

APROVEITAMENTO DO GENGIBRE (*Zingiber officinale*) DE QUALIDADE INFERIOR COMO MATÉRIA-PRIMA AMILÁCEA

Low quality ginger as a source of starch

Magali LEONEL¹

Silene B.S.SARMENTO²

Tainara B. FERRARI³

RESUMO

No Brasil parte da produção de gengibre não atinge a qualidade para exportação. Com o objetivo de agregar valor aos rizomas remanescentes, neste trabalho avaliou-se o uso do gengibre como matéria-prima para as indústrias produtoras de amido. Realizou-se a caracterização química dos rizomas de gengibre e, o amido obtido foi caracterizado quanto à composição química, amilose, distribuição de tamanho de grânulos e propriedades de pasta. O rendimento prático do processo foi obtido através de balanço de massa. Os rizomas de gengibre mostraram elevado teor de umidade (84,37%) e considerável teor de amido (11,42g/100g). O amido de gengibre apresentou 20,38% de amilose. O resíduo resultante do processo de extração do amido apresentou elevado teor de fibras (3,8g/100g) o que possibilitaria seu uso como produto rico em fibras. O balanço de massa mostrou que 69,7% do amido inicial dos rizomas foram extraídos pelo processo utilizado, tendo um rendimento prático de 7,2%. As análises microscópicas do amido de gengibre mostraram grânulos de amido de formas circular e ovalada com diferentes diâmetros (9,6 a 26,42 μ m). A análise viscográfica mostrou temperatura de pasta de 91,1°C, elevada estabilidade frente ao calor sob agitação mecânica e baixa tendência a retrogradação.

Palavras-chave: amido, processamento, tamanho, viscosidade.

SUMMARY

Part of Brazil's ginger crop is below export quality. The aim of this study was to increase the value of these remaining rhizomes by evaluating it as a raw material for the starch industry. Ginger rhizomes were chemically characterized and the starch obtained was evaluated for chemical composition, amylase content, granule shape and size, and pasting properties. Process yield was calculated from the mass balance. The ginger rhizomes had high moisture content (84.37%) and considerable starch

¹ Pesquisador Dr. CERAT/UNESP – Fazenda Experimental Lageado, Rua José Barbosa de Barros, 1780, CP: 237, CEP: 18610 - 307, Botucatu-SP, e-mail:mleonel@fca.unesp.br

² Prof. Dr. Depto. Agroindústria, Alimentos e Nutrição - ESALQ/USP, CP 09, Piracicaba-SP, sbssarme@esalq.usp.br

³ Bióloga

content (11.42g/100g). The starch contained 20.38% amylase. The post starch extraction residue had high fiber content (3.8g/100g), which could be used as a fiber rich product. The mass balance showed that 69.7% of initial starch content was extracted during the process with a 7.2% yield. Starch granules were oval and circular in shape and diameters varied from 9.6 to 26.42 μ m. Pasting temperature was 91.1°C with high heat stability under mechanical agitation and low retrogradation tendency.

Keywords: starch, process, size, viscosity.

INTRODUÇÃO

O gengibre é uma das especiarias mais importantes e valorizadas ao redor do mundo. Atualmente é cultivado em áreas tropicais e subtropicais, sendo a Índia responsável por 50% da produção mundial. No Brasil este vegetal é cultivado na faixa litorânea de Santa Catarina e do Paraná, no Sul do Estado de São Paulo e também no Espírito Santo, que é responsável por metade da produção nacional, ou seja, 8 mil toneladas anuais (JUNQUEIRA et al., 1999).

O Brasil se inclui entre os pequenos produtores de gengibre, cuja produção é orientada para exportação. A quantidade de rizomas destinada à exportação representa 70 a 80% da colheita, havendo uma perda de 20 a 30% por ocasião do beneficiamento, devido aos rizomas que não atingem qualidade para exportação (TAVEIRA MAGALHÃES et al., 1997).

Os amidos são polissacarídeos de reserva presentes em diferentes partes das plantas superiores, como grãos, raízes, rizomas, tubérculos, sementes e talos. O amido isolado dos vegetais é composto essencialmente por polímeros de α -D-glucose, mas também pode apresentar constituintes menores como lipídeos, fósforo, proteínas e cinzas. Alguns desses materiais contribuem como componentes

superficiais do grânulo e desempenham papel importante em muitas aplicações do amido (GALLIARD & BOWLER, 1987). A presença de lipídeos nos grânulos de amido inibe a cristalização das moléculas e afeta as propriedades reológicas das pastas (WANG & WHITE, 1994). A presença de fósforo em grânulos de amido modifica as propriedades funcionais, como claridade de pastas, aumento de viscosidade e consistência (LIM ET AL., 1994).

Os polímeros formadores do grânulo de amido são a amilose, polissacarídeo linear de (1 \rightarrow 4)- α -D-glucose e a amilopectina, molécula ramificada, onde cadeias de (1 \rightarrow 4)- α -D-glucana são conectadas por ligações α (1 \rightarrow 6). O amido deve muito de sua funcionalidade a estas duas macromoléculas, assim como a organização física das mesmas dentro da estrutura granular, sendo que os teores de amilose e amilopectina variam com a espécie botânica (BILIADERIS, 1991).

O fenômeno da gelatinização do amido é extremamente importante para vários sistemas alimentícios, sendo que os amidos de diferentes fontes mostram faixas distintas de temperatura onde este fenômeno ocorre. Grânulos de amido nativos são insolúveis em água abaixo de sua temperatura de gelatinização. Quando uma suspensão aquosa de amido é aquecida ou

submetida a certo nível de energia, as ligações relativamente fracas em áreas amorfas entre as micelas cristalinas dissociam-se, ocorrendo expansão tangencial e hidratação progressiva para formar, eventualmente, uma rede de moléculas altamente debilitada, mantida unida pelas micelas ainda persistentes. Nessa condição a expansão dos grânulos torna-se irreversível e a ordem estrutural desaparece, sendo detectada pela perda de birrefringência ou pelo difratograma de raio X (ZIEMBA, 1965).

O tamanho e a forma de grânulos de amido estão entre os fatores de importância na determinação de seus usos potenciais. Por exemplo, grânulos pequenos (2,0 μ m) podem ser usados como substitutos de gordura devido ao tamanho ser semelhante ao das micelas de lipídeos. O tamanho dos grânulos também é importante na produção de filmes plásticos biodegradáveis e de papéis para fax (FRANCO et al., 2001).

Estudos têm demonstrado que as propriedades térmicas dos amidos estão estreitamente relacionadas com o tamanho e a distribuição de tamanho de seus grânulos (MADSEN; CHRISTENSEN, 1996).

As indústrias são as maiores consumidoras de amido nos países desenvolvidos. As indústrias alimentícias empregam o amido como espessante em caldas e molhos, anti-aderente em carnes processadas, edulcorantes em balas e doces; já as indústrias têxteis, utilizam como goma em tecidos, garantindo fios mais resistentes para tecelagem; e as indústrias papeleiras utilizam o amido como adesivo para as fibras de celulose.

Na literatura científica a maioria das

pesquisas sobre amido versa sobre os provenientes do milho, trigo, batata e, em proporções inferiores, arroz, mandioca e amaranto. Na América do Sul as numerosas fontes de raízes, tubérculos e rizomas existentes são sub utilizadas.

A busca de novos amidos que atendam as exigências do mercado consumidor faz com que as pesquisas por amidos naturais se intensifiquem. Nesta linha, algumas tuberosas vêm sendo avaliadas como potenciais matérias primas para as indústrias produtoras de amido (LEONEL et al., 2002 a, b).

Diante da possibilidade de se agregar valor aos rizomas remanescentes da comercialização do gengibre e da importância de estudos com amidos diferenciados, neste trabalho avaliou-se o gengibre como matéria-prima amilácea.

MATERIAL E MÉTODOS

Os rizomas de gengibre 'Caipira' foram cultivados no campo experimental do Centro de Raízes e Amidos Tropicais- UNESP, por um período de 7 meses. O clima do local é definido de acordo com a classificação Koeppen como Csa ou temperado chuvoso, úmido e com verões quentes, precipitação média anual de 1517 mm e a temperatura média anual de 20,6°C. O solo é Latossolo Roxo Destrófico A Moderado.

Os rizomas de gengibre foram lavados e uma amostra foi retirada para a caracterização quanto ao pH, acidez e composição química (umidade, cinzas, fibras, matéria graxa, proteína, açúcares redutores e açúcares solúveis totais) segundo a AOAC (1980). O teor de amido foi

determinado seguindo a metodologia descrita por Rickard & Behn (1987). O processamento das raízes foi feito na planta piloto de extração seguindo as etapas de pesagem da matéria prima, desintegração com água (1kg raiz/L água) em liquidificador industrial, extração em centrífuga extratora, purificação em peneira de 200 Tyler, pré-secagem em filtro a vácuo e secagem em secador tipo "flash-dryer" com temperatura de 75°C. O balanço de massa do processo foi realizado determinando-se o peso (g), umidade (%) e amido(%) nos rizomas, fécula e bagaço residual.

O amido obtido foi caracterizado quanto ao pH, acidez titulável e teores de umidade, cinzas, fibra bruta, matéria graxa, proteína e açúcares solúveis totais (AOAC, 1980). O teor de amido foi determinado pelo método de hidrólise enzimática de Rickard & Behn (1987). A porcentagem de amilose presente no amido foi determinada segundo a metodologia ISO 6647 (ISO, 1987) que tem por princípio a complexação da molécula de amilose com iodo formando um composto de inclusão cuja coloração é avaliada em espectrofotômetro (absorbância a 620nm).

Os grânulos de amido de gengibre foram avaliados por microscopia eletrônica de varredura e por microscopia ótica quanto à forma e ao tamanho. Para microscopia eletrônica de varredura as amostras foram diluídas em álcool etílico 100% (1/10 p/v) e duas gotas foram colocadas sobre os "stubs". Após este procedimento as amostras foram cobertas com 10mm de ouro metalizador (MED-010 da Balzers) e avaliadas em Microscópio Eletrônico de Varredura (SEM 515 Philips), sob tensão de 20KV. A distribuição dos grânulos de amido por

tamanho foi avaliada utilizando-se o Sistema de Análise de Imagem KS 300 da ZEISS. As amostras de amido foram coletadas com um fio de platina e misturadas sobre lâminas de vidro em duas gotas de solução água e glicerina (50%), sendo cobertas por lamínula. Após o preparo das lâminas estas foram observadas em microscópio óptico (AXIOSKOP II - ZEISS) e as imagens selecionadas foram analisadas pelo sistema. Os parâmetros avaliados foram diâmetro maior e diâmetro menor (μm), uma vez que os grânulos são irregulares quanto ao formato. Foram feitas 5 lâminas e tomadas medidas de tamanho de 100 grânulos de amido por lâmina, totalizando 500 determinações.

Para a análise das propriedades de pasta foi utilizado o Rápido Visco Analisador (RVA), série 4, da Newport Scientific. As suspensões de amido (2,5g amido em 25mL de água), corrigidas para 14% de umidade, passaram pela programação *standard 2* do software Thermocline for Windows: 50°C por 1 minuto, aquecimento de 50 a 95°C a uma taxa de 6°C/min, manutenção da pasta a 95°C por 5 minutos e resfriamento de 95 a 50°C a uma taxa de 6°C/minuto. A viscosidade foi expressa em RVU. Do gráfico obtido foram avaliadas as seguintes características: temperatura de pasta, viscosidade máxima (pico), quebra de viscosidade (diferença entre a viscosidade máxima da pasta e a viscosidade mínima após a ocorrência do pico), viscosidade final e tendência a retrogradação (diferença entre a viscosidade final da pasta e a viscosidade mínima após a ocorrência do pico) (Newport Scientific, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os rizomas de gengibre apresentaram a composição mostrada no Quadro 01. O teor de umidade se mostrou elevado, contudo, o teor de amido é considerável. Frente aos baixos teores dos demais componentes pode se considerar que este vegetal é essencialmente energético. Os resultados da composição centesimal dos

