

“PROCESSO PARA AUMENTAR O RENDIMENTO DE INTEIROS E ACELERAR O ENVELHECIMENTO DO ARROZ RECÉM COLHIDO ATRAVÉS DE TRATAMENTO POR MICROONDAS”

Trata o presente relatório da descrição detalhada de um novo processo para aumentar o rendimento de grãos inteiros de arroz, e acelerar o envelhecimento do arroz recém colhido através de tratamento térmico por microondas, que produz alterações físico-químicas nos componentes dos grãos de arroz recém colhido capazes de aumentar a sua resistência à quebra e produzir efeito de envelhecimento, tendo como objetivo principal o de aumentar o rendimento de arroz inteiro e melhorar a qualidade de cozimento do arroz recém colhido, sendo um processo executado em um tempo curto e com consumo energético relativamente baixo.

O arroz, ao contrário de outros cereais, é consumido preferencialmente na forma de grãos inteiros, assim, um critério importante para a indústria de processamento de arroz é o de maximizar o seu rendimento em grãos inteiros após o beneficiamento. Para o consumo final o arroz precisa ser beneficiado, ou seja, necessita ser secado, descascado e brunido até o estado de branco polido. Durante as etapas de secagem e beneficiamento os grãos estão sujeitos a esforços mecânicos que podem causar trincas e fissuras, que são responsáveis pela sua quebra. A secagem é uma das operações que mais contribui para tal ocorrência. Quando a massa dos grãos alcança temperaturas superiores a 45 °C, levando a uma taxa excessiva de transporte de umidade no interior do grão, estabelecem-se elevados gradientes de umidade que produzem tensões geradoras de trincas e fissuras que enfraquecem o grão e causam a sua quebra durante o beneficiamento. As conseqüências econômicas disto são significativas porque o valor do arroz quebrado é muito menor, entre um terço e metade do valor do arroz inteiro.

Além da importância econômica do arroz inteiro, a dificuldade de manter constante a qualidade do arroz comercializado durante o ano, nos períodos de safra e entressafra, causa sérios transtornos para as empresas beneficiadoras, pois o arroz recém colhido não apresenta o mesmo padrão de qualidade que o colhido e armazenado por 5 seis meses ou mais, ou seja, o arroz envelhecido naturalmente. O envelhecimento natural através da armazenagem do arroz é um passo normal entre a colheita e o consumo e é exigida para alterar certas propriedades físico-químicas do arroz. Esta armazenagem produz o envelhecimento natural, melhorando algumas características do arroz, como por exemplo, a adesividade dos grãos, modificando-o de um produto aglutinante e 10 pegajoso para um relativamente solto após o cozimento. Essas alterações ocorridas na armazenagem são importantes na determinação da qualidade de beneficiamento, cozimento e culinária dos grãos de arroz, que são afetadas pelo envelhecimento.

A qualidade do arroz, como a de qualquer outro produto alimentício, é avaliada de acordo com o gosto e costume dos consumidores, para uso específico como 15 produto final, sendo normalmente classificada em quatro áreas inter-relacionadas: qualidade industrial, qualidade culinária e de processamento, qualidade nutritiva e qualidade de padrão específico. As qualidades culinárias e de palatabilidade variam de país para país e de região para região, mas pode-se definir dois tipos básicos de consumidores, dependendo da textura do arroz após o cozimento: (1) preferência pelo 20 arroz solto, seco e macio, (2) opção por arroz mais úmido e um pouco pegajoso. A avaliação destes dois grupos indicou o teor de amilose ou relação amilose/amilopectina, a temperatura de gelatinização e as características amilográficas como as propriedades físico-químicas mais importantes do arroz, sendo responsáveis pela maioria das

diferenças encontradas nos diferentes cultivares. No Brasil é desejável a qualidade do arroz solto e seco, macio e com aroma, que são características do arroz envelhecido.

As pesquisas internacionais mais recentes sobre o processamento de arroz envolvem medidas de transições de estados poliméricos nos grãos de arroz e estudos de mudanças na qualidade do arroz durante a secagem, que conduziram a uma hipótese que explica a ocorrência e o desenvolvimento de fissuras. A hipótese (denominada hipótese de transição vítrea ou hipótese  $T_g$ ) atribui a formação de fissuras a tensões diferenciais dentro do grão, produzidas quando o grão (ou várias seções do grão) sofre transição do estado amorfo para o vítreo. A presença de gradientes de umidade, como os gerados no processo de secagem, causaria transições de estado em diferentes seções do grão quando submetido a uma rápida alteração da temperatura. A mudança de estado do amido, que ocorre na temperatura de transição vítrea ( $T_g$ ), desempenha um importante papel na formação de trincas e de quebras no arroz; este fato resultou no desenvolvimento de uma hipótese, que incorpora o conceito de transição vítrea para explicar as trincas e quebra no arroz durante a secagem. Experimentos foram conduzidos com arroz sob três condições de secagens, duas com uma temperatura de ar de secagem acima da  $T_g$  e uma abaixo da  $T_g$ , para quatro diferentes durações e têmpera entre 0 e 240 minutos à mesma temperatura do ar de secagem. Os resultados mostraram que poderiam ser usadas temperaturas do ar de secagem de até 60 °C, sem redução do rendimento de arroz inteiro, contanto que uma têmpera suficiente fosse aplicada a uma temperatura acima da  $T_g$  do arroz.

O amido é o principal constituinte do arroz, um polímero parcialmente cristalino, parcialmente amorfo, cujas propriedades térmicas e materiais mudam dependendo da temperatura e dos gradientes de conteúdo de umidade gerados durante o

processamento. A maioria das mudanças durante o processamento acontece na região amorfa nas temperaturas de até 60 °C e nos conteúdos de umidade aplicáveis durante a secagem do arroz. As propriedades físicas e térmicas dos materiais amorfos, como calor específico, volume específico, coeficientes de expansão e módulo de elasticidade, mudam quando eles passam por uma temperatura de transição vítrea ( $T_g$ ). Em temperaturas abaixo da  $T_g$ , os materiais amorfos são vítreos com alta viscosidade e densidade, mas com baixo coeficiente de expansão. Nas temperaturas acima da  $T_g$ , eles são amorfos com coeficiente de expansão mais alto e densidade mais baixa. A  $T_g$  está inversamente relacionada ao conteúdo de umidade, com aumentos da umidade acarretando diminuições da  $T_g$ . Traçando os valores da  $T_g$  contra seu conteúdo de umidade correspondente gera um diagrama de estado que pode ser usado para prever as propriedades mecânicas dos grãos a uma particular temperatura e conteúdo de umidade.

Os efeitos da temperatura de transição vítrea  $T_g$  e do gradiente de umidade no interior do grão durante a secagem se traduzem em variações dos rendimentos de arroz inteiro. Os resultados mostraram que o gradiente de umidade máximo existiu ao longo do eixo curto do grão de arroz. Altos gradientes de umidade produzidos devido ao alto conteúdo de umidade inicial dos grãos e a alta temperatura do ar de secagem resultam na redução do rendimento de inteiros. Na região vítrea abaixo da  $T_g$ , a secagem do arroz não produz redução mensurável do rendimento de arroz inteiro, mas, na secagem acima da  $T_g$ , na região amorfa, verifica-se uma marcada diminuição no rendimento de arroz inteiro após a secagem. Quando as temperaturas de secagem estão abaixo da temperatura de transição vítrea e a secagem transcorre na região vítrea, o rendimento de arroz inteiro reduz pouco com o aumento da duração da secagem. Quando a secagem entra na região amorfa, lá existe um limite de duração da secagem

além da qual o rendimento de arroz inteiro incorre numa diminuição drástica. Este limite de duração de secagem coincide com o período de ocorrência do gradiente de umidade máximo. O máximo gradiente de umidade desempenha um papel importante, regulando a tendência de rendimento de arroz inteiro quando a secagem se realiza na região amorfa.

5                   A taxa de evaporação é o principal fator responsável pela redução da qualidade do grão, quando esta permanece baixa durante a secagem, o rendimento de arroz inteiro não é afetado pelas altas temperaturas. As condições de secagens (tempo, temperatura e umidade relativa do ar de secagem) afetam o rendimento de arroz inteiro. A temperatura do ar sozinha não pode explicar a degradação de qualidade do arroz observada durante a secagem, mas é notável uma forte interação entre a temperatura do ar e a capacidade de evaporação no rendimento de grãos inteiros. As trincas normalmente ocorrem entre as paredes das células do endosperma e raramente as atravessam e não são as paredes das células que falham quando estão sobre-tencionadas, mas sim o material que une estas paredes. Os materiais de ligação intercelular são plásticos acima de 21 % de umidade e ficam progressivamente inelásticos com a redução no conteúdo de umidade. As trincas debilitam o grão estruturalmente, tornando-o mais suscetível à quebra durante o beneficiamento e operações de manuseio.

20                   A resistência do arroz integral ao esmagamento e à quebra também aumenta bastante com o envelhecimento. O aumento da dureza é refletido na elevação da resistência ao brunimento durante o beneficiamento e no aumento do rendimento de grãos inteiros do arroz envelhecido de três a seis meses. Isto se torna relevante para a qualidade do arroz, conseqüentemente para o preço e a aceitação do mesmo no mercado. Alterações na qualidade de cozimento do arroz são observadas durante o envelhecimento, tal como aumentos na expansão volumétrica e na absorção de água

durante o cozimento, que são resultantes do envelhecimento do arroz recém colhido durante a armazenagem, tanto na forma de arroz em casca, quanto integral ou beneficiado. Com isso, o arroz envelhecido absorve menos água a 70 °C que o arroz recém colhido. Este resultado reflete o aumento na insolubilidade do amido e das proteínas do arroz durante o envelhecimento, resultando em uma menor taxa de cozimento. Como resultado verifica-se um tempo de cozimento ótimo para o arroz beneficiado em tomo de 4 a 6 minutos mais longo após 6 meses de armazenagem que o do recém colhido.

O processo aqui proposto viabiliza o desenvolvimento da aplicação industrial de uma tecnologia de tratamento térmico por microondas no arroz em casca recém colhido para produzir alterações físico-químicas nos componentes dos grãos capazes de aumentar a sua resistência à quebra e produzir efeito de envelhecimento com o objetivo principal de aumentar o rendimento de arroz inteiro e melhorar a qualidade de cozimento do arroz recém colhido.

O processo desta invenção aumenta o rendimento de arroz inteiro e melhora a qualidade de cozimento do arroz recém colhido pelo tratamento por microondas, com baixo consumo de energia e curto tempo de processamento.

A utilização da energia de microondas, com suas características intrínsecas de aquecimento capazes de produzir calor simultaneamente em um corpo desde o centro até a superfície, quando aplicada aos grãos de arroz beneficiado ou em casca úmido, possibilita alcançar temperaturas elevadas nos grãos produzindo uma gelatinização parcial do amido. Esta gelatinização, além de promover um "reparo" na região trincada do grão, também aumenta a sua resistência mecânica após a retrogradação. O aquecimento por microondas não produz gradientes de temperatura e

umidade tão elevados quanto o aquecimento convencional, onde o calor é transferido da superfície para o centro do grão por condução. Assim, este processo de tratamento por microondas é capaz de produzir um efeito de gelatinização onde a taxa de redução das trincas já formadas supere a taxa de formação de novas trincas, durante o processo completo de aquecimento e resfriamento, e que resulta na efetiva redução da quebra de grãos e conseqüente aumento do rendimento de arroz inteiro.

O processo para envelhecimento acelerado do arroz recém colhido e aumento do rendimento dos grãos, através de tratamento por microondas, objeto da presente patente, refere-se a um processo artificial de envelhecimento do arroz, o qual possui extremo interesse industrial, pois produz um arroz de boa qualidade, em um tempo relativamente curto, suprimindo as necessidades da entressafra, com as mesmas características ou muito semelhantes, quase imperceptíveis, da qualidade do arroz envelhecido naturalmente, além de aumentar o rendimento dos grãos de arroz inteiros. A aplicação do aquecimento por microondas no tratamento de envelhecimento artificial acelerado do arroz pode ser feita no arroz em casca, no descascado, ou no arroz branco polido. Para produzir as alterações físico-químicas que caracterizam o envelhecimento é necessário elevar a temperatura do grão acima da temperatura de gelatinização do amido do arroz, ao redor de 90 °C. Mas se estas temperaturas forem obtidas por processos convencionais, que dependem da convecção e condução do calor, serão produzidos gradientes elevados de temperatura e umidade, e conseqüentemente enormes tensões internas ao grão, podendo causar a sua quebra e uma excessiva redução no rendimento de grãos inteiros após o beneficiamento do arroz.

