

CURVAS DE HIDRATAÇÃO EM ARROZ PARBOILIZADO

ITAEI GOMES BORGES¹, LIAMARA STRELOW FERREIRA², KARINE VON AHN PINTO³, JOÃO LUIZ GONÇALVES LOPES⁴, GRACIELA BUCK⁵, GIZELE INGRID GADOTTI⁶

¹ Bacharelado Eng. Agric., Centro de Engenharias UFPel, itaelborges99@gmail.com

² Eng. Agric., Arrozeira Pelotas LTDA, lia.cdapelotas@gmail.com

³ Eng. Agric., Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel UFPel, kaarine.pinto@hotmail.com

⁴ Bacharelado Eng. Agric., Centro de Engenharias UFPel, joao.luizgl@hotmail.com

⁵ Eng. Agric., Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel UFPel, graciela-buck@hotmail.com

⁶ Dra. Eng. Agric., Centro de Engenharias UFPel, gizele.gadotti@ufpel.edu.br

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: O arroz (*Oryza sativa* L.), figura entre os principais cereais consumidos e produzidos no mundo, tornando-se o alimento base para grande parcela da população mundial. Os grãos passam por processos de beneficiamento até chegarem ao consumidor final. As três principais formas que o arroz beneficiado é consumido, em ordem de importância, são arroz branco, arroz parboilizado e arroz integral. A parboilização é um processo hidrotérmico que consiste em hidratação, gelatinização e secagem, etapas estas que são realizadas antes dos grãos serem submetidos ao descasque. A parboilização provoca inúmeras modificações no arroz que estão intimamente ligadas às técnicas utilizadas no processamento. Ineficiências nas etapas podem não apenas invalidar os benefícios que este processo agrega ao grão, mas também reduzir o valor nutricional e acarretar produto final de baixa qualidade. O aumento dos estudos sobre as operações unitárias de industrialização e suas consequências é fundamental para que seja possível produzir e obter arroz parboilizado de alta qualidade. O trabalho foi desenvolvido em conjunto com a Arrozeira Pelotas, onde foram coletadas amostras e realizadas isotermas de hidratação, posteriormente foram realizadas também em laboratório com os mesmos parâmetros e matéria prima utilizados pela indústria, com o objetivo de comparar com os resultados obtidos na indústria na etapa de encharcamento. O trabalho teve como finalidade observar o comportamento da absorção de água pelos grãos em função do tempo, temperatura e umidade inicial dos grãos. A realização das isotermas de hidratação foram de grande importância para identificar que a mistura varietal utilizada pela empresa não é um problema no quesito de absorção de água.

PALAVRAS-CHAVE: controle de qualidade, beneficiamento, processamento.

MONITORING A LINE IN PARBOILED RICE

ABSTRACT: Rice (*Oryza sativa* L.) is among the main cereals consumed and produced in the world, becoming the staple food for a large portion of the world's population. The grains go through processing processes until they reach the final consumer. The three main ways that processed rice is consumed, in order of importance, are white, parboiled and brown rice. Parboiling is a hydrothermal process that consists of hydration, gelatinization and drying, steps that are carried out before the grains are subjected to husking. Parboiling causes numerous changes in rice that are closely linked to the techniques used in processing. Inefficiencies in the steps can not only invalidate the benefits that this process adds to the grain, but also reduce the nutritional value and lead to a low-quality final product. The increase in studies on

industrialization unit operations and their consequences is essential to make it possible to produce and obtain high quality parboiled rice. The work was developed together with Arrozeira Pelotas, where samples were collected and hydration isotherms were carried out, later they were also carried out in the laboratory with the same parameters and raw material used by the industry, with the objective of comparing with the results obtained in the industry in soaking step. The purpose of this work was to observe the behavior of water absorption by the grains as a function of time, temperature, and initial humidity of the grains. The realization of hydration isotherms was of great importance to identify that the varietal mixture used by the company is not a problem in terms of water absorption.

KEYWORDS: quality control, acondicioning, processing.

