

10404 - Metodologias de projeto para máquinas agroecológicas: relatos de experiências

ALBIERO, Daniel.¹; MACIEL, Antonio José da Silva²; MELO, Rafaela Paula¹; MELLO, Claudia Assad²; MONTEIRO, Leonardo de Almeida¹

1 Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Campus do Pici, Bloco 804, Fortaleza, Ceará, CEP: 60455-760, daniel.albiero@gmail.com

2 Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícolas, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas, São Paulo, CEP: 13083-875, amaciell@feagri.unicamp.br

Resumo: A pouca disponibilidade de máquinas agrícolas projetadas em acordo com as especificidades da agroecologia é um fato marcante atualmente. O objetivo deste trabalho é apresentar diversas metodologias de projeto de máquinas agrícolas e discutir o desenvolvimento de diversos conceitos de máquinas propostas a partir de tais metodologias, e indicar a metodologia mais adequada em função da filosofia participativa da agroecologia.

Palavras -Chave: Máquinas agrícolas, pesquisa participativa, projetos conceituais.

Contexto

Segundo Teixeira et al. (2007) a existência de poucas tecnologias apropriadas a sua realidade e/ou a falta de acesso a essas tecnologias têm levado ao uso de práticas ecológica e tecnicamente incorretas com consequente empobrecimento dos solos agrícolas, redução da produtividade e descapitalização dos produtores. Uma das alternativas que se apresentam para reduzir o esforço e a mão de obra das operações agrícolas sob a forma agroecológica é a adequação da mecanização voltada para esse sistema produtivo.

Encontrar meios para tornar a pequena propriedade agroecológica economicamente viável é um enorme desafio de engenharia, e talvez um caminho para mitigar os problemas ambientais e sociais das sociedade brasileira atual. No entanto segundo Dal Soglio et al. (2007) este setor necessita que a pesquisa forneça subsídios para o desenvolvimento de tecnologias adequadas para a produção de qualidade e representatividade no mercado.

Neste contexto os autores deste trabalho têm realizado estudos e desenvolvimentos de máquinas agrícolas com enfoque agroecológico. E constataram um grande obstáculo na execução destes projetos em relação à adequação das metodologias de engenharia com as necessidades e particularidades das metodologias participativas utilizadas na agroecologia, pois segundo Ahrens et al. (2007) o modelo linear de transferência de tecnologia, no qual a pesquisa gera o conhecimento, a extensão transfere e o agricultor adota, não tem tido sucesso devido a pouca apropriação por parte dos agricultores.

Segundo Pahl et al. (2005) na engenharia um problema se caracteriza por três componentes: 1- uma situação inicial indesejada; 2- uma situação final desejada; e 3- obstáculos que impedem a transformação da situação inicial indesejada na situação final

desejada. A partir deste pressuposto o profissional tecnológico lança mãos de um verdadeiro arsenal de ferramentas para eliminar os obstáculos e realizar a transformação. Percebe-se nesta abordagem uma extrema objetividade e linearidade na forma de pensar de um engenheiro imbuído em resolver algum problema.

No entanto em casos específicos de projetos de máquinas agroecológicas esta linearidade é falseada por três componentes essenciais. O primeiro se refere a questões culturais, muitas vezes em um projeto que vise a resolução de um problema concreto, o engenheiro se depara com “tradições” que não podem, ou que a comunidade não tem a intenção de abandonar. O segundo componente é a questão social, pois de nada vale o projetista desenvolver a solução ótima para o problema, se a comunidade que usufruirá desta solução não tem condições financeiras de custear, sem levar em conta o parâmetro educacional. E por ultimo, e mais importante, as restrições conceituais e filosóficas da agroecologia.

O objetivo deste trabalho é apresentar diversas metodologias de projeto de máquinas que foram adotadas em pesquisas já realizadas e discutir criticamente a sua adequação à realidade da agricultura familiar agroecológica.

Descrição da experiência

As experiências em projetos de máquinas agroecológicas apresentadas remontam vários anos de estudos e busca de soluções tecnológicas para agricultores familiares que seguem os preceitos agroecológicos.

Alguns projetos foram idealizados em função de estudos e avaliações de problemas pertinentes a agricultura familiar. Outros foram iniciados por demanda de agricultores.