Com a utilização da energia de microondas, da forma como proposta neste relatório de patente, é possível obter um aquecimento da massa do grão com um

todo, sem que haja o surgimento de gradientes de temperatura, umidade e elevadas tensões internas ao grão de arroz, produzindo um envelhecimento artificial acelerado e um aumento do rendimento dos grãos inteiros de arroz. O arroz tratado por este método assemelha-se ao envelhecido naturalmente no comportamento de cozimento e pontuação  
5 em painel de análise sensorial, mas difere do arroz parboilizado, pois os grânulos de amido não estão totalmente gelatinizados.

Para o tratamento por microondas, o arroz deve ser colhido com o maior conteúdo de umidade possível, em torno de 22-25 %. O arroz pode passar por uma pré-limpeza com corrente de ar ou peneiramento, para retirar impurezas e grãos muito  
10 leves, porém sem produzir modificações no conteúdo de umidade dos grãos de arroz, que em seguida passam por um "trieur" para retirada de grãos descascados e quebrados, sendo este um tratamento preliminar opcional.

Após a etapa de pré-limpeza o arroz recém colhido úmido é tratado pela aplicação da energia de microondas. Este tratamento produz uma gelatinização parcial  
15 do amido do arroz. Para alcançar este propósito, o nível de energia de microondas aplicado deve ser suficiente para que a temperatura do arroz permaneça dentro de uma faixa de cerca de 95 °C a aproximadamente 100 °C por pelo menos 2 minutos (temperatura de tratamento). A obtenção de temperaturas dentro desta faixa deve ser alcançada preferivelmente dentro de um período de tempo de aproximadamente 1 a 2  
20 minutos (rampa de aquecimento). Temperaturas mais altas devem ser evitadas para não causar quebras excessivas dos grãos de arroz. Também o período de tempo necessário para obter a temperatura não deve ser excessivamente longo, pois, senão a eficiência de processo é diminuída. Para manter a temperatura do arroz no intervalo referido acima



deve ser utilizado um controle da potência de microondas do aplicador como função da temperatura do produto sob tratamento.

Para o propósito desta invenção, o termo "energia de microondas" refere-se à radiação eletromagnética com comprimento de onda de 1 mm a 300 mm, preferencialmente nas faixas de frequências de 915 MHz e 2450 MHz, como permitido pela legislação e convenções internacionais. A energia de microondas é igual a  $hf$  onde  $h$  é a constante de Planck, i.e.,  $6,625 \times 10^{-34}$  J.s, e  $f$  é a frequência das radiações eletromagnéticas de microondas. A energia de microondas pode ser fornecida por um magnetron convencional. A energia de microondas é entregue por guias de onda ao arroz úmido contido em um recipiente apropriado e que pode ser utilizado com a emissão de microondas. Tal recipiente pode ser exemplificado por um recipiente cilíndrico convencional, hermeticamente vedado para evitar o escape de vapor e que preferivelmente contenha sensores para monitorar a temperatura dos grãos de arroz e controlar a potência do gerador de microondas, para realizar o tratamento por microondas na temperatura programada.

O arroz em casca, após o tratamento por microondas, deve ser resfriado rapidamente para evitar o desenvolvimento de gradientes de umidade dentro dos grãos de arroz.

O arroz em casca, após o resfriamento, deve ser seco para conter não mais do que cerca de 14 % de umidade de modo que seja adequado para o beneficiamento. A secagem pode ser realizada pelo uso de secadores convencionais, por exemplo, secadores rotativos, secadores de coluna, etc. O ar quente deve estar a uma temperatura dentro do intervalo de cerca de 50 até cerca de 120 °C.

A temperatura de secagem não demonstra ter nenhum efeito significativo na quebra de arroz quando a taxa de secagem é mantida mínima.

O beneficiamento do arroz é feito para remover a casca, o farelo e o germe com o mínimo de quebra do endosperma e é composto das seguintes etapas: -

- 5 *Descascamento*, para retirada da casca dos grãos, por descascadores de discos revestidos de esmeril ou descascadores de rolo de borracha. Após o descascamento, passa-se o produto por peneiras, separando o farelo grosso do arroz descascado e do marinho (5 a 10 % que não foi descascado). As cascas são aspiradas por ventilador e conduzidas para fora do galpão. Os grãos descascados e os marinhos vão para o
- 10 separador de marinhos onde são separados; - *Brunimento*, realizado através da abrasão dos grãos descascados contra uma superfície muito áspera, pedra de brunir cônica, de abrasivo ou esmeril, onde são retirados o pericarpo e as substâncias graxas que envolvem a parte central amilácea (endosperma), sendo o farelo formado transportado para fora da máquina; - *Polimento*, realizado em um equipamento com
- 15 rosca giratória, onde os grãos de arroz são submetidos à movimentação, resultando um grande atrito entre os grãos, sendo auxiliados por um borrifo de água, o que possibilita que a superfície se torne mais lisa e brilhante. - *Separação* de grãos inteiros e quebrados, realizada utilizando um “trieur”, que consiste em cilindros rotativos inclinados, cujas paredes laterais contém pequenos alvéolos, de dimensões que permitem acomodar grãos
- 20 quebrados menores que 3/4 do comprimento dos grãos inteiros, até uma determinada posição, sendo recolhidos por uma rosca transportadora. Como resultado do beneficiamento tem-se: o arroz branco polido inteiro, farelo de arroz, casca e grãos quebrados.

O seguinte *Exemplo* ilustra a essência do processo desta invenção e não deve ser considerado como limitante dos propósitos da mesma.

### **EXEMPLO**

O arroz cultivar *IAC-103* foi colhido com o maior conteúdo de umidade possível, acondicionado em embalagem plástica e armazenado em caixas térmicas de forma a não perder umidade. Na preparação das amostras, o arroz passou por uma pré-limpeza com corrente de ar frio, para retirar impurezas e grãos muito leves, e em seguida passou por um “trieur” para retirada de grãos descascados e quebrados. Após a pré-limpeza mediu-se a umidade do arroz recém colhido, obtendo-se 26,5 % de umidade, e este arroz úmido foi utilizado no tratamento por microondas, correspondendo ao ensaio com maior conteúdo de umidade do planejamento experimental. Para os demais ensaios o arroz úmido foi dividido em 4 partes e cada parte foi seca em uma estufa, com temperatura de 35 °C, até serem obtidas as umidades de 24, 20, 16 e 13,5 %, necessárias à realização dos demais ensaios.

Na execução dos ensaios as amostras foram colocadas em recipientes de teflon, 50 g em cada um, num total de 6 recipientes por ensaio, e levados ao forno aplicador de microondas MDS-2100. O sensor de temperatura por fibra ótica foi introduzido em um dos recipientes de teflon para a medida e o controle automático da temperatura. Cada ciclo de operação do planejamento experimental foi programado via teclado do equipamento, com as respectivas condições de tratamento (parâmetros das variáveis independentes: temperatura de tratamento e tempo de tratamento, subdividido em tempo da rampa de aquecimento e tempo de manutenção na temperatura de tratamento), sendo os tratamentos executados automaticamente pelo forno, após o início do programa.

As variações de temperatura foram monitoradas durante cada ensaio e também após o seu término, mantendo-se o arroz nos recipientes de teflon. Isto permitiu prosseguir a medida de temperatura até atingir níveis abaixo de 40 °C, quando o arroz foi retirado e levado para a secagem.

5 A secagem foi realizada na estufa climatizada FANEM, modelo 330, com ar aquecido a uma temperatura média de 35 °C, condição necessária para que ocorresse de forma mais suavemente possível. O processo de secagem foi realizado por aproximadamente 24 horas, tempo necessário para que a umidade dos grãos de arroz atingisse 12 %. As condições de secagem foram escolhidas as mais brandas possíveis  
10 para que não interferissem nos resultados do tratamento por microondas.

