

THAÍS MARTINS MARCHEZE TAVARES BASTOS GAMA

**ESTUDO COMPARATIVO DOS ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO PINHÃO
NATIVO E DO PINHÃO PROVENIENTE DE PROCESSOS DE POLINIZAÇÃO
CONTROLADA DE *Araucaria angustifolia* E DA INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO
TÉRMICO**

CURITIBA

ABRIL 2006

THAÍS MARTINS MARCHEZE TAVARES BASTOS GAMA

**ESTUDO COMPARATIVO DOS ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO PINHÃO
NATIVO E DO PINHÃO PROVENIENTE DE PROCESSOS DE POLINIZAÇÃO
CONTROLADA DE *Araucaria angustifolia* E DA INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO
TÉRMICO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

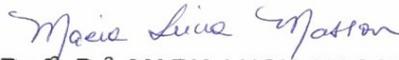
Orientadora: Prof. Dra. Maria Lucia Masson
Co-orientadora: Prof. Dra. Sônia Haracemiv

**CURITIBA
ABRIL 2006**

THÁIS MARTINS MARCHEZE TAVARES BASTOS GAMA

ESTUDO COMPARATIVO DOS ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO PINHÃO NATIVO E DO PINHÃO PROVENIENTE DE PROCESSOS DE POLINIZAÇÃO CONTROLADA DE *Araucaria angustifolia* E DA INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO.

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Orientador: 
Prof.^a. Dr.^a. MARIA LUCIA MASSON
Setor de Tecnologia, UFPR


Prof.^a. Dr.^a. PATRÍCIA TEIXEIRA P. S. PENTEADO
Setor de Ciências da Saúde, UFPR


Prof. Dr. FLÁVIO ZANETTE
Setor de Ciências Agrárias, UFPR

Curitiba, 10 de Abril de 2006

DEDICATÓRIA

**Dedico este trabalho ao meu marido tão amado e amoroso,
Gustavo Daniel Tavares Bastos Gama e ao nosso ‘projecinho’ que já é real!**

AGRADECIMENTOS

Sempre, e em tudo na vida, agradeço primeiro a Deus, pela sua infinita justiça, amor e verdade, que com Sua graça me concedeu a capacidade para ser aprovada neste renomado e competitivo curso de pós-graduação. Ao ler e meditar em Sua Palavra, muitas vezes me deparei com conselhos e alertas, mas inúmeras vezes fui repreendida e corrigida. Ao estar finalizando este projeto, me sinto um pouco como Lucas em seu cap. 2, v. 7, quando ele diz: “A minha alma anuncia a grandeza do Senhor. O meu espírito está alegre por causa de Deus, o meu Salvador...” Aquele me socorre e me ama. Agradeço também à minha Igreja – Exército de Salvação, pelas orações e pelo amor dos meus irmãos, em Cristo.

Agradeço aos meus pais, Edmar e Nilza, pelo amor incondicional e apoio que sempre me deram, tanto afetivo quanto financeiro. A minha mãe foi um exemplo de como trilhar uma carreira acadêmica vitoriosa. Meu pai me deu aulas incríveis, me explicou as entranhas de cada processo tecnológico de que necessitei compreender – sua área de atuação. Contar com vocês é simplesmente um presente de Deus. À minha irmã caçula, também agradeço muito, pois me ajudou demais com o ‘thamelta’... talvez ela não imagine o quanto! Deus te abençoe nos novos projetos que vem por aí!

Aos meus queridos sogros. Dr. Jav – juiz federal – me deu várias dicas de como utilizar melhor as palavras e me fazer o mais clara possível. Minha sogrinha querida, Maria Edeleusa, minha *personal stylist* que me encheu de mimos, como sempre fez.

Ao meu Gustavo querido, advogado 24 horas de plantão: “Obrigada pela confiança, incentivo e empreendedorismo”. As semanas que passei longe de você foram muito tristes e solitárias, mas agora pulamos para outra etapa: sermos pais. Eu te amo!

Ao amor da Aila Cristina, minha amiga, cunhada e escudeira fiel! Obrigada! Quero que você e a maninha sejam muito felizes!

Às minhas comadres Maria Odete (mãe do Pedro) e Fabiana (mãe da Thaís), que puderam entender a minha ausência em algumas ocasiões de suas vidas e também de ‘nossos’ filhotes.

Agradeço à minha orientadora Maria Lucia, pelo carinho e orientação em tudo. À minha co-orientadora Sônia, que foi a pessoa incentivadora para minha inscrição no curso através da amizade que possuo com a minha mãe, de quem já foi orientadora anteriormente. Muito obrigada a essa dupla mais do que dinâmica!

Não posso deixar de mencionar que ao fazer a prova de ingresso no curso, me lembrei de um professor muito amoroso e exigente: Prof. João José da Silveira, a quem tenho o prazer de agradecer pelas aulas de química que tive.

Um agradecimento especial ao Prof. Zanette pelas orientações e carinho com que me recebeu e, também, pelo fornecimento da matéria-prima: o pinhão. Creio até que possamos chamá-la agora de obra-prima! Obrigada também à Justina, que me ajudou bastante na caracterização destas amostras; e começamos uma bela amizade!

Não tenho palavras para agradecer ao carinho da minha querida amiga Vanessa, que me acolheu em sua casa no ano de 2005 como se eu fosse parte da família. Assim também foram seus pais (tão amáveis), tios e primos, especialmente a Fádua e o Wallyd, meus queridos amigos. Que Deus abençoe a nossa amizade para sempre!

À minha amiga Katielle, agradeço principalmente pelo ano de 2004 em que estivemos juntas todos os dias e semanas. Acompanhei sua primeira gravidez e fiquei muito feliz em poder ajudá-la. Senti muito a sua falta no segundo ano. Desejo que toda sua família (que está aumentando de novo!) seja muito feliz e que não percamos o contato.

À Nelisa e Giovana – dupla que se completa – sempre dispostas a ajudar de forma tão simples e prática. Obrigada pelos ensinamentos e carinho. Vocês atuaram como conselheiras e creio que estão trilhando um belíssimo caminho em suas vidas.

À Ériquita, que é um amor de pessoa e tem um sorriso contagiante. Sempre simpática, engraçada, sincera... Nossa viagem para Goiânia foi mais um motivo para eu amar essa menina!

Aos conhecimentos dos colegas Charles e Celso, que contribuíram para este trabalho.

Aos secretários Luciana e Paulo pelo apoio e direcionamento.

Aos professores Paulo Fontoura e Renato Sossela, pelo incentivo total que me deram para trabalhar com o pinhão, por cujo tema me apaixonei...

EPÍGRAFE

*“... como está frio não é mesmo, comadre?
Vamos cozinhar alguns pinhões para comermos enquanto o sono não vem...
Pinhão à noite é muito forte comadre, faz mal...
vamos perder o sono.”*

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	20
1.1.1 Objetivo Geral	20
1.1.2 Objetivos Específicos	20
2 REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 CARBOIDRATOS OU GLICÍDIOS	26
2.2 FIBRA ALIMENTAR	28
2.3 AMIDO	30
3 MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1 MATERIAIS	34
3.2 MÉTODOS	34
3.2.1 Tratamentos	34
3.2.2 Preparo das Amostras	35
3.2.3 Análises Físico-Químicas	36
3.2.4 Análise Estatística	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	41
4.1.1 Cálculo do Potencial Calórico e Classificação do Pinhão	42
4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA	45
4.2.1 Umidade	45

4.2.1.1 Atividade de Água (Aa)	47
4.2.2 Cinzas	48
4.2.3 Proteínas	50
4.2.4 Lipídios	52
4.2.5 Carboidratos	54
4.2.6 Fibras Alimentares	55
4.2.7 Teor de Amido	58
4.3 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DO AMIDO	68
5 CONCLUSÕES	77
5.1 CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES	79
REFERÊNCIAS	81

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – INGESTÃO ESTIMADA DE CARBOIDRATOS, FIBRA ALIMENTAR E AMIDO RESISTENTE EM SEIS REGIÕES METROPOLITANAS BRASILEIRAS, DURANTE TRÊS DÉCADAS (g / DIA)	19
QUADRO 02 – COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS PINHÕES PN E PP EM RELAÇÃO AOS MACRONUTRIENTES (BASE SECA).....	41
QUADRO 03 – CLASSIFICAÇÃO EM <i>LIGHT</i> E <i>HIGH</i> DAS AMOSTRAS PN E PP EM CONFORMIDADE COM A ANVISA (1998).....	43
QUADRO 04 – TEOR CALÓRICO DO GRUPO PN E DO GRUPO PP COMPARADOS COM O TEOR CALÓRICO ENCONTRADO POR FRANCO (1998)	43
QUADRO 05 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE UMIDADE DOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO NOS GRUPOS PN E PP.....	46
QUADRO 06 – ATIVIDADE DE ÁGUA (Aa) DOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO NOS GRUPOS PN E PP	47
QUADRO 07 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CINZAS DOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO NOS GRUPOS PN E PP.....	49
QUADRO 08 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE PROTEÍNAS DOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO NOS GRUPOS PN E PP.....	51
QUADRO 09 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE LIPÍDIOS DOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO NOS GRUPOS PN E PP.....	53
QUADRO 10 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FIBRAS ALIMENTARES DOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO NOS GRUPOS PN E PP.....	57
QUADRO 11 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO TEOR DE AMIDO DOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO NOS GRUPOS PN E PP.....	60
QUADRO 12 – RESULTADOS OBTIDOS DA ANÁLISE DE COLORIMETRIA NA AMOSTRA PN	62
QUADRO 13 – RESULTADOS OBTIDOS DA ANÁLISE DE COLORIMETRIA NA AMOSTRA PP	63
QUADRO 14 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA INTENSIDADE DE LUZ L* DOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO NOS GRUPOS PN E PP.....	64
QUADRO 15 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE COR a* DOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO NOS GRUPOS PN E PP.....	64
QUADRO 16 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE COR b* DOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO NOS GRUPOS PN E PP.....	65
QUADRO 17 – PARÂMETROS DE COR DO PINHÃO FRENTE AOS TRATAMENTOS DE CALOR.....	67

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – ARAUCÁRIA (<i>Araucaria angustifolia</i>) DA REGIÃO DE CAMPO ALEGRE – SC	24
FIGURA 02 – PINHA E PINHÕES PROVENIENTES DA <i>Araucaria angustifolia</i>	25
FIGURA 03 – TEORES DE ENERGIA E MACRONUTRIENTES NO PINHÃO	44
FIGURA 04 – UMIDADE DO PINHÃO NATIVO (PN) E DO PINHÃO FERTILIZADO (PP)...	45
FIGURA 05 – TEOR DE CINZAS (g%) NAS AMOSTRAS PN E PP – CRU (CONTROLE), COZIDO (100 ^o C / 30 MIN.) E TOSTADO (210 ^o C / 20 MIN.)	48
FIGURA 06 – TEOR DE PROTEÍNAS (g%) NAS AMOSTRAS PN E PP – CRU (CONTROLE), COZIDO (100 ^o C / 30 MIN.) E TOSTADO (210 ^o C / 20 MIN.) ..	50
FIGURA 07 – TEOR DE LIPÍDIOS (g%) NAS AMOSTRAS PN E PP – CRU (CONTROLE), COZIDO (100 ^o C / 30 MIN.) E TOSTADO (210 ^o C / 20 MIN.)	52
FIGURA 08 – TEOR DE CARBOIDRATOS (g%) NAS AMOSTRAS PN E PP – CRU (CONTROLE), COZIDO (100 ^o C / 30 MIN.) E TOSTADO (210 ^o C / 20 MIN.) ..	54
FIGURA 09 – TEOR DE FIBRAS ALIMENTARES (g%) NAS AMOSTRAS PN E PP – CRU (CONTROLE), COZIDO (100 ^o C / 30 MIN.) E TOSTADO (210 ^o C / 20 MIN.) ..	56
FIGURA 10 – TEOR DE AMIDO (g%) NAS AMOSTRAS PN E PP – CRU (CONTROLE), COZIDO (100 ^o C / 30 MIN.) E TOSTADO (210 ^o C / 20 MIN.)	59
FIGURA 11 – MICROGRAFIA ELETRÔNICA DE GRÂNULOS DE AMIDO NA AMOSTRA PN-CRU (2000X)	69
FIGURA 12 – MICROGRAFIA ELETRÔNICA DE GRÂNULOS DE AMIDO NA AMOSTRA PN-C (600X)	71
FIGURA 13 – MICROGRAFIA ELETRÔNICA DE GRÂNULOS DE AMIDO NA AMOSTRA PN-T (600X)	71
FIGURA 14 – MICROGRAFIA ELETRÔNICA DE GRÂNULOS DE AMIDO NA AMOSTRA PP-CRU (2000X)	72
FIGURA 15 – MICROGRAFIA ELETRÔNICA DE GRÂNULOS DE AMIDO NA AMOSTRA PP-C (600X)	74
FIGURA 16 – MICROGRAFIA ELETRÔNICA DE GRÂNULOS DE AMIDO NA AMOSTRA PP-T (600X)	75

LISTA DE ABREVIATURAS

Cfw = Clima subtropical de altitude.

Cfa = Clima subtropical.

AR = Amido Resistente.

FA = Fibra Alimentar.

PN = Pinhão Nativo coletado na forma de ‘pinha’ na cidade de Campo Alegre – SC.

PP = Pinhão Polinizado manualmente, cedido pelo Prof. Dr. Flávio Zanette, Setor de Agrárias da UFPR, Curitiba – PR.

PN1 ou PN-Cr = PN-Cru.

PN2 ou PN-C = PN-Cozido.

PN3 ou PN-T = PN-Tostado.

PP1 ou PP-Cr = PP-Cru.

PP2 ou PP-C = PP-Cozido.

PP3 ou PP-T = PP-Tostado.

CHO = Carboidrato.

LIP = Lipídio.

PTN = Proteínas.

VCT = Valor Calórico Total.

L* = Luminosidade.

a* = Cromo a* (que vai do vermelho ao verde).

b* = Cromo b* (que vai do amarelo ao azul).

AOAC = Association of Official Analytical Chemists.

IAL = Instituto Adolfo Lutz.

MA = Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

ANOVA = Análise de Variância.

ANVISA = Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

ESTUDO COMPARATIVO DOS ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO PINHÃO NATIVO E DO PINHÃO PROVENIENTE DE PROCESSOS DE POLINIZAÇÃO CONTROLADA DE *Araucaria angustifolia* E DA INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO

A *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze é chamada popularmente de pinheiro brasileiro, sendo a única espécie do gênero existente no Brasil de forma natural, com a produção de pinhão. O pinhão, de cor amarelo-avermelhado, é conhecido como a semente crescida e madura que serve de alimento para os animais e para o homem, amadurecendo nos meses de abril a maio. Pretende-se estabelecer as modificações que o processo de polinização manual (PP) pode acarretar na constituição desse pinhão em relação ao nativo (PN), garantindo informação e conhecimento frente aos processos térmicos convencionais para o consumo. As amostras foram divididas em 3 grupos: uma porção manteve-se *in natura*, outra foi submetida à cocção por imersão em água quente a 100° C / 30 min. e uma terceira porção foi submetida à tostagem à 210° C / 20 min. Cada grupo foi analisado quanto às suas características físico-químicas de umidade, cinzas, fibra alimentar, lipídios, proteínas, carboidratos, amido total, colorimetria, Atividade de Água e microscopia eletrônica de varredura. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, considerando-se seis tratamentos (PN1, PN2, PN3, PP1, PP2 e PP3), com três repetições, possibilitando confrontar as diferenças estatísticas dos tratamentos cru, cozido e tostado somente dentro do Grupo 01 (PN) e Grupo 02 (PP) separadamente e também entre os dois Grupos simultaneamente. As fibras alimentares, o amido e os carboidratos apresentaram teores variados em relação ao tratamento térmico aplicado. Em grande parte dos resultados o pinhão tostado se assemelhou com o pinhão cru em relação aos macronutrientes e o pinhão cozido apresentou depleção de alguns compostos hidrossolúveis. Em relação aos lipídios e fibras, o PP-T e PP-Cru apresentaram maior concentração em relação aos demais. Os pinhões estudados podem ser classificados em alimentos *high* devido ao seu grande conteúdo de fibra alimentar constatado em todas as amostras. Nas proteínas e carboidratos houve redução das taxas com a aplicação dos tratamentos térmicos. A colorimetria possibilitou averiguar e relacionar as características de cor com os tipos de tratamento aplicados e sua influência no escurecimento das amostras. Nesse sentido, a análise dos teores de amido foi essencial para a discussão dos resultados. As micrografias do amido demonstraram as diferenças entre os tipos de grânulos antes (cru) e após os tratamentos térmicos (cozido e tostado) com grande diferença de tamanho e forma entre eles. O amido cru possui 10µm, enquanto o cozido possui 100µm e o tostado 20µm. Houve dano mecânico nas amostras de amido aquecidas, com destruição de partículas. Estes aspectos influenciaram também na coloração das amostras. Os níveis elevados de umidade e atividade de água verificam a necessidade de dar continuidade as pesquisas em torno do pinhão, relacionando-o com análises microbiológicas.

Palavras-Chave: pinhão nativo, pinhão polinizado, cocção, tostagem.

**COMPARATIVE STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL ASPECTS AMONG THE
NATIVE PINHÃO AND ONE ARISING FROM CONTROL ARAUCARIAS
POLINIZATION PROCESS OF *Araucaria angustifolia* AND THEIR IMPLICATIONS
ON THE THERMIC TREATMENTS**

The *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze is called Brazilian pine in the popular sense, being the unique native specie in Brazil that produces seeds. The typical yellow-red pinhão is knowed as growed and mature seed which is used as food to animals and people. The seed is mature and can be harvest during april to may. The objective was to identify the pinhão constitution modifications resulted from the manual polinization process (PP) in comparison the native pinhão (NP), assuring to people good information about the consume of thermically heated pinhão. The samples was divided in three groups: one part in nature (control sample), the second sample was cooked by hot water immersion at 100° C for 30 minutes and a third part was toasted at 210° C for 20 minutes. The physic-chemicals characteristics of each group was analyzed in terms the contents of moisture, ash, dietary fibers, lipids, proteins, carbohydrates, total starch, colorimetry, water activity and scattering electronic microscopy. Experimental planning was entirely casual considering six treatments (PN1, PN2, PN3, PP1, PP2 e PP3) with three repetitions each sample, permitting to confront the statistical difference between crude, cooked and toasted pinhão in the NP group and FP group separately and together. In most of results toasted pinhão was similar to crude one in respect of macronutrients. The cooked pinhão was presented depletion of some hydrosolubles compounds. In the PP-Toasted and PP-Crude was found high concentration of lipids and fibers. The studied pinhões was classified as energetic food ou *high* food concerned their high content of dietary fibers verified in all samples. In the contents of proteins and carbohydrates were observed depletion with thermic treatments application. With the colorimetric method the analyses were possible to check color characteristics with the different types of treatments applicated and its influence in the samples darkness. In this sense, the starch analyses were essential for the results understanding. The starch micrographics showed big size and format difference between the types of particles of native pinhão and after thermics treatments (cooked and toasted). Considering the high moisture and water activity detected is strong recommended the continuity of the study of these parameters related them to microbiological analyses.

