

METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM DOSADOR DE MANIVAS PARA PLANTADORA DE MANDIOCA

JULIANO MAZUTE¹, ACIRES DIAS², ALBERTO K. NAGAOKA³, HENRIQUE G.
BELANI⁴, FERNANDO C. BAUER⁵

¹Eng. Mecânico, consultor de projetos mecânicos para automação, FIESC-SENAI, Florianópolis-SC, fone (48) 96456033, juliano.mazute@gmail.com

²Engenheiro Mecânico, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Mecânica, CCT/UFSC, Florianópolis - SC

³Engº Agrícola, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Rural, CCA/UFSC, Florianópolis - SC

⁴Eng. Agrônomo Bolsita CNPq – ATP-A, Depto. de Engenharia Rural, CCA/UFSC, Florianópolis - SC

⁵Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Rural, CCA/UFSC, Florianópolis - SC

Apresentado no

XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: A carência de indústrias de máquinas agrícolas que produzem plantadoras de mandioca para pequenas propriedades limita esta operação a utilizar ferramentas manuais de baixa tecnologia na agricultura familiar. Os pesquisadores que trabalham com desenvolvimento de máquinas, apontam que na operação de plantio os problemas estão centrados em duas dimensões: a dosagem e a incorporação no solo. Este trabalho teve como objetivo desenvolver a partir de métodos estruturados, um mecanismo dosador de manivas para operar em máquina de plantio direto de mandioca, adequada à realidade das pequenas propriedades agrícolas, com produtores que utilizam tratores com potência entre 9 e 15 cv. Desenvolveu-se um mecanismo dosador, com o apoio de documentos, ferramentas e métodos sistemáticos, que direcionaram a escolha da concepção dos princípios de solução do mecanismo dosador. Verificou-se a efetividade na geração de concepções alternativas, apresentando e evoluindo a concepção selecionada, com auxílio de ferramentas CAD.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura familiar, plantio direto, *Manihot esculenta* Crantz.

METHODOLOGY TO THE DEVELOPMENT A METERING MECHANISM OF A CASSAVA PLANTER

ABSTRACT: The shortage of agricultural machinery industries producing cassava planters to small properties limits this operation, forcing them to use manual low-tech tools in family farming. Researchers working in machines projects, point out that the problems of planting operation are centered on two dimensions: the dosage and incorporation in the soil. This study aimed to develop from structured methods, a doser cuttings mechanism of a cassava planter to operate in no-tillage farming, appropriate to the reality of small farmers, using tractors with power between 9 and 15 machine cv. Developed a doser cuttings mechanism, based in documents, tools and with systematic methods that helped to choose the best design solution for product and solution principles which cover it up. Was verified the effectiveness in generating alternative conceptions, presenting and evolving the selected conception with the aid of CAD design tools.

KEYWORDS: family farming, no-tillage farming, *Manihot esculenta* Crantz

INTRODUÇÃO

No cultivo da mandioca, a EPAGRI (2011) relata que no cenário nacional, estima-se a geração de mais de um milhão de empregos diretos, considerando-se apenas a fase de produção primária e o processamento de farinha e fécula. Ferreira (2007) cita que 84% da produção nacional da mandioca ocorre por meio da agricultura familiar.

As plantadoras de mandioca adaptadas ao sistema de plantio direto, disponíveis comercialmente, apresentam sérias limitações tecnológicas quanto à capacidade de penetração no solo para fazer o sulco de plantio (FEY, 2009). A operação de plantio da mandioca em pequenas propriedades é, geralmente, efetuada manualmente, em covas preparadas com enxadas ou em sulcos abertos e fechados, após a deposição das manivas, com equipamentos tracionados por animal (ALONÇO, 2009), cujas operações demandam tempo e significativo desgaste físico.

Mialhe (2012) aponta que os problemas de plantio estão centrados em duas dimensões: a dosagem e a incorporação no solo, fato existente também no plantio de mandioca. O PMBOK (2008) descreve projeto como um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo, por sua vez Fonseca (2000) enfoca no projeto aplicado a engenharia, contextualizando como uma atividade tecnológica, estruturada e gerenciável, que visa à solução de problemas típicos da engenharia, voltada ao futuro e usando a criatividade”. Ferreira Filho et al. (2010) destacam que não há uma definição satisfatória ou senso comum para projeto, como apresentado por autores acima. Mas Back et al. (2008) descreve projeto como o resultado da atividade Projetar.

Para atender e viabilizar soluções de tecnologia, realizou-se uma pesquisa inicial com o intuito de coletar a opinião dos usuários e propor concepções para desenvolver um protótipo de dosador de manivas. O modelo de referência deste trabalho foi desenvolvido e descrito em mais detalhes por Romano (2003) e adotado por Back et al. (2008), como um modelo que contribui para que as empresas passem a executar um processo de desenvolvimento de produtos formal, sistemático e integrado aos demais processos empresariais, e participantes da cadeia de fornecimento, clientes finais. Tal modelo, conforme Back et al. (2008), favorece as empresas à inovação e desenvolvimento de novos produtos, englobando todo o ciclo de vida do produto.

O principal objetivo deste trabalho é desenvolver a partir de métodos estruturados, um mecanismo dosador de manivas para operar em máquina de plantio direto de mandioca, adequada à realidade das pequenas propriedades agrícolas, com produtores que utilizam tratores com potência entre 9 e 15 cv.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, foram executadas em quatro fases (Planejamento do projeto; Projeto informacional; Projeto conceitual; Projeto preliminar), amparadas por métodos, ferramentas e documentos de apoio, utilizadas durante as etapas. A saída final desta metodologia foi o leiaute final do produto, para testar seus princípios de solução para cada função do mecanismo dosador de manivas. A metodologia seguida, com suas fases e etapas, são apresentadas na Figura 1.

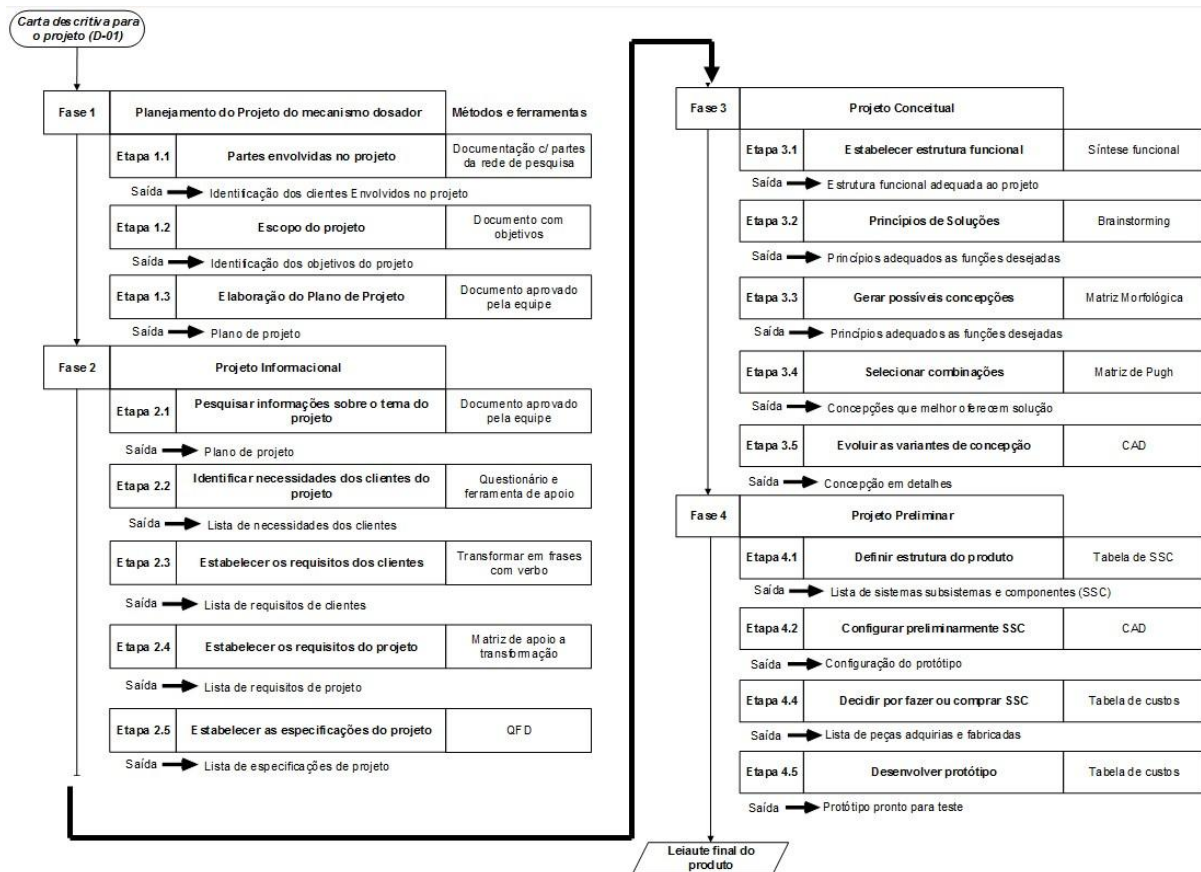


FIGURA 1. Metodologia de projeto seguida, as fases com suas tarefas e a saída desejada com o apoio de métodos e ferramentas.

O projeto se iniciou com a carta descritiva de projeto, fase 1 – Planejamento do projeto, apresentando o escopo do projeto e o objetivo. Para o projeto do mecanismo dosador de plantadora de mandioca, foi necessário obter dados confiáveis e incorporação de colaboradores e usuários antes da macrofase de projeção, para atender as demandas de mercado e adequação das necessidades dos pequenos grupos agrícolas. Na fase 2 – Projeto informacional foi desenvolvida toda base teórica do mecanismo projetado, além de iniciar a verificação física do produto, com a descrição das especificações. Notou-se que seguindo a metodologia proposta, com as entradas e saídas das etapas, conseguiu-se obter um êxito maior nas especificações de projeto, por permitir acompanhar juntamente com os clientes, as necessidades existentes no mercado e visualizar o nicho que se deseja entrar.

Como requerido na metodologia, à lista de necessidades, a transformação em requisitos de clientes e posteriormente em requisitos de projeto, foram obtidos de pesquisas secundárias (referencial e pesquisa básica, diretamente com técnicas e agricultores). A fase foi encerrada estabelecendo as metas do produto no projeto, observando a necessidade de maior atenção nos custos do produto (manutenção, fabricação e operação).

Na fase 3, foi representada pela engenharia de desenvolvimento de produto, com técnicas que auxiliaram na escolha da melhor solução de concepção de produto e os princípios de solução. Com o auxílio da metodologia proposta, verificou-se a efetividade na geração de concepções alternativas, desenvolvendo um histórico muito importante para as empresas e engenheiros de projetos conseguirem maior abrangência nas concepções e soluções geradas.

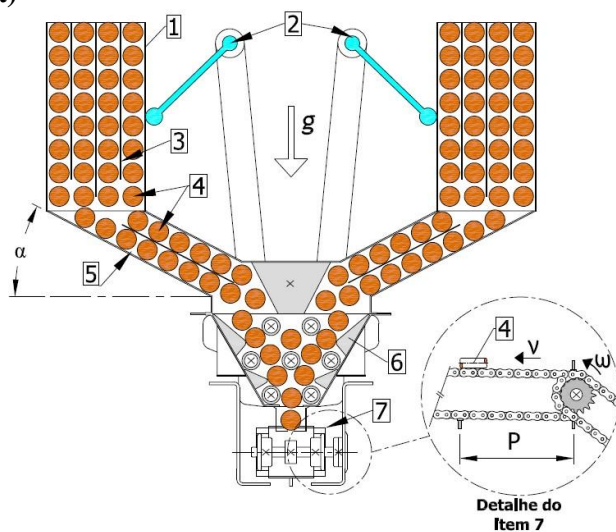
O acompanhamento contínuo das especificações de projeto, foi a maior responsável pela aprovação de princípios de solução com as ferramentas propostas. A fase foi encerrada apresentando e evoluindo a concepção de produto, com auxílio de ferramentas CAD, apresentado na Figura 2a.

Na fase 4, realizou-se o projeto preliminar para definição da estrutura do produto com a identificação dos sistemas, subsistemas e componentes em que se caracterizaram os materiais dos componentes, esforços e condicionantes do produto e os aspectos críticos. Estes três parâmetros de identificação tiveram objetivo de facilitar o desenvolvimento dos desenhos preliminares.

Identificaram-se cinco sistemas, que são eles: Armazenagem, Redução do número de manivas, Individualizador de manivas, Condução de manivas e Condutor de maniva. Nestes sistemas houve intervenções da equipe de projeto para discutir o uso de materiais alternativos, visando facilidade na montagem, desmontagem no teste e verificação da viabilidade econômica para fabricação.

Com definição de leiaute final do protótipo, iniciou-se a etapa de desenvolvimento e fabricação do protótipo, apresentado na Figura 2b, com o propósito de testar a funcionalidade dos princípios de solução que foram selecionados na fase do projeto conceitual.

a)



b)



FIGURA 2 - a) Conceito do mecanismo dosador. b) Protótipo do mecanismo dosador de manivas

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para descrição dos testes de cada módulo, é apresentado em quadros com a designação de cada sistema, desde sua descrição até as considerações da solução. A avaliação foi considerada:


- **Aprovada:** quando a mesma quando testada, com as condicionantes de entrada do sistema de acordo, executaram sua função e a saída do sistema foi a esperada;
- **Aprovada com ressalvas:** a entrada do sistema é como esperada, já sua saída é a esperada, mas intermitente (ocorre falhas). Assim, há necessidade de um controle maior para que não venha ocorrer estas falhas na saída do sistema;
- **Reprovada:** a entrada do sistema é como esperada, mas sua saída não ocorre no tempo esperado, ou há danificações na maniva e por vezes nem acontece a saída do sistema.

As ações corretivas, quando possível, foram realizadas pela equipe que acompanhou os testes. As ações foram avaliadas e apresentadas nos quadros abaixo juntamente com suas respectivas descrições e avaliações.

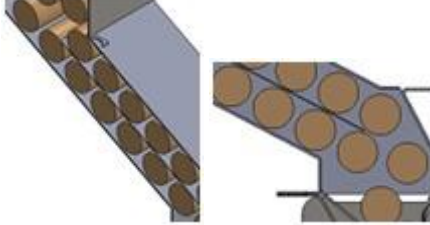



Quadro 1 – Avaliação da função armazenar manivas

PS (princípio de solução)	Em reservatório e manivas pré-organizadas
Descrição	Reservatório em caixa retangular metálica, com divisórias internas que dividem a câmara em subseções. As manivas são acondicionadas no reservatório.
Representação Gráfica / protótipo	
Considerações do teste	Aprovado com ressalvas: 01-Dificuldade de enchimento das manivas; 02-Sistema de lotes não comporta a variação do diâmetro das manivas; 03-Ação possível: retirar divisórias internas para facilitar enchimento.

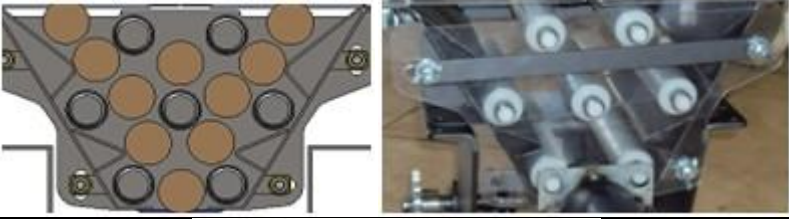


Quadro 2 – Avaliação da função acionar mecanismos

PS (princípio de solução)	Corrente
Descrição	Acionamento ocorre pela roda dentada, que está acoplada no eixo da roda compactadora (eixo motor), para a roda dentada que está acoplada ao eixo do mecanismo dosador (movido).
Representação Gráfica	
Considerações do teste	Aprovado: Solução já implantada em máquinas e equipamentos semelhantes.

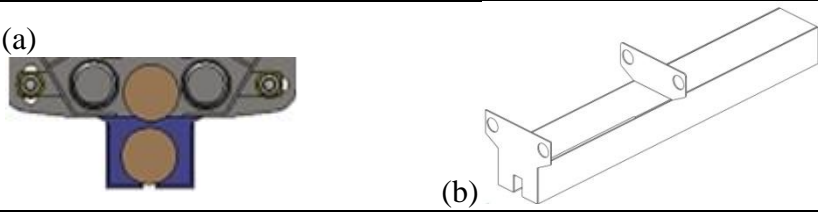
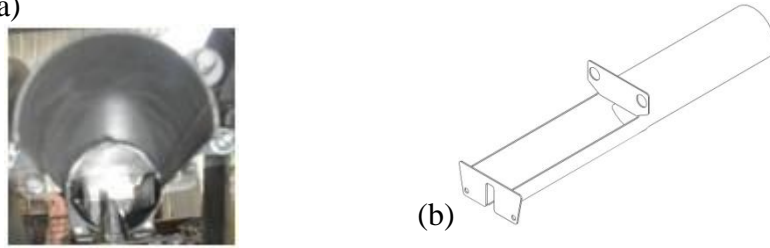
Quadro 3 – Avaliação da função controlar fluxo de manivas

PS (princípio de solução)	Rampa com porta, com função de direcionar e reduzir fluxo de maniva sobre o individualizador de manivas.
Descrição	Rampa, construída em chapa metálica com angulação de inclinação de 30°, que mantém fluxo de queda das manivas.
Representação Gráfica	
Imagem do protótipo	 <div data-bbox="890 712 1106 857" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>Vista superior da rampa, sem divisória e sem manivas.</p> </div>
Teste funcional	 <div data-bbox="866 920 1128 1126" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>Vista da rampa com manivas. Observa-se que as manivas não estão ordenadas no processo de queda.</p> </div>
Considerações do teste	<p>Aprovado com ressalvas: 01- O escorregamento das manivas foi dificultado pelas gemas salientadas “aumentada”. Esta condição das gemas foram diferente das manivas que foram medidas e relatadas no capítulo 6; 02- Há uma desorientação natural durante o fluxo das manivas, dificultando a individualização.</p>
Sugestão de solução	 <p>Outras sugestões de solução apresentam-se na matriz morfológica, em que estudou-se soluções alternativas para resolver o problema apresentado. O mesmo não foi construído, nem testado. A percepção é de que a heterogeneidade das manivas requerem um tipo de condicionamento pré-estabelecido à fase de plantio, por exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistema de reservatório tipo “cartucho”, onde as manivas são levadas já orientadas e individualizadas até o ponto de descarga. Para controle do fluxo, se percebeu um sistema mais robusto.

Quadro 4 – Avaliação da função reduzir número de manivas

PS (princípio de solução)	Labirinto de condução e individualização das manivas
Descrição	Sistema mecânico com rolos cilíndricos espaçados que em seus espaçamentos permitem apenas a passagem de uma maniva ao final do trajeto.
Representação Gráfica (modelo gráfico) / protótipo	
Teste funcional	
Considerações do teste	<p>Reprovado: 01- O modelo com rolos não funcionou, o sistema sofreu muitos embuchamentos, pela rugosidade das manivas e pela chegada da maniva na orientação não adequada; 02- Optou-se por retirar os rolos, como está na figura do teste funcional, mas também não funcionou adequadamente. 03-Não suporta as variações do diâmetro das manivas.</p>
Sugestão de solução	 <p>Solução com a variação no ângulo de inclinação do individualizador das manivas e retirada dos rolos ou sistema de labirinto. Com esta solução, notou-se a condução da maniva com menor interferência, mas ainda havendo embuchamentos na sua descida, proveniente do atrito entre as gemas das manivas, assim necessitando de melhoras na solução.</p>

Quadro 5 – Avaliação da função individualizar manivas






PS (princípio de solução)	Rampa com canal de acondicionamento
Descrição	Canal que acondiciona a maniva. Não há adequação da dimensão do canal conforme diâmetro de manivas. Em (a) tem-se uma vista lateral e em (b) um desenho esquemático em perspectiva, do canal de queda e condução da maniva.
Representação Gráfica	
Imagem do protótipo	 <p>Alterado para componente circular, o que facilitou fabricação e aquisição dos materiais a serem manufaturados.</p>
Considerações do teste	Aprovado com ressalvas: 01- O canal ficou com baixa absorção de variações no diâmetro das manivas; 02- Quando realizadas alterações que possibilitaram maior "liberdade" (dimensão do canal maior, sem obstrução), o resultado foi adequado.
Sugestão de solução	Há a necessidade de haver um mecanismo que consiga não interromper tanto o fluxo de manivas, por estas não estarem orientadas de acordo, ou seja, um sistema mais livre. Notou-se que ao gerar um mecanismo de precisão, onde uma maniva por vez seja transportada, acaba obstruindo o transporte, ocasionando quebras no mecanismo.

Quadro 6 – Avaliação da função transportar manivas

PS (princípio de solução)	Condutor de corrente e pino
Descrição	Responsável por transformar o movimento da roda dentada, circular, em um momento linear. Assim, com o movimento linear movendo os pinos da corrente, que transportam a maniva para fora do mecanismo. O pino fixo na corrente transporta a maniva individualizada no “canal de acondicionamento” longitudinalmente, até entrega-la para o “tubo condutor”.

Continua...

...Continuação do Quadro 6 – Avaliação da função transportar manivas

PS (princípio de solução)	Condutor de corrente e pino	
Representação Gráfica		Corrente montada nas engrenagens condutoras, dotada de pinos condutores da maniva.
Imagem do protótipo		Corrente montada no subconjunto de condução da maniva.
Teste funcional		Vista do subconjunto de condução de maniva acoplado ao motor pelo acoplamento flexível torcional. Funcionando normal, como projetado.
Teste com maniva		Quando a maniva chegou individualizada, em sua maior parte foi transportada como previsto. Houve falhas, nem todas as manivas foram transportadas pelos pinos acoplados na corrente, ocorrendo retardos na chegada, o que propiciou uma inclinação das manivas e aumentou o embuchamento do sistema.
Considerações do teste	Aprovado com ressalvas: 01- Mecanismo robusto e que exerceu força excessiva no dosador, acarretando em danos mecânicos nas manivas e/ou quebras no conjunto, quando ocorreu embuchamento; 02- Pinos não flexíveis, provocando danos nas manivas, quando fixo rebites, houve quebra dos pinos. Quando fixo com parafusos, houve quebras no conjunto soldado.	
Sugestão de solução		A percepção de que um condutor de esteira poderá desempenhar este papel de levar a maniva ao condutor, se receber devidamente individualizada. Esteira lisa ou corrugada, com movimento linear, que receba as manivas já individualizadas e efetividade no transporte das manivas, desde que já orientadas apenas seja responsável pelo seu transporte. Apresentou maior e individualizadas.

CONCLUSÕES

Notou-se que há uma grande necessidade de inovação na mecanização agrícola do plantio, mesmo esta operação sendo antiga. O Brasil demorou tempo para iniciar o desenvolvimento de seus produtos e até os dias atuais ainda não absorveu as tecnologias existentes em outros países, o que evidencia a importância deste trabalho, enquanto fonte de pesquisa e informação para empresas e pesquisadores da área de mecanização agrícola.

Aplicar o conhecimento de metodologia de projeto, estruturando o processo de projeto, foi apresentado e seguido durante este trabalho. Notou-se um processo robusto que auxiliou no processo criativo de concepções e de entendimento da operação de plantio e das funções que a plantadora e o mecanismo dosador devem executar.

Para o setor de pesquisa e desenvolvimento de produtos, o uso da metodologia proposta, além do conhecimento de estruturação das fases de projeto e a capacidade de trabalhar em grupo, são essenciais para que a equipe de projeto alcance o sucesso na escolha dos princípios de soluções.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) que possibilitaram a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALONÇO, A. S. **Máquinas para plantio e transplante**, disciplina EGR 1018 – Tecnologia agrícola. Santa Maria: UFSM, 2009. [Apostila do curso de Agronomia].

BACK, NELSON; OGLIARI, ANDRÉ; DIAS, ACIRES; SILVA, JONNY C. **Projeto Integrado de Produtos: planejamento, concepção e modelagem**. São Paulo: Manole, 2008.

EPAGRI. (2012). **Empresa de pesquisa agropecuária e extensão rural de Santa Catarina**. Acesso em Junho de 2012, disponível em www.epagri.sc.gov.br: http://www.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=3259:demonstracao-da-primeira-maquina-de-descascar-aipim-em-urussanga&catid=34:noticias-epagri&Itemid=51.

FERREIRA, C. R. C. Como o agricultor familiar pode conseguir e manter o financiamento rural e como se dá a relação com os bancos. