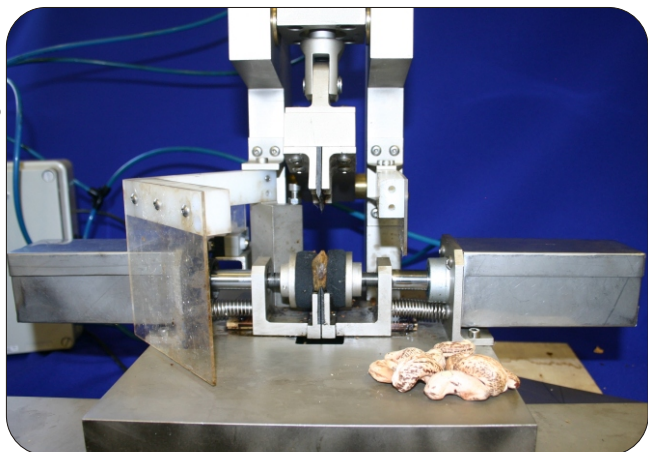


Máquina Pneumática para Abrir Castanha-de-caju.

Ricardo Yassushi Inamasu¹
Clóvis Isberto Biscegli²
Francisco Fábio de Assis Paiva³

Foto: Diego F. Novi



A produção de caju representa uma das principais fontes de renda para os produtores rurais do Nordeste, pela sua importância econômica e principalmente por ser uma das poucas alternativas de geração de renda no período seco que coincide com a safra de caju. Atualmente existe grande preocupação na geração de tecnologias seguras, limpas e baratas que permitam ao pequeno produtor de castanha beneficiar a sua produção no seu ambiente de trabalho, gerando emprego e renda no campo.

O atual estado da arte da indústria de processamento de castanha de caju no Brasil é caracterizado por um segmento automatizado, responsável por cerca de 90% do beneficiamento da castanha, formado por 23 fábricas com capacidade anual de processar 300 mil toneladas de castanha e uma rede formada por 150 minifábricas semi-automáticas com corte manual com capacidade de processamento para 20 mil toneladas/ano de castanha. O processamento feito pela indústria tradicional de castanha de caju no Brasil resulta na quebra de 40 a 45% de amêndoas no final do beneficiamento. Este processo apresenta uma aparente elevada produtividade, entretanto a baixa qualidade, expressa pelo grande índice de amêndoas quebradas, e a não conformidade dos atributos de sabor, cor e odor, representando perda no preço recebido pelos exportadores.

Já os módulos alternativos caracterizados pelo corte manual da castanha preservam os atributos de sabor, cor e odor, e apresentam, em média, um índice de 85% de amêndoas inteiras. Entretanto, a desarticulação da cadeia

produtiva da castanha/amêndoa de caju é o principal gargalo para sua consolidação como uma atividade econômica competitiva. A agroindústria de castanha de caju tem grande importância social e econômica para a região, com a geração de 26 mil empregos na indústria, formado por um parque de 150 minifábricas de corte manual em todos os estados do Nordeste com capacidade de processar 20 mil toneladas de castanha por ano, e 23 indústrias com corte mecanizado localizadas nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, responsáveis por cerca de 95% da produção brasileira de castanha de caju. O corte mecanizado da castanha caracterizada pela operação de descasque automático da castanha, apresenta-se como uma operação delicada e dificultada pela estrutura da casca, que além de ser elástica e dura, pode danificar a amêndoa por contaminação e resultar numa grande quantidade de amêndoas quebradas.

Já as pequenas fábricas que operam com corte manual e cozimento da castanha e vapor saturado, têm como vantagem o elevado índice de amêndoas inteiras no final do processo, além de obter um produto de melhor qualidade nos atributos de cor e sabor e aroma. As minifábricas incorporam novos avanços com o desenvolvimento de equipamentos e processos que permitem obter amêndoas inteiras e alvas em maior proporção e com melhor qualidade. Isso possibilita a inserção de pequenos e médios produtores no agronegócio da castanha de caju com níveis de processamento adaptados às condições de pequenas e médias escalas de

¹Eng. Mecânico, Dr., Pesquisador, Embrapa Instrumentação Agropecuária, C.P. 741, CEP 13560-970, São Carlos, SP, Brasil, ricardo@cnpdia.embrapa.br

²Físico, Dr., Pesquisador, Embrapa Instrumentação Agropecuária, C.P. 741, CEP 13560-970, São Carlos, SP, Brasil, clovis@cnpdia.embrapa.br

³Eng. Agrônomo, Dr., Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.

industrialização. A implantação do sistema de minifábrica incentiva pequenos e médios produtores de castanha, através de associações, cooperativas e suas representações, gerando empregos para a comunidade nas etapas de plantio, tratos culturais, colheita, beneficiamento da castanha e na comercialização dos produtos obtidos no seu processamento.