Key-Words: native pinhão, manual polinization pinhão, cook, toast and crude.

1 INTRODUÇÃO

A *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze é chamada popularmente de pinheiro brasileiro – dentre outros nomes – sendo a única espécie do gênero existente no Brasil de forma natural, com a produção de pinhão (SHIMIZU e OLIVEIRA, 1981).

A araucária (*A. angustifolia*) é uma planta dióica que possui árvores masculinas e femininas separadas. Na região sul do Brasil, a polinização acontece entre os meses de agosto e outubro. O vento transporta o pólen da flor masculina (mingote) até a flor feminina (pinha). As sementes desenvolvem-se a partir de óvulos nus, sem a presença de ovários, característica que classifica esta espécie como gimnosperma. Os pesquisadores REITZ; KLEIN e REIS (1979) relatam ainda que, em Santa Catarina foram encontradas araucárias monóicas, ou seja, com flores masculinas e femininas na mesma árvore, que também produzem o pinhão.

O pinhão possui cor amarelo-avermelhado, sendo conhecido como a semente crescida e madura que serve de alimento para os animais da floresta e também para o homem, amadurecendo nos meses de abril a maio (KOCH e CORRÊA, 2002).

Segundo KUNIYOSHI (1979), a araucária é um fóssil vivo. Teve sua origem quando a Terra era ainda habitada por dinossauros e resistiu ao processo seletivo por centenas de milhões de anos. Durante as modificações do globo terrestre, a araucária avançou e recuou inúmeras vezes sobre o território. A maior expansão das coníferas (família ao qual pertence) tem íntima relação com o clima frio que predominava na Terra nos períodos das glaciações. Portanto, tornou-se uma árvore de grande porte, pois buscava o frio para sobreviver.

A elevação em estatura permitiu que sua floresta imponente abrigasse uma fauna e flora específica de tamanhos variados. Entretanto, segundo KOCH e CORRÊA (2002), esta história de resistência da araucária está permeando a extinção da espécie devido à interferência humana, tornando esse “bioma único em todo o planeta” restrito a pequenas áreas isoladas. Muitas dessas áreas já estão descaracterizadas pela ação do homem.

Na Região Sul, o clima favoreceu a expansão da floresta de araucárias, porém, com a elevação das temperaturas no decorrer dos séculos, a araucária foi ficando restrita às regiões de maiores altitudes que apresentavam clima mais frio. Atualmente esta floresta é encontrada nas regiões serranas e planaltos, em altitudes que variam de 500 a 1500 metros, podendo ser encontrada em até 2300 metros acima do nível do mar (KOCH e CORRÊA, 2002).

Quando se fala desta floresta, é inevitável que se pense no pinhão e suas formas de consumo, bem como a influência que ele exerce na alimentação das comunidades fixadas nestas regiões. Desta forma é importante destacar e discorrer brevemente acerca da alimentação humana em relação às potencialidades tecnológicas do pinhão.

O interesse do consumidor em alimentos específicos que contenham um papel na manutenção da saúde tem crescido nos últimos anos. O termo "alimentos funcionais" refere-se a estes gêneros alimentícios, os quais podem proporcionar benefícios nutricionais, dietéticos e metabólicos específicos, e contribuir para o controle e redução do risco de acometimento de certas doenças (LOBO e SILVA, 2003).

As ações necessárias ao incentivo e orientação da população para a promoção da qualidade de vida, predominantemente são sociais e técnicas, porque dispõe de recursos científicos para atuar de acordo com as necessidades, hábitos e estilo de vida da população (MELLO, 2000).

A cultura alimentar inserida nesta região estabelece certas particularidades com relação ao consumo do pinhão. O clima frio favorece o consumo de alimentos ricos em calorias, a fim de manter a temperatura corporal e fornecer a energia necessária para que o indivíduo mantenha suas atividades orgânicas e realize seu trabalho diário.

Segundo WILLIAMS (1997); MAHAN e ESCOTT-STUMP (1998); DUTRA DE OLIVEIRA e MARCHINI (1998); FRANCO (1998); WAITZBERG (2001), a maioria da energia necessária ao organismo é consumida na forma de carboidratos. Quando na forma de grãos possuem maior concentração de energia que os demais nutrientes, sendo a maior fonte mundial de alimento.

O pinhão possui um alto valor nutritivo, sendo rico em carboidratos, proteínas, lipídios, cálcio, fósforo e ferro, que lhe conferem alto valor calórico (FRANCO, 1998). O pinhão fornece em torno de 86% de carboidratos, apresentando-se como um alimento extremamente energético, seguido de 9% de proteínas e 5% de lipídios. O amido encontrado no pinhão pertence ao grupo dos polissacarídeos, os quais representam grande interesse de estudo em relação ao seu valor nutricional.

O pinhão é composto das seguintes partes:

a) Envoltório ou casca – é a parte externa do pinhão que protege a amêndoa. Ela se compõe de três camadas, onde a mais externa, cujos tecidos dispõem-se longitudinalmente, apresenta uma coloração que vai desde o branco-amarelado até o vermelho escuro. A camada mediana é bastante delgada e seus tecidos estão dispostos transversalmente. Esta camada confere maior resistência à casca do pinhão. Possui cor branco-amarelada externamente e castanha clara na face interna. A terceira e última camada está disposta longitudinalmente, sendo a mais fina de

todas e membranácea. Possui cor castanha clara na face externa e rosada internamente.

b) Amêndoa – Nas gimnospermas, por ocasião da fecundação, não há união do núcleo vegetativo com os polares, o que ocorre nas angiospermas. Portanto, o tecido de reserva é haplóide, ou seja, permanece sendo um saco embrionário ou gametófito. A amêndoa é constituída pela massa, que é, sobretudo, amilácea. É a parte comestível do pinhão.

c) Embrião – No centro da amêndoa há um filamento de cerca de 4/5 de seu comprimento, o qual se acha ocupado pelo embrião, chamado filiforme (HERTEL, 1980).

No final da década de 80 o consumo de pinhão nas regiões produtoras girava em torno de 25 mil quilos numa única semana, conforme bem observou o produtor João Sauer da cidade de Campo Alegre/SC em entrevista dada ao Jornal ANotícia (2003). Afirma ele ainda que a safra vem diminuindo a cada ano. Entretanto, o Engenheiro Agrônomo Gilson Brunquell, afirma que é natural existirem períodos de fartura e escassez na cultura do pinhão. Aparte desta discussão sabe-se que até o ano de 2003 nenhum levantamento sobre o que é produzido anualmente foi feito. O então gerente regional da EPAGRI em Lajes/SC, Celso Dalagnol, ressaltou terem sido realizados na época dois seminários para tratar do assunto, sem que, no entanto, alguma iniciativa fosse efetivamente tomada.

De acordo com os dados relativos à aquisição de alimentos pela população brasileira levantados pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), MENEZES *et al.* (2001) estimaram a ingestão de fibra alimentar (FA) e de amido

resistente (AR) nas décadas de 70, 80 e 90. O consumo alimentar médio foi estimado observando-se as diferenças regionais existentes no país. (Quadro 01).

QUADRO 01 – INGESTÃO ESTIMADA DE CARBOIDRATOS, FIBRA ALIMENTAR E AMIDO RESISTENTE EM SEIS REGIÕES METROPOLITANAS BRASILEIRAS, DURANTE TRÊS DÉCADAS (g/dia).

DÉCADAS REGIÕES	CARBOIDRATOS			FIBRA ALIMENTAR			AMIDO RESISTENTE		
	70	80	90	70	80	90	70	80	90
<i>São Paulo</i>	276	235	158	18,8	15,3	9,3	4,8	4,0	2,8
Rio de Janeiro	285	234	238	20,8	16,7	15,0	5,3	4,2	3,5
Porto Alegre	301	228	183	17,9	13,4	8,5	5,9	3,6	2,7
Recife	286	228	250	21,7	17,7	15,3	5,2	4,4	4,3
Belém	273	234	225	18,7	16,9	15,7	4,1	3,7	3,4
Média	284	239	211	19,3	16,0	12,4	5,0	4,1	3,4

FONTE: MENEZES *et al.*, 2001.

Segundo BOGDONOF e LEVINE (1998), um número cada vez maior de pessoas está se conscientizando que a ingestão de determinados tipos de alimentos tem influência não somente na aparência e no bem-estar geral, mas também na qualidade e expectativa de vida. Conforme GAUDENCI DE SÁ (1981), cuidar da alimentação é cuidar da necessidade básica do ser humano.

No Brasil a ingestão de AR diminuiu no decorrer das três décadas de 5,0g / dia para 3,4g / dia. Isso se deve ao fato de que houve uma redução no consumo geral de carboidratos e fibras na dieta do brasileiro, tais como: arroz, feijão, pão, cujas fontes de AR são bastante significativas (MENEZES *et al.*, 2001).

Além disso, deve-se destacar que alguns alimentos regionais contribuem de forma importante para ingestão de AR, é o caso do fubá nas regiões Norte e Sudeste (principalmente no Estado de Minas Gerais), a farinha de mandioca na região Nordeste e o pinhão na região Sul do país.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

- Pretende-se estabelecer as alterações que os processos de polinização artificial manual (*in situ*) e os tratamentos térmicos aplicados tradicionalmente (cocção e tostagem) provocam na constituição físico-química desse pinhão em relação ao nativo.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar as alterações nos constituintes dos produtos frente aos tratamentos térmicos que serão aplicados.
- Analisar a composição físico-química do Pinhão Polinizado artificialmente (PP) e do Pinhão Nativo (PN).
- Comparar as características relacionadas à composição físico-química e microscópica existentes entre o PN e o PP.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil possui um vasto território tropical dividido em cinco regiões, dentre as quais a região sul, possui um clima subtropical. Na região de Campo Alegre-SC, o clima predominante é o clima subtropical de altitude (Cfw), com inverno seco e verão ameno. A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C. Já a região de Curitiba-PR é o clima subtropical propriamente (Cfa), com verão quente. As temperaturas são superiores a 22°C no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco (EMBRAPA, 2005). Esse fato confere aos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul características climáticas e agrícolas de país europeu. O principal fator agravante inserido no contexto social é o clima mais frio. Em decorrência do clima, muitos hábitos alimentares e estilo de vida da população são diferenciados do resto do País.

A conversa das comadres, ilustrada na epígrafe deste estudo, vem denotar a forte influência cultural em torno do consumo do pinhão na Região Sul do Brasil. Numa simples conversa com pessoas da região, que consomem pinhão nos meses de inverno, vários dados do imaginário popular podem ser coletados.

A alimentação exerce grande influência sobre o indivíduo, principalmente sobre a saúde, capacidade de trabalhar, estudar, divertir-se, estética e longevidade. Desta forma, os alimentos ingeridos são responsáveis pelo fornecimento de energia nos processos vitais do organismo humano, como: processo térmico, elétrico, mecânico e químico (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 1998).

WILLIAMS (1997) explica a transformação do alimento em energia de acordo com os muitos processos metabólicos realizados no organismo após a ingestão da energia química estocada no alimento. Isto é, para fazer o organismo funcionar, a energia química

é transformada em outras formas de energia requeridas pelo organismo. No cérebro, a energia química é transformada em energia elétrica para atuar no sistema nervoso. Da mesma forma, é transformada em energia térmica reguladora da temperatura corporal.

Em regiões mais frias, há necessidade de manter essa temperatura corporal e repor o calor perdido no ambiente. Neste sentido, o consumo de alimentos energéticos é recomendado como forma de aquecer o organismo a temperatura média de 36° C e subsidiar energeticamente todo seu trabalho (DUTRA-DE-OLIVEIRA e MARCHINI, 1998).

Segundo POULAIN e PROENÇA (2003), a alimentação é um objeto de extrema complexidade, que envolve a epidemiologia, a economia, sociologia, nutrição, antropologia, história, psicologia, tecnologia, entre outras. Em cada uma dessas áreas podem ser levantadas problemáticas que permitem estudar tendências de consumo alimentar.

As práticas observadas na população referem-se aos comportamentos alimentares realmente utilizados, mais uma vez representados pela conversa das comadres que iniciam este tema. A disponibilidade dos produtos regionais, a aquisição dos mesmos e a contribuição nutricional podem estar relacionadas às crenças populares expressas verbalmente pela comunidade, destacando o pinhão e suas formas de preparo como produto regional fortemente consumido. Segundo a pesquisa documentada realizada por CURT NIMUENDAJÚ (*apud* KOCH e CORRÊA, 2002), os povos indígenas da tribo Kaigáng ocuparam a maior parte do território coberto pela floresta com Araucária.

Não existem registros precisos da data de chegada e ocupação desse povo no Sudeste e Sul do Brasil, mas acredita-se que vários grupos já habitassem a região mesmo antes do descobrimento do Brasil, dentre eles, a tribo dos Guaranis e dos Xókleng.

Entretanto, a chegada dos colonizadores alemães, a partir de 1824, e a intensa atividade agrícola realizada por eles, resultaram no desaparecimento de muitas comunidades e um crescente processo de aculturação. Registros do início do século XX informam que a araucária dominava as paisagens do sul do Brasil, cobrindo grande parte do Planalto Meridional. Esta floresta ocupava uma extensão aproximada de 200 mil quilômetros quadrados. No Estado do Paraná, cobria 40% da superfície, em Santa Catarina ocupava 30% e no Rio Grande do Sul atingia 25% do território.

Contudo havia uma competição desigual do homem branco com os povos indígenas na captura dos alimentos. Os índios eram coletores de frutas e de pinhões e sua fonte de proteína animal era obtida através da pesca e caça de animais (KOCH e CORRÊA, 2002).

Os pinhões eram grandemente consumidos pelos povos indígenas, apresentando também um papel fundamental na nutrição das famílias de colonos e na criação de animais. De acordo com historiadores o nome da cidade de Curitiba, capital do Estado do Paraná, teria origem nos vocábulos indígenas “*coré etuba*”, que significa, no idioma tupi-guarani, “muito pinhão”.

A existência de inúmeros sítios arqueológicos às margens da Baía e da Ilha de Babitonga comprova que a região nordeste de Santa Catarina era densamente povoada por esses índios antes da chegada dos colonizadores. Suas antigas trilhas serviram mais tarde de referência para os imigrantes abrirem a Estrada Dona Francisca, a primeira e a principal porta catarinense entre o litoral e as imensas terras devolutas nas regiões do Planalto.

As terras eram muito prósperas pela fauna e flora (Floresta de Araucárias) que apresentavam e atraíram muitos colonos que se dispuseram a conquistá-las. Entretanto era

necessária a criação da estrada que ligasse esses dois pólos e, em 1892, o Governo Imperial apoiou o projeto de conclusão da Estrada Dona Francisca, que ligava a cidade de Joinville – SC à cidade de Rio Negro – PR.

O alto da Serra Dona Francisca abriga a singela cidade de Campo Alegre – SC, típica do interior, com apenas 11 mil habitantes, canteiros floridos e muito sossego. A pequena cidade é conhecida por suas belezas naturais favorecidas pela Mata Atlântica, cuja extensão vai além de Curitiba-PR. Nestas regiões, o consumo do pinhão é freqüente nos meses de março a julho, principalmente na forma de cocção por imersão em água quente (ebulição) ou na forma “sapecada” que significa o pinhão tostado em brasa de fogão à lenha, por exemplo. A polinização ocorre pela ação do vento, dos pássaros e insetos, nos meses de agosto a outubro (SILVA, 1998). O crescimento e desenvolvimento dos pinhões acontece na pinha, como mostram as figuras abaixo (Figuras 01 e 02).

FIGURA 01 – ARAUCÁRIA (*Araucaria angustifolia*) DA REGIÃO DE CAMPO ALEGRE – SC



FONTE: GAMA, 2004.

FIGURA 02 – PINHA E PINHÕES PROVENIENTES DA *Araucaria angustifolia*



FONTE: GAMA, 2004

A Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – CNSAN (2004) ressaltou a importância da alimentação não somente em relação às questões nutricionais, mas inserida no âmbito da cultura alimentar de povos de distintos grupos sociais, que modificam hábitos alimentares já existentes ao introduzirem seus próprios hábitos e escolhas alimentares. As influências das populações que chegavam a este novo continente não eram apenas algumas contribuições, elas se somavam a uma cultura já consolidada e foram inseridas dentro de um contexto de colonização, de conflitos entre povos diferentes, confrontando da mesma forma seus modelos alimentares diversos.

A questão cultural que envolve o consumo alimentar de uma determinada população, segundo POULAIN e PROENÇA (2003), caracteriza o comportamento alimentar, as práticas à mesa e suas representações. Neste campo, as dificuldades materiais da coleta de dados comportamentais explicam a pequena quantidade de informações disponíveis a respeito desta questão. Ainda segundo estes autores, as práticas alimentares podem ser registradas através da observação e avaliação do cardápio em unidades de alimentação e nutrição e no interior do universo familiar pela observação participativa, pelo registro automático através de câmeras fotográficas e filmadoras e também utilizando recursos técnicos de registro de dados.

Não sendo este o objetivo do estudo, a investigação científica e experimental permite que os conhecimentos populares a respeito dos benefícios e malefícios causados pelo consumo do pinhão possam ser desmistificados.

2.1 CARBOIDRATOS OU GLICÍDIOS

Os carboidratos são compostos orgânicos formados de carbono, hidrogênio e oxigênio. Os tipos de açúcares presentes na sua composição variam de simples, contendo três a sete carbonos, até polímeros muito complexos. Dentre os polímeros complexos, destacam-se as hexoses (açúcares com seis carbonos) e pentoses (açúcares com cinco carbonos), sendo que seus polímeros desempenham papéis importantes na nutrição (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 1998).

As formas básicas de combustível dos carboidratos são os amidos e açúcares que existem naturalmente na alimentação humana. Na presença da energia solar, as plantas realizam a fotossíntese e transformam essa energia na forma de carboidratos (WILLIAMS, 1997).

De acordo com os registros históricos da sobrevivência da *Araucaria angustifolia* nas eras pré-históricas e glaciais, bem como o aumento de sua estatura em busca de clima frio e de um lugar privilegiado em relação ao sol (KOCH e CORRÊA, 2002), pode-se constatar que a grande reserva de carboidratos presentes no pinhão não é apenas uma característica da espécie, mas o fator que justifica o aporte energético que ele fornece através da alimentação.

Os carboidratos são facilmente encontrados nas plantas na forma de grãos, folhas, caules e frutos. Estão classificados de acordo com o número de açúcares básicos ou sacarídeos, cujas unidades formam suas estruturas. Os monossacarídeos são formas hidrolisadas moleculares simples, sendo que seus principais representantes na nutrição humana são: a glicose, a galactose e a frutose. A glicose é um açúcar moderadamente doce e pouco encontrado naturalmente nos alimentos. A produção de glicose no organismo ocorre através da digestão do amido, onde todos os outros tipos de açúcares serão convertidos em glicose. Esta é a forma de energia circulante no sangue, que abastece todos os órgãos, músculos e sistema cerebral (WILLIAMS, 1997; MAHAN e ESCOTT-STUMP, 1998).

Glicídios ou carboidratos são chamados os macronutrientes que fornecem 50 a 60% da energia necessária ao organismo, na forma de açúcares. A este grupo pertence o pinhão, riquíssimo em carboidratos segundo a Tabela de Composição Química dos Alimentos (FRANCO, 1998).

Os glicídios são compostos de amido: um polissacarídeo formado de mais de dez unidades moleculares de monossacarídeos. É o mais importante composto que produz apenas a glicose como produto final de sua degradação. O amido é formado por dois polímeros, a amilose e a amilopectina. As propriedades mais importantes que influenciam no seu valor nutricional são a extensão da digestão ao longo do trato gastrointestinal e o metabolismo dos monômeros absorvidos.

Alguns aspectos físico-químicos do amido podem afetar a digestibilidade do alimento e, de maneira geral, os principais fatores interferentes na otimização da digestão desse polissacarídeo podem estar relacionados à: origem botânica do alimento em questão, relação entre amilose e amilopectina, forma física e tipo de processamento do

amido, assim como interações ocorridas com outros constituintes do alimento (GRANFELDT, DREWS e BJÖRCK, 1993; LOBO e SILVA, 2003).

O conceito de carboidratos complexos tem sido modificado pelas recentes descobertas relacionadas aos seus efeitos fisiológicos e nutricionais. Neste grupo de nutrientes incluem-se o amido e os polissacarídeos não-amido, os quais possuem diferenças em suas estruturas químicas e em seus efeitos fisiológicos (LOBO e SILVA, 2003).

A composição e propriedades do amido também variam de acordo com o processo térmico ao qual são submetidos e a estocagem do produto. A organização do grânulo de amido vai depender da forma de disposição da amilose e da amilopectina associadas. Quando as ligações entre elas são numerosas e regulares, as cadeias se associam formando zonas cristalinas. Mas, se as ligações são pouco numerosas e irregulares, as cadeias se associam formando as zonas amorfas (FREITAS, 2002). Entre as zonas totalmente cristalinas e as zonas amorfas existem densidades variáveis que se caracterizam por oferecerem algum tipo de resistência à hidrólise.

Por exemplo, camadas amorfas são rapidamente hidrolisadas no organismo, camadas semi-cristalinas apresentam hidrólise mais lenta e as cristalinas oferecem resistência à hidrólise ácida e enzimática. O grânulo de amido geralmente apresenta 40% de camadas amorfas, 30% de semi-cristalinas e 20% de cristalinas (GALLANT, BOUCHET e BALDWIN, 1997).

2.2 FIBRA ALIMENTAR

As fibras são classificadas como polissacarídeos (carboidratos) diferentes do amido, dos quais a celulose é o substrato encontrado em maior quantidade (TEIXEIRA

NETO, 2003). As fibras são encontradas exclusivamente nas plantas e constituem a parte estrutural das folhas, caule, raízes, sementes e cascas das frutas, verduras e legumes em geral.

Os materiais fibrosos presentes em alimentos ricos em fibras, diferem do amido por serem resistentes às enzimas digestivas humanas. Entretanto, uma parte das fibras é fermentada pelas bactérias intestinais e acaba sendo utilizada nas reações metabólicas após sua absorção intestinal. Apesar de tecnicamente não ser considerado um nutriente, a fibra dietética alcançou interesse dos pesquisadores devido aos estudos que associavam os altos níveis ingestão de fibras (por parte de populações com uma dieta menos industrializada e mais primitiva) a uma menor ocorrência de obesidade, diabetes, distúrbios intestinais e doença cardíaca (MCARDLE, KATCH e KATCH, 1998).

O índice glicêmico (IG) de determinados alimentos está em rediscussão por diversas Associações de Diabetes, Hipercolesterolêmicos, dentre outras. O IG traduz o impacto do alimento na glicemia pós-prandial, sendo expresso em porcentagem (SAMPAIO, 2000). Alguns autores sugerem que quanto menor o IG antes da ingestão do alimento, melhor será sua resposta glicêmica durante a digestão, principalmente no que diz respeito ao perfil lipídico e à sensibilidade à insulina (FROST, WILDING e BEECHAM, 1994; CONTRACTOR, HUSSEIN e JABBAR, 1999). No entanto, as respostas glicêmicas vão depender dos fatores que alteram a biodisponibilidade do amido e outros carboidratos, tais como a estrutura do açúcar, os métodos de cocção e o teor de fibras (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2000; FRANZ, 2000).

Os polissacarídeos não-amiláceos e o amido resistente à digestão sofrem diferentes intensidades de ataques da flora microbiana colônica. As fibras mais solúveis e aquelas com maior capacidade de seqüestrar água são quase totalmente fermentadas no colón intestinal e amplamente removidas do bolo fecal. O resultado dessa fermentação é a

produção de dióxido de carbono, hidrogênio, metano e ácidos graxos de cadeia curta, dos quais o butirato, propionato e acetato são os principais (TEIXEIRA NETO, 2003).

2.3 AMIDO

Segundo TEIXEIRA NETO (2003), dentre os alimentos consumidos pelo homem, o amido é o mais abundante. Existem em grande quantidade em grãos, raízes, tubérculos, seguindo a mesma linha da fibra alimentar. A digestão do amido ocorre mais lentamente do que a da sacarose, fazendo com que a glicemia pós-prandial seja menor quando há consumo de alimentos amiláceos. Esse dado está aliado ao fato de que alimentos ricos em amido são, geralmente, ricos em fibras também.

Os estudos relacionados aos efeitos fisiológicos benéficos de certos alimentos, na função de prevenir certas doenças degenerativas, foram intensificados na década de 70 através das pesquisas referentes à ingestão de fibras alimentares na dieta.

A partir da década de 80, começou a ser observado que uma fração do amido escapava da digestão no intestino delgado e chegava ao cólon, onde servia de substrato para a flora bacteriana. Essa fração foi denominada amido resistente e, a partir de então, constatou-se que determinados efeitos fisiológicos, inicialmente atribuídos às fibras alimentares, poderiam também ser atribuídos ao amido. Vários fatores podem estar envolvidos na sua formação e eles, por sua vez, afetam a sua resposta fisiológica. Deste modo, torna-se importante o conhecimento dos aspectos físico-químicos envolvidos na formação do tipo de amido presente em determinado alimento (LOBO e SILVA, 2003).

O amido resistente (AR) foi identificado e diferenciado da fibra alimentar (FA) (MENEZES *et al.*, 2001).

Entretanto, apesar do AR ser diferenciado da FA, eles estão intimamente relacionados, devido aos resultados benéficos e semelhantes que proporcionam. A ingestão de ambos vem sendo incentivada como forma de prevenção de doenças degenerativas.

GEE *et al.* (1994) concluíram que os efeitos fisiológicos observados em ratos que foram alimentados com dietas contendo AR estão associados ao processo fermentativo realizado no intestino grosso, sendo um modelador potencial da capacidade de proliferação dos enterócitos.

DE DERECK *et al.* (1994) identificaram que o aumento da excreção fecal de ácidos biliares primários e esteróis neutros está relacionado ao efeito hipocolesterolêmico das fibras e conseqüentemente do amido na dieta. Seus trabalhos demonstram que o consumo adequado destes elementos aumenta a variedade e quantidade de ácidos biliares no fígado, contribuindo para redução sérica do colesterol.

De acordo com ENGLYST *et al.* (1992), a velocidade com a qual o alimento é digerido *in vitro* permite classificar o amido em:

- a) Rapidamente digerível – quando o amido converte-se em glicose após 20 minutos de incubação com amilase pancreática e amiloglicosidase em uma temperatura de 37° C;
- b) Lentamente digerível – se, nas condições anteriores, é convertido em glicose após 120 minutos;
- c) Amido resistente (AR) – quando resiste à ação das enzimas digestivas.

Esta classificação pode ser apresentada a partir do conhecimento da estrutura do AR que, por sua vez, é constituído de três tipos de amido:

- a) Tipo 1 – representa o grânulo de amido fisicamente inacessível na matriz do alimento, fundamentalmente por causa das paredes celulares e proteínas, pertencendo a este grupo grãos inteiros ou parcialmente moídos de cereais, leguminosas e outros materiais contendo amido no qual o tamanho ou a sua composição impede ou retarda a ação das enzimas digestivas;
- b) Tipo 2 – refere-se aos grânulos de amido nativo, encontrado no interior da célula vegetal, apresentando lenta digestibilidade devido às características intrínsecas da estrutura cristalina dos seus grânulos;
- c) Tipo 3 – consiste em polímeros de amido retrogradado (principalmente de amilose), produzidos quando o amido é resfriado após a gelatinização (ENGLYST *et al.*, 1992; COLONNA *et al.*, 1992).

Dentro deste contexto, a fração que resiste à hidrólise ácida e enzimática é denominada Amido Resistente (AR), que é definido como a soma do amido e produtos de sua degradação que não são absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis (ASP *et al.*, 1994). O AR resiste à degradação enzimática catalizada pela ação da amilase pancreática *in vitro*, sendo que os compostos amiláceos podem conter um ou mais tipos de AR, podendo ser encontrados isoladamente ou coexistirem num mesmo alimento (FREITAS, 2002).

Conforme NOAH, GUILLON, BOUCHET *et al.* (1998) e CHAMP, KOZLOWSKI e LECANNU (2001), o reaquecimento reduz o conteúdo deste tipo de amido (Tipo 3) em batatas, demonstrando que a retrogradação – ou o aquecimento

seguido de resfriamento – é um fenômeno reversível. Os três tipos de AR podem coexistir em um mesmo alimento. Assim, uma refeição contendo feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta os Tipos 1 e 3, enquanto que em bananas verdes são encontrados os Tipos 1 e 2.

É importante destacar que propriedade mais importante do amido em água é a sua capacidade de intumescer e produzir uma pasta de alta viscosidade. A alta viscosidade é causada pela interação entre grânulos intumescidos, amido e solúveis e fragmentos dos grânulos. As propriedades de inchamento e desintegração do grânulo, durante o processo de cocção, modificam a viscosidade da pasta e são importantes por que indicam as aplicações e propriedades específicas dos produtos aos usuários (FACHIN, 1993; PHILLIPS *et al.*, 1994).

De acordo com CIACCO e CRUZ (1980) e FENNEMA (1993), a maioria dos alimentos contém e sua composição elementos que influenciam nas propriedades do amido. Entre os elementos mais freqüentes pode-se citar: os açúcares, ácidos e sais (que também são comumente adicionados em formulações como aditivos e/ou coadjuvantes). Neste sentido, é importante sugerir que durante o período de cocção do pinhão, não se deve adicionar o sal, como costumeiramente acontece, a fim de favorecer o intumescimento completo da amêndoa e evitar a competição do meio pela água.

Numa pesquisa realizada por acadêmicos do curso de engenharia química da UFPR (não publicado), foi observado que o amido de pinhão na concentração de 4% foi suficiente para formação de gel. O gel formado não desmanchava e nem escorria pelas paredes do vidro. Em contrapartida, os géis dos amidos de milho e mandioca obtiveram essas características em 6% e 8% respectivamente. Portanto constataram que o amido de pinhão apresenta propriedades geleificantes semelhantes ao amido de milho e mandioca, podendo ser utilizado como substituto dos mesmos na formulação de produtos alimentícios.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

Para a realização dos experimentos foi utilizado pinhão (*Araucaria angustifolia*) proveniente das regiões de Campo Alegre-SC e Curitiba-PR.

A cidade serrana de Campo Alegre – SC foi escolhida para realizar a coleta da amostra do pinhão nativo (PN). Da cidade de Curitiba – PR foram obtidos pinhões provenientes de processos de propagação vegetativa (amostra polinizada artificialmente *in situ* – PP) numa parceria firmada com o Prof. Dr. Flávio Zanette, Setor de Ciências Agrárias da UFPR.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Tratamentos

a) Armazenamento do pinhão:

As amostras de pinhão foram coletadas no mês de maio de 2005 e mantidas na forma de *pinha*. As amostras foram acondicionadas sob refrigeração a 7° C enquanto seguia o preparo das amostras.

b) Processos Térmicos:

Após o armazenamento, as amostras foram divididas em 3 grupos: uma porção manteve-se *in natura*, outra foi submetida à cocção por imersão em água quente a 100° C por aproximadamente 30 minutos e uma terceira porção

foi submetida à tostagem em forno à 210° C por aproximadamente 20 minutos, quando do início do rompimento parcial de sua casca.

c) Divisão dos grupos e tratamentos:

Grupo 01 Pinhão nativo (PN)

Controle 01 – *in natura*

Tratamento 02 – cocção a 100° C / 30 min.

Tratamento 03 – tostagem a 210° C / 20 min.

Grupo Pinhão fertilizado manualmente (PF)

Controle 01 – *in natura*

Tratamento 02 – cocção a 100° C / 30 min.

Tratamento 03 – tostagem a 210° C / 20 min.

3.2.2 Preparo das Amostras

Os pinhões foram escolhidos levando-se em conta a coloração da casca mais avermelhada e brilhante e o tamanho aproximadamente uniforme dos grãos. As amostras cruas, cozidas e tostadas foram descascadas manualmente e trituradas em processador marca *Moulinex Ovatio 2* para se tornarem uma pasta e dois tipos de farinhas, respectivamente. Após o preparo, foram acondicionadas em pacotes e identificadas segundo o tratamento aplicado e congeladas para conservação das amostras.

3.2.3 Análises Físico-Químicas

Para realizar as análises que serão descritas, os dois grupos e seus respectivos tipos de tratamentos foram submetidos ao descascamento e moagem para que se procedessem as análises experimentais.

Cada grupo foi analisado quanto à :

➤ Umidade:

Realizada em estufa marca *MARCONI MA 035* à temperatura de 105° C por doze horas ou até peso constante, conforme AOAC 925.10 (2000) e conduzidas no Laboratório de Análises Físico-Químicas da UFPR, Usina Piloto A, Curitiba – PR.

➤ Cinzas:

Carbonização em chama e calcinação em mufla marca *QUIMIS* à 550° C por cinco horas, conforme AOAC 900.02A (2000) e conduzidas no Laboratório de Análises Físico-Químicas da UFPR, Usina Piloto A, Curitiba – PR.

➤ Lipídios:

Extrato Etéreo (por Extrator de Soxhlet marca *PRODICIL*), conforme AACC 920.85/39, p.780 (2000) e conduzidas no Laboratório de Análises Físico-Químicas da UFPR, Usina Piloto A, Curitiba – PR.

➤ Proteínas:

Digestão/destilação (Método Kjeldahl), conforme AACC 920.87, p.781 e 979.09, p.788 (2000) no Laboratório de Análises Físico-Químicas da UFPR, Usina Piloto A, Curitiba – PR.

➤ Fibra Alimentar (Método Gravimétrico-Enzimático):

Procedimento: As amostras de pinhão foram gelatinizadas com enzima α -amilase e, em seguida, procedeu-se a digestão enzimática com as enzimas: protease e amiloglucosidase, a fim de remover a proteína e o amido presente na amostra. Para precipitar a fibra alimentar solúvel, adicionou-se etanol e o resíduo foi filtrado e lavado com etanol e acetona. Procedeu-se a secagem do resíduo, sendo que uma parte das amostras foi utilizada para análise de proteínas e a outra para a análise de cinzas. O valor total das fibras alimentares é dado pela subtração do peso das proteínas e das cinzas mensuradas. Este método segue a recomendação da AOAC 992.16 (2000) e foi realizado Laboratório de Análises Físico-Químicas da UFPR, Usina Piloto A, Curitiba – PR.

➤ Carboidratos:

Foi calculado por diferença (100% - Total % de proteínas, lipídios, cinzas e fibra alimentar), conforme recomenda a USP (2004), sendo as análises realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas da UFPR, Usina Piloto A, Curitiba – PR.

➤ Amido, conforme IAL (1985) – Instrução Normativa nº 20, p. 46-47 (MA/Brasil, 1999) e executadas no Laboratório de Análises Físico-químicas da UFSC, Florianópolis – SC;

➤ Colorimetria:

Equipamento: colorímetro portátil *HunterLab MiniScan XE Plus* em escala universal: L* para luminosidade que vai do branco (+) ao preto (-), a* para o eixo de cromaticidade que vai do vermelho ao verde e b* para o eixo de cromaticidade que vai do amarelo ao azul, em triplicatas.

Procedimento: conforme recomenda o Manual do Fabricante *HUNTERLAB*, as amostras foram descascadas, tanto do Pinhão Nativo (PN) quanto do Pinhão Fertilizado (PF). Em seguida foram cortadas longitudinalmente e colocadas lado a lado em um recipiente descartável com bordas baixas e sem brechas entre elas. Foram realizadas as leituras de L*, a*, b* em triplicatas. Com esses parâmetros foi calculada a diferença média de cor entre a amostra *in natura* (ou crua) e as processadas termicamente e foram avaliadas as coordenadas cilíndricas C* (que define o croma) e H* (que define o tom) a partir das equações 01, 02 e 03 a seguir (PEREIRA, 2002).

$$(01) \Delta E^* = \sqrt{(a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2 + (L^* - L_0^*)^2}$$

$$(02) C^* = (a^{*2} - b^{*2})^{1/2}$$

$$(03) H^* = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

➤ Atividade de Água:

Equipamento: *Acqua Lab série 3B V.3*. Laboratório de Processamento de Alimentos, Usina Piloto B, UFPR, Curitiba – PR.

Procedimento: conforme recomenda o Manual do fabricante *ACQUALAB*. As amostras foram descascadas, seccionadas radialmente e acondicionadas no recipiente apropriado para a leitura (parte integrante do equipamento).

➤ Microscopia – acompanhamento junto ao Setor de Microscopia da UFPR.

Equipamentos: Liofilizador - *Edwards mod. Freezing Dry Vacuum* – operado a temperatura de -50°C em câmara fria. Metalizador - *Balzers Union*, modelo *SCD 030*. Microscópio Eletrônico de Varredura - *Jeol JSM 6360LV* com capacidade para 8000x.

Procedimento: (a) preparação das amostras: as amostras dos Grupos 01 e 02 e seus tratamentos (cru, cozido e assado) foram liofilizadas por congelamento de secagem a -50°C por 18 horas em câmara fria a vácuo para obtenção de uma amostra homogênea e livre de umidade; (b) preparação dos stubs: as amostras foram fixadas nos suportes com adesivo próprio e acondicionadas em placa de Petri para proceder a metalização; (c) metalização com ouro: as placas foram colocadas no equipamento da marca *Balzers Union*, modelo *SCD 030* e pulverizadas com ouro para visualização em microscópio eletrônico de varredura por contraste; (d) microscopia: as amostras foram visualizadas uma a uma no Microscópio Eletrônico de Varredura *Jeol JSM 6360LV* com um aumento que variou entre 200x e 2000x.

- Cálculo energético-calórico: foi realizado conforme estabelece a Portaria n.º 27, de 13 de Janeiro de 1998 (ANVISA, 1998).

3.2.4 Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, considerando-se seis tratamentos (PN1, PN2, PN3, PF1, PF2 e PF3), com três repetições aplicadas ao Fatorial, cuja análise possibilita confrontar as diferenças estatísticas dos tratamentos cru, cozido e tostado somente dentro do PN e do PF separadamente, como também entre os dois Grupos simultaneamente. Os resultados obtidos nas determinações físico-químicas das amostras foram tratados estatisticamente com o cálculo das médias e dos respectivos desvios padrões. Realizou-se a análise de variância (ANOVA), quando necessário. As variâncias dos tratamentos foram avaliadas quanto a sua homogeneidade conforme recomendado pelo teste de Bartlett. Quando os resultados revelaram existir diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos tratamentos, as variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância ou $p < 0,05$. (KOEHLER, 1999).

Para o conjunto de análises estatísticas, foi utilizado o programa computadorizado MSTAT-C, versão 2.10 (MICHIGAN STATE UNIVERSITY, 1989).

4 RESULTADOS E DICUSSÃO

4.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

No quadro 02 estão apresentados os resultados dos macronutrientes do PN e PP e também seus resultados nos três níveis de tratamento estudados: cru, cozido e tostado. Todos esses valores serão analisados estatisticamente mais adiante.

QUADRO 02 – COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS PINHÕES PN E PP EM RELAÇÃO AOS MACRONUTRIENTES (BASE SECA)

Constituintes (g%)	PN		PP		PN		PP		PN		PP	
	Cru	±	Cru	±	Cozido	±	Cozido	±	Tostado	±	Tostado	±
Lipídios	1,08	0,02	0,08	0,02	2,93	0,01	1,36	0,03	2,33	0,001	5,49	0,14
Proteínas	8,51	0,11	6,41	0,17	7,66	0,02	7,61	0,02	9,30	0,30	7,41	0,02
Carboidratos	71,56	0,12	68,08	0,08	69,83	0,16	69,71	0,06	70,16	0,56	63,30	0,14
Fibra Alimentar	15,70	0,37	22,20	0,03	17,34	0,07	18,36	0,04	15,09	0,04	20,75	0,04
Cinzas	3,15	0,01	3,23	0,04	2,24	0,04	2,96	0,01	3,12	0,11	3,05	0,04

Nota: Valores relativos ao desvio padrão (\pm) da média dos valores analíticos das amostras de pinhão nos três níveis de tratamento em triplicatas.

Observa-se que os resultados do PN-Tostado (quadro acima) para carboidratos (70,16%), fibras (15,09%) e cinzas (3,12%) assemelham-se ao do PN-Cru que apresenta 71,56%, 15,70% e 3,15%, respectivamente. Possuem teores mais elevados que o PN-Cozido. Quando a umidade é retirada pode-se perceber o quanto o alimento concentrou seus nutrientes. Em relação à proteína, o PN-Tostado apresentou maior taxa. No PN-Cozido, a presença da água de cocção pode ter solubilizado alguns de seus compostos hidrossolúveis.

No PP-Tostado, houve aumento nos teores de lipídios (5,49%) e fibra alimentar (20,75%) em relação ao PN. Entretanto no PP-Cozido, houve redução de valores em todas as análises realizadas quando comparado ao PN. Da mesma forma ocorreu com o PN-Cru, exceto para as cinzas que apresentaram resultados semelhantes em relação ao PP-Cru.

Pode-se observar também que a porcentagem em carboidratos e fibras é superior aos outros nutrientes em ambos os grupos: PN e PP, e o teor de lipídios é bastante reduzido também.

No pinhão observou-se alto teor de fibras e carboidratos, porém o baixo teor de lipídios, em alimentos, segundo SHILS *et al.* (2003), pode resultar em constipação intestinal, cólica abdominal, falta de lubrificação e dor ao evacuar, devido ao ressecamento do bolo fecal.

4.1.1 Cálculo do Potencial Calórico e Classificação do Pinhão

Conforme o que dita a Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998 (ANVISA), o conceito especificado para alimento “*high*” significa elevado teor de calorias devido a um aumento do conteúdo de fibras ou carboidratos, ou açúcares. Já alimentos considerados “*light*” significam redução ou baixo teor de calorias quando alguns de seus constituintes, tais como lipídios, encontram-se reduzidos. Estabelece ainda um valor de referência que deve ser utilizado para o cálculo. Para o alimento ser considerado *light*, o teor de lipídios não deve ultrapassar 0,5g de gorduras totais em 100g do produto. O alimento considerado *high* deve apresentar teores de fibras alimentares superiores a 6,0g por 100g do produto.

Verifica-se que, dos resultados apresentados, há um nível realmente reduzido de lipídios no pinhão cru *in natura*. Da mesma forma o elevado teor de fibras alimentares e glicose (carboidratos) remetem este produto a uma classificação de “alimento *high*” em ambos os grupos estudados: PN e PP. (Quadro 03).

QUADRO 03 – CLASSIFICAÇÃO EM *LIGHT* E *HIGH* DAS AMOSTRAS PN E PP EM CONFORMIDADE COM A ANVISA (1998)

CONSTITUINTES (g %)	PN Cru	PP Cru	PN Coz	PP Coz	PN Tos	PP Tos
Lipídios¹	0,35*	0,03*	1,05	0,67	0,81	2,48
Fibra Alimentar²	15,71*	22,19*	17,34*	18,36*	15,09*	20,75*

¹ Valor de referência para alimento *light*: < 0,5g de lipídios / 100g de amostra.

² Valor de referência para alimento *high*: > 6,0g de fibras / 100g de amostra.

* Os valores marcados apresentam-se dentro do padrão recomendado para *light* ou *high*.

De acordo com os dados acima, este produto pode ser considerado um alimento *high* ou alto, pois é rico em fibras e, conseqüentemente carboidratos complexos. No que diz respeito à comparação entre as amostras PN e PP, ambas apresentam resultados elevados para o teor de fibras, porém no PP está um pouco aumentada. Quanto às amostras cruas, apresentam reduzido teor de lipídios, sendo consumidas especialmente por animais.

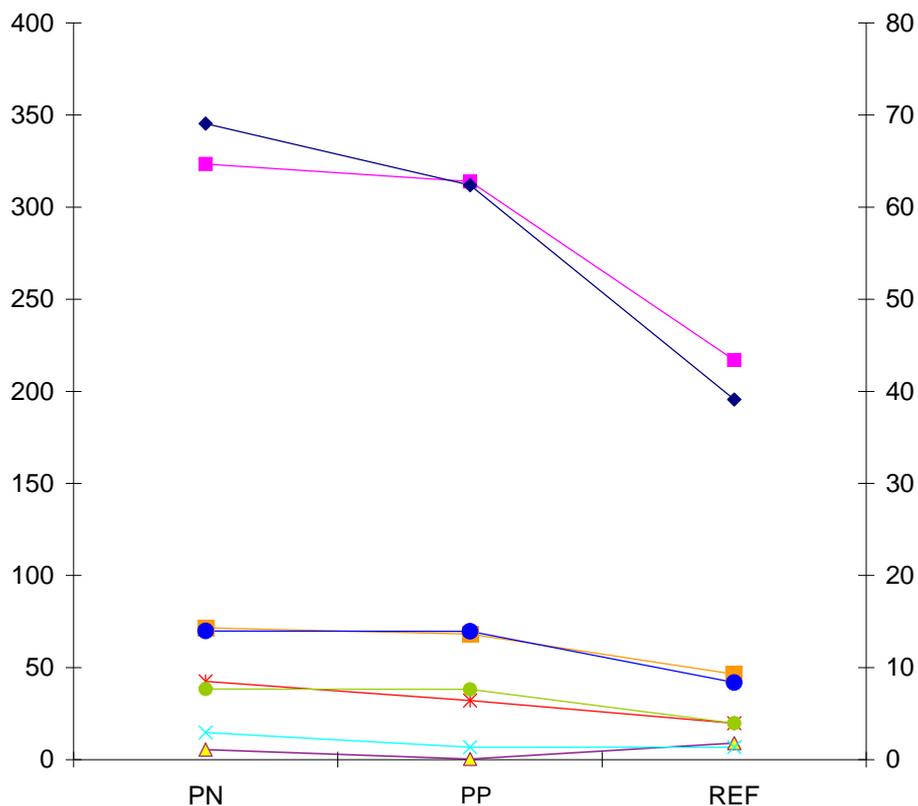
No quadro 04 pode-se verificar o valor nutricional-calórico atribuído ao pinhão nas amostras PN e PP.

QUADRO 04 – TEOR CALÓRICO DO GRUPO PN E DO GRUPO PP COMPARADOS COM O TEOR CALÓRICO REFERIDO POR FRANCO (1998)

Constituintes	Grupo PN			FRANCO (1998)		Grupo PP		
	Cru	Cozido	Tostado	Cru	Cozido	Cru	Cozido	Tostado
CHO (g)	71,56	69,83	70,16	46,40	41,92	68,08	69,71	63,30
LIP (g)	1,08	2,93	2,33	1,79	1,34	0,08	1,36	5,49
PTN (g)	8,51	7,66	9,30	3,96	3,94	6,41	7,61	7,41
VCT (Kcal)	323,44	345,29	336,33	217,0	195,5	314,04	312,0	326,45

O valor calórico total (VCT) demonstra que há pouca diferença entre os grupos e seus tratamentos: cru (controle), cozido e tostado. Entretanto, os teores de carboidratos e proteínas são mais elevados no PN. A figura 03 representa graficamente estes resultados.

FIGURA 03 – TEORES DE ENERGIA E MACRONUTRIENTES NO PINHÃO *Araucaria angustifolia*.



*Nota: REF significa os valores de referência fornecidos por FRANCO, 1998.

Em relação aos valores encontrados por FRANCO (1998), tanto as amostras PN quanto PP apresentam teores elevados de macronutrientes (Figura 03).

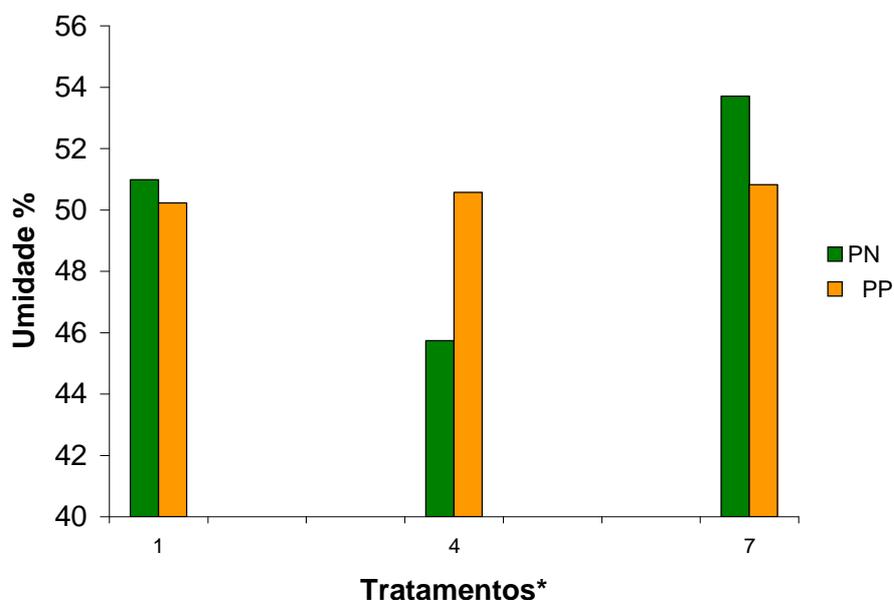
Dentre os pinhões consumidos pelo homem (cozido e tostado), o que apresenta menor valor calórico, após o valor referência, é o PP-Cozido, com 312 calorias. Em seguida, o PP-Tostado (326,45 cal) e, na seqüência, os PN –Tostado e Cozido com 336,33 calorias e 345,29 calorias, respectivamente. Logo, o pinhão cozido fornece menos energia que o pinhão tostado.

4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

4.2.1 Umidade

Na figura 04 pode-se verificar os teores de umidade em ambas as amostras estudadas, PN e PP. Os valores (médias) apresentados a seguir observam que os resultados das triplicatas foram semelhantes para as amostras, porém, em alguns casos diferem entre si de acordo com o tratamento aplicado ou conforme o grupo ao qual pertencem (PN ou PP).

FIGURA 04 – UMIDADE DO PINHÃO NATIVO (PN) E DO PINHÃO POLINIZADO (PP)



Nota: *representam os tratamentos aos quais o pinhão foi submetido, sendo que 1=Pinhão Cru; 4=Pinhão Cozido; 7=Pinhão Tostado.

Os níveis de umidade foram elevados (em torno de 50%), principalmente no pinhão cozido polinizado (PP-C) em relação ao nativo (PN-C). Entretanto, a maioria

dos resultados com as maiores médias ocorreram no nativo cru (50,99%) e no nativo tostado (53,71%) em relação ao polinizado (50,23% e 50,83%), respectivamente. Houve semelhança estatística nos teores de umidade do pinhão nativo cru (PN-Cru), pinhão polinizado cru (PP-Cru) e pinhão nativo tostado (PN-T), conforme mostra o Quadro 05.

QUADRO 05 –UMIDADE DOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO NOS GRUPOS PN E PP

AMOSTRAS	UMIDADE
1- PN-Cr	50,99 ^b
2- PN-C	45,74 ^d
3- PN-T	53,72 ^a
4- PP-Cr	50,23 ^c
5- PP-C	50,58 ^{b c}
6 – PP-T	50,83 ^b

Nota: ^{a,b,c,d} Letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Nos: 1 – 3: Espécie Nativa (PN);

Nos: 4 – 6: Espécie Polinizada *in situ* (PP).

Pela análise de variância (ANOVA) se demonstrou que dentro das médias resultantes do PN, todas diferem entre si, sendo que o tipo de tratamento influenciou significativamente a umidade das amostras ($p=0,0083$). Por exemplo, a amostra crua é diferente da amostra cozida, que é diferente da amostra tostada com um nível de significância que se remete à procedência de ambas ($PN \neq PP$). Neste sentido, o teste de comparação de médias (Tukey) demonstrou que no PP os tratamentos cozido e tostado são semelhantes entre si, apresentando variabilidade em relação ao cru.

Entretanto, a diferença estatística entre os tratamentos permanece elevada ($p<0,05$) e a interação entre eles (Espécies x Tratamentos) apresenta um $p=0,00001$, altamente significativo.

4.2.1.1 Atividade de Água (Aa)

Em decorrência da alta umidade, verificou-se a necessidade de se conhecer o nível de atividade de água das amostras em estudo. De acordo com o quadro 06, tem-se que, à média de 20,47° C (ambiente) existe uma Aa de 0,99 nas amostras do Grupo PN. Na mesma temperatura, as amostras do Grupo PP apresentam uma Aa idêntica de 0,99.

QUADRO 06 – ATIVIDADE DE ÁGUA (Aa) DOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO NOS GRUPOS PN E PP

	AMOSTRA	T° C	Aa
PN	Cru	20,6	0,978
	Cozido	20,3	0,995
	Tostado	20,5	0,989
PP	Cru	20,4	0,992
	Cozido	20,5	0,990
	Tostado	20,5	0,994

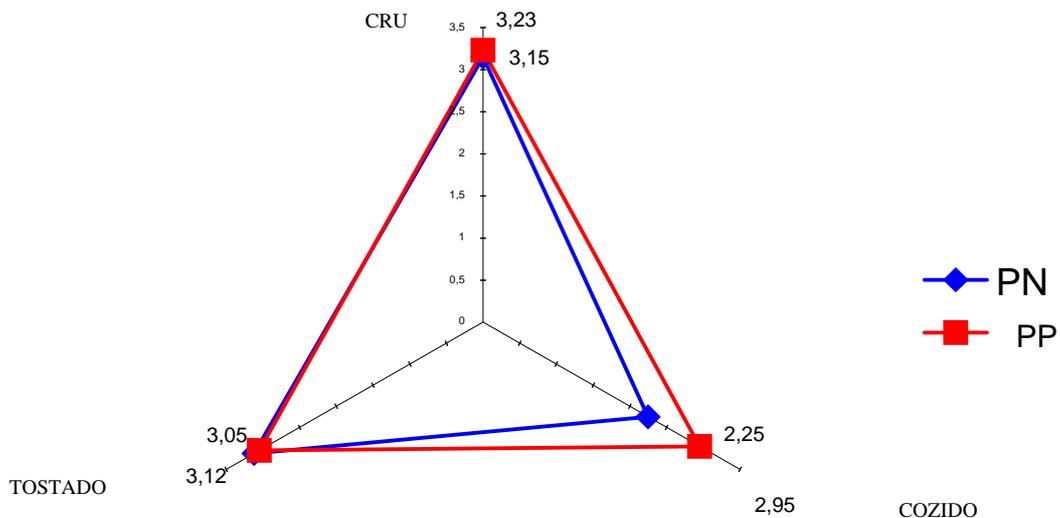
GAMA e MASSON (2005) observaram que, sob condições de armazenamento a frio e congelamento de amostras de pinhão *in natura*, a Aa mantém-se elevada, tanto antes como após os procedimentos de conservação aplicados. Isto demonstra um intenso movimento das moléculas de água que podem interagir com o amido e provocar reações oxidantes no cozimento e na tostagem (reação de Maillard) sendo responsáveis por possíveis escurecimentos nas amostras. Além disso, EVANGELISTA (2000) sugere cuidados no consumo de alimentos devido à associação do teor de água e riqueza de substratos orgânicos, com o surgimento de colônias de microorganismos patogênicos.

Segundo BOBBIO (1992), o valor máximo de Aa na água pura deve ser 1,00 (um). Os alimentos considerados excessivos no teor de água possuem valor acima de 0,90 – especialmente em cereais – o que não se é recomendado, porém pode ser observado nos grupos PN e PP.

4.2.2 Cinzas

Na figura 05 observam-se as médias dos resultados encontrados para as cinzas nos tempos e temperaturas de cada tratamento (controle cru, cozido e tostado) nos grupos PN e PP.

FIGURA 05 – TEOR DE CINZAS (g%) NAS AMOSTRAS PN E PP – CRU (CONTROLE), COZIDO (100° C / 30 min.) e TOSTADO (210° C / 20 min).



Nota: As médias dos valores das cinzas foram calculadas a partir dos resultados das triplicatas.

Observa-se que os minerais e, mais adiante, as fibras hidrossolúveis, podem ter sido solubilizadas na cocção por imersão em água fervente, o que reduz portanto,

o teor de cinzas nestas amostras, tanto no grupo PN quanto no grupo PP. Talvez este dado justifique o comportamento das amostras, pois somente o pinhão polinizado tostado apresentou média inferior ao pinhão nativo, invertendo a seqüência que vinha sendo observada.

Dentro dos valores obtidos para o PN e PP na análise de variância (ANOVA), há diferença estatística significativa, sendo que a origem botânica (espécie) e o tipo de tratamento, influenciaram significativamente ($p < 0,05$).

QUADRO 07 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS CINZAS NOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO DOS GRUPOS PN E PP

AMOSTRAS	CINZAS
1- PN-Cru	3,15 ^{a b}
2- PN-C	2,245 ^d
3 – PN-T	3,12 ^{a b c}
4- PP-Cru	3,23 ^a
5- PP-C	2,955 ^c
6- PP-T	3,045 ^{b c}

Nota: ^{a,b,c,d} Letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Nos^o 1 – 3: Espécie Nativa (PN);

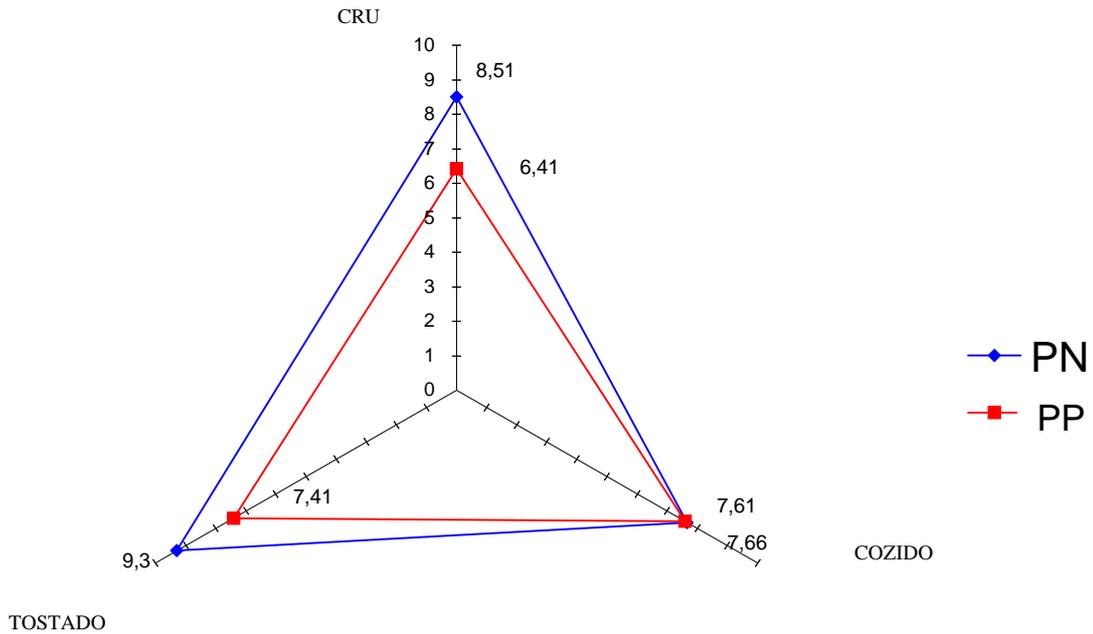
Nos^o 4 – 6: Espécie Polinizada Manualmente *in situ* (PP).

Pode-se observar que os tratamentos PN-T e PP-T apresentam resultados de médias semelhantes para as cinzas, no teste de Tukey. As amostras cruas se assemelharam aos pinhões tostados. Isso pode ser atribuído ao tipo de tratamento que recebeu a amostra tostada, onde não há incorporação de água (como na cocção) e cujo valor na base seca é elevado, significando menor umidade. A interação entre os fatores A (Nativo x Polinizado) e B (os três níveis de tratamento: cru x cozido x tostado) apresenta um $p = 0,0001$ significativo.

4.2.3 Proteínas

As médias analisadas para proteínas estão apresentadas na figura 06.

FIGURA 06 – TEOR DE PROTEÍNAS (g%) NAS AMOSTRAS PN E PP – CRU (CONTROLE), COZIDO (100° C / 30 min.) e TOSTADO (210° C / 20 min.)



Nota: As médias dos valores das proteínas foram calculadas a partir dos resultados das triplicatas.

No Grupo PN, as proteínas participam de 7 a 9% do total de constituintes do pinhão. O PN-T apresenta maior média (9,30%), estando mais próximo do resultado encontrado para o PN-Cr (8,51%). Entretanto, estudos de WATSON e RAMSTAD (1987) já demonstravam que o declínio do conteúdo do amido, ou mesmo a sua deposição lenta após alguns dias da data de colheita das amostras, é proporcional a uma queda contínua de aminoácidos livres – proteínas. Esta evidência pode ser observada no pinhão cru (controle) das figuras 06 e 10.

Associando este dado ao tratamento de cocção pode-se observar que há uma grande semelhança no teor protéico do PN-C (7,66%) e do PP-C (7,61%). Quando se leva em conta uma possível solubilização que pode sofrer o amido e o processo de retrogradação (ou esfriamento) que ocorre após a cocção com produção de exsudato, considera-se novamente a reassociação com o declínio de aminoácidos nestas amostras devido à reassociação da estrutura granular e/ou molecular.

Na análise de variância (ANOVA) para o teor de proteínas, houve maior diferença estatística entre os tipos de tratamentos (cru x cozido x tostado), onde $p = 0,0003$ no PN. Já a interação entre eles (PN x PP) é altamente significativa (Tukey), o que faz com que as médias sejam diferentes entre si ao nível de 5%. No quadro 08, observa-se que apenas no grupo PP houve semelhanças entre os tratamentos de cocção e tostagem.

QUADRO 08 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS PROTEÍNAS NOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO DOS GRUPOS PN E PP

AMOSTRAS	PROTEÍNAS
1- PN-Cru	8,510 ^b
2 – PN-C	7,659 ^c
3- PN-T	9,302 ^a
4- PP-Cru	6,411 ^d
5- PP-C	7,608 ^c
6- PP-T	7,411 ^c

Nota: ^{a,b,c,d} Letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Nos: 1 – 3: Espécie Nativa (PN);

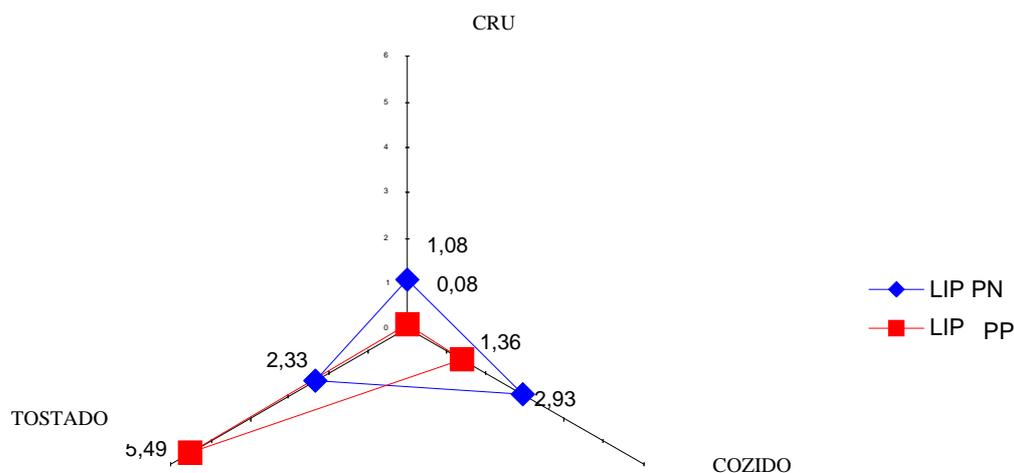
Nos: 4 – 6: Espécie Polinizada Manualmente *in situ* (PP).

As diferenças com nível de significância aumentaram mais nos valores de proteínas quando comparados aos de cinzas e umidade. Esta característica se acentua nos resultados obtidos para os lipídios

4.2.4 Lipídios

A figura 07 apresenta os resultados para os lipídios, onde as médias apresentaram comportamentos diferenciados entre si, conforme o tipo de tratamento aplicado sobre as amostras.

FIGURA 07 – TEOR DE LIPÍDIOS (g%) NAS AMOSTRAS PN E PP – CRU (CONTROLE), COZIDO (100° C / 30 min.) e TOSTADO (210° C / 20 min.)



Nota: As médias dos valores dos lipídios foram calculadas a partir dos resultados das triplicatas.

Na amostra PP, há um aumento crescente na concentração de lipídios desde a amostra crua até a tostada, quando observada a figura 07 no sentido horário. Na

análise estatística estes resultados podem ser analisados mais detalhadamente, porém já se observa na figura que o tratamento PP-T apresentou maior média para o teor de lipídios.

DUDLEY *et al.*, já em 1974, estudando as fertilizações manipuladas de grãos e cereais, observaram que o conteúdo de lipídios é diretamente influenciado pela modificação genética. Contudo, isso não ocorre devido à baixa fertilidade da planta, mas sim, às restrições de outros nutrientes por competição. Conforme a planta vai atingindo o nível de maturação, pode apresentar 0,5% a mais de conteúdo de óleo que o normal.

Observou-se principalmente no PP-T, que o valor dos lipídios (5,49%) aumentou em relação ao PN-T e também relação aos outros tratamentos. Sendo este o grupo do pinhão polinizado (PP), encontrou-se desde 1975 uma tendência de aumento na concentração de óleos em 7 – 8% do total observado por WATSON e FREEMAN (1975).

Na análise de variância (ANOVA), a comparação entre as médias foi a que mais apresentou variância ($p = 0,0012$) entre a origem botânica – espécie – (PN x PP) , nos tipos de tratamento dentro de cada espécie ($p < 0,05$) e na interação simultânea de cada tratamento com as espécies ($p < 0,05$). (Quadro 09).

QUADRO 09 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS LIPÍDIOS NOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO DOS GRUPOS PN E PP

AMOSTRAS	LIPÍDIOS
1- PN-Cru	1,082 ^e
2- PN-C	2,929 ^b
3 – PN-T	2,326 ^c
4- PP-Cru	0,802 ^f
5- PP-C	1,360 ^d
6- PP-T	5,491 ^a

Nota: ^{a,b,c,d,e,f} Letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Nos^o 1 – 3: Espécie Nativa (PN);

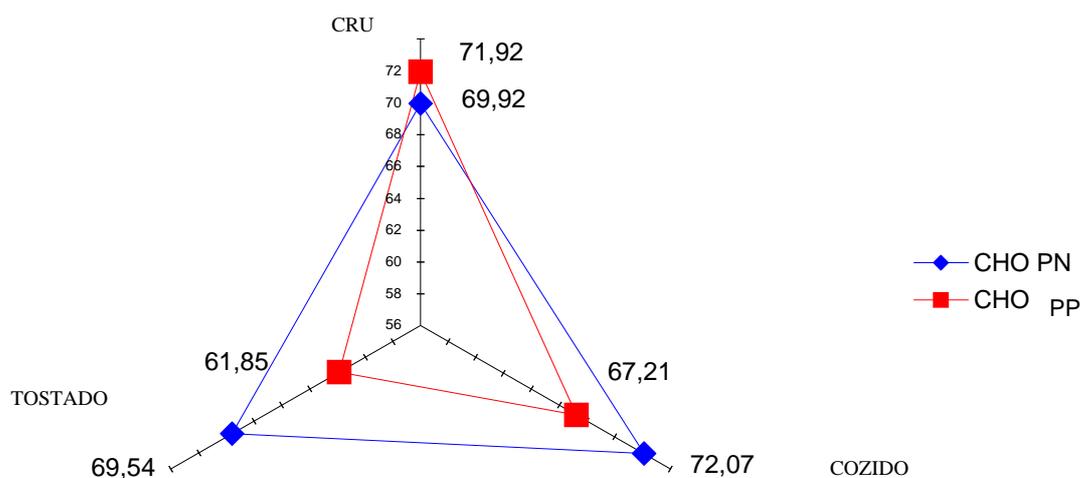
Nos^o 4 – 6: Espécie Polinizada Manualmente *in situ* (PP).

O teste de comparação de médias (Tukey) para lipídios mostrou que nenhuma média (de tratamento e tipo de pinhão) é igual, tanto que todas as letras para cada análise são diferentes entre si, e da mesma forma, suas respectivas taxas de lipídios.

4.2.5 Carboidratos

Os teores de carboidratos, calculados por diferença da umidade com outros macronutrientes e cinzas, estão representados na figura 08, por suas respectivas médias e tratamentos.

FIGURA 08 – TEOR DE CARBOIDRATOS (g%) NAS AMOSTRAS PN E PP – CRU (CONTROLE), COZIDO (100° C / 30 min.) e TOSTADO (210° C / 20 min.)



Nota: médias dos valores dos carboidratos foram calculadas a partir dos resultados das triplicatas.

Para o teor de carboidratos, houve semelhança entre os valores obtidos para o PN-Cru (69,92%) e PN-T (69,54%).

No PP, houve um decréscimo na taxa de carboidratos com a aplicação dos tratamentos a partir do controle (71,92%) em relação ao pinhão cozido (67,21%) e tostado (61,85%).

Na comparação com a análise de fibras, observada a seguir, houve um comportamento semelhante, cujas médias do PP superaram as do PN, apresentando maior teor de carboidratos e também de fibras alimentares.

É importante destacar que as fibras alimentares se encontram no grupo dos carboidratos complexos, onde a maior porção encontrada é composta pelo amido (72-73%) em cereais. A presença de fibras solúveis pode ter declinado o teor de

carboidratos, mantendo o teor de fibras alto nestas condições, nas amostras submetidas à cocção, especialmente na PP-C. A rigor, alimentos ricos em carboidratos, possuem alto teor de amido e fibras – em proporções diversas (WATSON e RAMSTED, 1987).

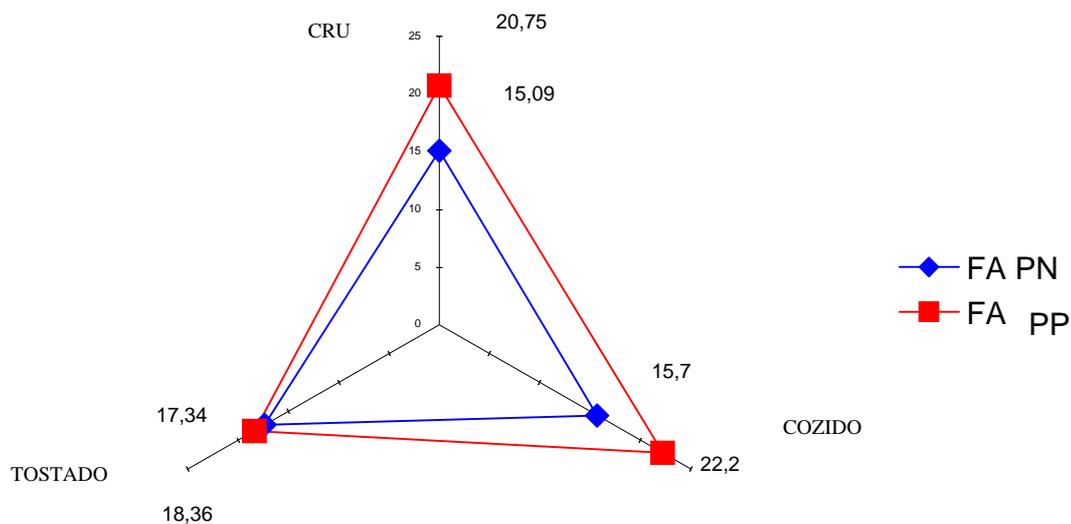
4.2.6 Fibras Alimentares

As fibras alimentares apresentaram resultados elevados (produto *high*) e na figura 09, este dado pode ser observado.

Conforme BAGHURST, HOPE e DOWN (1985) e SHILS *et al.* (2003), dietas ricas em alimentos que contém fibras alimentares, aceleram o trânsito intestinal, promovem efeito laxativo, aliviam a constipação e protegem de doenças diverticulares.

CUMMINGS *et al.* (1996) confirmaram que os índices de câncer de cólon intestinal acometeram 20 entre 100 pessoas na Escócia e apenas 0,4 / 100 pessoas na Uganda. Isso corresponde a um peso fecal diário de 72 – 93g na Escócia contra 470g na Uganda. A FA, como já foi descrito, contém porções de AR que aumentam a fermentação intestinal e excreção fecal quando são ingeridas em alimentos nestas características.

FIGURA 09 – TEOR DE FIBRAS ALIMENTARES (g%) NAS AMOSTRAS PN E PP – CRU (CONTROLE), COZIDO (100° C / 30 min.) e TOSTADO (210° C / 20 min.)



Nota: médias dos valores das fibras alimentares foram calculadas a partir dos resultados das triplicatas.

Verificou-se que as amostras cruas e cozidas do grupo PN apresentaram resultados semelhantes. A amostra PN-Cru obteve 15,09% de fibras e semelhante ao PN-C que obteve 15,71% (Quadro 10). Os resultados de tostagem do grupo PP foram diferenciados dos valores obtidos na amostra crua e na cocção, sendo que no PP-T, o teor de 18% de fibras sugere uma maior propensão à presença de fibras solúveis que evaporaram juntamente com a umidade do pinhão.

A temperatura e a água rompem algumas estruturas granulares e o intumescimento solubiliza fibras solúveis e porções de amido também solúveis. Isso ocorre principalmente na primeira etapa da análise, com a adição da α -amilase, e na seqüência, do etanol a fim de eliminar as fibras solúveis, de maneira a simular o procedimento orgânico e fisiológico.

Na análise de variância (ANOVA) para o teor de fibras, houve grande diferença estatística entre os tipos de tratamentos (cru x cozido x tostado), onde $p < 0,05$ no PN e no PP. Da mesma forma, a interação entre eles (PN x PP) é altamente significativa (Tukey), o que faz com que sejam diferentes entre si ($p < 0,05$).

QUADRO 10 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FIBRAS ALIMENTARES NOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO DOS GRUPOS PN E PP

AMOSTRAS	VALORES FIBRAS ALIMENTARES
1- PN-Cru	15,71 ^e
2- PN-C	17,34 ^d
3- PN-T	15,09 ^e
4- PP-Cru	22,20 ^a
5 – PP-C	18,36 ^c
6- PP-T	20,75 ^b

Nota: ^{a,b,c,d,e} Letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Nos: 1 – 3: Espécie Nativa (PN);

Nos: 4 – 6: Espécie Polinizada Manualmente *in situ* (PP).

Fazendo uma analogia com a lactose, o amido não-digerido pode ser tratado como um carboidrato mal-absorvido em áreas de baixo desenvolvimento, tal como no Brunei, onde este fato ocorre em 70% das crianças e, contudo, os hábitos de higiene são precários e as doenças são predominantemente de origem bacteriana. Porém, têm-se observado que o impacto das fibras contendo AR nas funções gastrintestinais não causa reações adversas em indivíduos que se alimentam corretamente e fazem sua higiene pessoal, pelo contrário, contribuem para a sua saúde em geral (BOLIN, MYO-KHIN e DUCOMBE, 1996).

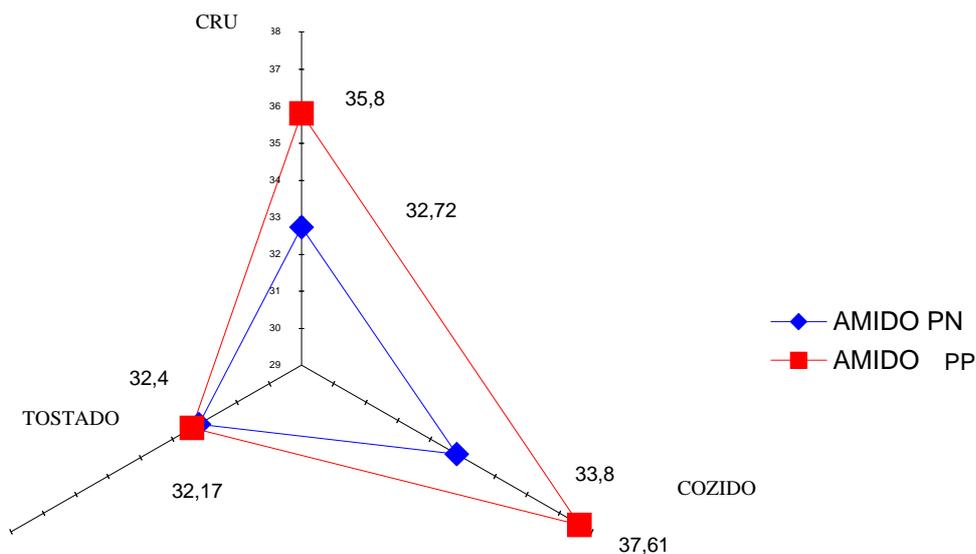
4.2.7 Teor de Amido

O amido, por definição, é proveniente de um produto amiláceo extraído das partes aéreas comestíveis dos vegetais (sementes, etc...). Para caracterizar o produto vegetal de origem, o nome deve ser dado da seguinte forma: amido + origem vegetal, como por exemplo o amido de milho (BRASIL, 1996; SÃO PAULO, 1998). Neste caso será usado: amido de pinhão.

A digestão do amido ocorre no intestino delgado com a primeira hidrólise efetuada pela α -amilase que o transforma em malto-dextrinas. Em seguida, são hidrolisadas por membranas associadas com as enzimas maltases em glicoses livres, as quais são absorvidas. O amido é determinado por fatores que controlam esta digestão no intestino, incluindo nesses fatores a estrutura do amido, a presença de outros componentes alimentares (polissacarídeos não-amiláceos, presença de lipídios), a cocção, o processamento industrial e as influências fisiológicas individuais, bem como a mastigação e o trânsito intestinal em si (ANNISON e TOPPING, 1994).

Neste sentido, pode-se perceber que os tratamentos influenciam nos teores de amido. A figura 10 representa que as médias de amido para o PN estão com valores muito próximos e da mesma forma, para o PP, cujas médias apresentadas não diferem estatisticamente para o tratamento tostado em ambos os grupos.

FIGURA 10 – TEOR DE AMIDO (g%) NAS AMOSTRAS PN E PP – CRU (CONTROLE), COZIDO (100° C / 30 min.) e TOSTADO (210° C / 20 min.)



Nota: médias dos valores de amido foram calculadas a partir dos resultados das triplicatas.

Os teores de amido para as amostras PN-Cr (32,72%) e PN-T (32,17%) são muito parecidos.

Observa-se que os níveis de carboidratos, amido e cinzas na amostra PP-T se comportaram semelhantemente, apresentando redução dos teores em relação aos demais tratamentos. Tecnicamente, isto pode sugerir perda de amido solúvel por evaporação no decorrer da aplicação do tratamento de tostagem, devido, também, à presença e intensa atividade da água.

No PP, as semelhanças podem ser observadas nos tratamentos cru e cozido, sendo que o PP-T e o PN-T apresentaram resultados semelhantes estatisticamente.

Na seqüência, a análise de variância (ANOVA) demonstra diferença estatística entre as médias ($p < 0,05$). Esta característica se mantém em relação aos tratamentos e na interação entre eles também ($p < 0,05$).

O teste de comparação de médias (Tukey) revelou que, no tratamento tostado dos grupos PN e PP, não houve diferença estatística entre os resultados obtidos (Quadro 11), cujas letras se repetem.

QUADRO 11 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO TEOR DE AMIDO NOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO DOS GRUPOS PN E PP

AMOSTRAS	AMIDO TOTAL
1- PN-Cr	32,72 ^d
2 – PN-C	33,80 ^c
3- PN-T	32,17 ^e
4- PP-Cr	35,80 ^b
5- PP-C	37,61 ^a
6- PP-T	32,40 ^{d, e}

Nota: ^{a,b,c,d,e} Letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Nos: 1 – 3: Espécie Nativa (PN);

Nos: 4 – 6: Espécie Polinizada Manualmente *in situ* (PP).

É importante destacar que durante o processamento e armazenamento de produtos, ocorrem mudanças na estrutura do amido, que influenciam profundamente as suas propriedades físicas, fisiológicas e funcionais (COLONNA, LELOUP e BULÉON, 1992).

A quantidade de água, o tempo e a temperatura do processamento e armazenamento são variáveis que influenciam no processo de cristalização e afetam

diretamente os rendimentos de amido e, conseqüentemente, de amido resistente e fibras alimentares (ESCARPA, GONZÁLES, MAÑAS *et al.*, 1996).

Por este motivo, os processos de cocção e tostagem certamente influenciaram nos teores de amido, principalmente porque a análise enzimática foi utilizada para averiguar tais constituintes do pinhão. Ainda, vale ressaltar que, nestes casos, o aquecimento dos grânulos de amido (especialmente em meio aquoso) acarreta mudanças em sua estrutura pelo rompimento das pontes de hidrogênio que estabilizam a estrutura cristalina interna do grânulo. Se o aquecimento prossegue continuamente, a região cristalina se rompe e a água entra, fazendo o grânulo romper-se e a sua estrutura se desarranjar. Com esta gelatinização, o amido torna-se facilmente acessível à ação das enzimas digestivas. Quando a temperatura começa a diminuir (na refrigeração ou congelamento, principalmente) as cadeias de amido tendem a interagir fortemente entre si, expulsando a água (sinerése). Ocorre então a recristalização ou retrogradação do amido, onde as cadeias de amilose (mais rapidamente que as de amilopectina) se agregam formando zonas cristalinas estabilizadas, novamente, pelas pontes de hidrogênio (GERMANI, 1999).

Verifica-se que nos resultados obtidos, há maior taxa de amido justamente no tratamento de cocção, tanto no PN quanto no PP. Outros fatores que vêm a contribuir para esta afirmação são as limitações que os polímeros de amilopectina retrogradada sofrem por apresentar uma estrutura ramificada, as quais possuem ligações fracas. Já os de amilose retrogradada conseguem fazer um rearranjo e organizar novamente sua estrutura, oferecendo maior resistência à hidrólise (COLONNA, LELOUP e BULÉON, 1992).

Neste sentido, estes fatores remetem ao preparo das amostras antes da realização das análises, onde este “trajeto” de aquecimento – esfriamento – moagem

confirma as características sensoriais de gel e sinerese, necessitando estudos mais específicos sobre o assunto em relação a matéria prima em questão.

Segundo THEMEIER, HOLLMANN, NEESE *et al.* (2005), muitos métodos de determinação do amido em produtos de origem vegetal tem sido utilizados. Os métodos colorimétricos, baseados na formação de cor em produtos antes e após a degradação química pode ser apresentado para que haja um limite confiável de comparação.

Nos quadros 12 e 13 abaixo, estão relacionadas às médias dos valores encontrados para a Luminosidade (L*), para a croma a* e para a croma b* e seu respectivo desvio padrão.

QUADRO 12 – RESULTADOS OBTIDOS DA ANÁLISE DE COLORIMETRIA NA AMOSTRA PN

COLORIMETRIA PINHÃO PN	<i>In natura</i>		Cocção 100° C		Tostagem 210° C	
	Valores	±	Valores	±	Valores	±
Luminosidade – L*	73,06	0,91	71,58	0,17	75,00	0,38
Chroma a*	4,35	0,11	4,37	0,06	1,92	0,06
Chroma b*	15,82	0,32	19,47	0,15	16,44	0,12

Nota: Valores relativos à média e desvio padrão (±) das amostras de pinhão nos três níveis de tratamento, analisados em triplicatas.

Os conceitos de cor, temperatura de cor e fontes-padrão de luz podem indicar a percepção dos alimentos em relação aos parâmetros empregados no seu controle de qualidade.

De acordo com os Princípios e Aplicações da Colorimetria em Alimentos (ITAL, 1981), a percepção da cor está relacionada a quatro principais fatores: distribuição espectral da energia da luz; condições sob as quais a cor está sendo vista; características espectrais do objeto em relação à absorção, reflexão e transmissão; e sensibilidade do leitor.

QUADRO 13 – RESULTADOS OBTIDOS DA ANÁLISE DE COLORIMETRIA NA AMOSTRA PP

COLORIMETRIA PINHÃO PP	<i>In natura</i>		Cocção 100° C		Tostagem 210° C	
	Valores	±	Valores	±	Valores	±
Luminosidade – L*	68,64	0,12	73,78	0,11	75,11	0,45
Chroma a*	5,73	0,02	0,54	0,01	1,02	0,05
Chroma b*	18,10	0,17	18,34	0,03	17,03	0,17

Nota: Valores relativos à média e desvio padrão (\pm) das amostras de pinhão nos três níveis de tratamento, analisados em triplicatas.

Conforme os resultados encontrados para o PN em relação à L*, observou-se que o PN-T reflete mais luz por apresentar um valor mais positivo para o tom branco (75) do que os demais tratamentos, pois segundo o ITAL (1981) quanto mais escuro um objeto se apresentar, maior tendência ele terá em absorver a luz visível. No PP-T, este dado se confirma.

Observa-se que a análise de L* foi a que apresentou um desvio padrão maior, sendo de grande importância avaliar a tendência de L* nas amostras se encontrarem próximas da coloração mais escura (preta). Isto pode significar a presença de degradação química e/ou enzimática da amostra.

Dentro deste contexto, os quadros 14, 15 e 16 apresentam os resultados do teste de comparação de médias para a Luminosidade (L*), para a croma a* e para a croma b*. Torna-se importante lembrar que L* vai da coloração branca (+) à preta (-), a* vai do vermelho (+) ao verde (-) e b* vai do amarelo (+) ao azul (-).

QUADRO 14 – CARACTERIZAÇÃO DA INTENSIDADE DE LUZ (L*) NOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO DOS GRUPOS PN E PP

AMOSTRAS	INTENSIDADE DE LUZ (L*)
1- PN-Cr	73,06 ^c
2- PN-C	71,58 ^d
3- PN-T	75,00 ^{a b}
4- PP-Cr	68,64 ^e
5- PP-C	73,78 ^{b c}
6- PP-T	75,11 ^a

Nota: ^{a,b,c,d,e} Letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Nos^o 1 – 3: Espécie Nativa (PN);

Nos^o 4 – 6: Espécie Polinizada Manualmente *in situ* (PP).

As amostras apresentaram diferença estatística significativa na análise variância (ANOVA), onde $p < 0,05$ tanto para os tratamentos como para as espécies e para a interação entre eles. O teste de Tukey demonstrou que a maior média foi obtida para a amostra PP-T (75,11), ou seja, o tratamento tostado apresentou maior luminosidade que os demais, posicionando este dado mais próximo da coloração branca. Na seqüência, o PN-T obteve a segunda maior média (75,00), sendo que a diferença entre elas foi estatisticamente muito baixa.

QUADRO 15 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA INTENSIDADE DE COR a* NOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO DOS GRUPOS PN E PP

AMOSTRAS	INTENSIDADE DE COR (a*)
1- PN-Cr	4,35 ^b
2- PN-C	4,37 ^b
3- PN-T	1,92 ^c
4- PP-Cr	5,73 ^a
5- PP-C	0,54 ^e
6- PP-T	1,02 ^d

Nota: ^{a,b,c,d,e} Letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Nos: 1 – 3: Espécie Nativa (PN);

Nos: 4 – 6: Espécie Polinizada Manualmente *in situ* (PP).

A análise de variância (ANOVA) revelou que há uma diferença elevada entre as médias dos tratamentos em relação às espécies PN e PP ($p < 0,05$), quando se analisou a*.

No teste de Tukey pode-se observar que as amostras PP-C e PP-T apresentaram as menores médias, tendendo para coloração mais negativa (verde). Entretanto os tratamentos PN-C e PN-Cru não apresentaram diferença significativa entre suas médias, que são as maiores após a PP-Cru, tendendo para a coloração avermelhada positiva.

Nesta avaliação, pode-se classificar o pinhão tostado, tanto no PN como no PP, como um alimento translúcido, pois possui a capacidade de refletir grande parte da luz (verificado em L*) e absorver as cores em outros pontos, como se observa em a* (4ª e 5ª menor média – tendendo para o verde) e em b* (4ª e 5ª menor média – tendendo para a cor azul), conforme o tipo de classificação proposto pelo ITAL (1981).

QUADRO 16 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA INTENSIDADE DE COR b* NOS PINHÕES CRU, COZIDO E TOSTADO DOS GRUPOS PN E PP

AMOSTRAS	INTENSIDADE DE COR (b*)
1- PN-Cr	15,82 ^e
2- PN-C	19,47 ^a
3- PN-T	16,44 ^d
4- PP-Cr	18,10 ^b
5- PP-C	18,34 ^b
6- PP-T	17,03 ^c

Nota: ^{a,b,c,d,e} Letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Nos^o 1 – 3: Espécie Nativa (PN);

Nos^o 4 – 6: Espécie Polinizada Manualmente *in situ* (PP).

Na chroma b*, há uma constatação interessante, pois a análise de variância (ANOVA) demonstrou novamente uma semelhança estatística entre o tratamento de cocção e o controle (cru). Porém houve diferença significativa entre as espécies e os demais tratamentos ($p < 0,05$).

Nas amostras submetidas à cocção, a quebra do amido com o aquecimento e o intumescimento pela atuação da água podem ter desencadeado a reação de Maillard, onde há uma tendência do produto ao escurecimento.

Segundo SALGADO, MELO FILHO, ANDRADE *et al.* (2005), o teor de amido de 7,6% encontrado após o aquecimento úmido de feijões pretos é um dado procedente, pois KELKAR, SHASTRI e RAO (1996) verificaram que a aplicação do calor seco em leguminosas sugere a formação de compostos de Maillard que podem ser quantificados como amido. Isto tende a tornar o alimento mais escurecido em determinadas zonas, como é o caso do pinhão tostado. Portanto, há uma relação

importante e positiva entre a medição das cores, os tipos de aquecimento, os teores de amido e o escurecimento das amostras.

O quadro 17 apresenta as médias dos valores calculados para ΔE^* , que expressa a diferença média de cor entre a amostra crua e as amostras processadas (cocção e tostagem), para C^* que mede a variação da coloração e para H^* que mede a tonalidade das amostras.

QUADRO 17 – PARÂMETROS DE COR DO PINHÃO FRENTE AOS TRATAMENTOS DE CALOR

AMOSTRAS¹	L*	a*	b*	ΔE^*	C*	H*
PN – Cru	73,06	4,35	15,82	-	15,35	1,30
PP – Cru	68,64	5,73	18,10	-	17,17	1,26
PN – Cozido	71,58	4,37	19,47	0,27	18,99	1,35
PP – Cozido	73,78	0,54	18,34	4,57	18,33	1,54
PN – Tostado	75,0	1,92	16,44	0,13	16,37	1,46
PP – Tostado	75,11	1,02	17,03	1,22	17,00	1,51

Nota: ¹ Análises realizadas em triplicata.

O índice de saturação da cor (C^*) e o ângulo de tom (H^*) podem melhorar o entendimento das variações de cor encontrada nas amostras. C^* indica a variação do grau de intensidade do croma (a^* e b^*) da amostra tratada em relação à amostra crua (controle).

Pode-se observar que os valores de ΔE^* indicam que há uma variação de cor mais elevada da amostra PP em relação à PN. Este dado sugere a presença de uma reação enzimática de escurecimento. Esta tendência ao escurecimento pode estar

relacionada à quantidade de açúcares simples (mais elevados) no pinhão polinizado. Futuramente, torna-se necessário medir o nível (alto – baixo) da atividade enzimática do pinhão, a quantidade de açúcares simples redutores e não-redutores, solúveis e não-solúveis que o constituem e que interagem na reação de Maillard.

Os valores de intensidade de Chroma a^* e b^* e de variabilidade de tom encontram-se aumentados nos tratamentos de cocção e tostagem de PP em relação à PN e à amostra crua. Isto pode ser observado através das colunas C^* e H^* do quadro acima. Os valores de variabilidade da tonalidade (H^*) dos pinhões aumentaram nas amostras tratadas termicamente em relação às amostras cruas tanto na PN quanto na PP. O índice de saturação (C^*) demonstra que apenas no tratamento de cocção, onde há impregnação de água, houve maior saturação de pigmentos – tendendo ao escurecimento – quando comparadas às amostras cruas, primeiramente, e às tostadas na seqüência, apresentando as maiores médias.

SOUSA, MAIA, SOUZA FILHO, *et al.* (2003) explicam que o efeito da temperatura favorece os processos de escurecimento, como o escurecimento enzimático, a reação de Maillard e a caramelização.

MACDOUGALL (2002) atribui a tendência ao escurecimento também ao tempo de processamento e exposição à luz, ou ainda ao menor grau de maturação desta amostra em relação às demais.

MATUSKA, LENART e LAZARIDES (2006) relatam que um processo que utiliza altas temperaturas ($> 50^\circ \text{C}$) resulta na degradação da cor de acordo com o tempo. Os valores de L^* tendem a se elevar quando são utilizadas estas temperaturas.

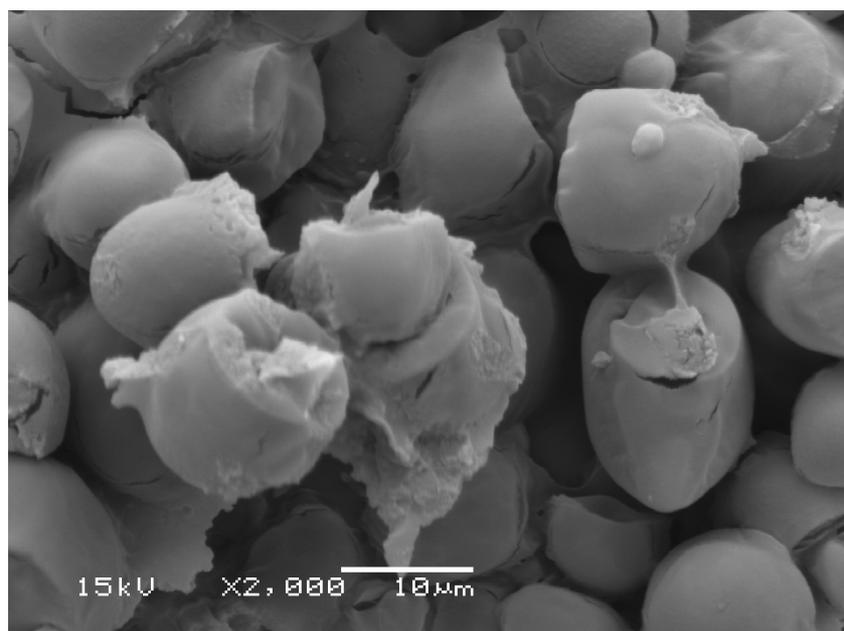
4.3 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DO AMIDO

Durante as observações no microscópio óptico de varredura, verificou-se que a estrutura e/ou partícula das amostras tostadas (figuras 13 e 16) são de 100 μm , ou seja, dez vezes maior em tamanho do que as amostras cruas (figuras 11 e 14).

THEMEIER; HOLLMANN; NEESE *et al.* (2005) verificaram em seus experimentos que quando a amostra é triturada ou moída, para melhor ser observada junto ao microscópio e também para aumentar a fração de grânulos de amido observáveis, há possíveis danos mecânicos nestas amostras que influenciam os parâmetros de comparação, tais como tamanho, forma e estruturas.

Contudo, a microscopia proporcionou a caracterização morfológica dos grânulos de amido de pinhão.

FIGURA 11 – MICROGRAFIA ELETRÔNICA DE GRÂNULOS DE AMIDO NA AMOSTRA PN-CRU (2000X)



O PN-Cru, aumentado 2000x, mostra toda a sua estrutura aglomerada e os lados das partículas apresentam certa cremosidade, cujos grânulos são pequenos e apresentam poucos danos mecânicos. Já no PN-C e no PN-T, o próprio tratamento de calor aplicado – cocção a 100° C e tostagem a 210° C – já danifica e rompe estruturas das paredes celulares. Isto corresponde aos resultados obtidos em legumes analisados por HOOVER *et al.* (2003). Esta cremosidade do pinhão cru pode ser atribuída ao elevado teor de umidade do produto (verificado nas análises físico-químicas) e o qual, durante a moagem, possui aspecto de pasta.

Outro dado importante constatado por HOOVER *et al.* (2003) em suas amostras de ervilhas foi o desaparecimento de alguns grânulos de amido pouco triturados, que se mantiveram com um tamanho maior que o padrão depois de triturados. Portanto, na presença do feixe de luz do microscópio, foram alvos do aquecimento da placa suporte (de metal cobre) que destruiu estes grânulos maiores. Isto também ocorreu com as amostras de pinhão estudadas neste trabalho.

No caso do pinhão, as amostras tratadas termicamente, isto é, cozidas e tostadas, quando visualizadas por um tempo superior a 15 minutos, começavam a se romper, apresentando rachaduras e até mesmo sendo destruídas. Este fator se mostra como um interferente na avaliação global das amostras e tratamentos.

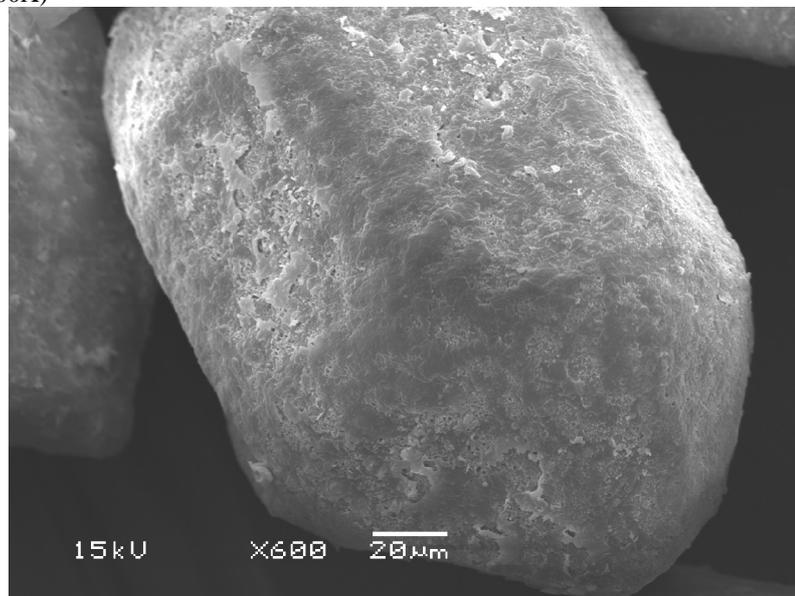
A amostra PN-C, por ter incorporado mais moléculas de água em sua cocção, apresenta um tamanho de 20 µm e, ao contrário do PN-Cru, num aumento de 600x, mostra apenas a micrografia de um grânulo sozinho (Figura 12).

Conforme pesquisas de SALGADO; MELO FILHO; ANDRADE *et al.* (2005), amostras de feijão preto tratadas hidrotermicamente e congeladas

apresentaram uma organização estrutural semelhante às amostras de pinhão cozido e tostado desta pesquisa – inclusive pela micrografia.

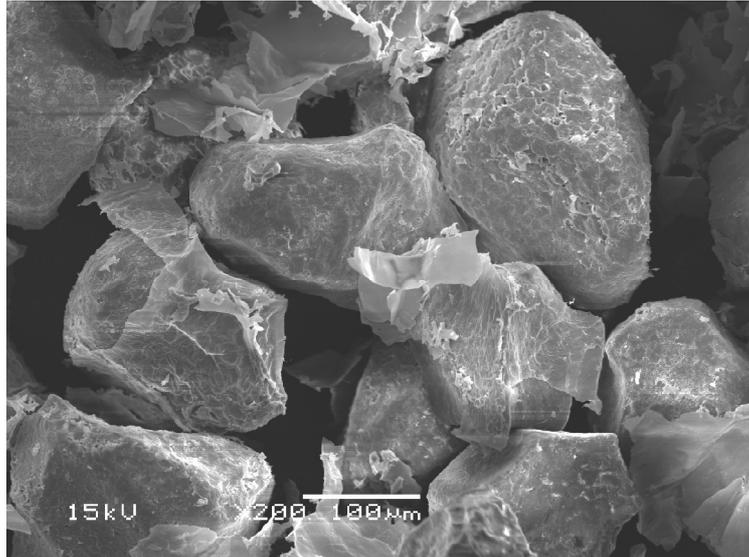
Como já se sabe, todas as amostras foram liofilizadas antes de realizar a avaliação microscópica. Portanto, conforme relataram estes autores, as estruturas dos grânulos do PN-C, PP-C, PN-T e PP-T apresentaram as maiores transformações estruturais, diferentemente do amido cru *in natura*, que apresentou grânulos mais homogêneos.

FIGURA 12 – MICROGRAFIA ELETRÔNICA DE GRÂNULOS DE AMIDO NA AMOSTRA PN-C (600X)



Na figura 12 pode-se observar que os lados do grânulo, ou sua parede mais externa, apresenta-se mais clara, com mais luz, o que dá uma conotação de maciez da partícula. É um grânulo firme e arredondado, cuja estrutura se remete ao pinhão cozido comestível.

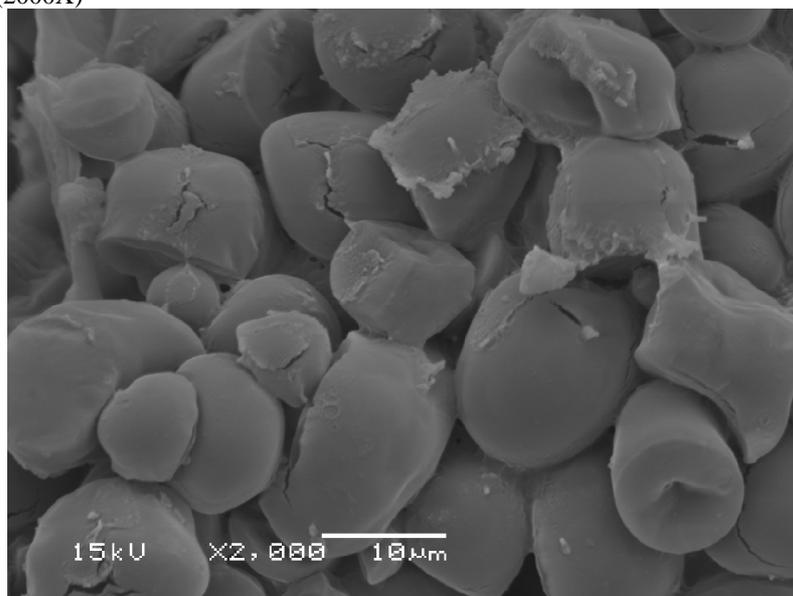
FIGURA 13 – MICROGRAFIA ELETRÔNICA DE GRÂNULOS DE AMIDO NA AMOSTRA PN-T (200X)



Segundo TOPPING e CLIFTON (2001), grânulos muito grandes de amido (como é o caso do pinhão tostado e cozido) podem representar o Tipo I de amido, ou fisicamente inacessível. Dentro deste grupo participam os cereais e leguminosas inteiras ou parcialmente moídas que, com seu tamanho aumentado, retardam bastante e até impedem a ação das enzimas digestivas.

Em relação às amostras do PP, observa-se que as moléculas do PP-Cru (figura 14) são formadas de cadeias de amido mais longas se comparada ao PN-Cru (figura 11) pois na micrografia com o mesmo aumento de 2.000x aparecem muito mais grânulos de amido. Nesta observação foi registrado um fato novo, diferente do que diz a literatura, pois amostras cruas tiveram rachaduras em sua estrutura, mostrando maior fragilidade. Isto ocorreu anteriormente apenas em amostras tratadas termicamente ou submetidas a uma pré-digestão enzimática (HOOVER *et al.*, 2003).

FIGURA 14 – MICROGRAFIA ELETRÔNICA DE GRÂNULOS DE AMIDO NA AMOSTRA PP-CRU (2000X)



A característica de cremosidade ainda é observada nas bordas dos grânulos, como na amostra PN-Cru, ainda que as taxas de umidade e de atividade de água permanecem elevadas em todos os tratamentos. A aglomeração e aderência dos grânulos ocorridas na liofilização, com formação de pelotas de amostra, demonstram novamente a característica de cremosidade observada nas micrografias. Além disso, o amido é mais difícil de ser acessado quando possui grânulos grandes e bastante aderentes.

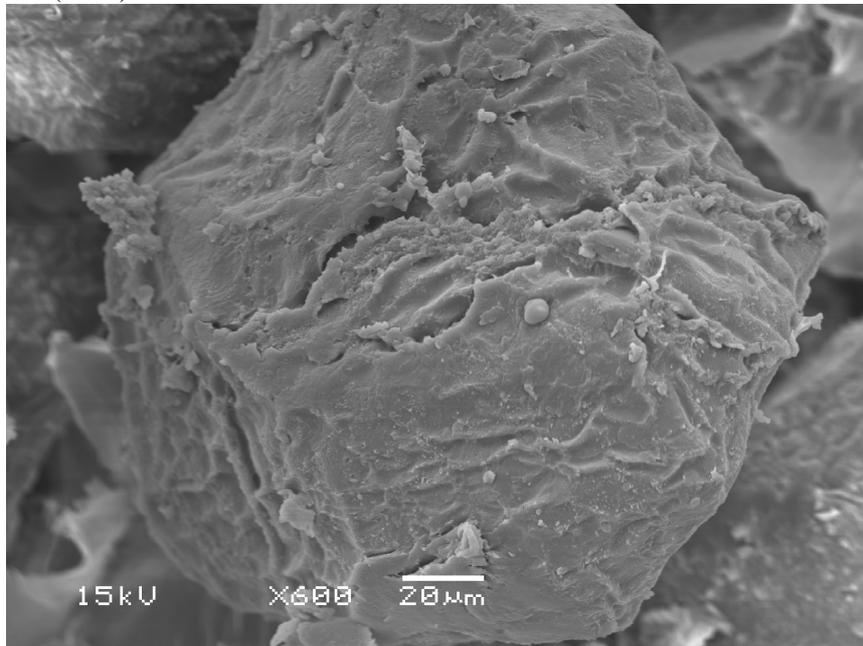
Quando foram analisados grânulos de amido cru (*in natura*), TOPPING e CLIFTON (2001) observaram que praticamente em todas as suas mostras de cereais a classificação foi considerada do Tipo II, por apresentarem lenta digestibilidade quando analisadas *in vitro* devido à estrutura cristalina de que dispõem.

Verificou-se que a amostra PP-T apresentou muitos danos em seus grânulos, prejudicando uma melhor visualização estrutural global. Porém, a microscopia

mostrou detalhes morfológicos dos grânulos os quais ficam à margem quando avaliados somente a partir de dados físico-químicos. Os valores analíticos dão suporte para os detalhes microscópicos, permitindo maior discussão dos resultados.

As rupturas em seus grânulos de amido foram mais intensas, enfatizando maior sensibilidade do produto. Em ambas as figuras 15 e 16, os grânulos de amido apresentaram tamanhos diferenciados.

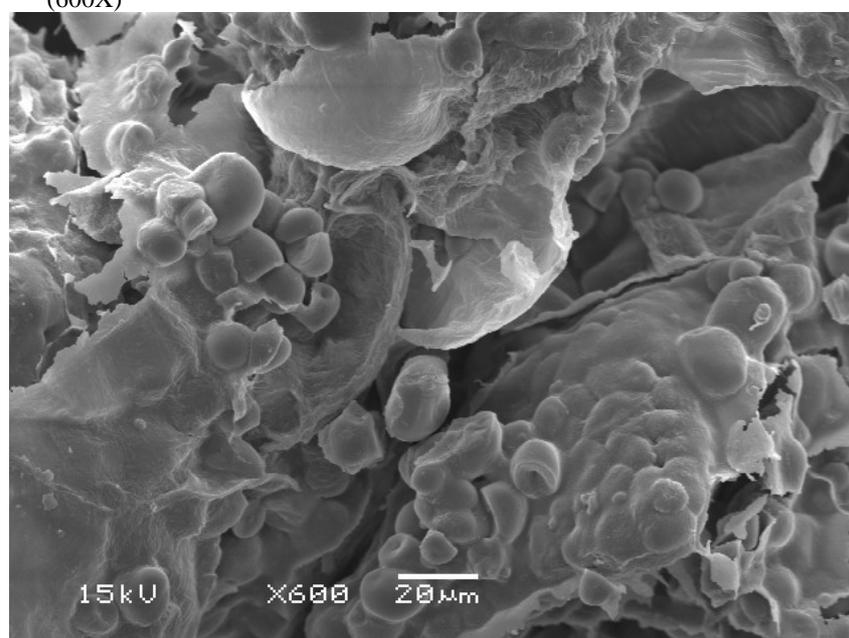
FIGURA 15 – MICROGRAFIA ELETRÔNICA DE GRÂNULOS DE AMIDO NA AMOSTRA PP-C (600X)



Para TOPPING e CLIFTON (2001), nas amostras cozidas, a água incorporada na cocção e a temperatura de aquecimento utilizada ($>60^{\circ}\text{C}$) podem classificar este amido como Tipo III. Após o reaquecimento, os polímeros sofreram esfriamento gradativo, o que influencia principalmente o teor de amilose.

Na figura 16, o PP-T apresentou estruturas bem diferentes. A análise considerada foi que a estrutura frágil desta espécie, cuja origem é diferenciada por haver polinização artificial controlada em sua produção, não resiste aos tratamentos térmicos de cocção e tostagem. Na amostra PP-C também houve mudança de estrutura em relação à PN-C (figura 14).

FIGURA 16 – MICROGRAFIA ELETRÔNICA DE GRÂNULOS DE AMIDO NA AMOSTRA PP-T (600X)



Esta característica pode enfatizar que a estrutura mais macia e sensível do pinhão polinizado *in situ* proporcionou uma perda maior de nutrientes quando submetido principalmente à tostagem. Na cocção, exceto os resultados encontrados para as cinzas, umidade e lipídios, o pinhão nativo obteve as maiores perdas de nutrientes. Estes dados podem ser visualizados através das estruturas micrográficas apresentadas, onde justamente nestes tratamentos – cocção e tostagem – o pinhão apresentou os maiores danos estruturais e granulares, o que conseqüentemente prejudicou a concentração de nutrientes.

Por exemplo, na análise de fibra alimentar (FA) é necessário a solubilização do amido com diferentes reagentes, seguindo uma seqüência alternada de reagentes e enzimas digestivas. Segundo MCCLEARY; GIBSON; SOLAH, e MUGFORD (1994 e 1997), está se tornando freqüentemente necessário aplicar este pré-tratamento nas amostras devido a uma alta proporção de amido resistente à enzima nas análises. De acordo com a American Association of Cereal Chemists – AACC, a fibra alimentar é “a parte comestível de plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção humana no intestino delgado com completa ou parcial fermentação no intestino grosso.” (PROSKY; ASP; FURDA *et al.*, 1988 e PROSKY; ASP; SCHWEIZER *et al.*, 1988).

