

Desenho Industrial e sustentabilidade no cerrado brasileiro: Desenvolvimento de uma decortadora de castanha do baru.

Industrial Design and sustainability in the Brazilian “cerrado”: The development of a “baru” nut decorticator

Luiz Eduardo Cid Guimarãesⁱ

Jônatas Araújo de L. Júniorⁱⁱ

Gustavo Gomes Pereiraⁱⁱⁱ

José Wílio Albuquerque^{iv}

Abraão Gomes Lacerda Cavalcante^v

Palavras-chave: Inovação técnica, Extrativismo, Micro-unidades de produção rural.

Resumo: Este artigo descreve uma intervenção interdisciplinar das áreas do conhecimento Desenho Industrial e da Engenharia Mecânica na agricultura familiar, com foco no extrativismo. O texto apresenta o desenvolvimento de um decortador de castanha do fruto do baru: (*DIPTERYX ALATA* Vogel). Embora em fase de teste, o equipamento já apresenta resultados preliminares satisfatórios. Neste momento está sendo desenvolvida a interface usuário-produto para tornar o mesmo utilizável por pequenos produtores rurais. O artigo demonstra a importância do desenho industrial no desenvolvimento de projetos de equipamentos para a produção de alimentos que ao mesmo tempo protejam a flora local, na medida em que o baru, devido ao uso indiscriminado de sua madeira, corre risco de extinção.

Key Words: Technical innovation, Extractivism, Rural micro-production units.

Abstract: This paper describes an interdisciplinary intervention involving Industrial Design and Mechanical Engineering in subsistence agriculture with focus on extractivism. The document presents the development of a decorticator designed to extract the nut from the interior of the “baru” fruit (DIPTERYX ALATA Vogel). The equipment is being tested but already presents satisfactory results. At the moment the product-user interface is being developed to allow the use of the equipment by small rural producers. The article demonstrates the importance of industrial design in the development of food production equipment that also protects local fauna as the “baru”, due to the indiscriminate use of its wood, is in risk of extinction.

1 Introdução

O artigo descreve o resultado de um estudo para a melhoria do processo de extração da castanha do baru. Este é um trabalho multidisciplinar envolvendo acadêmicos de dois departamentos da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG e organizações não governamentais localizadas na região centro-oeste do Brasil. O trabalho partiu da perspectiva de uso de tecnologia apropriada, utilizando-se como veículo exemplo um projeto desenvolvido para facilitar práticas extrativistas no Cerrado brasileiro.

Em 2006, o Grupo de Desenho Industrial e Desenvolvimento Sustentável – GDDS, da Unidade Acadêmica de Desenho Industrial/CCT/UFCG foi procurado pelo Centro de Estudos e Exploração Sustentável do Cerrado – CENESC, para solucionar um problema que dificultava a produção de castanha extraída do fruto do baru, na área do Cerrado em face das técnicas rudimentares até então empregadas.

O baru é uma leguminosa nativa do Cerrado cuja safra ocorre no período da seca, época de pouca oferta de trabalho no campo. Extrair a castanha do baru é difícil devido à dureza do fruto. No momento essa atividade é realizada de forma artesanal, utilizando-se equipamentos improvisados. O projeto poderá ter um impacto social positivo, na medida em que o público alvo é composto de trabalhadores rurais que vivem da agricultura familiar e do trabalho em fazendas de gado. A extração da castanha do baru e sua venda representam mais uma alternativa de trabalho e renda para essas populações. A proposta deste projeto é facilitar a execução das primeiras etapas da atividade extrativista, minimizando problemas relacionados à higiene e segurança no trabalho e, simultaneamente, evitando o corte das árvores para uso de sua madeira.

- Perspectivas de países em desenvolvimento acerca do design sustentável;
- Educação para o consumo e produção sustentável;
- Design sustentável para: turismo, habitação, mobilidade, alimentação, entretenimento.

Os artigos enviados devem obedecer as diretrizes para apresentação de propostas, caso contrário, não poderão ser aceitos. Cada artigo será lido por no mínimo dois pareceristas. Os autores serão notificados por e-mail da decisão dos pareceristas. A lista dos artigos aprovados estará disponível no site dos eventos.

