**MONITORAMENTO DE LINHA DE PROCESSO DE ARROZ PARBOILIZADO**

**ITAEL GOMES BORGES1, LIAMARA STRELOW FERREIRA2, KARINE VON AHN PINTO3, JOÃO LUIZ GONÇALVES LOPES4, GIZELE INGRID GADOTTI5**

1 Bacharelando 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 Bacharelando Eng. Agric., Centro de Engenharias UFPel, joao.luizgl@hotmail.com

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

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC

08 a 11 de agosto de 2023

**RESUMO**: 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. 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 trabalho foi desenvolvido em conjunto com a uma empresa, onde foram coletadas amostras da matéria prima e amostras após o encharque, após a gelatinização e após a secagem nos secadores de leito fluidizado, sendo realizado duas repetições de coleta de amostras. Em seguida foi feito o rendimento industrial, utilizando engenho de prova para realizar o descascamento e polimento dos grãos. O trabalho teve como finalidade analisar os parâmetros utilizados nas etapas do processo de parboilização do arroz, verificando quais acarretam alto índice de quebra e de grãos com defeitos. Os controles de temperatura e tempo de encharque, pressões e temperaturas de autoclaves bem como as temperaturas utilizadas na secagem influenciam diretamente na qualidade do produto final, em algumas situações acarretando altos percentuais de grãos defeituosos ou quebrados ao final do processo.

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

**PARBOILED RICE PROCESS LINE MONITORING**

**ABSTRACT**: The three main ways processed rice is consumed, in order of importance, are white rice, parboiled rice, and brown rice. Parboiling is a hydrothermal process consisting of hydration, gelatinization, and drying, and steps are carried out before the grains are subjected to husking. However, inefficiencies in the steps can invalidate the benefits this process adds to the grain, reduce the nutritional value, and lead to a low-quality final product. The work was developed in conjunction with a company, where samples were collected before the rice was subjected to the soaking step, after soaking, after gelatinization, and after drying in fluidized bed dryers, with three repetitions of samples. Then the milling yield was made using a test device to peel and polish the grains. This work aimed to analyze the parameters used in the stages of the rice parboiling process, verifying which ones lead to a high rate of breakage and grains with defects. Temperature and soaking time controls, pressures, and temperatures of autoclaves as well as the temperatures used in drying, directly influence the quality of the final product, in some situations resulting in high percentages of defective or broken grains at the end of the process.

**KEYWORDS:** quality control, milling, 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).

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 analisar os parâmetros utilizados nas etapas do processo de parboilização do arroz, verificando quais acarretam alto índice de quebra e de grãos com defeitos.

**MATERIAL E MÉTODOS**

 O experimento foi realizado diretamente na linha de produção de arroz parboilizado da Arrozeira Pelotas situada na cidade de Pelotas RS, foram realizadas duas repetições de coletas de amostras. A indústria não possui sistema de segregação dos lotes por cultivar, sendo assim a matéria prima que era processada pela empresa no momento do experimento foi uma mistura varietal. Foram coletadas amostras da matéria e amostras após o encharcamento, após a autoclavagem e após a secagem em secador de leito fluidizado.

 As amostras foram coletadas em todas as etapas citadas anteriormente, retiradas 200g em cada, sempre na linha 2 de processo de encharque dos tanques 10 e 6, respectivamente. Os parâmetros que a empresa estava utilizando em cada etapa do processo de parboilização no momento da coleta das amostras foram: encharque de5:30h com temperatura de 62°C variando entre 61,5 e 62,5°C, autoclavagem com temperatura de 103,1°C e pressões de 0,188 bar e 0,170 bar, secagem em leito fluidizado com temperaturas de 75,9; 110,8 e 112,5 °C e umidade de saída do leito=23%. Após a coleta as amostras foram levadas para o laboratório da empresa e realizada a secagem até́ aproximadamente 13% (com variação de ±0,2%), utilizando secador de prova.

 As amostras foram secas, sendo realizado o controle de temperatura da massa dos grãos com termômetro digital, na qual a temperatura de secagem foi controlada para que a temperatura da massa dos grãos não ultrapassasse os 38 °C. Para a obtenção do rendimento industrial foi utilizado engenho de prova no qual foi possível realizar o descascamento, polimento dos grãos e obtenção do percentual de grãos quebrados.

