



Área: Tecnologia de Alimentos

PERFIL VISCOAMILOGRÁFICO E TÉRMICO DE CEREAIS MATINAIS EXTRUSADOS

Jennifer Ferreira Ribeiro Saraiva*, Layla Macedo Damé, Maicon da Silva Lacerda, Bianca Pio Ávila, Aline Machado Pereira, Márcia Arocha Gularte

*Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos,
Universidade Federal de Pelotas
E-mail: jenniferfrsss@gmail.com

RESUMO – Os cereais matinais são grãos processados para o consumo humano, considerados alimentos de conveniência, que possuem altos teores de proteínas e carboidratos, além de poderem ser enriquecidos com vitaminas e sais minerais, aumentando o seu valor nutritivo. Os extrusados são populares, uma vez que eles estão prontos para comer, de textura crocante, em forma agradável e colorida. O estudo objetivou avaliar as propriedades viscoamilográficas e térmicas de cereal matinal extrusado, elaborado a partir de farinhas de arroz com diferentes teores de amilose e de farinha de milho. Os valores de pico de viscosidade dos extrusados ficaram entre 63,7 e 102,7 RVU. Os valores de quebra para o extrusado ficaram entre 29,6 a 40,7 RVU. A viscosidade final dos extrusados variou de 45,9 a 78,6 RVU, apresentando diferença estatística apenas comparando a partir da umidade de acondicionamento. Os valores de retrogradação dos extrusados ficaram entre 9,2 e 16,6 RVU. Quanto as propriedades viscoamilográficas, comparando as formulas pelo teor de amilose, as formulas elaboradas com farinha de arroz de baixo teor de amilose apresentaram diferença significativa para o pico de viscosidade, quebra e retrogradação, e as formulas elaboradas com farinha de arroz de média amilose apresentaram diferença significativa para retrogradação. As fórmulas elaboradas com farinha de arroz com alto teor de amilose apresentaram maior pico de viscosidade em ambas umidades de acondicionamento. As formulações não mostraram entalpia de gelatinização residual sugerindo que todo o amido presente nas amostras foi gelatinizado.

Palavras-chave: Amilose, Farinha de Arroz, RVA, DSC.

1 INTRODUÇÃO

Os cereais matinais são grãos processados para o consumo humano, considerados alimentos de conveniência, que possuem altos teores de proteínas e carboidratos, além de poderem ser enriquecidos com vitaminas e sais minerais, aumentando o seu valor nutritivo (TAKECHI et al., 2005). Atualmente, o segmento com maior participação de mercado são os cereais matinais açucarados, com uma participação de 40,7% (em volume) e um faturamento de 34,3% do valor total. O cereal matinal é um produto obtido a partir da tecnologia de extrusão. O processo de extrusão para cereais matinais envolve ingredientes, que sob a influência de calor, umidade, pressão e cisalhamento são transformados em uma massa viscoelástica que emerge do extrusor que permite realizar na matéria-prima a transformação em alimentos industrializados prontos para o consumo que possuam uma vida útil mais longa (STRAHM, 1998). Os extrusados são populares, uma vez que eles estão prontos para comer, de textura crocante, em forma agradável e colorida, no entanto, eles são muitas vezes considerados alimentos calóricos por causa de sua composição baseada em carboidratos e gordura (SANTOS, 2014). Segundo Lopes (2005), os cereais matinais são alternativas saudáveis para a alimentação tanto de crianças como de adultos. Pois além de possuírem alto valor nutricional por serem na maioria fortificados e enriquecidos com vitaminas e minerais, possuem como características importantes à praticidade e a conveniência no preparo, o que facilita o dia-a-dia dos consumidores. Na formulação destes produtos, podem ser usadas misturas de cereais, na forma de farinha, assim como podem ser misturados com outros ingredientes para variar a aparência, a textura, o sabor, o aroma e outras características do produto (DANDY e DOBRASZCZYK, 2001).