As metodologias utilizadas foram: 1-Análise de sistemas técnicos conhecidos; 2-análise de operações básicas; 3- síntese de operações básicas; 4- matriz morfológica; 5- catálogo de soluções; 6- espiral de projeto.

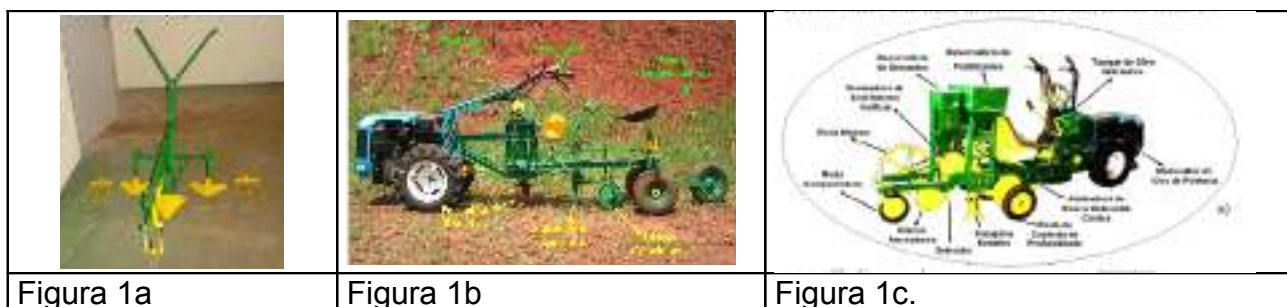
Resultados

Segundo Pahl (2005) a análise de sistemas técnicos conhecidos é uma dissecação virtual ou mesmo física de produtos existentes, esta metodologia visa identificar os efeitos físicos envolvidos e a partir destes otimizar o sistema propondo novos princípios. Mello (2008) avaliou o projeto de um multi-implemento de tração animal que é constituído por uma barra porta-ferramentas, com 7 diferentes tipos de implemento, Figura 1a. Esta metodologia pode se mostrar adequada desde que atue na esfera de equipamentos que já são utilizados pela agroecologia, no entanto pode ser perigosa se for utilizada desconsiderando questões sociais e culturais e se focar somente na otimização do sistema.

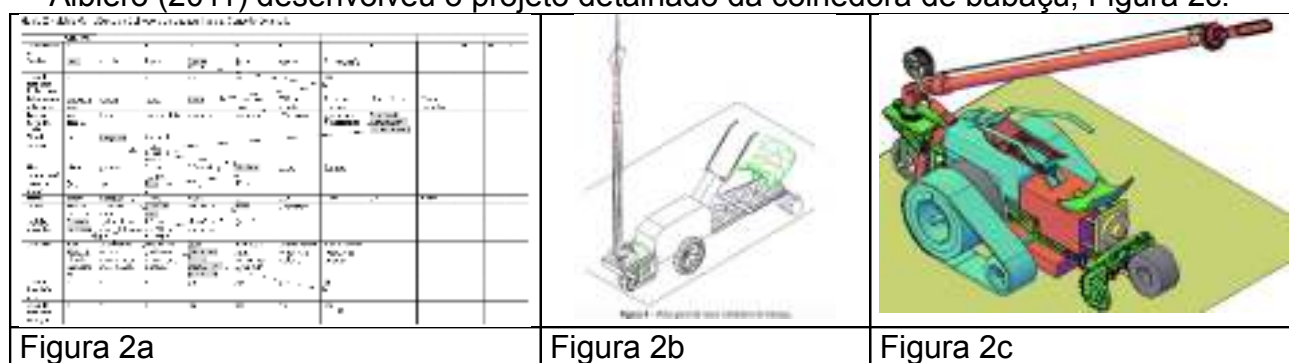
A análise de operações básicas em essência é a aquisição de informação por decomposição e desdobramento das funções necessárias à máquina e das relações estruturais e lógicas destas funções, a partir destas análise desenvolve-se soluções que visem um novo princípio de solução, procurando-se otimizar cada sub-função (Pahl et al., 2005). Albiero (2006) utilizou-se desta metodologia para desenvolver uma semeadora conservacionista para agricultura familiar Figura 1b, esta metodologia é muito interessante

do ponto de vista de projetos agroecológicos, pois sua premissa é a análise de funções para resolução de obstáculos, no entanto também pode pecar se for utilizada somente no contexto técnico.

