



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MÁRCIO DE BARROS

QUALIDADE DE FEIJÕES DE COR (*Phaseolus vulgaris*)

Londrina
2006

MÁRCIO DE BARROS

QUALIDADE DE FEIJÕES DE COR (*Phaseolus vulgaris*)

Dissertação de Mestrado apresentada ao curso de Pós-graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial ao Título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sandra Helena Prudêncio Ferreira.

Londrina
2006

MÁRCIO DE BARROS

QUALIDADE DE FEIJÕES DE COR (*PHASEOLUS VULGARIS*)

BANCA EXAMINADORA

Antonia Miwa Iguti

Fábio Yamashita

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sandra Helena Prudêncio
Ferreira

Londrina, ____ de _____ de 2006.

DEDICATÓRIA

**A meu pai Jorge Manoel de Barros
por sempre ter acreditado em mim.**

**A minha mãe Maria Natalina de Barros
por sempre ter me feito olhar para o futuro**

**Aos meus irmãos Fabio e Marcos
sempre presentes na minha vida.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar por tudo, pois sem ele nada teria feito.

Aos meus pais especialmente, por terem lutado junto comigo, por confiarem no meu esforço e no meu trabalho.

À minha orientadora Profa. Dra. Sandra Helena Prudêncio pela sua amizade, confiança, compreensão.

Aos professores e funcionários dos Laboratórios de Ciência e Tecnologia de alimentos em especial a Profa. Marta de Toledo Benassi, Elza Louko Ida.

Ao Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) por ter cedido as amostras que foram estudadas neste trabalho e em especial a pesquisadora Maria Brígida, Nelson e demais funcionários.

Aos os meus amigos que convivi durante o mestrado em especial a Elisa, Luciana Bernd, Fabiola, Luciana Lobato, Rafael e aos que diretamente ou indiretamente estiveram contribuindo com a realização deste trabalho.

Aos meus primos Heverton, Aline pelo apoio e motivação, aos meus amigos do grupo Jovem Galileu Eder, Luciana, Edinalva, Márcio, Edileuza, Fernanda, meus grandes companheiros de caminhada.

À todos os meus familiares, agradeço por todo o empenho e entusiasmo.

Agradeço a todos que de alguma forma me apoiam, e estiveram junto comigo durante esta etapa da minha vida.

MUITO OBRIGADO!

Não pretendo dizer que já alcancei a minha meta e que já cheguei à perfeição. Não. Mas eu me empenho em conquistá-la, uma vez que também eu fui conquistado por Jesus Cristo.
(Fl. 3, 12)

BARROS, B. de. **Qualidade de feijões de cor** (*Phaseolus vulgaris*). 2006. 149f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar as características físicas, químicas e sensoriais de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31. Os grãos crus das amostras de feijão estudadas apresentaram diferenças em relação ao tamanho, dureza, composição centesimal, teores de minerais e cor. A variedade Carioca apresentou menor valor de L^* (41,29) e maiores valores de a^* (12,17) e H^* (57,22), possuindo grãos mais avermelhados e mais escuros que os das demais variedades. Os feijões foram deixados em maceração por 16 horas antes do cozimento, a variedade Saracura teve o menor grau de absorção de água (95,87 g/100g) e o menor tempo de cozimento em aparelho de Mattson (22,66 min). O tempo de cozimento para atingir textura sensorial ótima (Tempo de cozimento ótimo ou TCO) foi determinado por uma equipe de 25 consumidores, o menor tempo foi de 42 minutos para a variedade Saracura. As variedades IAPAR 81, Pérola, Colibri e IAPAR 31 não apresentaram textura sensorial ótima e o TCO foi estimado por análise de regressão. A dureza dos grãos cozidos no TCO, medida em texturômetro TA – XT2, foi menor (5N) para a variedade Saracura e maior (13N) para a IAPAR 31. Após o cozimento, os grãos da variedade Cariocas mantiveram o menor valor de L^* (27,78). A variedade Saracura mostrou a maior de absorção de água (36,84 g/100g) e a menor porcentagem (30%) de grãos que permaneceram íntegros no cozimento. O meio de cocção da variedade Pérola apresentou o maior conteúdo de sólidos totais (8,41 g/100mL), sólidos solúveis (3,94 g/100mL) e condutividade elétrica (6,93 μ S/cm). A viscosidade dos meios de cocção das sete variedades variou de 10 a 12 cP. O perfil sensorial das amostras de feijões cozidos no TCO foi determinado por Análise Descritiva Quantitativa utilizando-se 11 provadores treinados. A variedade Saracura caracterizou-se pela maior intensidade de maciez e textura homogênea, a Colibri pela maior integridade dos grãos, a Pérola por ter maior intensidade de gosto doce e cor marrom, a variedade Juriti pelo gosto doce e cor marrom intensos, a Carioca pelo aroma intenso de feijão cozido e a IAPAR 81 pela uniformidade da cor. A variedade IAPAR 31 não apresentou atributos sensoriais que a distinguisse das demais.

Palavras-chave: Cozimento. Textura. Análise Descritiva Quantitativa. Qualidade Culinária.

BARROS, B. de. **Quality of common beans** (*Phaseolus vulgaris*). 2006. 149f. Dissertation (Master in Food Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the physical, chemical and sensory characteristics of common beans (*Phaseolus vulgaris*), varieties Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Perola, Colibri and IAPAR 31. The raw grains of the studied samples showed differences in size, hardness, centesimal and mineral composition and color. Carioca variety had the lowest L* value (41.29) and highest a* (12.17) and H* (57.22) values. The grains of this variety were more redish and darker than the others. The beans were soaked for 16 hours before cooking. Saracura variety had lowest water absorption (95.87 g/100g) and lowest cooking time (22.66 min), determined using a Mattson cooker. The cooking time for optimal sensory texture (Optimal Cooking Time-OCT) was determined by a sensory panel of 25 consumers and Saracura variety had the lowest value (42 min). The varieties IAPAR 81, Perola, Colibri and IAPAR 31 did not present optimal sensory texture so the OCT was estimated by regression analysis. The hardness of the grains at their OCT was measured using a TA-XT2 texture analyzer, Saracura having the lowest hardness value (5N) and IAPAR 31 the greatest value (13N). After cooking the variety Carioca remained with the lowest L* value (27.78). Saracura variety had the highest water absorption (36.84 g/100g) and lowest percentage of grain integrity after cooking (30%). The cooking medium of Perola variety had the highest content of total solids (8.41 g/100mL), soluble solids (3.94 g/100mL) and electric conductivity (6.93 μ S/cm). The viscosity of the cooking medium of the 7 varieties varied from 10 to 12 cP. The sensory profile of the cooked bean samples at their OCT was determined by Quantitative Descriptive Analysis with 11 trained panelists. Saracura variety was characterized by the highest intensity of softness and homogeneous texture; Colibri variety by highest grain integrity; Perola variety had highest intensity of sweet taste and brown color; Juriti variety had intense sweet taste and brown color; Carioca was characterized by intense cooked bean smell and IAPAR 81 by color uniformity. The variety IAPAR 31 did not show any sensory attributes that distinguished it from the others.

Keywords: Cooking. Texture. Quantitative Descriptive Analysis. Culinary Quality.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema de cromaticidade do sistema CIELAB	33
Figura 2 – Modelo de ficha para determinação do tempo de cozimento ótimo de Feijão	52
Figura 3 – Ficha utilizada na seleção de provador para reconhecimento dos gostos básicos	54
Figura 4 – Ficha utilizada na seleção de provador para reconhecimento de odores.....	55
Figura 5 – Ficha utilizada na seleção de provador para ordenação de intensidade de dureza	56
Figura 6 – Ficha para levantamento da terminologia descritiva (método de rede)	58
Figura 7 – Gráfico da textura X tempo de cozimento das amostras de feijão variedade Carioca	74
Figura 8 – Gráfico da textura X tempo de cozimento das amostras de feijão variedade IAPAR 81.....	75
Figura 9 – Gráfico da textura X tempo de cozimento das amostras de feijão variedade Saracura	75
Figura 10 – Gráfico da textura X tempo de cozimento das amostras de feijão variedade Juriti.....	76
Figura 11 – Gráfico da textura X tempo de cozimento das amostras de feijão variedade Pérola	76
Figura 12 – Gráfico da textura X tempo de cozimento das amostras de feijão variedade Colibri	77
Figura 13 – Gráfico da textura X tempo de cozimento das amostras de feijão variedade Pérola	77
Figura 14 – Ficha utilizada no treinamento, seleção de provadores, seleção final de provadores e na avaliação das amostras	89

Figura 15 – Variância residual dos 11 provadores	97
Figura 16 – Configuração Geral dos provadores	97
Figura 17 – Configuração das amostras para o provador 2	98
Figura 18 – Configuração consenso das amostras para a equipe de 11 provadores	98
Figura 19 – Configuração da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) das variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31	99
Figura 20 – Projeções dos atributos sensoriais (A) e amostras de feijão (B) sobre o plano fatorial (CPIX CPII)	103
Figura 21 – Projeções dos atributos sensoriais (A) e amostras de feijão (B) sobre o plano fatorial (CPI X CPIII)	105
Figura 22 – Gráfico da Intensidade do atributo cor marrom x amostras de feijão para cada provador da equipe sensorial	107
Figura 23 – Gráfico da Intensidade do atributo tamanho dos grãos x amostras de feijão para cada provador da equipe sensorial	107
Figura 24 – Gráfico da Intensidade dos atributos aroma de feijão cozido x amostras de feijão para cada da equipe sensorial	108
Figura 25 – Gráfico da Intensidade do atributo sabor típico de feijão x amostras de feijão para cada provador da equipe sensorial	108
Figura 26 – Gráfico da Intensidade do atributo homogeneidade x amostras de feijão para cada provador da equipe sensorial	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Amostras utilizadas para o teste de ordenação de intensidade de dureza e os resultados em texturômetro	56
Tabela 2 – Amostras de feijão utilizado para seleção de provadores	59
Tabela 3 – Parâmetros de cor (L*, a*, b*, H* e C*) e tamanho de grãos de feijão crus variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31	63
Tabela 4 – Dureza dos grãos de feijão crus inteiros das variedades Carioca, IAPAR 8164 Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31	65
Tabela 5 – Composição centesimal das variedades de feijão Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31	66
Tabela 6 – Composição mineral (P, K, Ca, N e Mg) dos grãos de feijão variedades: Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31	67
Tabela 7 – Composição mineral (Cu, Zn, B, Fe e Mn) dos grãos de feijão variedades: Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31	68
Tabela 8 – Grau de absorção de água e tempo de cozimento instrumental, dos grãos de feijão das variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31	70
Tabela 9 – Valores sensoriais de textura das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura e Juriti	72
Tabela 10 – Valores sensoriais de textura das amostras de feijão variedades Pérola, Colibri e IAPAR 31e IAPAR 81.....	73
Tabela 11 – Dureza dos grãos de feijões cozidos e inteiros a 25 e 60° C das variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31	79

Tabela 12 – Parâmetros de cor (L*, a*, b*, H* e C*) dos grãos de feijão cozidos variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31	80
Tabela 13 – Porcentagem de absorção de água e grãos inteiros dos grãos de feijão após o cozimento	82
Tabela 14 – Sólidos totais, solúveis e insolúveis, condutividade elétrica e viscosidade do caldo, obtidos após o cozimento dos grãos no tempo ótimo sensorial de cada variedade	84
Tabela 15 – Definições e referências para os termos descritores ou atributos sensoriais levantados pelos provadores	87
Tabela 16 – Intensidades médias dos atributos sensoriais para os grãos de feijão das variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e IAPAR 31 conforme determinado pela equipe sensorial no teste de ADQ.....	110

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tempos de cozimento das amostras de feijão utilizados para determinação do tempo ótimo	51
Quadro 2 – Níveis de significância para provadores em função da discriminação das amostras ($p_{amostra}$) para cada atributo	91
Quadro 3 – Níveis de significância para provadores em função da repetibilidade ($p_{repetição}$).	92
Quadro 4 – Concordância de cada provador com a equipe sensorial	94

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	19
3.2 QUALIDADE NUTRICIONAL	21
3.3 COMPONENTES DA QUALIDADE DE GRÃOS DE FEIJÃO	26
3.3.1 Textura de feijão	29
3.3.2 Determinação de cor em feijões	31
3.4 ANÁLISE SENSORIAL	35
3.4.1 Análise sensorial descritiva	36
3.4.2 Análise sensorial de feijão	39
4 MATERIAIS E MÉTODOS	43
4.1 MATÉRIA-PRIMA	43
4.2 CARACTERÍSTICAS DO FEIJÃO CRU	43
4.2.1 Umidade	43
4.2.2 Proteína	44
4.2.3 Lipídeos	44
4.2.4 Cinzas	44
4.2.5 Carboidratos	45
4.2.6 Teor de P, K, Ca, N, Mg, Cu, Zn, B, Fe e Mn	45
4.2.7 Tamanho dos grãos	45
4.2.8 Cor dos grãos de feijão	46
4.2.9 Dureza do grão	46

4.2.10 Grau de hidratação dos feijões	47
4.3 QUALIDADE DE COZIMENTO	47
4.3.1 Medida instrumental do tempo de cozimento	47
4.3.2 Integridade dos grãos após o cozimento	47
4.3.3 Cozimento dos feijões para as demais análises.....	47
4.3.4 Dureza dos grãos cozidos	47
4.3.5 Cor dos grãos cozidos	48
4.3.6 Absorção de água durante o cozimento	48
4.4 ANÁLISES DO MEIO DE COCÇÃO DOS GRÃOS NO TEMPO ÓTIMO SENSORIAL	49
4.4.1 Viscosidade do meio de cocção	49
4.4.2 Condutividade elétrica do meio de cocção	49
4.4.3 Sólidos totais no meio de cocção	49
4.4.4 Sólidos insolúveis do meio de cocção	50
4.4.5 Sólidos solúveis no meio de cocção	50
4.5 ANÁLISE SENSORIAL	50
4.5.1 Determinação do tempo de cozimento ótimo	50
4.5.2 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)	52
4.5.2.1 Recrutamento e pré-seleção de provadores	53
4.5.2.2 Desenvolvimento da terminologia descritiva	57
4.5.2.3 Treinamento da equipe sensorial	58
4.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	60
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
5.1 ANÁLISES DOS GRÃOS CRUS	62
5.1.1 Características físicas dos grãos cru	62
5.1.2 Composição química	65
5.1.3 Grau de hidratação dos grãos, tempo de cozimento instrumental e sensorial das variedades de feijão	69
5.2 ANÁLISES DOS GRÃOS COZIDOS E DO MEIO DE COCÇÃO	78
5.2.1 Características físicas dos grãos cozidos e do meio de cocção	78

5.3 ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ)	86
5.3.1 Pré-Seleção da Equipe	86
5.3.2 Desenvolvimento da terminologia descritiva	86
5.3.3 Seleção Final de Provadores	91
5.3.4 Perfil sensorial das amostras	99
6 CONCLUSÕES	113
REFERÊNCIAS	115
ANEXOS	127
ANEXO A	128
ANEXO B	131
ANEXO C	138
ANEXO D	143

1 INTRODUÇÃO

As leguminosas estão entre as mais importantes fontes alimentares do mundo, especialmente em países em desenvolvimento (REYES-MORENO e PAREDES-LÓPEZ, 1993; SAIKIA et al., 1999; SHIMELIS E RAKSHIT, 2005). Dentre as leguminosas, o feijão comum *Phaseolus vulgaris* é uma importante fonte de proteínas, vitaminas e minerais (Ca, Fe, Cu, Zn, P, K e Mg), além de apresentar efeitos benéficos à saúde humana, por ser excelente fonte de carboidratos complexos e de ácidos graxos insaturados (REYES-MORENO e PAREDES-LÓPEZ, 1993).

A produção nacional de feijão em 2004 atingiu três e meio milhões de toneladas, com área plantada de mais de quatro milhões de hectares. O Paraná responde por aproximadamente 15% da produção nacional de feijão, com uma área de cultivo ao redor de 576 mil hectares (IBGE, 2005). No Brasil, o feijão é o mais popular produto alimentício, sendo considerado há muito tempo como o alimento base e de maior importância para a população tanto da área urbana como da área rural (COSTA et al., 2006).

Bressani (1993) relatou em sua revisão os benefícios que o feijão pode trazer a saúde como: trânsito intestinal mais rápido e diminuição do colesterol plasmático, entre outros. Grande et al. (1965) citado por Bressani (1993) também relataram que uma dieta contendo grãos de leguminosas conduz ao decréscimo de 9% no nível de colesterol.

Um dos maiores problemas associados ao consumo de leguminosas como o feijão, é o tempo prolongado de cozimento, e, conforme aumenta o tempo de cozimento, aumenta também a quantidade de sólidos liberados (proteínas, amido, entre outros), influenciando a cor, a viscosidade do caldo, etc. diminuindo a aceitabilidade do feijão pelo consumidor (MARCONI et al., 2000).

Entre as características utilizadas pelo consumidor para escolha do feijão de preferência, o tempo de cozimento é a de maior relevância, fato relatado por Castellanos et al. (1997), que estudaram os hábitos preferenciais dos consumidores de feijão no México e verificaram que a cor e o tamanho do grão são características

sensoriais de importância no critério de preferência do consumo, mas esta importância é relativa, pois as mesmas variam com a classe comercial. É muito importante que as características de aceitação sensorial e o tempo de cocção, sejam avaliados antes da liberação de novas variedades de feijão para assegurar que este atenda as perspectivas do consumidor.

Apesar do Brasil ser um grande produtor e consumidor de feijão, há uma carência de estudos que caracterizem aparência, aroma, textura e sabor dos grãos de feijão, ou seja, na maioria das vezes não se conhece o perfil sensorial dos grãos de feijão, principalmente daquelas variedades melhoradas geneticamente. No Brasil a recomendação de novos cultivares de feijão tem sido feita em função de suas características agronômicas. Algumas delas são a produtividade e a resistência às principais doenças que atacam o feijoeiro. Porém nos últimos anos os pesquisadores do Programa de Melhoramento Genéticos do Feijoeiro (Universidade de Lavras-MG) têm reconhecido a importância das características físicas e sensoriais dos grãos de cultivares de feijão na sua aceitação pelos consumidores (CARNEIRO et al., 2005).

As variedades de feijão Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e IAPAR 31 são as variedades atualmente comercializadas nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil, porém, poucos são os estudos referentes às propriedades físicas, químicas e sensoriais dos grãos dessas variedades.

Sendo assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade física, química, sensorial e culinária de feijões variedades: Carioca, IAPAR 31, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as características físicas, químicas e sensoriais de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) das variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o tamanho, cor, dureza, grau de hidratação durante a maceração e a composição química dos grãos crus.
- Determinar o tempo de cocção dos grãos por método instrumental.
- Determinar os tempos ótimos de cozimento das variedades de feijão por meio de análise sensorial.
- Medir a integridade, dureza, cor e absorção de água pelos grãos cozidos no tempo ótimo.
- Medir a viscosidade, condutividade elétrica, sólidos totais, solúveis e insolúveis do meio de cozimento dos grãos.
- Determinar o perfil sensorial das variedades de feijão por meio da Análise Descritiva Quantitativa.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

O feijão pertence a grande família das *Leguminosae*, subfamília *Papilionoideae*, gênero *Phaseolus*, formando a espécie *Phaseolus Vulgaris* (CANECHIO Filho, 1973; ARAUJO et al., 1996). O feijão é o membro mais comum da sub Família Papilionidae consumido em grande quantidade no mundo, e apresenta cerca de três vezes ou mais proteínas que os cereais, (REYES-MORENO e PAREDES-LÓPEZ, 1993; BRESSANI, 1993; GRAHAM e RANALLI, 1997; SHIMELIS e RAKSHIT, 2005; COSTA et al., 2006).

O feijão é uma planta subtropical, com origem na América Central, possivelmente no Peru, onde foram encontrados grãos como componentes dos alimentos deixados nos túmulos dos incas (ARAUJO et al., 1996).

O feijão é o quarto produto em área plantada e o sexto em valor da produção agrícola no Brasil. Têm grande importância social, como alimento substituto de proteínas animais, e consumo generalizado pela população brasileira (ZIMMERMANN, ROCHA e YAMADA, 1988; EMBRAPA, 2005). Segundo dados da FAO, publicados em 2005, a produção mundial de feijão situou-se em torno de 18,7 milhões de toneladas, ocupando uma área de 26,9 milhões de hectares. Os países em desenvolvimento responderam por 89,2% da produção mundial e, entre os continentes, a Ásia é o maior produtor mundial, com 45,7%; seguida das Américas (36,7%), África (13,9%), Europa (3,4%) e Oceania (0,2%). Cerca de 66% da produção mundial foi oriunda de apenas sete países, sendo o Brasil o maior produtor, respondendo por 16,3% da produção mundial, seguido da Índia e a China com 16,1 e 10,7% respectivamente (EMBRAPA, 2005).

A produção nacional de feijão em 2004 atingiu três e meio milhões de toneladas, com área plantada de mais de quatro milhões de hectares. O Paraná responde por aproximadamente 15% da produção nacional de feijão, com uma área de

cultivo ao redor de 576 mil hectares (IBGE, 2003). No Brasil, o feijão é o mais popular produto alimentício, sendo considerado por muito tempo como o alimento base e de maior importância para a população tanto da área urbana como da área rural (COSTA et al., 2006).

As duas principais partes estruturais do grão de feijão são a casca e o cotilédone. Também incluem o epicótilo, o hipocótilo e a radícula. A casca do grão serve como uma barreira entre o embrião (cotilédone) e a parte externa. A casca do feijão é formada por três camadas celulares distintas: a palissádica, sub epidermal e uma camada de células parenquimáticas. O grão de feijão pode ser arredondado, elíptico, um pouco achatado ou arredondado alongado (REYS-MORENO e PAREDES-LÓPEZ, 1993).

Segundo Zimmermann, Rocha e Yamada (1988), o tamanho médio de um grão de uma variedade oscila acentuadamente, por ação, entre outros, dos seguintes fatores: temperatura, umidade, fertilidade do solo etc. A partir do peso de 100 unidades, os autores classificaram os grãos em:

Muito pequena	< 20 gramas
Pequena	20 a 30 gramas
Média	30 a 40 gramas
Normal	40 a 50 gramas
Grande	> 60 gramas

Avaliação da cor do grão foi objetivo de numerosos estudos devido à importância dos diferentes tipos, tanto na aceitação no mercado, como na identificação botânica. A ampla variabilidade de cores apresentada pelos diversos cultivares de feijão (preto, verde, alaranjado, bege, marrom avermelhado, vermelha, rósea, roxa, branca, entre outras) fez com que diversos autores se dedicassem ao estudo, propondo diferentes classificações (ZIMMERMANN, ROCHA e YAMADA, 1988). Segundo Yokoyama e Stone (2000) e de acordo com a Portaria SNAB nº 008, de 10/08/87; Portaria Ministerial nº 175, de 01/07/92; e Portaria SDR nº 63, de 23/07/99, o feijão pode ser agrupado em quatro classes comerciais distintas, conforme a cor do tegumento após a colheita:

Branco – 97%, no mínimo, de predominância de grãos com coloração branca;

Preto – 97%, no mínimo, de predominância de grãos com coloração preta;

Cores – admitindo, no máximo, 5% outras classes e até 10% de mistura de outras cultivares da classe cores, desde que apresentem cores contrastantes e tamanhos diferentes;

Mistura – produto que não atende às especificações das classes anteriores.

A intensidade do brilho apresentada pelas sementes também tem sido utilizada como parâmetro diferencial dos cultivares (ARAUJO et al., 1996; ZIMMERMANN, ROCHA e YAMADA, 1988) Adotando-se a seguinte classificação:

- opaco
- intermediário
- brilhoso

3.2 QUALIDADE NUTRICIONAL

As leguminosas são uma importante fonte de suplementos alimentares, especialmente em países em desenvolvimento (REYES-MORENO e PAREDES-LÓPEZ, 1993; SAIKIA et al., 1999; VARGAS-TORRES et al., 2003; SHIMELIS e RAKSHIT, 2005). Em termos de nutrientes, o feijão comum é uma boa fonte de proteínas, excelente fonte de carboidratos complexos e possui uma grande quantidade de fibras solúveis, particularmente efetivas em diminuir o colesterol no sangue entre outros benefícios. O feijão contém vitaminas (tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B₆ e ácido fólico), diversos minerais (Ca, Fe, Cu, Zn, P, K, e Mg) e ácidos graxos polinsaturados como o linoleico e linolênico, (PAREDES-LÓPEZ, 1993; ARAUJO et al., 1996; CABREJAS et al., 1997; CASTELLANOS et al., 1997; SAIKIA et al., 1999; VARGAS-TORRES et al., 2003).

Em relação ao conteúdo protéico, Koehler et al. (1987) analisaram 36 cultivares de feijão comum e relataram que a porcentagem de proteína variou de 19,6% a 32,2%. As proteínas de maior destaque no feijão são a faseolina, lectina e a arcelina. A faseolina, principal proteína do grão, é uma glicoproteína que constitui de 40 a 60% do total de proteína. A lectina também é uma glicoproteína e constitui cerca de 6 a 12% do total de proteínas. A qualidade nutricional do feijão comum depende do padrão de aminoácidos, digestibilidade e da quantidade e qualidade de outros alimentos protéicos consumidos com as proteínas de feijão (REYES-MORENO E PAREDES-LÓPEZ, 1993). No Brasil, embora os hábitos alimentares estejam nutricionalmente mudando, o feijão é considerado um alimento básico que juntamente com o arroz, em porção adequada de 30 e 70%, respectivamente, e acrescido de fontes de vitaminas e minerais constitui uma boa fonte protéica (De ANGELIS, 1999; COSTA et al., 2006).

As proteínas do feijão têm baixo valor biológico devido a sua baixa digestibilidade (MARLETTA et al., 1992 citado por BALANDRÁN-QUINTANA et al., 1998). A baixa digestibilidade em feijões crus é atribuída a atividade de inibidores de protease, os quais atuam diminuindo a atividade das enzimas digestivas. O tratamento térmico no processo de cozimento do feijão desnatura os inibidores de protease exercendo assim, um efeito benéfico sobre a digestibilidade (SGARBIERI et al., 1979).

Quanto à composição de aminoácidos existentes nos grãos de leguminosas sabe-se que o conteúdo de sulfurados (metionina e cisteína) e triptofano é baixo e o conteúdo de lisina é alto. Mas quando as leguminosas são consumidas juntamente com os cereais que são ricos em aminoácidos sulfurados, mas pobres em lisina, um produto colabora com as correções de deficiências do outro. No Brasil a mistura de arroz e feijão é a base alimentar da população, portanto, a combinação de cereais e leguminosas provê proteína de alto valor biológico em dietas de pessoas em muitos países em desenvolvimento e a baixo custo (VIEIRA, 1988).

O conteúdo de carboidratos varia de 50% a 60% do peso seco de feijão comum, o amido é o maior constituinte, podendo variar de 35 a 60% do peso seco de feijão. Em relação ao conteúdo de fibras alimentares o feijão contém 14 a 19% de fibra alimentar, e de 2 a 6% de oligossacarídeos da família da rafinose (rafinose, estaquiose e verbascose), outros carboidratos comuns incluem pectina, arabinogalactose e

xiloglucanas. A influência de carboidratos no cozimento do grão pode ser centrada em 3 frações: no grânulo de amido, parede celular (polissacarídeos), e os componentes de fibra alimentar. O amido de leguminosas quando submetido à alta temperatura, possui propriedades de gelatinização, absorção de água, formação de gel, aumento de tamanho, solubilidade e propriedade de pasta. Alguns pesquisadores têm sugerido que algumas destas propriedades podem ser responsáveis pelo prolongamento do tempo de cozimento da leguminosa. A fração amilose é a primeira responsável pelas mudanças físico-químicas do amido em água. Essas mudanças ocorrem durante o aquecimento em água e incluem aumento de tamanho, aumento da viscosidade, translucidez, solubilidade do amido e danos na birrefringência no grânulo de amido (REYES-MORENO e PAREDES-LÓPEZ, 1993).

Bressani (1993) mostra em sua revisão a relação entre a integridade celular e a taxa de hidrólise do amido em uma variedade de leguminosas. Foi confirmado que, embora a leguminosa estivesse cozida e o amido gelatinizado, este permanece envolto pela parede celular que continuava intacta. Sendo assim, a α -amilase não tem acesso fácil aos grânulos de amido gelatinizado. Este efeito é devido à alta quantidade de fibra alimentar presente nos grãos das leguminosas. A fibra pode ter um efeito direto de acordo com sua estrutura química e indireto bloqueando a digestibilidade do amido e proteínas. Os grãos de leguminosas contêm também de 0% a 0,65% de saponina, que tem sido associada ao efeito hipocolesterolêmico.

O feijão contém de 1 a 3% de lipídeos dependendo da variedade, origem, localização, clima, condições do meio e o tipo de solo no qual este se desenvolve. A classe predominante de lipídeos em feijão comum é a dos lipídeos neutros que varia de 32% a 45% do total de lipídeos. Os lipídeos neutros são os triacilgliceróis com pequenas porções de ácidos graxos livres, esteróis e ésteres de esterol. O feijão contém uma quantidade significativa de ácidos graxos insaturados (oléico, 7 a 10%; linoleico, 21 a 28%; linolênico, 37 a 54%). O grão de feijão contém também ácidos graxos saturados como o palmítico representando de 10 a 15% do total de lipídeos. Por conter uma apreciável quantidade de ácidos graxos livres, o feijão no geral tem um alto potencial de oxidação, que pode ser enzimática (lipoxigenases) e não

enzimática oxidativa ambos com produção de hidroperóxidos (REYS-MORENO e PAREDES-LÓPEZ, 1993).

Em relação ao conteúdo de vitaminas e sais minerais, o feijão comum é fonte de vitaminas solúveis especialmente, tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B₆ e ácido fólico. Após o cozimento, é citada a retenção de cerca de 70,9% da vitamina B₆, 75,9% riboflavina, e de sais minerais incluindo, Ca, Fe, Cu, Zn, Mg, sendo que a retenção durante o cozimento pode variar de 78,9% para o Cu, 100% para o Ca, (REYS-MORENO e PAREDES-LÓPEZ, 1993; CABREJAS et al., 1997).

O feijão está adquirindo maior significado nutricional com o seu consumo. Tharanathan e Mahadevamma (2003) descreveram em sua revisão que a inclusão de leguminosas na dieta alimentar proporciona efeitos fisiológicos benéficos no organismo, controlando e prevenindo várias doenças, diminuindo o colesterol plasmático entre outros.

De Angelis (1999) descreveu que em experimentos com animais de laboratório (ratos e coelhos), submetidos a dietas aterogênicas (contendo gordura animal de gema de ovo), houve nítido aumento do colesterol plasmático total, do colesterol LDL (lipoproteína de baixa densidade) nos animais com dieta isenta de feijão. Mas, nos animais que receberam feijão na dieta houve proteção. A explicação destes resultados é a presença de fibras no feijão, que por não serem absorvidas no intestino delgado, chegam ao cólon onde são fermentadas e produzem propionato, que inibe a síntese de colesterol. A fibra também atua aumentando a excreção fecal e com esta a excreção de bile, assim sendo necessário mais colesterol para sua síntese.