O processo semimecanizado que consiste no corte manual as castanhas previamente limpas e selecionadas são retiradas do armazém e submetidas a uma autoclavagem com vapor úmido saturado, utilizando-se pressão a 10 psi (*pound square inch*), por quinze a vinte minutos, com equipamentos tipo vaso cozedor com geração própria de vapor ou com auxílio de uma caldeira. Após o resfriamento da castanha, realiza-se o corte individual de cada castanha em máquinas de operação manual. Estas máquinas são dotadas de duas lâminas curvas que acompanham o formato da castanha que realizam a separação da casaca da amêndoa. As amêndoas com película são levadas para a estufa, para posterior despeliculagem, seleção, classificação e embalagem.

No processo semimecanizado ou manual há fatores específicos, tais como boa autoclavagem, regulagem adequada das lâminas de corte e habilidade do operador da máquina de corte manual influenciam no rendimento e percentual de amêndoas inteiras que pode alcançar 85% no final do processo. O rendimento industrial da castanha em qualquer sistema adotado pode variar dentre outros fatores, com a umidade da castanha, estado fitossanitário, nível de impurezas e matérias estranhas, presença de castanhas miúdas ou cajuís.

As limitações identificadas no processamento de castanha em pequena escala estão mais relacionadas com a grande diversidade de marcas de equipamentos, muitos elaborados com especificações técnicas inadequadas e baixo controle de qualidade, com resultados danosos na vida útil e na manutenção desses equipamentos. Apesar das minifábricas de castanha estarem operando em escala comercial com a apresentação de um produto diferenciado e de melhor qualidade, a sua eficiência e produtividade são baixas não chegando a competir em custo com a indústria mecanizada e escala de produção. Tal dificuldade contribui para a falta de estímulo da atividade na área rural e impedimentos gerais para a modernização tecnológica da atividade de forma a tornar competitiva com o mercado de amêndoas.

O beneficiamento da castanha em minifábricas é caracterizado pelo cozimento da castanha em vapor úmido, por autoclave com geração de vapor via caldeira ou vaso de cozimento e corte da castanha em bancadas de madeira ou metal onde a castanha é cortada em pequenas máquinas de pedal e alavanca manual operadas principalmente por homens. Essas máquinas são dotadas de duas lâminas curvas no formato da castanha. Após o corte, as demais operações são praticamente as mesmas do sistema mecanizado.

No entanto, vários problemas decorrem principalmente na postura do operador relacionadas ao esforço repetitivo de operação da máquina e a exposição continuada ao líquido da casca da castanha liberada na ruptura da castanha. Tais problemas são motivos constantes de afastamento de trabalho de operários, sendo constantemente submetidas a uma rígida fiscalização pelo Ministério do Trabalho.

O processo de corte na minifábrica de processamento de Caju e ajustes na linha.

O processo de corte atua:

A operação de corte atual em mini-fábricas, ilustrado na Fig. 1, é realizada por meio de três lâminas encravando-as no plano de simetria da castanha. Uma lâmina no dorso da amêndoa e duas no lado oposto. Após o encravamento na casca, as duas lâminas são separadas por movimento de alavanca liberando a amêndoa. A Fig. 2 ilustra a posição do operador.



Fig. 1: Operação manual de abertura da castanha utilizado pelas mini-fábricas.

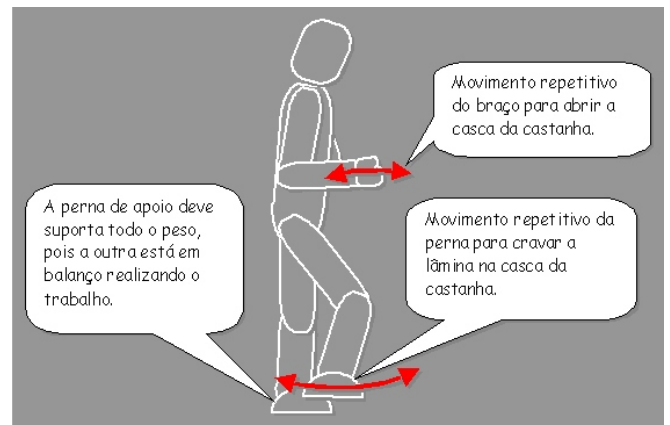


Fig. 2: Movimentos críticos presentes na operação das mini-fábricas com o equipamento manual.