O arroz é vital para segurança alimentar, é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, ficando atrás, apenas, do milho e do trigo. O arroz é uma das principais fontes de calorias e proteínas na alimentação e entre os cereais, apresenta baixo índice glicêmico, maior valor biológico e elevada taxa de eficiência proteica (PEREIRA, 2016). Cultivares de arroz com baixo conteúdo de amilose geralmente resultam em características de pegajosidade e umidade, enquanto que cultivares com alto conteúdo de amilose resultam em características de não-pegajosidade e firmeza. (JULIANO; ONADE; DEL MUNDO, 1965). Entretanto, desvios nessas correlações existem, como cultivares de baixa amilose com característica de não-pegajosidade e vice-versa. Assim, cultivares de arroz com o mesmo conteúdo de amilose podem diferir significativamente em características como dureza (firmeza) e pegajosidade (PEREZ, JULIANO, 1979).



O milho é um dos cereais que possui maior capacidade produtiva, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho (FAO, 2021). A farinha de milho é utilizada na culinária em diversas formas e o seu sabor é bem aceito, além disso, não possui glúten. É um produto de baixo custo e amplamente disponível no mercado, rica fonte de carboidrato, contendo ainda ao redor de 10% de proteína (ALVIM, SGARBIERI e CHANG, 2002).

Estudos realizados (SEGUCHI, 1986) propõem que as propriedades de gelatinização do grânulo de amido sejam influenciadas pela matriz de proteína do endosperma e pela proteína associada com o mesmo, e que respectivamente essas interações influenciam a textura final do alimento. O amido quando aquecido em excesso de água sofre uma transição de segunda ordem, irreversível, denominada gelatinização, que corresponde ao rompimento, expansão e hidratação da estrutura granular e ainda solubilização das macromoléculas constituintes do amido (TROMBINI, 2010). Devido à etapa de cozimento criar as propriedades físicas necessárias para o desenvolvimento da textura dos produtos é importante correlacionar as propriedades de empaste com a composição. Desse modo, o efeito físico de composições de arroz específicas pode ser determinado (CALDWELL et al., 2000). A ferramenta mais conveniente para avaliar as propriedades de cozimento é o Analisador Rápido de Viscosidade (RVA). Um RVA mede a viscosidade enquanto a amostra é agitada, aquecida e gelatinizada. Isso resulta na lixiviação das moléculas de amilose e desarranjo de matriz de amilopectina. O papel exato dos componentes granulares, tais como proteínas e lipídios, ligados à matriz de amido é incerto e não é sempre aparente nas curvas de RVA. No entanto, há diferenças evidentes no comportamento reológico de arroz com diferentes composições, o que sugere que as informações relacionadas a composição estão ocultas nos viscoamilogramas (PEREIRA, 2016).

As farinhas de arroz e milho são potenciais de elaboração de cereais matinais extrusados, para um nicho de consumidores que necessitam de alimentos para necessidades especiais. Com isso, objetivou-se com o estudo avaliar as propriedades viscoamilográficas e térmicas de cereal matinal extrusado, elaborado a partir de farinhas de arroz com diferentes teores de amilose e de farinha de milho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A produção dos extrusados foi realizada no Laboratório de Cereais, Raízes e Tubérculos, do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). As propriedades viscoamilográficas foram analisadas no Laboratório de Cereais da Universidade de Passo Fundo (UPF) e a Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC) foi realizada na Central Analítica da Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

Foram utilizados grãos de arroz branco polido da cultivar IRGA 426, EEA 406 e Cateto. Foram utilizados também grãos de milho adquiridos com produtores da região Sul do Rio Grande do Sul. Conforme Juliano (1993), podemos classificar o teor de amilose das amostras em: farinha de arroz Cateto – baixo teor (18,9%), farinha de arroz EEA 406 – médio teor (23,1%), farinha de arroz IRGA 426 – alto teor (31,9%), e farinha de milho – médio teor (24%). Para obtenção das farinhas, as amostras de arroz e milho foram moídas em moinho de facas da marca Perten, modelo Laboratory Mill 3100.

Para elaboração do Cereal Matinal foi utilizado Adoçante Comercial Culinária Lowçucar com Stevia (ingredientes: maltodextrina, edulcorantes artificiais ciclamato de sódio e sacarina sódica, edulcorante natural glicosídeos de steviol, antiemético dióxido de silício).