O consumo de leguminosas também pode ter impacto em outras doenças tais como o câncer de colo e retal, diverticulites, apendicites, varicose, hemorróidas, doenças coronárias, diabetes mellitus, doenças que têm ligação com baixo consumo de fibra alimentar (THARANATHAN e MAHADEVAMMA, 2003). Bressani (1993) relata que pacientes que receberam a alimentação contendo alto teor de carboidratos provenientes de leguminosas, após uma noite de sono, apresentaram nível de açúcar sangüíneo muito baixo. A ingestão de carboidratos induziu a diminuição da glicose sanguínea, insulina e oxidação da glicose. Estas descobertas têm chamado a atenção de grande número de pesquisadores.

O feijão cru contém algumas substâncias antinutricionais e tóxicas como os polifenóis, fitatos, inibidores enzimáticos, fitohemaglutininas e fatores cianogênicos (KIGEL, 1999; SAIKIA et al., 1999). Porém essas substâncias são eliminadas com o descarte da água de maceração e/ou pelo tratamento em temperaturas relativamente elevadas.

Compostos polifenólicos classificados como ácido fenólico e derivados taninos e flavonóides são alguns dos grupos de produtos naturais mais numerosos e amplamente distribuídos em plantas. Os flavonóides são subclassificados em antocianinas, flavonas, flavonóis, e substâncias relacionadas. Os compostos fenólicos mais estudados e de maior importância são divididos em dois grandes grupos: taninos e ligninas. Os taninos compreendem um grupo heterogêneo de polifenóis de plantas que podem se complexar com proteína alimentar e outros compostos do alimento, como também inibir enzimas digestivas. As ligninas são complexos tridimensionais de fenilpropanoide e estão presentes nas paredes das células vegetais superiores, contribuindo com a rigidez e resistência da parede (REYS-MORENO e PAREDES-LÓPEZ, 1993).

O grupo dos fitatos representa uma classe complexa de compostos que ocorrem naturalmente e pode influenciar as propriedades nutricionais e funcionais dos alimentos. Dentro do grupo dos fitatos o mais estudado é o ácido fítico que pode se complexar com proteínas e minerais diminuindo o valor nutritivo das leguminosas. Alguns autores também têm relatado que o ácido fítico pode inibir enzimas tais como pepsina, α -amilase e a tripsina, (REYS-MORENO e PAREDES-LÓPEZ, 1993; KIGEL, 1999).

Atualmente alguns pesquisadores têm relatado efeitos benéficos do ácido fítico ao organismo. Lee et al. (2005) trabalharam com quatro grupos de camundongos, um grupo não recebeu ácido fítico na alimentação e os outros três grupos receberam uma dieta com ácido fítico em diferentes concentrações. Os autores observaram diminuição significativa no total de lipídeos e de colesterol hepático nos grupos que receberam 1% e 1,5% de fitato por 8 semanas. Diáz-Batalia et al. (2006) relatam também que o ácido fítico é um potente antioxidante e tem um efeito protetor do DNA contra alguns elementos mutagênicos.

O feijão possui também oligossacarídeos promotores de flatulência em humanos como a rafinose, estaquiose e verbascose. Junto com a frutose, estes oligossacarídeos representam a maior reserva de carboidratos solúveis em grãos de leguminosas. Durante a maturação dos grãos, tem-se diminuição do conteúdo de sacarose e frutose e aumento do conteúdo de rafinose, estaquiose e verbascose. Embora o sistema digestivo humano não possa degradar estes oligossacarídeos pela falta de α -galactosidase, a microflora presente no intestino grosso produz enzimas e fermenta estes açúcares produzindo gás intestinal (KIGEL, 1999).

3.3 COMPONENTES DA QUALIDADE DE GRÃOS DE FEIJÃO

Para estudar a qualidade de feijão deve-se analisar três aspectos importantes: a produção, a aceitabilidade do consumidor e o valor nutricional. Essas características são difíceis de se definir porque dependem do estilo de vida, cultura e padrão de alimentação de diferentes populações. Em alguns casos o gostar e o desgostar dos consumidores são essenciais para determinar as características de aceitabilidade do grão cru e processado (BRESSANI, 1993).

Para o produtor as variedades com período de crescimento curto, vagens fisiologicamente maduras e estáveis, grãos fáceis de serem separados da vagem e uniformidade na cor e no tamanho são as de maior qualidade. Os produtores esperam também variedades resistentes ao ataque de insetos, que retenham a sua cor e tamanho, e talvez o mais importante, que tenham um baixo desenvolvimento do indesejável “hard-to-cook” (difícil de cozinhar) (BRESSANI, 1993; SHIMELIS e RAKSHIT, 2005).

Para os consumidores, características de aceitação incluem diversos atributos como: tamanho de grão, forma, cor, aparência, propriedades do cozimento (tempo de cocção, viscosidade do caldo etc.), qualidade do produto obtido (textura, sabor, cor e outros) (CASTELLANOS et al., 1997; SHIMELIS e RAKSHIT, 2005). HOSFIELD et al., (1984) aplicaram a análise de componentes principais a dados de

produtividade e 16 características sensoriais e físico-químicas avaliadas em 25 linhagens de feijão preto e obtiveram cinco componentes principais que definiram o modelo conceitual de maceração de grãos em água, cor dos grãos crus, propriedades térmicas, cor dos grãos secos e cor geral dos grãos. De acordo com os autores os três primeiros componentes principais estão relacionados com a qualidade culinária das amostras e podem ser medidos pelo coeficiente de hidratação, luminosidade (L) e força de cisalhamento de Kramer. De acordo com Reyes-Moreno e Paredes-López (1993) e Bressani (1993), outras características de aceitabilidade incluem a viscosidade do caldo, adesão da massa do feijão cozida e frita e a cor do produto final.

Castellanos et al. (1997) estudaram os hábitos preferenciais dos consumidores de feijão no México e verificaram que a cor e o tamanho do grão são as características de maior importância no critério de preferência do consumo. No entanto, esta importância é relativa, pois estas características variaram com a classe comercial de feijão. Os autores recomendaram a avaliação da aceitação sensorial e do tempo de cocção antes da liberação de novas variedades de feijão para o mercado com a finalidade de assegurar que estas estejam dentro das perspectivas do consumidor.

Bressani (1993) relata em sua revisão que, de todas as características de aceitabilidade, o tempo de cozimento é o mais importante dos atributos. O cozimento é o método mais antigo conhecido para o processamento do feijão e pode acarretar mudanças físicas, bioquímicas e na qualidade nutricional. O principal objetivo do processamento térmico do grão é deixá-lo com uma textura adequada para o consumo, além da inativação de fatores tóxicos e se possível sem decréscimo do valor nutricional. O método mais utilizado é o cozimento em água com o grão inteiro ou descascado e pode ser realizado em pressão atmosférica ou sob pressão, com ou sem prévia maceração. Porém, outros métodos podem ser utilizados como: período curto de cozimentos sob alta temperatura por extrusão, irradiação, etc. (BRESSANI, 1993; REYES-MORENO E PAREDES-LÓPEZ, 1993).

A qualidade de cozimento ou “cookability” pode ser definida como o tempo de cozimento requerido para o feijão atingir a textura aceitável pelo consumidor. A qualidade de cozimento é a principal característica de qualidade do feijão e os fatores que influenciam o tempo de cozimento de variedades comerciais e de linhagens

experimentais necessitam ser investigados. O cozimento do feijão e ou a textura do produto cozido são influenciados por diversos fatores, tais como, variedade do feijão, composição química, pré - tratamento por maceração em água ou soluções salinas. Estes fatores podem modificar a qualidade do cozimento do feijão por alterar as relações físicas e químicas dos constituintes celulares e intracelulares (REYS-MORENO e PAREDES-LÓPEZ, 1993).

Alguns autores têm estudado os fatores que influenciam o tempo de cozimento do feijão. Paredes-López et al. (1989) observaram que a localização do cultivo, e o conteúdo de cálcio e magnésio do solo influenciam o tempo de cozimento do feijão recentemente colhido e estocado sob altas temperaturas e umidade, além de influenciar a firmeza e a cor do feijão. Lu e Chang (1996) pesquisaram atributos da qualidade de feijão Navy enlatado e verificaram que, quando o feijão foi deixado em maceração em água contendo 2,5 mM, CaCl_2 , houve diminuição na solubilidade da pectina do grão e aumento na firmeza do grão cozido, demonstrando correlação negativa entre estes parâmetros, aumento da firmeza quando os grãos foram deixados em maceração em água contendo Ca^{2+} .

Kigel (1999) em sua revisão relata que condições edáficas como: conteúdo de mineral no solo, clima, etc, também afetam as características dos grãos. Grãos cultivados em solos ricos em Ca e Mg e em temperaturas entre 15-24 °C têm aumento no tempo de cocção e textura, quando comparados a grãos cultivados em locais com baixas temperaturas (11-18 °C) e solos pobres em Mg e P. Aplicação de Zn em solos pobres neste mineral na Bulgária, reduziu o tempo de cozimento, pois a casca dos grãos tonaram-se mais finas. Grande quantidade de chuva foi associada também com o decréscimo no tempo de cocção e com produção de grãos possuindo uma casca mais delgada, com maior permeabilidade para água.

Shimelis e Rakshi (2005) estudaram a composição química e propriedades físico-químicas de oito variedades de feijão cultivadas na Etiópia, observaram que as variedades que tinham as maiores concentrações de cálcio foram as que apresentaram maiores tempos de cocção. Estes resultados demonstraram que o cálcio pode ter uma grande influencia no tempo de cozimento de feijões.

González et al. (2006) estudaram o efeito da variação genética e das condições de cultivo sobre a qualidade agrônômica e comercial de 67 variedades de feijão comercializadas principalmente na Europa. Identificaram a performance genotípica do feijão em cada área de produção, locais que possuem melhores condições para uma alta produção e a relação entre as linhagens examinadas, comparando os genótipos nas bases de variedades múltiplas com o objetivo de recomendar possíveis genótipos com alta produção e com aceitável qualidade comercial. Os autores observaram, pelos resultados obtidos, que o genótipo e o local do cultivo pode afetar a qualidade nutricional e físico-química dos grãos.

3.3.1 Textura de feijão

A textura é uma manifestação sensorial e funcional das propriedades estrutural, mecânica e de superfície dos alimentos detectada pelos sentidos do tato, visão, audição e sinestésica (SZCZESNIAK, 2002; ANZALDÚA-MORALES, 1994).

As propriedades que caracterizam a textura são classificadas em três categorias: atributos mecânicos, geométricos e de composição. Os primeiros dão a indicação do comportamento mecânico do alimento frente à deformação e dividem-se em primários e secundários. Os primários correlacionam-se com uma propriedade mecânica tal como a força, deformação ou energia, enquanto que os secundários resultam da combinação de propriedades primárias. Os atributos geométricos são aqueles relacionados com a forma ou a orientação das partículas do alimento, como fibrosidade, granulose, cristalinidade. Os de composição são os que, aparentemente, indicam a presença de algum componente no alimento como umidade e oleosidade (ANZALDÚA-MORALES, 1994).

A avaliação da textura pode ser realizada tanto de forma objetiva, como subjetivamente, por meio de diferentes metodologias. Vários são os equipamentos e/ou métodos projetados para a avaliação do parâmetro em textura em alimentos. De modo geral, Bourne (1966) os classifica em empíricos, imitativos, fundamentais e ideais.

Bourne (1975) classifica os métodos de avaliação das características de textura, com base nas variáveis: força, distância e tempo. Szczesniak et al. (1973), propuseram uma classificação dos métodos de avaliação das características reológicas, baseando-se na forma de atuação dos equipamentos.

A textura é, provavelmente, o mais importante atributo de qualidade do feijão. Ela pode, assim como o tempo de cozimento, ser sensivelmente alterada pelo tempo e condições de armazenamento. Outros fatores que podem influenciá-la são a variedade, o local, o ano de produção e o manuseio no período compreendido entre a colheita e o início da estocagem propriamente dita (CAMPOS e SARTORI, 1988).

A textura de grãos pode também ser influenciada pelo tempo de maceração e pela temperatura em que esta maceração é realizada. ABU-GHANNAM (1998), medindo a dureza em grãos de feijão comum macerados a temperatura de 20, 30, 40, e 60 °C, observou maior absorção inicial de água nas temperaturas mais elevadas e maior dureza dos grãos no início da maceração, o que indica a necessidade de completa hidratação dos grãos para melhores resultados de cozimento. A estocagem em condições inadequadas (altas temperaturas e umidade relativa) resulta em aumento do tempo de maceração e de cozimento e também aumento na dureza final dos grãos de feijão (BARRON et al., 1995; YOUSIF et al., 2002).

Baron e Penfield (1993) estudaram o efeito do método de preparação e da variedade de feijão verde (*Phaseolus vulgaris L.*, cvs. Mustang e Strike) na cor e textura do produto. Foi utilizada uma equipe de 88 provadores não treinados (46% homens e 54% mulheres entre 19 e 64 anos), foi solicitado aos provadores que indicassem sua percepção do “ideal” de cor e textura dos feijões cozidos no vapor e em água fervente. Os autores observaram que grãos de feijão cozidos em água em ebulição tiveram coloração mais clara em relação aos grãos cozidos no vapor, porém os provadores não perceberam esta diferença. Em relação à textura, não foi observada diferença entre os grãos cozidos no vapor e em água fervente. No entanto, foi verificada uma interação significativa entre o cultivar e o método de cozimento na textura dos grãos.

Mori (2001) pesquisou o efeito do armazenamento de grãos de feijão variedades Carioca e Preto em algumas propriedades físicas e químicas. Os grãos

foram armazenados por 40 dias a 40 °C e 76% UR. Observou-se aumento na dureza dos grãos cozidos por 90 minutos com aumento do tempo de armazenamento de ambas variedades.

De Lange e Labuschangne (2001), por meio de análise multivariada, estudaram diferentes parâmetros usados para avaliar a qualidade de seis cultivares de feijões enlatados provenientes de diferentes locais da África do Sul, e as interações entre os parâmetros de qualidade dos enlatados e a composição química. As análises indicaram que, de todas as variáveis estudadas, a aparência visual, grãos partidos, conteúdo de potássio e cálcio foram as mais efetivas para escolha de uma variedade. Foi observado que grãos com baixo conteúdo de cálcio resulta em grãos mais macios e de pior aparência. O inverso acontece entre a quantidade de potássio e absorção de água, sendo que grãos com alto conteúdo de potássio tem-se menor absorção de água.

Shimiles e Rakshit (2005) avaliaram a composição e as propriedades físico-químicas de oito variedades de feijões (*Phaseolus vulgaris L.*) cultivados na Etiópia. Observaram que a dureza dos grãos estudados tem uma correlação positiva com o tempo necessário para o cozimento. Verificaram também que a dureza tem uma correlação negativa com a capacidade de hidratação e positiva com a porcentagem de água não absorvida e com o conteúdo de cálcio dos grãos. As variedades que tiveram maior conteúdo de cálcio, apresentaram maior tempo de cozimento e dureza.

3.3.2 Determinação de cor em feijões

Cor é uma denominação geral dada a todas as sensações que surgem quando a luz alcança a retina do olho humano (de MANN, 1999; DAVIES, 2002).

A visão resulta de impulsos elétricos criados a partir da luz, os quais são criados na retina e levados pelo nervo ótico ao cérebro, onde são traduzidos. A imagem construída se baseia não apenas nas imagens geradas na retina, como também em experiência e previsões, particulares a cada indivíduo (DAVIES et al., 2002).

Os receptores sensoriais são denominados cones e bastonetes e estão presentes na retina, sendo excitados pela luz. Estas células são responsáveis pela transformação da energia luminosa em sinais neurais, os quais são transmitidos ao encéfalo. Os bastonetes são estimulados pela luz de todas as cores, enquanto os cones são seletivamente estimulados pelas diferentes cores, tornando-os responsáveis pela visão das cores enquanto os bastonetes são responsáveis pela visão em preto e branco ou claro-escuro (GUYTON, 1997). A retina contém três tipos de cones, um sensível ao vermelho, outro ao verde e o terceiro ao azul. Estudos vêm demonstrando que a formação dos cones é mediada por um conjunto de genes que conferem pequenas diferenças na produção de cones sensíveis ao vermelho, explicando as diferenças na percepção das cores por diferentes indivíduos (FRANCIS, 1998).

Devido a diferentes percepções da cor e a memorização da mesma pelos indivíduos há uma necessidade de se estabelecer padrões para determinação da cor por comparação (FRANCIS, 1998; FERREIRA et al., 1999).

As cores variam em três dimensões: tonalidade cromática (“hue”), luminosidade ou brilho (“value” ou “brightness”) e croma, saturação ou pureza (“chroma”, “saturation” ou “purity”). A tonalidade cromática é um atributo pelo qual se identificam as cores (violeta, azul, amarelo, laranja, vermelho e púrpura), essa percepção é resultado de diferenças na absorção da energia radiante em vários comprimentos de onda. A luminosidade é atributo que descreve a relação entre a luz refletida ou absorvida à cor mais clara ou mais escura (de preto a branco). O croma é o atributo que indica a pureza da cor, quanto esta é diferente do cinza (ABNT, 1992; POMERANZ & MELOAN, 1994; LAWLESS & HEYMANN, 1998).

No sistema CIELAB (Figura 1), a cor é descrita por um diagrama tridimensional, onde o espaço é definido pelas coordenadas retangulares (L^* , a^* , b^*). L^* , a luminosidade, varia de 0 a 100, em que o valor 0 (zero) indica o preto e o 100, o branco. O valor a^* define o componente vermelho-verde, variando do vermelho ($+a^*$), localizando de 0° ou 360° , ao verde ($-a^*$), que está a 180° (na ausência dos componentes amarelo ou azul). O valor b^* define o componente amarelo-azul, na ausência dos componentes verde ou vermelho, variando do amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$), localizados a 90° e 270° , respectivamente (SHEWFELT et al., 1988). Os parâmetros

croma [$C^*=(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$] e tonalidade cromática [$H^*=\text{arc tang}(b^*/a^*)$] são coordenadas cilíndricas do mesmo espaço. O H^* (tonalidade cromática) mostra a localização da cor em um diagrama, onde o ângulo 0° representa vermelho puro; o 90° , o amarelo puro; o 180° , o verde puro; e o 270° , o azul puro. O croma (C^*) é definido pela distância de H^* ao centro do diagrama tridimensional, sendo o 0 (zero) no centro e aumentando de acordo com a distância (CLYDESDALE, 1984; LAWLESS & HEYMANN, 1998).

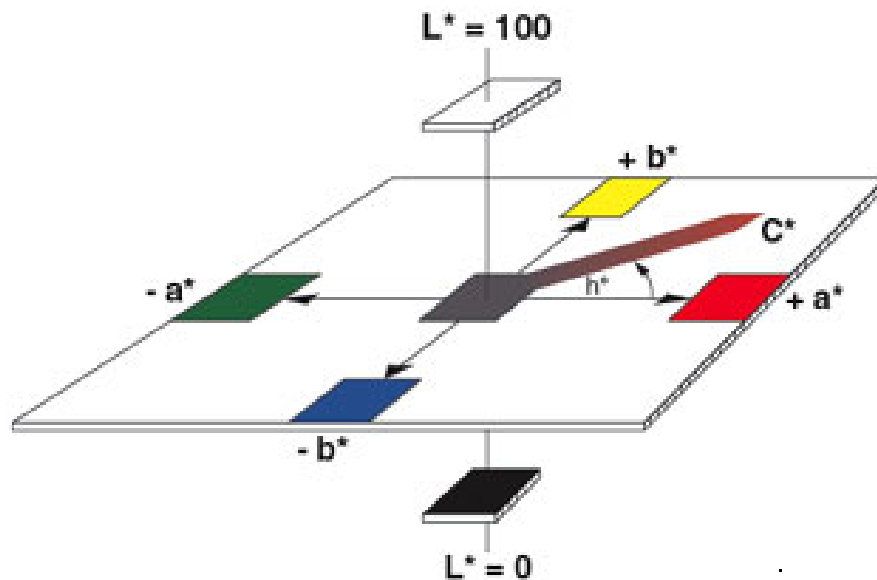


Figura 1 – Esquema de cromaticidade do sistema CIELAB

Existem algumas metodologias para determinação de parâmetros de cor, porém através de aparelhos específicos, têm-se uma maior rapidez e precisão nos dados obtidos.

A cor, juntamente com o sabor e a textura, representa um dos mais importantes atributos na aceitabilidade do alimento; além disso, é um indicativo de alterações químicas nos alimentos (deMAN, 1999; MATINS e SILVA, 2002; KILIÇ et al., 2006). O consumidor brasileiro prefere grãos recém colhidos, e algumas variedades, como no caso do feijão carioca, apresentam a coloração do tegumento mais clara nesta condição (MORI, 2001; RIOS et al., 2002). Além do aumento da dureza dos grãos, o armazenamento prolongado ocasiona a perda de qualidade do grão pelo escurecimento

do tegumento de algumas variedades de feijão. A cor mais escura do tegumento, após período de armazenamento, pode ser consequência do aumento da atividade da enzima polifenoloxidase, associada à atividade da enzima peroxidase e aumento do conteúdo de compostos fenólicos (RIOS et al., 2002).

Martins e Silva (2002) estudaram as mudanças na cor e no teor de clorofila *a* e *b* de feijões verde (*Phaseolus vulgaris*, L., variedade bencanta), estocado durante 250 dias a -7, -15 e -30 °C. O teor de clorofila foi determinado espectrofotometricamente, e as coordenadas *a* e *b* de Hunter (+*a* = vermelho, -*a* = verde e +*b* = amarelo, -*b* = azul) e a diferença total de cor (TCD_H) foram medidas utilizando o colorímetro Minolta (modelo CR 300, Minolta Corporation, Japan). Observaram que estocagem dos feijões em temperaturas mais baixas (-30 °C) favoreceu a preservação da clorofila. Em relação às coordenadas *a* e *b*, observaram diminuição dos valores ao longo do período de estocagem com estabelecimento do equilíbrio após 100 dias a -7 °C e 200 dias a -15 °C. A menor diferença de cor (TCD_H) foi verificada a -30°C. Segundo os autores, as diferenças de cor foram perceptíveis aos olhos humanos, desde as primeiras medidas de cor dos feijões estocados nas diferentes temperaturas. De acordo com os resultados, a cor foi o parâmetro visual de qualidade mais importante para feijões verdes.

Coelho (2004) avaliou a cor de grãos de feijão variedades Carioca e Preto, envelhecidas naturalmente (armazenados por 12 meses a temperatura ambiente) e em envelhecimento acelerado (armazenados a 40 °C e a 76% de UR, por 12 meses). Os parâmetros de cor dos grãos foram determinados utilizando uma câmera fotográfica digital, as imagens digitais foram convertidas em valores de RGB médios que, por sua vez, foram convertidos para o sistema CIELAB. As duas variedades armazenadas nas duas condições apresentaram diminuição do parâmetro L* ao longo do tempo, isto é, houve escurecimento dos grãos. Além disso, também foram observadas variações nos parâmetros RGB (vermelho, verde, azul), sendo mais intensas na variedade Carioca.

3.4 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial é uma ciência multidisciplinar que utiliza um grupo de pessoas que utilizam os sentidos (visão, olfato, paladar, tato e ouvido) para evocar, medir, analisar e interpretar características sensoriais e a aceitabilidade dos produtos alimentícios, e muito outros materiais, (WATTS et al., 1989; STONE e SIDEL, 1993; LAWLESS e HEYMANN, 1998). A análise sensorial é considerada uma análise subjetiva, uma vez que depende do julgamento de humanos por meio dos órgãos dos sentidos, sendo influenciada pela experiência e pela capacidade do julgador, além de fatores externos como local de análise, estado emocional e de saúde do julgador e condições e formas de apresentação da amostra-teste, dentre outros. Contudo, a utilização correta da tecnologia sensorial disponível leva a obtenção de resultados reprodutíveis, com precisão e exatidão comparáveis ao dos métodos denominados objetivos (CHAVES e SPROESSER, 1993).

Os métodos disponíveis para o levantamento das causas de problemas de qualidade em alimentos são de três tipos: métodos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. A qualidade sensorial apropriada dos produtos deve ser um dos objetivos da indústria, pois contribui para assegurar a liderança do produto no mercado. O meio mais simples, rápido e direto de acesso às causas de defeitos de qualidade é a avaliação sensorial. Além disso, não há métodos analíticos isolados que possibilitam avaliar, satisfatoriamente, propriedades sensoriais como sabor, sensação oral ou aparência (BODYFELT et al., 1988).

São muitas as aplicações da análise sensorial na indústria de alimentos e nas instituições de pesquisa como: controle do desenvolvimento de um novo produto, avaliação do efeito das alterações nas matérias-primas ou no processamento tecnológico sobre o produto final, redução de custo, seleção de nova fonte de suprimento, controle de qualidade entre outros (STONE e SIDEL, 1993; DUTCOSKY, 1996).

Os métodos sensoriais têm alcançado uma importância significativa nos últimos anos devido à ampla difusão que esta ciência tem alcançado e são classificados

em três categorias: discriminativos, descritivos e afetivos. Os discriminativos apresentam provas de diferença e/ou semelhanças e compreendem testes como de comparação pareada, duo-trio e triangular. Os descritivos são os de identificação e quantificação de atributos sensoriais incluindo testes como perfil de sabor, perfil de textura e análise descritiva quantitativa. E os afetivos são os de preferência e aceitação e apresenta testes como o de comparação pareada, ordenação, escala hedônica e escala de atitude, (STONE e SIDEL, 1993; PIGOTT et al., 1998; LAWLESS e HEYMANN, 1998).

Nos testes discriminativos e descritivos as respostas são objetivas e deve-se utilizar com provadores treinados de acordo com as exigências do teste e do problema onde será aplicado. Espera-se uma alta reprodutibilidade dos resultados, como fruto do treinamento dos provadores, onde se controla a veracidade e consistência da resposta. Nos testes afetivos as respostas são subjetivas e não é utilizado o treinamento de provadores porque espera-se que as respostas resultem da reação espontânea do indivíduo ao avaliar o alimento. (PENNA, 1999).

3.4.1 Análise sensorial descritiva

Análise descritiva é um termo geralmente usado para os métodos descritivos que identificam, quantificam e descrevem os atributos sensoriais do alimento por meio de pessoas treinadas. São, geralmente, considerados como técnicas de análise descritiva o perfil de sabor, perfil de textura, análise descritiva e quantitativa, análise descritiva de spectrum e perfil livre (STONE e SIDEL, 1993; PIGOTT et al., 1998; LAWLESS e HEYMANN, 1998).

A análise descritiva é o mais sofisticado dos métodos disponíveis para o profissional da área, quando comparado com métodos de discriminação e aceitação. Os resultados possibilitam ao pesquisador indicar ingredientes específicos ou variáveis do processo para especificar mudanças em um ou todos atributos sensoriais de um produto específico (STONE e SIDEL, 1993).

A análise descritiva quantitativa (ADQ) pode ser considerada como a primeira fase na caracterização sensorial de um alimento, desde que uma terminologia pré-definida para descrever as percepções sensoriais seja empregada, (MOSKOWITZ, 1983; PIGOTT et al., 1998). A análise descritiva quantitativa fornece uma completa descrição de todas as propriedades do produto e também a base para determinar estes atributos sensoriais que são importantes para aceitação (STONE e SIDEL 1993). No entanto, a validade dos resultados obtidos depende principalmente da correta seleção inicial dos descritores, e da capacidade dos provadores para identificar e quantificar cada atributo (MONTOUTO-GRAÑA et al., 2002).

Na técnica de ADQ o indivíduo treinado identifica e quantifica, em ordem de ocorrência, as propriedades sensoriais de um produto ou ingrediente (STONE et al., 1974). São características desta metodologia: um número restrito de provadores (10 a 12), seleção e treinamento de provadores, possibilidade de avaliar múltiplos produtos, desenvolvimento de uma linguagem sensorial descritiva, informação quantitativa e repetição de provas e utilização de testes estatísticos para avaliar os resultados finais (PIGGOT et al., 1998; STONE e SIDEL, 1993).

Na ADQ, os testes são realizados em cabines individuais e as amostras são codificadas. Escalas de intervalo são utilizadas para medir a intensidade de percepção dos atributos sensoriais. A análise de variância (ANOVA) é o método estatístico mais apropriado para avaliar as respostas obtidas e coeficiente de correlação são utilizados para determinar relações entre as várias escalas de medida (STONE et al., 1974). Frequentemente utiliza-se o diagrama aranha para representar os resultados graficamente (STONE e SIDEL, 1993; STONE et al., 1974). Uma outra forma de avaliar os resultados da análise descritiva quantitativa, a qual permite análise global dos resultados, é a técnica multivariada de Análise dos Componentes Principais (ACP) que mostra as relações existentes entre as amostras além de evidenciar os atributos que melhor caracterizam cada amostra (Da SILVA e DAMÁSIO, 1994; NYAMBAKA e RYLEY, 2004).

A ACP é uma técnica de transformação dos dados, onde se constrói um novo conjunto de variáveis, menos numerosos que no original e que resume adequadamente a informação contida nas variáveis originais. A técnica busca reduzir o

espaço das variáveis criando eixos ortogonais que são combinações lineares das variáveis originais denominados componentes principais. É medido o poder de cada variável no seu respectivo componente, o que permite diminuir a estrutura de variáveis originais numa nova estrutura de variáveis originais numa nova estrutura menor que a inicial (FERRAUDO, 2002).

Na ACP as unidades amostrais são distribuídas em gráficos bidimensionais ou tridimensionais onde eixos ortogonais são componentes principais. Estas representações das unidades amostrais nestes gráficos só é possível se os dois ou três componentes conseguirem acumular expressivas porcentagens das informações originais. Dessa maneira pode-se definir os possíveis agrupamentos com base na semelhança, que será maior quando mais próximos se localizarem as unidades amostrais no gráfico (FERRAUDO, 2002).

Na análise sensorial descritiva as principais causas de divergência nas respostas dos provadores são: efeito de interpretação (emprego de diferentes termos ou combinações de termos para descrição do produto), efeito de nível (variação na avaliação da intensidade do atributo), efeito de faixa (tendência do provador a utilizar diferentes partes da escala), percepção de diferentes estímulos e variação entre sessões (OP & P PRODUCT RESEARCH, 1998). Esses efeitos podem ser minimizados pelo treinamento e detectados na seleção final de provadores, no entanto, quando a equipe sensorial é pequena, retirar os resultados dos provadores pode ser um problema.

A Análise de Procustes Generalizada (APG) é uma técnica estatística que tem sido usualmente empregada para análise de dados de Perfil Livre (método descritivo onde não há treinamento de provadores), corrigindo as variações causadas pelos efeitos de interpretação, nível e faixa. Os efeitos de percepção de diferentes estímulos e a variação entre sessões não corrigidas pela APG, mas os provadores podem ser identificados e os resultados eliminados (OP & P PRODUCT RESEARCH, 1998; MURRAY et al., 2001).

O princípio da técnica APG é aproximar as configurações de cada provador a uma média, ou consenso, maximizando as similaridades geométricas (Da SILVA e DAMÁSIO, 1994).

Essa técnica pode também ser aplicada aos resultados da ADQ, resolvendo inconsistências incorridas durante perfil convencional com atributos fixos, quando o provador tem dificuldade para descrever uma sensação particular ou como uma informação adicional para verificar a eficiência e repetibilidade da equipe (RODRIGUE et al., 2000).

3.4.2 Análise sensorial de feijão

O feijão é um produto de grande consumo no mundo e entre as culturas de grãos, é o que apresenta o maior nível de variabilidade quanto à cor, tamanho dos grãos, tornando-se necessário o estudo das características dos grãos que influenciam as pessoas quanto à preferência por determinada variedade, o que é crucial no processo de desenvolvimento ou melhoramento dos produtos.

Martínez et al. (1995) utilizaram uma equipe sensorial de 64 consumidores para avaliar 7 características sensoriais (cor, brilho, dureza, suculência, fibrosidade, sabor do feijão cozido e aceitação global) de duas variedades de feijão verde (*Phaseolus vulgaris* L.) e concluíram que a aceitação dependia principalmente das características de textura (suculência, dureza e fibrosidade). No estudo dos parâmetros físico-químicos, verificaram que os conteúdos de umidade, clorofila, acidez, sólidos solúveis em água e sólidos insolúveis em álcool são medidas adequadas da qualidade desses feijões verdes para indicar o tempo da colheita. No entanto, exceto para o conteúdo de umidade, resultados da análise estatística de escala multidimensional sugerem uma fraca relação entre os critérios de qualidade dos grãos crus e as características sensoriais dos grãos verdes cozidos.

Van Ruth et al. (1995) avaliaram compostos voláteis de pimenta, alho e feijão francês reidratados por meio de cromatografia gasosa, por um sistema modelo e por análise sensorial descritiva quantitativa. A equipe de provadores composta por 21 indivíduos com idade entre 20-55 anos foi selecionada e treinada. Os atributos de sabor foram gerados durante as sessões de treinamento e resultou em uma lista de 16

atributos (doce, ácido, picante, amargo, feijão fresco, pimenta, alho, cebola, vegetais cozidos, capim, condimento, cítrico, cogumelo, químico, queimado e podre). Os resultados demonstraram que os odores mais pronunciados no feijão francês foram vegetais cozidos, capim, doce e condimentos. A análise de componentes principais correlacionando os vegetais reidratados com atributos sensoriais e compostos voláteis, mostrou a considerável contribuição de compostos voláteis para o sabor dos vegetais.

Castellanos et al. (1997) estudaram os hábitos preferenciais dos consumidores de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), no México. Verificaram que os hábitos estão relacionados às regiões do país, e que as características que direcionam a preferência são a cor, tamanho e brilho do tegumento e estas variam de acordo com a classe comercial do feijão. Além disso, as características que os consumidores levam em conta para estabelecer suas preferências são o tempo de cozimento, o sabor e a aparência do feijão cozido. A forma mais comum do preparo do feijão é sem maceração prévia ao cozimento e o sal é adicionado ao final do processo de cozimento para não afetar o sabor, sendo que os testes sensoriais de laboratório confirmaram que esta forma de preparo afeta positivamente a aceitação do feijão cozido pelos provadores.

Knochel et al. (1997) avaliaram as mudanças físico-química e sensoriais de feijões verdes (*Phaseolus vulgaris*) cozidos a vácuo com uma barreira de filme impermeável e em seguida estocados a 0 – 3°C por 25 dias. Os feijões foram avaliados sensorialmente após 1, 8 e 14 dias de estocagem por uma equipe treinada composta por apenas 6 pessoas. Análise do perfil sensorial foi usada para descrever cor, odor, sabor e textura usando uma escala vertical de 15 cm ancorada nos extremos com os termos pouco e muito. Foram observadas mudanças na cor dos feijões estocados por 8 e 14 dias comparados aos estocados por um dia, o odor de feijão verde não mudou com 1 e 8 dias de estocagem, porém com 14 dias houve decréscimo do odor. O odor de capim murcho aumentou significativamente a 14 dias de estocagem e o sabor de feijão verde fresco decresce também a partir de 14 dias de estocagem. Quanto à textura não houve alteração na maciez, crocância e succulência decresceu a partir do 1 dia de estocagem. As mudanças na cor e na textura foram fatores limitantes durante a estocagem dos feijões nas condições estudadas.

Calvo e Rey (1999) estabeleceram protocolo para preparo e avaliação do perfil de textura sensorial de diferentes variedades de feijões (*Phaseolus vulgaris*) que são características do mercado espanhol. Verificaram diferenças de textura entre as variedades e entre as diferentes origens para uma mesma variedade de feijão.

Carneiro et al. (2005) avaliaram sensorialmente sete variedades de feijão, recomendadas no Estado de Minas Gerais e três linhagens promissoras. Todas as amostras foram cozidas em panela de pressão por 23 minutos e servidas aos provadores. Análise descritiva quantitativa, realizada por 8 provadores treinados revelou que, os dez cultivares de feijão diferiram em relação aos atributos gosto amargo, dureza, granulosidade, casca residual, ruptura do tegumento, cor marrom, cor preta, uniformidade da cor, sabor característico e gosto amargo. No entanto não houve diferença na aceitabilidade das cultivares e todas tiveram boa aceitação quando avaliadas por 30 consumidores de diferentes classes.

De Moura et al. (2005) avaliaram atributos sensoriais de feijão preto submetido à irradiação gama de cobalto-60. O estudo envolveu provadores, na faixa etária de 17 a 23 anos, selecionados para análise descritiva quantitativa. Os provadores verificaram alterações quanto a aparência, aroma, sabor e textura em feijão preto irradiado com doses 2, 4, 6, 8 e 10kGy e feijão preto não irradiado. Verificaram que as amostras irradiadas apresentaram diminuição do sabor amargo, cor acentuada e brilhante e a não irradiada textura seca. Demonstrando que a irradiação como um método de conservação pode ser utilizado em feijões pretos nas doses estudadas.

Armelin et al. (2006) também avaliaram o efeito da radiação (1, 2, 6 e 10 kGy) nos atributos sensoriais de feijões (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade Carioca Tybatã por meio da análise descritiva quantitativa. A equipe de 12 provadores (9 mulheres e 3 homens) foi selecionada e treinada para avaliar 5 atributos de aparência (cor, brilho, uniformidade, integridade e viscosidade do caldo), e 6 atributos de aroma (aroma característico, novo, adocicado, queimado, metálico e requeimado), 7 atributos de sabor (sabor característico, queimado, amargo, fresco, metálico e requeimado), 3 atributos em relação a textura (macia, arenosa, suculência), após o feijão cozido. Observaram que as amostras com doses de 6 e 10 kGy apresentaram diferenças na cor e brilho e as amostras tratadas com 2kGy e a controle tiveram maior quantidade de

grãos partidos. Amostras tratadas com 6 e 10 kGy apresentaram diferenças de aroma característicos e aroma novo mas, controle e a amostra tratada com 1 kGy não. As amostras tratadas com 10kGy apresentaram sabor não característico, sabor de queimado, amargo e metálico. A firmeza e arenosidade aumentou com 10 kGy. A suculência não diferiu para o controle, 1 e 2 kGy. As doses radiativas utilizadas nesse trabalho promoveram alterações na qualidade sensorial do feijão estudado.

Kala e Prakash (2006) avaliaram a composição nutricional e atributos sensoriais de feijão (*Phaseolus vulgaris var. vulgaris*), berinjela (*Solanum melongena esculentum*), *Knol-Khol* (*Brassica oleracea var caulorapa*), rabanete (*Rhphanus var sativus*) cozidos por diferentes métodos (convencional, sob pressão e em microondas). Os atributos analisados foram, aparência, cor, odor, sabor e textura usando teste “pareado de preferência”. A equipe de provadores foi composta de 20 estudantes de pós-graduação com 20 a 23 anos de idade, não fumantes em bom estado de saúde. Eles foram familiarizados com a técnica sensorial. As amostras foram codificadas e servidas em 4 diferentes pares. Cada par consistia de um vegetal cozido por dois diferentes métodos exceto por um par qual consistia de vegetais cozidos pelo mesmo método. Observaram que em relação à cor do feijão houve diferença significativa o método convencional foi o mais preferido. O sabor, aroma e gosto não apresentaram diferença significativa entre as amostras de feijão. Não houve muita diferença entre os três métodos de cozimento, porém, o método convencional é o mais preferido seguido pelo cozimento em microondas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATÉRIA-PRIMA

As variedades feijões estudadas são comercializadas nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil, e foram cedidas pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). As variedades, Carioca, Saracura, IAPAR 81 e Juriti foram semeadas em setembro de 2004 e colhidas em dezembro de 2004. As variedades Pérola, Colibri e IAPAR 31 foram semeadas em janeiro 2005 e colhidas em abril de 2005. Após a colheita, os grãos foram armazenados em silos a temperatura ambiente e secos por um período de aproximadamente 10 dias até que atingissem cerca de 12% de umidade. Após este período as amostras de feijão foram mantidas em câmara fria a 4 °C no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UEL até a realização das análises (Liu et al. 1992).

O cultivo foi realizado em solo classificado como Latosolo roxo distrófico (rico em alumínio), na cidade de Pato Branco-PR (latitude 26° 11'S, longitude 52° 42' W a 740 metros de altitude).

4.2 CARACTERÍSTICAS DO FEIJÃO CRU

4.2.1 Umidade

As amostras foram trituradas e dessecadas em estufa a 105C^o até peso constante, segundo método da AACC (1995).

4.2.2 Proteína

O nitrogênio foi determinado pela técnica de Micro Kjeldahj (AACC 1995) e utilizou-se o fator de conversão 6,25 para obter o teor de proteína.

4.2.3 Lipídios

O teor de lipídeos foi determinado por meio de extração contínua com éter de petróleo, em aparelho Soxhlet durante 6 horas, segundo AAAC (1995).

4.2.4 Cinzas

O teor de cinzas foi calculado após incineração da amostra em mufla a 550°C, até peso constante, conforme o método AACC (1995).

4.2.5 Carboidratos

O teor de carboidratos foi estimado por diferença dos constituintes da composição centesimal.

4.2.6 Teor de P, K, Ca, N, Mg, Cu, Zn, B, Fe e Mn

Para análise dos minerais as amostras foram digeridas em ácido nitroperclórico. Após diluição adequada, a leitura foi realizada por espectrometria de emissão de plasma em aparelho Plasma ICAP 61E (Thermo Jarrel Ash Corporation). A análise foi feita em parceria com o Laboratório de Solos do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, Londrina-Pr.

4.2.7 Tamanho dos grãos

O tamanho médio dos grãos de cada variedade foi estabelecido de acordo com o peso de 100 unidades e classificado segundo Zimmermann, Rocha e Yamada (1988).

Muito pequeno	<20 gramas
Pequeno	20 a 30 gramas
Médio	30 a 40 gramas
Normal	40 a 50 gramas
Grande	>60 gramas

4.2.8 Cor dos grãos de feijão

Os parâmetros de cor L*(luminosidade); a*(componente vermelho - verde); b*(componente amarelo - azul) dos grãos de feijão foram determinados utilizando o colorímetro Byk Gardner (modelo 45/0). O equipamento possui a seguinte especificação: iluminante CIE D₆₅ e observador padrão CIE 10°. Os grãos foram colocados em uma placa de petri, e foram tomadas medidas em cinco pontos da placa

(no lado superior, inferior, direito, esquerdo e no meio). Os valores de tonalidade cromática (H^*) e croma ou saturação (C^*) foram determinados pelas seguintes equações:

$$H^* = [\text{arc tang } (b^*/a^*)] \quad (\text{Equação 1})$$

$$C^* = (a^{*2}+b^{*2})^{1/2} \quad (\text{Equação 2})$$

4.2.9 Dureza do grão

A dureza dos grãos crus foi determinada em Newton (N) por meio do Texturômetro TA-XT2 (Texture Technologies Corp., White Plains) com 30 repetições por variedade, sendo cada repetição um grão. Os grãos crus, selecionados ao acaso, foram submetidos à força de compressão a uma velocidade constante de 2,0mm/seg, com a compressão realizada com 70% da altura inicial utilizando-se o cilindro de alumínio (P25L com 2,5 mm de diâmetro).

4.2.10 Grau de hidratação dos feijões

Os grãos de feijão foram deixados em maceração em água por 16 horas a temperatura ambiente na proporção de 1:5 (p/v). Após o período, a diferença de peso do grão foi utilizada como grau de hidratação expresso em massa (g) de água absorvida por 100g de amostra segundo Lu et al. (1996).

4.3 QUALIDADE DE COZIMENTO

4.3.1 Medida instrumental do tempo de cozimento

A medida do tempo de cozimento dos grãos foi determinada por meio de um equipamento de MATTSON adaptado. Os grãos foram deixados em maceração por 16 horas antes do cozimento. O equipamento possui 25 cilindros calibrados sob os quais os grãos foram colocados para cocção, e o tempo de cozimento foi determinado quando 50% e mais um dos cilindros penetraram nos grãos (JACKSON & VARRIANO-MARSTON, 1981).

4.3.2 Integridade dos grãos após o cozimento

Para cada variedade, 10g de grãos foram deixados em maceração, em 100mL de água, durante 16 horas em temperatura ambiente. Após este período os grãos foram colocados em frascos de vidro contendo água, tampados e cozidos em banho-maria (água a 100 °C) por uma hora. Após o cozimento, foi verificada a quantidade de grãos que permaneceram íntegros. Os resultados foram expressos em porcentagem de grãos inteiros (PLHAK et al., 1989; GARCIA-VELA, STANLEY, 1989).

4.3.3 Cozimento dos feijões para as demais análises

As amostras de feijão foram cozidas em água em ebulição na proporção de 1:12 (grãos de feijão: água) pelo tempo necessário para atingirem a textura sensorial ótima, utilizando-se panela de alumínio destampada e fogão a gás. Os feijões cozidos foram mantidos em recipientes fechados e em caixa de isopor para

evitar perda de umidade e resfriamento até realização das análises. As amostras destinadas à análise sensorial descritiva foram mantidas em Banho–Maria a 60°C.

O tempo de cozimento para atingir a textura sensorial ótima foi determinado conforme o item 4.2.2.2.1.

4.3.4 Dureza dos grãos cozidos

Dureza dos grãos cozidos no tempo ótimo sensorial foi determinada em Newton (N) utilizando o Texturômetro TA-XT2 (Texture Technologies Corp., White Plains), conforme descrito no item 4.2.8.

4.3.5 Cor dos grãos cozidos

A cor dos grãos cozidos no tempo ótimo sensorial foi avaliada de acordo com a metodologia descrita no item 4.2.7

4.3.6 Absorção de água durante o cozimento

Para medir a absorção de água durante o cozimento, os grãos foram pesados antes e após o cozimento no tempo ótimo sensorial. E a diferença obtida foi expressa em massa (g) de água absorvida por 100g de amostra crua (Lu et al., 1996).

4.4 ANÁLISES DO MEIO DE COZÇÃO DOS GRÃOS NO TEMPO ÓTIMO SENSORIAL

4.4.1 Viscosidade do meio de cocção do meio de cocção

Após o cozimento no tempo ótimo, o meio de cocção foi separado dos grãos, colocado em um becker forma alta de 600mL e medida a viscosidade do meio, utilizando Viscosímetro Brookfield modelo DV – 11 + viscometer, com rotação a 50 rpm durante 20 segundos, spindle (1). Os resultados foram expresso em cP

4.4.2 Condutividade elétrica do meio de cocção

A condutância elétrica do meio de cocção foi medida utilizando condutivímetro (TECNOPON modelo MCA 150, Série 3176/201). Para calibração do equipamento foi utilizada solução padrão 146 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Após o cozimento, o meio foi separado dos grãos e colocado em becker de 1000mL, o eletrodo do aparelho foi introduzido no meio de cocção e realizada a medida de condutância. Os resultados foram expresso em $\mu\text{S}/\text{cm}$.

4.4.3 Sólidos totais no meio de cocção

Após a cocção dos grãos de feijão foram coletados 5 mL do meio de cocção e transferidos para um pesa filtro de alumínio tarado. O líquido foi evaporado em banho-maria, seco em estufa a 105°C por 6 horas e pesado (PEREIRA, 2000). O resultado foi expresso como massa (g) de sólidos totais por 100 g de meio após a cocção das amostras.

4.4.4 Sólidos insolúveis do meio de cocção

Após a cocção dos grãos, foram coletados 5mL do meio e centrifugados a 100 G por 20 minutos e o resíduo foi transferido para um pesa filtro de alumínio tarado. O líquido foi evaporado em banho-maria, seco em estufa a 105 °C/2hs e pesado (PEREIRA, 2000). O resultado foi expresso como massa (g) de sólidos insolúveis por 100g de meio após a cocção das amostras.

4.4.5 Sólidos solúveis no meio de cocção

O teor de sólidos solúveis foi determinado por diferença entre os teores de sólidos totais e sólidos insolúveis. O resultado foi expresso como massa (g) de sólidos solúveis por 100g de meio de cocção das amostras.

4.5 Análise Sensorial

As análises foram realizadas no laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos da UEL, em cabines individuais, com luz branca.

4.5.1 Determinação do tempo de cozimento ótimo

As amostras foram cozidas conforme item 4.3.1 durante os tempos mostrados no Quadro 1. Os tempos de cozimento dos grãos para as diferentes

variedade foram determinados a partir do tempo de cocção obtido pelo aparelho de Mattson.

Variedades	Tempos de Cozimento (minutos)				
Carioca	5	20	35	50	65
IAPAR 81	5	20	35	50	65
Saracura	5	15	25	35	45
Juriti	5	20	35	50	65
Pérola	5	20	35	50	65
Colibri	5	20	35	50	65
IAPAR 31	5	15	25	35	45

Quadro 1– Tempos de cozimento das amostras de feijão utilizados para determinação do tempo ótimo.

O tempo requerido para alcançar a textura ótima foi considerado como o “tempo de cozimento ótimo” e foi determinado pelo teste de escala do ideal, bipolar, de sete pontos para textura (1- muito duro; 4 ótimo, 7- muito cozida (desintegrando) (HARADA et al., 1985; MEILGAARD et al., 1999).

Um grupo de vinte e cinco consumidores, de ambos os sexos, avaliaram as amostras de feijões nos diferentes tempos de cozimento utilizando a ficha apresentada na Figura 2.

Avaliação de Feijão																	
NOME:		DATA															
<p>Com a finalidade de determinar o grau de cozimento de feijões, avalie cada amostra codificada e utilize a escala abaixo para indicar como se encontra a textura.</p> <p>Instrução:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Muito duro 2- 3- 4- ótimo 5- 6- 7- Muito cozido (desintegrando) 																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; padding: 5px;">Amostra:</td> <td style="width: 15%; border-bottom: 1px solid black;"></td> <td style="width: 15%; border-bottom: 1px solid black;"></td> <td style="width: 15%; border-bottom: 1px solid black;"></td> <td style="width: 15%; border-bottom: 1px solid black;"></td> <td style="width: 15%; border-bottom: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Nota:</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> </tr> </table>						Amostra:						Nota:					
Amostra:																	
Nota:																	
<p>Comentários:.....</p>																	

Figura 2 – Modelo de ficha para determinação do tempo de cozimento ótimo de feijão.

4.5.2 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

Foi realizada análise descritiva quantitativa dos feijões cozidos no tempo ótimo. Os procedimentos utilizados foram os propostos por Stone et al. (1974) e Stone & Sidel (1993).

4.5.2.1 Recrutamento e pré-seleção de provadores

Os provadores foram recrutados dentre os alunos do departamento TAM/CCA/UEL e selecionados em função de seus desempenhos em testes de reconhecimento de gostos e odores básicos e de ordenação de dureza (PENNA, 1980; MEILGAARD et al., 1999).

No recrutamento foi solicitado o preenchimento de um questionário (ANEXO A) para a obtenção de informações sobre os provadores quanto ao interesse, disponibilidade de tempo para realização dos testes, saúde, afinidade com o produto a ser avaliado e facilidade de expressão.

A capacidade dos voluntários em reconhecer os gostos básicos foi avaliada por meio do teste proposto por Caul citado por PENNA (1980), em que cada indivíduo avaliou o gosto de uma série de soluções aquosas contendo sacarose (0,4 e 0,8%), ácido cítrico (0,02; 0,03 e 0,04%), cloreto de sódio (0,08 e 0,15%) e cafeína (0,02 e 0,03%) (Figura 3). Indivíduos que não conseguiram identificar pelo menos uma das soluções referentes a cada gosto básico foram eliminados da equipe sensorial a ser formada.

TESTE DE ORDENAÇÃO DE INTENSIDADE DE DUREZA	
NOME:.....	DATA...../...../.....
<p>Por favor, ordene as amostras de acordo com a dureza (força requerida para romper um alimento entre os dentes molares).</p> <p>Ordenar a amostra menos dura como primeira e a amostra mais dura como a última.</p>	
Primeira	
Segunda	
Terceira	

Figura 5 – Ficha utilizada na seleção de provador para ordenação de intensidade de dureza

Estes produtos foram selecionados utilizando como referência à escala padrão de dureza descrita por Szczesniak et al. (1963) e recomendados pela ASTM (1981) e ISO (1992). A dureza para cada produto foi confirmada pela medida em texturômetro TA-XT2. As amostras foram comprimidas 25% da altura inicial com uma força de 0,05N utilizando-se um ciclo de compressão à velocidade constante de 2 mm/s com sensor (“probe”) cilíndrico P25/L (Tabela 1).

Tabela 1 – Amostras utilizadas para o teste de ordenação de intensidade de dureza e os resultados obtidos em texturômetro.

Produto	Tipo	Marca	Tamanho	Temperatura	Dureza (N)*
Castanha de caju	Torrada	Iracema	1 unidade	Ambiente	36,00±7,83
Cenoura	Cura	“In natura”	Cubo 2,0 cm	Ambiente	197,30±44,38
Bala	Dura	7 Belo	1 unidade	Ambiente	309,07±27,45

(*) Médias de 4 repetições ± desvio padrão

4.5.2.2 Desenvolvimento da terminologia descritiva

O desenvolvimento da terminologia descritiva das diferentes variedades de feijão foi conduzido utilizando o Método de Rede (MOSKWITZ, 1983). Em cabines individuais de avaliação sensorial, as amostras cozidas, no tempo ótimo sensorial de feijões IAPAR 31, Colibri, Carioca, Saracura e Juriti foram apresentadas aos pares aos provadores previamente selecionados. Aos provadores foi solicitado (Figura 6) que descrevessem as semelhanças e as diferenças entre as amostras de cada par com relação à aparência, aroma, sabor e textura. Um par de amostras foi analisado a cada sessão.

Após cada provador ter gerado seus próprios termos para descrever as semelhanças e diferenças entre as amostras de cada par analisado, foi realizada uma discussão em grupo, para selecionar os termos descritivos mais citados, agrupar os semelhantes e sugerir amostras de referência para serem utilizadas no treinamento.

Sessões suplementares de avaliação das amostras de referência e de discussão em grupo foram realizadas com a finalidade do uso consensual de termos descritivos pela equipe sensorial, desenvolvimento de um glossário (definição de cada termo descritivo) e elaboração da ficha de avaliação das amostras. A escala utilizada foi a não-estruturada de 9 cm ancorada nos extremos com palavras que indicam o aumento da intensidade de cada atributo da esquerda para a direita (STONE e SIDEL, 1993; BELLARDE et al., 1995).

FICHA PARA LEVANTAMENTO DE TERMINOLOGIA DESCRITIVA		
(MÉTODO DE REDE)		
NOME:		DATA:/..../....
Por favor, compare as duas amostras quanto à aparência, aroma, sabor textura, e descreva em que elas são semelhantes e em que são diferentes.		
Amostras:..... e		
	Semelhanças	Diferenças
Aparência:		
Aroma:		
Sabor:		
Textura:		

Figura 6 – Ficha utilizada para levantamento da terminologia descritiva (método de rede).

4.5.2.3 Treinamento da equipe sensorial

Durante as sessões de treinamento, foram apresentadas aos provadores amostras de referência representando os extremos da escala para cada um dos atributos (descritores) pertencentes à ficha de avaliação previamente desenvolvida pela equipe sensorial. A definição de cada atributo foi colocada à disposição dos provadores em cada sessão de treinamento.

Após várias sessões de treinamento, foi realizada nova seleção de provadores. Foram apresentadas três amostras de feijão cozido (Tabela 2) aos

provedores utilizando o delineamento experimental de blocos completos casualizados. Foi solicitado aos provedores que avaliassem os atributos já definidos anteriormente utilizando a ficha de avaliação elaborada pela equipe (DAMÁSIO e COSTELL, 1991; STONE e SIDEL, 1993; ANZALDUA-MORALES, 1994; PIGGOTT, 1998). O teste foi repetido três vezes.

Tabela 2 – Amostras de feijão utilizado para seleção final de provedores

Amostras	Tempo de cozimento*
IAPAR 31	50 minutos
Pérola	71 minutos
Saracura	42 minutos

*Tempo determinado conforme item 4.5.1

Com os dados obtidos, os provedores foram selecionados de acordo com sua capacidade em discriminar amostras, repetibilidade e concordância com a equipe.

Para avaliar o poder de discriminação e a repetibilidade de cada provador, foi aplicada uma análise de variância de dois fatores (amostras e repetições) e o teste F de Snedecor aos dados e cada provador, para cada um dos atributos avaliados, utilizando o programa SAS (SAS INSTITUTE, 1989-1996).

Com relação ao poder de discriminação, foram selecionados os provedores que apresentaram valores de $F_{amostra}$ com nível de significância máximo de 50% ($p \leq 0,5$). Para o critério repetibilidade, foram selecionados provedores com valores de $F_{repetição}$ com nível de significância mínimo de 5% ($p \geq 0,05$). Para a avaliação da concordância de cada provador com a equipe, foram comparadas as ordens das médias de intensidade de cada atributo fornecidas por cada provador às amostras com ordens das médias da equipe (DAMÁSIO e COSTELL, 1991; CARDELLO et al., 2000). Para avaliar o consenso dos membros da equipe, os dados também foram submetidos à Análise de Procustes Generalizada (OP & P Research, 1998).

4.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises químicas das sete variedades de feijão foram conduzidas conforme o delineamento inteiramente ao acaso com 4 repetições. Para as avaliações de textura instrumental do feijão cru e cozido foram feitas 3 repetições com 10 determinações em cada repetição, onde cada determinação foi feita em uma unidade de grão. Os resultados foram testados por análise de variância (ANOVA) e foi aplicado o teste de comparação de médias de Tukey utilizando-se o programa SAS (SAS INSTITUTE INC, 1996) e pela Análise de Componentes Principais por meio do programa STATISTICA 6.0.

A análise descritiva quantitativa das sete variedades de feijão foi conduzida de acordo com delineamento experimental de blocos incompletos casualizados, (plano 11.7, $t=7$, $k=3$, $r=3$, $b=7$, $\lambda=1$, $E=0,78$), (COCHAN E COX, 1957).

t = número de tratamentos (número de variedades);

k = número de tratamento/sessão;

r = número de repetições;

b = número de sessões (blocos);

λ = número de vezes que dois tratamentos aparecem juntos em um mesmo bloco (sessão).

E = eficiência

Os resultados da análise descritiva foram testados por ANOVA com duas fontes de variação (tratamentos e provadores) e interação e foi aplicado o teste de comparação de médias de Tukey utilizando o programa SAS (SAS INSTITUTE INC, 1996). Os resultados também foram analisados pela Análise de Componentes Principais (STATISTICA 6.0) e Análise de Procustes Generalizada (OP & P RESEARDH, 1998).

O teste sensorial para determinação do tempo de cozimento ótimo de cada variedade foi conduzido de acordo com delineamento experimental de blocos completos casualizados, sendo atribuídos a tratamento, os tempos de cozimento a blocos, os provadores. Os valores sensoriais (textura), médios obtidos para cada tempo

de cozimento foram utilizados para a análise de regressão em função do tempo de cozimento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISES DOS GRÃOS CRUS

5.1.1 Características físicas dos grãos cru

Os grãos de feijão das variedades estudadas eram pequenos, com formato arredondado alongado e coloração variando do bege ao marrom claro. Verificou-se que os grãos da variedade Carioca eram mais escuro que os demais, com tonalidade marrom clara. A superfície dos grãos da variedade IAPAR 31 é listrada, característica peculiar em relação às outras variedades.

O estudo das características, tamanho e formato dos grãos de feijão é importante, porque podem influenciar o consumidor na escolha por uma determinada variedade para o consumo. Na Tabela 3 encontram-se os resultados das análises dos parâmetros de cor e tamanho dos grãos de feijão das sete variedades estudadas.

Tabela 3 – Parâmetros de cor (L*, a*, b*, H* e C*) e tamanho de grãos de feijão crus variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31^{1, 2}.

Variedades	L*	a*	b*	Tonalidade Cromática (H*)	Croma (C*)	Tamanho dos grãos
Carioca	41,29±1,17 ^b	12,17±0,52 ^a	18,97±0,92 ^a	57,22±0,29 ^b	21,74±1,71 ^a	Pequeno
IAPAR 81	48,6±0,58 ^a	9,72±0,03 ^b	18,76±0,74 ^{ab}	62,39±0,81 ^a	21,19±0,52 ^{ab}	Pequeno
Saracura	48,90±2,12 ^a	9,46±0,47 ^b	19,21±0,26 ^a	63,63±1,08 ^a	21,44±0,28 ^a	Pequeno
Juriti	49,44±1,19 ^a	9,96±0,85 ^b	19,52±0,04 ^a	62,91±1,88 ^a	31,94±0,35 ^a	Pequeno
Pérola	49,63±1,46 ^a	9,85±0,35 ^b	18,88±0,45 ^a	62,35±0,75 ^a	21,32±0,42 ^a	Pequeno
Colibri	48,55±2,64 ^a	9,03±0,36 ^b	17,48±2,48 ^b	61,27±1,83 ^a	19,09±0,63 ^b	Pequeno
IAPAR 31	51,27±0,08 ^a	9,48±0,38 ^b	19,44±0,66 ^a	63,67±1,43 ^a	21,67±0,38 ^a	Muito pequeno

L*= Luminosidade (0=preto; 100=branco); a* (-=verde; +=vermelho); b*(-=azul; +=amarelo).

¹Média de três repetições com cinco determinações cada±desvio padrão

²Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si para p≤0,05.

Os grãos das variedades IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31 apresentaram valores de L* semelhantes e diferiram apenas dos grãos da variedade Carioca. Os feijões da variedade Carioca apresentaram o menor valor de luminosidade (41,29) indicando serem mais escuro que as demais variedades. Coelho (2004) estudou duas variedades de feijões (Carioca e feijão preto) em diferentes tempos de armazenamento, os feijões da variedade Carioca recém colhidos apresentaram 42,05 de luminosidade valor semelhante ao obtido neste trabalho.

Krebbers et al. (2002) mediram a cor do feijão verde cru após terem sido armazenados por um mês a 6 °C, e após cozimento por diferentes métodos de cocção. Para o feijão cru obtiveram um valor de L* de 41,5; valor semelhante ao obtido neste trabalho para variedade Carioca.

Os valores de a* (componente vermelho - verde) foram semelhantes para as variedades IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31 (9,03 a 9,96) e diferiram apenas da variedade Carioca, que apresentou o maior valor (12, 17), sendo

mais avermelhadas que as demais variedades. Os valores obtidos neste trabalho foram superiores os obtidos por Krebbers et al. (2002) de -16,1.

Em relação ao parâmetro b^* (componente amarelo – azul), os grãos da variedade Colibri foram os menos amarelos, tendo apresentado o menor valor (17,48), porém, não diferiu do valor obtido pela dos grãos da variedade IAPAR 81. A variedade IAPAR 81 também não diferiu das demais variedades que foram semelhantes entre si, sendo as mais amareladas. Os valores obtidos com as variedades estudadas foram inferiores ao obtido por Krebbers et al. (2002) para feijão verde (22,1).

Não houve diferença para os valores de Tonalidade Cromática (H^*) dos grãos das variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola e IAPAR 31, sendo superiores aos da variedade Carioca (57,27) por possuírem grãos mais avermelhados.

Em relação ao Croma (C^*), os grãos da variedade Colibri obtiveram o menor valor (19,09), porém, não diferiu significativamente dos grãos da variedade IAPAR 81 que não diferiu das demais variedades.

Os fatores que podem influenciar a cor e o tamanho de grãos de feijão são a variedade, período de plantio, composição química dos grãos, tempo de armazenamento, entre outros. Segundo Mori (2001) e Rios et al. (2002), o consumidor brasileiro prefere grãos recém colhidos devido à textura mais macia, apesar de serem mais claros.

Segundo a classificação de tamanho adotada por Zirmmermann, Rocha e Yamada (1988), os grãos de feijão estudados foram considerados pequenos, exceto os grãos da variedade IAPAR 31 que foram classificados como muito pequenos.

Os resultados da avaliação da dureza dos grãos encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Dureza dos grãos de feijão crus inteiros das variedades Carioca, IAPAR 81 Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31^{1, 2, 3}.

Variedades	Dureza
Carioca	120,29 ± 17,36 ^{cb}
IAPAR81	164,30 ± 6,10 ^a
Saracura	158,23 ± 13,29 ^a
Juriti	143,28 ± 1,89 ^{ab}
Pérola	98,55 ± 10,09 ^c
Colibri	120,74 ± 7,10 ^{bc}
IAPAR31	113,28 ± 4,02 ^c

¹Média de três repetições com dez determinações cada ± desvio padrão.

²Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si para $p \leq 0,05$.

³ Resultados expresso em Newton.

Os grãos da variedade IAPAR 81 Saracura e Juriti apresentaram os maiores valores de dureza; os grãos da variedade Juriti não diferiram significativamente dos da variedade Carioca, que por sua vez, também apresentou valor semelhante aos dos grãos das demais variedades. Enquanto que os grãos das variedades Pérola, Colibri e IAPAR 31 foram os mais macios.

A textura pode ser influenciada pelo local e pelo período de produção, pelo tempo e por condições de armazenamento, composição química entre outros fatores. Provavelmente as diferenças nos valores de textura dos grãos de feijões estudados neste trabalho, são devido às características de cada variedade.

5.1.2 Composição química

Os teores de umidade, proteínas, lipídeos, cinzas e carboidratos das sete variedades de feijões estudados encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Composição centesimal das variedades de feijão Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31^{1, 2, 3}.

Variedades	Umidade	Proteínas	Lipídeos	Cinzas	Carboidratos
Carioca	11,94±0,36 ^C	22,77±2,24 ^a	1,13±0,20 ^c	3,98±0,19 ^a	63,93±2,34 ^a
IAPAR81	12,19±0,13 ^{bc}	23,18±0,96 ^a	1,82±0,26 ^{ab}	3,79±0,14 ^{abc}	68,72±0,82 ^a
Saracura	13,25±0,19 ^{ab}	22,73±3,24 ^a	1,71±0,20 ^{ab}	3,37±0,08 ^{ab}	67,97±3,27 ^a
Juriti	12,31±0,53 ^{bc}	22,58±1,50 ^a	1,93±0,42 ^a	3,89±0,11 ^{ab}	63,99±1,98 ^a
Pérola	13,34±0,33 ^{ab}	24,30±2,10 ^a	1,53±0,21 ^{abc}	3,88±0,02 ^{abc}	66,19±2,07 ^a
Colibri	13,36±0,95 ^{ab}	24,72±1,83 ^a	1,27±0,17 ^{bc}	3,62±0,06 ^{bc}	66,65±2,61 ^a
IAPAR31	13,92±0,78 ^a	23,79±1,58 ^a	1,28±0,16 ^{bc}	3,50±0,10 ^C	66,76±2,71 ^a

¹Média de quatro repetições com uma determinação cada±desvio padrão

²Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si para $p \leq 0,05$.

³Resultados expressos em base seca, exceto para umidade, em g/100g de amostra.

As variedades estudadas apresentaram teores de umidade que variaram de 11,94 a 13,92% de amostra. Os teores de umidade encontrados por Shimelis e Rakshit para oito variedades de feijões variaram de 9,08 a 11,00%; e por Saikia et al. (1999) foram de 10,30 a 10,60%, inferiores aos observados neste estudo, provavelmente devido a diferenças na época de colheita e de tempo de secagem após a colheita e características próprias de cada variedade.

Em relação à concentração de proteínas nos grãos, não houve diferença entre as variedades estudadas. Os valores estão próximos aos citados por Shimelis e Rakshit (2005) (19,62 a 20,55 g/100g); Costa et al. (2006) (20,90 a 22,10 g/100g) e Marconi et al. (2000) (20,80g/100g), mas acima dos valores (16,90 a 18,00 g/100g) encontrados por Saikia et al. (1999).

Foram observados diferentes teores de lipídeos, sendo que as maiores diferenças ocorreram entre as variedades Carioca e Juriti. Os resultados observados encontram-se próximos aos valores encontrados por Shimelis e Rakshit (2005) (0,67 a 1,20 g/100g) e abaixo dos valores (2,49 a 2,52 g/100g) encontrado por Costa et al. (2006); e acima dos valores (0,46 a 0,52 g/100g) encontrados por Saikia et al. (1999).

Foram observados diferentes conteúdos de cinzas nas variedades estudadas, sendo que a variedade Carioca apresentou valores superiores as variedades Colibri e IAPAR 31. Os valores observados encontram-se próximos aos valores encontrados por Shimiles e Rakshit (2005) (2,86 a 4,26 g/100g) e por Costa et al. (2006) (3,80 a 4,00g/100g) e abaixo dos valores encontrado por Saikia et al. (1999) (4,30 a 4,40 g/100g).

Os teores de carboidratos situaram-se entre 59,58 a 62,94 g/100g não havendo diferença entre as variedades. Valores semelhantes (62,05 a 65,08 g/100g) foram encontrados por Shimiles e Rakshit (2005); Costa et al. (2006) (62,85 a 66,20 g/100g) e por Saikia et al. (1999) (62,5 a 59,80 g/100g).

Para González et al. (2006) e Hosfield et al. (1984), o estudo da composição química de feijões é importante porque esta pode influenciar as propriedades culinárias do feijão. Enquanto que o genótipo da variedade, local de cultivo, condições do meio ambiente e o período de cultivo podem influenciar a qualidade nutricional e físico-químico dos grãos de feijão.

As concentrações de minerais, nos grãos de feijão estão nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6 – Composição mineral (P, K, Ca, N e Mg) dos grãos de feijão variedades: Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31^{1, 2, 3}.

Variedade	Minerais ^{1, 2, 3}				
	P	K	Ca	N	Mg
Carioca	4,56±0,13 ^a	13,33±0,63 ^{ab}	1,74±0,20 ^a	30,28±4,45 ^a	1,83±0,03 ^a
IAPAR 81	4,75±0,30 ^a	12,30±1,21 ^{ab}	1,52±0,18 ^a	29,55±5,60 ^a	1,69±0,11 ^{abc}
Saracura	4,29±0,18 ^a	13,70±0,0 ^a	1,67±0,21 ^a	29,09±1,09 ^a	1,80±0,00 ^a
Juriti	4,65±0,27 ^a	12,96±0,63 ^{ab}	0,88±0,85 ^b	29,60±1,19 ^a	1,54±0,08 ^c
Pérola	4,35±0,0 ^a	12,60±0,57 ^{ab}	1,43±0,07 ^a	31,21±2,71 ^a	1,08±0,06 ^a
Colibri	4,30±0,32 ^a	12,96±0,63 ^{ab}	1,65±0,32 ^a	33,47±2,07 ^a	1,56±0,12 ^c
IAPAR 31	4,49±0,28 ^a	11,20±1,21 ^b	1,24±0,15 ^{ab}	32,03±2,49 ^a	1,77±0,02 ^{ab}

¹Média de três repetições com uma determinação cada±desvio padrão

²Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si para p≤0,05.

³ Resultados expressos em g/kg de amostra.

Tabela 7 – Composição mineral (Cu, Zn, B, Fe e Mn) dos grãos de feijão variedades: Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31^{1, 2, 3}.

Variedade	Minerais ^{1, 2, 3}				
	Cu	Zn	B	Fe	Mn
Carioca	8,23±0,11 ^b	27,80±2,92 ^a	14,83±1,00 ^a	15,25±0,55 ^a	14,83±0,74 ^a
IAPAR 81	8,66±0,35 ^b	27,10±3,90 ^a	11,83±2,19 ^b	11,80±0,50 ^b	11,83±0,41 ^b
Saracura	6,36±0,55 ^c	25,60±2,90 ^a	15,03±1,23 ^a	14,70±0,50 ^{ab}	15,03±0,62 ^a
Juriti	8,36±0,20 ^b	25,56±3,41 ^a	13,90±2,25 ^{ab}	13,25±0,45 ^{ab}	13,90±0,98 ^{ab}
Pérola	10,33±1,21 ^a	31,23±5,19 ^a	14,96±1,80 ^a	15,10±0,60 ^a	14,96±1,90 ^a
Colibri	7,73±0,28 ^b	30,60±4,15 ^a	14,76±0,90 ^a	14,55±0,55 ^{ab}	14,76±0,54 ^a
IAPAR 31	6,45,96±0,51 ^c	29,53±4,79 ^a	13,20±0,77 ^{ab}	12,90±0,50 ^{ab}	13,20±0,58 ^{ab}

¹Média de três repetições com uma determinação cada±desvio padrão

²Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si para $p \leq 0,05$.

³Resultados expressos em mg/kg de amostra.

Não houve diferença entre as variedades em relação à concentração de fósforo, nitrogênio e zinco. Teores de fósforo encontrados por Shimilis e Rakshit (2005), em oito variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes da Etiópia, foram de 147,98 a 173,99 mg/kg. Saikia et al. (1999) observaram teores de 3,25 a 3,21 g/kg em quatro linhagens de feijão (*Vigna umbellata*) cozidos. Valores próximos para o zinco foram observados por Shimilis e Rakshit (2005) (15,39 a 28,22 mg/kg) em oito variedades de feijão Haricot (*P. vulgaris* L.).

Verificou-se diferença na concentração de potássio entre as variedades Saracura e IAPAR 31. Valores semelhantes (1,71 a 1,88 g/kg) foram encontrados por Saikia et al. (1999). Os grãos da variedade Juriti mostraram menor conteúdo de cálcio, apesar de não diferirem da variedade IAPAR 31. Valores próximos (0,73 a 1,92g/kg de cálcio) foram encontrados por Shimilis e Rakshit (2005) em oito variedades de feijões e superiores (2,20 a 2,22 g/kg) foram obtidos por Saikia et al. (1999) em três variedades de feijão cozido.

As variedades Colibri, Juriti mostraram a menor concentração de magnésio, porém não diferiram da variedade IAPAR 81. Os grãos de feijão das

variedades Saracura e IAPAR 31 tiveram a menor concentração de cobre, enquanto que a variedade Pérola a maior.

Os grãos da variedade IAPAR 81 apresentaram menor conteúdo de bário que as variedades Carioca, Juriti, Saracura, Colibri e Pérola. A concentração de ferro nos grãos das variedades Carioca e Pérola foi maior que na variedade IAPAR 31. Valores maiores (61,80 a 83,99 mg/kg) para o ferro foram observados por Shimilis e Rakshit (2005); e valores menores (6 a 7 mg/kg) foram obtidos por Saikia et al. (1999). Para o manganês, a variedade IAPAR 81 apresentou o menor conteúdo que as variedades Carioca, Saracura, Pérola e Colibri.

López et al. (1989), Lu e Chang (1996), Lange e Labuschangne (2001) relacionaram a dureza do grão de feijão, tempo de cozimento e o grau de hidratação dos grãos durante a maceração com a quantidade de sais, mais especificamente o Cálcio e o Magnésio presentes no grão. Os autores verificaram que, grãos com altos teores desses sais, apresentam maiores valores de dureza tanto em grãos crus quanto cozidos. Kigel (1999) verificou também que feijões cultivados em solos ricos em Ca e Mg e com temperatura média anual elevada (15-24°C) tiveram maiores tempo de cocção e dureza quando comparados com feijões da mesma variedade cultivado em locais com baixa temperatura (11 a 18 °C) e solos pobre em Mg e Ca.

Neste estudo não foi observada relação entre a composição mineral dos grãos e a dureza dos grãos crus.

5.1.3 Grau de hidratação dos grãos, tempo de cozimento instrumental e sensorial das variedades de feijão.

O tempo de cozimento pode ser afetado pela maceração prévia dos grãos. Este procedimento proporciona diminuição do tempo de cocção e dureza dos grãos. A água favorece a transferência de calor facilitando o cozimento do grão. O grau de hidratação do grão também pode ser influenciado pela composição química do grão, tempo de armazenamento etc. Shimilis et al. (2005).

O grau de absorção de água dos grãos de feijão com a maceração e o tempo de cozimento instrumental encontram -se na Tabela 8.

Tabela 8 – Grau de absorção de água e tempo de cozimento instrumental, dos grãos de feijão das variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31^{1,2}.

Variedades	Absorção de água na maceração ³	Tempo de cocção ⁴
Carioca	99,47±1,03 ^{bc}	34,67±2,08 ^{bc}
IAPAR 81	103,90 ± 3,67 ^{ab}	39,33±1,53 ^{ab}
Saracura	95,87 ± 1,51 ^c	22,66±0,58 ^d
Juriti	103,22 ± 3,52 ^{ab}	43,67±4,93 ^a
Pérola	106,58 ± 0,05 ^a	43,67±1,25 ^a
Colibri	102,20 ± 2,67 ^{ab}	42,64±3,22 ^a
IAPAR 31	103,50 ± 3,56 ^{ab}	29,67±0,58 ^{dc}

¹ Médias de três repetições com uma determinação cada±desvio padrão

² Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si para $p \leq 0,05$.

³ Resultados expressos como g de água/100g de amostra

⁴ Tempos de cocção em minutos determinados pelo aparelho de Mattson

Os grãos da variedade Saracura mostraram o menor grau de absorção de água (95,87 g/100g) que as demais variedades, apesar de não ter diferido da variedade Carioca e esta por sua vez não foi diferente das demais.

Sefa-Dedeh et al. (1978) investigaram o efeito do tempo de maceração e as condições de cozimento na textura do feijão caupi. Foi observado um grau de hidratação de 105 g de água/100 g de feijão no período de 18 horas. Segundo os autores, a quantidade de água absorvida por unidade de peso aumenta com o tempo de maceração atingindo um equilíbrio (104 g de água/100 g) após 12 horas de maceração. E ainda, que no feijão caupi, as proteínas, o amido presente nos cotilédones bem como as características anatômicas tais como, casca do grão, tamanho da micropila influenciaram significativamente no total de água absorvida.

Sefa-Dedeh e Stanley (1979) avaliaram o grau de hidratação de duas espécies de feijão (*Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata*) e uma variedade de soja (*Glycine max*) durante a maceração. Com 16 horas maceração, os grãos de feijão absorveram 110 g de água/100 g e após esse período o valor manteve-se constante. Já a soja com 16 horas de maceração absorveu 143 g de água/ 100 g de amostra e após esse período o valor manteve-se constante. Segundo os autores o conteúdo de proteína influenciou a absorção de água pelos grãos. A soja absorveu maior quantidade de água, provavelmente porque contém maior teor de proteína, pois estas são os componentes que mais absorvem água nas leguminosas.

Valores semelhantes também foram obtidos por Taiwo et al. (1997), que estudaram o efeito da maceração e tempo de cozimento, nas propriedades de cozimento de duas variedades de feijão caupi. Os feijões foram deixados em maceração por seis horas a temperatura ambiente sendo que a variedade IFE-BPC absorveu 105 g de água/ 100 g de grãos, e a variedade IITA-2246 95 g de água/100 g.

Os grãos da variedade Saracura tiveram o menor tempo de cocção (22,66 min), apesar de não diferir significativamente da variedade IAPAR 31.

Tempos de cozimento de 22,50 a 41,70 minutos foram verificados por Shimilis e Rakshit (2005) em oito variedades de feijão. Os autores observaram também uma correlação negativa entre os teores de cálcio no grão e a capacidade de hidratação durante a maceração, tempo de cozimento e dureza dos grãos cozidos. Saikia et al. (1999) avaliaram o tempo de cocção de quatro linhagens de feijão (*Vigna umbellata*) e observaram tempos que variaram de 50 a 57 minutos.

Para Antunes e Sgarbieri (1979), o tempo de cozimento do feijão rosinha G2 recentemente colhidos foi de 60 minutos, valor superior aos encontrados neste trabalho.

Segundo Jackson e Varriano (1993), o cozimento e a textura dos grãos de feijão podem ser influenciados por vários fatores que incluem a variedade, local de crescimento, condições de estocagem, além das propriedades físico-químicas dos cotilédones e da casca dos grãos.

Variedades que possuem tempo de cozimento reduzido são importantes do ponto de vista nutricional, por perder menos sólidos (vitaminas, proteínas, sais etc.) durante o cozimento, além do menor gasto de energia.

A partir dos tempos de cocção medidos pelo aparelho de Mattson, para cada variedade, foram estabelecidos cinco tempos de cozimento para determinação do tempo ótimo sensorial. No entanto as variedades, IAPAR 81, Pérola, Colibri, IAPAR 31 não alcançaram valores de textura sensorial ótima e os tempos foram estimados a partir da equação obtida pela análise de regressão com os valores estudados. Para estas quatro variedades, foram testados tempos superiores aos apresentados (Tabela 9 e 10), no entanto, as médias obtidas pela equipe sensorial não atingiu valor 4 que representa a textura ótima. Os valores obtidos neste teste não foram usados para estabelecer a equação, pois as avaliações não foram feitas separadamente.

Na tabela 8 estão os valores sensoriais de textura dos feijões variedades Carioca, Saracura e Juriti cozidos em diferentes tempos e o tempo de cozimento para atingir a textura considerada ótima sensorialmente.

Tabela 9 – Valores sensoriais de textura das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura e Juriti¹.

Variedades						
Carioca		Saracura		Juriti		
Tempo de Cocção ²	Textura Sensorial ³	Tempo de Cocção ²	Textura Sensorial ³	Tempo de Cocção ²	Textura Sensorial ³	
5	1,58±0,65	5	1,60±0,82	5	1,36±0,57	
20	3,12±0,74	15	1,64±0,76	20	2,28±0,84	
35	4,2±1,15	25	2,72±0,79	35	3,36±0,56	
50	4,20±1,15	35	3,76±0,83	50	4,28±1,02	
65	4,44±1,08	45	4,16±1,02	65	4,60±1,32	
TCO	52	4,0	42	4,0	50	4,0

¹Médias dos valores obtidos de 25 provadores ± desvio padrão.

² Minutos

³ 1 = muito duro; 4 = ótimo; 7 = desintegrando.

TCO = Tempo de cozimento ótimo estimado e respectivo valor sensorial.

Os valores sensoriais de textura dos feijões variedades Pérola, Colibri, IAPAR 31e IAPAR 81 cozidos em diferentes tempos e o tempo de cozimento para atingir a textura sensorial ótima estão na Tabela 9.

Tabela 10 – Valores sensoriais de textura das amostras de feijão variedades Pérola, Colibri e IAPAR 31e IAPAR 81¹.

Variedades								
Pérola		Colibri		IAPAR 31		IAPAR 81		
Tempo de Cocção ²	Textura Sensorial ³	Tempo de Cocção ²	Textura Sensorial ²	Tempo de cocção ²	Textura Sensorial ³	Tempo de Cocção ²	Textura Sensorial ³	
5	1,16±0,37	5	1,20±0,40	5	1,68±0,63	5	1,32±0,56	
20	1,68±0,56	20	1,88±0,95	15	2,28±0,74	20	2,00±0,71	
35	2,72±0,61	35	2,92±0,95	25	2,80±0,87	35	2,72±1,00	
50	3,00±0,76	50	3,52±0,96	35	3,32±0,85	50	3,52±1,00	
65	3,72±1,06	65	3,40±0,87	45	3,76±0,66	65	3,76±0,72	
TCO	71	4,0	70	4,0	50	4,0	66	4,0

¹ Médias dos valores obtidos de 25 provadores ± desvio padrão.

² Minutos.

³ 1 = muito duro; 4 = ótimo; 7 = desintegrando.

TCO = Tempo de cozimento ótimo estimado e respectivo valor sensorial.

Nas figuras 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 encontram-se os gráficos dos valores sensoriais da textura das amostras em função do tempo de cozimento.

O tempo de cozimento ótimo estimado pela equação $y = 0,517x + 1,2893$ ($R^2 = 0,9713$), para as amostras de feijão da variedade Carioca (Figura 7 e Tabela 9) foi de 52 minutos. Para as amostras da variedade IAPAR 81, o tempo ótimo foi estimado pela equação $y = 0,0427x + 1,1707$ ($R^2 = 0,9789$) e resultou em 66 minutos embora, a textura sensorial ótima não tenha sido alcançada (Figura 8 e Tabela 10), quando avaliada pela equipe sensorial.

Para a as amostras da variedade Saracura o tempo de cozimento ótimo sensorial foi estimado em 42 minutos pela equação $y = 0,0724 + 0,966$ ($R^2 = 0,9427$)

(Figura 9 e Tabela 8). Estimou-se o tempo ótimo de 50 minutos para os grãos da variedade Juriti por meio da equação $y = 0,565 + 1,1973$ ($R^2 = 0,974$) (Figura 10 e Tabela 9).

Paras as amostras da variedade Pérola o tempo ótimo de cozimento foi de 71 minutos estimado pela equação $y = 0,0429x + 0,533$ ($R^2 = 0,977$); embora, a textura ótima não tenha sido alcançada (Figura 11 e Tabela 9). O tempo de cozimento de 70 minutos foi estimado pela equação $y = 0,0403x + 1,1747$ (R^2 de 0,8973) para a variedade Colibri; para esta variedade o tempo ótimo sensorial também não foi alcançado (Figura 12 e Tabela 10). O mesmo aconteceu com as amostras da variedade IAPAR 31, cujo tempo de cozimento ótimo de 50 minutos estimado pela equação $y = 0,052x + 1,468$ ($R^2 = 0,9972$) (Figura 13 e Tabela 10).

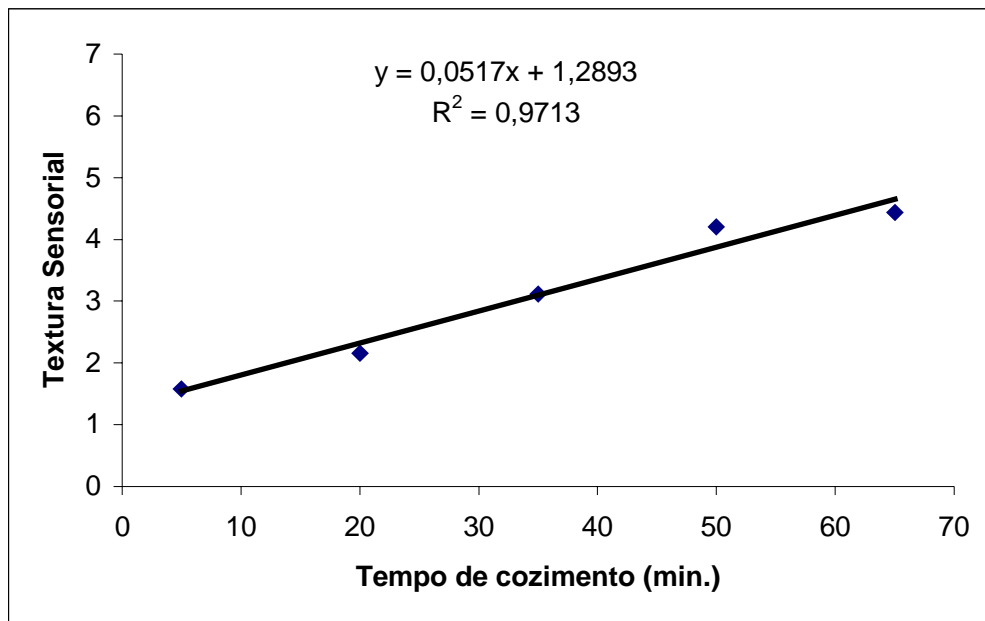


Figura 7 – Gráfico da textura sensorial x tempo de cozimento das amostras de feijão variedade Carioca.

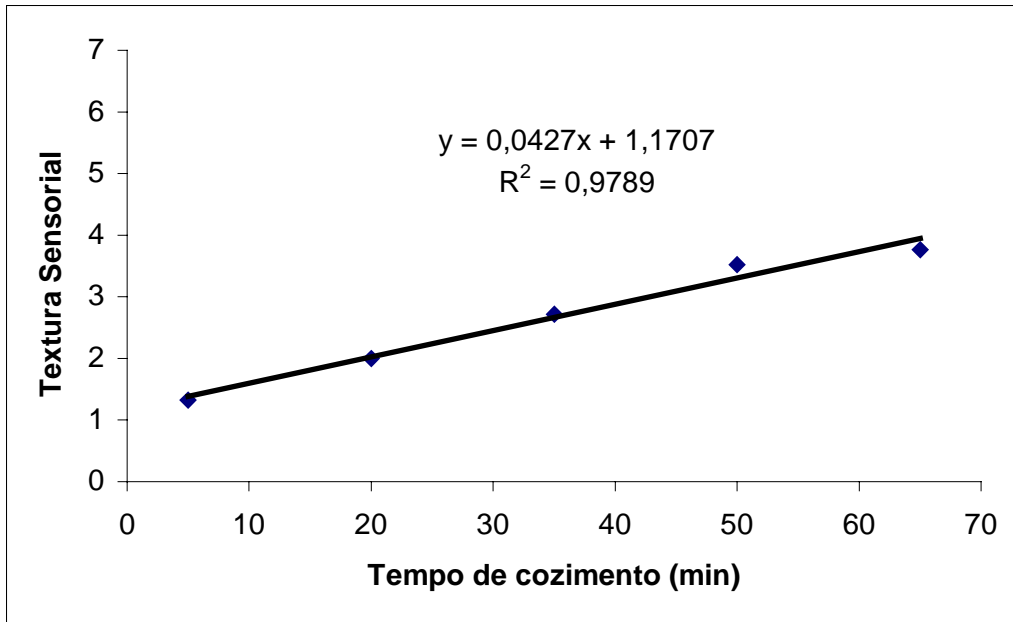


Figura 8 – Gráfico da textura sensorial x tempo de cozimento das amostras de feijão variedade IAPAR 81.

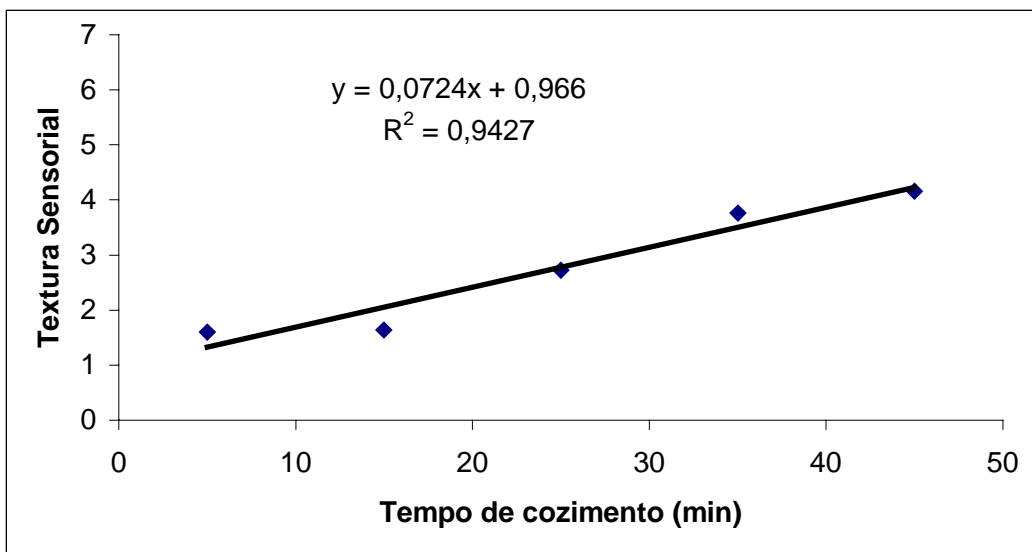


Figura 9 – Gráfico da textura sensorial x tempo de cozimento das amostras de feijão variedade Saracura.

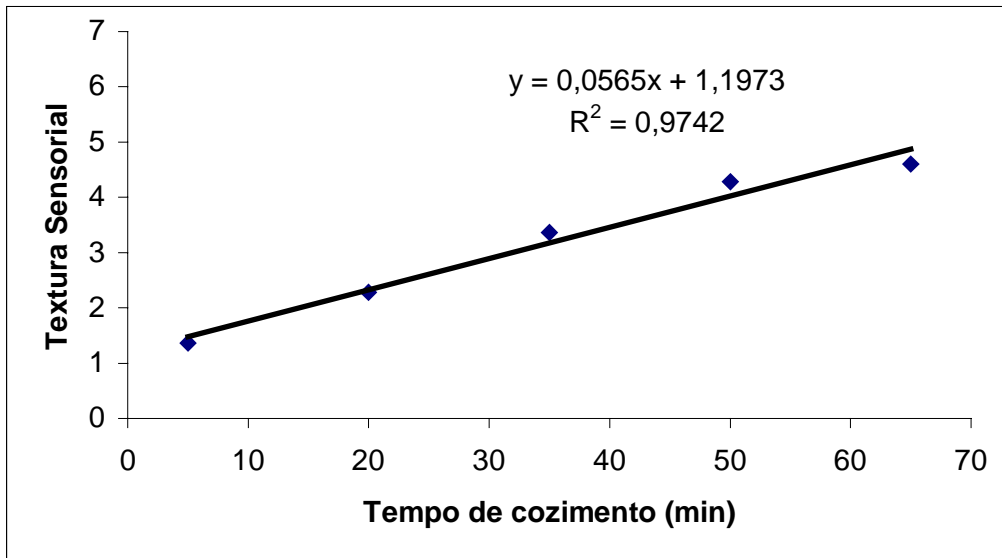


Figura 10 – Gráfico da textura sensorial x tempo de cozimento das amostras de feijão variedade Juriti.