Sendo o amido resistente (AR) uma destas porções de amido que resiste à degradação ao longo do intestino delgado, passa a ser considerado parte da fibra alimentar. Além disso, o conteúdo de fibra alimentar total do amido é estimado pelo próprio conteúdo de fibra alimentar, quando os valores determinados estão em torno de 34 a 35%, conforme estabelece MCCLEARY; MCNALLY e ROSSIETER (2002).

Ainda segundo esses autores há uma boa correlação entre AR e FA na determinação quantitativa de ambos em experimentos *in vivo* com pacientes ileostomizados, confirmados também nos experimentos de CHAMP; LANGKILDE; BROUNS *et al.* (2003).

5 CONCLUSÕES

As questões propostas para a investigação nesta pesquisa alcançaram êxito no que diz respeito à comparação entre o pinhão nativo e o pinhão polinizado *in situ*, pois os processos térmicos aplicados em ambos os grupos PN e PP, acarretaram modificações na constituição do pinhão.

Conclui-se que, em grande parte dos resultados, o pinhão tostado se assemelhou ao pinhão cru em relação aos macronutrientes e o pinhão cozido apresentou depleção de alguns compostos hidrossolúveis.

Em relação aos macronutrientes, os carboidratos e as fibras alimentares compõem cerca de 70% e 16% no PN e 66% e 20% no PP, respectivamente, sendo responsáveis pela maior parte de componentes do pinhão. Neste sentido o elevado teor de fibras conceitua o pinhão como alimento *high* segundo a ANVISA (1998).

As análises revelaram que o teor de calórico-energético do PN e do PP foi superior aos teores citados pela literatura encontrada – FRANCO (1998).

A umidade e atividade de água foram elevadas em todas as amostras, influenciando nas análises físico-químicas e microscópicas das amostras, sendo que a maior diferença estatística ocorreu de acordo com a procedência de cada amostra. Os teores de cinzas foram semelhantes entre as espécies e tratamentos. Já os teores de proteínas apresentaram diferença entre as espécies apenas para os tratamentos cru e tostado, o que não ocorreu com o teor de lipídios, que foi diferente em todas as amostras e tratamentos. Os níveis elevados de umidade e atividade de água verificam a necessidade de dar continuidade as pesquisas em torno do pinhão, relacionando-o com análises microbiológicas.

Os pinhões estudados foram classificados em alimentos com alto teor de fibras e calorias ou também chamado de alimento *high*.

Geralmente o tratamento de cocção diferiu do cru (controle) e do tostado, apresentando teores mais elevados de amido e reduzidos nas demais análises.

Os teores de amido foram semelhantes no tratamento tostado, tanto do PN quanto do PP. Porém, para as fibras alimentares, houve semelhança maior entre os tratamentos cru e tostado. Contudo, nestas análises, os teores de amido, fibras e, conseqüentemente de carboidratos, foram elevados em todas as amostras.

A colorimetria possibilitou visualizar que o aquecimento aumentou a luminosidade das amostras (tornaram-se mais translúcidas). E, ainda, houve maior variação de cor do grupo PP em relação ao PN devido à maior sensibilidade aos tratamentos térmicos deste grupo, que sofreram maiores perdas de cinzas (minerais), e solubilidade de amido. Tal sensibilidade também foi verificada na microscopia das amostras PP tratadas por calor em relação à amostra crua (controle). Todos estes dados contribuíram para o escurecimento das amostras e concentração de pigmentos que tendem para colorações negativas, tais como verde e azul, em a^* e b^* .

As micrografias do amido demonstraram as diferenças entre os tipos de grânulos: antes (cru) e após os tratamentos térmicos (cozido e tostado) com grande diferença de tamanho e forma entre eles.

A estrutura do amido cru é mais homogênea do que as outras, apresentando menos danos mecânicos em sua estrutura, conforme a micrografia. A caracterização morfológica dos grânulos possibilitou a correlação destes com a identificação dos tipos de amido resistente (I, II e III) que podem estar presentes. Os grânulos de

amido cozido e tostado apresentam dois tipos de AR (II e III) simultaneamente, devido ao tamanho de suas moléculas, porém pode-se afirmar que as amostras cozidas certamente possuem classificação de amido Tipo III devido ao tratamento que receberam e retrogradação que sofreram. Da mesma forma os teores de fibra alimentar, amido total e carboidratos contribuíram para esta relação positiva.

5.1 CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES

Esta pesquisa observou a necessidade de se preservar um produto nativo e incentivar a preservação das áreas produtoras de pinhão, objetivando o consumo e maior aproveitamento deste alimento tão rico, saudável e que ainda precisa de muitos estudos para se tornar totalmente conhecido.

Sugere-se dar continuidade às pesquisas com o pinhão, estipulando um tempo menor de cocção e tostagem para as amostras de pinhão polinizado, visto que sua sensibilidade aos tratamentos térmicos pode significar um menor tempo de preparo do alimento para o consumo humano. Isto simboliza que, um produto de origem regional, pode se encaixar perfeitamente no estilo de vida da população moderna, que dispõe de pouco tempo para realizar suas refeições sem privar-se do consumo de alimentos saudáveis e que fornecem a energia necessária ao cotidiano de trabalho.

Sugere-se ainda, o estudo da ingestão do pinhão como forma de suplemento alimentar para atletas, com o desenvolvimento de novos produtos a partir desta matéria-prima, devido ao seu alto teor de fibras e calorias já verificado

Da mesma forma, estudar o comportamento de seus constituintes quando forem utilizadas temperaturas diferentes – maiores ou menores do que àquelas utilizadas nesta pesquisa.

Outro fator que merece ser estudado é a influência entre o tempo de colheita das amostras e a seqüência das análises físico-químicas, assim como o tipo de conservação mais eficaz para que as amostras se mantenham as mais íntegras possíveis.

REFERÊNCIAS

AACC METHODS. **American Association of Cereal Chemists - Approved methods**, 10th v. 02, USA, march, 2000.

ANNISON, G.; TOPPING, D. L. Nutritional role of resistant starch: Chemical structure versus physiological function. **Annual Review Nutrition**, n° 14, p. 297-320, 1994.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**, 17thed, v. 02, Gaithersburg, 2001.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Nutrition recommendations and principles for people with diabetes mellitus. **Diabetes Care**, n° 23, 2000. p. 43-46.

BAGHURST, K. I.; HOPE, A. K.; DOWN, E.C. Dietary fibre intake in a group of institutionalized elderly and the effects of a fibre supplementation program on nutrient intake and weight gain. **Community Health Stud**, n° 09, p. 99-108, 1985.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Química do Processamento de Alimentos**. São Paulo: Varela. 2^a ed., 1992. 151 p.

BOGDONOFF e LEVINE. **Guia Prático para uma Alimentação Rica e Saudável**. Trad. de Adriana Ferreira e cols. Rio de Janeiro: LMI, 1998. 400 p.

BOLIN, T. D.; MYO-KHIN, J. R.; DUNCOMBE, V. M. Correlation of hydrogen and methane production to rice carbohydrate malabsorption in Burmese (Myanmar) children. **Journal Pediatric Gastroenterology Nutrition**, n° 22, p. 144-147, 1996.

BRASIL. Portaria n° 354/96. **Ministério da Saúde**: Determina à Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária a atualização da legislação quanto às características mínimas de qualidade a que deverá obedecer a farinha de trigo, como norma técnica. Brasília: 1996.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – **EMBRAPA**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em <<http://www.cnpf.embrapa.br/pauloernani/temp/clima.htm>> Acesso em: 26/07/2005.

BRASIL. Portaria nº 27/98. **Ministério da Saúde**: determina à Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária normas quanto às especificações nutricionais complementares e rotulagem de alimentos “Light”. Brasília, 1998.

CIACCO, C. F.; CRUZ, R. **Fabricação de amido e sua utilização**. São Paulo: Secretaria do Estado da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1980.

CONFERÊNCIA NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL – CNSAN, 2004, Brasília.

CHAMP, M.; KOZLOWSKI, F.; LECANNU, G. *In vivo* and *in vitro* methods for resistant starch measurement. In: McCLEARY, V.; PROSKY, L.. **Advanced dietary fibre technology**. Oxford: Blackwell Science; 2001. p.106-19.

CHAMP, M.; LANGKILDE, A. M.; BROUNS, F. *et al.* Advances in dietary fibre characterization - Consumption, chemistry, physiology and measurement of resistant starch: implications for health and food labeling. **Nutrition Research Reviews**, nº 16, p. 143-161, 2003.

COLONNA, P.; LELOUP, V.; BULÉON, A. Limiting factors of starch hydrolysis. **European Journal of Clinical Nutrition**, nº 46, suplemento 02, p. 17-32, 1992.

CONTRACTOR Z., HUSSAIN, F.; JABBAR A. Postprandial glucose response to mango, banana and sapota. **Journal of Pak. Association**, nº 49, p. 215-216, 1999.

CUMMINGS, J. H. *et al.* Fecal weight, colon cancer risk and dietary intake of nonstarch polysaccharides. **Gastroenterology**, nº 103, p. 1783-1789, 1992.

DUDLEY, J. W. *et al.* **Seventy generations of selection for oil and protein concentration in the maize**. Madison (USA): Crop Science, 1974. p. 181-212

NIMUENDAJÚ, C. *apud* KOCH, Z.; CORRÊA, M. C. **Araucária: A Floresta do Brasil Meridional**. Curitiba: Olhar Brasileiro, 2002. 145 p.

ENGLYST, H. N.; KINGMAN, S. M.; CUMMINGS, J. H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. **European Journal of Clinical Nutrition**, nº 46, suplemento 02, p. 533-550, 1992.

ESCARPA, A.; GONZÁLEZ, M. C.; MAÑAS, E. *et al.* Resistant Starch formation: A standardization of a high-pressure autoclave process. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, nº 44, p. 924-928, 1996.

FACHIN, D. T. **Aditivação de amido pré-gelatinizado em leite fluidizado**. Curitiba, 1993. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná.

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. p. 144-145.

FRANZ, M. J. Medical Nutrition therapy for diabetes mellitus and hipoglycemia of nondiabetic origin. In: MAHAN & ESCOTT-STUMP. **Food Nutrition and Diet Therapy**. 10ª ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co., 2000. p. 742.

FREITAS, M. C. J. Amido Resistente: propriedades funcionais. **Nutrição Brasil**, Campinas, v. 1, nº 1, p. 40-48, mai./jun. 2000.

FROST, G.; WILDING, J. e BEECHAM, J. Dietary advice based on the glycemic index improves dietary profiles and metabolic control in type 2 diabetic patients. **Diabetic Medicine**, nº 11, p. 397, 1994.

GAMA, T. M. M. T. B. **Álbum de fotos da pesquisadora**. Curitiba, 2004.

GAMA, T. M. M. T. B.; MASSON, M. L. Evaluation of activity water and color variation of pinhão (*Ararucaria angustifolia*) stocated at cooling conditions. **Intradfood: Innovations in Traditional Foods**. Polytechnical University: Elsevier, 2005. p2. 49.

GAUDENCI DE SÁ, N. **Nutrição e Dietética**. 3ª ed. São Paulo: Nobel, 1981. 158 p.

GERMANI, R. Controle de qualidade tecnológica do grão e da farinha de trigo. Curso de Pós-Graduação em Controle Garantia de Qualidade de Alimentos, Módulo III. Rio de Janeiro: UFRJ-EMBRAPA/CTAA, 1999. p. 27-31.

GOUVEIA, E. L. C. **Nutrição, Saúde e Comunidade**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Revinter, 1999. 247 p.

GRANFELDT, Y. E.; DREWS, A. W.; BJÖRCK, I. M. E. Starch bioavailability in arepas from ordinary or high amylose corn: concentration and gastrointestinal fate of resistant starch in rats. **Journal of Nutrition**, nº 123, p. 1676-84, 1993.

HERTEL, R. J. G. **Interpretação morfológica da Araucária angustifolia**. Curitiba, 1980. 143 f. Tese (Concurso para professor titular na área de Morfologia Vegetal) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

HOOVER, R. & ZHOU, Y. In vitro and in vivo hydrolysis of legume starches by α -amylase and resistant starch formation in legumes – a review. **Carbohydrate Polymers**, nº 54, p. 235-242, 2003.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, v.1. São Paulo: IAL, 1985. 533 p.

ITAL. **Instruções Técnicas: Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos**, nº 19. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 1981. 86 p.

KELKAR, M.; SHASTRI, P.; RAO, B. Y. Effect of processing on *in vitro* carbohydrate digestibility of cereals and legumes. **Journal Food Science Technology**, v. 33, nº 06, p. 4932-4937, 1996.

KOCH, Z.; CORRÊA, M. C. **Araucária: A Floresta do Brasil Meridional**. Curitiba: Olhar Brasileiro, 2002. 145 p.

KUNIYOSHI, Y. S. In: KOCH, Z.; CORRÊA, M. C. **Araucária: A Floresta do Brasil Meridional**. Curitiba: Olhar Brasileiro, 2002. 145 p.

KUNIYOSHI, Y. S. Informações preliminares sobre floração e frutificação de algumas espécies florestais nativas do Estado do Paraná. In: 1ª Reunião Conjunta de Pesquisa de Essências Florestais, 1., 1979, Curitiba. **Anais...** Curitiba: IAPAR/EMBRAPA, 1979.

LAMPE, J. W. *et al.* Gastrointestinal effects of sugrabeet fiber and wheat bran in healthy men. **Europe Journal of Clinical Nutrition**, nº 47, p. 543-548, 1993.

LOBO, A. R.; SILVA, G. M. L. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 16, n. 2, abr/jun. 2003.

MACDOUGALL, D. B. **Color in food**. Cambrige: CRC Press, 2002. p. 211.

MATUSKA, M.; LENART, A.; LAZARIDES, H. N. On the use of edible coatings to monitor osmotic dehydraton kinetics minimal solids up take. **Journal of Food Engeneering**, v. 72, p. 85-91, 2006.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I. e KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano**, 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p. 05-10.

MCCLEARY, B. V.; GIBSON, T. S.; SOLAH, V.; MUGFORD, D. C. Total starch measurement in cereal products: Interlaboratory evaluation of a rapid enzymic test procedure. **Cereal Chemistry**, nº 71, v. 5, p. 501-505, 1994.

MCCLEARY, B. V.; GIBSON, T. S.; SOLAH, V.; MUGFORD, D. C. Measurement of total in cereal products by amyloglucosidades-alpha-amylase method: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, nº 80, v. 3, p. 571-579, 1997.

MCCLEARY, B. V.; MCNALLY, M.; ROSSIETER, P. Measurement of resistant starch by enzymic digestion in starches samples and selected plant materials: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, nº 85, v. 5, p. 1103-1111, 2002.

MELLO, Dalva A. Reflexões sobre Promoção à Saúde no contexto do Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 04, p. 1149, out./dez. 2000.

NOAH, L.; GUILLON, F.; BOUCHET, B.; BULÉON, A.; MOLIS, C.; GRATAS, M.; *et al.* Digestion of carbohydrate from white beans (*Phaseolus vulgaris* L) in healthy humans. **Journal of Nutrition**, nº 128, p. 977-985, 1998.

PEREIRA, L. M. Acondicionamento de goiabas minimamente processadaspor desidratação osmótica em embalagens sob atmosfera modificada. Campinas, 2002. 159 f. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual da Campinas.

PHILIPS, L. G.; WHITEHEAD, D. M., KINSELLA, J. **Structure-function properties of food proteins**. San Diego: Academic Press, Inc., 1994.

POULAIN, J.-P.; PROENÇA, R. P. C. Reflexões Metodológicas para o estudo das práticas alimentares. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 16, n° 4, p. 365–386, out./dez., 2003.

PROSKY, L.; ASP, N.-G.; FURDA, I. *et al.* Determination of total dietary fibre in foods and food products: Collaborative study. **Journal of Association of Official Analytical Chemists**, n° 68, v. 4, p. 677-679, 1998.

PROSKY, L.; ASP, N.-G.; SCHWEIZER, T. F. *et al.* Determination of insoluble, soluble, and total dietary fibre in foods and food products. **Journal of Association of Official Analytical Chemists**, n° 71, v. 5, p. 1017-1023, 1988. (1988).

REITZ, R. & KLEIN, R. M. **Madeiras do Brasil**: Santa Catarina. Florianópolis: Editora Lunardelli, 1979. 320 p.

SALGADO, S. M.; MELO FILHO, A. B.; ANDRDE, S. A. C. *et al.* Modificação da concentração de amido resistente em feijão macassar (*Vigna unguiculata* L. WALP) por tratamento hidrotérmico e congelamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 02, n° 25, p. 259-264, 2005.

SAMPAIO, H. A. C. Terapia nutricional do paciente diabético. **Nutrição em Pauta**, São Paulo, n° 43, p. 34-37, 2000.

SÃO PAULO. Lei n° 10.083/98. Prefeitura Municipal: Secretaria da Saúde. Código Sanitário do Estado de São Paulo: Estabelece normas completares às legislações Federal e Estadual para a promoção, preservação e recuperação da saúde. São Paulo, 1998.

SHIMIZU, J. I.; OLIVEIRA, Y. M. M. **Distribuição da variação e usos de recursos: genética de araucária no Sul do Brasil**. Curitiba-PR: Embrapa – URPFCS, doc. 04, 1981. 09 p.

SOUSA, P. H. M. MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. S. A. M. *et al.* Goiabas desidratadas osmoticamente seguidas de secagem em estufa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n° 03, p. 414-416, dez. 2003.

TEIXEIRA NETO, F. **Nutrição Clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. p. 87-102.

THEMEIER, H.; HOLLMANN, J; NEESE, U. *et al.* Structural and morphological factors influencing the quantification of resistant starch II in starches of different botanical origin. **Carbohydrate Polymers**, nº61, p. 72-79, 2005.

TOPPING, D. L.; CLIFTON, P. M. Short-Chain Fatty Acids and human colônica function: Roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization – Health Science and Nutrition. **American Physiological Society**, Austrália, p. 1031-1064, 2001.

WATSON, S. A.; FREEMAN, J. E. **Breeding corn for increased oil content.** Washington-DC: American Seed Trade Assoc., 1975. p. 251-275.

WATSON, S. A.; RAMSTED, P. E. **Corn: Chemistry and technology.** USA: American Association of Cereal Chemists, Inc., 1987. 604 p.

WILLIAMS, S.R. **Fundamentos de Nutrição e Dietoterapia.** 6^a ed. Porto Alegre: Artmed, 1997. p. 91-95.

WHISTLER, R. L.; PASCHALL, E. F. **Starch: Chemistry and Technology**, v. 02. London: Academic Press, 1967. 733 p.

[?]. Menos pinhão para as tradicionais festas juninas. **Jornal ANOTÍCIA**, Jaraguá do Sul - SC, 15 de maio de 2003. p. 08

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.