1.2 A Importância do Desenho Industrial para a agricultura familiar

Embora existam intervenções pontuais da área de Desenho Industrial na produção agrícola familiar, o potencial em si dessa atividade, não tem sido devidamente explorado em seu contexto socioeconômico e cultural.

Inicialmente, é importante esclarecer o que se compreende por Desenho Industrial nessa proposta. No contexto da Agricultura Familiar, essa atividade requer uma abordagem diferente e uma definição mais abrangente da que tem sido aplicada pela literatura de administração e da própria área de Desenho Industrial. No contexto deste projeto, entende-se o *Desenho Industrial*, como uma atividade relacionada à identificação, análise e solução de problemas e a conseqüente materialização destas soluções em um produto.

Apesar da importância estratégica da agricultura familiar e dos assentamentos rurais no combate à pobreza e na melhoria das condições de vida no interior do país, há relativamente poucos textos na literatura, sobre o potencial do Desenho Industrial (DI) no apoio ao desenvolvimento destes segmentos, em particular na execução de projetos de tecnologia apropriada. Há falta de pesquisa relacionada, principalmente, ao Desenho Industrial no nível das micro-unidades de produção. Assim, a literatura e a pesquisa ainda são muito limitadas. Contudo, seu potencial é amplo tendo em vista que as pequenas unidades produtivas conseguem abrir novos espaços para a produção de subsistência e para a comercialização de seus produtos. A contribuição do Desenho Industrial viria justamente reforçar estas posições eventualmente conquistadas nos mercados locais e regionais e daria elementos para a sua consolidação em mercados até mais amplos. Ações deste tipo apontam para a possibilidade do Desenho Industrial contribuir e fortalecer a perspectiva do desenvolvimento local e territorial sustentável (GUIMARÃES, 1996).

1.3 Desenho Industrial e Tecnologia Apropriada

Por que a escolha da tecnologia apropriada? Que importância isso tem para o nosso trabalho e para o intercâmbio com as comunidades?

Particularmente relevante para esse projeto é o fato da tecnologia de capital intensivo produzir, em geral, produtos sofisticados que não são acessíveis e nem atendem às necessidades básicas da população pobre e dos produtores descapitalizados. A tecnologia apropriada argumenta que, na medida em que os países menos industrializados dispõem de poucos recursos, eles precisam de métodos de fabricação que economizem capital. Essa tecnologia enfatiza o papel da engenharia leve, fundamental para o processo de desenvolvimento industrial (SMILLIE 1991). Como não possuem pessoal especializado, é necessário produzir equipamentos que sejam fáceis de fabricar e que possam ser usados e mantidos, utilizando os recursos humanos e matérias-primas existentes no local. McRobie e Carr (1982) sugerem unidades de produção menores e mais flexíveis, onde os mercados existentes são localizados. É uma tecnologia que pode ser controlada no plano local e que

habilita as pessoas a usá-la autonomamente, ou seja, sem dependência externa. Assim pode beneficiar a população de baixa renda, sendo particularmente importante para mulheres pobres.

2 Metodologia do projeto

Durante os primeiros seis meses do projeto se concentrou o foco no levantamento e conhecimento da literatura técnica sobre decorticadoras e sistemas mecânicos que pudessem ser utilizados no projeto em desenvolvimento. Revisou-se a literatura de Desenho Industrial que focaliza projetos de máquinas e equipamentos rurais. Além disso, se conduziu a pesquisa de campo, realizando-se registros fotográficos e em vídeo, e entrevistando-se membros da comunidade local de Pirenópolis, no estado de Goiás.

2.1 Levantamento bibliográfico

Existe relativamente pouca literatura a respeito da etapa de extração da castanha do baru e em particular, sobre métodos e equipamentos utilizados na decorticação, ou seja, na retirada da castanha do invólucro lenhoso onde está inserida. Encontraram-se artigos técnicos que mencionam processos utilizados em testes de laboratório, onde se realizou a abertura de castanhas. Porém, esses artigos não foram suficientes para fornecer uma imagem mais aprofundada que permitisse utilizá-los como base sólida, para o desenvolvimento do projeto de desenho industrial, onde o foco está na interface usuário-produto. Foram encontrados alguns exemplos de equipamentos simples, que serviram de base para os desenhistas industriais e engenheiros mecânicos do nosso grupo no desenvolvimento de novos sistemas de extração.