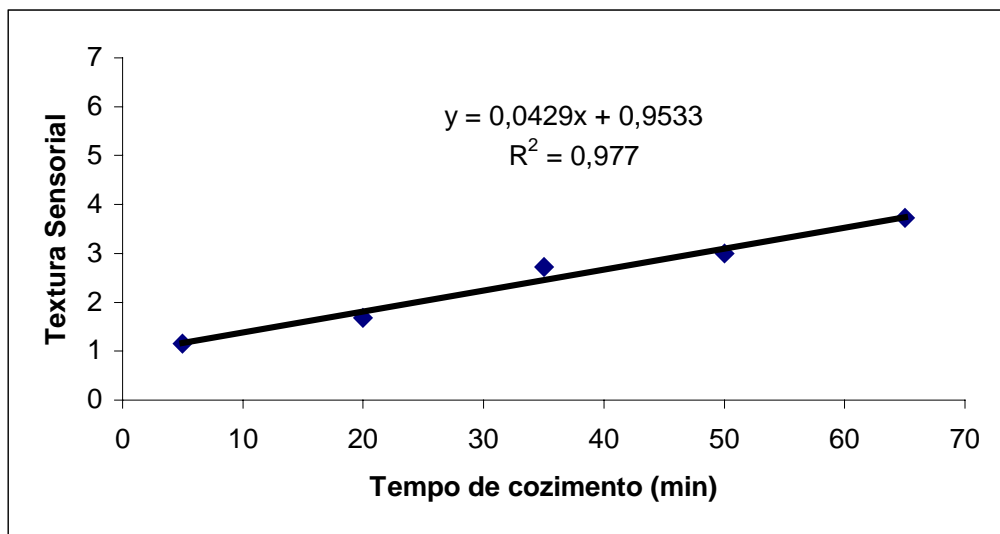


Figura 11 – Gráfico da textura sensorial x tempo de cozimento das amostras de feijão variedade Pérola.

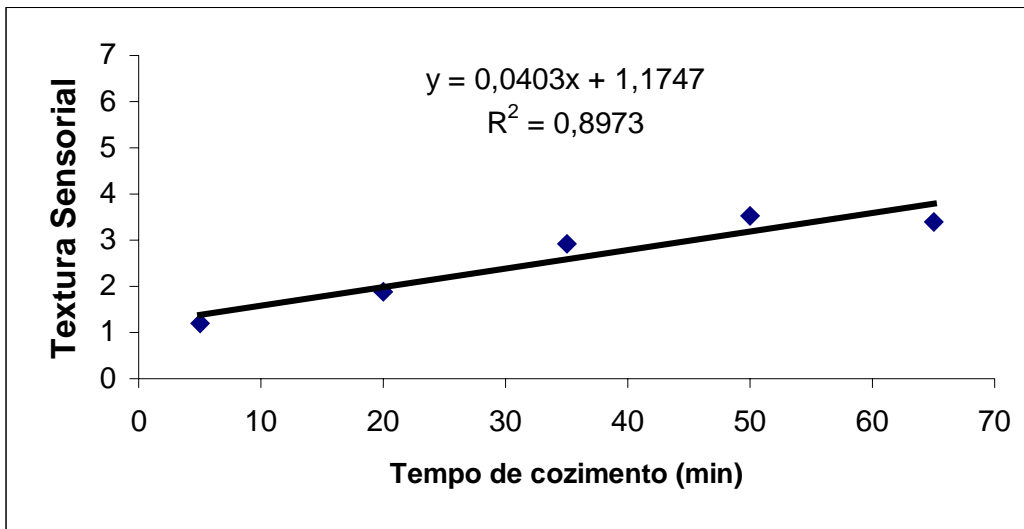


Figura 12 – Gráfico da textura sensorial x tempo de cozimento das amostras de feijão variedade Colibri.

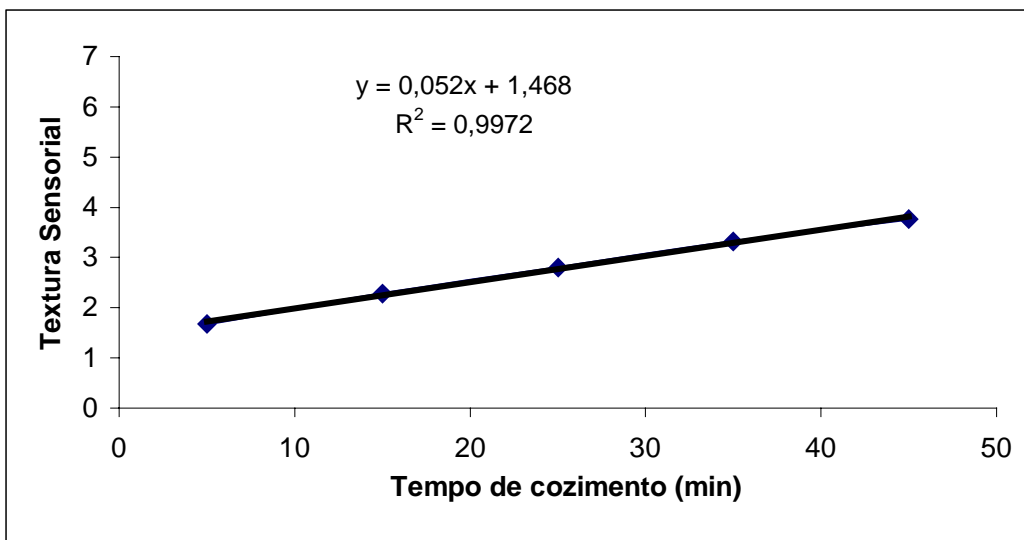


Figura 13 – Gráfico da textura sensorial x tempo de cozimento das amostras de feijão variedade IAPAR 31.

O padrão de textura ótima para feijão cozido pode variar entre os consumidores. Para os provadores utilizados neste experimento, que eram habituados a comerem feijão (consumo diário, conforme obtido a partir do questionário aplicado aos provadores), o ponto 1 da escala (textura muito dura) se referia a grãos íntegros praticamente crus e o ponto 7 (textura desintegrando) a grãos muito cozidos. Foi possível observar pelos resultados que para este grupo de provadores a textura ótima (nota 4) representava grãos próximos à desintegração.

Baron e Penfield (1993) avaliaram o efeito da preferência de textura, método de preparo e do cultivar na intensidade de textura e cor de duas variedades de feijões verdes (*Phaseolus vulgaris* L., cvs. Mustang e Strike), utilizando 88 provadores não treinados e escala do ideal com 8 pontos. Observaram que a aceitabilidade da textura foi caracterizada por três interações significativas: método de preparo e textura preferencial do grupo; método de preparo e cultivar; cultivar e textura preferencial do grupo.

Neste trabalho as diferenças no tempo de cozimento, para obtenção da textura sensorial ótima, para cada variedade de feijão estudada, provavelmente foram devidas às características de cada variedade, composição química e preferência de cada consumidor.

5.2 ANÁLISES DOS GRÃOS COZIDOS E DO MEIO DE COCÇÃO

5.2.1 Características físicas dos grãos cozidos e do meio de cocção

Para a avaliação da dureza instrumental, as amostras de feijão de cada variedade, foram cozidas nos seus respectivos tempos ótimos gerados pela análise sensorial. Após o cozimento as amostras de feijão foram resfriadas a 25° C e 60° C e determinada à dureza. Não foi observada diferença no valor da dureza entre os grãos cozidos e resfriados a 25 e 60°C para as variedades IAPAR 81 Saracura e Juriti (Tabela 11).

Tabela 11 – Dureza dos grãos de feijões cozidos e inteiros a 25 e 60° C das variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31^{1,2}

		Variedades					
	IAPAR31	Colibri	Carioca	IAPAR 81	Pérola	Juriti	Saracura
25 °C ³	13,17±0,48 ^{abA}	10,28±1,16 ^{ba}	9,22±1,89 ^{bcA}	9,15±0,68 ^{bcA}	8,61±1,00 ^{bcA}	7,26±0,78 ^{cdA}	5,98±0,53 ^{da}
60 °C ³	8,94±0,48 ^{abB}	7,76±0,98 ^{abcB}	6,30±0,40 ^{cdB}	8,32±1,23 ^{abA}	6,62±1,05 ^{cdB}	7,06±0,08 ^{bcA}	5,62±0,73 ^{da}

¹Valores médios de três repetições com 10 determinações cada ± desvio padrão. Resultados expresso em Newton (N).

²Médias na coluna, acompanhadas por letras maiúsculas iguais não diferem significativamente entre si para $p \leq 0,05$.

³ Médias na linha, acompanhadas por letras minúsculas iguais, para cada temperatura, não diferem significativamente entre si para $p \leq 0,05$.

Nos grãos de feijão cozidos e resfriados a 25°C, o maior valor de dureza foi de 13,17 N, obtido pela variedade IAPAR 31, enquanto que os grãos da variedade Saracura tiveram o menor valor (5,98N), mas não diferiram da variedade Juriti. Para os grãos resfriados e mantidos a 60°C, verificou-se que os da variedade Saracura também apresentaram o maior valor de textura.

A dureza dos grãos das variedades IAPAR 31, Colibri, Carioca e Pérola, cozidos e mantidos à temperatura de 25°C foi superior a dos grãos mantidos a 60°C, demonstrando que a temperatura dos grãos cozidos influenciou nas medidas, provavelmente pela maior retrogradação do amido, entre outros fatores ocorridos durante o resfriamento até a temperatura ambiente.

Kyriakidis et al. (1997) avaliaram amostras de feijão (*Phaseolus vulgaris*) cozidas, com maceração prévia em água e em soluções com diferentes concentrações de CaCO₃. Quando o feijão foi macerado em água destilada e cozido por uma hora, a dureza dos grãos foi de 16,7 N, mas quando os grãos foram deixados em maceração em CaCO₃ 400 mg /L, a dureza foi de 35,9 N. De acordo com os autores os grãos deixados em maceração em solução contendo CaCO₃ tiveram maior concentração de cálcio e apresentaram maior valor de dureza após o cozimento.

De Lange e Labuschange (2001) verificaram, também, que a porcentagem de cálcio em grãos de feijão tem uma correção positiva com os valores de textura, após o cozimento. Neste estudo não foi observada, relação entre o conteúdo de cálcio e a textura.

Krebbbers et al. (2002) estudaram a dureza de feijão verde cozido por diferentes métodos. No cozimento convencional (pressão atmosférica) dos grãos a dureza obtida foi de 2,00 N, valor inferior aos observados neste trabalho, por serem feijões colhidos antes de atingirem a maturação. Para Cai et al. (2002) os valores de dureza obtidos por duas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris*) foram de 4,9 a 6,0 N, valores próximos aos dos feijões mantidos a 60° C.

Coelho (2004) também mediu a dureza de grãos de feijão cozidos e mantidos a 25°C e 60°C. Para os feijões mantidos a 25°C a dureza foi de 28,73 N para a variedade Carioca e de 31,39 N para o feijão preto. Quando os feijões foram mantidos a 60°C os valores de dureza foram de 28,80N para a variedade Carioca e 29,77N para o feijão preto, valores superiores aos encontrados neste trabalho.

Os resultados dos parâmetros de cor (L*, a*, b*, C* e H*) dos grãos cozidos no tempo ótimo sensorial estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Parâmetros de cor (L*, a*, b*, H* e C*) dos grãos de grãos de feijão cozidos variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31^{1,2}.

Variedade	L*	a*	b*	Tonalidade Cromática (H*)	Croma (C*)
Carioca	27,78±1,25 ^d	11,05±1,25 ^{ab}	13,32±1,01 ^{bcd}	50,21±4,20 ^{ab}	17,56±1,47 ^{bc}
IAPAR 81	35,04±0,56 ^a	11,41±0,28 ^{ab}	15,31±0,54 ^{ab}	52,99±1,62 ^{ab}	19,12±0,55 ^{ab}
Saracura	31,32±1,51 ^c	8,30±0,41 ^c	11,74±0,22 ^d	54,89±2,01 ^{ab}	14,49±0,24 ^d
Juriti	33,67±0,42 ^a	11,74±0,13 ^a	16,98±1,07 ^a	55,07±2,00 ^a	20,67±1,12 ^a
Pérola	31,46±1,52 ^c	11,12±0,57 ^{ab}	13,75±0,66 ^{bcd}	50,78±3,36 ^{ab}	17,89±0,51 ^{bc}
Colibri	32,22±0,54 ^{bc}	10,89±0,24 ^{ab}	12,26±0,42 ^{cd}	47,84±1,76 ^b	16,49 ^d ±0,30 ^c
IAPAR 31	34,84±0,53 ^{ab}	9,89±0,61 ^{bc}	14,57±0,40 ^{bc}	55,58±1,05 ^a	17,64±0,82 ^{bc}

L*= Luminosidade (0=preto; 100=branco); a* (-=verde; +=vermelho); b*(-=azul; +=amarelo).

¹Média de três repetições com cinco determinações cada±desvio padrão

²Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si para p≤0,05.

Os feijões da variedade Carioca apresentaram o menor valor de Luminosidade (L*). As variedades Saracura, Pérola e Colibri apresentaram valores intermediários e as variedades IAPAR 81, Juriti e IAPAR 31 os maiores valores, sendo as mais claras. Valores próximos foram observados por McGlynn et al. (2003) para feijão pinto e feijão verde cozidos por diferentes métodos, cujos valores variaram de 39,87 a 42,11. Krebbers et al. (2002) também pesquisaram feijões verdes cozidos por diferentes métodos, sendo que os valores de L* foram inferiores aos obtidos neste trabalho e variaram de 32,0 a 26,6.

Houve variação no parâmetro a* (componente vermelho - verde), sendo a diferença mais notável entre as variedades Juriti (mais vermelha) e Saracura (menos vermelha). Krebbers et al. (2002) observaram valores de -1,1 a -16; pois os feijões avaliados eram verdes.

Também houve variação no parâmetro b*(componente amarelo - azul), os grãos da variedade Juriti apresentaram o maior valor 16,98 (mais amarelados) e os

da variedade Saracura o menor valor (menos amarelados). Valores semelhantes (22,1 a 14,8) foram observados por Krebbers et al. (2002) em feijões verdes.

Os grãos da variedade Juriti e IAPAR 81 tiveram maior valor de tonalidade Cromático (H*) que a variedade Colibri, porém não diferiram das variedades Carioca, IAPAR 81, Pérola e Saracura. Valores superiores foram obtidos por McGlynn et al. (2003) de 91,23 a 94,90 estudando feijão verde e feijão pinto.

Em relação ao Croma (C*) os grãos das variedades Juriti apresentaram o maior valor (20,67), mas não diferiram da variedade IAPAR 81. Os grãos da variedade Saracura tiveram menor valor, por serem grãos com menos intensidade de vermelho.

A cor dos grãos cozidos pode variar devido aos diferentes métodos de preparo, variedade do grão entre outros. A diferença de cor das variedades estudadas se justificam pelas características próprias de cada variedade.

A porcentagem de absorção de água dos grãos de feijão no cozimento e a porcentagem de grãos íntegros após o cozimento estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 – Porcentagem de absorção de água e grãos inteiros dos grãos de feijão após o cozimento¹.

Variedades	Absorção de água (Cozimento) ^{2,3}	(%) grãos inteiros ²
Carioca	29,96 ± 4,65 ^{ab}	64,38 ± 10,80 ^b
IAPAR 81	17,01 ± 5,28 ^{cd}	82,16 ± 2,99 ^a
Saracura	36,84 ± 5,33 ^a	30,00 ± 8,67 ^c
Juriti	23,58 ± 5,09 ^{bc}	54,28 ± 1,82 ^b
Pérola	20,70 ± 0,84 ^{bcd}	79,06 ± 5,85 ^a
Colibri	17,07 ± 2,23 ^{cd}	94,91 ± 2,02 ^a
IAPAR 31	11,74 ± 2,51 ^d	86,80 ± 5,89 ^a

¹Média de três repetições com uma determinação cada ± desvio padrão

²Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si para p ≤ 0,05.

³Resultados expressos como g de água/100g de amostra

Observaram-se diferenças entre as variedades em relação à absorção de água no cozimento. A diferença mais acentuada foi entre as variedades Saracura, com maior valor (36,84), e IAPAR 81, com o menor valor (11,74). As variedades que tiveram menor grau de hidratação durante a maceração (Tabela 5), foram às variedades que apresentaram maior grau de absorção de água durante cozimento.

Valores semelhantes (23 a 26 g/100g de água) foram verificados por Taiwo et al. (1997), para feijão caupi após duas horas de cocção. Saikia et al. (1999) observaram valores superiores que variaram de 102 a 117 g/100g de água em quatro variedades de feijão cozidos por 55 minutos.

A variedade Saracura apresentou a menor porcentagem de grãos inteiros (30,00%) diferindo das demais variedades. As variedades IAPAR 81, Pérola, Colibri e IAPAR 31 tiveram a maior porcentagem de grãos íntegros.

Os grãos de feijão da variedade Saracura foram os que tiveram a menor porcentagem de grãos íntegros, e foram também os grãos que tiveram o menor tempo de cozimento avaliados pelos métodos sensorial e de Mattson (Tabelas 7, 8, e 9). Para a maioria dos consumidores desta região (Norte do Paraná), a preferência é por feijões que se desintegram durante o cozimento. As variedades Pérola, Colibri, IAPAR 31 e IAPAR 81 foram as que tiveram a maior porcentagem de integridade dos grãos, e também não alcançaram textura ótima sensorial, nos tempos estudados (Tabelas 8 e 9), pois, grãos íntegros para a maioria dos consumidores desta região representam grãos que ainda não se encontram adequados para o consumo. As variedades Carioca e Juriti tiveram valores intermediários de integridade quando comparadas com as outras variedades. Estas, assim como, a Saracura atingiram a textura ótima sensorial nos tempos de cozimentos estudados (Tabela 8).

Os tempos determinados sensorialmente foram superiores aos determinados pelo instrumento de Mattson, confirmando que para os consumidores desta região, a textura ideal do feijão é próxima à desintegração. O que também pode ser confirmado comparando os resultados sensoriais (Tabela 8 e 9) com a porcentagem de grãos inteiros após cozimento (Tabela 12).

Os grãos de feijão da variedade Saracura foram os grãos que tiveram o menor valor de dureza quando cozidos e resfriados a 25 e 60 °C (Tabela 10), e também

foram os que tiveram maior absorção de água durante o cozimento e menor porcentagem de grãos íntegros (Tabela 12). Já os grãos da variedade IAPAR 81, IAPAR 31 e Colibri tiveram os maiores valores de dureza quando cozidos e resfriados a 60 °C e foram os grãos que tiveram os maiores valores de integridade e maiores tempos de cozimento instrumental e sensorial (Tabelas 8, 9, e 10).

Dentre as características utilizadas pelo consumidor para a escolha e aceitação de uma variedade de feijão, as características do meio de cocção após o cozimento são de grande relevância.

A quantidade de meio após a cocção foi maior para as variedades que apresentaram menor tempo de cozimento (dados não apresentados).

Na Tabela 14 encontra-se o resultado das análises de meio de cocção, de cada variedade estudada, apesar de não ter sido feito o ajuste para o volume do meio após a cocção.

Tabela 14 – Sólidos totais, solúveis e insolúveis, condutividade elétrica e viscosidade do caldo, obtidos após o cozimento dos grãos no tempo ótimo sensorial de cada variedade^{1, 2}.

Variedades	Sólidos Totais ³	Sólidos Solúveis ³	Sólidos insolúveis ³	Condutividade elétrica(μS/cm)	Viscosidade (cP)
Carioca	5,84±1,80 ^{ab}	4,06 ± 1,80 ^{ab}	1,78 ± 0,74 ^b	4,92 ± 0,44 ^{bc}	12,07±1,19 ^a
IAPAR 81	3,58 ± 0,18 ^{bc}	3,14 ± 0,18 ^{ab}	0,42 ± 0,02 ^b	4,62 ± 0,22 ^{bc}	12,35±0,54 ^a
Saracura	2,82 ± 0,3 ^c	2,06 ± 0,20 ^b	0,74 ± 0,10 ^b	3,61 ± 0,34 ^c	10,63±0,15 ^a
Juriti	2,62 ± 0,38 ^c	2,30 ± 0,26 ^b	0,32 ± 0,14 ^b	4,12 ± 0,37 ^c	11,00±0,10 ^a
Pérola	8,41 ± 1,54 ^a	4,48 ± 1,46 ^a	3,94 ± 1,0 ^a	6,93 ± 0,75 ^a	10,93±1,09 ^a
Colibri	3,00 ± 0,64 ^{bc}	2,44 ± 0,5 ^{ab}	0,58 ± 0,18 ^b	4,07 ± 0,53 ^c	12,03±1,12 ^a
IAPAR 31	5,16 ± 1,04 ^b	3,24 ± 0,6 ^{ab}	1,52 ± 0,74 ^b	5,71 ± 0,77 ^{ab}	12,16±0,40 ^a

¹Média de três repetições com uma determinação cada±desvio padrão

²Médias acompanhadas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si para p≤0,05.

³Resultados expressos como g de sólidos/100mL do meio de cocção

O feijão Pérola apresentou meio de cocção com maior teor de sólidos totais e as variedades Saracura, Juriti, Colibri e IAPAR 31 os menores teores. Wang et al. (1979) avaliaram a quantidade de sólidos totais liberados no meio de cocção por grãos de soja, deixados em maceração em diferentes temperaturas. Observaram valores de 5,00 a 10,40 g/100mL de sólidos totais no meio de cocção de grãos deixados em maceração por 24 horas. Jackson e Mattson (1981) relataram que há uma correlação positiva entre a quantidade de sólidos, liberados no meio de cocção ou de maceração, e o tempo de armazenamento dos grãos.

A liberação dos sólidos por grãos de feijão durante a maceração ou cozimento provavelmente está relacionada também, com as características físicas, químicas e bioquímicas da casca dos grãos, que vai permitir a liberação dos sólidos para o meio de cocção. Estas características podem se diferenciar de uma variedade para outra.

Em relação à concentração de sólidos solúveis no meio de cocção houve variação entre as variedades, sendo que o feijão Pérola diferiu das variedades Saracura e Juriti. Para os sólidos insolúveis o maior valor foi 3,39 g/100mL no meio de cocção dos grãos da variedade Pérola diferindo das demais.

A condutividade elétrica do meio de cocção dos grãos da variedade Pérola foi diferente das demais, porém não diferiu da variedade IAPAR 31. Jackson e Varriano (1981) mediram a condutividade elétrica do meio onde os grãos de feijão foram mantidos em maceração por 24 horas, obtendo um valor de 5 μ mho/cm. De acordo com os autores a condutividade elétrica do meio de maceração ou de cocção está relacionada com a quantidade e a qualidade dos sólidos liberados para o meio. Neste trabalho, o meio de cocção dos grãos da variedade Pérola teve o maior valor de sólidos totais, solúveis e também o maior valor de condutividade elétrica (Tabela14).

Não foi observada diferença na viscosidade dos meios de cozimento dos grãos das variedades estudadas. Segundo Chang et al. (1997) a viscosidade do meio de cocção de grãos de feijão, está relacionada com a gelatinização do amido, mas também com a quantidade de sólidos solúveis presentes no meio, tendo-se uma correlação positiva entre a quantidade de sólidos solúveis com a viscosidade e a condutividade do meio de cocção.

5.3 ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ)

A Análise Descritiva Quantitativa das amostras de feijão, cozidas no tempo ótimo sensorial foi realizada por 11 provadores treinados.

5.3.1 Pré-Seleção da Equipe

Após o recrutamento e avaliação da capacidade dos candidatos em reconhecer os gostos e odores básicos e ordenar diferentes amostras quanto à intensidade de dureza, foram selecionados 11 provadores, sendo dez do sexo feminino e um do sexo masculino e todos com idade entre 20 a 30 anos.

5.3.2 Desenvolvimento da terminologia descritiva

Aplicando-se o Método de Rede (Moskowitz, 1983), uma lista de termos descritores foi desenvolvida pelos membros da equipe sensorial selecionada: cor marrom, uniformidade da cor, integridade dos grãos, formato dos grãos, tamanho dos grãos, aroma de feijão cozido, sabor típico de feijão cozido, gosto amargo, gosto doce, maciez e homogeneidade.

Para cada termo descritor selecionado apresentaram-se materiais de referência representando os aspectos qualitativos (conceitos) e quantitativos de cada um. A definição de cada termo (glossário) e amostras de referência de intensidade, representando os extremos de escala foram estabelecidos pelos provadores, para que os mesmos entendessem o significado de cada atributo e os avaliassem quantitativamente de forma consensual. As definições e referências dos termos descritores ou atributos sensoriais levantados encontram-se na Tabela 14.

Com os termos descritores foi elaborada, de forma consensual com a equipe, a ficha de avaliação do perfil sensorial das amostras (Figura13).

Tabela 15 – Definições e referências para os termos descritores ou atributos sensoriais levantados pelos provadores.

Descritores	Definição	Referência
<u>Aparência</u> Cor Marrom	Intensidade de tonalidade de cor que lembra terra	Fraco: grãos de feijão da variedade Rosinha. Intenso: um pedaço de chocolate em barra meio amargo Nestlé.
Uniformidade da cor	Presença de apenas uma tonalidade de cor nos grãos; ausência de listras ou manchas na superfície do grão.	Pouca: pouca uniformidade. Presença de muitas listras ou manchas: feijão IAPAR 31. Muita: muito uniforme. Ausência de listras ou manchas: feijão Rosinha.
Integridade dos grãos	Refere-se a presença de grãos inteiros não partidos.	Pouca: grãos partidos: feijão saracura cozido por 70 minutos. Muita: grãos inteiros: feijão saracura cozido por 20 minutos.
Formato dos grãos	A forma do grão de feijão pode ser elíptico ou alongado, arredondado alongado ou redondo.	Alongado: grãos de feijão que tem forma de elipse: feijão carnaval cozido por 20 minutos Arredondado alongado: grãos de feijão arredondado comprido: feijão saracura cozido por 42 minutos (ponto médio da escala). Redondo: grãos que têm forma circular, forma de bola: soja cultivar BRS 213
Tamanho dos grãos	Refere-se a dimensão dos grãos Grande ou pequeno.	Pequeno: grãos de feijão da variedade IAPAR 31 cozidos por 50 minutos. Grande: grãos de feijão da variedade feijão cavalo cozidos por 20 minutos.
<u>Aroma</u> Característico de Feijão	Aroma que lembra feijão cozido.	Fraco: Grãos de feijão da variedade Saracura cozidos por 42 minutos. Intenso: Grãos de Feijão da variedade

		Colibri cozidos por 70 minutos.
<u>Sabor</u> Típico de Feijão cozido	Sabor que lembra feijão cozido.	Fraco: grãos de feijão da variedade IAPAR 31 cozidos por 50 min. Intenso: grãos de feijão da variedade Colibri cozidos por 70 min.
Gosto amargo	Gosto que lembra substâncias que provocam o gosto amargo, por exemplo: cafeína.	Nenhum: água destilada. Intenso: Solução de cafeína a 0,007%.
Gosto doce	Gosto que lembra substância doce exemplo: açúcar (sacarose).	Nenhum: água Intenso: solução de sacarose a 0,4%
<u>Textura</u> Maciez	Facilidade de deformação dos grãos durante a mastigação	Pouca: grão mais firme: feijão saracura cozido por 70 minutos Muita: grãos mais macios: feijão saracura cozido por 20 minutos.
Homogeneidade	Formação de uma massa homogênea não arenosa durante a mastigação.	Pouca: massa arenosa: feijão IAPAR 31 cozidos por 50 min Muita: massa homogênea: feijão saracura cozido por 70 minutos.

Na figura 11 encontra-se a ficha utilizada no treinamento, seleção de provadores, seleção final dos provadores e na avaliação das amostras.

FICHA PARA AVALIAÇÃO DA AMOSTRAS

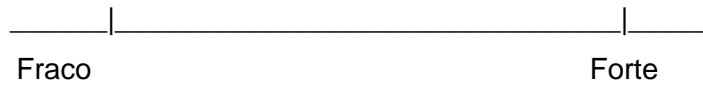
NOME:.....DATA...../...../.....

Avalie, por favor, a intensidade de cada descritor utilizando a escala correspondente.

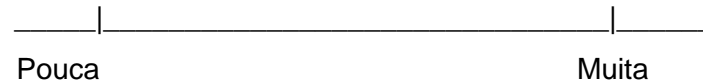
Amostra:.....

APARÊNCIA

Cor marrom



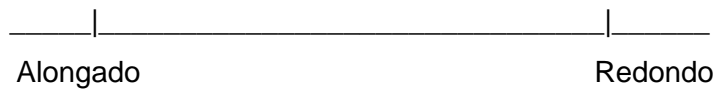
Uniformidade da cor



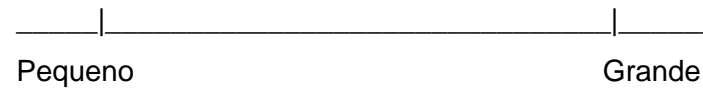
Integridade dos grãos



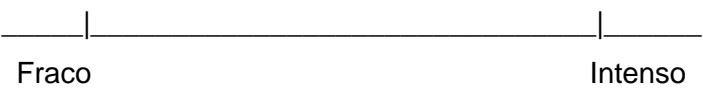
Formato dos grãos



Tamanho dos grãos

**AROMA**

Feijão cozido







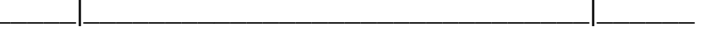

SABOR	
Típico de feijão cozido	
	<p>Fraco Intenso</p> 
Gosto amargo	<p>Nenhum Intenso</p>
Gosto doce	
	<p>Nenhum Intenso</p>
Feijão cru	
	<p>Fraco Intenso</p>
TEXTURA	
Maciez	
	<p>Pouca Muita</p>
Homogeneidade	
	<p>Pouca Muita</p>

Figura 14 – Ficha utilizada no treinamento, seleção de provadores, seleção final dos provadores e na avaliação das amostras.

5.3.3 Seleção Final de Provedores

Após cinco sessões de treinamento, avaliou-se a equipe sensorial, cujos resultados demonstraram que grande parte dos provedores se encontravam com baixo poder de discriminação. Foram novamente realizadas mais três sessões de treinamento, novamente foi avaliado o desempenho da equipe, cujos resultados estão nos quadros 2, 3, 4.