Após o término da secagem, as amostras contendo 100 g de arroz seco foram levadas para o beneficiador padrão SUZUKI, modelo MT81 onde o arroz foi descascado, obtendo uma quantidade média de casca de 22,3 a 22,8 g. Em seguida as amostras de arroz descascado passaram pelo brunidor. A etapa de brunimento foi  
15 realizada em 1 minuto, tendo sido retirado em média de 7,1 a 7,5 g de farelo, sendo que praticamente todo farelo do arroz foi retirado, resultando em arroz branco polido.

A separação de quebrados foi realizada utilizando-se o “trieur de separação de 3/4”, que consiste de um cilindro horizontal rotativo, cujas paredes laterais contém pequenos alvéolos, de dimensões que permitem acomodar grãos quebrados  
20 menores que 3/4 do comprimento dos grãos inteiros, até uma determinada posição, sendo recolhidos em um recipiente regulável. Os grãos inteiros e maiores que 3/4 do comprimento permanecem deslizando na superfície do cilindro.

O melhor resultado de rendimento de arroz inteiro foi de 66,48 % (66,48 g em 100 g de arroz em casca). Resultado obtido quando o tratamento foi realizado com

teor de umidade de 24 % para os grãos de arroz e a uma temperatura de 92 °C durante 3'20". Ao comparar este resultado com o rendimento de inteiro do arroz "in natura" (arroz sem tratamento), que foi de 55,75 g, verifica-se um aumento de 10,73 g no rendimento, significando um aumento de 55,75 g para 66,48 g, que em termos percentuais representa 19,25 % de aumento no rendimento de arroz inteiro, na melhor condição de tratamento.

A aplicação do tratamento por microondas foi capaz de produzir alterações físico-químicas nos grãos de arroz recém colhido semelhantes às do envelhecimento natural e bem diferentes da parboilização, tanto na textura quanto na qualidade de cozimento do arroz, sem prejudicar o aspecto visual e a cor dos grãos, que são as características perceptíveis e requeridas pelo consumidor. Como resultado foi obtido um arroz com propriedades bem mais próximas às do arroz envelhecido naturalmente (1 ano), em comparação às do arroz recém colhido sem tratamento, porém bem diferentes das do arroz parboilizado convencionalmente, mantendo uma semelhança muito mais próxima do arroz envelhecido naturalmente, tanto no aspecto visual quanto nas medidas de cor, comparativamente às do arroz recém colhido, porém muito diferente das do arroz parboilizado. Estes resultados indicam, ao menos no aspecto visual e valores de cor, que o tratamento por microondas para o envelhecimento artificial acelerado do arroz recém colhido não produziu alterações significativas que impedissem o produto obtido por este processo de ser classificado comercialmente como arroz natural.

As amostras de arroz safra 2001 tratado por microondas também apresentaram valores de dureza e adesividade maiores que às do arroz safra 2001 recém colhido sem tratamento e bem próxima aos valores do arroz safra 2000 envelhecido

naturalmente. Isto indicou que o tratamento por microondas produz uma alteração na textura do arroz que se assemelha à textura do arroz envelhecido naturalmente, porém causadas por efeitos de natureza distinta.

O aumento no tempo ótimo de cozimento para o arroz tratado por microondas foi de 3 minutos com relação ao recém colhido, porém bem próximo ao do arroz envelhecido naturalmente. Já o arroz parboilizado teve um aumento muito maior, quase 10 minutos a mais que o recém colhido. O tratamento por microondas produziu um arroz com valores de expansão volumétrica, absorção de água durante o cozimento e sólidos solúveis na água de cozimento próximos aos do arroz envelhecido naturalmente, porém muito diferente dos do arroz parboilizado. Os resultados dos testes envolvendo cozimento do arroz demonstraram que o arroz tratado por microondas possui características próximas às do arroz envelhecido naturalmente, e melhores que as do arroz recém colhido, porém bastantes diferentes das do arroz parboilizado. Assim pôde-se constatar que a qualidade de cozimento do arroz tratado por microondas é compatível com a do arroz envelhecido naturalmente.