Para encravar as lâminas, o operador apóia-se e equilibra-se na perna esquerda, empurra uma alavanca (localizada sob a mesa) com a perna esquerda com intensidade precisa. Caso empurre demais a alavanca, a amêndoa pode ser danificada pela lâmina e caso não seja encravada até a profundidade determinada, a casca não abrirá suficientemente para liberar a amêndoa. A mão esquerda posiciona o plano de simetria da castanha entre as lâminas. Esta operação também deve ser realizada com muita atenção, para que a casca seja partida simetricamente com intuito de liberar a amêndoa com facilidade. Normalmente a amêndoa é retirada com auxílio de uma faca realizada por uma outra pessoa.

O processo atual, segundo relatos, possui um alto potencial de danos irreversíveis ao operador. Ao operador, é exigido o máximo de atenção de forma ininterrupta. A baixa produtividade bem como os erros e acidentes são pagos pelo operador, pois recebem por quantidade de amêndoas abertas. Evidentemente diante destas condições buscam abrir o máximo que podem por dia, levando ao limite físico.

Para que o operador chegue num bom grau de produção é necessária muita prática e o tempo de treinamento pode preencher um ano. Operadores nesse nível, portanto não são abundantes e em período de safra, há falta de mão de obra comprometendo a produção.

O processo pela máquina

O projeto da máquina teve como objetivo liberar o homem das condições insalubres e de periculosidade. Em segundo lugar, aumentar o potencial de exportação pela melhoria na qualidade das amêndoas. Manter o homem na linha de produção sem causar desemprego foi também uma condição a ser alcançado pelo projeto. A máquina desenvolvida, instalada no campo experimental da Embrapa Agroindústria Tropical em Pacaju, está ilustrada na Fig. 3.



Fig. 3: Protótipo instalado na mini-fábrica no Campo Experimental de Pacaju.

A seguir apresenta-se o processo realizado pela máquina. O processo foi dividido em seqüência de quatro operações. Cada operação está descrita em Tabela (vide Tabelas 1, 2, 3 e 4) contendo descritivo da ação realizado pelo operador, descritivo da operação realizada pela máquina, tempo utilizado pela operação e ilustração da operação.

Tabela 1: Operação de abertura da tampa de proteção

Operação 1: Abrir proteção e limpar lâminas.		Tempo: 0,4 a 1,3 segundo
Operador: Abrir proteção (1) e limpar lâminas retirando resíduo de casca (2).	Máquina: Liberar comando de ajuste da fixação lateral e desabilitar pistão de corte.	

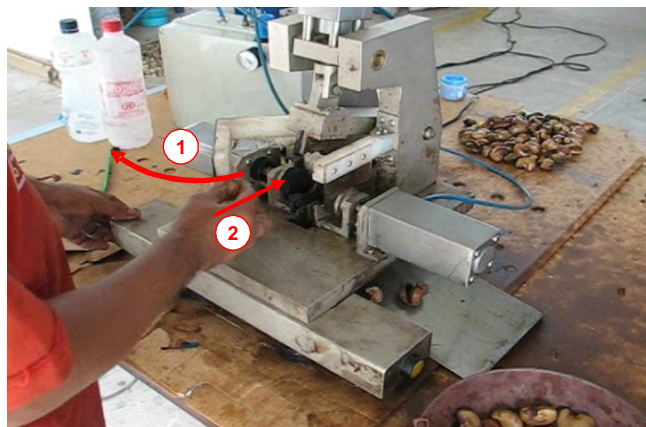


Tabela 2: Operação de ajuste dos pistões laterais.

Operação 2: Ajustar abertura para receber amêndoa.		Tempo: 0,5 a 1 segundo.
Operador: Pressionar botão lateral para fechamento (1) e dois botões laterais para abertura.	Máquina: Afastar/avançar fixação lateral (A).	