Os resultados dos níveis de significância (p_{amostra}) em função da discriminação das amostras (F_{amostra}), para cada provedor em relação a cada atributo, estão apresentados no quadro 2. Todos os provedores apresentaram bom poder de discriminação das amostras ($p \leq 0,50$) em relação aos atributos cor, integridade dos grãos, maciez homogeneidade. Quanto a uniformidade da cor, apenas o provedor 2 não demonstrou poder de discriminação. Para o atributo tamanho dos grãos, dois provedores (7 e 10) não demonstraram valores de $p_{\text{amostra}} \leq 0,50$. Para os demais atributos, o número de provedores que não apresentaram valores de $p_{\text{amostra}} \leq 0,50$ variou de 3 a 5 conforme apresentado no Quadro 2.

Provedor	Cor	Uniformidade da cor	Integridade dos grãos	Formato dos grãos	Tamanho dos grãos	Aroma de feijão cozido
1	0,001	0,02	0,10	0,72	0,04	0,18
2	0,24	0,59	0,25	0,53	0,35	0,10
3	0,06	0,02	0,42	0,86	0,18	0,99
4	0,02	0,03	0,07	0,74	0,14	0,33
5	0,01	0,01	0,01	0,20	0,01	0,15
6	0,01	0,00	0,00	0,07	0,04	0,00
7	0,02	0,02	0,01	0,32	0,61	0,60
8	0,05	0,02	0,25	0,30	0,12	0,83
9	0,00	0,01	0,00	0,08	0,24	0,03
10	0,10	0,13	0,04	0,74	0,66	0,28
11	0,0	0,17	0,0	0,46	0,11	0,76

Valores assinalados em vermelho referem-se a $p_{\text{amostra}} \geq 0,50$

Quadro 2: Continuação

Provedor	Sabor típico de feijão cozido.	Gosto amargo	Gosto doce	Maciez	Homogeneidade
1	0,02	0,09	0,48	0,00	0,008
2	0,32	0,97	0,58	0,41	0,29
3	0,37	0,19	0,56	0,16	0,11
4	0,24	0,38	0,23	0,01	0,00
5	0,64	0,35	0,44	0,00	0,20
6	0,19	0,39	0,00	0,05	0,05
7	0,83	0,92	0,22	0,26	0,01
8	0,65	0,44	0,0	0,34	0,0
9	0,46	0,13	0,04	0,04	0,00
10	0,46	0,64	0,77	0,33	0,24
11	0,13	0,93	0,98	0,07	0,16

Valores assinalados em vermelho referem-se a $p_{amostra} \geq 0,50$

Quadro 2 – Níveis de significância para provedores em função da discriminação das amostras ($p_{amostra}$) para cada atributo.

Os resultados dos níveis de significância em função da repetibilidade ($p_{repetição}$), para cada provedor ($F_{repetição}$), em relação a cada atributo, encontram-se na Quadro 3. Somente os provedores 1 e 8 apresentaram “p” maior que o estabelecido (0,05) para os atributos tamanho dos grãos e gosto doce respectivamente.

Provedor	Cor	Uniformidade Da cor	Integridade dos grãos	Formato dos grãos	Tamanho Dos grãos	Aroma de feijão
1	0,24	0,33	0,70	0,90	0,01	0,23
2	0,44	0,73	0,34	0,72	0,50	0,11
3	0,33	0,28	0,15	0,52	0,69	0,13
4	0,66	0,50	0,86	0,95	0,96	0,34
5	0,25	0,7	0,52	0,92	0,56	0,71
6	0,49	0,70	0,21	0,57	0,59	0,12
7	0,94	0,32	0,79	0,38	0,40	0,61
8	0,47	0,92	0,39	0,70	0,13	0,89
9	0,59	0,19	0,12	0,07	0,45	0,09
10	0,12	0,33	0,23	0,39	0,24	0,46
11	0,06	0,78	0,69	0,36	0,56	0,81

Valores assinalados em vermelho referem-se a $p_{repetição} \leq 0,05$.

Quadro 3: Continuação.

Provedor	Sabor típico de feijão cozido	Gosto amargo	Gosto doce	Maciez	Homogeneidade
1	0,46	0,32	0,49	0,08	0,24
2	0,19	0,82	0,85	0,51	0,95
3	0,75	0,84	0,17	0,30	0,23
4	0,91	0,59	0,58	0,72	0,51
5	0,83	0,07	0,97	0,44	0,46
6	0,80	0,95	0,70	0,70	0,78
7	0,24	0,16	0,46	0,48	0,47
8	0,65	0,44	0,0	0,41	0,44
9	0,65	0,81	0,35	0,29	0,58
10	0,27	0,64	0,00	0,35	0,29
11	0,72	0,90	0,82	0,96	0,92

Valores assinalados em vermelho referem-se a $p_{\text{repetição}} \leq 0,05$.

Quadro 3 – Níveis de significância para provedores em função da repetibilidade ($p_{\text{repetição}}$).

Foi observada a concordância de cada provedor com a equipe, comparando-se suas médias de amostras com as médias de amostras da equipe para cada atributo (Quadro 4). Verificou-se que houve problemas com vários provedores.

Provedor	Amostras	Cor marrom	Uniformidade da cor	Integridade dos grãos	Formato dos grãos	Tamanho dos grãos	Aroma feijão/coz.
1	1	5,13	5,53	2,26	4,50	1,60	7,03
	2	3,86	0,70	6,76	4,43	1,67	6,17
	3	2,17	0,43	6,23	3,36	1,27	3,17
2	1	0,60	5,33	4,86	3,83	0,96	1,26
	2	2,30	2,63	5,23	3,70	1,30	0,70
	3	1,06	3,10	8,23	4,60	0,60	0,70
3	1	1,33	1,03	3,16	2,36	3,60	5,83
	2	4,93	5,16	5,10	3,00	3,76	5,93
	3	1,33	2,20	5,33	2,86	2,16	5,93
4	1	1,26	2,26	2,0	3,70	6,03	4,90
	2	5,76	6,60	3,50	4,83	4,20	4,23
	3	4,60	2,63	7,00	3,26	2,96	6,13
5	1	2,60	4,00	2,93	3,43	4,60	4,40
	2	5,66	6,36	5,76	4,53	3,30	2,16
	3	4,40	1,70	5,86	4,86	2,50	2,66
6	1	1,26	3,90	1,76	4,40	3,00	6,56
	2	5,40	6,63	5,60	2,76	4,63	5,40
	3	3,43	1,23	7,20	3,16	1,40	2,90
7	1	1,70	1,86	5,10	2,30	3,76	6,46
	2	4,00	7,86	7,26	3,63	4,63	7,00
	3	4,20	0,90	8,13	4,53	4,60	5,20
8	1	0,60	1,86	4,30	4,76	3,43	3,46
	2	4,56	6,83	7,96	4,53	2,46	3,96
	3	3,36	0,60	8,30	5,26	0,56	5,73
9	1	0,56	3,66	2,00	4,66	4,56	7,76
	2	4,76	6,73	5,60	3,83	6,30	8,06
	3	4,60	0,60	8,23	1,73	5,16	5,83
10	1	1,06	1,90	2,06	2,73	2,33	5,10
	2	3,80	3,96	4,06	3,06	2,80	3,43
	3	2,66	1,40	5,83	2,66	2,83	3,83
11	1	1,10	5,56	1,86	4,96	5,43	3,06
	2	6,26	7,00	1,40	3,73	5,23	3,00
	3	6,13	1,60	8,16	3,03	4,13	4,83
Média da equipe	1	1,56	3,35	2,94	3,78	3,57	5,07
	2	4,66	5,49	5,28	3,83	3,66	4,54
	3	3,45	1,49	7,14	3,57	2,56	4,26

Quadro 4 : Continuação

Provedor	Amostras	Sabor típico feijão/coz.	Gosto amargo	Gosto doce	Textura maciez	Homogeneidade
1	1	7,86	0,43	2,67	6,96	7,86
	2	2,93	3,90	0,47	5,33	2,96
	3	0,90	4,90	0,23	1,93	0,83
2	1	7,80	1,93	1,16	8,03	7,96
	2	6,96	2,10	0,96	6,90	3,20
	3	5,13	2,40	0,46	5,10	4,86
3	1	4,53	3,83	1,00	5,26	4,76
	2	3,30	7,66	0,57	1,80	1,06
	3	1,23	6,96	1,36	1,86	0,26
4	1	6,63	2,80	2,73	7,06	6,86
	2	3,43	1,00	6,60	1,93	1,76
	3	4,50	1,66	3,63	2,80	5,83
5	1	4,06	3,10	1,80	6,16	5,30
	2	4,60	2,00	3,93	3,03	3,80
	3	3,03	1,43	3,13	2,43	4,10
6	1	4,23	3,20	1,10	7,36	6,66
	2	5,90	2,56	6,30	5,70	2,73
	3	2,46	5,73	6,03	3,93	2,23
7	1	6,00	6,50	0,56	7,73	5,50
	2	5,13	5,86	1,80	6,26	1,13
	3	5,96	6,03	3,20	4,36	6,60
8	1	0,60	0,0	0,0	8,20	8,20
	2	2,06	0,0	0,0	8,23	1,90
	3	3,13	0,7	0,0	7,76	0,60
9	1	5,83	6,90	1,13	6,93	7,00
	2	2,30	5,93	5,63	2,60	0,80
	3	5,26	1,56	7,60	2,36	1,03
10	1	4,56	0,00	2,13	5,70	5,96
	2	3,66	0,20	1,96	4,03	4,53
	3	3,53	0,10	1,86	4,03	4,00
11	1	1,40	3,03	2,96	8,10	8,13
	2	4,46	2,70	2,46	4,30	5,20
	3	6,60	3,93	2,56	2,86	3,80
Média	1	4,86	2,88	1,56	7,04	6,74
	2	4,06	3,08	2,78	4,55	2,64
	3	3,79	3,12	2,73	3,58	3,10

Amostra 1: Grãos de feijão da variedade Saracura

Amostra 2: Grãos de feijão da variedade Pérola

Amostra 3: Grãos de feijão da variedade IAPAR 31

Sabor Típico Feijão/Coz.= Sabor típico de Feijão Cozido

Quadro 4 – Concordância de cada provedor com a equipe sensorial.

É importante ressaltar, que os grãos de feijão, apesar de serem da mesma variedade podem apresentar pequenas diferenças entre si dificultando a discriminação pelo provador.

Os dados obtidos também foram submetidos à Análise de Procustes Generalizada para avaliar o consenso dos provadores, cujos resultados estão apresentados nas figuras 15, 16, 17 e 18.

A análise dos dados dos onze provadores foi realizada empregando-se as duas primeiras dimensões, responsáveis por uma explicação de 53% da variabilidade dos dados, sendo 36% para dimensão I e 17% para a dimensão II (Figura 15).

No gráfico da APG, as amostras são representadas por triângulos, sendo que a menor distância entre os vértices dos triângulos indica boa repetibilidade das avaliações feitas pelos provadores e o afastamento dos triângulos indica diferenças entre as amostras quanto aos atributos avaliados (Figura 15).

Por meio dos resultados obtidos pela ANOVA e teste F (Quadros 2 e 3), observou-se que os provadores 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10 e 11 apresentaram dificuldade em discriminar amostras quanto a cor, formato dos grãos, tamanho, aroma de feijão cozido, sabor típico, gosto amargo e doce e também foram os provadores que tiveram maior diferença quanto a concordância com a equipe (Quadro 4), mas pela APG verificou-se que estes provadores apresentaram resultados e configurações que permitiram a permanência na equipe pois, a variância residual de todos os provadores foram semelhantes e não foram elevadas (Figura 15). O provador 2 apresentou a maior variância residual (Figura 15) e foi configurado um pouco afastado dos demais na configuração geral dos provadores (Figura 16). No entanto, a configuração das amostras deste provador (Figura 17) foi coerente com a configuração do consenso (Figura 18).

As observações originárias da APG indicaram que havia consenso entre os 11 provadores na avaliação das amostras. Assim a equipe foi considerada treinada e apta a avaliar as amostras ou tratamentos do experimento.

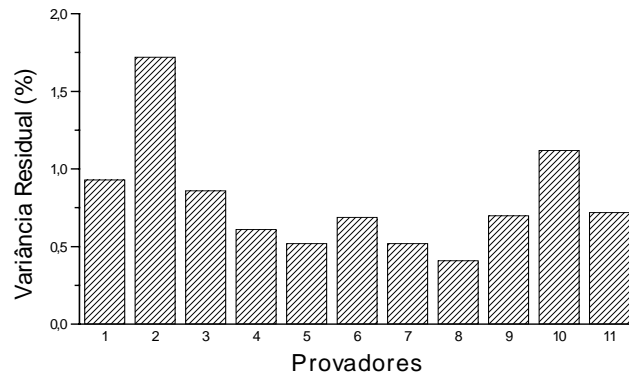


Figura 15 – Variância residual dos 11 provedores.

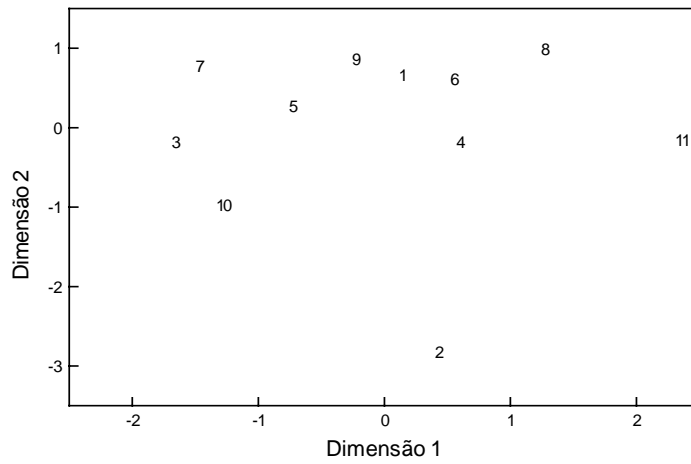


Figura 16 – Configuração geral dos provedores.

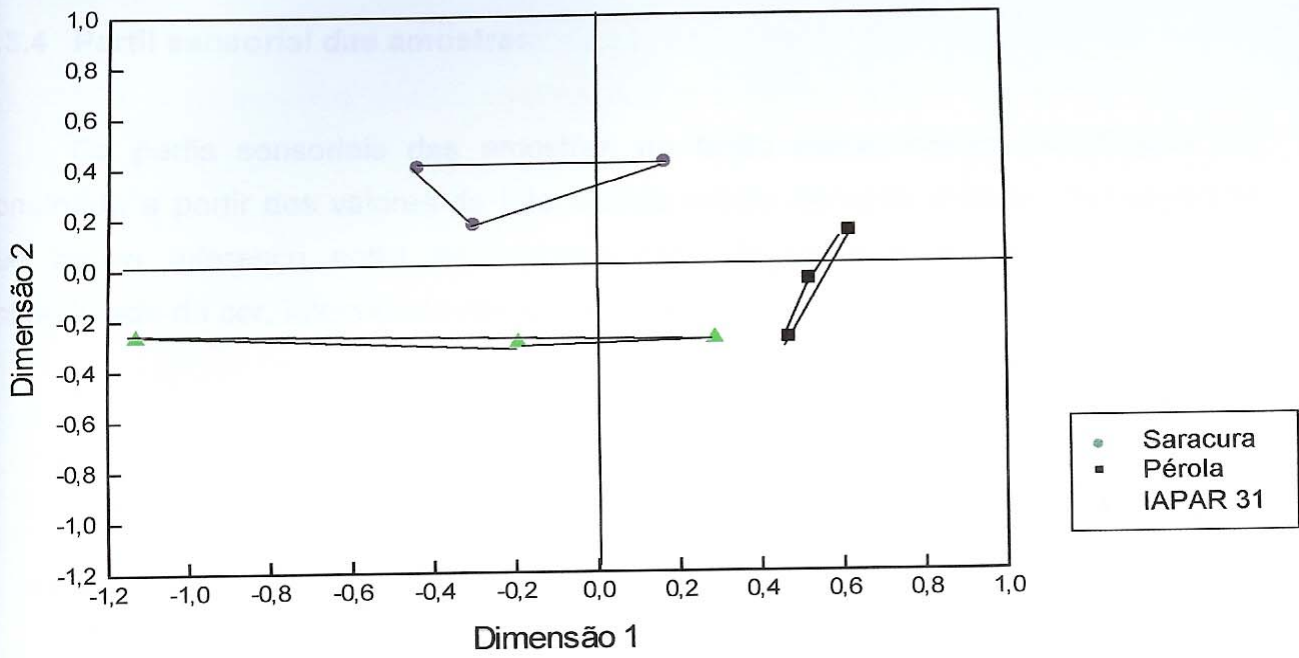


Figura 17– Configuração das amostras para o provador 2.

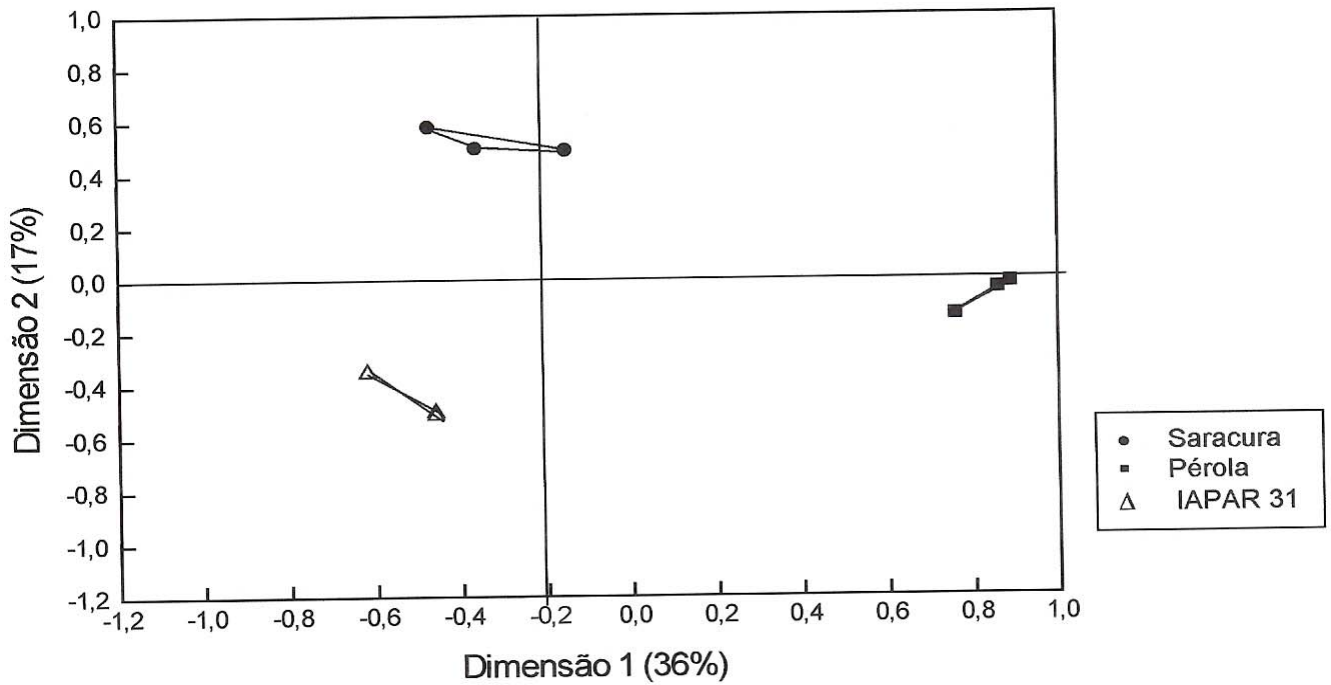


Figura 18 – Configuração consenso das amostras para a equipe de 11 provadores.

5.3.4 Perfil sensorial das amostras

Os perfis sensoriais das amostras de feijão representados na (Figura 19), construído a partir dos valores de intensidade média de cada atributo, demonstrando que houve diferença entre as amostras em relação aos atributos cor marrom, uniformidade da cor, integridade dos grãos, maciez e homogeneidade.

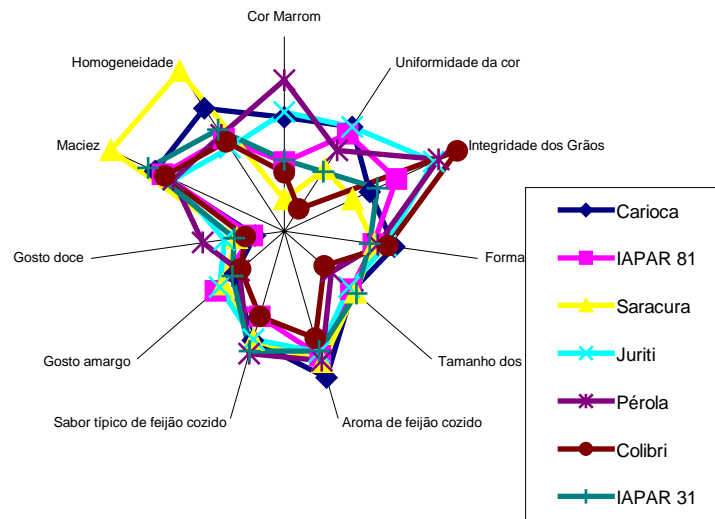


Figura 19 – Configuração da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) das variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31.

Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Componentes principais (ACP), que permite uma análise global dos resultados, apresentando as relações existentes entre as amostras (tratamentos) e os atributos que melhor caracterizam cada uma (DA SILVA e DAMÁSIO, 1994).

A Figura 16 A mostra a projeção dos atributos sensoriais sobre o plano fatorial (CPI x CPII) e a Figura 16B mostra a projeção das amostras de feijão. O primeiro Componente Principal (CPI) explicou 36,61% da variação total existente entre

as amostras, e o segundo Componente Principal (CPII) explicou 20,15%, totalizando 56,76% de explicação. A figura 20 A mostra a projeção dos atributos sensoriais sobre o plano fatorial (CPI x CPIII) e a Figura 20 B demonstra a projeção das amostras de feijão a Componente Principal (CPIII) que explicou 14,37% totalizando 50,98%; as Componentes (CPI, CPII e CPIII) explicaram 71,33%; e as Componente (CPI, CPII, CPIII e CPIV) explicaram 82,11%.

Na figura 20 B, cada amostra de feijão está representada por um triângulo, onde cada vértice corresponde ao valor médio atribuído pela equipe sensorial em cada repetição. Assim, se os vértices estiverem próximos significa que houve boa repetibilidade da avaliação. A amostra que apresentou melhor repetibilidade foi IAPAR 81, seguida pela Juriti, Carioca, Colibri, Saracura e IAPAR 31. Quando as amostras (triângulos) estiverem próximas entre si, significa que são similares em relação aos atributos julgados, e quando as amostras estiverem distantes possivelmente são diferentes em relação aos atributos avaliados.

Na ACP, os atributos são representados como vetores. Os vetores que se apresentam longos ao serem decompostos em eixo CP possuem alta correlação com o eixo e explicam mais a variabilidade entre as amostras mostradas naquele CP (DA SILVA e DAMÁSIO, 1994; FERRAUDO, 2002).

No primeiro CP, em ordem decrescente de importância (contribuição discriminante) e com correlações com o eixo superiores a 0,65 encontram-se os atributos maciez, integridade do grão, homogeneidade, gosto doce e tamanho dos grãos. Amostras localizadas mais à esquerda (Saracura, Carioca e IAPAR 31), ao longo deste eixo (CPI), apresentam maior intensidade dos atributos maciez, homogeneidade e tamanho dos grãos (correlação negativa) e as amostras localizadas mais à direita (Juriti, Pérola e Colibri) possuem maior intensidade dos demais atributos correlacionados com este eixo (correlação positiva) (Figura 16 A).

No segundo CP, os principais atributos, com correlações negativas superiores a 0,65 foram uniformidade da cor e aroma de feijão cozido, indicando que as amostras localizadas mais abaixo no eixo vertical ou CPII (Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola) apresentam maior intensidade destes atributos (Figura 16 A).

O atributo cor marrom apresentou comportamento semelhante para a CPI e CPII (correlação de +0,59 com CPI e de -0,59 com o CPII), influenciando, em parte, a localização de amostras à direita no eixo do CPI e mais abaixo no CPII (Pérola) (figura 16A).

Os atributos formato, sabor de feijão cozido e gosto amargo apresentam correlação inferior a 0,5 (em módulo) com os componentes I e II.

Os dados acima foram confirmados pelo teste de (ANOVA) demonstrados na tabela 19.

Quando os vetores estão próximos uns dos outros, indicam que os atributos possivelmente apresentam alta correlação positiva entre si. Assim, existe grande possibilidade de haver correlação positiva e significativa entre os atributos gosto doce e cor marrom; cor marrom e uniformidade da cor. Possivelmente também a correlação positiva entre aroma de feijão cozido e sabor de feijão cozido; homogeneidade e a maciez dos grãos. Os vetores que são ortogonais entre si (formam ângulo de 90°), possivelmente, não apresentam correlação linear significativa entre si (cor marrom e o tamanho; sabor de feijão cozido, gosto amargo e aroma de feijão; gosto doce e aroma de feijão cozido; uniformidade da cor e homogeneidade; maciez e integridade dos grãos).

Os vetores que forma um ângulo próximo a 180° entre si, possivelmente apresentam correlação linear negativa entre si. Assim pode haver uma correlação negativa e significativa entre os atributos integridade dos grãos e maciez; homogeneidade e tamanho; gosto doce e maciez e homogeneidade; cor marrom e maciez e homogeneidade.

Pela ACP, pode se observar que os feijões da variedade Saracura caracterizaram-se principalmente pela maior intensidade de maciez e homogeneidade e menor intensidade de integridade dos grãos, cor marrom e gosto doce. A variedade Colibri caracterizou-se pela maior intensidade de integridade dos grãos e menor intensidade de maciez e homogeneidade. A variedade Pérola caracterizou-se principalmente por maior intensidade de gosto doce e cor marrom e baixa intensidade de maciez e homogeneidade. Já a variedade Juriti caracterizou-se pela alta intensidade de gosto doce e cor marrom e baixa intensidade de maciez e homogeneidade. A

variedade Carioca caracterizou-se por possuir maior intensidade de aroma de feijão cozido. Os grãos da variedade IAPAR 81 possivelmente se caracterizaram pela alta uniformidade da cor. A variedade IAPAR 31 não apresentou atributos sensoriais que a diferenciava em relação às demais.

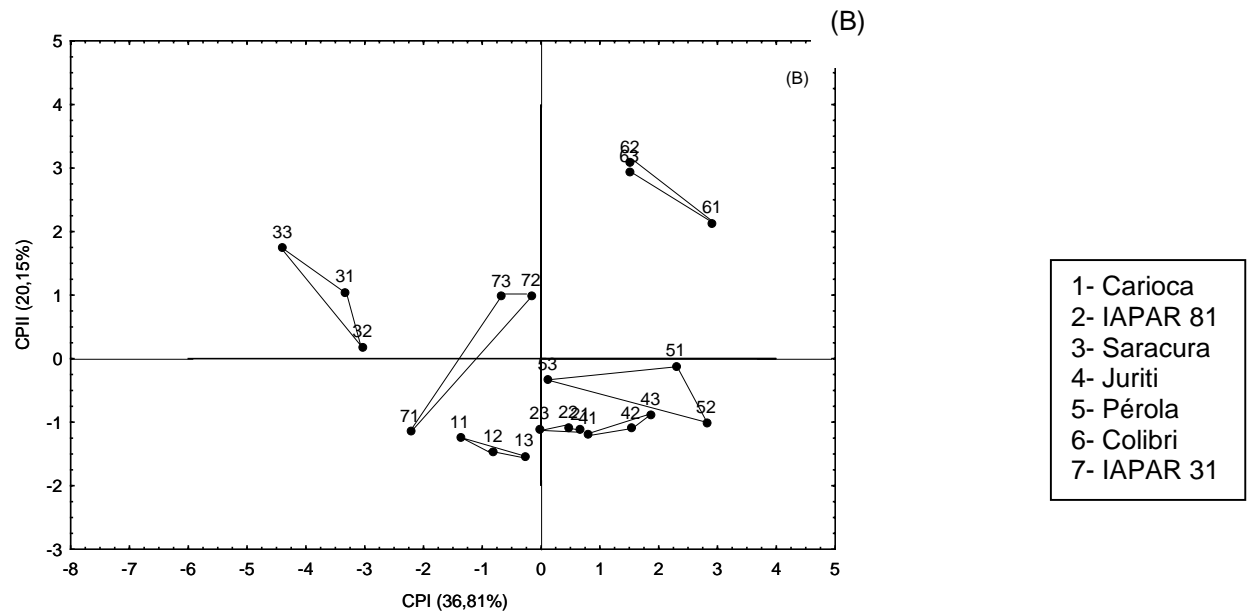
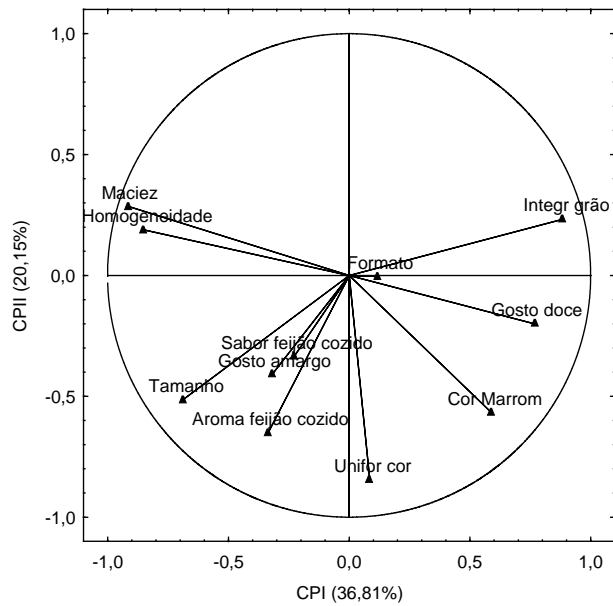


Figura 20 – Projeções dos atributos sensoriais (A) e amostras de feijão (B) sobre o plano fatorial (CPI x CPII).

A Figura 21A mostra a projeção dos atributos sensoriais sobre o plano fatorial (CPI X CPIII) e a Figura 21B mostra a projeção das amostras de feijão. A amostra que apresentou melhor repetibilidade foi a IAPAR 81, Colibri, Saracura,

Carioca, Juriti, Colibri e IAPAR 31. As variedades Juriti, Colibri e Pérola estiveram próximas, e as variedades IAPAR 31 e Carioca também demonstrando serem similares nos atributos julgados.

Na terceira CP, em ordem decrescente de importância (contribuição discriminante) e com correlações com este eixo superiores a 0,65; encontram-se os atributos gosto amargo e sabor de feijão cozido. A amostra localizada mais acima (IAPAR 81) apresenta maior intensidade do atributo gosto amargo (correlação positiva). A variedade Pérola localizada mais abaixo com mais intensidade de sabor de feijão cozido (correlação negativa) (Figura 21A). Embora pela análise da variância (Tabela 19) as variedades não apresentaram diferenças significativas quanto a esses atributos. O mesmo aconteceu com o atributo formato do grão com eixo superior a 0,65 na quarta CP (Figura não apresentada).