O processo para envelhecimento acelerado do arroz recém colhido através de tratamento por microondas compreende basicamente aquele realizado em sete etapas essenciais que são: colheita do arroz úmido, pré-limpeza para retirada de impurezas, tratamento térmico pela aplicação de microondas, resfriamento rápido do arroz tratado, secagem e descanso do arroz para que se completem as transformações iniciadas pelo tratamento e só então o arroz é finalmente beneficiado, ou seja, descascado e brunido, isto é : (a) colheita do arroz úmido, (b) pré-limpeza, (c) tratamento térmico por microondas, (d) resfriamento rápido, (e) descanso, (f) secagem, (g) beneficiamento.

Assim, pelas características acima citadas e considerações mostradas, podemos notar claramente que o “PROCESSO PARA AUMENTAR O RENDIMENTO DE INTEIROS E ACELERAR O ENVELHECIMENTO DO ARROZ RECÉM COLHIDO ATRAVÉS DE TRATAMENTO POR MICROONDAS”, objeto da presente

5 patente, representa um processo totalmente inovador para o Estado da Técnica, sendo um tratamento que demonstra ser um processo efetivo para aumentar o rendimento do arroz inteiro recém colhido, assim como provocar o envelhecimento acelerado do mesmo, revestindo-se de condições para merecer o Privilégio de Patente de Invenção.

## REIVINDICAÇÕES

1 – “PROCESSO PARA AUMENTAR O RENDIMENTO DE INTEIROS E ACELERAR O ENVELHECIMENTO DO ARROZ RECÉM COLHIDO ATRAVÉS DE TRATAMENTO POR MICROONDAS”, tratamento de envelhecimento

5 artificial acelerado do arroz recém colhido, podendo ser utilizado no arroz em casca, no descascado, ou no arroz branco polido, *caracterizado por* tratar-se de um processo de aquecimento por microondas para produzir uma gelatinização parcial do amido do arroz, reparando trincas e fissuras do grão e que, após sofrer retrogradação, aumenta a resistência dos grãos de arroz, resultando em um aumento do rendimento de arroz inteiro

10 e também produzindo alterações físico-químicos nos componentes do arroz, resultando em um efeito similar ao envelhecimento do arroz, onde este processo é executado em um tempo relativamente curto e com baixo consumo de energia; e compreendendo as seguintes etapas essenciais: (a) colheita do arroz úmido, (b) pré-limpeza, (c) aquecimento por microondas, (d) resfriamento rápido, (e) secagem, (f) descanso do

15 arroz (g) beneficiamento. Onde as etapas são descritas como:

(a) colheita do arroz em casca com conteúdo de umidade dentro da faixa de 21 a 25 % (b.u.);

(b) pré-tratamento; pré-limpeza do arroz recém colhido úmido para separação de impurezas dos grãos;

20 (c) tratamento do arroz recém colhido úmido proveniente de (a) em recipiente hermeticamente fechado com um nível de energia de microondas;

(d) descarga do arroz tratado por microondas proveniente de (c) para a passagem de ar sobre os grãos de forma a promover um resfriamento rápido;



(e) secagem do arroz em casca proveniente de (d) para reduzir o conteúdo de umidade para menos de 14 % (b.u.);

(f) descanso ou repouso do arroz para promover a retrogradação completa do amido parcialmente gelatinizado proveniente de (e) e aumentar a resistência mecânica dos grãos;

(g) beneficiamento do arroz proveniente de (f) para produzir arroz integral estabilizado e/ou farelo de arroz estabilizado e grão de arroz branco polido estabilizado, inteiros ou quebrados (que uma vez moído produz a farinha de arroz estabilizada).

10           2 – “PROCESSO PARA AUMENTAR O RENDIMENTO DE INTEIROS E ACELERAR O ENVELHECIMENTO DO ARROZ RECÉM COLHIDO ATRAVÉS DE TRATAMENTO POR MICROONDAS”, de acordo com a reivindicação 1, *caracterizado pelo* pré-tratamento (b) constando de pré-limpeza do arroz recém colhido úmido para separação de impurezas dos grãos ser opcional, consistindo em uma pré-limpeza com corrente de ar, para retirar impurezas e grãos mal formados muitos leves, e em seguida passar por um "trieur" para retirada de grãos descascados e quebrados, sem causar redução no teor de umidade do arroz.