rizomas de gengibre foram próximos aos encontrados por Taveira-Magalhães et al. (1997) que, analisando gengibres do tipo caipira, encontraram 80-85% de umidade e uma composição química (g/100g) de 1,45-1,93 de proteína, 0,72-1,83 de extrato etéreo, 15,71-20,41 de carboidratos totais, 1,91-3,30 de fibras e 1,40-1,77 de cinzas.

Quadro 01. Caracterização dos rizomas de gengibre, do amido e do resíduo resultante do processo de extração.

Componentes (g/100g)	Rizomas	Amido	Bagaço
Umidade	84,37±0,24	8,28±0,14	86,22±0,17
Proteína	1,17±0,04	0,70±0,02	0,06±0,01
Lipídeos	0,86±0,31	0,12±0,02	0,67±0,01
Fibra bruta	0,93±0,04	1,55±0,01	3,75±0,19
Cinzas	0,96±0,02	0,62±0,01	0,61±0,01
Amido	11,42±0,16	85,74±0,52	8,35±0,64
Açúcares solúveis totais	0,34±0,01	0,28±0,02	0,25±0,04
Amilose (%)	-	20,38±0,02	-

O amido presente nos vegetais é extraído por processos que geralmente permitem que o mesmo carregue substâncias acompanhantes como proteínas, lipídeos e cinzas. Muito embora presentes em pequenas quantidades no amido estas substâncias podem interferir nas propriedades físico-químicas e funcionais dos amidos (LEONEL & CEREDA, 2002). Análises realizadas no amido extraído dos rizomas de gengibre (Quadro 01) mostraram teores elevados de substâncias acompanhantes, principalmente de fibras e cinzas. A legislação brasileira determina o máximo de 0,5% de cinzas (BRASIL, 1978) e, segundo Vilpoux (1995), teores de fibras acima de 0,59% são considerados elevados. Os teores de proteína e cinzas observados no amido extraído foram

superiores aos encontrados por Peroni (2003) em amido de gengibre (0,32% e 0,50%, respectivamente). Já o teor de lipídeos foi inferior ao observado pelo mesmo autor (0,24%).

O teor de amilose aparente no amido de gengibre foi próximo aos 22,2% encontrados por Reyes et al. (1982) para amido deste mesmo vegetal e bastante inferior aos 28,2% observados por Peroni (2003). A variabilidade nos resultados encontrados na literatura pode decorrer do uso de diferentes metodologias e também de fatores como variedade e idade da planta. O teor de amilose encontrado também foi semelhante ao citado na literatura para outras tuberosas amiláceas como a batata (20-25%) e batata doce (19-26%) e superior ao teor médio em mandioca (17%) (BERMUDEZ, 1997).

O balanço de massa do processamento de gengibre (Quadro 02) mostrou que 69,7% do amido inicial dos rizomas foram extraídos pelo processo utilizado, tendo um rendimento prático de 7,2%, ou seja, para cada tonelada de gengibre processado são gerados 72,2Kg de fécula com 11,7% de umidade. Ficaram retidos no bagaço 15,5% do amido inicial. Portanto, ocorreu uma perda de 14,8% do amido presente inicialmente no vegetal.

Quadro 02. Balanço de massa do processamento de gengibre.