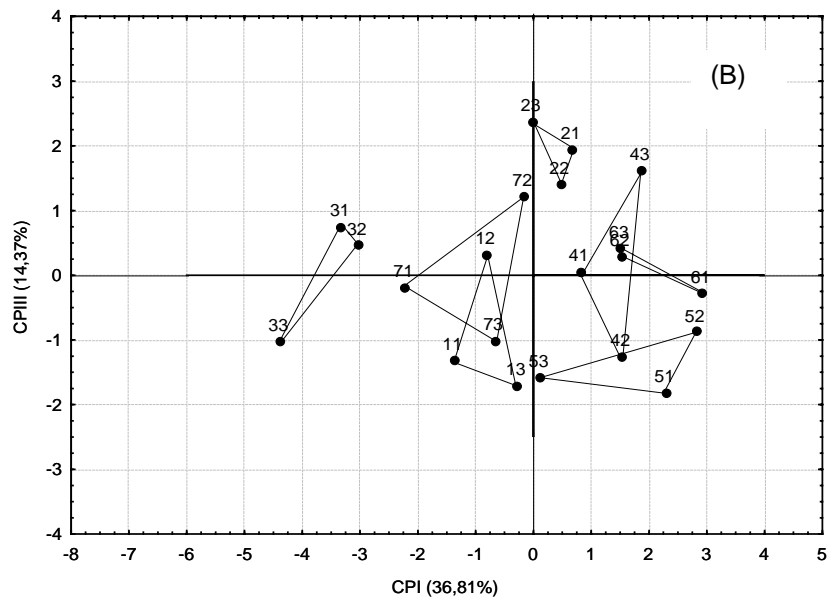
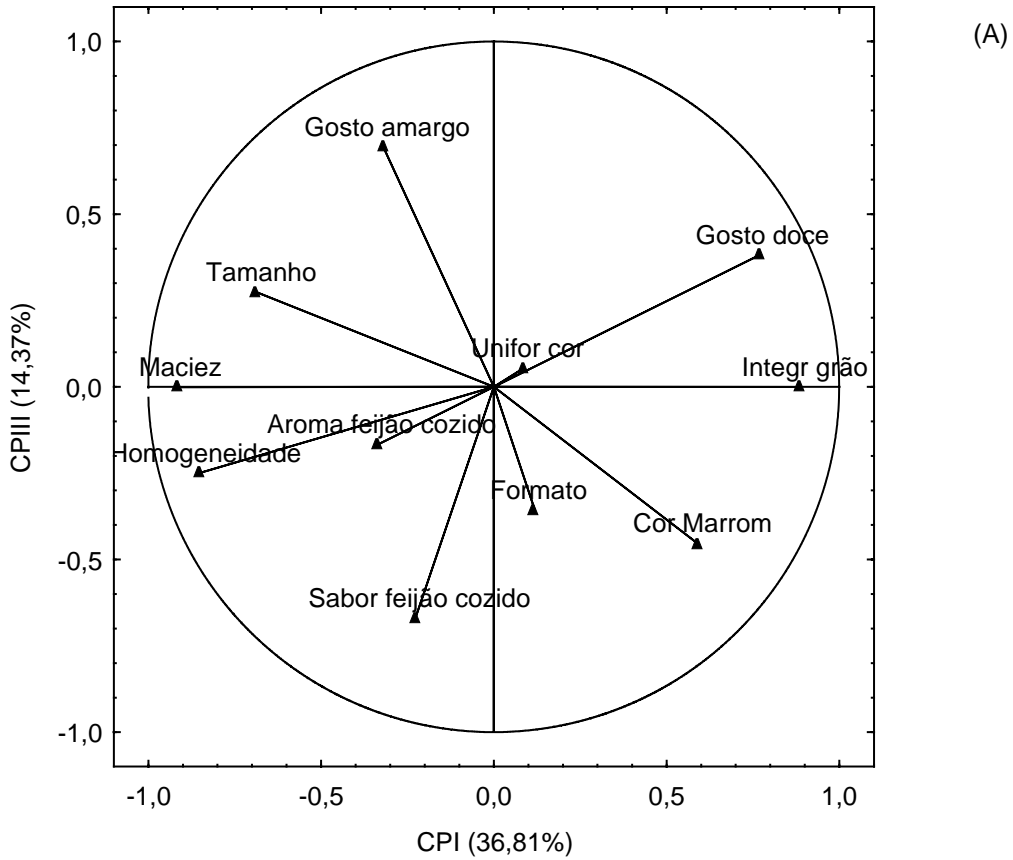


Figura 21 – Projeções dos atributos sensoriais (A) e amostras de feijão (B) sobre o plano fatorial (CPI x CPIII).

Os resultados das análises de variância para cada atributo estão em Anexo (D1 a D16). Os valores de $F_{\text{provadores}}$ ($p \leq 0,05$) foram significativos para todos os tributos, indicando que apesar do treinamento, os provadores usaram diferentes porções da escala para expressar a sensação provocada por uma mesma amostra. Esta ocorrência é comum e difícil de ser evitada na análise sensorial (DA SILVA E DAMÁSIO, 1994).

Os valores de $F_{\text{tratamento}}$ foram significativos ($p \leq 0,05$) para os atributos cor marrom, uniformidade da cor, integridade dos grãos, formato dos grãos, tamanho dos grãos, sabor típico de feijão, gosto doce, maciez e homogeneidade, indicando que os provadores identificaram diferenças sensoriais entre as amostras avaliadas.

No entanto, verificou-se que os valores de F da interação tratamentos x provadores foram significativos ($p \leq 0,05$) para os atributos cor marrom, tamanho dos grãos, aroma de feijão cozido, sabor típico de feijão cozido e homogeneidade, indicando que pelo menos um provador estava avaliando as amostras de forma não consensual com a equipe. A gravidade da interação foi avaliada construindo-se gráficos da intensidade do atributo x tratamentos para cada provador (Figuras 21 a 25), cuja análise indicou que as interações eram graves e foram geradas pelos provadores 2 (atributo cor); 4 (atributo tamanho dos grãos); 6, 8 e 11 (atributo aroma de feijão cozido); 1, 2 e 8 (atributo sabor típico de feijão); 1 (atributo homogeneidade). Os resultados desses provadores foram retirados e a ANOVA refeita para estes atributos (STONE E SIDEL, 1993) e a interação deixou de ser significativa (Anexos L a P).

As intensidades médias dos atributos sensoriais de cada variedade estudada estão apresentadas na Tabela 16.

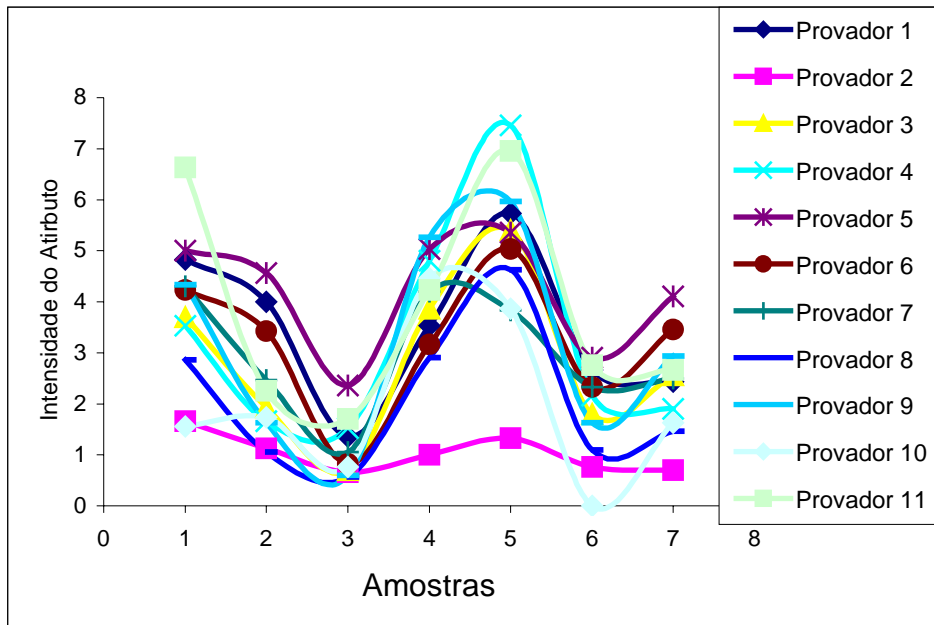


Figura 22 – Gráfico da Intensidade do atributo cor marrom x amostras de feijão para cada provador da equipe sensorial.

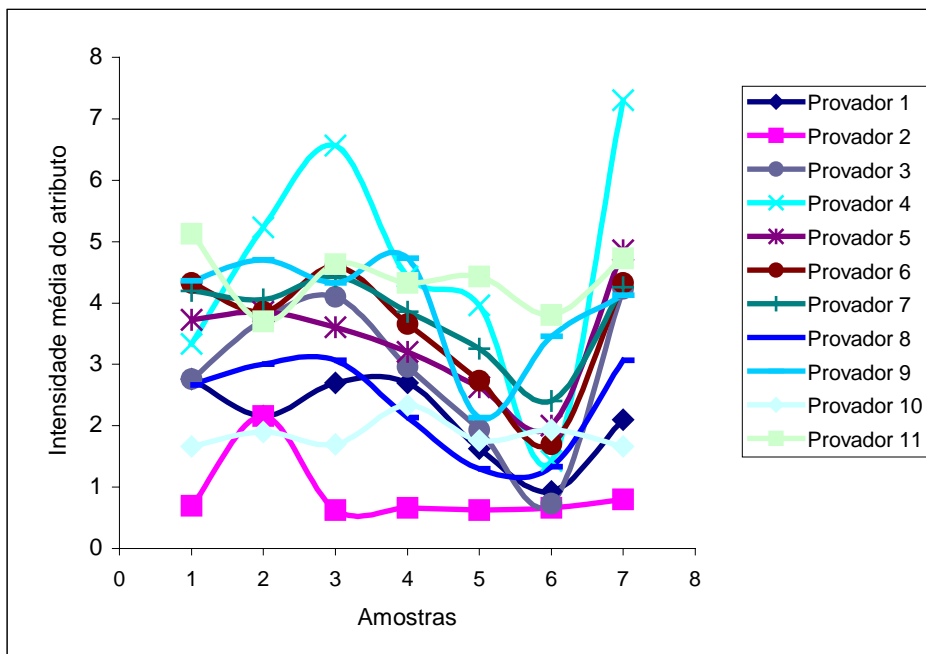


Gráfico 23 – Gráfico da intensidade do atributo tamanho dos grãos X amostras de feijão para cada provador da equipe sensorial.

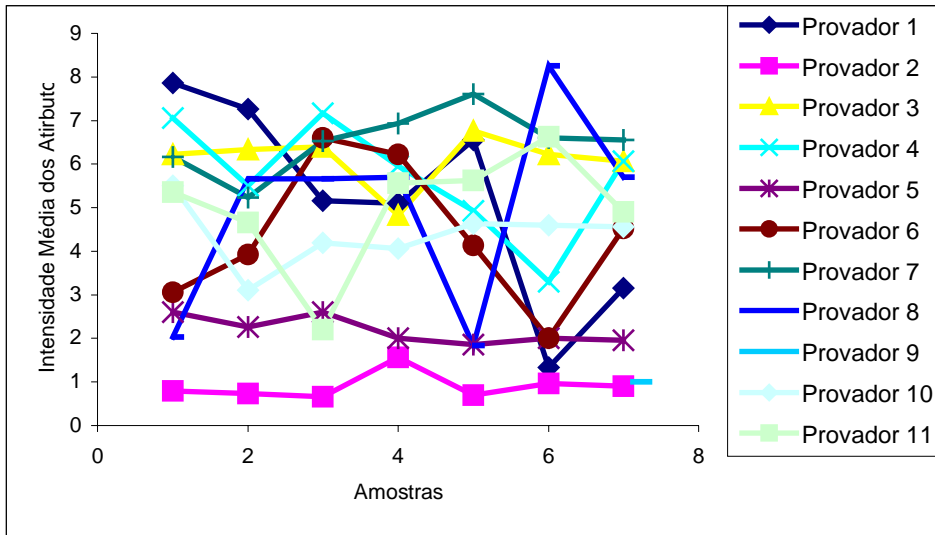


Figura 24 – Gráfico da Intensidade do atributo aroma de feijão cozido x amostras de feijão para cada provador da equipe sensorial.

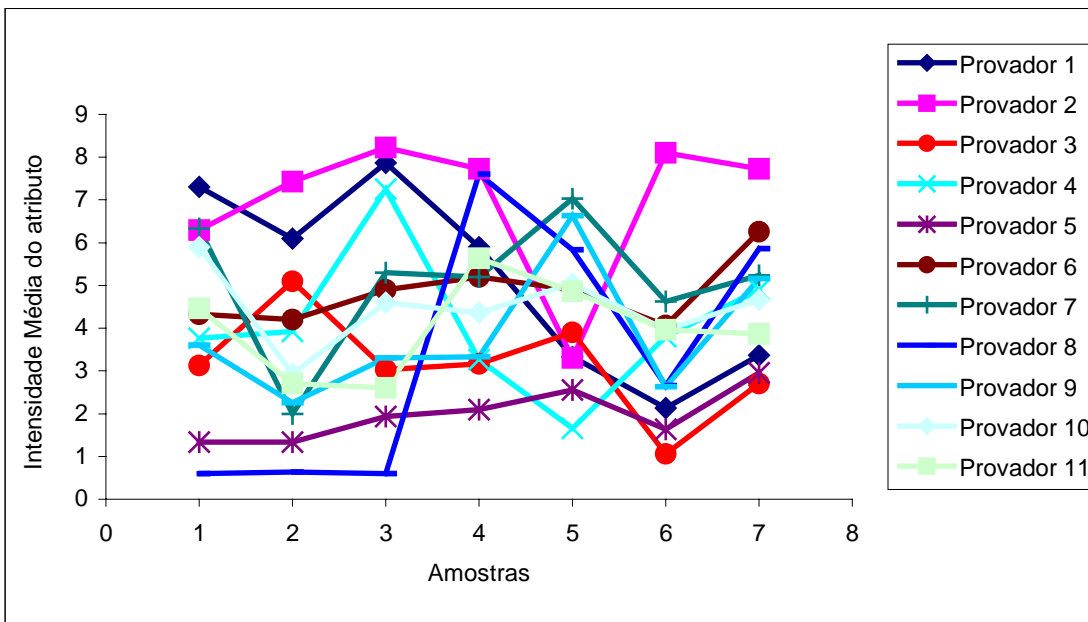


Figura 25 – Gráfico da Intensidade do atributo sabor típico de feijão cozido x amostras de feijão para cada provador da equipe sensorial.

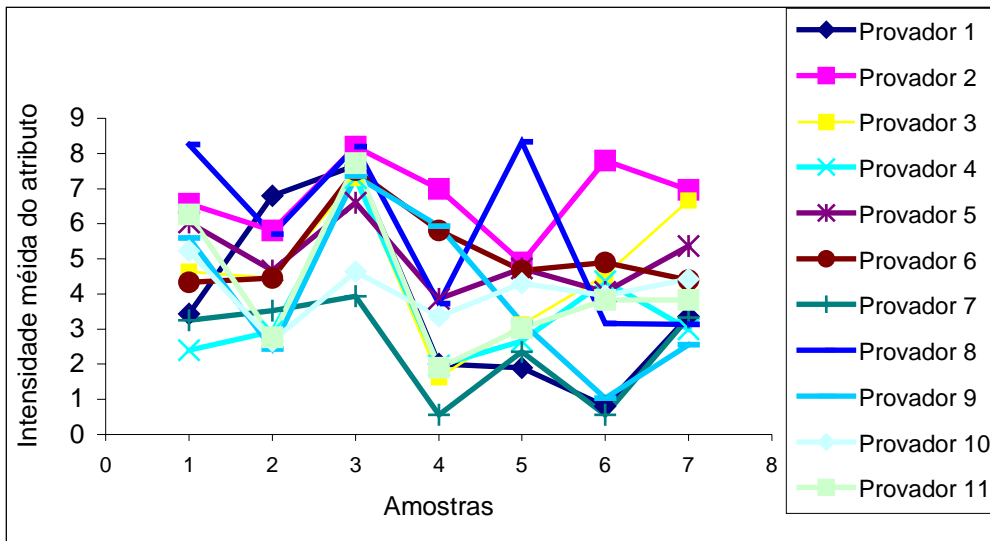


Figura26 – Gráfico da Intensidade do atributo Homogeneidade x amostras de feijão para cada provador da equipe sensorial.

Tabela 16 – Intensidade médias dos atributos sensoriais para os grãos de feijão das variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e IAPAR 31 conforme determinado pela equipe sensorial no teste de ADQ.

Atributos	Carioca (52 min)	IAPAR 81 (66 min)	Saracura (42 min)	Juriti (50min)	Pérola (71 min)	Colibri (70 min)	IAPAR 31
							(50 min)
Aparência							
Cor marrom**	4,10 ^b	2,48 ^c	1,15 ^d	4,28 ^b	5,43 ^a	2,11 ^c	2,56 ^c
Uniformidade da cor*	4,48 ^a	4,17 ^{ab}	2,67 ^c	4,47 ^{ab}	3,46 ^{bc}	0,96 ^d	2,57 ^c
Integridade dos Grãos*	3,36 ^{cb}	4,44 ^b	2,69 ^c	5,91 ^a	6,10 ^a	6,85 ^a	3,67 ^{cb}
Formato dos Grãos*	3,98 ^a	3,24 ^a	3,28 ^a	3,68 ^a	3,38 ^a	3,75 ^a	3,10 ^a
Tamanho dos grãos**	3,23 ^a	3,18 ^a	3,37 ^a	3,06 ^a	2,24 ^b	1,89 ^b	3,42 ^a
Aroma							
Feijão cozido***	5,47 ^a	4,64 ^{ab}	4,89 ^{ab}	4,52 ^{ab}	4,83 ^{ab}	4,00 ^b	4,47 ^{ab}
Sabor							
Típico de Feijão Cozido***	4,07 ^a	3,18 ^a	4,06 ^a	4,03 ^a	4,57 ^a	3,17 ^a	4,47 ^a
Gosto Amargo*	2,37 ^a	3,28 ^a	2,92 ^a	3,06 ^a	2,16 ^a	2,06 ^a	2,45 ^a
Gosto Doce*	1,07 ^b	1,17 ^b	1,73 ^{ab}	2,16 ^{ab}	2,94 ^a	1,41 ^b	1,82 ^{ab}
Textura							
Maciez*	5,11 ^b	4,82 ^b	6,86 ^a	4,40 ^b	4,39 ^b	4,73 ^b	5,38 ^b
Homogeneidade**	5,26 ^b	3,97 ^{cb}	6,87 ^a	3,58 ^c	4,13 ^{cb}	3,82 ^{cb}	4,37 ^{cb}

(*) Média de 11 provadores; (**) Média de 10 provadores; (***) Média de 8 provadores.

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente entre si a $p \leq 0,05$.

Valores entre parênteses são os tempos de cozimento ótimo sensorial.

As intensidades médias dos atributos foram menores que 5,0 (ponto médio da escala), exceto para os atributos maciez e homogeneidade das variedades Saracura, IAPAR 31 e Carioca e integridade dos grãos para as variedades Juriti, Pérola e Colibri.

Os feijões da variedade Pérola tiveram o maior valor de intensidade de cor marrom (5,43). Na avaliação instrumental dos parâmetros de cor (Tabela 12), esta variedade foi a que apresentou menor luminosidade (L^*), ou seja, mais escura, não se diferenciou das outras variedades em relação aos componentes a^* e b^* tonalidade cromática (H^*) e o croma (C^*). Carneiro et al. (2005) estudou por meio de análise descritiva quantitativa, sete variedades de feijão e três linhagens promissoras e entre elas estavam as variedades Carioca e Pérola. As variedades estudadas apresentaram diferenças quanto à cor, sendo que a variedade Pérola mostrou o menor valor de intensidade de cor marrom.

Para o atributo uniformidade da cor a variedade Carioca apresentou o maior valor (4,48) não diferindo da IAPAR 81 e Juriti.

Em relação à integridade dos grãos, as variedades Juriti, Pérola e Colibri obtiveram o maior valor. Estes resultados estão coerentes com as análises físicas apresentadas na Tabela 13 (porcentagem de grãos íntegros após o cozimento), onde as variedades Pérola e Colibri tiveram a maior porcentagem de grãos íntegros e a Saracura a menor porcentagem.

As variedades foram semelhantes quanto ao formato dos grãos cozidos (sendo mais próxima do alongado), sabor típico de feijão cozido (valores de 4,57 a 3,17) gosto amargo (valores de 3,28 a 2,06). Moura et al. (2005) avaliaram por análise descritiva quantitativa o efeito de diferentes doses de irradiação (0, 2, 4, 6, 8, e 10 KGy) nas propriedades sensoriais de feijão preto e não observaram diferença para o atributo gosto amargo entre as amostras irradiadas e entre as irradiadas e não irradiadas. Enquanto que, Carneiro et al. (2005) observaram diferenças entre sete variedades de feijão e três linhagens promissoras para o gosto amargo, sendo que a variedade Pérola foi à variedade que teve maior intensidade deste atributo.

Os grãos das variedades Pérola e Colibri apresentaram o menor tamanho após o cozimento. Quando se encontravam crus todos os grãos foram classificados como pequenos exceto os da variedade IAPAR 31 que foram classificados como muito pequeno (Tabela 3).

A variedade Carioca obteve o maior valor para aroma de feijão cozido, porém, diferiu apenas da variedade Colibri, e as demais variedades foram idênticas

entre si quanto a este atributo. A variedade Pérola teve o maior valor para o gosto doce diferindo das variedades Colibri, Carioca e IAPAR 81. Armelin et al. (2006) estudaram por análise descritiva quantitativa, a variedade de feijão Carioca Tybatã irradiada com diferentes doses (0, 1, 2, 6 e 10), não observaram diferenças entre as amostras para o atributo gosto doce. Carneiro et al. (2005) também não observaram diferença entre as variedades estudadas para o atributo gosto doce.

A variedade Saracura mostrou o maior valor de maciez (6,86) e também que teve o menor valor de textura instrumental (Tabela 10), menor tempo de cozimento sensorial (Tabela 9) e pelo aparelho de Mattson (Tabela 8). Esta a variedade apresentou textura sensorial mais homogênea (6,87).

6 CONCLUSÕES

- As variedades de feijão Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 81 são diferentes quanto características químicas, físicas e sensoriais.
- As variedades estudadas apresentam teores semelhantes de proteínas e carboidratos e diferentes teores de lipídeos, cinzas e minerais (P, K, Ca, N, Mg, Cu, Zn, B, Fe e Mn).
- O feijão Saracura caracteriza-se pelo menor grau de hidratação durante a maceração, tempo de cozimento (instrumental e sensorial); maior absorção de água durante o cozimento, menor porcentagem de grãos íntegros após o cozimento e por apresentar os grãos mais macios.
- Os grãos das variedades Colibri, Pérola, Juriti e IAPAR 81 possuem o maior tempo de cocção instrumental.
- Os feijões Colibri, Pérola, IAPAR 31 e IAPAR 81 não apresentam textura considerada ótima para o consumidor.
- Em relação à cor, os grãos crus e cozidos da variedade Carioca são os mais escuros.
- Os meios de cocção das sete variedades de feijão são semelhantes quanto à viscosidade, mas diferem nos teores de sólidos totais, solúveis e insolúveis, além da condutividade elétrica.
- Quanto ao perfil sensorial dos grãos cozidos, as sete variedades estudadas são semelhantes quanto ao formato dos grãos, sabor típico de feijão cozido e gosto amargo e diferem nos demais atributos. A variedade Saracura é a mais macia, com textura mais homogênea e menor intensidade de cor marrom.

- A variedade Saracura apresenta características de qualidade (tempo de cozimento e parâmetros de textura) mais adequadas para o consumidor, cuja preferência é por feijões que cozinhem rapidamente e se desintegrem.

REFERÊNCIAS

- AACC American Association of Cereal Chemist. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**. Saint Paul, v.2, 1995.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas e Técnicas. **Especialização de cores de acordo com sistema de notação Munsell – NRB 12694**. Rio de Janeiro, nov. 1992.
- ABU-GHANNAM, N. Interpretation of the force deformation curves of soaked red Kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.) **International Journal of Food Science and Technology**, v. 33, p. 509-515, 1998.
- ANTUNES, P.; SGARBIERI, V. Influence of time conditions of storage on technological and nutritional properties of a dry bean variety rosinha G2. **Journal of Food Science**, v. 44, p. 1703-1706, 1979.
- ANZALDUA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza: Editora Acribia, 1994. 198p.
- ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIRMMERMANN, M. J. O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. 1.ed. Piracicaba-SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996.
- ARMELIN, J. M.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SPOTO, M. H. F.; ARTHUR, V.; PIEDADE, S. M. S. Quantitative descriptive analysis of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under gamma radiation. **Journal of Food Science**, v. 71, nº 1, p. 8-12, 2006.
- ASTM American Society for Testing and Materials Chemists. **Guidelines for the selection and training of sensory panel members – STP758**. Philadelphia, 1981.
- AZALDUA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994. 198p.
- BALANDRÁN-QUINTANA, R.R. et al. Functional and nutritional properties of extruded whole Pinto bean meal (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Food Science**, v. 63, p. 113-116, 1998.

BARON R. F., PENFIELD, M. P. Panelist texture preferences affect sensory evaluation of green bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Food Science**, v. 58, n. 1, p. 138-143, 1993.

BARRON, J. M.; COTA A. G.; ANDUAGA, R. Texture evaluation of pinto beans (*Phaseolus vulgaris* var. UI-114) stored under controlled conditions. **Tropical Science**, v. 35, p. 327-331, 1995.

BELLARDE, F.B.; JACKIX, M. N. H.; DA SILVA, M. A. A. P. Desenvolvimento de gel estruturado de suco de maracujá na forma de um simulado de fruta em calda: perfil sensorial e aceitação do produto final. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 15, n. 3, p. 225-231, 1995.

BODYFELT, F. W.; TOBIAS, J.; TROUT, G. M. **Sensory evaluation of dairy products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988.

BOURNE, M. C. A. Classification of objective methods for measuring texture and consistency of foods. **Journal Food Science**, v. 31, p.1011-1022, 1966.

BOURNE, M. C. **Texture Measurements in vegetables**. In RHA, C. (ed). Theory, determination and control of physical properties of food materials. D. Riedel Publishing Co, Dordrecht-Holland, Boston-USA, 1975.

BRESSANI, R. Grain quality of common beans. **Food Reviews International**, v. 9, n.2, p. 237-297, 1993.

CABREJAS, M. A. M.; ESTEBAN, R. M.; PEREZ, P.; MAINA, G.; WALDRON, K. W. Changes in physicochemical properties of dry Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) during Long-Term storage. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.45, p. 3223-3227, 1997.

CAI, R.; McCURDY, A.; BAIK, B.-K. Texture property of 6 legumes curds in relation to their protein constituents. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 5, p. 1725-1730, 2002.

CALVO, M. S.; REY del., J. A. Sensory analysis of beans (*Phaseolus vulgaris*). **Biotechnology Agronomic Societ Environment**, v. 4, n. 3, p. 201-204, 1999.

CAMPOS, S. D.; SARTORI, M. R. **Methodology for evaluation of texture and cooking time: Experience of ITAL**. Instituto de Tecnologia de Alimentos-Campinas SP, 1988.

CANECHIO FILHO, V. **Cultura do feijoeiro**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973.

CARDELLO, H. M. A.B.; DA SILVA, M. A. A. P.; DAMÁSIO, M. H. Análise descritiva quantitativa de edulcorantes em diferentes concentrações. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.3, p. 318-328, 2000.

CARNEIRO, J. C. S.; SOUZA Jr., M. M.; CARNEIRO J. E. S.; ARAÚJO, G. A. A. Perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 18-24, 2005.

CASTELLANOS, J. Z. et al. Hábitos preferenciales de los consumidores de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) en México. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.47,p.163-167, 1997.

CHAU, C. R.; CHEUNG, P.C.K. Effect of various processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch of two chinese indigenous legume seeds. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 45, p. 4776-4776, 1997.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise de alimentos e bebidas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993.

CLYDESDALE, F. M. Color measurement. In: GUIENWDEDEL, D. W.; WHITAKER, J. R. **Food analysis: principles and techniques**. New York: Marcel Dkker, 1984. p. 95-150 v.1: Physical characterization.

COELHO, S. R. M. **Alterações químicas, físico-químicas e físicas durante envelhecimento natural e acelerado de feijão comum (*Phaseolus vulgaris L.*)**. 2004. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina-Pr.

COSTA, E. G. A.; MONICI, K. S. Q.; REIS S. M. P.M.; OLIVEIRA, A C. Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. **Food Chemistry**, v. 94, p. 327 – 330, 2006.

DA SILVA, M. P. A.; DAMÁSIO, M. H. **Análise sensorial descritiva**. Campinas: Fundação Tropical, 1994.

DAMÁSIO, M. H. Análise descritiva: metodologia do Perfil livre versus metodologias tradicionais. In: ALMEIDA, T. C A.; HOUCH, G.; DAMÁSIO, M. H.; DA SILVA, M. A. P. **Avanços em Análise Sensorial**. São Paulo: Livraria Varela, 1999. p. 35-48.

DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análise sensorial descriptivo: generación de descriptores, y selección de catadores. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v.31, n.2, p. 165-178, 1991.

Davies, A. *Fisiologia Humana*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

DE ANGELIS, R. C. **Fome oculta – Impacto para a população do Brasil**. São Paulo: Ed. Atheneu, 1999.

DE LANGE, A.; LABUSCHAGNE, M. Multivariate assessment of canning quality, chemical characteristics and yield of small white canning beans (*Phaseolus vulgaris* L) in South Africa. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, nº1, p. 30-35, 2001.

DÍAZ-BATALIA, L.; WIDHOLM J. M.; FAHEY, G. C; CASTAÑO-TOSTADO, E.; PAREDEZ-LÓPES, O. Chemical componentes with health implications in wild and cultivated Mexican common bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 2045-2052, 2006.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Ed. Universitária Champagnat, 1996.

Embrapa. **Produção de feijão no mundo**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoIrrigadoNoroeSteMG/>>. Acesso em: 13 fev. 2006.

FERRAUDO A S. **Análise Multivariada: Análise de Agrupamento e Componentes Principais**. Curso realizado via internet: www.agroescola.com.br, 2002.

FERREIRA, S. B. L. et al. **Requisitos não funcionais para interfaces com o usuário: o uso de cores.** PUC/Rio. 1999. (on line) Disponível em: www.inf.puc-rio.br. Acesso em: abr. 2004.

FRANCIS, F. J. Color analysis. In: **Food analysis.** Maryland: Aspen Publication, p. 599-612, 1998.

GARCIA-VELA, L. A.; STANLEY, D. W. Water-holding capacity in hard-to-cook beans (*Phaseolus vulgaris*): Effect of pH and ionic strength. **Journal of Science Food**, v.54, n.4, p. 1080-1081. 1989.