2.2 Pesquisa de campo em Pirenópolis

Devido a pouca informação sobre o assunto encontrada na literatura, tanto de engenharia agrícola quanto nas áreas de desenho industrial e engenharia mecânica, se considerou necessária uma visita de campo para verificar, *in loco*, quais as reais necessidades relativas à cadeia produtiva da castanha e quais os problemas da utilização dos equipamentos hoje empregados na abertura do invólucro lenhoso, onde a castanha está acondicionada.

A primeira viagem durou três dias e teve como objetivo a familiarização com o processo produtivo e a coleta de dados gerais sobre essa atividade extrativista. Foram realizados também contatos com produtores locais e membros da comunidade de Pirenópolis que tivessem alguma relação com essa atividade. Para a colher dados foram utilizadas ferramentas de coleta de imagem como a fotografia e o vídeo e um questionário, que foi realizado com membros de uma associação que processa castanha do baru.

O “baruzeiro” (Figuras 01 e 02), uma árvore que pode atingir 25 metros de altura, é encontrada em grande quantidade na região centro-oeste.

Figuras 01 e 02: O “baruzeiro” é uma árvore que pode atingir 25 metros de altura



A árvore produz frutos anualmente. Esses frutos, ao cair, são coletados pela população que utiliza principalmente a castanha, apesar do fruto conter uma polpa nutritiva e doce. O fruto, de

formato oval, é basicamente composto de uma camada externa (polpa) e de um invólucro lenhoso que contém a castanha (Figura 04).

A parte de maior valor hoje é a castanha, devido ao preço por quilograma que alcança no mercado, particularmente, em Brasília. De acordo com membros do CENESC esse preço variava, em 2007, entre R\$40,00 e R\$60,00 por quilograma.

A coleta do fruto é realizada manualmente, de forma rudimentar, coletando-se os frutos que caem debaixo das árvores. A postura do coletor durante longos períodos pode ocasionar problemas de coluna. Seria interessante, posteriormente, criar um equipamento manual que permitisse um posicionamento mais ereto durante a coleta do fruto. Após a coleta, os frutos são acondicionados em sacos de 60 Kg e são vendidos para os extratores de castanha.

Figuras 03 e 04: Fruto e invólucro lenhoso com a castanha.



Os entrevistados revelaram que as principais dificuldades na abertura da castanha estavam relacionadas a problemas de higiene e segurança no trabalho. Por exemplo, no caso de uma das máquinas registradas em uso, é necessário aplicar muita força na alavanca. A repetição dessa tarefa, segundo relatos, causa dor nos braços durante todo o dia. Outro problema, é que o corte dos frutos mais secos produz poeira fina, que fica em suspensão e é inalada pelo operador.

Após serem retiradas do invólucro lenhoso, as castanhas são torradas num forno a gás instalado no galpão. Elas são vendidas para diversos compradores, incluindo-se atacadistas.

Resíduos oriundos do processo de decorticação do fruto, como a polpa e o invólucro lenhoso, são descartados. De acordo com os respondentes, a polpa do fruto não é aproveitada, sendo, portanto, jogada no meio ambiente. O mesmo acontece com a parte lenhosa que envolve a castanha.

Essa não é uma prática desejável. Estudos estão sendo realizados pela Universidade de Brasília com intuito de fazer carvão a partir do invólucro lenhoso. Um forno improvisado foi construído para teste.

3 Desenvolvimento do projeto mecânico

Os equipamentos encontrados para retirar a castanha, variavam desde um simples machado para, através do impacto, quebrar o invólucro, a uma foice adaptada sobre uma estrutura de madeira, onde pressão é aplicada para cortar o invólucro lenhoso (Figura 05).

Figura 05: Foice adaptada sobre uma estrutura de madeira onde pressão é aplicada para cortar o invólucro lenhoso



Foram registrados também equipamentos mais sofisticados construídos em aço e também utilizando lâminas para cortar o fruto (Figura 06).