Variáveis	Resultados
Peso dos rizomas (Kg)	9,0
Umidade dos rizomas (%)	84,37
Amido inicial (Kg)	1,03
Peso da fécula (g)	650
Umidade (%)	11,71
Amido (g)	557,31
Peso do bagaço (Kg)	1,910
Umidade do bagaço (%)	86,22
Amido (g)	159,5
% amido extraído	69,73
Perda de amido (%)	14,77
Rendimento prático processo (%)	7,22

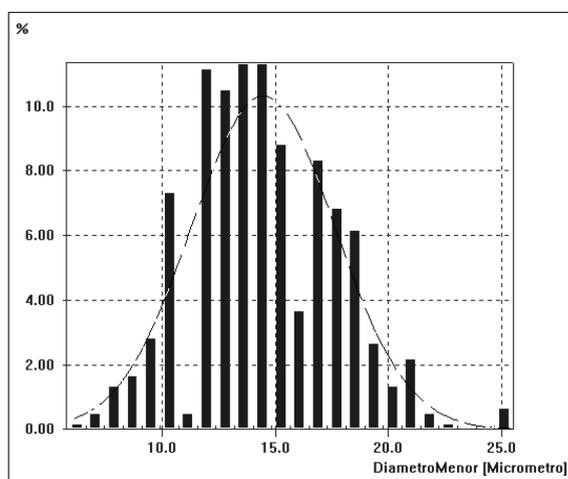
Quanto aos demais componentes dos rizomas foi possível observar que 4,3% da proteína, 4,7% das cinzas e 12,0% das fibras iniciais ficaram retidos no amido, indicando necessidade de ajustes nos equipamentos para uma melhor extração e purificação.

O resíduo resultante do processo de extração do amido (bagaço) apresentou elevado teor de amido (8,4g/100g) e de fibras (3,8g/100g), o que possibilitaria seu uso como produto rico em fibras.

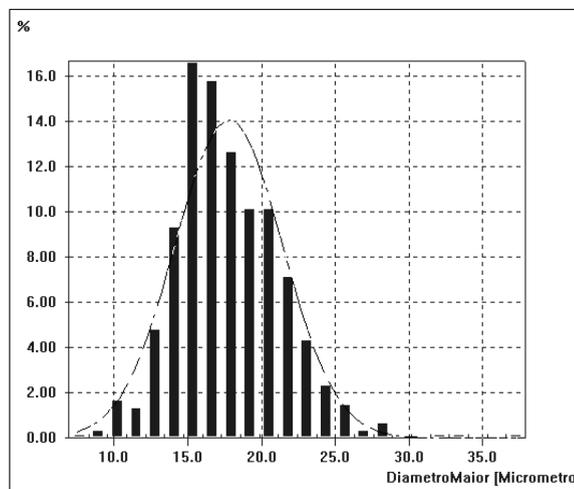
As análises microscópicas mostraram grânulos de amido com formas circulares e ovaladas, achatadas, com tamanho variável (Figura 01). A amplitude de variação de diâmetros maiores dos grânulos de amido foi de 9,6 a 26,4 μ m e diâmetros menores de 7,7 μ m a 24,9 μ m, com média de 14,5 μ m. As distribuições de freqüências de diâmetros mostraram uma maior variação no diâmetro menor devido às formas observadas, com maior freqüência de grânulos com diâmetro menor (14 a 16 μ m). Quanto ao diâmetro maior, a maior freqüência ocorreu para grânulos entre 15 e 20 μ m (Figura 02). Vieira (2004) analisando amido de gengibre observou um maior percentual de grânulos com diâmetros menores na faixa de 16 a 20 μ m e diâmetros maiores na faixa de 26 a 30 μ m. Reyes et al. (1982) observaram diâmetro médio máximo de 24,4 μ m para amido de gengibre.



Figura 01. Fotomicrografia de grânulos de amido de gengibre observados em microscópio eletrônico de varredura (aumento1440x).



a



b

Figura 02. Distribuição de freqüências de tamanho de grânulos de amido de gengibre (diâmetro menor (a) e diâmetro maior (b)).

Na presença de água e calor os grânulos de amido expandem-se embebendo água. Com o aquecimento, a temperatura de gelatinização é atingida e uma pasta é formada. As propriedades da pasta do amido de gengibre, avaliadas pelo Rápido Visco Analisador (Quadro 03 e Figura 03), mostraram temperatura de pasta (91,1°C), muito superior às observadas em amido de outras tuberosas como a batata (64,8°C) e a mandioca (66,7°C) (LEONEL et al., 2002b).

O pico de viscosidade em dada concentração é uma característica importante, que distingue amidos de diferentes espécies. A viscosidade máxima do amido de gengibre apresentou-se bem próxima do pico de 78RVU encontrado por Peroni (2003) para amido desta mesma fonte. O pico de viscosidade desse amido pode ser considerado bastante inferior aos encontrados em amidos de outras tuberosas

amiláceas como a mandioca (247,8RVU) e a batata (753,6RVU) no trabalho de Leonel et al. (2002b). Os valores de quebra de viscosidade e de viscosidade final do amido de gengibre também foram bastante inferiores aos de mandioca e batata citados por estes últimos autores. A quebra de viscosidade do amido de gengibre foi próxima de zero, evidenciando elevada estabilidade térmica e mecânica, ou seja, em temperaturas elevadas e sob agitação mecânica os grânulos deste amido resistem à quebra e, portanto, à redução de viscosidade. Vieira (2004) também observou quebra de viscosidade próxima a zero para amido de gengibre (0,5RVU). Reyes et al. (1982) atribuíram esta elevada resistência do amido de gengibre à presença de forças de ligações homogêneas e a um elevado grau de associação entre os componentes deste amido, mantendo a estrutura granular.

Quadro 03. Parâmetros viscoamilográficos do amido de gengibre.

Pico viscosidade (RVU)	Quebra de viscosidade (RVU)	Viscosidade final (RVU)	Tendência a retrogradação (RVU)	Temperatura de pasta (°C)
76,9	0,6	104,3	28,0	91,1

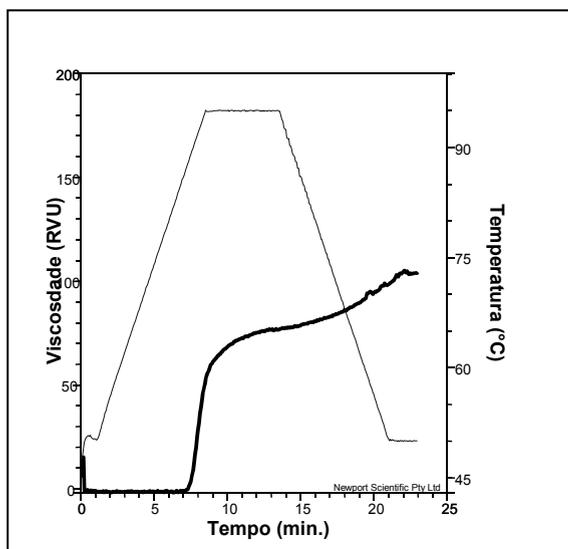


Figura 03- Perfil viscoamilográfico (RVA) do amido de gengibre (2,5g de amido/ 25mL).

Durante o resfriamento da pasta de amido, o aumento de viscosidade observado é governado pela tendência a retrogradação. No caso do amido de gengibre a tendência a retrogradação foi baixa e inferior a encontrada por Peroni (2003) para amido da mesma fonte (41RVU).

CONCLUSÕES

- Os rizomas de gengibre apresentam considerável teor de amido o que torna esta matéria-prima interessante para o processo de extração.
- O processo de extração utilizado no presente

experimento deve ser ajustado visando uma maior extração do amido e a redução da porcentagem de substâncias acompanhantes no amido (fibras, proteínas e cinzas).

- O amido de gengibre apresenta teor de amilose semelhante ao teor médio em batata inglesa e superior ao teor médio em amido de mandioca.
- O tamanho dos grânulos do amido de gengibre é semelhante aos do amido de mandioca e menor que os de amido de batata inglesa, com baixa variabilidade de tamanho (diâmetro maior).
- O amido de gengibre apresenta elevada temperatura de pasta, elevada estabilidade frente ao calor sob agitação mecânica e baixa tendência a retrogradação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 13 ed. Washington, 1980. 109p.

BERMUDEZ, J.N. **Valorización de las amiláceas "no-cereales" cultivadas en los países andinos: estudio de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de sus almidones y la resistencia a diferentes tratamientos estressantes**. Trabajo de Grado - Facultad de Ingeniería de Alimentos, Universidad de Bogotá, 1997. 150p.

BILIADERIS, C. G. The structure and interactions of starch with food. **Can. Physiol. Pharmacol.**, v. 69, p. 60-78, 1991.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Decreto nº 12.486 de 20 de outubro de 1978. Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas. **Diário Botucatu**, v. 1, p. 9-18, outubro, 2005

Oficial do Estado de São Paulo, 21 out., 1978. p. 20.

FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, E. R.; DEMIATE, I. M.; CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O.; SARMENTO, S. B. S. **Propriedades gerais do amido**. v. 1. Série Cultura de tuberosas amiláceas latino americanas. CEREDA, M.P. (coord.). São Paulo: Fundação Cargill, 2001. 224p.

GALLIARD, D. J.; BOWLER, P. Morphology and composition of starch. In: GALLIARD, D.T., ed. **Starch properties and potential**. Chichester: Willey, 1987. p. 55-78.

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR STANDARDIZATION. Rice- determination of amylose content. ISO 6647, 1987.

JUNQUEIRA, G. D. de A.; PIEDADE, R.; MALUF, W. R. **Produção de gengibre**. Boletim Técnico de Hortaliças nº25, 1ª Edição, Julho de 1999. Universidade Federal de Lavras.

LEONEL, M., CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 65-69, 2002.

LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; CEREDA, M. P.; GUERREIRO, L. M. R. Extração e caracterização do amido de biri (*Canna edulis*). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 5, p. 27-32, 2002a.

LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; CEREDA, M. P. Processamento da araruta (*Maranta*

arundinacea) para extração e caracterização da fração amilácea. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 5, p. 151-155, 2002b.

LIM, S. T.; KASEMSUWAN, T.; JANE, J. L. Characterization of phosphorus in starch by ³¹p nuclear magnetic spectroscopy. **Cereal Chemistry**, v. 71, p. 468-472, 1994.

MADSEN, M. H.; CHRISTENSEN, D. H. Changes in viscosity properties of potato starch during growth. **Starch/Stärke**, v. 48, n. 7/8, p. 245-249, 1996.

NEWPORT SCIENTIFIC. **Applications manual for the Rapid Visco Analyser**. Warriewood, Austrália, 1998. 123p.

PERONI, F. H. G. **Características estruturais e físico-químicas de amidos obtidos de diferentes fontes botânicas**. 2003. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2003.

REYES, F. G. R.; DÁPOOLONIA, B. L.; CIACCO, C. F.; MONTGOMERY, M. W. Characterization of starch from ginger root (*Zingiber officinale*). **Starch/Stärke**, v. 34, n. 2, p. 40-44, 1982.

RICKARD, J. E.; BEHN, K. R. Evaluation of acid and enzyme hydrolytic methods for determination of cassava starch. **Journal of Science and Food Agriculture**, v. 41, p. 373 - 379, 1987.

TAVEIRA MAGALHÃES, M.; KOKETSU, M.; GONÇALVES, S. L.; DUARTE, F. R.; GODOY, R. L. O.; LOPES, D. Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) brasileiro: aspectos gerais, óleo essencial e oleoresina. Parte1- aspectos gerais, óleo essencial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 1, p. 64-69, 1997.

VIEIRA, F. C. **Efeito do tratamento com calor e baixa umidade sobre características físicas e funcionais dos amidos de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*), de batata doce (*Ipomoea batatas*) e de gengibre (*Zingiber officinale*)**. 2004. 103p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo,

Piracicaba, 2004.

VILPOUX, O. **Caracterização das feculárias no Brasil**. Centro de Raízes e Amidos Tropicais-UNESP, Boletim Técnico, 1995. 90p.

WANG, Y. J.; WHITE, P. Structure and properties of amylose, amylopectin and intermediate materials of oat starches. **Cereal Chemistry**, v. 71, p. 263-268, 1994.

ZIEMBRA, J. V. Food starches. Types... characteristics, advantages ... limitations, applications. **Food Engineering**, v. 17, p. 71-79, 1965.