GONZÁLEZ, A. M.; MONTEAGUDO, A. B.; CASQUERO, P. A.; De RON, A. M.; SANTALLA, M. Genetic variation and environmental effects on agronomical and commercial quality traits in the main European market classes of dry bean. **Field Crops Research**, v. 95, p. 336-347, 2006.

GRAHAM, P. H.; RANALLI, P. Common bean. **Field Crops Research**, v. 53, p. 131-146, 1997.

GUJSKA, E.; KHAN, K. Functional properties of extrudates from high starch fractions of Navy and Pinto beans and corn meal blended with legume high protein fractions. **Journal of Food Science**, v. 56, n.2, p. 431-435, 1991.

GUYTON, A. C. Tratado de fisiologia médica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1997.

HARADA, T.; TIRTOHUSODO, H.; PAULUS, K. Influence of temperature and time on cooking kinetics of potatoes. **Journal of Food Science**, v. 50, p.459-468, 1985.

HOSFIELD, G. L.; GHANDERI, A.; UEBERSAX, M. A., A factor analysis of yield and sensory and physicochemical data test used to measure culinary quality in dry edible beans. **Canadian Journal Plant Science**, v.64, p. 285-293, 1984.

HUGHES, J. S.; SWANSON, B. G. Soluble and insoluble dietary fiber in cooked common beans (*Phaseolus vulgaris*) seeds. **Food Microstructure**, v. 8, p.15-24, 1989.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Anuário Estatístico do Brasil 2005. [on line] Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 22 maio 2006.

ISO International Organization for Standardization. **Sensory analysis – methodology – texture profile analysis**. ISO/DIS 11036. Switzerland, 1992.

JACKSON, G. M.; VARRIANO-MARSTON, E. M. Hard-to-cook phenomenon in beans: effects of accelerated storage on water absorption and cooking time. **Journal of Food Science**, v. 46, n. 3, p. 799-803, 1981.

KALA A.; PRAKASH J. The comparative evaluation of the nutrient composition and sensory attributes of four vegetables cooked by different methods. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41, p. 163-171, 2006.

KIGEL, J. Culinary and nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* seeds as affected by environmental factors. **Biotechnology Agronomic Society Environment**, v. 3, p. 205-209, 1999.

KILIÇ, k; Boyaci, I. H.; KÖKSEL, H.; KÜSMENOĞLU, I. A classification system for beans using computer vision system and artificial neural networks. **Journal of Food Engineering**, Article In Press. (2006)

KOEHLER, H. H.; CHANG, C.; SCHEIER, G.; BURKE, D. W. Nutrient composition, protein quality and sensory properties of thirty-six cultivars of dry beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal Food Science**, v. 50, p. 1335-1342, 1987.

KNOCHEL, S.; VANGSGAARD, R.; JOHANSEN L. S. Quality changes during storage of sous vide cooked green beans (*Phaseolus vulgaris*). **Z. Lebensm Unters Forsch A.**, v. 205, p. 370-374, 1997.

KREBBERS B.; MASTER, A. M.; KOETS, M.; Van den Berg, R. W. Quality and storage-stability of high-pressure preserved green beans. **Journal of Food Engineering**, v. 54, p. 27-33, 2002.

KYRIAKIDIS, N. B., APOSTOLIDIS, A.; PAPAZOĞLOU, L. E.; KARATHANOS, V. T. Physicochemical studies of hard-to-cook beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Science Food and Agricultural**, v. 74, p. 186-192, 1997.

LAWLESS H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food principles and practices**. 1ed. Missouri: Food Science Texts Series, 1998.

LEE, SUNG-HYEON; PARK, HONG-JU; CHO, SO-YOUNG; JUNG HYUN-JIN; CHO, SOO-MOOK; CHO, YPUNG-SICK; LILLEHOJ, H. S. Effects of dietary phytic acid on serum and hepatic lipid levels in diabetic KK mice. **Nutrition Research**, v. 25, p. 869-876, 2005.

LU, W.; CHANG, K. C.; GRAFTON, K. F.; SCHWARZ, P. B. Correlations between physical properties and canning quality attributes of navy bean (*Phaseolus vulgaris L.*). **Cereal Chemistry**, v. 73, p. 788-790, 1996.

LU, W.; CHANG, K. C. Correlations Between Chemical Composition and Canning Quality Attributes of Navy Bean (*Phaseolus vulgaris L.*). **Cereal Chemistry**, v. 73, p. 785-787, 1996.

LIU, K. Cellular, biological and physicochemical basis for the hard-to-cook defect in legume seeds. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 35, n. 4, p. 263-298, 1995.

LIU, K.; PHILIPS, R. D.; HUNG, Y.-C.; SHEWFELT, R. L.; McWATTERS, K. Hard-to-cook defect in cowpeas: Storage-induced and treatment-induced development. **Journal of Food Science**, v. 57, n. 5, p. 1155-1160, 1992.

LIU, K.; McWATTERS, K.; PHILIPS, D. Protein insolubilization and thermal destabilization during storage as related to hard-to-cook defect in cowpeas. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 40, n. 12, p. 2483-2487, 1992.

deMAN, J. M. **Principles of Food Chemistry**. 3^o ed. Gaithersburg: Aspen Publication, 1999.

MARCONI, E.; Ruggeri, S.; CAPPELLONI, M.; LEONARDI, D.; CARNOVALE, E. Physicochemical, nutritional and microstructural characteristics of chickpeas (*Cicer arietinum L.*) and common beans (*Phaseolus vulgaris L.*) following microwave cooking. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 48, p. 5986-5994, 2000.

MARTÍNEZ, C. ROS, G., PERIAGO, M. J. PERIAGO, M. J.; LÓPEZ, G.; ORTUÑO J.; RINCÓN F. Physico-chemical and sensory quality criteria of Green Beans (*Phaseolus vulgaris, L.*). **Lebernsm.-wiss.u.-Technol.**, v. 28, n.5, p. 515-520, 1995.

MARTINS, R. C.; SILVA, C. L. M. Modelling colour and chlorophyll losses of frozen green beans (*Phaseolus vulgaris*, L.). **International Journal of Refrigeration**, v. 25, p. 966-974, 2002.

McGLYNN, W. G.; DAVIS, D. R.; CRANDALL, P. G.; GBUR, E. E. Quality evaluation of pinto beans canned in two large reusable containers. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 6, p. 2102- 2106, 2003.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evolution Techniques**. 3 ed. London: CRC Press, 1999.

MONTOUTO-GRAÑA, M.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, E.; VÁZQUEZ-ODÉIZ, M. L.; ROMERO-RODRÍGUEZ, M. A. Development of sensory profile for the specific denomination "Galacian potato". **Food Quality and Preference**, v. 13, p. 99-106, 2002.

MORI, A. L. B. **Solubilidade das proteínas de feijão comum envelhecido**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina – Londrina-Pr.

de 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, nº2, p. 370-374, 2005.

MOSKOWITZ, H. R. Descriptive analysis of perceptions. In: **Product testing and sensory evaluation of foods**. Westport: Food and Nutrition Press, 1983.

MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M.; BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: past present and future. **Food Research International**, v. 34, p. 461-471, 2001.

NYAMBAKA, H.; RYLEY, J. Multivariate analysis of the sensory changes in the dehydrated cowpea leaves. **Talanta**, v. 64, p. 23-29, 2004.

OP & P PRODUCT RESEARCH, **Sentools Versão 2.3**. Utrecht: OP & Product Research, 1995-1998. Conjunto de Programas 1 CD room.

PAREDES-LÓPEZ, O.; MORENO-REYES, C.; MONTES-RIVERA, R.; CARABEZ-TREJO, A. Hard-to-cook phenomenon in common beans influence of growing location and hardening procedures. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 24, p. 535-542, 1989.

PENNA, E. W. **Evaluation sensorial. Una metodologia actual para tecnologia de alimentos**. Santiago: Universidade do Chile, 1980.

PEREIRA, L. T. P. **Fracionamento e caracterização de paredes celulares de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

PIGOTT, J. R.; SIMPSON, S. J.; WILLIAMS, A. R. Sensory analysis. **International Journal of Food Science and Technology**, v.33, p. 7-18, 1998.

PLHAK, L. C.; CALDWELL, K. B.; STANLEY, D. W. Comparison of methods used to characterize water imbibition in hard-to-cook beans. **Journal of Science Food**, v. 54, n. 2, p. 326-328. 1989.

POMERANZ, Y.; MELOAN, C. E. **Food analysis: theory and practices**. 3ed. New York: Chapman & Hall, 1994.

POWERS, J. J.; CENCIARELLI, S.; SHINHOLSER, K. El uso de programas estadísticos generales en la evaluación de los resultados sensoriales. **Revista Agroquímica y Tecnología de los Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 469-484.

REYS-MORENO, C.; PAREDES-LÓPEZ O. Hard-to-Cook Phenomenon in Common Beans- A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**,v.33, p. 227-286, 1993.

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

RODRIGUE, N.; GUILLET, M.; FORTIN, J.; MARTIN, J. F. Comparing information obtained from ranking and descriptive teste of four sweet corn products. **Food Quality and Preference**, v. 11, n. 1, p. 47-54, 2000.

SAIKIA, P.; SARKAR C. R.; BORUA, I. Chemical composition, antinutritional factors and effect of cooking on nutritional quality of rice bean (*Vigna umbellata*; Thunb; Ohwi e Ohashi). **Food Chemistry**, v. 67, p. 347-352, 1999.

SAS INSTITUTE INC. SAS users' guide : **Estatistics**, version 6.12, Cary, 1996.

SEFA-DEDEH, S.; STANLEY, D. W. Textural implications of the microstructure of legumes. **Food Technology**, v. 79, p. 77-80, 1979.

SEFA-DEDEH, S.; STANLEY, D. W.; VOISEY, P. W. Effects of soaking time and cooking conditions on texture and microstructure of cowpeas (*vigna unguiculata*). **Food Technology**, v. 79, p.1833-1839, 1978.

SGARBIERI, V. C.; ANTUNES, P. L.; SUMNER, A. K. Microscopic, nutritional and functional properties of cowpea flours and concentrates during storage. **Journal of Food Science**, v. 52, p. 700-706, 1987.

SGARBIERI, V. C.; ANTUNES, P. L.; ALMEIDA, L. D. Nutritional evaluation of flours varieties fo dry beans (*Phaseolus vulgaris L.*). **Journal of Food Science**, v. 44, p. 1306-1308, 1979.

SHIMELIS, E. A.; RAKSHIT S. K. Promoximate composition and physico-chemical properties of improved dry bean (*Phaseolus vulgaris L.*) varieties grown in Ethiopia. **Journal of Food Science**, v.38, p. 331-338, 2005.

STONE, H.; SIDEL, J. L.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R. C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, v. 28, p. 24-34, 1974.

SOTNE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 2.ed. London: Academic press, Inc., 1993.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v. 13, p. 215-225, 2002.

SZCZESNIAK, A. S. Instrumental methods of texture measurements. In: Kramer, A. E SZCZESNIAK, A. S. (ed) **Texture Measurements of Foods**. D. Riedel Publishing Co. Dordrecht-Holland, Bonton-USA., 1973.

SZKUDELKI, T. Phytic acid-induced metabolic changes in the rat. **Journal of Animal Physiology and Nutrition**, v. 89, p. 397-402, 2005.

THARANATHAN, R. N.; MAHADEVAMMA, S. Grain legumes a boon to human nutrition. **Food science & Technology**, v. 14, p. 207-518, 2003.

TAIWO, K. A.; AKANBI, C.; AJIBOLA, O. O. The effects of soaking and cooking time on the cooking properties of two cowpea varieties. **Journal of Food Engineering**, v. 33, p. 337-346, 1997.

VanRUTH S. M.; ROOZEN, J. P.; COZIJINSEN, Jan L.; POSTHUMUS, M. A. Volatile compounds of rehydrated French beans, bell peppers and leeks. Part II. Gas chromatography/sniffing port analysis and sensory evaluation. **Food Chemistry**, v. 54, p. 1-7, 1995.

VARGAS-Torres A.; OSORIO-DÍAZ, P.; ISLAS-HERNÁNDEZ, J. J.; TOVAR, J.; PAREDEZ-LÓPEZ, O.; BELLO-PÉREZ, L. A. Starch digestibility of five cooked black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 17, p. 605-612, 2004.

VIEIRA, C. Perspectiva da cultura do feijão e de outras leguminosas de grão no país e no mundo. In: ZIMMERMANN, M. J. O. (Ed.) **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, 1988.

ZIMMERMANN M. J. de O.; ROCHA M.; YAMADA, T. **Cultura do Feijoeiro fatores que afetam a produtividade**. 1.ed. Piracicaba – São Paulo, 1988.

YOKOYAMA, I. P.; STONA, L. F. **Cultura do feijoeiro no Brasil: Características da produção**. 1.ed. Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2000.

YOUSIF, A. M.; DEETH, H. C.; CAFFIN, N. A. Effect of storage time and conditions on the hardness and cooking quality of adzuki (*Vigna angularis*). **Lebensm.-Wiss. U-Technol.**, v. 35, p. 338-343, 2002.

WANG., H. L.; SWAIN, E. W.; HESSELTINE, C. W. ; HEATH, H. D. Hidration of whole soybeans affects solids losses and cooking quality. **Journal of Food Science**, v. 44, p. 1510-1513, 1979.

WATTS B. M.; YLIMAKI G. L.; JEFFERY, L. E.; ELÍAS L. G. **Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos.** Ottawa, Ont., CIID, 1992.

ANEXOS

ANEXO A
Recrutamento de Provedores

ANEXO A – Recrutamento de Provadores

Você já deve ter ouvido falar de provadores profissionais de vinhos que diferenciam vinhos de safras diferente apenas pelo odor. O que torna esses provadores capazes de tal façanha é principalmente o treinamento que eles recebem.

Neste momento desejamos formar uma equipe treinada de provadores. Os futuros provadores avaliarão as características sensoriais do feijão.

Ser um provador não tomará muito seu tempo e não envolverá nenhuma tarefa difícil. A equipe de provadores se reunirá 2 vezes por semana por um período de 30 minutos.

Se você deseja participar da equipe de provadores, por favor, preencha este formulário. Se você tiver alguma dúvida, ou necessitar de informações adicionais, não hesite em contactar-nos (Márcio de Barros, telefone: 3251-8982 cel: 99214503 Laboratório: 3371-4565 ramal 208).

Nome: _____

Faixa etária: 15-20 _____ 20-30 _____ 40-50 _____ 50-60 _____

Endereço: _____

Telefone: _____

Horários e dias da semana livres: _____

1) Indique os períodos em que você pretende tirar férias este ano.

2) Indique o quanto você aprecia cada um desses produtos.

	Gosto	Nem gosto/Nem desgosto	Não gosto
a) Batata cozida	_____	_____	_____
b) Ervilha	_____	_____	_____
c) Grão de bico	_____	_____	_____
d) Feijão	_____	_____	_____
e) Lentilha	_____	_____	_____

3) Cite alimentos e ingredientes que você desgosta muito.

4) Cite 3 alimentos que sejam firmes

5) Descreva algumas características de sabor que você percebe em feijão cozido.

6) Cite um alimento que grude nos dentes ao ser mastigado.

7) Cite dois alimentos que você costuma ingerir na forma de caldo.

8) Especifique os alimentos que você não pode comer ou beber por razões de saúde. Explique por favor.

9) Indique se você possui:

Diabetes

Hipertensão

Hipoglicemia

Doença bucal

Dentadura

10) Marque na linha direita de cada figura, um trecho que indique a proporção da figura que está coberta de preto (não use régua, use apenas sua capacidade visual de avaliar).

ANEXO B

Análises de variância dos dados obtidos na avaliação das características físicas e composição química dos grãos crus das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31¹.

ANEXO B – Análises de variância dos dados obtidos na avaliação das características físicas e composição química dos grãos crus das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31¹.

B 1 – (L*) Luminosidade

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	921,34	153,55	16,29	0,0001
Resíduo	98	923,58	9,42		
Total	104	1844,92			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 6,37

B2 – (a*) Componente amarelo - azul

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	86,73	14,45	10,32	0,0001
Resíduo	98	137,31	1,40		
Total	104	224,04			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 11,89

B3 – (b*) Componente vermelho – verde

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	79,69	13,28	3,88	0,0016
Resíduo	98	335,53	3,42		
Total	104	415,23			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 9,85.

B4 – (C*) Tonalidade Cromática

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	448,35	74,72	5,70	0,0001
Resíduo	98	1284,60	13,10		
Total	104	1732,95			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 5,84.

B5 – (C*) Croma

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	86,73	14,45	10,32	0,0001
Resíduo	98	137,31	1,40		
Total	104	224,04			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 9,39.

B6 - Dureza

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	107687,24	17947,87	15,91	0,0001
Resíduo	203	228943,72	1127,80		
Total	209	336630,96			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 25,58.

B7 – Umidade

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	13,31	2,21	7,42	0,0002
Resíduo	21	6,27	0,29		
Total	27	19,58			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 4,23.

B8 - Proteína

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	21,64	3,60	0,87	0,5331
Resíduo	21	87,09	4,14		
Total	27	108,74			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
 Coeficiente de variação (C. V.) = 8,65.

B9 - Lipídeos

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	2,31	0,38	6,27	0,0007
Resíduo	21	1,29	0,06		
Total	27	3,60			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
 Coeficiente de variação (C. V.) = 16,24.

B10 – Cinzas

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	0,665	0,110	5,03	0,0025
Resíduo	21	0,463	0,022		
Total	27	1,129			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
 Coeficiente de variação (C. V.) = 3,92.

B11 - Carboidratos

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	47,03	7,83	1,39	0,2629
Resíduo	21	118,05	5,62		
Total	27	165,09			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
 Coeficiente de variação (C. V.) = 3,49.

B12 – Fósforo (P)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	567390,47	94565,07	1,55	0,2329
Resíduo	14	853133,33	60938,09		
Total	20	1420523,81			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 3,49.

B13 – Potássio (K)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	11878095,24	1979682,54	3,34	0,0295
Resíduo	14	8300000,00	595857,14		
Total	20	20178095,24			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 6,05.

B14 – Cálcio (Ca)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	1641380,95	273563,49	7,37	0,0010
Resíduo	14	519600,00	37114,28		
Total	20	2160980,95			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 13,29

B15 – Nitrogênio (N)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	44983028,60	7497171,40	0,82	0,5722
Resíduo	14	127919466,70	9137104,80		
Total	20	172902495,20			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 9,82.

B16 – Magnésio (Mg)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	295266,66	492111,11	8,07	0,0007
Resíduo	14	85400,00	6100,00		
Total	20	38066,66			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
 Coeficiente de variação (C. V.) = 4,53.

B17 – Cobre (Cu)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	38,80	6,46	53,05	0,0001
Resíduo	14	1,70	0,12		
Total	20	40,51			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
 Coeficiente de variação (C. V.) = 4,39.

B18 – Zinco (Zn)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	95,40	15,90	0,95	0,4940
Resíduo	14	235,38	16,81		
Total	20	330,78			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
 Coeficiente de variação (C. V.) = 14,53.

B19 – Boro (B)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	43,88	7,31	2,56	0,0693
Resíduo	14	40,04	2,86		
Total	20	83,92			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
 Coeficiente de variação (C. V.) = 14,91.

B20 – Ferro (Fe)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	20,29	3,32	6,17	0,0152
Resíduo	7	3,23	0,54		
Total	13	24,13			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
 Coeficiente de variação (C. V.) = 5,311

B21 – Manganês (Mn)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	25,36	4,29	6,50	0,0019
Resíduo	14	9,23	0,65		
Total	20	34,99			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
 Coeficiente de variação (C. V.) = 5,76.

B22 – Absorção de água

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	289,11	48,18	6,54	0,0005
Resíduo	21	154,67	7,36		
Total	27	443,79			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
 Coeficiente de variação (C. V.) = 2,65.

B23 Tempo de cocção (Mattson)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	1170,28	195,04	30,80	0,0001
Resíduo	14	88,66	6,33		
Total	20	1258,95			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
 Coeficiente de variação (C. V.) = 6,87.

ANEXO C

Análises de variância dos dados obtidos na avaliação das características físicas dos grãos cozidos e do meio de cocção das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31¹.

ANEXO C – Análises de variância dos dados obtidos na avaliação das características físicas dos grãos cozidos e do meio de cocção das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Pérola, Colibri e IAPAR 31¹.

C1 – Dureza dos grãos a 25 e 60°C

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	977,39	162,29	23,54	0,0001
Repetição (Tr)	203	1222,43	6,34	0,92	0,7309
Temperatura (Temp)	1	360,92	360,92	52,11	0,0001
TraxTemp	6	201,30	33,55	4,25	0,0001

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 32,12.

C2 – L* (Luminosidade)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	124,68	20,78	8,20	0,0001
Resíduo	98	248,45	2,53		
Total	104	373,14			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 7,81.

C3 – (a*) Componente amarelo - azul

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	124,68	20,78	8,20	0,0001
Resíduo	98	248,45	2,53		
Total	104	373,14			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 14,98.

C4 – (b*) Componente vermelho – verde

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	293,99	48,99	10,39	0,0001
Resíduo	98	461,96	4,71		
Total	104	755,95			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 15,51.

C5 – (H*) Tonalidade Cromática

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	779,13	129,85	3,12	0,0077
Resíduo	98	4079,01	41,62		
Total	104	4858,14			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 12,29.

C6 (C*) Cromo

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	339,40	56,56	15,06	0,0001
Resíduo	98	368,22	3,75		
Total	104	707,62			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 10,95.

C7 – Porcentagem de Grãos Inteiros (é o 4)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	9222,93	1537,15	38,86	0,0001
Resíduo	98	553,95	39,56		
Total	104	9776,89			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 8,90.

C8 – Absorção de água após o cozimento

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	1763,81	293,96	17,75	0,0001
Resíduo	21	347,79	16,56		
Total	27	2111,60			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 18,15.

C9 – Sólidos Totais

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	p
Tratamento (Tr)	6	81,12	13,53	11,91	0,0001
Resíduo	14	15,89	1,13		
Total	20	97,02			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 23,71.

C10 – Sólidos Solúveis

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	P
Tratamento (Tr)	6	14,91	2,48	4,17	0,0131
Resíduo	14	8,35	0,59		
Total	20	23,26			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 24,91.

C11 – Sólidos Insolúveis

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	P
Tratamento (Tr)	6	29,44	4,90	15,90	0,0001
Resíduo	14	4,32	0,30		

(¹) significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C. V.) = 41,80.

C12 – Condutividade elétrica

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	P
Tratamento (Tr)	6	23,48	3,91	14,19	0,0001
Resíduo	14	3,86	0,27		
Total	20	27,34			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
 Coeficiente de variação (C. V.) = 10,82.

C13 – Viscosidade

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valor de F	P
Tratamento (Tr)	6	8,22	1,37	2,25	0,0994
Resíduo	14	8,54	0,61		
Total	20	16,76			

(¹) significativo no nível de 5% de significância
 Coeficiente de variação (C. V.) = 6,75.

ANEXO D

ANEXO D

ANEXO D1 – Análise de variância dos dados obtidos na análise descritiva quantitativa por 11 provadores para o atributo cor marrom das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e Juriti¹.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valores de F	p
Tratamentos (TR)	6	373,93	62,32	57,19	0,0001
Provadores (Pr)	10	177,04	17,70	16,25	0,0001
TR x Pr	60	116,60	1,94	1,78	0,0025
Resíduos	154	167,83	1,08		
Total	230	835,41			

(¹) Significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C.V.) = 35,18.

ANEXO D2 – Análise de variância dos dados obtidos na análise descritiva quantitativa por 11 provadores para o atributo uniformidade da cor das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e Juriti¹.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valores de F	p
Tratamentos (TR)	6	364,38	60,73	18,07	0,0001
Provadores (Pr)	10	256,88	25,68	7,64	0,0001
TR x Pr	60	211,14	3,51	1,05	0,4027
Resíduos	154	517,46	3,36		
Total	230	1349,88			

(¹) Significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C.V.) = 55,33.

ANEXO D3 – Análise de variância dos dados obtidos na análise descritiva quantitativa por 11 provadores para o atributo Integridade dos grãos das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e Juriti¹.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valores de F	p
Tratamentos (TR)	6	496,35	82,72	23,38	0,0001
Provadores (Pr)	10	175,41	17,54	4,96	0,0001
TR x Pr	60	214,72	3,57	1,01	0,4661
Resíduos	154	544,82	3,53		
Total	230	1431,32			

(¹) Significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C.V.) = 39,84.

ANEXO D4 – Análise de variância dos dados obtidos na análise descritiva quantitativa por 11 provadores para o atributo Formato dos grãos das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e Juriti¹.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valores de F	p
Tratamentos (TR)	6	19,99	3,33	2,26	0,04
Provadores (Pr)	10	140,29	14,02	9,50	0,0001
TR x Pr	60	72,12	1,20	0,81	0,81
Resíduos	154	227,42	1,47		
Total	230	459,84			

(¹) Significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C.V.) = 34,82.

ANEXO D5 – Análise de variância dos dados obtidos na análise descritiva quantitativa por 11 provadores para o atributo Tamanho dos grãos das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e Juriti¹.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valores de F	p
Tratamentos (TR)	6	95,67	19,94	18,07	0,0001
Provadores (Pr)	10	300,04	30,00	33,99	0,0001
TR x Pr	60	87,84	1,46	1,66	0,0070
Resíduos	154	135,93	0,88		
Total	230	619,50			

(¹) Significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C.V.) = 30,60.

ANEXO D6 – Análise de variância dos dados obtidos na análise descritiva quantitativa por 11 provadores para o atributo aroma de feijão cozido das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e Juriti¹.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valores de F	p
Tratamentos (TR)	6	4,75	0,79	0,24	0,96
Provadores (Pr)	10	650,63	65,06	19,70	0,0001
TR x Pr	60	323,48	5,39	1,63	0,0087
Resíduos	154	508,50	3,31		
Total	230	1487,38			

(¹) Significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C.V.) = 38,37.

ANEXO D 7 – Análise de variância dos dados obtidos na análise descritiva quantitativa por 11 provadores para o atributo sabor típico de feijão cozido das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e Juriti¹.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valores de F	p
Tratamentos (TR)	6	58,07	9,67	2,72	0,0153
Provadores (Pr)	10	348,11	34,81	9,79	0,0001
TR x Pr	60	455,34	7,58	2,13	0,0001
Resíduos	154	547,56	3,55		
Total	230	1409,10			

(¹) Significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C.V.) = 44,11.

ANEXO D8 – Análise de variância dos dados obtidos na análise descritiva quantitativa por 11 provadores para o atributo gosto amargo das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e Juriti¹.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valores de F	p
Tratamentos (TR)	6	43,82	7,304	1,67	0,1319
Provadores (Pr)	10	964,64	96,46	22,05	0,0001
TR x Pr	60	199,66	3,32	0,76	0,8867
Resíduos	154	673,60	4,37		
Total	230	1881,74			

(¹) Significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C.V.) = 79,82.

ANEXO D9 – Análise de variância dos dados obtidos na análise descritiva quantitativa por 11 provadores para o atributo gosto doce das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e Juriti¹.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valores de F	p
Tratamentos (TR)	6	82,57	13,76	3,75	0,0016
Provadores (Pr)	10	435,40	43,54	11,86	0,0001
TR x Pr	60	211,60	3,52	0,96	0,5615
Resíduos	154	565,46	3,67		
Total	230	1295,05			

(¹) Significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C.V.) = 108,67.

ANEXO D 10 – Análise de variância dos dados obtidos na análise descritiva quantitativa por 11 provadores para o atributo maciez das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e Juriti¹.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valores de F	p
Tratamentos (TR)	6	145,36	24,22	8,45	0,0001
Provadores (Pr)	10	532,38	53,23	18,57	0,0001
TR x Pr	60	224,29	3,73	1,30	0,0996
Resíduos	154	441,52	2,86		
Total	230	1343,56			

(¹) Significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C.V.) = 33,18.

ANEXO D11 – Análise de variância dos dados obtidos na análise descritiva quantitativa por 11 provadores para o atributo homogeneidade das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e Juriti¹.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valores de F	p
Tratamentos (TR)	6	289,96	48,32	11,70	0,0001
Provadores (Pr)	10	282,96	28,29	6,85	0,0001
TR x Pr	60	351,09	5,85	1,42	0,0462
Resíduos	154	636,34	4,13		
Total	230	1560,37			

(¹) Significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C.V.) = 45,22.

ANEXO D12 – Análise de variância modificada¹ para o atributo cor marrom das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e Juriti².

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valores de F	p
Tratamentos (TR)	6	396,77	66,12	56,15	0,0001
Provadores (Pr)	9	91,12	10,12	8,60	0,0001
TR x Pr	54	91,30	1,69	1,44	0,0480
Resíduos	140	164,88	1,17		
Total	209	744,08			

1 = sem o provador 2

(²) Significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C.V.) = 34,34.

ANEXO D13 – Análise de variância modificada¹ para o atributo tamanho dos grãos das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e Juriti².

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valores de F	p
Tratamentos (TR)	6	64,25	10,70	15,84	0,0001
Provadores (Pr)	9	245,30	27,25	40,31	0,0001
TR x Pr	54	48,40	0,89	1,33	0,0970
Resíduos	140	94,67	0,67		
Total	209	452,64			

1 = sem o provador 4

(²) Significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C.V.) = 28,19.

ANEXO D14 – Análise de variância modificada¹ para o atributo aroma típico de feijão cozido das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e Juriti².

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valores de F	p
Tratamentos (TR)	6	29,09	4,84	2,02	0,0692
Provadores (Pr)	7	643,49	91,92	38,24	0,0001
TR x Pr	42	138,74	3,30	1,37	0,0960
Resíduos	112	269,26	2,404		
Total	167	1080,60			

1 = sem o provador 6, 8 e 11.

(²) Significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C.V.) = 33,03.

ANEXO D15 – Análise de variância modificada¹ para o atributo sabor típico de feijão cozido das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e Juriti².

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valores de F	p
Tratamentos (TR)	6	236,91	39,48	9,09	0,0001
Provadores (Pr)	9	269,23	29,91	6,89	0,0001
TR x Pr	54	284,94	5,27	1,21	0,1834
Resíduos	140	608,04	4,34		
Total	209	1399,14			

1 = sem o provador 1, 2 e 8 e 11.

(²) Significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C.V.) = 45,37.

ANEXO D16 – Análise de variância modificada¹ para o atributo homogeneidade cozido das amostras de feijão variedades Carioca, IAPAR 81, Saracura, Juriti, Colibri, Pérola e Juriti².

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Valores de F	p
Tratamentos (TR)	6	45,20	7,53	2,36	0,0349
Provadores (Pr)	7	143,46	20,49	6,42	0,0001
TR x Pr	42	168,49	4,01	1,26	0,1732
Resíduos	112	357,70	3,19		
Total	167	714,87			

1 = sem o provador 1.

(²) Significativo no nível de 5% de significância
Coeficiente de variação (C.V.) = 45,58.