Figura 06: Equipamento mais sofisticado construído em aço e utilizando lâminas para cortar o fruto



Após a análise das máquinas existentes descritas anteriormente, alguns conceitos foram concebidos e um deles selecionado e desenvolvido. Desde o início decidiu-se utilizar um cilindro hidráulico como meio multiplicador de força, já que é um sistema simples de se adquirir, de baixo custo, confiável, durável e, acima de tudo, compacto. No caso em questão utilizou-se um macaco de aplicação veicular.

3.1 Projeto preliminar

3.1.1 Determinação da Carga de Ruptura da Semente

Com o projeto mecânico conceitual formado, buscou-se, então, nesta nova etapa do projeto, o ponto chave para o dimensionamento das peças e escolha do macaco hidráulico a ser utilizada como fonte propulsora do dispositivo, quebra-semente. O ponto-chave estava na determinação da carga máxima necessária para romper a semente.

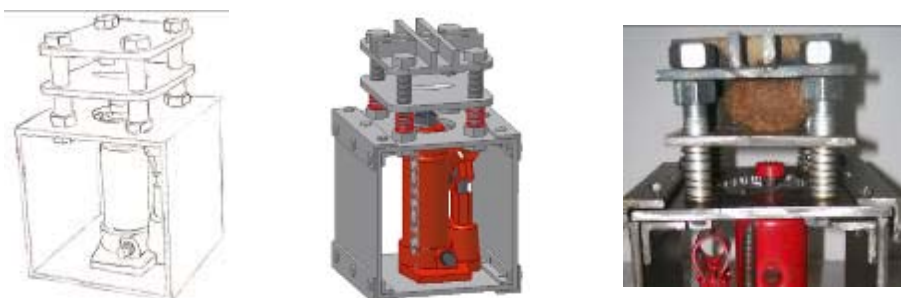
Para conhecer os valores das cargas de ruptura fez-se uso de um equipamento de prensagem a parafuso usado para romper corpos de prova de concreto, do modelo Paviest Contenco, existente no laboratório geotécnico da ATECEL em Campina Grande/PB.

A semente foi testada de maneira a romper segundo o sentido de compressão dos eixos. A carga de maior valor observado nos testes foi de 812,21 kgf. A partir dessa carga, selecionou-se um macaco hidráulico a ser utilizado com capacidade para 2 toneladas. Essa é uma boa margem em relação à carga a ser aplicada (cerca de 2,46 vezes maior). O macaco hidráulico de 2 toneladas foi selecionado devido à facilidade de ser encontrado no comércio de Campina Grande, a um custo aproximado, em 2007, de R\$ 50,00 (Cinquenta reais).

3.2 Detalhamento do projeto

O "layout" final da prensa quebra-semente, pode ser visto nas figuras 07, 08 e 09:

Figuras 07, 08 e 09: Máquina quebra-semente



No protótipo se vê que o fruto é inserido na parte superior, e fixado. Posteriormente, a mesa é impulsionada pelo cilindro hidráulico exercendo o trabalho de ruptura (Figura 04).

3.2.1 Resultados do Projeto Mecânico

O modelo corresponde ao resultado final do projeto quebra-sementes e atende, com sucesso, a todos os requisitos estabelecidos, ou seja, baixo custo de fabricação e manutenção, simplicidade na fabricação e montagem, boa resistência mecânica, além de ser um mecanismo portátil. Os testes foram realizados de acordo com as operações citadas no projeto detalhado, e pôde ser comprovado que o sistema consegue romper, com eficiência, a semente do fruto do Baru, deixando a amêndoa intacta.

Ao final do projeto pôde-se desenvolver uma tabela de custos de materiais para o equipamento, estando os mais importantes registrados a seguir. Estimação do custo total de fabricação do protótipo, a partir da soma do custo de material com o custo de mão-de-obra, resultou em um custo aproximado de R\$ 240,00. A esse valor adicionou-se o custo de construção da bancada que foi de R\$250,00 totalizando o valor de R\$490,00. Comparando-se a máquina quebra-semente com outros sistemas utilizados, a mesma resulta viável, pela facilidade de construção, facilidade de transporte, baixo peso, e baixo custo final. Em termos percentuais, a quebra-semente apresenta custo final, cerca de 50% abaixo do custo da rebiteadeira adaptada, utilizada pelas famílias citadas, para obter a castanha do fruto do Baru.