 Em seguida, as amostras foram levadas para o laboratório de Agrotecnologia da Universidade Federal de Pelotas e realizada a classificação conforme a Instrução Normativa (IN) nº 6 de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que estabelece a porcentagem máxima permitida de grãos ardidos e enegrecidos, não gelatinizado, danificados, rajados, picados ou manchados e quebrados.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nas Tabelas 1 e 2 foram apresentados os resultados obtidos após a classificação das amostras, ao ser feita a análise dos índices de grãos quebrados da matéria prima e compará-los ao índice de quebrados da saída do leito fluidizado, foi possível observar uma redução no índice de quebrados na amostra 1 de 68,8% e 50,9% na amostra 2. A Instrução Normativa (IN) nº 6 de 2009 estabelece que para o arroz parboilizado tipo 1 o limite máximo é 4,5%, com isso não haveria que retirar quebrados para o empacotamento em nenhuma das amostras. Como podem ser observados nos resultados a redução no percentual de grãos quebrados é baixa, um dos fatores que pode ter causado a baixa efetividade na redução do percentual de grãos quebrados foi a pressão de autoclavagem utilizada pela indústria.

 Tabela 1 – Defeitos do grão de arroz de amostras coletadas durante processos unitários.

|  |
| --- |
| **Amostra 1/ tanque 10** |
|  **Matéria prima**  | **Saída do encharque** | **Saída da autoclave** | **Saída do leito fluidizado** |
| **Defeitos** | **(%)** | **Defeitos** | **(%)** | **Defeitos** | **(%)** | **Defeitos** | **(%)** |
| Q | 6,7 | Q | 32,62 | Q | 2,31 | Q | 2,09 |
| A/E | - | A/E | - | A/E | 0,24 | A/E | 0,35 |
| NGel | - | NGel | - | NGel | 0,98 | NGel | 2,88 |
| A | 2,3 | A | 3,15 | A | 3,91 | A | 4 |
| G | 1,12 | G | - | G | - | G | - |
| D | - | D | - | D | 4,87 | D | 2,15 |
| R | 0,25 | R | - | R | 0,16 | R | - |
| P/M | 0,78 | P/M | 0,63 | P/M | 1,04 | P/M | 2,06 |

Legenda: Q – Quebrados; A/E – Ardidos/Enegrecidos; NGel – Não Gelatinizados; A – Amarelos; G – Gessados; D – Danificados; R – Rajados; P/M – Picados/Manchados.

O recomendado pela literatura, como demostrou Villanova *et al*. (2020), para a produção de arroz parboilizado Tipo 1, o qual apresenta maior valor comercial e limite de tolerância de até 4,5% de grãos quebrados, a pressão mínima de autoclavagem deve ser de 0,50 bar durante o tempo de 10min, para quase todos os genótipos estudados. A pressão que estava sendo utilizada pela empresa no momento da coleta das amostras era de 0,188 bar durante o tempo de 20min, ou seja, mesmo o tempo sendo duas vezes maior que o recomendado pela literatura a pressão está abaixo do ideal.

Como podem ser observados nos resultados o percentual de grãos ardidos e enegrecidos nas duas amostras após o processo de autoclavagem foi elevado, ou seja, este defeito ficou acima do permitido pela Instrução Normativa (IN) nº 6 de 2009, que estabelece um percentual máximo de 0,2%. Isto pode ter sido acarretado por excesso de temperatura e pressão nas etapas de autoclavagem e secagem, com isso a qualidade dos grãos foi afetada resultando em grãos ardidos e enegrecidos. Como já́ citado anteriormente, a parboilização melhora o valor nutritivo e recupera danos, aumentando seu rendimento, mas intensifica alguns defeitos biológicos, como grãos manchados e ardidos (ELIAS *et al*., 2015).

Os resultados obtidos após a classificação das amostras em relação ao índice de gelatinização dos grãos mostram que o mesmo se enquadrada dentro do limite aceito pela norma, no qual o percentual máximo é de 20%. Na amostra 2 o percentual de grãos não gelatinizados foi maior na autoclavagem do que na saída do leito fluidizado, pelo fato da amostra ter sido retirada de um lote de 13000 kg, deste modo pode ter acarretado variação nas amostragens. Elias *et al*. (2015) comentam que tempos e/ou temperaturas intensas nessa etapa elevam a incidência de grãos danificados e intensificam a cor dos grãos de arroz (amarelecimento). Em contrapartida, tempos e/ou temperaturas insuficientes nessa fase do processo de parboilização acarretam grãos não gelatinizados, com pouca resistência mecânica fazendo com que o percentual de grãos quebrados se eleve.