INTRODUÇÃO: Os grãos de arroz passam por processos de beneficiamento até chegarem ao consumidor final. As três principais formas que o arroz beneficiado é consumido, em ordem de importância, são arroz branco, parboilizado e integral. O arroz parboilizado inclui o tratamento hidrotérmico com três etapas adicionais ao processo de beneficiamento convencional, ou seja, previamente ao descascamento e polimento, é submetido à hidratação, autoclavagem e secagem (SARANGAPANI et al., 2016). Durante esse tratamento, o amido é gelatinizado, passando de uma forma cristalina para amorfa, tornando uma textura de endosperma mais densa e translúcida (AMATO; ELIAS, 2005). Dessa forma, o grão adquire maior resistência ao polimento, minimizando a porcentagem de quebra durante o beneficiamento e também diminui a remoção excessiva de compostos importantes do ponto de vista nutricional. Além disso, o processo de parboilização gera grãos mais soltos quando cozidos, tem maior rendimento, exige menos óleo no cozimento, pode ser reaquecido várias vezes, mantendo suas propriedades nutricionais, são menos suscetíveis ao ataque de pragas e insetos e conserva-se por mais tempo, devido ao efeito de pasteurização enzimática e microbiológica (VILLANOVA et al., 2017). As inúmeras modificações que a parboilização causa no arroz estão intimamente vinculadas às técnicas empregadas no beneficiamento, ineficiências nas etapas não só podem invalidar os benefícios mencionados acima, como reduzir o valor alimentício que o cereal possuía originalmente. Aumentar os estudos das operações unitárias da industrialização e suas consequências é imprescindível para que seja possível a produção e obtenção de um arroz parboilizado de alta qualidade. A autoclavagem certamente é a etapa mais importante do processo, pois é na autoclavagem que ocorre a gelatinização dos grânulos de amido. É nesta etapa que ocorre a reestruturação da cariopse que diminui os teores de grãos quebrados durante o beneficiamento, além disso ocorre a fixação dos nutrientes que migraram por difusão para o interior do grão junto com a água na operação de encharcamento que acontece anteriormente à autoclavagem. Uma gelatinização uniforme e completa garante a qualidade do produto, todavia, quanto mais severa for a autoclavagem maior será o grau de gelatinização, mas consequentemente mais escuro será o arroz, o que provoca uma menor aceitação por parte dos consumidores (OLIVEIRA; AMATO, 2021). A etapa de encharcamento dos grãos é essencial, pois é nesta etapa que os grãos devem absorver o teor de umidade ideal para que seja possível a completa gelatinização do amido na etapa de autoclavagem. Na etapa de hidratação ou encharcamento, o arroz ainda com a casca é imerso em água, a temperatura da água deve ser inferior à temperatura de gelatinização do amido, que pode variar de 58 a 70°C dependendo do genótipo. O período de hidratação ocorre normalmente de 4 a 7 horas sendo este influenciado pela cultivar, pelas condições de cultivo, tempo de armazenamento e umidade de entrada, grande parte das indústrias realiza esta etapa por vapor aquecido em estruturas fechadas, permitindo que o grão atinja a hidratação apropriada (cerca de 30% - 35%) de umidade (DE OLIVEIRA et al., 2020). Para a determinação de parâmetros ideais, como o tempo e a temperatura de encharcamento é recomendado que sejam feitas isotermais de hidratação. As