Para que se estudasse mais detalhadamente com o intuito de definir dimensões corretas para a bancada e posicionamento do dispositivo, foi construído inicialmente um “*mock-up*” utilizando-se tubo de PVC e chapa de laminado em madeira ou, compensado. Foram também utilizados suportes para ajustar o posicionamento do alimentador dos frutos no dispositivo.

Verificou-se, após alguns testes, a necessidade de se abaixar a altura da bancada para adaptá-la as variações de altura dos operadores, e de se idealizar um sistema de regulagem de altura do dispositivo. Isto foi feito e adaptado. Após a realização de testes preliminares do dispositivo, quebra-semente, verificou-se que o equipamento consegue romper o invólucro lenhoso sem danificar a semente. Porém, foram detectados alguns problemas relacionados à interface usuário-produto. O primeiro problema relaciona-se à inserção do fruto na mesa de fixação. A mesa deve ser abaixada com a mão e a semente, inserida e posicionada num rebaixo aberto com esmeril na superfície da mesma. Como a mesa está apoiada em quatro parafusos, que passam por quatro furos na superfície da mesma com certa folga, ao se abaixar a mesa, esta perde o prumo e enviesa-se. Isso faz com que exista certa dificuldade em mantê-la na posição horizontal para a inserção e posicionamento apropriados da semente. Como solução, para facilitar a inserção do baru, foi criada uma peça em madeira e aço, de forma a permitir que se abaixe a mesa por igual, mantendo-a na posição horizontal (Figura 10).

Figura 10: Peça em madeira e aço, que permite abaixar a mesa por igual, mantendo-a na horizontal



Verificou-se também que o rebaixo esmerilhado para posicionamento do fruto não tinha profundidade suficiente para alojar a semente em posição perpendicular à mesa. Isso foi posteriormente resolvido aprofundando-se o rebaixo. Após a operação anteriormente citada, ao se aplicar força através do cilindro, notou-se que a mesa flexionava-se. Para resolver o problema foi feita uma peça em aço para servir de reforço à chapa, a qual se soldou à porção central da mesa que constituía a parte frágil.

Outro aspecto problemático diz respeito à alavanca de fechamento da válvula de óleo do pistão que se mostrou frágil e, devido a sua forma e posição, dificultava operações de acionamento do mesmo. Diante disto, alguns passos foram determinados para serem seguidos: fechar a válvula no sentido horário através de um parafuso para que o cilindro suba; ao quebrar-se o invólucro, gira-se o parafuso em sentido anti-horário, para descer o cilindro, e, conseqüentemente, a mesa que apóia o fruto. Isto solveu convenientemente a questão.

Constatou-se, além dos aspectos citados, que o tempo de ruptura ainda é muito longo, se comparado ao consumido pelo equipamento existente em Pirenópolis, onde se leva aproximadamente 5 segundos para romper o invólucro. Porém, é importante lembrar que, para que se obtenha tal velocidade, os trabalhadores pagam um alto preço em relação à segurança e higiene no trabalho. Existe risco de acidente com corte, além de fadiga dos membros superiores e da costa ao final do dia.

No caso do dispositivo em desenvolvimento, um problema ocorre quando se trabalha com o baru com polpa. A presença da polpa aumenta o tempo total, uma vez que se leva certo tempo comprimindo a polpa na parte superior e inferior do invólucro lenhoso. Somente após o esmagamento é que o cilindro começa efetivamente a aplicar a força sobre o invólucro. Verificou-se também durante os testes, que a alavanca usada inicialmente era muito curta, o que exigia mais esforço do operador para acioná-la. Há de se destacar que o cilindro dispõe de parafuso de ajuste do comprimento da haste, que pode ser utilizado para reduzir o curso e diminuir o tempo de compressão do invólucro lenhoso.

Outro pormenor merece um estudo mais aprofundado, e diz respeito ao posicionamento da alavanca de acionamento do cilindro hidráulico, uma vez que, no protótipo atual, ela toca a parte superior da estrutura.

Apesar de se ter iniciado a construção da bancada, considerando-se a possibilidade de se trabalhar sentado, decidiu-se optar por uma posição mais elevada, semelhante às máquinas encontradas em Pirenópolis, que proporciona mais conforto ao operador. Os testes revelaram que a bancada deve ser fixada ao chão para dar firmeza na hora de se acionar a alavanca de acionamento do cilindro. Sugere-se também a utilização de um banco alto para maior conforto do usuário.