 Tabela 2 – Defeitos do grão de arroz de amostras coletadas durante processos unitários.

|  |
| --- |
| **Amostra 2 / tanque 6** |
|  **Matéria prima**  | **Saída do encharque** | **Saída da autoclave** | **Saída do leito fluidizado** |
| **Defeitos** | **(%)** | **Defeitos** | **(%)** | **Defeitos** | **(%)** | **Defeitos** | **(%)** |
| Q | 6,7 | Q | 20,46 | Q | 3,43 | Q | 3,41 |
| A/E | - | A/E | - | A/E | 0,33 | A/E | 0,57 |
| NGel | - | NGel | - | NGel | 1 | NGel | - |
| A | 3,15 | A | 4,43 | A | 3,24 | A | 4,8 |
| G | 3,8 | G | - | G | - | G | - |
| D | 0,2 | D | - | D | 3,58 | D | 3,04 |
| R | - | R | - | R | - | R | - |
| P/M | 0,88 | P/M | 0,58 | P/M | 1,09 | P/M | 1,5 |

 Legenda: Q – Quebrados; A/E – Ardidos/Enegrecidos; NGel – Não Gelatinizados; A – Amarelos; G – Gessados; D – Danificados; R – Rajados; P/M – Picados/Manchados

A classificação de grãos amarelos não é uma exigência da norma, porém a empresa realiza o controle deste quesito visando uma melhor aparência do produto final. Na parboilização é natural que ocorra aumento no amarelamento dos grãos durante o processo, podendo variar de acordo com os parâmetros utilizados no encharque e na autoclavem, quanto mais severas forem as condições utilizadas maior será́ o amarelamento da massa de grãos. Os percentuais de grãos gessados foram identificados apenas na matéria prima, sendo está uma das grandes vantagens do processo de parboilização pois elimina este defeito. Os resultados obtidos mostram que a etapa de autoclavagem provoca um aumento significativo no percentual de grãos danificados, este problema pode ser explicado pela ocorrência de abertura de casca durante a etapa de encharcamento, quanto mais intensa maior é a probabilidade de existir grãos danificados ao final do processo de beneficiamento do lote.

A análise de grãos rajados demonstrou que este defeito não sofreu grandes alterações com o processo de parboilização, pois este é um defeito característico da matéria prima. Percebe-se que o percentual de grãos picados ou manchados apresentou aumento durante o processo de parboilização, os grãos picados são um defeito característico da matéria prima e este aumento é justificado pelo fato que os grãos manchados podem ser resultantes do processo de parboilização, contudo esse defeito está fora do limite estipulado pela norma que é de 1,75%, somente na amostra 1. Este fato já́ havia sido descrito por Elias *et al*. (2015) e na IN 06 onde o arroz parboilizado polido e parboilizado integral, será́ considerado manchado aquele grão que apresentar coloração amarelo-escura a marrom, na base ou região do germe, devido à ação de alta temperatura, ou seja, o grão queimado do arroz parboilizado.

**CONCLUSÃO**

 Ao término do trabalho concluiu-se que cuidados operacionais e com parâmetros utilizados em todas as etapas do processo de parboilização são de suma importância para potencializar os resultados na industrialização de arroz parboilizado, pois os parâmetros utilizados pela indústria não eram adequados, visto que, a redução do percentual de grãos quebrados durante o processo foi relativamente baixa, com redução de 68,8% na amostra 1 e 50,9% na amostra 2. Concluiu-se também que a etapa de autoclavagem está acarretando um alto percentual de grãos defeituosos ao final do processo.

**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

BRASIL, 2009. Instrução Normativa n° 6 de 16 de fevereiro de 2009. Regulamento Técnico do Arroz. MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N. L.; PARAGINSKI, R. T.; SCHIAVON, R. A. Industrialização de arroz por processo convencional e por parboilização. In: ELIAS, M. C.; ELIAS, Moacir Cardoso; OLIVEIRA, Maurício de; VANIER, Nathan Levien. Qualidade de arroz na pós-colheita e na agroindústria: análise, conservação e tipificação. Pelotas: Santa Cruz, 2015. 221 p.

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. Tecnol. (2016)

VILLANOVA, F. A.; VANIER, N. L.; MADRUGA, N. DE A.; PESEK, J.; MATYSKAPESEK, 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.