A síntese de operações básicas é o oposto da metodologia anterior, ou seja, esta metodologia faz a ligação dos elementos, funções e relações para gerar uma solução conjunta, é um processo de busca e descoberta (Pahl et al., 2005). Na síntese sempre se deve considerar a tarefa principal ou global, portanto esta metodologia faz a ligação das funções a partir da otimização do objetivo principal. Em geral um projeto construído após uma análise, pode ser melhorado através da síntese, exemplo clássico pode ser observado em Albiero (2010), que tomou o projeto inicial (Albiero, 2006) e otimizou o sistema, Figura 1c.



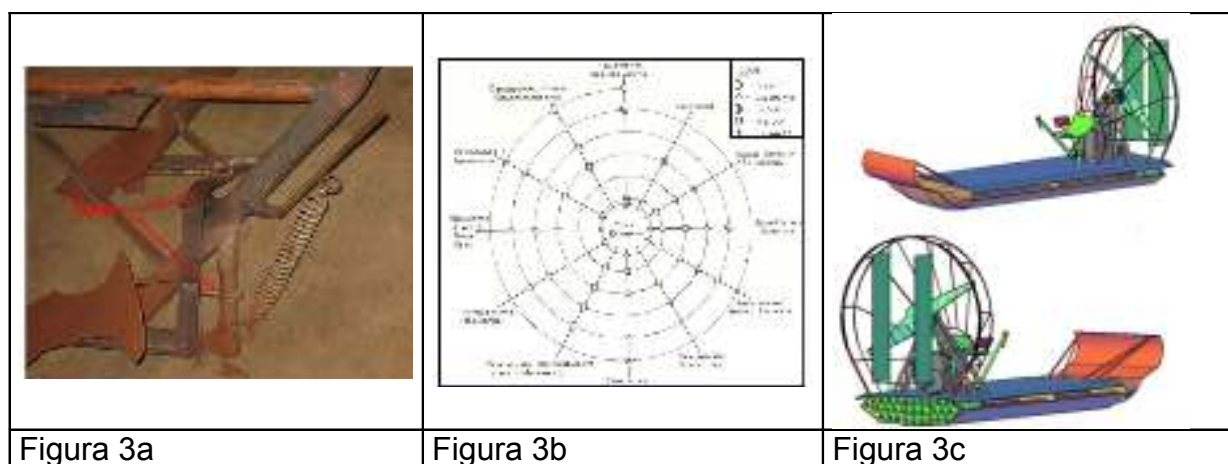
Back (1983) descreve o método da matriz morfológica como a divisão do problema em duas ou mais dimensões, baseadas nas funções requeridas do sistema a ser projetado, em seguida deve-se listar o maior número de possíveis cominhos para alcançar cada uma das dimensões funcionais, estas listas são dispostas em uma matriz de modo que as diversas combinações de soluções possam ser analisadas. Albiero (2007) desenvolveu esta metodologia para propor uma colhedora de babaçu para as matas de babaçu da Amazônia, a matriz morfológica deste projeto é apresentada na Figura 1c e a máquina proposta na Figura 2b. A partir de melhores estudos e através do método da síntese Albiero (2011) desenvolveu o projeto detalhado da colhedora de babaçu, Figura 2c.



O método do catálogo de soluções é baseado em coletâneas de conhecidas e consolidadas soluções para problemas de projetos (Pahl et al., 2005). Todo projetista no decorrer de sua carreira “colecciona” efeitos físicos, princípios de trabalho, elementos e máquinas, peças padronizadas, manuais, livros técnicos, catálogos de fabricantes. Neste extenso material é possível encontrar soluções ou princípios de soluções úteis e inteligentes. Nunes et al. (2009) foram solicitados por agricultores familiares a melhorarem o desempenho operacional de um arado de aivecas para tração animal, através de

estudos e avaliações de catálogos e livros foi decidido pelo projeto de um sistema reversível para o arado, Figura 3a. O projeto teve ótima repercussão entre os agricultores.

Burgos (2008) descreve a metodologia para o projeto preliminar de embarcações, baseado na espiral de projeto, Figura 3b, em que cada volta da espiral estão marcadas os tipos de análise que devem ser feitas para cada subsistema componente de uma embarcação. Esta metodologia pode ser utilizada com adaptações para qualquer projeto de máquinas. Albiero e Maciel (2009) em encontros científicos receberam a demanda de ribeirinhos amazônicos de um meio de transporte de baixo custo e manutenção além de mais seguro, através da espiral de projeto obtiveram um aerobarco com casco de garrafas PET e hélice de madeira passível de ser construída pelos próprios ribeirinhos, assim como toda a embarcação, Figura 3c.



Segundo Ahrens et al. (2007) o processo de experimentação, segundo os referenciais conceituais e metodológicos da Agroecologia, deriva do entendimento de que os sistemas agrícolas familiares só alcançarão maiores níveis de sustentabilidade se forem capazes de combinar alta eficiência produtiva, baixos custos e conservação dos recursos naturais. Neste contexto de todas as metodologias apresentadas a que vislumbra-se como melhor alternativa para uma metodologia de projeto de máquina agrícola agroecológicas é a de matriz morfológica.

Ahrens (2007) explica que ao invés de basear-se em diagnóstico como etapa inicial de um trabalho conjunto, deve-se partir do princípio de reconhecimento da legitimidade das escolhas, respeitando a forma com que os agricultores definiram as demandas de trabalho.

Assim a matriz morfológica poderia ser um vetor de sistematização das idéias dos agricultores aliadas a definições de funções e alternativas sugeridas por técnicos e leigos.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a FAPESP, CAPES, CNPq, FINEP e FEAGRI pelo apoio as pesquisas.

Bibliografia Citada

ALBIERO, D. **Avaliação do preparo de solo empregando o sistema de cultivo**

conservacionista em faixas com “Paraplow” Rotativo usando análise dimensional. 320p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

ALBIERO, D. et al. Proposta de uma máquina para colheita mecanizada de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart) para a agricultura familiar. **Acta amazonica**, Manaus, v. 37, p. 337-346, 2007.

ALBIERO, D.; MACIEL, A. J. S. Viabilidade técnica de aerobarco de baixo custo e fácil construção para populações ribeirinhas amazônicas. In: VI Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Nacional. **Anais...**Campinas: UNICAMP, 2009.

ALBIERO, D. **Desenvolvimento e avaliação de máquina multifuncional conservacionista para a agricultura familiar.** 244p. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

ALBIERO, D.; MACIEL, A. J. S.; GAMERO, C. A. Desenvolvimento e projeto de colhedora de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) para a agricultura familiar nas regiões de matas de transição da Amazônia. **Acta amazônica**, v. 41, p. 57-68, 2011.

AHRENS, D. C. et al. Reflexões sobre a pesquisa participativa. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, p. 89-92, 2007.

BACK, N. **Metodologia de Projeto de Produtos Industriais.** Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.

BURGOS, D. F. S. **Técnica de otimização multiobjetivo aplicada ao projeto preliminar de navios petroleiros.** 242P. Dissertação (Mestrado). Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

DAL SOGLIO, F. K. et al. Desenvolvimento de tecnologias apropriadas para a produção de mudas de frutas cítricas em sistema familiar de produção. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, p. 98-101, 2007.

MELLO, C. A. **Capacitação técnica dos agricultores do assentamento rural Pirituba II na fabricação de multi-implemento de tração animal.** 138p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

NUNES, P. G. K.; MACIEL, A. J. S.; ALBIERO, D. Projeto e desenvolvimento de arado de aiveca reversível para a agricultura familiar. In: IV Jornada de estudos em assentamentos rurais. **Anais...**Campinas: UNICAMP, 2009.

PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. H. **Projeto na engenharia.** São Paulo: Blucher, 2005.

TEIXEIRA, S. S.; MACHADO, A. L. T.; REIS, A. V.; OLDONI, A. Caracterização da produção agroecológica do sul do Rio Grande do Sul e sua relação com a mecanização agrícola. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, p. 162-171, 2009.