Após a construção do “*mock-up*” foi confeccionada uma bancada em placa de fibra de madeira conhecida como MDF (Medium-Density Fiberboard), para a realização de testes. Essa bancada tem uma altura menor do que a do “*mock-up*” e na parte superior foi instalado o protótipo em metal. A inclinação mostrada na figura 20 tem o objetivo de facilitar a visibilidade na operação de inserir o fruto na mesa de quebra. Baseando-se nos testes do “*mock-up*”, se desenvolveu uma versão que foi construída em aço e madeira (Figura 11).

Figura 11: Versão que foi construída em aço e madeira



4 Conclusão

O trabalho em tela foi desenvolvido na Universidade Federal de Campina Grande, na Região Nordeste. Pode-se considerar o caso como algo atípico, na medida em que a demanda partiu de grupos localizados na região Centro-Oeste. É interessante notar que, apesar de se concentrar na região Centro-Oeste, o baru também é encontrado na Região Norte e na Região Nordeste, onde é chamado, entre outros nomes, de cumbaru. Reconhece-se, todavia, que a

distância de Campina Grande a Pirenópolis é grande e que o ideal seria que se pudesse ter desenvolvido o projeto envolvendo-se, de forma participativa, comunidades que processam o baru. Infelizmente, devido a restrições orçamentárias isso não foi possível. Dessa forma, como foi relatado no tópico 2.2, realizou-se uma visita *in loco* e se desenvolveu o projeto de forma relativamente isolada do contexto onde será aplicado.

Um aspecto importante do projeto está na relação entre as duas Unidades Acadêmicas, uma de Desenho Industrial e outra de Engenharia Mecânica. Esta relação trouxe muitos benefícios e serve de exemplo para demais projetos interdisciplinares que poderão ser desenvolvidos. O projeto proposto pelo Grupo de Desenho Industrial e Desenvolvimento Sustentável - GDDS não se limita apenas ao desenvolvimento da prensa Quebra-Sementes, mas também à concepção de todo um posto de trabalho, adequado a diferentes operadores.

É de conhecimento comum que nesse tipo de projeto, que envolve sistemas mecânicos, raramente são incorporados os aspectos de uso do produto, que envolvem dados antropométricos, ergonomia, aspectos de interface, segurança e higiene no trabalho, etc. Acredita-se que a falta desses elementos num projeto com essas características colabora com o insucesso do mesmo, com conseqüente baixa disseminação de tecnologia.

Não se pode olvidar de enaltecer a colaboração do CENESC durante o processo de desenvolvimento do projeto, colaborando, constantemente, com informações e sugestões, além de apoio logístico durante a visita a Pirenópolis. Pretende-se realizar mais testes no protótipo atual e construir outro equipamento. Caso haja disponibilidade de recursos, este novo equipamento será enviado para Pirenópolis para ser testado pela associação da comunidade de Santo Antônio.

Referências

Guimarães, L. E. C. (1995), Product design in the context of the social needs in less industrialised economies. Tese de doutorado. Mechanical and electrical engineering department. Universidade de Aston in Birmingham. Birmingham: (Reino Unido), 1995.

Guimarães, L. E. C., Penny, J.E.T., Moody, S. (1996) 'Product design and social needs: the case of north-east brazil', int. J. Technology management, special issue on access to technological and financial resources for sme innovation, vol. 12, nos. 7/8, pp. 849-864.

Mcrobie, G. Carr, M. (1982) *Mass production or production by the masses?* Itdg. London.

Smillie, I. (1991) *Mastering the machine - poverty, aid and technology.* Londres: itp.

i Universidade Federal de Campina Grande, Brasil, <adocid05@uol.com.br>

ii Universidade Federal de Campina Grande, Brasil, < jonatas@dem.ufcg.edu.br >.

iii Universidade Federal de Campina Grande, Brasil, < ixsyders@gmail.com >.

iv Universidade Federal de Campina Grande, Brasil, < wilioalbuquerque@hotmail.com >.

v Universidade Federal de Campina Grande, Brasil, <abraaogcavalcante@gmail.com>.