isotermas de hidratação desempenham um papel essencial no entendimento e na otimização da etapa de hidratação do arroz. Essas curvas representam a relação entre o teor de umidade dos grãos de arroz e a atividade da água em condições específicas. O estudo das isotermas de hidratação é fundamental para compreender como a água é absorvida e retida pelos grãos durante a etapa de hidratação. A curva isotérmica de hidratação oferece insights valiosos sobre as características físicas e estruturais do arroz parboilizado, permitindo ajustar as etapas do processo para alcançar a qualidade desejada. Ao compreender como diferentes temperaturas e tempos de hidratação afetam a absorção de água pelos grãos, é possível ajustar os parâmetros utilizados para obter uma umidade ideal de autoclavagem e para a retenção de nutrientes no interior do grão. As isotermas de hidratação são ferramentas cruciais na pesquisa e no desenvolvimento de processos de parboilização de arroz, pois elas fornecem informações valiosas para otimizar as etapas do processo, garantir a qualidade do produto final e contribuir para a eficiência da produção de arroz parboilizado. De maneira geral, o consumidor de arroz tem preferência por um produto uniforme, da mesma forma, o desempenho adequado no beneficiamento com elevado rendimento de grãos inteiros e baixo percentual de defeitos, é almejado por produtores e indústrias. O índice de quebra durante o beneficiamento dos grãos e o percentual de defeitos afeta o valor do produto no mercado, onde perdas nesta etapa significam prejuízos para toda a cadeia de produção do arroz, pois o beneficiamento é umas das últimas etapas antes do produto ser comercializado. Neste contexto, objetiva-se com o presente trabalho observar o comportamento da absorção de água pelos grãos em função do tempo, temperatura e umidade inicial dos grãos.

MATERIAL E MÉTODOS: No Laboratório de Agrotecnologia da Universidade Federal de Pelotas foram elaboradas curvas de hidratação com a matéria prima utilizada pela indústria, sendo a mesma uma mistura de variedades. Foi utilizado uma relação de peso de grãos e água de 1:1,4 assemelhando-se a relação utilizada pela indústria. Foram colocadas 50 g em embalagens de 100mL, posteriormente foi realizado o preenchimento com 70 mL de água destilada a uma temperatura de 63,5 °C, sendo realizada três repetições. Para o encharcamento o tempo utilizado foi de 0 a 300min, com temperatura mantida constante durante todo o tempo de encharque em 63,5°C. A determinação da absorção de água se deu em intervalos regulares de 30min, após este tempo as amostras foram retiradas da embalagem e realizada a remoção do excesso de água. Em seguida foi calculado a absorção efetiva de água pelos grãos através da equação 1: $\text{Absorção de água (\%)} = ((\text{Mu} - \text{Ms}) / \text{Mu}) * 100$ (Equação 1). Onde: MU = Massa úmida (g) no tempo T_i (Tempo que a amostra foi retirada do banho de imersão) e MS = Massa seca (g) da amostra. Para a realização foi coletada amostra diretamente da empresa quando a matéria prima estava sendo puxada para o encharque, em seguida no laboratório foram pesados em balança de precisão, 60 g de arroz e colocadas em garrafinhas de vidros. Após a colocação do arroz foi adicionado 70 mL de água quente com temperatura de 63,5°C, sendo está temperatura idêntica a indústria, a qual foi determinada com termômetro digital. Para realizar as três repetições foram necessários trinta vidros, pois durante os 300min de encharque foi retirada uma garrafinha a cada 30min de cada amostra totalizando então dez por amostragem. Após a retirada da estufa, a qual foi mantida com temperatura constante de 63,5°C durante todo o tempo do processo, foi removido o excesso de água e a massa de grãos foi novamente pesada em balança de precisão para a obtenção da massa úmida. Para a realização das curvas de hidratação na empresa foi elaborado um coletor de amostras para coletar as amostras diretamente dos tanques de encharque da arrozeira, sendo o mesmo com o fundo perfurado com objetivo de remover o excesso de água da amostra. O intervalo de coleta de amostras nesse caso foi de uma hora. A umidade dos grãos foi determinada utilizando o equipamento Gehaka CA 50.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A determinação das isotermas de absorção de água realizadas neste trabalho foram desenvolvidas para conhecer o comportamento da mistura varietal utilizada pela indústria na etapa de encharcamento. Este conhecimento é fundamental para o êxito do processo, uma vez que a absorção de água depende de vários fatores, sendo diferente para cada cultivar. Foram feitas isotermas de hidratação no Laboratório de Agrotecnologia da Universidade Federal de Pelotas com o objetivo de obter curvas de hidratação da mistura varietal e compará-las com as curvas de hidratação realizadas durante o processo de parboilização da indústria. Na (Figura 1) a seguir é possível observar as massas úmidas obtidas nas amostras em seus respectivos tempos, no experimento realizado em laboratório.

Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3	
Tempo (min)	Massa úmida (g)	Tempo (min)	Massa úmida (g)	Tempo (min)	Massa úmida (g)
30	62,32	30	63,85	30	65,55
60	65,58	60	65,92	60	67,53
90	69,15	90	69,43	90	69,62
120	70,66	120	68	120	69,99
150	68,1	150	71,14	150	69,43
180	71,11	180	71,34	180	71,15
210	72,05	210	73,41	210	71,51
240	71,71	240	74,3	240	71,51
270	72,36	270	73,57	270	73,84
300	73,51	300	73,85	300	74,75

Figura 1 - Massas úmidas das amostras.

Após a obtenção das massas úmidas foi possível determinar o comportamento da absorção de água pelos grãos no decorrer do tempo (Figura 2), através da equação 1.

Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3	
Tempo (min)	Umidade (%)	Tempo (min)	Umidade (%)	Tempo (min)	Umidade (%)
0	12	0	12	0	12
30	19,76	30	21,69	30	23,72
60	23,75	60	24,14	60	25,96
90	27,69	90	27,99	90	28,18
120	29,24	120	28,47	120	28,56
150	29,58	150	29,72	150	29
180	29,69	180	29,91	180	29,73
210	30,27	210	31,89	210	30,08
240	30,61	240	32	240	30,08
270	30,9	270	32,03	270	32,28
300	31,98	300	32,3	300	33,11

Figura 2 - Umidades obtidas em seus respectivos tempos de hidratação.

Com os resultados obtidos na (Figura 2) foi elaborado as curvas de hidratação (Figura 3), na qual pode-se observar o comportamento da absorção de água ao decorrer do tempo pela matéria prima utilizada.

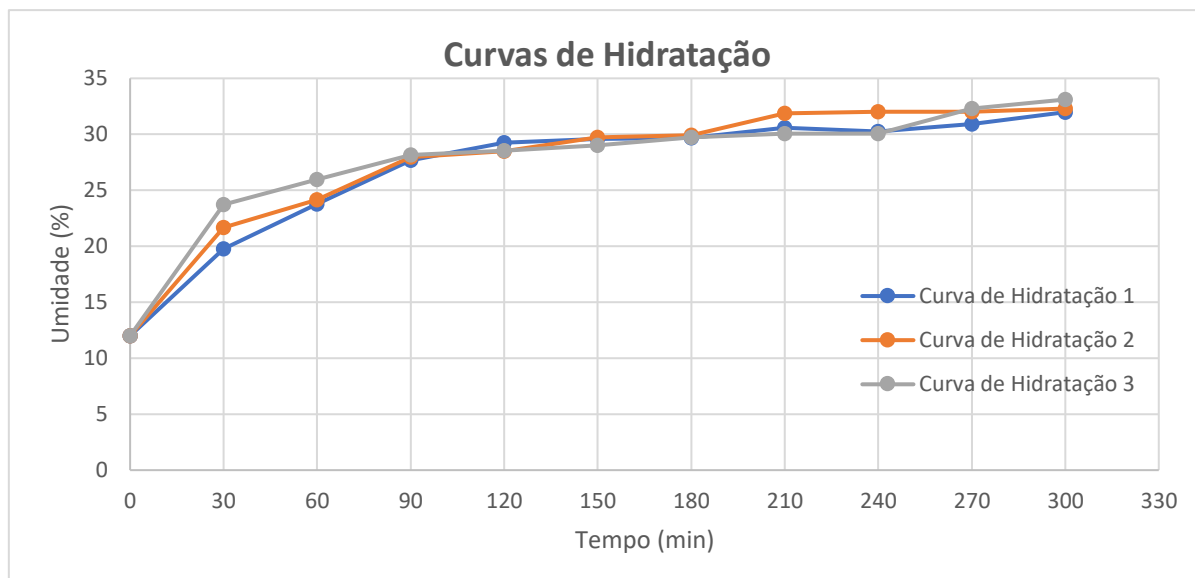


Figura 3 - Curvas de Hidratação realizadas em laboratório.