2.1 FORMULAÇÕES DO EXTRUSADO

Para a elaboração do cereal matinal extrusado os ingredientes foram pesados na proporção 70% farinha de arroz e 30% farinha de milho, acrescentado de 2% de adoçante e condicionadas em diferentes umidades, segundo a Tabela 1.



Tabela 1 - Formulações dos extrusados.

Formulação	Ingredientes	Umidade de condicionamento
FA15	Farinha de arroz de alta amilose (IRGA 426), farinha de milho e adoçante	15%
FA17	Farinha de arroz de alta amilose (IRGA 426), farinha de milho e adoçante	17%
FM15	Farinha de arroz de média amilose (EEA 406), farinha de milho e adoçante	15%
FM17	Farinha de arroz de média amilose (EEA 406), farinha de milho e adoçante	17%
FB15	Farinha de arroz de baixa amilose (Cateto), farinha de milho e adoçante	15%
FB17	Farinha de arroz de baixa amilose (Cateto), farinha de milho e adoçante	17%

2.2 ACONDICIONAMENTO DA FORMULAÇÃO DO EXTRUSADO

A farinha de arroz, a farinha de milho e o adoçante foram misturados em batedeira planetária da marca HYPOLITO Ltda., modelo Hypo HB 12 e acondicionados ao percentual de umidade, conforme Tabela 1. Primeiramente determinou-se a umidade das misturas em base seca pelo método ASAE (2000), em estufa durante 24 horas a 105°C, a fim de utilizar o valor de umidade inicial para o cálculo do acondicionamento das amostras. As amostras depois de homogeneizadas foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas sob refrigeração por 24 horas para se obter distribuição e absorção mais uniforme da água.

2.3 EXTRUSÃO

Foi utilizado extrusor de Laboratório mono-rosca da marca Brabender modelo 20 D/N-GNF 1014/2 (Alemanha), com resfriamento com ar. A taxa de compressão da rosca foi 1:3 e mantida à velocidade de 120 rpm. A temperatura da primeira zona foi fixada em 75°C, da segunda zona em 120°C e da terceira zona em 150°C. O diâmetro da matriz circular foi de 2,8 mm e a taxa de alimentação foi de 6,61 kg/h. O produto extrusado foi cortado manualmente e coletado em bandejas após atingir o equilíbrio do processo e colocado em estufa a 85°C com circulação e renovação de ar até que a umidade final fosse menor que 6%. As amostras após atingirem temperatura ambiente foram colocadas em sacos de polietileno de baixa densidade, devidamente identificados, os quais foram selados e mantidas em temperatura ambiente para posteriormente serem analisadas.

2.4 PROPRIEDADES VISCOAMILOGRÁFICAS (RVA)

As características viscoamilográficas foram avaliadas com o analisador rápido de viscosidade (RVA - *Rapid Visco Analyser*), usando programa *Thermocline for Windows versão 1.10*. O perfil utilizado foi o *Standard Analysis 1*. A quantidade de amostra utilizada para os testes foi de 3 g, corrigidas para 14% de teor de água, conforme descrito por Singh et al. (2003), a velocidade de rotação das pás do equipamento foi de 160 rpm.

2.5 PROPRIEDADES TERMICAS (DSC)

As características de gelatinização dos extrusados foram determinadas através de Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC) (TA-60WS, Shimadzu, Japão). Amostras (cerca de 2,5 mg, em base seca) foram pesadas diretamente em cadinho de alumínio, com uma micro seringa foi adicionada água destilada para obter uma suspensão com 75% de água. O cadinho foi hermeticamente selado e deixou-se estabilizar. Um cadinho vazio foi utilizado como referência. Os cadinhos com a amostra foram aquecidos 10-120 °C, à taxa de 10 °C.min-1.

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste de Tukey foi aplicado para comparar resultados e o teste t com 5% de probabilidade através de um teste de variância ANOVA. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO



3.1 PROPRIEDADES VISCOAMILOGRÁFICAS (RVA)

Os valores de pico de viscosidade, viscosidade final, quebra de viscosidade e tendência à retrogradação dos extrusados estão apresentados na Tabela 2, Estas características determinam as propriedades funcionais das matérias amiláceas e suas diversas aplicações industriais (SEBIO, 1996).