20           3 – “PROCESSO PARA AUMENTAR O RENDIMENTO DE INTEIROS E ACELERAR O ENVELHECIMENTO DO ARROZ RECÉM COLHIDO ATRAVÉS DE TRATAMENTO POR MICROONDAS”, de acordo com a reivindicação 1, *caracterizado pelo* aquecimento por microondas (c) para gelatinização parcial do amido do endosperma do arroz, reparar as trincas e fissuras e ainda promover as alterações físico-químicas que caracterizam o efeito de envelhecimento do arroz; onde tratamento de aplicação da energia de microondas pode ser realizado preferencialmente

mediante a entrega por guias de onda ao arroz úmido contido em um recipiente apropriado e que pode ser utilizado com a emissão de microondas; onde tal recipiente pode ser exemplificado por um recipiente cilíndrico convencional, hermeticamente vedado para evitar o escape de vapor e que preferivelmente contenha sensores para monitorar a temperatura dos grãos de arroz e controlar a potência do gerador de microondas, para realizar o tratamento por microondas na temperatura programada.

4 – “PROCESSO PARA AUMENTAR O RENDIMENTO DE INTEIROS E ACELERAR O ENVELHECIMENTO DO ARROZ RECÉM COLHIDO ATRAVÉS DE TRATAMENTO POR MICROONDAS”, de acordo com a reivindicação 1, *caracterizado pelo* resfriamento rápido (d) do arroz que imediatamente após o tratamento por microondas deve ser descarregado dos recipientes de tratamento e resfriado rapidamente; onde o resfriamento rápido consiste em submeter o arroz ainda quente à uma corrente de ar, produzindo assim uma queda rápida da temperatura; e onde o resfriamento rápido é necessário para evitar a formação de gradientes de umidade interna nos grãos de arroz devido a alta taxa de transferência de umidade causada pela alta temperatura dos grãos.

5 – “PROCESSO PARA AUMENTAR O RENDIMENTO DE INTEIROS E ACELERAR O ENVELHECIMENTO DO ARROZ RECÉM COLHIDO ATRAVÉS DE TRATAMENTO POR MICROONDAS”, de acordo com a reivindicação 1, *caracterizado pela* secagem (e) ser realizada em estufa climatizada, com ar aquecido a uma temperatura média de 35 °C, em um tempo aproximado de 24 horas, ou até o arroz atingir a umidade dos grãos em menos do que 14 %.

6 – “PROCESSO PARA AUMENTAR O RENDIMENTO DE INTEIROS E ACELERAR O ENVELHECIMENTO DO ARROZ RECÉM COLHIDO

ATRAVÉS DE TRATAMENTO POR MICROONDAS”, de acordo com a reivindicação 1, *caracterizado pela* etapa de beneficiamento (g) ser composta das etapas de descascamento, brunimento e separação sendo etapas convencionais, onde o descascamento é efetuado através de beneficiador padrão, onde a etapa de brunimento 5 retira o farelo, resultando em arroz branco polido; e onde a separação de quebrados é realizada utilizando-se o "trieur de separação de 3/4", que consiste em um sistema cilíndrico horizontal rotativo, cujas paredes laterais contém pequenos alvéolos, de dimensões que permitem acomodar grãos quebrados menores que 3/4 do comprimento dos grãos inteiros.

## RESUMO

“PROCESSO PARA AUMENTAR O RENDIMENTO DE INTEIROS E ACELERAR O ENVELHECIMENTO DO ARROZ RECÉM COLHIDO ATRAVÉS DE TRATAMENTO POR MICROONDAS”. Novo processo de tratamento térmico por

5 microondas para produzir alterações físico-químicas nos componentes dos grãos de arroz recém colhido capazes de aumentar a sua resistência à quebra e produzir efeito de envelhecimento com o objetivo principal de aumentar o rendimento de arroz inteiro e melhorar a qualidade de cozimento do arroz recém colhido. Este processo é executado em um tempo curto e com consumo energético relativamente baixo, compreendendo as

10 seguintes etapas essenciais: a) colheita do arroz úmido; b) pré-limpeza; c) tratamento térmico por microondas; d) resfriamento rápido; e) descanso; f) secagem; e g) beneficiamento.