Para comparar os resultados obtidos em laboratório foi realizada três curvas de hidratação coletando amostras durante o processo utilizado na empresa (Figuras 4 e 5). Podemos observar a umidade dos grãos em relação ao tempo de encharque, as amostras foram coletadas de hora em hora.

Curva de hidratação 1		Curva de hidratação 2		Curva de hidratação 3	
Tempo= 5:30h e T=63,5°C		Tempo= 5h e T=63,5°C		Tempo= 5h e T=66,5°C	
Tempo (min)	Umidade (%)	Tempo (min)	Umidade (%)	Tempo (min)	Umidade (%)
0	12,4	0	12,5	0	11,4
60	28,24	60	28,12	60	28,95
120	28,63	120	29,65	120	31,34
180	29,56	180	30,27	180	32,89
240	31,87	240	31,01	240	34,41
300	32,37	300	32,47	300	34,85
330	32,98	-	-	-	-

Figura 4 – Umidades obtidas em seus respectivos tempos de hidratação.

Na Figura 5 pode-se observar o comportamento das curvas de hidratação realizadas na empresa.

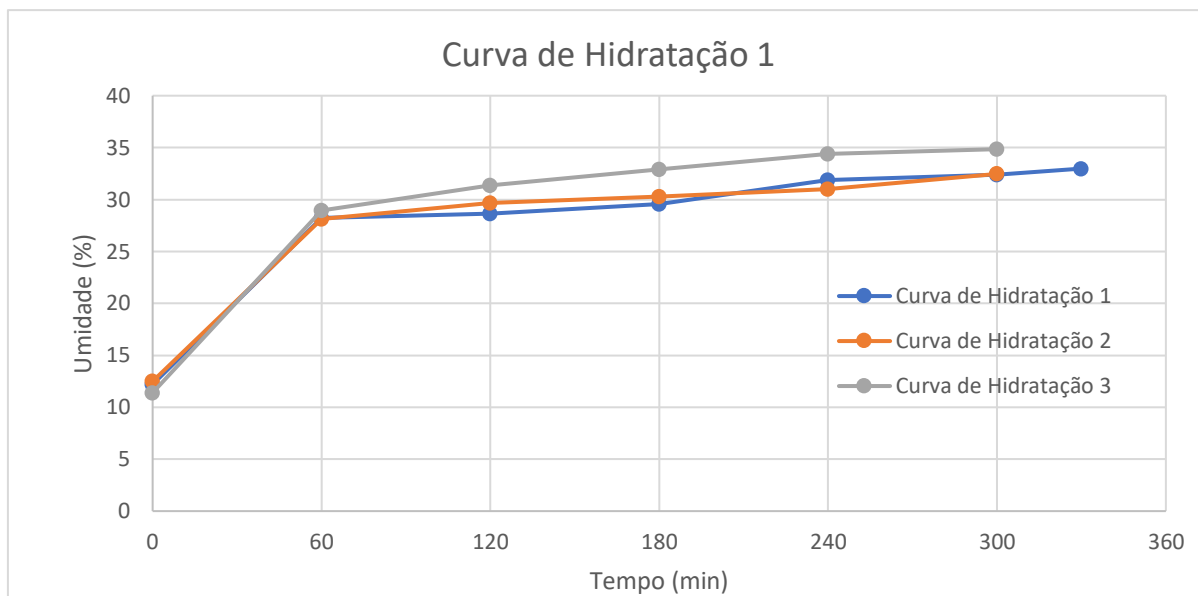


Figura 5 - Curvas de Hidratação realizadas na empresa.

