de feijão-caupi à temperatura de 21°C em sacos de tecido, onde o teor de carboidratos diminuiu sensivelmente aos seis meses.

Walters e Roos (1998) descrevem que a água e a temperatura são grandes vilões na deterioração durante o armazenamento, e ainda ressaltam que a forma como a água se fixa na semente e os efeitos dessa água presa no seu interior é que determina a manutenção da sua qualidade. Dessa forma, os autores defendem que cada semente deve ter seu teor de umidade e temperatura estabelecidos mediante estudos das suas condições termodinâmicas, pois, sementes podem permanecer com boa qualidade durante centenas de anos, se forem armazenadas nas suas condições ótimas.

O feijão é uma boa fonte de energia principalmente para comunidades em situação de risco quanto à segurança alimentar, sendo indispensável nutricionalmente para as comunidades daquela região, sendo muito importante o conhecimento do valor energético das variedades cultivadas. O valor energético se refere as calorias que o corpo produz ao ingerir carboidratos, proteínas e lipídios. Os resultados encontrados de valores energéticos para as variedades crioulas de feijão-comum e feijão-caupi do Alto Juruá demonstraram que essas variedades são excelentes fontes energéticas.

Altoé (2018) pesquisou variedades de feijão e encontrou valores energéticos de 344,74 a 416,83 kcal.100g⁻¹ em variedades de feijão-comum. Bezerra et al. (2019) encontraram valores energéticos entre 379,24 e 391,79 kcal.100g⁻¹, para feijões do Juruá. Estes resultados corroboram com aqueles encontrados nesta pesquisa.

Quanto à manutenção do valor energético durante o armazenamento das variedades de feijão do Juruá, foi observado que não houve alterações significativas nos resultados. Lima. (2017) também não encontrou diferença significativa para os valores energéticos de cultivares de feijão-comum armazenados pelo tempo de seis meses à temperatura de 25°C.

As fibras são de grande importância nos feijões, pois atuam na prevenção de diabetes e doenças do coração. Os resultados encontrados para fibras em feijão-comum e feijão-caupi demonstram que nestas variedades os teores estão de acordo com os relatados na literatura. Gomes et al. (2012) encontraram valores de 5,02 g.100g⁻¹ para o Peruano Amarelo e 5,23 g.100g⁻¹ para Gurgutuba Branco. Lima et al. (2014a) evidenciaram teores de 5,13 g.100g⁻¹ para a variedade Preto de Arranque e 4,37 g.100g⁻¹ para o Enxofre, valores maiores que os encontrados neste estudo.

Para variedades de feijão-caupi Manteiguinha branco, Gomes et al. (2012) encontraram 4,85 g.100g⁻¹, valor menor que a atual pesquisa (5,76 g.100g⁻¹), encontrando também para a variedade Quarentão (4,22 g.100g⁻¹) valor aparentemente maior que a atual pesquisa (3,49

g.100g⁻¹). Feijão-caupi foi reportado por ajudar a baixar níveis de colesterol em função da alta quantidade de fibras alimentares do tipo solúvel (PEREIRA, 2008b).

Os teores de fibras das amostras não foram alterados nos tratamentos durante o armazenamento por 12 meses. Rupollo (2011) armazenou grãos de feijão em sistema hermético a temperatura de 5°C e em sistema convencional e não percebeu diferença significativa para o quantitativo de fibra bruta após 12 meses. A quantidade de fibras juntamente com os nutrientes essenciais dos feijões faz dele um alimento excelente de elevada qualidade nutricional (MESQUITA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2011).

A presença de antocianinas nas variedades de feijão-comum e feijão-caupi pesquisadas com teores de 0,00 a 1173,19 µg.g⁻¹, concentrando-se nos feijões pretos. Bento et al. (2022) pesquisaram farinha de feijão de dez cultivares de feijão-comum e encontraram 76,4 µg.g⁻¹ de antocianinas no Feijão Roxo. As antocianinas são corantes naturais constituintes de muitos tipos de vegetais inclusive presentes em leguminosas como os feijões. O teor de antocianinas é maior quanto mais escuro é o feijão. Lin et al. (2008) estudaram o conteúdo de polifenóis em dez variedades de feijão-comum e destacaram a presença das antocianinas nas variedades de feijão de coloração preto e vermelho, porém não relataram as quantidades. Ojwang et al. (2012) relatam presença de antocianinas em feijões pretos e verdes. Essas antocianinas eram representadas principalmente por delfinidina e cianina-3-o-glicosídeo.

Rocha-Guzmán et al. (2007) relataram que nos feijões pigmentados como os pretos a quantidade de compostos fenólicos é maior que nas amostras de cor clara. A cor do tegumento é determinada pela quantidade de antocianidinas, flavonoides glicosilados (kaempferol) e procianidinas (taninos condensados) (BENINGER e HOSFIELD, 2003). A presença de antocianinas nas variedades de feijão de coloração escura está na forma de cianidina, cianidina, malvidina, delfinidina e pelargonina (LIN et al., 2008; MOJICA et al., 2015).

Essa informação corrobora com os resultados da pesquisa de Lin et al. (2008) quanto a presença do antioxidante em feijões escuros, porém ressalta a presença de antioxidantes como os ácidos hidroxicinâmicos em todas as variedades de feijão do seu estudo. Ojwang et al. (2012) avaliaram antocianinas e flavonóis em grãos de genótipos de feijão-caupi, de cores preto, vermelho, branco marrom claro e marrom dourado, onde encontrou oito antocianinas, 23 flavonois.

Ojwang et al. (2012) destacam a presença de ácidos hidroxicinâmicos em variedades de feijão-caupi de coloração branca. Esse composto é identificado na literatura como eficiente no combate ao câncer de pulmão (SILVA NETA, 2017), além estar associado também a redução

percentual de gorduras (RODRIGUES, 2016), e ao combate de doenças crônicas degenerativas (OLIVEIRA e BASTOS, 2011; LUJÁN et al., 2008; MOJICA et al., 2015; YAMAGUISHI, 2008; PERAZZINI et al., 2008).

A concentração de antocianinas no feijão varia conforme as condições de crescimento e colheita das plantas e seus frutos (CHIARADIA, 1997). Ressalta-se que, na atual pesquisa a quantificação das antocianinas foi feita em feijão cru e novos estudos devem ser realizados para verificar a estabilidade após o cozimento das variedades. Estudos desenvolvidos por Albarici et al. (2006) verificaram que o aumento da temperatura para 40°C resultou em instabilidade das antocianinas extraídas de açaí.

De forma geral o cozimento influencia na retenção do antioxidante após o cozimento de forma negativa. Porém, foram avaliadas a influência de diferentes processos térmicos sobre o conteúdo de fenólicos em feijão-comum cru e cozidos macerados por 12 horas (cultivar BRS Pérola e BRS Esteio) e verificado que amostras cozidas com a água de maceração tinham mais compostos fenólicos que as amostras cruas. A ocorrência desse fato ocorre por causa da hidrólise de ligações químicas entre as macromoléculas dos alimentos. Foi verificado também que amostras cozidas sob pressão apresentaram menores perdas quando comparadas às amostras sob cozimento em panela aberta (XU e CHANG, 2008).

Durante o armazenamento por 12 meses, o maior quantitativo do antioxidante nos feijões armazenados em EV pode ser explicado pela ausência de oxigênio nas mesmas. Não foram encontrados na literatura teores de antocianinas em feijão cru para comparação com a pesquisa atual. Mas, é sabido que para a manutenção desse pigmento no alimento devem ser controlados fatores como a luz, temperatura, oxigênio e pH, pois as antocianinas são instáveis e afetadas por esses fatores (ALBARICI et al. 2006; LOPES et al., 2007).

5.4 ASPECTOS TECNOLÓGICOS EM FUNÇÃO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS DE FEIJÃO-COMUM E FEIJÃO-CAUPI DO JURUÁ, ACRE.

A cor é um dos aspectos de maior importância para feijões armazenados, e as enzimas polifenoloxidase e peroxidase estão diretamente envolvidas no processo de escurecimento. A cor e sabor dos feijões são resultantes de interações químicas e/ou enzimáticas e da influência dessas reações, e delas decorre a aceitabilidade de variedades de feijão (GOMES et al., 2001).

Os feijões de cor clara apresentaram o escurecimento do tegumento e redução da atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase. Porém, o mesmo não ocorreu com feijões coloridos, e com o feijão preto. Nesse aspecto, Rios et al. (2002) sugerem que o escurecimento

no tegumento de feijão durante o armazenamento é consequência do aumento da atividade da enzima polifenoloxidase associada à peroxidase e dos compostos fenólicos. Porém ressaltam que esse efeito pode não acontecer para todas as cultivares de feijão. O processo de escurecimento e endurecimento é lento e gradativo e irreversível e aumenta com o armazenamento em condições ambientais (BRACKMANN et al., 2002).

Em tese, a embalagem à vácuo cria barreira física entre o ambiente e o produto reduzindo a troca de vapores, a atividade das enzimas e conseqüentemente o escurecimento e endurecimento dos grãos (LIMA et al., 2014b). Nesse sentido, de forma geral, os tratamentos com EV foram os que mais se aproximaram do T01, e os tratamentos em SB e ET os que mais se distanciaram em relação à cor e atividade das enzimas PPO e POD, tempo de cozimento e tempo de hidratação, o que concorda com Brackmann et al. (2002), quando esses autores relataram que, em atmosfera com altos níveis de oxigênio e dióxido de carbono, feijões armazenados tem o escurecimento e endurecimento acelerado, o que pode ter acontecido com a maioria das amostras do presente estudo.

Mas, o mesmo não aconteceu para todas as amostras estudadas, principalmente a cor e a atividade das enzimas PPO e POD dos feijões coloridos, que em algumas variedades (Gurgutuba Vermelho, Preto de Arranque) não tiveram o mesmo comportamento, tendo sua luminosidade L^* aumentada. Bento et al. (2020) percebeu alteração de cor e endurecimento não significativos para feijão-comum carioca, e rápido escurecimento e endurecimento para as cultivares BRS Pontal e BRS Estilo durante o armazenamento por 180 dias à temperatura de 20 °C em sacos de algodão. Nesse aspecto, é sabido que as interações entre enzimas e substratos são influenciáveis por uma série de fatores, o que leva a crer que as alterações (na cor) não estão associadas apenas à presença dessas enzimas, mas a outros fatores bioquímicos ainda não bem esclarecidos para feijões.

Lima et al. (2014b) verificaram redução na atividade da enzima POD após quatro meses de armazenamento de feijão-comum (cultivar Pérola). No caso, para a enzima PPO, os mesmos autores relataram queda na atividade aos dois meses de armazenamento, elevação da atividade enzimática, aos quatro meses, e estabilização de seis a oito meses em feijão armazenados com umidade de 12%.

Outro aspecto a ser levado em consideração é o processo de extração, Lima et al. (2014b) fizeram a trituração de amostras de grãos de feijão em moinho refrigerado, o que não ocorreu no presente trabalho. Dessa forma, o método de extração pode influenciar nos resultados, levando a respostas distintas.

Nesse caso, é necessário fazer um estudo de forma mais abrangente nessas variedades para que o padrão da atividade dessas enzimas e a cor dos grãos seja realmente elucidado para cada variedade de forma individualizada. Deve-se levar em consideração que essas variedades foram conservadas sob congelamento após o armazenamento por 12 meses em temperatura ambiente, o que pode também trazer interferência aos resultados.

Em relação ao ângulo de tonalidade h° , os resultados indicam que houve diferença para amostras claras de feijão-comum e apenas para a variedade Manteiguinha Branco, pertencente ao grupo do feijão-caupi. Bento et al. (2020) pesquisando feijão-comum, cultivar BRS Pontal e BRS Estilo também verificaram o decréscimo, ou seja, a diferença nos valores de h° , mostrando que as cores claras estavam com menor ângulo de tonalidade. Os autores observaram que para feijão carioca, não houve diferença, semelhante ao que aconteceu com amostras coloridas e pretas.

Em relação ao croma, com resultados diferentes apenas para as variedades Peruano Amarelo e Peruano Vermelho houve decréscimo significativo, porém não significativo para a maioria das variedades, demonstrando que as mudanças de cor das variedades podem estar associadas a alta ou baixa sensibilidade ao processo de escurecimento (RANI et al., 2013).

Em relação ao parâmetro ΔE^* , foi verificado diferença na variação entre todas as embalagens EV, SB e ET e o tratamento T01, porém entre os tratamentos T01 e T02, a variação maior foi de 2,70 para feijão-comum. Nesse aspecto Ribeiro et al. (2008a) esclarecem que variações menores que quatro não são percebidas pela maioria dos observadores. Bento et al. (2020) percebeu diferença maior que quatro para feijão-comum carioca aos 72 dias de armazenamento à temperatura de 20°, e a classificou como cultivar de rápido escurecimento. Enquanto cultivares como Madrepérola foram identificadas como de escurecimento lento.

As variedades do presente estudo foram avaliadas apenas aos 12 meses de armazenamento. Porém é possível que o feijão Gurgutuba Bege já apresentasse mudança significativa na coloração bem antes de 12 meses, (dada a variação sofrida (ΔE^* de até 12,51)), e que essa possivelmente seja uma variedade também de rápido escurecimento. De forma contrária, dentre os feijões-caupi, não foram detectadas variedades com ΔE^* maior que quatro, o que podemos dizer, concordando com Ribeiro et al. (2008a) e Bento et al. (2020) são de escurecimento lento.

A forma de armazenamento tem o objetivo de manter as características das variedades, sendo esse processo influenciado por fatores ambientais como temperatura e umidade de armazenamento (YOKOAMA, 2000). A qualidade nutricional e de parâmetros como cozimento

e cor são influenciadas pela umidade dos grãos, temperatura e umidade relativa do ar, sendo estes parâmetros críticos durante todo o processo de armazenamento (OLIVEIRA et al., 2011).

O tempo de cozimento encontrado para as variedades em estudo foi bem diversificado. No caso de feijão-comum foi verificado tempo de 13 min para as variedades Enxofre, Peruano Amarelo e Preto de Arranque a 25 min para as variedades Gurgutuba Branco e Gurgutuba Vermelho. Esses valores estão diferentes dos encontrados por Diniz et al. (2020a) quando avaliou o cozimento de variedades de feijão do Alto Juruá macerados por 17 horas e cozidos em panela de pressão. Os mesmos autores encontraram tempo de 40 min para a variedade Enxofre e 20 min para o Peruano Amarelo.

O tempo de cozimento e a absorção de água são características de qualidade afetadas por fatores como temperatura e umidade relativa, o tempo de armazenamento e até mesmo pelo período da sementeira dessa variedade no solo, de acordo com Ribeiro et al. (2008b). Essas características podem resultar em grãos endurecidos, e, feijões que demoram para cozinhar são rejeitados, pois acontece o fenômeno “*hard to cook*”. Esta é uma característica que pode ser encontrada em feijões armazenados que limita sua aceitabilidade, por isso, deve-se buscar meios para prolongar o seu aparecimento (RAMÍREZ-CÁRDENAS et al., 2008).

Para variedades de feijão-caupi, os resultados encontrados por Diniz et al. (2020a) foram semelhantes aos do atual estudo, ou seja, os autores encontraram tempo de 10 min para o cozimento das variedades Manteiguinha Branco, Branco de Praia e Jaguaribe, com porcentagens de 30, 20 e 60% de grãos danificados pelo cozimento, respectivamente. O cozimento de feijões melhora a digestibilidade proteica, dá palatabilidade necessária para consumo, além de inativar fatores antinutricionais (YOKOYAMA e STONE, 2000). Porém, poderá ter seu teor nutricional reduzido se o tempo de cozimento for prolongado (WASSIMI et al., 1988).

Em relação ao tempo de cozimento entre os tratamentos T02, EV, SB e ET, verificou-se maior valor de tempo ocorreu nas amostras da ET, sendo a EV, a que mais se aproximou dos resultados das amostras de T01 e T02. Nesse aspecto, Lima et al. (2014b) verificaram maior tempo de cozimento para amostras armazenadas em embalagem de polietileno de 20 μ m de espessura, quando comparadas a embalagem de 80 μ m com e sem vácuo, percebendo diferença significativa entre esses tratamentos.

A curva de absorção de água para as variedades de feijão testadas nesta pesquisa apresentou comportamento distinto entre as variedades durante 24 horas de absorção de água para feijão-comum. A partir de duas horas de absorção as linhas dos gráficos apresentaram-se diferentes, e com o passar do tempo os valores tenderam a patamares próximos.

A capacidade de hidratação dos grãos é apontada como bom indicativo do tempo de cozimento, pois em tese, quanto mais água é absorvida no grão menor o tempo de cocção (RODRIGUES et al., 2005; SANTOS et al., 2016). Porém, essa informação ainda é controversa, pois foi observada baixa correlação entre parâmetros (COELHO et al., 2008; MINGOTTE et al., 2013).

Foi observado que o feijão Preto de Arranque foi a variedade com maior rapidez na absorção de água e o feijão Gurgutuba Vermelho o mais longo. De acordo com Esteves et al. (2002) e Pujola et al. (2007) as variedades de feijão podem apresentar diferentes percentuais de absorção em decorrência da rigidez do tegumento, maior ou menor aderência dos cotilédones, além de elasticidade, porosidade e propriedades coloidais diferenciadas.

Aos 12 meses de armazenamento, verificou-se diferença entre os tratamentos EV e ET para algumas variedades testadas de feijões. Essas embalagens proporcionaram melhores percentagens de absorção de água dos feijões. Embalagens a vácuo impedem trocas gasosas entre o produto e o ambiente sendo uma alternativa eficiente para o armazenamento de feijões, pois diminui a ação de enzimas (SARANTÓPOULOS et al., 2002).

Destaca-se que, dentre as variedades de feijão-caupi, a variedade Costela de Vaca dobrou sua massa em apenas duas horas de embebição, apresentando-se como variedade com maior velocidade na absorção de água, (101,03%). Campos et al. (2010) relataram em estudo com feijão-caupi o tempo de 1h e 48 min a 5h e 18 min para que as cultivares dobrassem a sua massa. Dados semelhante de embebição foram encontrados nesta pesquisa.

Campos et al. (2010) concluíram que a porcentagem de embebição e tempo de hidratação são bons indicativos do tempo de cozimento. Porém, Rodrigues et al. (2005) alertaram que teste de absorção de água e tempo de cozimento são influenciados pelo genótipo, ambiente e pela interação destes.

Nesse aspecto, Sousa (2003) relata que a absorção de água por grãos de feijão é um processo físico, podendo variar conforme: a. permeabilidade do tegumento (influenciado pela espessura e sua composição); b. composição química do grão (grãos mais proteicos absorvem água mais rapidamente); c. condições fisiológicas (grãos imaturos ou com algum grau de deterioração absorvem mais água); e d. temperatura (absorção aumenta em temperatura mais elevada).

Foi observado que para feijão-caupi, maior diferença entre as curvas de absorção se dá até às quatro horas de embebição para a maioria das variedades. Após esse período, a tendência é de pequeno crescimento atingindo o equilíbrio, que de forma geral, acontece entre 8 e 12 horas

de absorção, com valores de 99 a 122%. A diferença na absorção de água entre as variedades pode estar associada a diferença na espessura e rigidez de tegumento, ou diferenças entre elasticidade porosidade, além de propriedades coloidais (ESTEVEZ et al., 2002; PUJOLA et al., 2007). Os resultados do atual estudo coincidem com valores já descritos na literatura, Campos et al. (2010) encontraram percentual entre 111,42% e 129% de absorção de água para variedades de feijão-caupi.

6 CONCLUSÕES

Todos os municípios do estado do Acre cultivam feijões, no entanto a maior produção e diversidade de variedades se encontram na Regional Juruá, notadamente no município de Marechal Thaumaturgo.

A cultura do feijão-comum é desenvolvida em terra firme no sistema abafado e as plantas de feijão-caupi são cultivadas nas várzeas exclusivamente por agricultores familiares.

Todas as variedades dos feijões do Alto Juruá são ricas em proteínas, com destaque para variedades de feijão-caupi Costela de Vaca e Manteiguinha Branco que apresentam teores elevados de proteína.

Os teores de carboidratos, extrato etéreo, lipídeos, fibras, cinzas e valor energético dos feijões apresentam alta variação dentre as espécies tanto para feijão-comum quanto para feijão-caupi.

As variedades de feijões com maior quantidade de antocianinas são o feijão Preto de arranque (*P. vulgaris*) e o Preto de Praia (*V. unguiculata*).

O tempo de armazenamento teve pouca interferência na composição nutricional após 12 meses de armazenamento para todas as embalagens testadas.

Houve alteração na cor para as variedades claras dos feijões, não sendo percebidas essas variações para feijões coloridos e pretos.

O tempo de cozimento das variedades de feijão-comum e feijão-caupi foi maior aos 12 meses de armazenamento e na embalagem tradicional. A absorção de água variou entre as variedades de feijão-comum e entre as variedades de feijão-caupi. A hidratação dos grãos de feijão-caupi é mais rápida.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-AAL, E.S.M.; HUEL, P. A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. **Cereal Chemistry**, v. 76, n. 3, p. 350-354, 1999.
- ABDEL-AAL, E.S.M.; YOUNG, J.C.; RABALSKI, I. Anthocyanin composition in Black, blue, pink, purple, red cereal grains, **Agriculture and food chemistry**. v. 54, n. 13, p. 4696-4704, 2006.
- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. San Diego: Academic Press, 1997. 635p.
- AGUILERA, J.M.; RIVERA, R. Hard-to-cook defect in black beans: hardening rates, water inhibition and multiple mechanism hypothesis. **Food Research International**, v. 25, p. 101-108, 1992.
- ALBARICI, T.R.; PESSOA, J.D.C.; FORIM, M.R. **Efeito das variações de pH e temperatura sobre as antocianinas na polpa de açaí - Estudos Espectrofotométricos e Cromatográficos**. Embrapa, Comunicado Técnico n. 78, São Carlos, 2006.
- ALMEIDA, C.M.V.C.; DIAS, L.A.S. **Recursos genéticos**. In: DIAS, L.A.S. (Ed.) **Melhoramento genético do cacauero**. Viçosa, MG: FUNAPE/UFG, 2001, p.163-216.
- ALTOÉ, Sabrina Colodette. **Caracterização química de grãos de feijão-comum: crioulos e comerciais**. 2018. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2018.
- ÁLVARES, Renata Cristina. **Escurecimento de grãos em feijão: parâmetros genéticos e fenotípicos, associação com tempo de cocção, seleção assistida por marcadores e obtenção de linhagens elite**. 2015. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- ALVES, A.C.; LIN, H.S. Tipo de embalagem, umidade inicial e período de armazenamento em sementes de feijão. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.4, n. 1/2, p. 21-26, 2003.
- AMAROWICZ, R.; PEGG, R.B. Legumes as a source of natural antioxidants. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 110, p. 865-878, 2008. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200800114>.
- ANJOS, F.D.; VAZQUEZ-ANON, M.; DIERENFELD, E.S.; PARSONS, C.M., CHIMONYO, M. Chemical composition, amino acid digestibility, and true metabolizable energy of cowpeas as affected by roasting and extrusion processing treatments using the cecectomized rooster assay. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 25, n.1, p.85-94, 2016.
- ANTOVA, G.A.; STOILOVA, T.D.; IVANOVA, M.M.; Proximate and lipid composition of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) cultivated in Bulgaria. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 33, n.2, p. 146-152, 2014.
- AOAC. The Association of Official Analytical Chemists. Crude Fiber Analysis in Feeds by Filter Bag Technique – AOCS Approved Procedure Ba 6a-05. 2009. Disponível em: http://www.sso.com.tw/Ankom/PDF_file/Crude%20Fiber%20Method%20A200. Acesso em: 24/08. 2021.
- APARICIO-FERNANDEZ, X.; MANZO-BONILLA, L.; LOARCA-PIÑA, G. Comparison of antimutagenic activity of phenolic compounds in newly harvested and stored common beans. *Phaseolus vulgaris* against aflatoxin B1. **Journal of Food Science**, v. 71, n.1, p. 73-78, 2005a.

APARICIO-FERNANDEZ, X.; YOUSEF, G.G.; LOARCA-PINA, G.; MEJIA, E.; LILA, M.A. Characterization of polyphenolics in the seed coat of Black jamapa bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 11, p. 4615-4622, 2005b.

ARAÚJO, M.deL.L.de; KUBO, R.R. Segurança alimentar e nutricional e povos indígenas: A experiência dos Asheninkas do Alto Rio Envira com o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA). **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, v. 38, n. 132, p. 195-210, 2017.

AUGUSTIN, J.; BECK, C. B.; KALBFLEISH, G.; KAGEL, L.C.; MATTHEWS, R.H. Variation in the vitamin and mineral content of raw and cooked commercial *Phaseolus vulgaris* classes. **Journal of Food Science**. v. 46, n. 6, p. 1701–1706, 2000.

ÁVILA, B.P.; NICOLETTI, A.; SANTOS, M.S. dos; ALVES, G. D.; SOUZA, K.B. de; LEMOS, M.F.; MONKS, J.L.F.; GULARTE, M. A. Influência Tempo de Armazenamento na Qualidade Tecnológica dos Feijões Comum e Caupi. In CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, ABRAPÓS, 6, 2014, Maringá. **Resumos** [...]. Maringá: Associação Brasileira de Pós-colheita. Disponível em: https://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/110_20142111_01-58-29_8764.pdf. Acesso em: 23/11/2022.

BASSINELLO, P.Z. Graços: Embrapa Arroz e Feijão, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pos-producao/graos>. Aceso em: 24/11/2022.

BASSINELLO, P.Z.; TEIXEIRA, J.V.; CARVALHO, R.N.; EIFERT, E.C. Characterization of black bean cultivars for processing. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 54, p. 34-35, 2011.

BENINGER, C.W.; HOSFIELD, G.L. Antioxidant activity of extract, condensed tannin fractions, and pure flavonoids from *Phaseolus vulgaris* L. seed coat color genotypes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 7879-7883, 2003.

BENTO, J.A.C.; FERREIRA, K.C.; BASSINELLO, P. Z.; OOMAH, B.D. Factors affecting the cooking quality of stored carioca beans (*Phaseolus vulgaris*) **Journal of Food Science**, v. 33, n. 4, p. 43–56, 2021.

BENTO, J.A.C.; LANNA A.C.; BASSINELLO, P.Z.; OOMAH, B.D.; PIMENTA, M.E.B.; CARVALHO, R.N.; MOREIRA, A.S. Aging indicators for stored carioca beans. **Food Research International**, v. 134, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109249>.

BENTO, J.A.C.; MORAIS, D.K.; FERREIRA, K.C.; BASSINELLO, P.Z.; CARVALHO, R.N.; CALIARI, M.; SOARES JÚNIOR, M.S. Physicochemical and functional properties of aged grains flour from different dry common beans. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 46 n. e16397, 2022. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16397>.

BERRIOS, J. de. J.; SWANSON, B.G.; CHEONG, W.A. Physico-chemical characterization of stored black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Research International** v. 32, p. 669-676, 1999.

BERTOLDO, J.G.; COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; ROCHA, F.da. Qualidade tecnológica de grãos de feijão para o tempo de cocção. **Revista Biotemas**, v.22, n.1, p. 39-47, 2009.

BEZERRA, J.M.; VIEIRA, M.M.da S.; SANTOS, A.F.dos; FARIAS, E.T.do R.; LOPES, M.F.; SOUZA, A.dos S. Composição química de oito cultivares de feijão-caupi. **Revista Verde**, v. 14, n.1, p.41-47, 2019.

BHATTACHARYA, K.; RAHA, S. Deteriorative changes of maize, groundnut and soybean seeds by fungi in storage. **Mycopathologia**, v. 155, n. 3, p 135-141, 2002.

BLAIR M.; GONZALES L.F.; KIMANI P.M.; BUTARE L. Genetic diversity, intergene pool introgression and nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from central Africa. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 121, n. 10, p. 237–248, 2010.

BORGES, P.de S.; LOPES, O.C.; KOAKUZU, S.N.; HEINEMANN, A.B.; DEL PELOSO, M.J.; BASSINELLO, P. Z.; LANNA, A. C. Efeito do armazenamento sobre atributos associados à qualidade de feijão tipo carioca. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Santo Antônio de Goiás. **Anais [...]**. Goiânia, Embrapa Arroz e Feijão, 2005. v.2. p. 700-704. Documentos, 182.

BRACKMANN, A.; NEUWALD, D.A.; RIBEIRO, N.D.; FREITAS, S.T. de. Conservation of three bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) of the group carioca in cold storage and controlled atmosphere. **Ciência Rural**, v. 32, n. 6, 2002.

BRAGANTINI, C. **Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão**. Embrapa Arroz e Feijão, 187, 1ª Ed. Santo Antônio de Goiás, 2005.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998**. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária (ACS). **Regras para análise de sementes (RAS)**. Brasília: MAPA, 2009.

BRASIL. Presidência da República: Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei 10.711 de 05 de agosto de 2003**. Brasília, 2003.

BRIGIDE, Priscila. **Disponibilidade de ferro em grãos de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) irradiados**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

BROUILLARD, R. The in vivo expression of anthocyanin colour in plants. **Phytochemistry**, v. 22, n. 6, p. 1311-1323, 1983.

BURATO, J. S. **Teores de minerais e proteínas e grãos de feijão e estimativas de parâmetros genéticos**. 2012 148 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – centro de genética e melhoramento, Universidade federal de Lavras, Lavras, 2012.

CAMPOS, E.deS.; ALVES, J.M.A.; UCHÔA, S.C.P.; ALBUQUERQUE, J.deA.A.de; SANTOS, C.S.V.dos. Características morfológicas e físicas de grãos secos e hidratados de cinco cultivares de feijão-caupi. **Revista Agroambiente On-line**, v. 4, n. 1, p. 34-41, 2010.

CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; MANCINI FILHO, J.; SALGADO, J.M.; NOVAES, N.J. Influência do tempo de armazenamento a 11 °C sobre algumas características físicas de cultivares de feijão guandu (*Cajanus cajan* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 1, p. 53-59, 1998.

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.

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. Nutritional ranking of 30 Brazilian genotypes of cowpeas including determination of antioxidant capacity and vitamins. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 26, n.1-2, p. 81-88, 2012.

CARVALHO, B.L.; RAMALHO, M.A.P., VIEIRA JÚNIOR, I.C.; ABREU, Â.de F.B. New strategy for evaluating grain cooking quality of progenies in dry bean breeding programs. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. v.17, n. 2, p. 115-123, 2017.

CHIARADIA, A.C.N.; GOMES, J.C. **Feijão: química, nutrição e tecnologia**. VIÇOSA, Fundação Arthur Bernades, 1997.

CHIARADIA, Ana Cristina Nascimento. **Determinação da estrutura de pigmentos de feijão e estudo da sua ação na qualidade proteica**. 1997. Tese (Dourado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

COELHO, C.M.M.; SOUZA, C.A.; DANELLI, A.L.D.; PEREIRA, T.; SANTOS, J.C.P.; PIAZZOLI, D. Capacidade de cocção de grãos de feijão em função do genótipo e da temperatura da água de hidratação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1080-1086, 2008.

CONAFER, Confederação Nacional de Agricultores Familiares e Empreendedores Familiares Rurais. **Feijão: O alimento mais brasileiro mostra a força da agricultura familiar**. 2020. Disponível em: <https://conaferr.org.br/feijao-o-alimento-mais-brasileiro-mostra-a-forca-da-agricultura-familiar/>. Acesso em 22/10/2022.

Conafer, Confederação Nacional de Agricultores Familiares e Empreendedores Familiares Rurais. **Feijão no prato: produção supera consumo no país; agricultura familiar é responsável por 42% da produção nacional**. 2022. Disponível em: <https://conaferr.org.br/feijao-no-prato-producao-supera-consumo-no-pais-agricultura-familiar-e-responsavel-por-42-da-producao-nacional/> Acesso em: 10/06/2023.

CORTE, A.D.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M.B.S. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 3, n. 3, p.193-202, 2003.

COSTA, N.M.B.; LIBERATO, S.C. Biotecnologia na nutrição e saúde. In: COSTA, N.M.B.; BORÉM, A. (Ed.) **Biotecnologia e nutrição: saiba como o DNA pode enriquecer os alimentos**. São Paulo, Nobel, 2003. p.p 71-127.

CROFT, K.D. The chemistry and biological effects of flavonoids and phenolic acids. **Annals of the New York Academy of Science**. v. 854, p. 435-442, 1998. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1998.tb09922.x>

DEBOUCK D.G. Biodiversity, ecology and genetic resources of *Phaseolus* beans-Seven answered and unanswered questions. In: MAFE: International Workshop on Genetic Resources. **Genetic diversity, evolution and conservation**, part 1, Wild Legumes, p. 295-123, 2000.

DEL PINO, V.H.; LAJOLO, F. M. Efecto inhibitorio de los taninos del frijol carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre la digestibilidad de la faseolina por dos sistemas multienzimáticos. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 49-53, 2003.

DÍAZ-BATALLA, L.; WIDHOLM, J.M.; FAHEY JUNIOR, G.C. Chemical componentes with health implications in wild and cultivated mesican common bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 6, p. 2045-2052, 2006.

DINIZ, G.A.S.; MOREIRA, M.S.; TEBINKA, V.; MING, L.C.; SIVIERO, A.; IMADA, K.S. A cultura do feijão na Reserva Extrativista Chico Mendes, Acre., *Cadernos de Agroecologia*. v. 15, n. 2, 2020b.

DINIZ, G.A.S.; SIVIERO, A.; BASSINELLO, P.Z.; COSTA, J.G.C.; MATTAR, E.P.L.; SANTOS, R.C.dos; BORGES, V.D.A.S. Agrobiodiversidade de feijões do Acre. In: Siviero, A., Santos, R.C.; Mattar, E.P.L. (ORG.) **Conservação e tecnologias para o desenvolvimento agrícola e Florestal do Acre**. Rio Branco, Ifac, 2020a. p.p. 481-518.

DURIGAN, J.F.; SGARBIERI, V.C.; BULISANI, E.A. Protein value of dry bean cultivars factors interfering with biological utilization. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 2, n. 35, p.694-698, 1987.

ELIAS, M.C. Pós-colheita e industrialização de arroz. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.p. 745-797.

ELLEUCH, M.; BEDIGIAN, D.; ROISEUX, O.; BESBES, S.; BLECKER, C.; ATTIA, H. Dietary fiber and fiber-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry** v. 124, n. 2, p. 411-421, 2011.

EMBRAPA. **Ciência e tecnologia tornaram o Brasil um dos maiores produtores mundiais de alimentos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/75085849/ciencia-e-tecnologia-tornaram-o-brasil-um-dos-maiores-produtores-mundiais-de-alimentos>. Acesso em 05/01/2023.

ESTEVES, A.M.; ABREU, C.M.P. de; SANTOS, C.D.dos; CORRÊA, A.D. Comparação química e enzimática de seis linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 5, p. 999-1005, 2002.

FAOSTAT. **Crops**; 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 01/08/2022.

FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Produtividade, eficiência agrônômica, características nutricionais e tecnológicas do feijão adubado com nitrogênio em plantio direto e convencional. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 165-172, 2010.

FARONI, L.R. D'A.; SILVA, J.S. Manejo de pragas no ecossistema de grãos armazenados. In: SILVA, J.S. (Ed.). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa, Aprenda Fácil, 2008. p.p. 371-406.

FARONI, L.R.A.; CORDEIRO, I.C.; ALENCAR, E.R.de; ROZADO, A.F.; ALVES, W.M. Influência do conteúdo de umidade de colheita e temperatura de secagem na qualidade do feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.148-154, 2006.

FERREIRA, C.M.; DEL PELOSO, M. J.; FARIA, L.C.de. **Sistemas de Produção**. Embrapa Arroz e Feijão. Santo Antônio de Goiás, 2003.

FILGUEIRAS, G.C; SANTOS, M.A.S; HOMMA, A.K.O; REBELLO, F.K; CRAVO, M.S. **Aspectos socioeconômicos**. In: ZILLI, J.E., VILARINHO, A.A., ALVES, J.M.A. (eds.). A cultura do feijão-caupi na Amazônia brasileira. Embrapa Roraima; 2009.

FONSECA, M.M.F.; BORA, P.S. Composición química y análisis de aminiácidos de alubias. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v.2, n.5, p 248-252, 2000.

FRANCO, C.D; CORLETT, F.M.F; SCHIAVON, G. A. Percepção de agricultores familiares sobre as dificuldades na produção e conservação de sementes crioulas. Porto Alegre: **Cadernos de Agroecologia.**; v. 8, n. 2, p. 1-5, 2013.

FREIRE FILHO F.R; ROCHA, M.M; SILVA, K.J.D; RIBEIRO, V.Q; NOGUEIRA, M.S.R. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético e perspectivas**. Teresina, Embrapa Meio-Norte, 2011.

FREIRE FILHO, F.R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAUJO, J.P.P. de, WATT, E.E. (Ed.). **O caupi no Brasil**. Goiânia, Embrapa-CNPAF; Ibadan: ITTA, 26-46, 1988.

FREITAS, Romenique da Silva de. **Qualidade de grãos de feijão armazenados sob atmosfera modificada**, 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2009.

GASPAR, T.H.; PENEL, C.L.; THORPE, T.; GREPPIN, H. **Peroxidases: a survey of their biochemical and physiological roles in higher plants**. Genève: Université de Genève, 1982. 324p.

GEIL, P.B.; ANDERSON, J.W. Nutrition and health implications of dry beans: a review. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 13, n. 6, p. 549-558, 1994.

GEPTS, P. DEBOUCK, D. Origin, domestication and evolution of the common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). In: VAN SCHOONHOVEN, A.; VOYSEST, O. (eds). **Common beans: research for crop improvement**. Wallingford, CAB International, p. 7-53, 1991.

GOMES F.A.; LIMA, M.O.; MATTAR, E.P.L.; FERREIRA, J.B.; VALE, M.A.D.do. Aspectos nutritivos de feijões crioulos cultivados no vale do Juruá, Acre, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Centro, Centro Científico Conhecer v. 8, n.14; p. 85-96, 2012.

GOMES, M.R.A.; OLIVEIRA, M.G.de A.; CARNEIRO, G.E.S.; BARROS, E.G.de; MORREIRA; M.A. Propriedades físico-químicas de polifenoloxidase de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 1, p. 69-72, 2001.

GOMES, S.B.S.; FERREIRA, J.B.; MACEDO, P.E.F.; NASCIMENTO, L.O.; NASCIMENTO, G.O.; PESSOA NETO. E. Agronomic characterization of cowpea bean varieties in the Municipality of Senador Guiomard, Acre, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. 1-8, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6243>.

GRELA, E.R.; GUNTER, K.D. Fatty acid composition and tocoferol content of some legume seeds. **Animal Feed Sci. Technol.** v. 52, n. 3-4, p. 325–331, 1995.

HARBORNE, J.B.; GRAYER, R.J., The anthocyanins. In: **The flavonoids: advances in research since 1980**. London, Chapman & Hall, p. 1-20, 1988.

HAYAT, I.; AHMAD, A.; MASUD, T.; AHMED, A.; BASHIR, S. Nutritional and health perspectives of beans (*Phaseolus vulgaris* L.): an overview. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 54, n. 5, p. 580-592, 2014.

HOOVER, R.; RATNAYAKE, W.S. Starch characteristics of black bean, chick pea, lentil, navy bean and pinto bean cultivars grown in Canada. **Food Chemistry**, v. 78, n. 4, p. 489-498, 2002.

HORN, L.; SHIMELIS, H. Production constraints and breeding approaches for cowpea improvement for drought prone agroecologies in Sub-Saharan Africa. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 65, n. 1, p. 83-91, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2020.03.002>.

HSU, S.Y.; KAO, C.H. Differential effect of sorbitol and polyethylene glycol on antioxidant enzymes in rice leaves. **Plant Growth Regulation**, v. 39, p. 83-90, 2003. <https://doi.org/10.1023/A:1021830926902>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, **Pesquisa Agrícola Municipal**. 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1612>. Acesso em: 06/10/2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** 4ª edição, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Procedimentos e determinações gerais, In: **Metodos físico-químicos para análise de alimentos**, São Paulo, 4ª. Ed., cap. 4, 2008.

JANUZZI, Ana Gabriela Vieira Alves. **Características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de produto tipo presunto cozido desenvolvido com adição de fibras solúveis e insolúveis**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

JESUS, J.C.S.de; OLIVEIRA, E.de; MATTAR, E.P.L.; ARAÚJO, M.L.; SIVIERO, A. Sistemas produtivos utilizados no Vale do Juruá. In: MATTAR, E.P.L; OLIVEIRA, E. de.; SANTOS, R.C.dos; SIVIERO, A. (ORG.). **Feijões do Vale do Juruá**. Rio Branco, Ed. Ifac, 2017. p.p 191-198.

KAMAU, E.H.; NKHATA, S. G.; AYUA, E.O. Extrusion and nixtamalization conditions influence the magnitude of change in the nutrients and bioactive components of cereals and legumes. **Food Science and Nutrition**, v. 8. p. 1753-1765, 2020. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1473>.

KUASNEI, Mayara. **Extração de antocianinas do tegumento de feijão preto com soluções aquosas de solventes eutéticos profundos por técnicas emergentes**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

LIMA, M.O; GOMES, F.A; MATTAR, E.P.L; RIBEIRO, O.A.S; FERREIRA, J.B. Aspectos nutricionais de feijões crioulos cultivados na Amazônica ocidental, Acre, Brasil. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.10, n.19; p. 163-175. 2014a.

LIMA, R.A.Z. **Armazenamento de feijão: uso da embalagem a vácuo na manutenção da qualidade**. 2013. Tese (Doutorado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

LIMA, R.A.Z.; TOMÉ, L.M.; ABREU, C.M.P.de. Embalagem a vácuo: efeito no escurecimento e endurecimento do feijão durante o armazenamento. **Ciência Rural**, v. 44, n. 9, p.1664-1670, 2014b.

LIMA, Sâmara Leticia Silva de. **Feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.): ação do armazenamento sobre a composição química e nutricional e efeito in vivo da farinha integral e de seu hidrolisado proteico no estresse oxidativo e na inflamação**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

LIN, L.Z.; HARNLY, J.M.; PASTOR-CORRALES, M.S.; LUTHRIA, D.L. The polyphenolic profiles of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, v. 107, n. 1, p. 399–410, 2008.

LIU, K.; BOURNE, M.C. Cellular, biological, and physicochemical basis for the hard-to-cook defect in legume seeds. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 263-298, 1995. <https://doi.org/10.1080/10408399509527702>.

LIU, K.; MCWATTERS, K.H.; PHILLIPS, R.D. Protein insolubilisation and thermal destabilisation during storage as related to hard-to-cook defect in cowpeas. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, n. 12, p. 2483–2487, 1992. <https://doi.org/10.1021/jf00024a028>.

LOPES, Rodrigo Lorencetti Tunes. **Características tecnológicas de genótipos de feijoeiro em razão de épocas de cultivo e períodos de armazenamento**. 2011. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2011.

LOPES, T.J.; XAVIER, M.F.X; QUADRI, M.G.N; QUADRI, M.B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.3, p. 291-297, 2007.

LORINI, I. Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados. Passo Fundo, **Embrapa Trigo**, 2008. p. 72.

LUJÁN, D.B.L.; LEONEL, A.J.; BASSINELLO, P.K.; COSTA, N.M.B. Variedades de feijão e seus efeitos na qualidade proteica, na glicemia e nos lipídeos sanguíneos em rato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, (supl.), 2008.

MADHUJITH, T.; SHAHIDI, P. Antioxidant potential of pea beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Food Science**, v. 70, n. 01 p. 85-90, 2005.

MADRERA, R.R.; NEGRILLO, A.C.; VALLES, B.S.; FERNÁNDEZ, J.J.F. Characterization of extractable phenolic profile of common bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.) in a Spanish diversity panel. **Food Research International**, v. 138, p. 109713, 2020.

MAGALHÃES, V. B; SOUSA, A. H. de. Quality of white Gurgutuba creole beans stored in silo bags and PET bottles. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 12, n. 3, 2020.

MAHAN, L.K., RAYMOND, J.L. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. Tradução de: Verônica Mannarino, Andréa Favano. Elsevier, 14. ed. Rio de Janeiro, 2018.

MARINHO, J.T.de S.; PEREIRA, R.C.; COSTA, J.G. **Seleção massal na população de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) “Carioca Pitoco” em Rio Branco**, Acre. Embrapa Acre, 1997. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/492492/selecao-massal-na-populacao-de-feijoeiro-comum-phaseolus-vulgaris-icarioca-pitoco-em-rio-branco-acre>. Acesso em: 07/01/2022.

MARINHO, J.T.de S.; PEREIRA, R.de C.A. COSTA, J.G. da. Caracterização de cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), em plantios no Acre. Embrapa Acre, **Boletim de Pesquisa** n. 31. 2001.

MARLES, S.; VANDENBERG, A.; BETT, K. Polyphenol oxidase activity and differential accumulation of polyphenolics in seed coats of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) characterize postharvest color changes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 7049-7056, 2008.

MARTINI, A. Feijões na Reserva Extrativista Alto Juruá. In: MATTAR, E. P. L.; OLIVEIRA, E. de.; SANTOS, R.C.; SIVIERO, A. (Orgs.). **Feijões do Vale do Juruá**. Rio Branco. Ifac, 2017. p.p. 119-128.

MARTINO, H.S.D.; BIGONHA, S.M.; CARDOSO, L.M.; ROSA, C.O.B.; COSTA, N.M.B.; CÁRDENAS, L.L.A.R.; RIBEIRO, S.M.R. Nutritional and Bioactive Compounds of Bean: Benefits to Human Health. In: TUNICK, M.H.; Mejía. E.G.de (Ed.). **Hispanic Foods: Chemistry and Bioactive Compounds: American Chemical Society**, v. 1109, p. 233-258, 2012.

MATTAR, E.P.; OLIVEIRA, E. de.; ARAÚJO, M.L.; JESUS, J.C.S.de. Breve histórico da biodiversidade de feijões no Vale do Juruá. In: MATTAR, E.P.L., OLIVEIRA, E., SANTOS, R.C.dos, SIVIERO, A. (ORG.). **Feijões do Vale do Juruá**. Rio Branco, Ed. Ifac, 2017a. p.p. 111-118.

MATTAR, E.P.L., OLIVEIRA, E, SANTOS, R.C.dos, SIVIERO, A. **Feijões do Vale do Juruá**. Ed. Ifac, Rio Branco, 2017b.

MATTAR, E.P.L.; OLIVEIRA, E; JESUS, J.C.S.de, ARAÚJO, M.L; SIVIERO, A; SANTOS JÚNIOR, H.C. Creolo beans production systems in Juruá Valley, Acre. Brazilian Amazon. **Indian Journal of Traditional Knowledge**, v. 15, n. 4, p. 619-624, 2016.

MELLO, Juliana Iura de Oliveira. **Alterações bioquímicas durante o armazenamento e a germinação de sementes de *Caesalpinia echinata* e *Erythrina speciosa*, leguminosas nativas da Floresta Atlântica**. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2013.

MESQUITA, F.R.; CORRÊA, A.D.; ABREU, C.M.P.; LIMA, R.A.Z.; ABREU, A.F.B. Linhagem de feijão *Phaseolus vulgaris* L.: composição química e digestibilidade proteica. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1114-1121, 2007.

MILANI, A.; WRONSKI, M.; BACEGA, M.; TENROLLER, R.; SILVA, M.T. Acesso e multiplicação de cultivares de feijão crioulo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 3, 2014.

MINGOTTE, F.L.C.; GUARNIERI, C.C.O.; FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Desempenho produtivo e qualidade pós-colheita de genótipos de feijão do grupo comercial carioca cultivados na época de inverno-primavera. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1101-1110, 2013.

MOJICA, L.; MEYER, A.; BERHOW, M.A.; DE MEJÍA, E.G. Bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) have similar high antioxidant capacity, in vitro inhibition of α -amylase and α glucosidase while diverse phenolic composition and concentration. **Food Research International**, v. 69, p. 38-48, 2015.

MOURA, A.C.de C.; ABREU, C.M.P.de; SANTOS, C.D.dos; CORREA, A.D. Influência da exposição ao sol, dos tipos de secagem e do armazenamento, na atividade de peroxidase e polifenoloxidase e fenólicos totais em duas cultivares e uma linhagem de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 2, p. 345-352, 1999.

MOURA, N.C.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; SPOTO, M.H.F.; ARTHUR, V. Avaliação sensorial de feijão preto submetido à radiação de Cobalto-60. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 370-374, jun. 2005.

NASAR-ABBAS, S.M.; PLUMMER, J.A.; SIDDIQUE, K.H.M.; WHITE, P.; HARRIS, K.; DODS, K. Cooking quality of faba bean after storage at high temperature and the role of lignins

and other phenolics in bean hardening. *LWT. Food Science and Technology*, v. 42, n. 7, p. 1260-1267, 2008.

NASS, L.L. Utilização de recursos genéticos vegetais no melhoramento. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLES, M.C. (Eds.). **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2002. p.p. 29-56.

OJWANG, L.; DYRES, L. AWIKA, J.M. Ultra performance liquid chromatography – tandem quadrupole mass spectrometry profiling of anthocyanins and flavonóis in cowpea (*Vigna unguiculata*) of varying genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 60, p. 3735-3744, 2012.

OLIVEIRA D.M.; BASTOS D.H.M. Phenolic acids bioavailability. *Química Nova*, v. 34, n.6, p. 1051-1056. 2011.

OLIVEIRA, A.C.de; QUEIROZ, K.da S.; HELBIG, E.; REIS, S.M.P.M.; FRANCISCO, C. O processamento doméstico do feijão-comum ocasionou uma redução nos fatores antinutricionais fitatos e taninos, no teor de amido e em fatores de flatulência rafinose, estaquiose e verbascose. *Archivos Latinoamericanos de Nutrition*, v. 51, n. 3, p. 276-283, 2001.

OLIVEIRA, Amanda Losi de. **Extração das antocianinas de cascas de “bandinhas” de feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2019. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos do Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 2019.

OLIVEIRA, E.; MATTAR, E.P.L.; ARAÚJO, M.L.de.; JESUS, J.C.S.de; NAGY, A.C.G. SANTOS, V.B. dos. Descrição de cultivares locais de feijão-caupi coletados na microrregião Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. *Acta amazônica*, v. 45, n. 3, p. 243-254, 2015.

OLIVEIRA, E.; MATTAR, E.P.L.; NAGY, A.C.G.; ARAÚJO, M.L.; JESUS, J.C.S.de. Aspectos econômicos. In: MATTAR, E.P.L.; OLIVEIRA, E.de.; SANTOS, R.C.dos; SIVIERO, A. (ORG.). **Feijões do Vale do Juruá**. Rio Branco, Ifac, 2017. p.p. 67-110.

OLIVEIRA, Joyce Maria de Sousa. **Composição centesimal e mineral de genótipos de feijão-caupi tipo fradinho**. 2018. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Terezina, 2018.

OLIVEIRA, V.R.de; RIBEIRO, N.D.; MAZIERO, S.M.; CARGNELUTTI FILHO, A. JOST, E. Qualidade para o cozimento e composição nutricional de genótipos de feijão com e sem armazenamento sob refrigeração. *Ciência Rural*, v. 41, n. 5, p. 746-752, 2011.

PELEG, H.; BODINE, K.K.; NOBLE, A.C. The influence of acid on adstringency of alum and phenolic compounds. *Chemical Senses*, v. 23, n. 3, p. 371-378, 1998.

PELEGRIN, D.F; BEZERRA, L.M.C.; HASPARYK, R. G. Dinâmica da produção de feijão no Brasil: progresso técnico e fragilidades. *Informe Agropecuário*, v. 38, n. 298, p. 84-91, 2017.

PERAZZINI, R; LEONARDI, D.; RUGGERI, S.; ALESIANI, D.; D'ARCANGELO, G; CANINI, A. Characterization of *Phaseolus vulgaris* L. landraces cultivated in central Italy. *Plant Foods for Human Nutrition*, v. 63, p. 211-218, 2008.

PEREIRA, C.P. Um, dois, feijão com arroz. *Revista Saúde*, v. 294, p. 14- 17, 2008b.

PEREIRA, R.R; ABREU, I.C.M.E.de; GUERRA, J.F.daC.; LAGE, N.N. LOPES, J.M.M.; SILVA, M.; LIMA, W.G.de; SILVA, M.E. PEDROSA, M.L. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) Upregulates Paraoxonase 1 Gene Expression and Activity with Concomitant Reduction of

Hepatic Steatosis in High-Fat Diet-Fed Rats. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2016, Article ID 8379105, p. 13, 2013. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8379105>.

PINTO, Jennifer Vieira. **Propriedades físicas, químicas, nutricionais e tecnológicas de feijões (*Phaseolus vulgaris* L.) de diferentes grupos de cor**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

PRANCE, G. T. A terminologia dos tipos de florestas amazônicas sujeitas a inundação. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 10, n. 3, p. 495-504, 1980.

PUJOLA, M.; FARRERAS, A.; CASANAS, F. Protein and starch content of raw, soaked and cooked beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, v. 102, n. 4, p.1034-1041, 2007.

QUEROL, D. **Recursos genéticos, nosso tesouro esquecido: abordagem sócio-econômica**. Rio de Janeiro, AS-PTA, p. 206, 1993.

RAMÍREZ-CÁRDENAS, L.A.; 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**, v. 28, n. 1, p. 200-213, 2008.

RANI, P.R., CHELLADURAI, V., JAYAS, D.S., WHITE, N.D.G.; KAVITHA-ABIRAMI, C.V. Storage studies on pinto beans under different moisture contents and temperature regimes. *Journal of Stored Products Research*, n. 52, p. 78-85. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2012.11.003>.

REYES-MORENO, C.; PAREDEZ-LOPEZ, O. Hard-to-cook phenomenon in common beans. A CRC. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 33, n. 3, p. 227-286, 1993. <https://doi.org/10.1080/10408399309527621>.

RIBEIRO, H.J.S.; PRUDÊNCIO, S.H.; MIYAGUI, D.T.; RIBEIRO, E.L.de A. Caracterização de concentrado proteico de feijão-comum preto, cultivar Iapar 44, novo e envelhecido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3, p. 571-580, 2009.

RIBEIRO, N.D.; JOST, E., CERUTTI, T.; MAZIERO, S.M.; POERSCH, N.L. Composição de microminerais em cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Bragantia** v. 67 n. 2, p. 267-273. 2008b.

RIBEIRO, N.D.; STORCK, L.; POERSCH, N.L. Classificação de lotes comerciais de feijão por meio da claridade do tegumento dos grãos. *Ciência Rural*. v. 38, p. 2042–2045, 2008a.

RIGUEIRA, R.J.A.; LACERDA-FILHO, A.F.de; VOLK, M. B.da S. Avaliação da qualidade do feijão armazenado em ambiente refrigerado. **Alimentos e Nutrição**, v.20, n.4, p. 649-655, 2009.

RIOS, A.D.O.; ABREU, C.M.P.D.; CORRÊA, A.D. Efeitos da época de colheita e do tempo de armazenamento no escurecimento do tegumento do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.3, p.550-558, 2002.

ROCHA, M.deM. **Qualidade tecnológica dos grãos**. 2021, Embrapa Meio-Norte. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao-caupi/pos-producao/qualidade-tecnologica-dos-graos>. Acesso em: 28/10/2022.

ROCHA-GUZMÁN, N.E.; ANNETE, H.; GONZÁLEZ-LAREDO, R.F.; IBARRA-PÉREZ, F.J.; ZAMBRANO-GALVÁN, G.; GALLEGOS-INFANTE, J.A. Antioxidant and antimutagenic activity of phenolic compounds in three different colour groups of common bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, v. 103, p. n. 2, p. 521-527, 2007.

RODRIGUES, Beatriz Almeida. **Efeitos das antocianinas, ácidos hidroxicinâmicos e vitamina C sobre a biometria corporal e qualidade óssea de ratos obesos e eutróficos**. 2016. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016.

RODRIGUES, J.A.; RIBEIRO, N.D.; LONDERO, P.M. G.; FILHO, A.C.; GARCIA, D.C. Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 209-214, 2005.

ROMANO, Cátia Maria. **Características físico-químicas e de cocção do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.), cv. guapo brilhante decorrentes de secagem estacionária e de tempo de armazenamento convencional**. 2006. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, 2006.

RUPOLLO, Galileu. **Efeitos das condições e do tempo de armazenamento na qualidade de grãos de feijão carioca**. 2011. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

SANTALLA, M.; SEVILLANO, M.C.M.; MONTEAGUDO, A.B.; RON, A.M. Genetic diversity of Argentinean common bean and its evolution during domestication. **Euphytica**, v. 135, n. 1, p. 75-87, 2004.

SANTOS, G.G.; RIBEIRO, N.D.; MAZIERO, S.M. Evaluation of common bean morphological traits identifies grain thickness directly correlated with cooking time. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 1, p. 35-42, 2016.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; Oliveira, L.M.de; Padula, M., Coltro, L.; Alves, R.M.V.; Corrêa, E.E.G. **Embalagens Plásticas Flexíveis**. CETEA/ITAL, 2002.

SATHE, S.K. Dry bean protein functionality (Review). **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 22, n. 2, p. 175-223, 2002.

SCHOENINGER, V.; SILOCHI, R. M.H. Q.; TONINI, M. BATISTA, V.T.; LORIN, H.E.F. Caracterização de atributos tecnológicos e de cor em grãos de feijão produzidos em diferentes sistemas: orgânico e convencional. **Cultivando o Saber**, v.7, n. 3, p. 1-9, 2014.

SILOCHI, R. M.H.Q.; COELHO, S.R.M., BISCHOFF, T.Z.; CASSOL, F.A.D.R.; PRADO, N. V do.; BASSINELLO, P.Z. Nutritional technological characterization and secondary metabolites in stored carioca bean cultivars. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, p. 2102-2111, 2016.

SILVA NETA, Maria das Neves. **Influência dos ácidos hidroxicinâmicos na proliferação e ciclo celular do câncer de pulmão: uma revisão**. 2017. Monografia (Bacharelado em Farmácia) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2017.

SILVA, A.G.; ROCHA, L.C.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Caracterização físico-química, digestibilidade proteica e atividade antioxidante de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição**. v.20, n. 4, p.591-598, 2009.

SILVA, C.P.da; ARAÚJO, E.A.de.; SILVA, J.de F.; MOREIRA, W.C. de L.; NEGRI, F.R.; OLIVEIRA, W.M.S. Caracterização de perfis geológicos desenvolvidos em geoambientes da Formação de Cruzeiro do Sul, Amazônia sul-ocidental. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi de Ciências Naturais**. v. 16, n. 1, p. 115-127, 2021.

SILVA, K.G.S.da; BÁEZ, P.A.P.; SILVA, R.M.deS.; COSTA, T.T.; MARTINS, M.doC.deC. **Potential anticancer effects of bioactive compounds found in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)** in: SANTOS, F.L.dos. (Ed.) Estudos interdisciplinares em Ciências da Saúde. Periodicojs. Vol. 08, Editora da Saúde. 2022. p.p 248-265.

SINGH, S.P. Broadening the genetic base of common bean cultivars: a review. **Crop Science**. v. 41, n. 6, p. 1659-1675. 2001. <https://doi.org/10.2135/cropsci2001.1659>.

SIOLI, H. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: SIOLI, H. (eds). **The Amazon. Monographiae Biologicae**, v. 56, 1984. https://doi.org/10.1007/978-94-009-6542-3_5.

SIQUEIRA, B. dos S.; BASSINELLO, P.Z.; SANTOS, S.C.; MALGARESI, G.; P.; FERRI, H.; RODRIGUEZ, A. G.; FERNANDES, K.F. Do enzymatic or non-enzymatic pathways drive the postharvest darkening phenomenon in carioca bean tegument. **Food Science and Technology**. v. 69, p. 593-600, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.079>.

SIQUEIRA, Beatriz dos Santos. **Desenvolvimento dos fenômenos de escurecimento e endurecimento em feijão carioca: aspectos bioquímicos e tecnológicos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

SIVIERO, A.; BRAGA, M.; dos SANTOS, R.C.; SANTOS, V.B.dos. **Aspectos nutricionais e culinários do feijão-comum e do caupi consumidos no Acre**. In: MATTAR, E.P.L.; OLIVEIRA, E.de.; SANTOS, R.C.dos; SIVIERO, A. (ORG.). **Feijões do Vale do Juruá**. Rio Branco, Ifac, 2017b. p.p. 299-324.

SIVIERO, A.; SANTOS, V.B. dos; SANTOS, R.C. dos; MARINHO, J.T.de S. Caracterização das principais variedades locais de feijão-comum e caupi do Acre. In: MATTAR, E.P.L.; OLIVEIRA, E.de.; SANTOS, R.C.dos; SIVIERO, A. (ORG.). **Feijões do Vale do Juruá**. Rio Branco, Ifac, 2017a. p.p. 129-166.

SKOWRONSKI, L.; GÍUDICE, M.P. Del.; BORÉM, A.; DIAS, D.C.F.dos S.; CARNEIRO, G.E.S.; CECON, P.R. Qualidade tecnológica de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris*) colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 28, n.2, p. 56-63, 2003.

SOARES JÚNIOR, M.S.; CALIARI, M.; BASSINELLO, P.Z., M.S.; FERNANDES, P.M.; BECKER, F.S. Características físicas, químicas e sensoriais de feijões crioulos orgânicos, cultivados na região de Goiânia-GO. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 109-118, 2012.

SOARES JÚNIOR, M.S.; CALIARI, M.; BECKER, F.S.; SOUZA, E.R.B.; VERA, R. Propriedades físicas e químicas de grãos de feijões crioulos vermelhos. **Revista Caatinga**, v. 28, p. 263-269, 2015.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

SOMBIÉ, P.A.E.D.; COMPAORÉ, M.; COULIBALY, A.Y.; OUÉDRAOGO, J.T.; TIGNÉGRÉ, J.B.S.; KIENDRÉBÉOGO, M. Antioxidant and Phytochemical Studies of 31 Cowpeas (*Vigna unguiculata* (L. Walp.)) Genotypes from Burkina Faso. **Foods**. v. 7, n. 143, p. 1-9, 2018.

SOUSA, G.A.; HERNANDES, E.E.; DAMASCENO, S.S; MATTAR, E.P.L; SIVIERO, A. Qualidade de feijão-caupi crioulo do Alto Juruá armazenado em embalagem a vácuo. **Revista Conexão na Amazônia**, v. 2, Edição especial, 2021.

SOUSA, G.A.; IMADA, K.S.; TEIXEIRA-SILVA, M.de A.; NUNES, M.da S.; MATTAR, E. P. L.; SIVIERO, A. Levantamento de feijões crioulos do Acre. **Cadernos de Ciência e Tecnologia** v. 06. 2020.

SOUSA, Lourenço Viana de. **Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos associados com a qualidade fisiológica de sementes de feijão**. 2003. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, 2003.

TACO - **Tabela brasileira de composição de alimentos** / NEPA – UNICAMP, 4. ed. rev. e ampl. - Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011.

TEIXEIRA, R.F.; BENVENUTTI, L.; BURIN, V.M.; GOMES, T.M.; FERREIRA, S.R.S.; ZIELINSKI, A.A.F. An eco-friendly pressure liquid extraction method to recover anthocyanins from broken black bean hulls. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 67, p. 102587, 2021.

TRINDADE, C, C. **Sementes crioulas e transgênicos, uma reflexão sobre sua relação com as comunidades tradicionais**. 2006. Disponível em: [https://docplayer.com.br/89788- Sementes-crioulas-e-transgenicos-uma-reflexao-sobre-sua-relacao-com-as-comunidades-tradicionais.html](https://docplayer.com.br/89788-Sementes-crioulas-e-transgenicos-uma-reflexao-sobre-sua-relacao-com-as-comunidades-tradicionais.html). Acesso em: 07 de junho de 2023.

VANIER, Nathan Levien. **Armazenamento de cultivares de feijão e seus efeitos na qualidade tecnológica dos grãos e nas propriedades do amido**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial.) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

VIEIRA, E.H.N; YOKOYAMA, M. Colheita, processamento e armazenamento. In: VIEIRA E. H.N.; RAVA, C.A. **Sementes de feijão – Produção e tecnologia**, Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2000.

VIEIRA, M.M. da S.; BEZERRA, J. M.; SANTOS, A. F. dos. Avaliação dos compostos bioativos e capacidade antioxidante em cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) imaturo cru, cozido e seus caldos de cocção. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16243>.

WALTERS, C.T.; ROOS, E.E. Saving seeds for the long term. **Agricultural Research**, v. 46, p. 12-13, 1998.

WASSIMI, N.N.; HOSFIELD, G.L.; UEBERSAX, M.A. Capacidade combinada de teor de tanino e características proteicas de feijões secos crus e cozidos. **Crop Science**. p. 452-458, 1988.

WATT, B.; MERRILL, A.L. Composition of foods: raw, processed, prepared. Washington, DC: Consumer and Food Economics Research Division. **Agricultural Research Service**, 1963. 198p. (Agriculture Handbook, 8).

XU, B. J.; CHANG, S. K. C. Total phenolic, phenolic acid, anthocanin, flanan-3-ol, and flavonol profiles and antioxidante properties of pinto and black beans (*phaseolus vulgaris* L.) as affected by thermal processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 4754-4764, 2009.

YAMAGUISHI, Caroline Tiemi. **Processo biotecnológico para a produção de feijão desidratado com baixo teor de oligossacarídeos da família rafinose**. 2008. Dissertação (Mestrado em Processos Biotecnológicos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

YOKOYAMA, L.P.; STONE, L.F. **Cultura do feijoeiro no Brasil**: características da produção. Santo Antônio de Goiás, 2000.

YOSHIDA, H.; TOMIYAMA, Y.; MIZUSHINA, Y. Characterization in the fatty acid distributions of Triacylglycerols and phospholipids in kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Food Lipids**. v. 12 n. 2, p. 169–180, 2005.

ZAMBIASI, Clarissa Ana. **Qualidade de grãos de feijão armazenados em diferentes condições de temperatura**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

ANEXO

ANEXO 1. Formulário para levantamento dos coeficientes técnicos de produção e diversidade das variedades de feijão cultivadas no Acre.

Nome: _____ Idade: _____ Sexo: _____ Data __/__/__

	Perguntas	Feijão-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>)
1	Quais variedades o Sr. planta		
2	De onde vem a semente		
3	Qual área plantada		
4	Qual forma de plantio		
5	Qual o espaçamento entre as plantas		
6	Época do plantio		
7	Época da colheita		
8	Quais os tratos culturais		
9	Quais pragas ou doenças acometem o feijoeiro		
10	Qual o sistema de colheita		
11	Qual foi a produção da última safra		
12	Tem algum beneficiamento		
13	Qual embalagem é utilizada		
14	Faz armazenamento? Qual.		
15	Comercializa as variedades		
16	Quem compra		
17	Qual preço pagou na última venda		
18	Como pagou		
19	Qual o prazo para recebimento		
20	Sabe pra quem é revendido		
21	Compra feijão ao longo do ano para consumo próprio		

Responsável pela aplicação do questionário

ANEXO 2 Artigo publicado



Qualidade nutricional e armazenamento de variedades de feijão-caupi cultivados no Juruá, Acre

Nutritional quality and storage of cowpea varieties cultivated in Juruá, Acre

DOI: 10.55905/rdelosv16.n43-017

Recebimento dos originais: 25/04/2023

Aceitação para publicação: 24/05/2023

Guiomar Almeida Sousa

Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia
Instituição: Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC)
Endereço: Rio Branco – AC, Brasil
E-mail: guiomar.sousa@ifac.edu.br

Amauri Siviero

Doutor em Agronomia
Instituição: Embrapa Acre
Endereço: Rio Branco – AC, Brasil
E-mail: amauri.siviero@embrapa.br

Altemir da Silva Braga

Doutor em Estatística e Experimentação Agronômica
Instituição: Universidade Federal do Acre (UFAC)
Endereço: Rio Branco – AC, Brasil
E-mail: altemir.braga@ufac.br

Priscila Zaczuk Bassinello

Doutora em Ciência de Alimentos
Instituição: Embrapa Alimentos e Territórios
Maceió - AL, Brasil
E-mail: priscila.bassinello@embrapa.br

Rosana Cavalcante dos Santos

Doutora em Agronomia
Instituição: Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC)
Endereço: Rio Branco – AC, Brasil
E-mail: rosana.santos@ifac.edu.br

Francisco Álvaro Viana Felisberto

Bacharel em Ciências Biológicas
Instituição: Embrapa Acre
Endereço: Rio Branco – AC, Brasil
E-mail: francisco.felisberto@embrapa.br



Mauro Cesar Teixeira

Bacharel em Química

Instituição: Embrapa Arroz e Feijão

Endereço: Santo Antônio de Goiás – GO, Brasil

E-mail: mauro.cesar@embrapa.br

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade nutricional de variedades de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) cultivados no Acre em função de embalagens e tempo de armazenamento. Amostras de oito variedades de feijão-caupi das safras 2020 e 2021 contendo 250 g de grãos foram coletadas em Marechal Thaumaturgo, Acre. As amostras foram identificadas nos tratamentos: embalagem a vácuo, silo bolsa, embalagem tradicional no tempo zero e após 12 meses de armazenamento sendo submetidas às análises de biometria, massa de 100 grãos, umidade, proteína, cinzas, lipídios, fibras, carboidratos, valor energético, teores de antocianinas e coloração. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições por variedade. Os grãos de feijão-caupi testados diferem entre si em tamanho, massa de 100 grãos, em todos os constituintes nutricionais e coloração mostrando alta variabilidade genética. Os feijões de cor clara não apresentaram antocianinas enquanto a variedade Preto de Praia foi aquela que apresentou maior teor de antocianinas. O armazenamento dos grãos por 12 meses não alterou as propriedades nutricionais, entretanto ocorreu o escurecimento dos grãos em variedades de cor clara nas três embalagens analisadas. A embalagem a vácuo foi aquela que preservou melhor a cor e os teores de antocianinas das amostras de feijão-caupi coloridas e pretas.

Palavras-chave: Amazônia, feijões crioulos, *Vigna unguiculata*.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the nutritional quality of varieties of cowpea (*Vigna unguiculata*) grown in Acre as a function of packaging and storage time. Samples of eight varieties of cowpea from the 2020 and 2021 harvests containing 250 g of grains were collected in Marechal Thaumaturgo, Acre. The samples were identified in the treatments: vacuum packaging, silo bag, traditional packaging at zero time and after 12 months of storage being submitted to biometry analysis, mass of 100 grains, moisture, protein, ash, lipids, fibers, carbohydrates, value energy, anthocyanin contents and color. The design used was completely randomized with three replications per variety. The cowpea grains tested differ among themselves in size, mass of 100 grains, in all nutritional constituents and in color, showing high genetic variability. Light-colored beans did not have anthocyanins, while the Preto de Praia variety had the highest anthocyanin content. Grain storage for 12 months did not alter the nutritional properties, however grain darkening occurred in light-colored varieties in the three packages analyzed. Vacuum packing was the one that best preserved the color and anthocyanin contents of the colored and black cowpea samples.

Keywords: Amazon; creole beans, *Vigna unguiculata*.



1 INTRODUÇÃO

Feijões são excelentes fontes de nutrientes essenciais ao ser humano. É a principal fonte de proteínas para pessoas de baixo poder aquisitivo, caso de populações como as do interior da Amazônia, pois o acesso/custo de sua proteína é menor em relação às proteínas de origem animal (Bassinello, 2021).

A espécie *Vigna unguiculata*, identificada por nomes populares como feijão-caupi, feijão-macassar, feijão-frade, feijão-de-corda ou feijão-de-praia, é comumente cultivada na Amazônia nas praias na época da baixa dos rios (Freire Filho, Rocha, Silva, Ribeiro, & Nogueira, 2011).

O Acre apresenta riqueza de variedades de feijão-caupi e de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*). A região do Alto Juruá se destaca como importante centro de diversidade de variedades das duas espécies, resultado em parte do isolamento geográfico e da heterogeneidade de agricultores familiares tradicionais e indígenas locais. Na região do Alto Juruá foram reportadas 12 variedades de feijão-caupi e 16 variedades de feijão-comum, totalizando 28 variedades crioulas. O município de Marechal Thaumaturgo é onde está a maior riqueza sendo reportadas 12 distintas variedades de *V. unguiculata* cultivadas nas várzeas do município (Mattar, Oliveira, Araújo & Jesus, 2017; Sousa, Hernandez, Damasceno, Mattar & Siviero, 2021).

As variedades de feijão-caupi da região do Alto Juruá são cultivadas no sistema agroecológico orgânico nas áreas de praias formadas nas margens dos rios inundados anualmente durante a época das cheias amazônicas, sem adição de corretivos e agroquímicos. O agricultor semeia os grãos em covas abertas com enxada ou plantadeira manual nas várzeas dos rios, realizando uma ou duas capinas conforme a necessidade. A colheita é realizada manualmente, e os grãos submetidos a secagem natural ao sol em terreiros (Mattar et al., 2016; Diniz, et al., 2020b).

Estudos conduzidos com variedades de feijões do Acre têm destacado alta variabilidade genética em características físicas e físico-químicas incluindo o feijão-caupi, além de apresentarem variação nos teores de nutrientes entre si (Oliveira et al., 2015; Diniz et al., 2020a; Gomes, Lima, Mattar, Ferreira, & Vale, 2012; Lima, Gomes, Mattar, Ribeiro, & Ferreira, 2014a).

Nesse aspecto, variedades locais de feijão-caupi crioulo podem ser fontes de características desejáveis para o desenvolvimento de novas variedades principalmente para locais com predominância de estresses hídricos e nutricionais e adaptação os tipos de solos tão diversificados (Almeida & Dias, 2001).



Gomes et al., (2012) pesquisou aspectos nutricionais das variedades de feijão-caupi: Branco de Praia, Manteiguinha, Quarentão, Mudubim de Rama e Preto de Praia, onde encontraram percentuais de 23,12 a 24,62% de proteínas, 2,02 a 2,84% de lipídios, 3,18 a 3,64% de cinzas e de 4,22 a 4,91% de fibra bruta.

Estudos com feijão tem demonstrado que em adição ao seu valor nutricional, são encontradas significativas quantidades de fenólicos como os ácidos fenólicos, flavonoides e as antocianidinas (Madhujith & Shahidi, 2005). Sendo estes responsáveis por desempenhar no organismo humano atividade anticarcinogênicas e antioxidantes (Aparicio-Fernandez, Manzo-Bonilla & Loarca-Piña, 2005). As antocianinas representam o maior grupo de pigmentos solúveis em água, de cores variadas que vão do vermelho ao azul utilizados como corantes naturais e presentes em folhas, flores e frutos (Brouillard, 1983).

O conteúdo de ácidos fenólicos em feijão cru varia entre 674,4 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e 677,4 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de flavonóides. Os flavonóides presentes nos grãos de *P. vulgaris* são: catequina, caempferol, quercetina, miricetina e procianidinas (Díaz-Batalla, Widholm & Fahey Junior, 2006). Sombié et al., (2018) esclarece que esses compostos são concentrados no tegumento do feijão, e que em variedades de feijão-caupi coloridos apresentam maior quantidade (Vieira, Bezerra & Santos, 2021).

Nesse aspecto, o armazenamento torna-se etapa fundamental para manutenção dos caracteres do feijão, levando-se em consideração atributos como: umidade, embalagem e riqueza nutricional. O controle dessas variáveis é essencial pois auxilia na manutenção dos aspectos nutricionais, de sensorialidade e saudabilidade. Pois nessa etapa insetos podem se desenvolver nos grãos, consumindo sua massa e ainda abrindo caminho para outros organismos como os fungos (Faroni & Silva, 2008).

Estudos tem apontado que embalagens em polietileno com espessuras diferenciadas e à vácuo são consideradas boas alternativas para o armazenamento de feijões não apresentando variação significativa na umidade dos grãos. A embalagem a vácuo, quando utilizada no armazenamento de grãos torna-se uma alternativa viável para redução da atividade enzimática gerando baixa concentração de oxigênio, prevenindo o endurecimento e escurecimento dos grãos (Lima, Tomé, & Abreu, 2014b). O silo bolsa é uma embalagem para uso em campo, com o objetivo de criar uma atmosfera sem oxigênio para impedir o desenvolvimento de pragas e insetos durante o armazenamento dos grãos.



A cor dos grãos de feijão é um atributo que define sua aceitação ou não pelo consumidor, sendo a preferência por grãos claros (Schoeninger, Silochi, Tonini, Batista, & Lorin, 2014). Para determinação da cor o diagrama de cores CIELAB ou CIE $L^* a^* b^*$ tem sido bastante utilizado como uma representação tridimensional para a percepção do estímulo de cores.

A qualidade de um feijão durante o armazenamento está diretamente relacionada ao seu escurecimento e endurecimento, grãos de tegumento escuros são associados a grãos envelhecidos e de difícil cozimento. Esse processo está relacionado à presença de compostos fenólicos (principalmente taninos), por meio da oxidação por enzimas polifenoloxidasas e peroxidases deixando os grãos escurecidos (Marles, Vandenberg, & Bett, 2008). Siqueira et al. (2016) relatam que a velocidade do escurecimento dos grãos de feijão é dependente do genótipo, no entanto, todas as variedades escurecem com o passar do tempo.

A literatura é escassa em informações sobre qualidade nutricional em função do armazenamento das variedades de feijões cultivados pelos agricultores familiares ao longo do rio Juruá, evidenciando a necessidade de estudos aprofundados. Nesse aspecto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar características biométricas, a qualidade nutricional e aspectos tecnológicos de variedades de feijão-caupi (*V. unguiculata*) cultivados na Regional Alto Juruá, Acre, em função de embalagens diferenciadas e do tempo de armazenamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste estudo oito variedades de feijão-caupi foram adquiridas junto a agricultores familiares no mês de agosto de 2020, época da safra de feijão no município de Marechal Thaumaturgo. Este local foi escolhido por abrigar a maior diversidade de feijão-caupi do estado do Acre (Sousa et al., 2020). Cada variedade foi obtida junto aos agricultores nas propriedades rurais.

Foram avaliadas as variedades: Quarentão, Manteiguinha Roxo, Manteiguinha Branco, Corujinha Vermelho, Corujinha Preto, Arigozinho, Preto de Praia e Costela de Vaca (Figura 1). As variedades foram transportadas até o Laboratório de Alimentos do Instituto Federal do Acre – Ifac, Campus Baixada do Sol em Rio Branco, onde foram selecionadas para retirada de grãos defeituosos, demais impurezas e armazenadas.



Figura 1. Aspecto geral das variedades de feijão-comum *V. unguiculata* avaliados na pesquisa.



Foto: Guiomar Sousa.

As amostras foram envasadas em embalagens de 250 g nos tratamentos: tempo zero de armazenamento (T01), embalagem à vácuo (EV), silo bolsa (SB) e embalagem tradicional (ET), para ser analisadas nos tempos zero (T01 e T02) e aos 12 meses de armazenamento (EV, SB e ET), à temperatura e umidade com média de 27°C e 60 % de acordo com Figura 2 a, b e c. O tratamento T02 correspondeu ao mesmo material genético, porém, cultivado em 2021. Essas amostras foram analisadas apenas no tempo zero de armazenamento, não sofrendo testes de armazenamento ou embalagem.

Figura 2. Aspecto geral das amostras de feijão-caupi embalados em embalagem à vácuo EV (a); embalagem silo bolsa, SB (b); e embalagem tradicional em saco plástico sem vácuo, ET (c), armazenados. Acre, 2023.



Fotos: Guiomar Sousa

A embalagem à vácuo foi produzida com poliéster e polietileno com espessura de 25 µm nas dimensões 195x120 mm de comprimento e largura. Para o envase foi utilizado seladora à vácuo semi-industrial modelo: SV-600LW, fabricado pela Cetro Embalagens, em Baurú-SP. Foi utilizado vácuo de 0,08 MPa. O envase desse tratamento foi realizado na Empresa Olam, Óleos da Amazônia, em Rio Branco, Acre (Figura 2a).

A embalagem do tipo silo bolsa (Figura 2b) foi produzida a partir polietileno de alta densidade (PEAD) formada duas camadas internas pretas e uma externa de cor branca constituída de dióxido de titânio (DuPont Ti-Pure®), com 160x160 mm de comprimento e largura. A



embalagem tradicional (Figura 2c), foi em polietileno de baixa densidade (PEBD), com espessura de 12 μm com 150x170 mm de comprimento e largura, seladas no Laboratório de Monitoramento de Pragas da Universidade Federal do Acre, Ufac, em seladora de pedal.

As variedades dos tratamentos T01 e T02 foram analisadas quanto às medidas biométricas registrando-se o comprimento, altura e espessura, conforme Figura 3. As medidas foram tomadas a partir de uma amostra de 100 grãos, com uso de paquímetro digital. A pesagem foi realizada em gramas usando balança de precisão semi-analítica.

Para a realização das análises da qualidade nutricional, as amostras foram trituradas em moinho de facas tipo Willey, modelo SL-31, com peneira de 20 mesh acoplada ao equipamento. As análises de composição centesimal: umidade, proteínas, lipídios e cinzas, foram realizadas de acordo com metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). Os resultados para fibra bruta foram obtidos acordo com método da AOCS Approved Procedure Ba 6^a. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Embrapa Acre (Instituto Adolfo Lutz (2005).

Figura 3. Medidas do comprimento (a), largura (b) e espessura (c) dos grãos de feijão.



Fonte: Guiomar Sousa

Os teores de carboidratos das amostras foram calculados por diferença, por meio da fórmula: carboidratos = 100 – (umidade + proteína + cinzas + lipídios). O valor energético foi expresso em $\text{Kcal.g}100^{-1}$ obtido de acordo os coeficientes de Atwater (Watt & Merrill, 1963). As análises das antocianinas dos grãos de feijão foram realizadas de acordo com metodologia descrita por Abdel-Aal et al. (2006); Abdel-Aal; Huel (1999) no Laboratório de Grãos e Subprodutos da Embrapa Arroz Feijão em Santo Antônio de Goiás – GO. Todos os resultados foram expressos em base úmida.

Para a determinação da cor das variedades de feijão foram utilizados o diagrama de cores CIELAB ou CIE $L^* a^* b^*$, utilizando-se colorímetro Konica Minolta Chroma Meter CR-5 (Hunterlab, 1998), utilizando-se amostras de grãos inteiros e limpos. Os valores resultantes foram as coordenadas de Hunter, sendo L^* (branca, 100 à preta 0); a^* , (vermelha, +a, a verde -a) e b^* (amarela +b, a azul -b). As análises foram realizadas no Laboratório da Embrapa Acre.



Para o tratamento estatístico dos dados, o delineamento utilizado foi inteiramente causalizado, DIC, com três repetições. Os dados foram tratados por meio do programa operacional R Studio 4.05, aplicando-se o teste de Shapiro-wilk e Bartlett. Foi aplicado a análise de variância, ANAVA, e o teste de F. Além desses, para verificação da significância entre médias diferentes, foi aplicado o Teste de Tukey ($P < 0,05$).

Foram consideradas as oito variedades sendo as parcelas experimentais. Os tratamentos corresponderam às embalagens nos tempos de armazenamento 0 e 12 meses. Foram realizadas as comparações dos resultados entre as amostras do tratamento T02 e T01, visando verificar a qualidade inicial dos grãos cultivados nos anos 2020 (T01) e 2021 (T02), e também a qualidade do armazenamento nos diferentes tratamentos por meio da comparação entre as amostras T01, EV, SB e ET. Para todos os resultados das análises, cada parâmetro foi avaliado de forma individualizada entre e dentro de cada tratamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das medidas biométricas estão demonstrados nas Tabelas 1 e 2. Os valores biométricos da variedade Quarentão se destacaram das demais apresentando as maiores dimensões entre os grãos em relação as outras variedades (Tabela 1).

Tabela 1. Medidas biométricas dos grãos de variedades de feijão-caupi do Juruá, Acre. Feijão safra 2020 (T01) e safra 2021 (T02).

Variedades	T02		T01		T02		T01	
	Comprimento (mm)		Largura (mm)		Espessura (mm)			
Quarentão	11,09±0,73 ^{Aa}	11,23±0,57 ^{Aa}	7,52±0,43 ^{Aa}	7,60±0,49 ^{Aa}	4,79±0,35 ^{Aa}	5,39±0,37 ^{Aa}		
Costela de Vaca	8,60±0,72 ^{Ab}	8,68±1,06 ^{Ab}	6,37±0,41 ^{Ab}	6,52±0,38 ^{Ab}	4,39±0,30 ^{Ab}	4,85±0,32 ^{Ab}		
Manteiguinha Branco	5,84±0,33 ^{Af}	5,86±0,46 ^{Af}	4,55±0,26 ^{Be}	4,77±0,45 ^{Af}	4,39±0,21 ^{Be}	3,78±0,31 ^{Ad}		
Corujinha Vermelho	7,82±0,40 ^{Ac}	7,66±0,46 ^{Ad}	5,97±0,30 ^{Ac}	5,74±0,30 ^{Bd}	5,27±0,26 ^{Ac}	4,89±0,29 ^{Ab}		
Manteiguinha Roxo	6,40±0,56 ^{Ae}	6,38±0,62 ^{Ae}	5,51±0,34 ^{Ad}	5,36±0,39 ^{Ae}	5,42±0,26 ^{Ad}	4,39±0,31 ^{Ac}		
Arigozinho	-	8,30±0,71 ^{bc}	-	6,23±0,49 ^c	-	4,92±0,41 ^b		
Corujinha Preto	8,48±0,51 ^{Ab}	8,18±0,43 ^{Bc}	6,32±0,25 ^{Ab}	6,32±0,29 ^{Abc}	4,93±0,25 ^{Aab}	5,33±0,29 ^{Aa}		
Preto de Praia	6,91±0,86 ^{Bd}	7,62±0,70 ^{Ad}	6,19±0,44 ^{Ab}	6,06±0,62 ^{Ac}	5,14±0,34 ^{Ac}	4,83±0,39 ^{Ab}		

Letras maiúsculas diferentes nas linhas indica diferença entre os tratamentos e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença entre as variedades pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Fonte: Os autores.

A variedade Manteiguinha Branco apresentou as menores dimensões: 5,84±0,33 mm 4,55±0,26, e 3,78±0,31 mm para os caracteres de comprimento, largura e espessura, concordando com o trabalho de Siviero et al. (2017). Os autores também encontraram a variedade Quarentão como de maior tamanho e a Manteiguinha Branco como a menor, com medidas de comprimento,



largura e espessura de $5,72 \pm 0,07$, $4,39 \pm 0,05$ e $3,72 \pm 0,05$ mm, respectivamente. Foram observadas diferenças significativas entre os resultados biométricos das amostras das duas safras, apenas para as variedades Corujinha Preto e Preto de Praia (Tabela 1).

Os resultados das medidas da massa de 100 grãos das amostras variaram de 7,39 g a 30,05 g (Tabela 2), os das análises de umidade variaram entre 13,01 e 8,74%. O maior valor de umidade foi 13,01% para a variedade Manteiguinha Branco diferindo dos demais resultados. Entre os tratamentos T01 e T02, verificou-se diferença para a maioria das variedades nos dois anos amostrados. Siviero et al. (2017) fizeram medidas nos grãos encontrando valores entre 12,0% e 13,6%, valores mais altos que as amostras T01 do atual estudo. Como é sabido, maior quantidade de umidade nos grãos aumenta, conseqüentemente, a sua massa.

Tabela 2. Resultados de umidade e massa de 100 grãos de variedades de feijão-caupi do Juruá, Acre. Safras 2020 (T01) e 2021 (T02).

Variedades	M. 100 grãos (g)		Umidade (%)	
	T02	T01	T02	T01
Quarentão	30,05 ^{Aa}	29,98 ^{Aa}	11,28 ^{Abc}	9,88 ^{Aab}
Costela de Vaca	17,87 ^{Ab}	18,99 ^{Bb}	11,96 ^{Ab}	9,35 ^{Bbc}
Manteiguinha Branco	7,39 ^{Ae}	8,53 ^{Ae}	13,01 ^{Aa}	9,12 ^{Bbcd}
Corujinha Vermelho	13,63 ^{Ac}	13,82 ^{Ac}	11,56 ^{Abc}	10,57 ^{Ba}
Manteiguinha Roxo	10,74 ^{Ad}	10,20 ^{Bd}	10,94 ^{Ac}	10,57 ^{Aa}
Arigozinho	-	15,27 ^c	-	8,74 ^{cd}
Corujinha Preto	18,41 ^{Ab}	18,65 ^{Ab}	11,85 ^{Ab}	8,76 ^{Bcd}
Preto de Praia	13,43 ^{Ac}	13,93 ^{Ac}	11,77 ^{Ab}	8,31 ^{Bd}

Letras maiúsculas diferentes nas linhas indica diferença entre os tratamentos e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença entre as variedades pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Fonte: Os autores.

Para os feijões armazenados em diferentes embalagens, não foram alterados os percentuais de umidade e nem o aspecto físico dos grãos (Tabela 3). Alves e Lin (2003) pesquisaram qualidade de feijão em diferentes embalagens e verificaram que teores de umidade em torno de 11% apresentaram melhor qualidade independente da embalagem utilizada. Bragantini (2005) afirma que existe influência da embalagem sobre a qualidade fisiológica de sementes durante o tempo de armazenamento.

Para as análises de proteínas foram encontrados quantitativos que se diferenciam entre os tratamentos T02 e T01 e entre as variedades, (Tabela 3). Os valores propostos para os teores de proteínas em grãos de feijão-caupi são elevados quando comparados à média disponibilizada na Taco, que sugere valor de proteínas em $20,20 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para o feijão-caupi variedade fradinho (Taco, 2011). Feijões são conhecidos pela sua riqueza em proteínas. Anjos et al. (2016)



encontraram valores de até 28,52 g.100⁻¹ de proteínas em variedade de feijão caupi-preto. Gomes et al. (2012) analisaram os teores de proteínas em feijão-caupi coletado em mercado de Cruzeiro de Sul, Acre, onde foi detectado valor de 23,12 g.100g⁻¹ na variedade Manteiguinha Branco.

Os maiores teores de proteínas nos feijões-caupi crioulos encontrados nas variedades do Alto Juruá podem ser atribuídos à riqueza dos solos das áreas conforme descrito por Jesus et al. (2017). Santalla, Sevillano, Monteagudo, Ron, (2004) esclarecem que grãos de feijões do tipo crioulos tendem a ser mais proteicos chegando até 35,20 g.100g⁻¹ de proteínas, enquanto feijões comerciais podem atingir no máximo até 28,7 g.100g⁻¹ (Sathe, 2002).

Tabela 3. Resultados das análises de composição nutricional em amostras de feijão-caupi do Juruá, Acre, armazenadas por doze meses. Feijão safra 2020 (T01); feijão safra 2021 (T02); embalagem à vácuo (EV); silo bolsa (SB) e embalagem tradicional ET).

Variedades	T02	T01	EV	SB	ET
Umidade (g.100g ⁻¹)					
Quarentão	11,28 ^{Abc}	9,87 ^{Aab}	9,98 ^{Aabc}	9,75 ^{Aab}	9,83 ^{Aa}
Costela de Vaca	11,96 ^{Ab}	9,35 ^{Cbc}	9,21 ^{Cbcd}	9,09 ^{Cbc}	10,05 ^{Ba}
Manteiguinha Branco	13,01 ^{Aa}	9,12 ^{Bbcd}	10,14 ^{Bab}	9,79 ^{Bab}	9,99 ^{Ba}
Corujinha Vermelho	11,56 ^{Abc}	10,57 ^{Ba}	10,61 ^{ABa}	10,35 ^{Ba}	10,16 ^{Ba}
Manteiguinha Roxo	10,94 ^{Ac}	10,57 ^{Aa}	9,96 ^{Aabc}	9,95 ^{Aa}	10,29 ^{Aa}
Arigozinho	-	8,73 ^{Acd}	8,95 ^{Acd}	8,68 ^{Ac}	9,25 ^{Aa}
Corujinha Preto	11,85 ^{Ab}	8,75 ^{Bcd}	8,97 ^{Bcd}	9,11 ^{Bbc}	9,48 ^{Ba}
Preto de Praia	11,77 ^{Ab}	8,30 ^{Cd}	8,53 ^{Cd}	10,05 ^{Ba}	9,60 ^{Ba}
Proteínas (g.100g ⁻¹)					
Quarentão	24,91 ^{Ac}	24,30 ^{Ac}	25,00 ^{Aab}	25,53 ^{Ab}	25,63 ^{Abc}
Costela de Vaca	25,04 ^{Bc}	27,04 ^{Aab}	26,74 ^{ABa}	25,88 ^{Ab}	26,19 ^{Aab}
Manteiguinha Branco	27,82 ^{Aa}	27,42 ^{Aa}	26,80 ^{Aa}	26,90 ^{ABab}	27,60 ^{Aa}
Corujinha Vermelho	26,45 ^{Aab}	24,58 ^{Ac}	24,19 ^{Abc}	25,15 ^{Ab}	24,85 ^{Ac}
Manteiguinha Roxo	24,58 ^{Ac}	22,36 ^{Cd}	22,96 ^{BCc}	22,54 ^{BCc}	23,90 ^{ABc}
Arigozinho	-	24,93 ^{Ac}	24,93 ^{Aabc}	25,72 ^{Ab}	25,62 ^{Abc}
Corujinha Preto	27,13 ^{Aa}	25,69 ^{Bbc}	25,81 ^{Bab}	26,31 ^{Aab}	25,62 ^{Bbc}
Preto de Praia	26,77 ^{ABbc}	24,19 ^{Cc}	25,35 ^{BCab}	26,48 ^{Aa}	25,37 ^{BCbc}
Lipídios (g.100g ⁻¹)					
Quarentão	1,62 ^{Aab}	1,01 ^{Be}	1,01 ^{Bc}	1,07 ^{Bd}	1,23 ^{ABa}
Costela de Vaca	1,60 ^{Aab}	1,75 ^{Aa}	1,24 ^{Bb}	1,26 ^{Bb}	1,39 ^{Ba}
Manteiguinha Branco	1,71 ^{Aa}	1,74 ^{Aab}	1,09 ^{Bc}	1,09 ^{Bcd}	1,14 ^{Ba}
Corujinha Vermelho	1,48 ^{Bbc}	1,67 ^{Aab}	1,44 ^{Ba}	1,57 ^{ABa}	1,17 ^{Ca}
Manteiguinha Roxo	1,32 ^{Ac}	1,28 ^{Ad}	1,05 ^{Bc}	1,12 ^{ABd}	1,26 ^{ABa}
Arigozinho	-	1,55 ^{Abc}	1,43 ^{Aa}	1,48 ^{Aa}	1,24 ^{Aa}
Corujinha Preto	1,64 ^{Aab}	1,37 ^{Ac}	1,22 ^{Ab}	1,24 ^{Abc}	1,56 ^{Aa}
Preto de Praia	1,50 ^{Ab}	1,05 ^{Ce}	1,20 ^{Bb}	1,18 ^{Bbcd}	1,15 ^{BCa}
Cinzas (g.100g ⁻¹)					
Quarentão	3,72 ^{Aa}	3,87 ^{Aa}	3,90 ^{Aab}	4,37 ^{Aa}	3,70 ^{Aa}
Costela de Vaca	3,20 ^{Bc}	3,50 ^{Ab}	3,50 ^{Ab}	3,40 ^{ABa}	3,32 ^{ABa}
Manteiguinha Branco	3,42 ^{Aabc}	3,63 ^{Aab}	3,72 ^{Aab}	3,61 ^{Aa}	3,18 ^{Aa}
Corujinha Vermelho	3,62 ^{Aab}	3,79 ^{Aab}	3,90 ^{Aab}	3,74 ^{Aa}	3,64 ^{Aa}
Manteiguinha Roxo	3,62 ^{Aab}	3,84 ^{Aa}	4,02 ^{Aa}	3,60 ^{Aa}	3,17 ^{Aa}
Arigozinho	-	3,68 ^{Aab}	3,78 ^{Aab}	4,61 ^{Aa}	3,56 ^{Aa}
Corujinha Preto	3,34 ^{Bbc}	3,67 ^{Aab}	3,70 ^{Aab}	3,69 ^{Aa}	3,47 ^{ABa}



Preto de Praia	3,38 ^{Babc}	3,85 ^{Aa}	3,69 ^{ABab}	3,71 ^{ABa}	3,52 ^{ABa}
----------------	----------------------	--------------------	----------------------	---------------------	---------------------

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos (embalagens) e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença entre as variedades pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Fonte: Os autores.

A baixa umidade dos grãos pode ter contribuído para evitar a perda da qualidade proteica das amostras. Mello (2013) relata que a deterioração dos grãos pode ser controlada durante o armazenamento com tecnologia que reduza o metabolismo do grão evitando a deterioração de compostos de reserva e a formação de compostos oxidantes. Aguilera e Rivera (1992) ressaltam que para feijões armazenados com 10% de umidade ou menos, o período de armazenamento tem pouco ou nenhuma influência sobre a qualidade do produto. O que é corroborado com os resultados do atual estudo, já que umidades das amostras armazenadas estiveram com percentual baixo.

Os resultados das análises de lipídios (Tabela 3) demonstram que as variedades de feijão-caupi se diferenciam. A diferença entre T02 e demais tratamentos parece maior, entretanto, tanto o tratamento T02 quanto o T01 se diferenciam da EV, SB e ET. Feijões são conhecidos por apresentarem baixos teores de lipídios. Os resultados da literatura corroboram com os encontrados na atual pesquisa. Antova, Stoilova & Ivanova (2014) verificaram percentual de 1,3 a 1,9 g.100g⁻¹ de lipídios em variedades de feijão crioulo. Lima et al. (2014a) detectaram teores de lipídios variando de 1,84 a 2,21 g.100g⁻¹ nas variedades de feijão-caupi do Alto Juruá.

O comportamento dos lipídios durante o armazenamento das variedades crioulas do Juruá não apresentara variações entre os tratamentos T01, EV, SB. Esses resultados divergem daqueles publicados por Ribeiro, Prudêncio, Miyagui & Ribeiro (2009) que reportou diminuição significativa nos resultados para lipídios em testes de envelhecimento acelerado de grãos.

Para cinzas, os resultados demonstraram que entre os tratamentos, a maioria das variedades apresentaram valores iguais. O tratamento T01 tivera valores de (g.100g⁻¹): 3,84 para Manteiguinha Roxo e 3,50 para Quarentão. Sendo essa a apresentar o menor valor dentre todas as variedades nas duas safras, (Tabela 3).

Pesquisa semelhante realizada com grãos de feijão-caupi da variedade Arigozinho revelaram valores de cinzas de 2,87 g.100g⁻¹ (Lima et al., 2014a). Bezerra et al. (2019) reportaram valores de tores de cinzas entre 3,20 e 4,62 g.100g⁻¹ em oito variedades de feijão-caupi. Gomes et al. (2012) pesquisaram o conteúdo de cinzas de variedades de feijão-caupi do



Alto Juruá revelando uma amplitude de $3,18 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$ a $3,98 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$, corroborando com os resultados encontrado nesta pesquisa.

Para os resultados de carboidratos das variedades (Tabela 4), a comparação entre os tratamentos T01 e T02, demonstra que o tratamento T01 apresentou resultados superiores aos do T02 apenas para as variedades Quarentão ($71,19 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$), e Manteiguinha Roxo ($72,52 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$) diferenciando-se do restante das variedades. Demais amostras do tratamento tiveram resultados entre $70,82 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$ e $67,20 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$, de acordo com a Tabela 4.

A média dos valores de referência nos teores de carboidratos do feijão-caupi que constam na Taco (2011) é $73,9 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$, o que coincide com valores encontrados no atual estudo. Os valores de carboidratos de $72,84 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$ em feijão-caupi foram reportados na variedade crioula Costela de Vaca cultivada no Acre (Bezerra et al., 2019).

Quanto ao efeito do armazenamento das amostras verificou-se que o teor de carboidratos das amostras permaneceu inalterados ($P < 0,05$) entre o tempo zero e 12 meses. Nasar-Abbas et al. (2008) armazenou feijões à 5, 15, 25, 37 e 45°C relatando que amostras armazenadas à temperatura $\leq 25^\circ\text{C}$ demonstraram estabilidade para a maioria dos constituintes nutricionais. Lima (2017), no seu estudo com armazenamento de feijão-caupi à temperatura de 21°C em sacos de tecido revelou que o teor de carboidratos reduziu sensivelmente aos seis meses após armazenagem;

Para o valor energético, (Tabela 4), os tratamentos T02 e T01 demonstraram valores iguais, exceto para Quarentão. Nesse tratamento, o feijão Manteiguinha Branco ($394,17 \text{ kcal.}100\text{g}^{-1}$) é a variedade com maior percentual igualando-se ao Arigozinho, Costela de Vaca e Corujinha Vermelho. Porém, diferenciando das demais, ($P < 0,05$).

Os resultados encontrados nos valores energéticos para as variedades crioulas estudadas demonstraram que essas variedades são excelentes fontes energéticas, estando em consonância com os trabalhos com feijões já divulgados na literatura (Altoé, 2018; Bezerra et al., 2019; Lima, 2017). Bezerra et al. (2019) encontrou teores com valores entre 379,24 e $391,79 \text{ kcal.}100\text{g}^{-1}$, para feijão-caupi procedente de Campina Grande, PB.

Durante o tempo de armazenamento, a comparação entre T02 e T01 demonstrou que o conteúdo de energia foi diferente apenas para a variedade Quarentão e Preto de Praia. As amostras não se diferenciaram do tempo zero, exceto para a variedade Corujinha Vermelho que apresentou resultado menor nos tratamentos EV e ET. Lima (2017) também não encontrou



diferença significativa para os teores de valor energético de cultivares de feijão-comum armazenados pelo tempo de seis meses à temperatura de 25°C.

Para fibra bruta (Tabela 5), no tratamento T02, os valores oscilaram entre 5,76 g.100g⁻¹ para o feijão Manteiguinha Branco e 3,49 g.100g⁻¹ para o Quarentão. Entre esses tratamentos, houve diferença significativa apenas para as variedades Manteiguinha Branco e Corujinha Preto (SB). Gomes et al. (2012) encontraram 4,85 g.100g⁻¹, para feijão Manteiguinha Branco valor menor que a atual pesquisa (5,76 g.100g⁻¹). Feijão-caupi foi reportado por ajudar a baixar níveis de colesterol em função da alta quantidade de fibras alimentares do tipo solúvel (Pereira, 2008).

Os teores de fibras das amostras não foram alterados nos tratamentos durante o armazenamento por 12 meses. Rupollo (2011) armazenou grãos de feijão em sistema hermético a temperatura de 5°C e em sistema convencional e não percebeu diferença significativa para o quantitativo de fibra bruta após 12 meses.

As amostras obtiveram resultados expressivos para antocianinas na variedade Preto de Praia, (1.173,18 µg.g⁻¹, tratamento T02), diferenciando-se de todas as demais tanto entre tratamentos quanto entre variedades. Outra variedade com quantidade superior as demais foi a Corujinha Preto (246,10 µg.g⁻¹). No caso das variedades de feijão Quarentão e Costela de Vaca, de coloração branca, tiveram quantidades zeradas do flavonoide, de acordo com a Tabela 4.

Lin, Harnly, Pastor-Corrales & Luthria (2008) estudaram o conteúdo de polifenóis em dez variedades de feijão-comum e destacaram a presença das antocianinas nas variedades de feijão de coloração preto e vermelho. Rocha-Guzmán et al., (2007) relataram que em feijões pigmentados como os pretos a quantidade de compostos fenólicos é maior que nas amostras de cor clara. A cor do tegumento é determinada pela quantidade de antocianidinas, flavonoides glicosilados (kaempferol) e procianidinas (taninos condensados) (Beninger & Hosfield, 2003).

A presença de antocianinas nas variedades de feijão de coloração escura está na forma de cianidina, malvidina, delphinidina e pelargonina (Lin et al., 2008; Mojica, Meyer, Berhow & Mejía, 2015). Essa informação corrobora com os resultados da pesquisa de Lin et al. (2008) quanto a presença do antioxidante em feijões escuros. O estudo também ressalta a presença de antioxidantes como os ácidos hidroxicinâmicos tanto em variedades de feijão de coloração clara quanto nas escuras do seu estudo.

A concentração de antocianinas no feijão varia conforme as condições de crescimento e colheita das plantas e seus frutos (Chiaradia, 1997). Ressalta-se que, na atual pesquisa a

quantificação das antocianinas foi realizada usando feijão cru e novos estudos devem ser realizados para verificar a estabilidade após o cozimento dos grãos.

Para a maioria das variedades, o quantitativo de antocianinas diminuiu com o armazenamento por dozes meses. O maior quantitativo do antioxidante nos feijões armazenados em EV pode ser explicado pela ausência de oxigênio nas mesmas. Não foram encontrados na literatura teores de antocianinas em feijão cru para comparação com a pesquisa atual. Mas é sabido que para a manutenção desse pigmento no alimento devem ser controlados fatores como a luz, temperatura, oxigênio e pH, pois as antocianinas são instáveis e afetadas por esses fatores (Lopes, Xavier, M. G. N Quadri & M. B Quadri (2007).

Tabela 4. Resultados das análises de composição carboidratos, valor energético, fibras e antocianinas das amostras de feijão-caupi do Juruá, Acre, armazenadas por doze meses. Feijão safra 2020 (T01); feijão safra 2021 (T02); embalagem à vácuo (EV); silo bolsa (SB) e embalagem tradicional ET).

Var	T02	T01	EV	SB	ET
Carboidratos (g.100g ⁻¹)					
Quarentão	70,02 ^{Aa}	71,19 ^{Aab}	70,48 ^{Aab}	69,99 ^{Aab}	69,82 ^{Aabc}
Costela de Vaca	69,39 ^{Aab}	67,34 ^{Ad}	68,12 ^{Ac}	68,49 ^{Abc}	68,08 ^{AcD}
Manteiguinha Branco	66,76 ^{Ad}	67,20 ^{Ad}	68,39 ^{Abc}	68,37 ^{Abc}	67,71 ^{Ad}
Corujinha Vermelho	68,17 ^{Ac}	69,65 ^{Abc}	70,48 ^{A^ab}	69,53 ^{Abc}	70,34 ^{Aab}
Manteiguinha Roxo	70,23 ^{Ba}	72,52 ^{Aa}	71,98 ^{Aa}	72,72 ^{Aa}	71,67 ^{ABa}
Arigozinho	-	69,83 ^{Abc}	69,85 ^{Aabc}	68,43 ^{Ab}	69,58 ^{ABcd}
Corujinha Preto	67,61 ^{Bcd}	69,27 ^{Ac}	69,26 ^{Abc}	68,14 ^{ABbc}	69,35 ^{Aabc}
Preto de Praia	69,37 ^{Aab}	70,82 ^{Abc}	69,76 ^{Abc}	66,95 ^{Bc}	69,96 ^{Ac}
Valor energético (kcal.100g ⁻¹)					
Quarentão	395,29 ^{Aa}	391,04 ^{Bcd}	391,05 ^{Ba}	391,70 ^{Ba}	392,89 ^{ABa}
Costela de Vaca	393,13 ^{ABcd}	393,30 ^{Aab}	390,58 ^{Aab}	388,79 ^{Aa}	392,17 ^{Aa}
Manteiguinha Branco	394,86 ^{Aab}	394,17 ^{ABa}	390,57 ^{Bab}	390,99 ^{Ba}	393,00 ^{ABa}
Corujinha Vermelho	392,96 ^{ABcd}	393,20 ^{Aab}	391,59 ^{BCa}	392,85 ^{ABa}	391,27 ^{Ca}
Manteiguinha Roxo	392,15 ^{Ad}	391,05 ^{AcD}	389,15 ^{Ab}	391,18 ^{Aa}	393,62 ^{Aa}
Arigozinho	-	393,03 ^{Aab}	392,02 ^{Aa}	389,95 ^{Aa}	391,98 ^{Aa}
Corujinha Preto	394,82 ^{Aab}	392,12 ^{Abc}	391,32 ^{Aa}	391,41 ^{Aa}	393,93 ^{Aa}
Preto de Praia	394,02 ^{Aabc}	389,83 ^{Bd}	391,26 ^{Ba}	391,01 ^{Ba}	391,69 ^{Ba}
Fibras (g.100g ⁻¹)					
Quarentão	4,45 ^{Aab}	3,69 ^{ABab}	3,99 ^{ABab}	3,32 ^{Ba}	4,55 ^{Abc}
Costela de Vaca	3,49 ^{Ab}	2,16 ^{Ab}	2,93 ^{Ab}	3,42 ^{Aa}	2,15 ^{Ad}
Manteiguinha Branco	5,76 ^{Aa}	4,26 ^{Bab}	4,84 ^{ABa}	4,03 ^{BCa}	5,32 ^{ABab}
Corujinha Vermelho	5,02 ^{ABab}	3,35 ^{Bab}	5,60 ^{ABa}	4,58 ^{ABa}	6,06 ^{Aa}
Manteiguinha Roxo	5,19 ^{Aab}	4,48 ^{Aa}	3,95 ^{Aab}	4,28 ^{Aa}	5,27 ^{Aab}
Arigozinho	-	3,84 ^{Aab}	4,81 ^{Aab}	3,60 ^{Aa}	4,08 ^{Ac}
Corujinha Preto	4,50 ^{Aab}	3,19 ^{Bab}	4,49 ^{Aab}	4,18 ^{ABa}	4,53 ^{Abc}
Preto de Praia	4,43 ^{Aab}	4,69 ^{Aa}	4,43 ^{Aab}	3,80 ^{Aa}	4,59 ^{Abc}
Antocianinas (µg.g ⁻¹)					
Quarentão	0,00 ^B	2,79 ^{Ad}	4,03 ^{Ac}	2,69 ^{Ac}	0,00 ^{Be}



Costela de Vaca	0,00 ^B	3,27 ^{Ad}	2,21 ^{Ac}	3,26 ^{Ac}	0,00 ^{Be}
Manteiguinha Branco	5,26 ^{ABc}	7,78 ^{Ad}	2,02 ^{BCc}	3,45 ^{Cc}	1,05 ^{Ce}
Corujinha Vermelho	15,37 ^{Bc}	19,88 ^{AcD}	19,31 ^{Ac}	17,80 ^{ABc}	20,77 ^{AcD}
Manteiguinha Roxo	8,51 ^{Bc}	19,78 ^{AcD}	21,42 ^{ABc}	15,56 ^{ABc}	12,39 ^{ABD}
Arigozinho	-	29,01 ^{Ac}	20,94 ^{Bbc}	15,17 ^{Cc}	22,95 ^{Bc}
Corujinha Preto	246,10 ^{Ab}	61,08 ^{Bb}	44,08 ^{Cb}	39,76 ^{Cb}	50,41 ^{BCb}
Preto de Praia	1173,19 ^{Aa}	962,75 ^{Ba}	1046,53 ^{Ba}	703,43 ^{Ca}	720,16 ^{Ca}

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos (embalagens) e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença estatística entre as variedades pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Fonte: Os autores.

A cor de feijões é muito diversa, refletindo na variação dos resultados obtidos. Os resultados da Tabela 5 demonstram que os valores da coordenada L* não foram alterados, entre os tratamentos para a maioria das variedades, excetuando-se apenas Manteiguinha Roxo, que se diferenciou em todos os tratamentos, apresentando-se mais escuro no tratamento EV, SB e ET. Entre as variedades, verificou-se maior luminosidade para Quarentão, seguido pela Costela de Vaca que se apresentando mais escuras no tratamento ET.

A coordenada a*, mede a tonalidade verde/vermelho. Dessa forma, verificou-se que os resultados da coordenada a* (Tabela 5), indicam os tratamentos T02 e T01 iguais, exceto para a variedade Costela da Vaca, e Manteiguinha Branco, que obtiveram menor valor nesse espectro. A Variedade Preto de praia foi a que obteve maior proporção da tonalidade verde na sua composição de cor. Durante o armazenamento, a comparação entre os tratamentos T01, EV, SB e ET, verificou-se o aumento do tom vermelho para o feijão Quarentão e Manteiguinha Branco em todas as embalagens estudadas (Tabela 5).

A composição da coordenada b*, (Tabela 5), quantifica a proporção da tonalidade azul/amarelo na cor resultante. Nesse aspecto os resultados desse componente (Tabela 5), mostraram que as variedades com maior composição da coloração amarela são Manteiguinha Branco, Costela de Vaca, Quarentão e Corujinha Vermelho. Sendo esses dois últimos iguais entre si para esta cor. Em relação ao T01, a variedade Arigozinho apresentou ganho da coloração verde apenas para embalagens SB e ET.

As enzimas polifenoxidase e peroxidase estão diretamente envolvidas no processo de escurecimento. A cor e sabor dos feijões são resultantes de interações químicas e/ou enzimáticas e da influência dessas reações, e delas decorre a aceitabilidade de variedades de feijão (Gomes, Oliveira, Carneiro, Barros & Moreira, 2001).

Os feijões de cor clara apresentaram o escurecimento do tegumento. Porém, o mesmo não ocorreu com feijões coloridos e com o feijão preto. Rios et al. (2002) sugerem que o escurecimento no tegumento de feijão durante o armazenamento é consequência do aumento da atividade da enzima polifenoloxidase associada à peroxidase e dos compostos fenólicos. Porém ressaltam que esse efeito pode não acontecer para todas as cultivares de feijão. O processo de escurecimento e endurecimento é lento, gradativo e irreversível e aumenta com o armazenamento em condições ambientais favoráveis (Brackmann, Neuwald, Ribeiro & Freitas, 2002).

Tabela 5. Resultados da análise de cor das amostras de feijão-comum e caupi do Alto Juruá, Acre, armazenadas por doze meses. Feijão safra 2021 (T02); Tempo zero de armazenamento, T01 (T01); embalagem à vácuo (EV); silo bolsa (SB) e embalagem tradicional ET).

Variedades	T02	T01	EV	SB	ET
	L* (<i>P. vulgaris</i>) - Luminosidade				
Enxofre	-	57,57 ^{Aa}	51,45 ^{Ba}	52,28 ^{Ba}	52,36 ^{Ba}
Peruano Amarelo	41,04 ^{Ab}	40,10 ^{Ac}	33,78 ^{Bc}	34,48 ^{Bc}	33,65 ^{Bc}
Gurgutuba Branco	52,68 ^{Aa}	51,59 ^{Ab}	46,23 ^{Bb}	40,66 ^{Cb}	41,72 ^{Bcb}
Peruano Vermelho	30,16 ^{Ac}	30,30 ^{Ad}	29,60 ^{Ad}	28,78 ^{Ad}	28,66 ^{Ad}
Gurgutuba Vermelho	-	22,41 ^{Ae}	21,95 ^{Ae}	22,69 ^{Ae}	23,09 ^{Ae}
Preto de Arranque	-	17,72 ^{Bf}	19,03 ^{Ae}	19,66 ^{Af}	19,16 ^{Af}
L* (<i>V. unguiculata</i>) - Luminosidade					
Quarentão	65,50 ^{Aa}	65,65 ^{Aa}	64,71 ^{Aa}	64,39 ^{Aa}	62,79 ^{Ba}
Costela de Vaca	59,30 ^{Bb}	63,41 ^{Aab}	61,38 ^{ABab}	61,28 ^{ABb}	60,84 ^{Ba}
Manteiguinha Branco	59,31 ^{Bb}	60,88 ^{Ab}	60,76 ^{Ab}	60,63 ^{Ab}	60,43 ^{Aa}
Corujinha vermelho	44,97 ^{Ac}	44,42 ^{Ac}	42,97 ^{Ac}	42,54 ^{Ac}	43,35 ^{Ab}
Manteiguinha Roxo	30,31 ^{Ad}	29,01 ^{Bd}	25,17 ^{Dd}	25,98 ^{Ce}	25,89 ^{Cc}
Arigozinho	-	29,06 ^{Ad}	27,02 ^{Bd}	27,53 ^{ABe}	27,66 ^{ABc}
Corujinha Preto	44,08 ^{Ac}	42,15 ^{Ac}	39,17 ^{Ac}	40,06 ^{Ad}	36,77 ^{Ab}
Preto de Praia	16,75 ^{Ae}	17,38 ^{Ae}	18,10 ^{Ae}	17,67 ^{Af}	17,30 ^{Ad}
a* (<i>P. vulgaris</i>) - vermelho					
Enxofre	-	5,03 ^{Bd}	9,68 ^{Ad}	9,25 ^{Ad}	9,25 ^{Ac}
Peruano Amarelo	15,39 ^{Cb}	17,06 ^{Bb}	18,46 ^{Aab}	18,54 ^{Aab}	18,20 ^{Aa}
Gurgutuba Branco	12,06 ^{Cc}	11,83 ^{Cc}	14,55 ^{Bc}	16,85 ^{Ac}	16,60 ^{Ab}
Peruano Vermelho	19,67 ^{ABa}	20,23 ^{Aa}	19,21 ^{ABa}	18,83 ^{Ba}	19,10 ^{ABa}
Gurgutuba Vermelho	-	18,07 ^{Ab}	17,48 ^{ABb}	17,41 ^{ABbc}	16,54 ^{Bb}
Preto de Arranque	-	0,09 ^{Ae}	0,11 ^{Ae}	0,15 ^{Ae}	0,07 ^{Ad}
a* (<i>V. unguiculata</i>) - vermelho					
Quarentão	5,22 ^{Bde}	5,14 ^{Bc}	5,55 ^{Ac}	5,59 ^{Ad}	5,64 ^{Ac}
Costela de Vaca	5,89 ^{Ac}	5,02 ^{Bc}	5,37 ^{ABcd}	5,15 ^{Bde}	5,45 ^{ABcd}
Manteiguinha Branco	6,38 ^{Abc}	5,26 ^{Cc}	5,64 ^{BCc}	5,93 ^{ABCcd}	6,17 ^{ABbc}
Corujinha vermelho	6,86 ^{Ab}	7,14 ^{Ab}	7,08 ^{Ab}	6,66 ^{Ac}	6,64 ^{Ad}
Manteiguinha Roxo	15,90 ^{Aa}	16,39 ^{Aa}	15,92 ^{Aa}	16,35 ^{Aa}	15,83 ^{Aa}
Arigozinho	-	16,35 ^{Aa}	16,04 ^{Aa}	15,12 ^{Ab}	15,42 ^{Aa}
Corujinha Preto	4,52 ^{Ae}	5,10 ^{Ac}	4,45 ^{Ad}	4,62 ^{Ae}	4,84 ^{Ae}
Preto de Praia	0,07 ^{Af}	0,14 ^{Ad}	0,06 ^{Ae}	0,06 ^{Af}	0,20 ^{Ab}
b* (<i>P. vulgaris</i>) - amarelo					
Enxofre	-	34,31 ^{Aa}	32,73 ^{Aa}	31,95 ^{Aa}	32,04 ^{Aa}
Peruano Amarelo	31,33 ^{Aa}	31,51 ^{Ab}	26,33 ^{Bb}	25,76 ^{Bb}	24,80 ^{Bb}
Gurgutuba Branco	22,76 ^{ABb}	21,36 ^{Bc}	23,92 ^{Ac}	24,78 ^{Ab}	24,10 ^{Ab}
Peruano Vermelho	16,79 ^{ABc}	18,88 ^{Ad}	17,46 ^{ABd}	15,91 ^{Bc}	17,07 ^{ABc}



Gurgutuba Vermelho	-	5,49 ^{Ae}	6,17 ^{Ae}	6,24 ^{Ad}	6,20 ^{Ad}
Preto de Arranque	-	-0,83 ^{Af}	-0,66 ^{Af}	-0,65 ^{Ae}	-0,85 ^{Ae}
<i>b* (V. unguiculata) - amarelo</i>					
Quarentão	19,40 ^{Bc}	18,52 ^{Cc}	20,66 ^{Ab}	20,36 ^{Ac}	20,12 ^{ABc}
Costela de Vaca	21,79 ^{Ab}	20,74 ^{Bb}	22,06 ^{Ab}	21,93 ^{Ab}	22,11 ^{Ab}
Manteiguinha Branco	24,42 ^{Ba}	23,35 ^{Ca}	25,06 ^{ABa}	25,36 ^{Aa}	25,24 ^{Aa}
Corujinha vermelho	16,44 ^{Ad}	15,44 ^{Ac}	16,25 ^{Ac}	15,28 ^{Ad}	16,08 ^{Ad}
Manteiguinha Roxo	11,62 ^{Af}	11,68 ^{Ae}	10,96 ^{Ad}	11,26 ^{Ae}	10,45 ^{Af}
Arigozinho	-	10,24 ^{ABf}	10,71 ^{Ad}	9,85 ^{Bf}	10,05 ^{Bf}
Corujinha Preto	14,92 ^{Ae}	11,62 ^{Be}	11,01 ^{Bd}	11,51 ^{Be}	12,12 ^{Be}
Preto de Praia	-0,24 ^{Ag}	-0,02 ^{Ag}	-0,38 ^{Ae}	-0,38 ^{Ag}	-0,27 ^{Ag}

As letras maiúsculas em cada linha mostram a diferença entre os tratamentos (embalagens) e letras minúsculas em cada coluna indicam diferença estatística entre as variedades pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Fonte: Os autores.

Em tese, a embalagem à vácuo cria barreira física entre o ambiente e o produto reduzindo a troca de vapores, a atividade das enzimas e conseqüentemente o escurecimento e endurecimento dos grãos (Lima et al., 2014b). Nesse sentido, o tratamento com EV fora o que mais se aproximou do T01, o que concorda com Brackmann et al. (2002), quando esses autores relataram que, em atmosfera com altos níveis de oxigênio e dióxido de carbono, feijões armazenados tem o escurecimento e endurecimento acelerado, o que pode ter acontecido com a maioria das amostras do presente estudo.

4 CONCLUSÃO

Os grãos de feijões da espécie *Vigna unguiculata* cultivadas no Alto Juruá são distintas entre si nos aspectos: tamanho, comprimento, largura, massa de 100 grãos, cor e em constituintes nutricionais mostrando alta variabilidade genética e fenotípica.

Todas as variedades de feijão-caupi analisadas nesta pesquisa apresentam teor proteico acima da média nacional com destaque para variedades Costela de Vaca e Manteiguinha Branco.

A variedade de feijão-caupi Preto de Praia é a mais rica em antocianinas e os feijões de coloração clara não apresentaram teores de antocianina.

O armazenamento por 12 meses não alterou as propriedades nutricionais das variedades de feijões-caupi testadas. Porém houve escurecimento em todas as variedades de cor clara para as três embalagens analisadas. A embalagem a vácuo conserva melhor a cor e as quantidades de antocianinas das amostras do feijão Preto de praia durante o armazenamento por 12 meses em condições ambientais.



REFERÊNCIAS

- Abdel-Aal, E. S. M. & Huel, P. (1999). A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats, *Cereal Chemistry*, v. 76, (3), 350-354.
- Abdel-Aal, E. S. M., Young, J. C. & Rabalski, I. (2006). Anthocyanin composition in Black, blue, Pink, purple, red cereal grains, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 54, (13), 4696-4704.
- Aguilera, J. M. & Rivera, R. (1992). Hard-to-cook defect in black beans: hardening rates, water inhibition and multiple mechanism hypothesis. *Food Research International*, Essex, v. 25, 101-108.
- Almeida, C. M. V. C. & Dias, L. A. S. (2001). Recursos genéticos. In: Dias, L. A. S. (Ed.) *Melhoramento genético do cacaueteiro*. Viçosa, MG: Funape/UFG.
- Altoé, S. C. *Caracterização química de grãos de feijão-comum: crioulos e comerciais*. 2018. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES.
- Alves, A. C. & Lin, H. S. (2003). Tipo de embalagem, umidade inicial e período de armazenamento em sementes de feijão. *Scientia Agrária*, v.4(1/2), 21-26.
- Anjos, F. D., Vazquez-Anon, M., Dierenfeld, E. S., Parsons, C. M. & Chimonyo, M. (2016). Chemical composition, amino acid digestibility, and true metabolizable energy of cowpeas as affected by roasting and extrusion processing treatments using the cecectomized rooster assay. *The Journal of Applied Poultry Research*, v.25(1), 85-94.
- Antova, G. A., Stoilova, T. D. & Ivanova, M. M. (2014). Proximate and lipid composition of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) cultivated in Bulgaria. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(2), 146-152.
- Aparicio-Fernandez, X., Manzo-Bonilla, L. & Loarca-Piña, G. (2005). Comparison of antimutagenic activity of phenolic compounds in newly harvested and stored common beans. *Phaseolus vulgaris* against aflatoxin B1. *Journal of Food Science*, 71(1), 73-78.
- Bassinello, P. Z. (2021) *Graos*. Embrapa Arroz e Feijão. Recuperado de: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pos-producao/graos>.
- Beninger, C. W. & Hosfield, G. L. (2003). Antioxidant activity of extract, condensed tannin fractions, and pure flavonoids from *Phaseolus vulgaris* L. seed coat color genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7879-7883.
- Bezerra, J. M., Vieira, M. M. S., Santos, A. F. dos, Farias, E. T. Do R., Lopes, M. F. & Souza, A. dos S. (2019). Composição química de oito cultivares de feijão-caupi. *Revista Verde*, 14(1), 41-47.



Brackmann, A., Neuwald, D. A., Ribeiro, N. D. & Freitas, S.T. de. (2002). Conservation of three bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) of the group carioca in cold storage and controlled atmosphere. *Ciência Rural*, 32(6), 911-915.

Bragantini, C. (2005). *Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão*. 1ª Ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 187.

Brouillard, R. (1983). The in vivo expression of anthocyanin colour in plants. *Phytochemistry*, 22(6), 1311-1323.

Chiaradia, A. C. N. (1997). *Determinação da estrutura de pigmentos de feijão e estudo da sua ação na qualidade proteica* (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Díaz-Batalla, L., Widholm, J. M. & Fahey Junior, G. C. (2006). Chemical components with health implications in wild and cultivated mesican common bean seeds *Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(6), 2045-2052.

Diniz, G. A. S., Moreira, M. S., Tebinka, V., Ming, L.C., Siviero, A. & Imada, K. S. (2020b). A cultura do feijão na Reserva Extrativista Chico Mendes, Acre., *Cadernos de Agroecologia*, 15(2).
 Diniz, G. A. S., Siviero, A., Bassinello, P. Z., Costa, J. G. C., Mattar, E. P. L.; Santos, R. C. dos, & Borges, V. D. A. S. (2020a). Agrobiodiversidade de feijões do Acre. In: Siviero, A., Santos, R.C.; Mattar, E.P.L. (ORG.) *Conservação e tecnologias para o desenvolvimento agrícola e Florestal do Acre*. Rio Branco, AC: Ifac.

Faroni, L. R. D'a. & Silva, J.S. (2008). Manejo de pragas no ecossistema de grãos armazenados. In: SILVA, J.S. (Ed.). *Secagem e armazenagem de produtos agrícolas*. Viçosa, MG: Aprenda Fácil.

Freire Filho F. R., Rocha, M. M, Silva, K. J. D, Ribeiro, V. Q. & Nogueira, M. S. R. *Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético e perspectivas*. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte.

Gomes F. A., Lima, M. O., Mattar, E. P. L., Ferreira, J. B. & Vale, M. A. D. do. (2012). Aspectos nutritivos de feijões crioulos cultivados no vale do Juruá, Acre, Brasil; *Enciclopédia Biosfera, Centro, Centro Científico Conhecer*, 8(14), 85-96.

Gomes, M. R. A., Oliveira, M. G. de A., Carneiro, G. E. S., Barros, E. G. de & Moreira, M. A. (2001). Propriedades físico-químicas de polifenoloxidase de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 21(1), 69-72.

Hayat, I., Ahmad, A., Masud, T., Ahmed, A. & Bashir, S. (2014). Nutritional and health perspectives of beans (*Phaseolus vulgaris* L.): an overview. *Critical reviews in food science and nutrition*, 54(5), 580-592.

Hunterlab. (1998). *User's manual with universal software*. Versions 3.5. Reston: Hunterlab.
 Instituto Adolfo Lutz. (2005). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*, 4ª edição, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.



Instituto Adolfo Lutz. (2008). Procedimentos e determinações gerais, In: *Metodos fisico-quimicos para análise de alimentos*, 4ª ed. cap. 4, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.

Jesus, J. C. S. de, Oliveira, E. Mattar, E. P. L., Araújo, M. L. & Siviero, A. (2017). Sistemas produtivos utilizados no Vale do Juruá. In: Mattar, E. P. L., Oliveira, E. de., Santos, R. C. dos & Siviero, A. (ORG.). *Feijões do Vale do Juruá*. Rio Branco, AC, Ifac.

Lima, M. O, Gomes, F. A., Mattar, E. P. L., Ribeiro, O. A. S. & Ferreira, J. B. (2014a). Aspectos nutricionais de feijões crioulos cultivados na Amazônica ocidental, Acre, Brasil. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, 10(19), 163-175.

Lima, R. A. Z. (2013). *Armazenamento de feijão: usa da embalagem a vácuo na manutenção da qualidade*. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Lima, R. A. Z., Tomé, L. M. & Abreu, C. M. P. de. (2014b) Embalagem a vácuo: efeito no escurecimento e endurecimento do feijão durante o armazenamento. *Ciência Rural*, 44(9), 1664-1670.

Lima, S. L. S. de. (2017). *Feijão-comum (Phaseolus vulgaris L.): ação do armazenamento sobre a composição química e nutricional e efeito in vivo da farinha integral e de seu hidrolisado proteico no estresse oxidativo e na inflamação*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Lin, L. Z., Harnly, J. M., Pastor-Corrales, M. S. & Luthria, D. L. (2008). The polyphenolic profiles of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 107(1), 399–410.

Lopes, T. J, Xavier, M. F. X., Quadri, M. G. N. & Quadri, M. B. (2007). Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. *Revista Brasileira de Agrociência*, 13(3), 291-297.

Madhujith, T. & Shahidi, P. (2005). Antioxidant potential of pea beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food Science*, 70(1), 85-90.

Marles, S., Vandenberg, A. & Bett, K. (2008). Polyphenol oxidase activity and differential accumulation of polyphenolics in seed coats of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) characterize postharvest color changes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(16), 7049-7056.

Mattar, E. P., Oliveira, E. de., Araújo, M. L. & Jesus, J. C. S. de. (2017). Breve histórico da biodiversidade de feijões no Vale do Juruá. In: Mattar, E. P. L. Oliveira, E., Santos, R.C. dos, Siviero, A. (ORG.). *Feijões do Vale do Juruá*. Rio Branco, AC: Ifac.

Mattar, E. P.L., Oliveira, E, Jesus, J. C. S. de, Araújo, M. L., Siviero, A; & Santos Júnior, H. C. (2016) Creolo beans production systems in Juruá Valley, Acre. Brazilian Amazon. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 15(4), 619-624.



Mello, J. I. de O. (2013). *Alterações bioquímicas durante o armazenamento e a germinação de sementes de Caesalpinia echinata e Erythrina speciosa, leguminosas nativas da Floresta Atlântica.* (Tese de doutorado). Instituto de Botânica, Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, SP.

Mojica, L., Meyer, A., Berhow, M. A., & de Mejía, E. G. (2015). Bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) have similar high antioxidant capacity, in vitro inhibition of α -amylase and α glucosidase while diverse phenolic composition and concentration. *Food Research International*, 69, 38–48.

Nasar-Abbas, S. M., Plummer, J. A.; Siddique, K. H. M., White, P., Harris, K. & Dods, K. (2008). Cooking quality of faba bean after storage at high temperature and the role of lignins and other phenolics in bean hardening. *LWT. Food Science and Technology*, 42(7), 1260-1267

Oliveira, E., Mattar, E. P. L., Araújo, M. L. de.; Jesus, J. C. S. de; Nagy, A. C. G. & Santos, V. B. dos. (2015) Descrição de cultivares locais de feijão-caupi coletados na microrregião Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. *Acta amazônica*, 45(3), 243-254.

Pereira, C. P. (2008). Um, dois, feijão com arroz. *Revista Saúde*, 294, 14-17.

Ribeiro, H. J. S., Prudêncio, S. H., Miyagui, D. T. & Ribeiro, E. L. de A. (2009). Caracterização de concentrado proteico de feijão-comum preto, cultivar Iapar 44, novo e envelhecido. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29(3), 571-580.

Rios, A. D. O., Abreu, C. M. P. D. & Corrêa, A. D. (2002). Efeitos da época de colheita e do tempo de armazenamento no escurecimento do tegumento do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). *Ciencia e Agrotecnologia*, 26(3), 550-558.

Rocha-Guzmán, N. E., Annete, H., González-Laredo, R. F., Ibarra-Pérez, F.J.; Zambrano-Galván, G.; Gallegos-Infante, J.A. (2007). Antioxidant and antimutagenic activity of phenolic compounds in three different colour groups of common bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 103(2), 521-527.

Rupollo, G (2011). Efeitos das condições e do tempo de armazenamento na qualidade de grãos de feijão carioca. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

Santalla, M., Sevillano, M. C. M., Monteagudo, A. B., Ron, A. M. (2004). Genetic diversity of Argentinean common bean and its evolution during domestication. *Euphytica*, 135(1), 75-87.

Sathe, S.K. (2002). Dry bean protein functionality (Review). *Critical Reviews in Biotechnology*, 22(2) 175-223.

Schoeninger, V., Silochi, R. M. H. Q., Tonini, M., Batista, V. T. & Lorin, H. E. F. (2014). Caracterização de atributos tecnológicos e de cor em grãos de feijão produzidos em diferentes sistemas: orgânico e convencional. *Cultivando o Saber*, 7(3), 1-9.

Siqueira, B. dos S., Bassinello, P. Z., Santos, S. C., Malgaresi, G.; P., Ferri, H., Rodriguez, A. G. & Fernandes, K. F. (2016). Do enzymatic or non-enzymatic pathways drive the postharvest darkening phenomenon in carioca bean tegument. *Food Science and Technology*, 69, 593-600.



Siviero, A., Santos, V. B. dos, Santos, R. C. dos & Marinho, J. T. de S. (2017). Caracterização das principais variedades locais de feijão comum e caupi do Acre. In: Mattar, E. P. L., Oliveira, E. de.; Santos, R. C. dos; Siviero, A. (ORG.). *Feijões do Vale do Juruá*. Rio Branco, AC: Ifac. Sombié, P. A. E. D., Compaoré, M., Coulibaly, A. Y., Ouédraogo, J. T., Tignégré, J. B. S.; Kiendrébéogo, M. (2018). Antioxidant and Phytochemical Studies of 31 Cowpeas (*Vigna unguiculata* (L. Walp.)) Genotypes from Burkina Faso. *Foods*. 7(143), 1-9, 2018.

Sousa, G. A., Imada, K. S., Teixeira-Silva, M. A.; Nunes, M. S., Mattar, E. P. L. & Siviero, A. Levantamento de feijões crioulos do Acre. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, 06. 2020.

Sousa, G. A.; Hernandez, E. E.; Damasceno, S. S; Mattar, E. P. L; Siviero, A. (2021). Qualidade de feijão-caupi crioulo do Alto Juruá armazenado em embalagem a vácuo. *Revista Conexão na Amazônia*, 2, Edição especial.

Taco (2011). *Tabela brasileira de composição de alimentos*, 4. ed. rev. e ampl. Campinas, Nepa-Unicamp.

Vieira, M. M. Da S., Bezerra, J. M. & Santos, A. F. dos. (2021). Avaliação dos compostos bioativos e capacidade antioxidante em cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) imaturo cru, cozido e seus caldos de cocção. *Research, Society and Development*, 10(7), e3710716243.

Watt, B., Merrill, A. L. (1963). Composition of foods: raw, processed, prepared. Washington, DC: Consumer and Food Economics Research Division. *Agricultural Research Service*. Agriculture Handbook, 8.