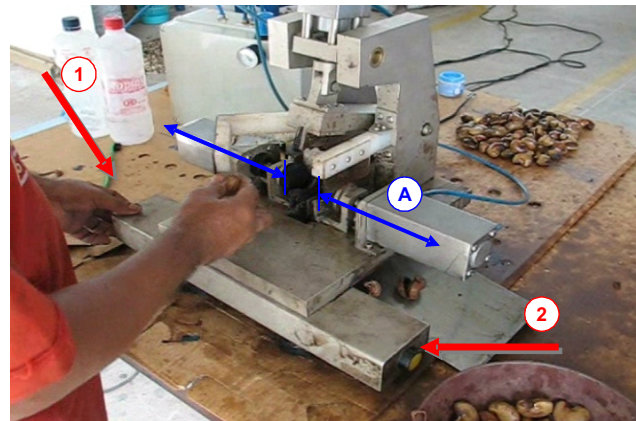


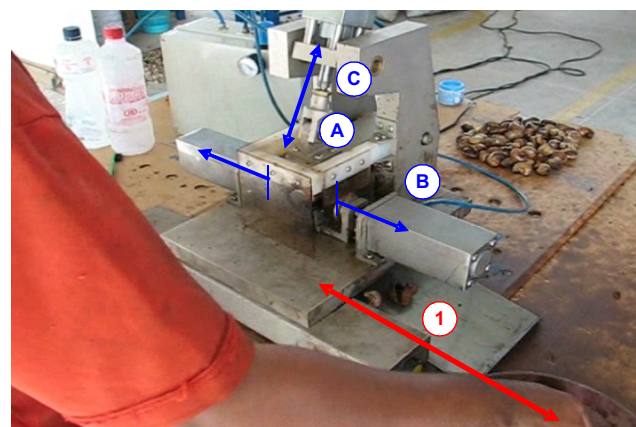
Tabela 3: Operação de posicionamento da amêndoa para corte.

Operação 3: Posicionar amêndoa.		Tempo: 0,6 a 1 segundo.
Operador: Posicionar a amêndoa com o lado dorsal sobre a lâmina inferior e o plano de simetria na vertical e perpendicular ao operador (1).	Máquina: Avançar fixação lateral e dispara a próxima operação.	



Tabela 4: Operação de corte da casca.

Operação 4: Corte e abertura da castanha.		Tempo: 0,8 segundo.
Operador: Fechar a porta de segurança com botão lateral pressionado e pegar a próxima castanha (1). Pressionar botão lateral (2) e fechar porta (3).	Máquina: Iniciar desabilitando comando dos botões, avançar pistão de corte (A), afastar pistões laterais (B), e recuar pistão de corte (C).	



Resultados do levantamento

Metodologia utilizada

O equipamento foi instalado na mini-fábrica de processamento de castanha de caju da Embrapa Agroindústria Tropical localizado no Campo Experimental de Pacajus. Foi utilizado compressor de 2cv, 8 litros por minuto e tanque de 25 litros. O local era suprido com tensão de 220 volts.

As lâminas foram ajustadas às castanhas disponibilizadas para teste. Participou do teste operador treinado no equipamento manual tradicional. O operador foi apresentado à máquina e treinado por cerca de duas horas. Realizou-se tomadas de tempo e entrevista com o operador, ajustes na programação do CLP e repetiu-se testes de tomadas de tempo.

O tempo de cada operação foi levantado por meio da medição do filme realizado durante o teste. O processo foi filmado por câmera digital Canon S2 is, com resolução de 640 por 480 pixels a 30 quadros por segundo por um minuto, medido o tempo de cada movimento.

O processo de corte e a qualidade das amêndoas

A qualidade das amêndoas após o corte é o grande diferencial da máquina. No processo manual tradicional, o dano causado à amêndoa também é pequeno, mas existe e pode chegar a 5%, mesmo que o corte tenha sido realizado por operadores habilitados. Em todo o período de teste com a máquina, não pôde ser detectado qualquer tipo de dano às amêndoas. A máquina foi testada com amêndoas selecionadas e com uniformidade dimensional.

Para próximas etapas, é importante testar em lotes de castanhas com variedade dimensional, e desenvolver metodologias de pré-seleção adequada à máquina. Desenvolver conjunto de lâminas apropriadas também deve ser o esforço de cada linha de produção.

Esforço e segurança do operador

A máquina foi projetada para ampliar a habilidade do operador e eliminar esforço que podem lesionar músculos. A seqüência de operação realizada pela máquina é descrita na seqüência das quatro operações. Em todas as operações, não há mais alavancas a serem acionadas nem esforço a ser realizado pelo operador. Botões acionam comandos do CLP (controlador lógico programável). Ajustes de tempo e de controle são realizados no programa do CLP. No teste, não foi percebida nenhuma condição que pusesse em risco o operador de forma involuntária. Movimentos violentos dos pistões são realizados somente com porta fechada e com as mãos do operador fora do alcance das lâminas. O espaço disponível não permite a introdução da mão quando a porta está fechada. Uma vez que ocorre a abertura da castanha, o sistema fica inoperante até que o operador abra as portas. Esse mecanismo por sensor evita que o operador retire a porta de segurança para aumentar produtividade. A porta de segurança além de ativar sensor, este escora mecanicamente o braço da lâmina, evitando que por acidente ou defeito elétrico desça

alcançando dedos do operador.

Comentários do operador

O teste mostrou que mesmo com pouco treino, a qualidade da operação é alcançada, surpreendendo até mesmo o operador. Segundo o operador, pode-se alcançar uma boa produtividade após treinamento mais longo. Argumentou que no equipamento tradicional é necessário um ano de treinamento para alcançar uma boa produtividade com qualidade aceitável.

Influência no mercado de trabalho e suas conseqüências

Devido a menor exigência de experiência e treinamento para realizar trabalho de qualidade, a máquina possui maior potencial de oferecer oportunidade de emprego, ampliando mercado de trabalho. Como exige menor esforço físico, a máquina poderá ainda ser utilizada em turnos.

Produtividade

Conseguiu-se no primeiro momento alcançar 14 castanhas por minuto em teste de produtividade e após ajustes na programação, 20 castanhas por minuto, todas sem dano às amêndoas. Esse item ainda deve ser comparado em outros ambientes para levar em conta a variabilidade de qualidade e obter amêndoas não danificadas por minuto e seu índice de insucesso. Dano ou mesmo tempo de re-processo e finalização da retirada da amêndoa por facas deve ainda ser considerado. A média citada pela maioria para processo tradicional é um índice na ordem de 30 castanhas por minuto, porém observa-se que é um índice que pode não se sustentar ao longo da semana com a qualidade e regularidade requerida.

Referências

- INICIANDO um pequeno grande negócio agroindustrial: castanha de caju. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 131 p. il. (Embrapa Informação Tecnológica. Série Agronegócios). Instituições participantes: Embrapa Agroindústria Tropical e SEBRAE.
- LEITE, L. A. de S. **A agroindústria do caju no Brasil:** políticas públicas e transformações econômicas. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1994. 195 p.
- LIMA, V. de P. M. S. **A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil.** Fortaleza: Banco do Nordeste-ETENE, 1988. 486 p. (BNB-ETENE. Estudos Econômicos e Sociais, 35).
- LOPES NETO, A. **Agroindústria do caju.** Fortaleza: Edições Iplance, 1997.
- PAIVA, F. F. de A. Aproveitamento industrial do caju. In: CARVALHO, R. de; TELES, J. A (Org.). **Caju: negócio & prazer.** Fortaleza: SETUR, 1997.
- PAIVA, F. F. de A.; SILVA NETO, R. M. **Minifábrica de processamento de castanha de caju.** Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1997. 22 p.

PORTO, C. M.; PAIVA, F. F. de A. Cashew nut miniplants in northeastern Brazil: a successful partnership. In: TECHNICAL WORKSHOP ON METHODOLOGIES AND MANAGEMENT OF GLOBAL PARTNERSHIP PROGRAMMES. **Paper...** Rome: IFAD, 2001. 10 p.

Comunicado Técnico, 81

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Instrumentação Agropecuária
Rua XV de Novembro, 1542 - Caixa Postal 741
CEP 13560-970 - São Carlos-SP

Fone: 16 3374 2477

Fax: 16 3372 5958

E-mail: sac@cnpdia.embrapa.br
www.cnpdia.embrapa.br

1a. edição

1a. impressão 2006: tiragem 300

Comitê de Publicações

Presidente: *Dr. Carlos Manoel Pedro Vaz*
Membros: *Dra. Débora Marcondes B. P. Milori,*
Dr. João de Mendonça Naime,
Dr. Washington Luiz de Barros Melo
Valéria de Fátima Cardoso

Membro Suplente: *Dr. Paulo S. P. Herrmann Junior*

Expediente

Revisor editorial: *Dr. Victor Bertucci Neto*
Normalização bibliográfica: *Valéria de Fátima Cardoso*
Tratamento das ilustrações: *Valentim Monzane*
Foto da capa: *Diego Fernando Novi*
Editoração eletrônica: *Valentim Monzane*