Tabela 1 - Propriedades viscoamilográficas dos extrusados.

Formulações	Pico de Viscosidade (RVU)	Quebra (RVU)	Viscosidade Final (RVU)	Retrogradação (RVU)
FA15	92.2±0.8 ^a	36.5±1.7 ^a	70.2±2.9 ^a	14.6±0.7 ^a
FM15	73.3±6.0 ^b	33.5±3.6 ^a	51.6±2.3 ^b	11.7±0.4 ^{*b}
FB15	74.8±4.9 ^{*b}	38.0±3.0 ^{*a}	45.9±2.9 ^b	9.2±0.3 ^{*c}
FA17	102,7±2.3 ^a	40,7±1,0 ^a	78,6±3,4 ^a	16,6±1,0 ^a
FM17	82,0±1,1 ^b	40,4±3,6 ^a	54,6±2,8 ^b	13,0±0,4 ^b
FB17	63,7±2,3 ^c	29,6±2,8 ^b	47,0±4,3 ^b	12,9±0,5 ^b

* Médias aritméticas simples ± desvio padrão, seguidas por * nas formulações elaboradas com farinhas de arroz com mesmo teor de amilose (FA15 e FA17; FM15 e FM 17; FB 15 e FB17) diferem entre si pelo teste t ($p \leq 0,05$). Diferentes letras minúsculas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey em cada percentual de umidade de acondicionamento (FA15, FM15 e FB15; FA17, FM17 e FB17) ($p \leq 0,05$).

Os valores de pico de viscosidade dos extrusados ficaram entre 63,7 e 102,7 RVU, quando comparado as formulações a partir do teor de amilose da farinha de arroz utilizada nas formulações (FA15 e FA17; FM15 e FM 17; FB15 e FB17), apenas as formulações elaboradas com farinha de arroz de baixa amilose diferiram significativamente. Já comparando a partir da umidade de acondicionamento (FA15, FM15 e FB15; FA17, FM17 e FB17), as formulações elaboradas com 15% de umidade de acondicionamento, a formulação FA17, diferiu significativamente das demais, apresentando maior pico de viscosidade e as formulações elaboradas com 17% de umidade de acondicionamento diferiram significativamente, sendo a formulação elaborada com farinha de arroz de alta amilose também apresentou maior pico de viscosidade. O Pico de viscosidade ocorre após o início do aquecimento e antes do início do resfriamento da suspensão e é um parâmetro que mede a resistência do grânulo de amido ao colapso resultante da temperatura e do atrito mecânico. Durante o ciclo de aquecimento até 95°C, ocorre o intumescimento e a gelatinização dos grânulos de amido atingindo o pico máximo nesta etapa (CARVALHO, ASCHERI e VIDAL, 2002). Se os tratamentos não forem tão severos, parte dos grânulos de amido conserva sua estrutura, apresentando um pico no perfil amilográfico (GUHA et al., 1998). Entretanto, no processo de extrusão, condições severas podem destruir a estrutura cristalina dos grânulos de amido resultando em ausência de pico (MENEGASSI et al., 2007). Gomez e Aguilera (1983) verificaram ausência do pico de viscosidade em análises de viscoamilógrafo, em pasta de milho extrusado. Segundo autores isto revela que os grânulos de amido estavam presentes nos extrusados se encontravam totalmente gelatinizados.

Os valores de quebra para o extrusado ficaram entre 29,6 a 40,7 RVU, quando comparado as formulações a partir de teor de amilose de farinha de arroz utilizada nas formulações (FA15 e FA17; FM15 e FM17; FB17), as formulações elaboradas com farinha de arroz de baixa amilose diferiram significativamente. Já comparado a partir da umidade de acondicionamento (FA15, FM15 e FB15; FA17 E FB17), não houve diferença significativa entre as formulações elaboradas com 15% de umidade de acondicionamento e as formulações elaboradas com 17% de umidade de acondicionamento, a formulação elaborada com farinha de arroz de baixa amilose, diferiu das demais, apresentando menor valor de quebra. A quebra representa a diferença entre o pico de viscosidade e o menor valor de viscosidade após o pico no perfil amilográfico (MENEGASSI et al., 2007). Através desta propriedade é possível avaliar a estabilidade do amido em altas temperaturas, sob agitação mecânica (LUSTOSA et al., 2009).