É possível observar que em todas as curvas de hidratação desenvolvidas, tanto em laboratório quanto diretamente do sistema de produção, o teor de água adquirido pelos grãos é muito rápido até os 60 min de encharcamento e depois a taxa decai drasticamente até o final do encharcamento. Mesmo na curva de hidratação 3 realizada na indústria onde a temperatura utilizada no processo foi 66,5°C, não houve um grande aumento na absorção de água final pelos grãos chegando próximo aos 35% de umidade. Com isso pode-se afirmar que mesmo a indústria utilizando uma mistura varietal como matéria prima os parâmetros de tempo e temperatura utilizados estão adequados para a etapa de encharcamento. Villanova et al. (2020) chegaram à conclusão que o encharcamento a 65 °C por 300 min, sendo estes parâmetros semelhantes ao utilizado pela empresa. Os autores também recomendaram para a maioria das cultivares mais plantadas do estado, dentre elas estando a Cultivar IRGA 424 RI que representa cerca de 55% de toda a área cultivada com arroz no Rio Grande do Sul na atual safra. Porém é válido ressaltar que existem exceções como, por exemplo, as variedades híbridas. No início do encharcamento, a capacidade de absorção é máxima em razão do arroz estar seco e o equilíbrio se estabelece rapidamente. Além disso, no início da hidratação, a pressão de vapor da água do arroz em casca é praticamente zero, e o ar presente no endosperma é expulso por meio de espaços vazios, entre a casca e o endosperma e microporos do grão (capilaridade), sendo substituído por água aquecida, que causa a reorientação das moléculas de amilose e amilopectina, e consequentemente os grânulos de amido são hidratados rapidamente. Como resultado, o endosperma se satura, tendendo a uma estabilização, ou seja, a capacidade de absorção de água vai ficando cada vez menor, aumentando gradativamente o tempo necessário ao incremento de cada ponto de umidade (AMATO; ELIAS, 2005).

CONCLUSÕES: A realização das isotermas de hidratação foram de grande importância para identificar que a mistura varietal utilizada na empresa não é um problema no quesito de absorção de água. Entretanto é indicado que sejam realizados estudos a fim de determinar o melhor cenário, ou seja, a melhor temperatura e tempo de encharque para a situação de utilização da matéria prima com umidade inferior a 13%. Também é indicado que indústria faça o controle do encharque através da curva de hidratação periodicamente.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa aos autores.

REFERÊNCIAS:

AMATO, G. W; ELIAS, M.C. **A parboilização do arroz**. 1. ed. Porto Alegre: Ricardo Lenz, 2005. 160p.

DE OLIVEIRA, M.; FERREIRA, C.D.; LANG, G.H.; ROMBALDI, C.V. Brown, White and Parboiled Rice. In: Costa de Oliveira A., Pegoraro C., Ebeling Viana V. (eds). *The Future of Rice Demand: Quality Beyond Productivity*. Springer Nature Switzerland AG, 2020. p.25-45.

OLIVEIRA, Maurício de (org.); AMATO, Gilberto Wageck (org.). *Arroz, Tecnologias, processos e usos*. São Paulo: Blucher, 2021. 224 p.

SARANGAPANI, C. et al. Efeito do plasma de baixa pressão nas propriedades físico-químicas e funcionais da farinha de arroz parboilizada LWT - Food Sci. Technol. (2016)

VILLANOVA, F. A.; VANIER, N. L.; MADRUGA, N. DE A.; PESEK, J.; MATYSKAPESK, M.; ELIAS, M. C.; DE OLIVEIRA, M. Improvement of the quality of parboiled rice by using anti-browning agents during parboiling process. **Food Chemistry**, v. 235, p.51-57, 2017.

VILLANOVA, F. A.; EL HALAL, S. L. M.; VANIER, N. L.; POLIDORO, E.; WANG, Y. J.; OLIVEIRA, M. Physicochemical and cooking quality characteristics of South American rice cultivars parboiled at different steaming pressures. **Cereal Chemistry**, v. 97, n. 2, p. 472-482, 2020.