A viscosidade final dos extrusados variou de 45,9 a 78,6 RVU, apresentando diferença estatística apenas comparando a partir da umidade de acondicionamento (FA15, FM15 e FB15; FA17, FM17 e FB17), sendo que tanto para as formulações elaboradas com 15% e com 17% de umidade de acondicionamento, a formulação elaborada com farinha de arroz de alta amilose (FA15 e FA17) diferiu significativamente das demais, apresentando maior viscosidade final. Como aconteceu nas farinhas de arroz, quanto maior o teor de amilose das farinhas de arroz utilizada nas formulações elaboradas, maior a viscosidade final. A viscosidade final é uma característica que, em produtos extrusados, vai depender das modificações que ocorrem nas estruturas do grânulo de amido e das moléculas durante o processo (MENEGASSI et al., 2007).

Os valores de retrogradação dos extrusados ficaram entre 9,2 e 16,6 RVU, comparando as formulações a partir do teor de amilose da farinha de arroz utilizada nas formulações (FA15 e FA17; FM15 e FM17; FB15 e FB17), as formulações elaboradas com farinha de arroz de média e de baixa amilose diferiram significativamente (Tabela 9). Já comparando a partir da umidade de acondicionamento (FA15, FM15 e FB15; FA17, FM17 e FB17), as formulações



elaboradas com 15% de umidade de acondicionamento, a formulação elaborada com farinha de arroz de alta amilose, FA17, diferiu significativamente das demais.

3.2 PROPRIEDADES TÉRMICAS (DSC)

A Figura 1 apresenta as propriedades térmicas dos extrusados.

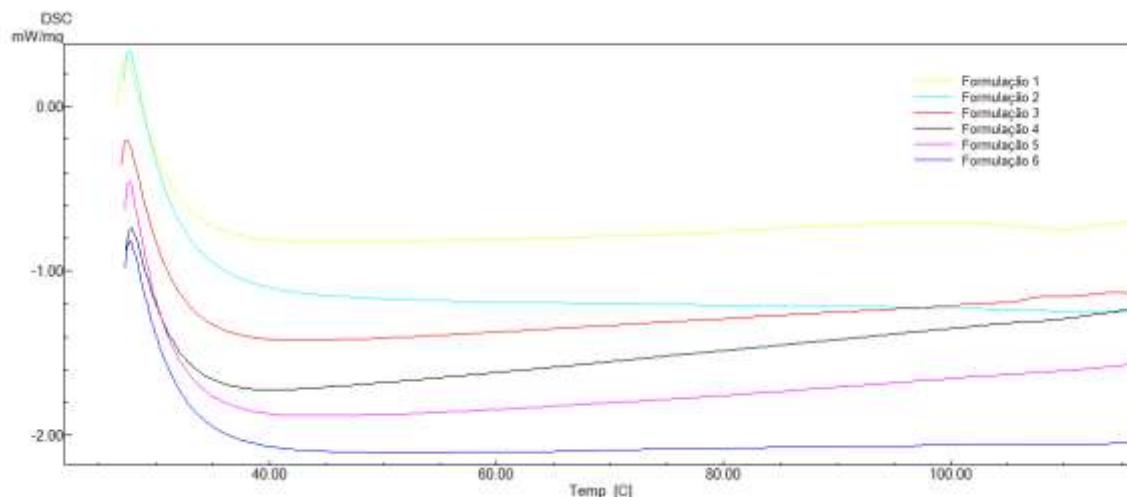


Figura 1. Calorimetria diferencial de varredura (DSC) dos extrusados.

O amido quando aquecido em excesso de água sofre uma transição de segunda ordem, irreversível, denominada gelatinização, que corresponde ao rompimento, expansão e hidratação da estrutura granular e ainda solubilização das macromoléculas constituintes do amido (TROMBINI, 2010). As formulações não mostraram entalpia de gelatinização residual sugerindo que todo o amido presente nas amostras foi gelatinizado (Figura 1). Trombini (2010) avaliando as propriedades de pasta e térmicas de misturas instantâneas de farinha de soja, fécula e farelo de mandioca e também obtiveram o mesmo resultado.

4 CONCLUSÃO

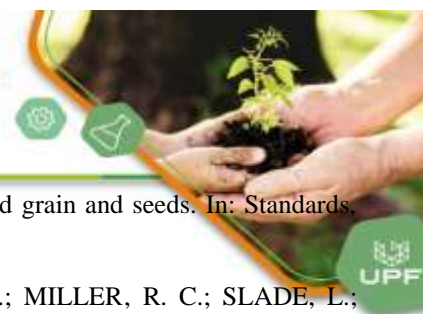
Quanto as propriedades viscoamilográficas, comparando as formulas pelo teor de amilose, as formulas elaboradas com farinha de arroz de baixo teor de amilose apresentaram diferença significativa para o pico de viscosidade, quebra e retrogradação, e as formulas elaboradas com farinha de arroz de média amilose apresentaram diferença significativa para retrogradação. As fórmulas elaboradas com farinha de arroz com alto teor de amilose apresentaram maior pico de viscosidade em ambas umidades de acondicionamento. Para quebra, apenas o FB17 apresentou diferença significativa e o menor valor. A viscosidade final apresentou diferença significativa para as fórmulas elaboradas com farinha de arroz com alto teor de amilose em ambos as umidades de acondicionamentos. Todas as formulas apresentaram diferença significativa para a retrogradação em 15% de umidade de acondicionamento, sendo que a FA15 apresentou maior retrogradação em ambas umidades. A partir da calorimetria diferencial de varredura sugerisse que a temperatura utilizada no processo foi capaz de gelatinizar todo o amido presente nas amostras.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código Financeiro 001, a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e a Universidade de Passo Fundo (UPF).

6 REFERÊNCIAS

ALVIM, I. D.; SGARBIERI, V. C.; CHANG, Y. K. Desenvolvimento de farinhas mistas extrusadas à base de farinha de milho, derivados de levedura e caseína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.2, 2002.



ASAE - American Society of Agricultural Engineers. Moisture measurement underground grain and seeds. In: Standards, 2000. St. Joseph: ASAE, p. 563, 2000.

CALDWELL, E. F.; FAST, R. B.; IEVOLELLA, J.; LAUHOFF, C.; LEVINE, H.; MILLER, R. C.; SLADE, L.; STRAHM, B. S.; WHALEN, P.J. Cooking of ready-to-eat breakfast cereals. **Cereal Chemistry**, v. 45, p. 244-252, 2000.

CARVALHO, R. V.; ASCHERI, J. L. R.; VIDAL, J. Efeito dos parâmetros de extrusão nas propriedades físicas de pellets (3G) de misturas de farinhas de trigo, arroz e banana. **Ciênc. Agrotec.**, v. 26, n. 5, p. 1006-1018, 2002.

DANDY, D. A. V.; DOBRASZCZYK, B. J. **Cereals and Cereal Products: Chemistry and Technology**. Maryland: Aspen Publishers, Inc., 2001. 428 p.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: . Acesso em: fev. 2021.

GOMEZ, M. H.; AGUILERA, J. M. Changes in the starch fraction during extrusion-cooking of corn. **Journal of Food Science**, v. 48, n.2, p. 378-381, 1983.

GUHA, M.; ALI, S. Z.; BHATTACHARYA, S. Effect of barrel temperature and screw speed on rapid viscoanalyzer pasting behavior of rice extruded. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 33, p. 259-266, 1998.

JULIANO, B. O. Rice in human nutrition. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 168p. 1993.

JULIANO, B. O.; ONATE, L.U.; DEL MUNDO, A.M. Relation of starch composition, protein content, and gelatinization temperature to cooking and eating quality of milled rice. **Food Technology**, v. 19, p. 1006-1011, 1965.

LOPES, G.S; RODRIGUES, M. de A.A; FRANÇA, A.S; MOTTA, S da. Desenvolvimento de Formulações de Cereais Matinais Contendo Café. Belo Horizonte, MG. 2005.

LUSTOSA B. H. B.; LEONEL, M.; LEITE, T. D.; FRANCO, C. M. L.; MISCHAN, M. M. Produção de farinha instantânea de mandioca: efeito das condições de extrusão sobre as propriedades térmicas e de pasta. **Acta Scientiarum Technology**, v. 31, n. 2, p. 231-238, 2009.

MENEGASSI, B.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M.; PINHO, S. Z. de. Efeito de parâmetros de extrusão na cor e propriedades de pasta da farinha de mandioca-salsa (Arracacia xanthorrhiza). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1780-1792, 2007.

PEREIRA, A. M. **Propriedades tecnológicas e sensoriais de um cereal matinal extrusado a partir de farinhas de arroz e milho**. 2016. 92f. Dissertação de mestrado - Universidade federal de Pelotas, Pelotas 2016.

PEREZ, C.M.; JULIANO, B.O. Indicators of eating quality for nonwaxy rices. **Food Chemistry**, v. 4, p. 185, 1979.

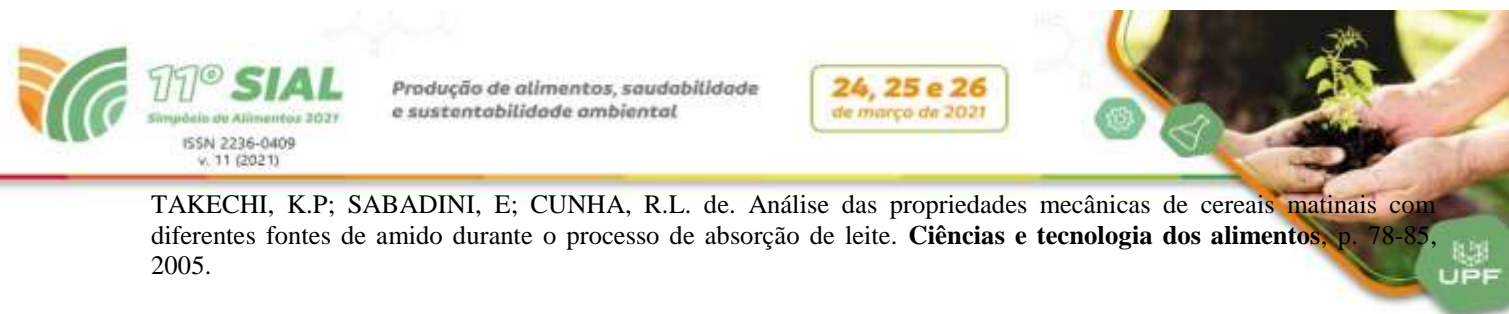
SANTOS, I. L. **Desenvolvimento de cereal matinal extrusado à base de farinha de milho (Zea mays), e pupunha (Bactris gasipaes, Kunth)**. Manaus, 2014. 124 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Farmaceuticas, Universidade Estadual do Amazonas.

SEBIO, L. **Efeito de alguns parâmetros operacionais de extrusão nas propriedades físicoquímicas da farinha de inhame (Dioscorea rotundata)**. Campinas, 1996. 106 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

SEGUCHI, M. Note: Dye binding to the surface of wheat starch granules. **Cereal Chemistry**, v. 63, p. 518-520, 1986.

SINGH, N.; SINGH, J.; KAUR, L.; SODHI, N. S.; GILL, B. S. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. **Food Chemistry**, v. 81, n. 219-231, 2003.

STRAHM, B. Fundamentals of Polymer Science as an Applied Extrusion Tool. **Cereal Foods World**, v. 43. n. 8, p. 621-625, 1998.



TAKECHI, K.P; SABADINI, E; CUNHA, R.L. de. Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite. **Ciências e tecnologia dos alimentos**, p. 78-85, 2005.

TROMBINI, F. R. M. **Caracterização de produtos extrusados de misturas de farinha de soja, fécula e farelo de mandioca.** Botucatu, 2010. 112p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.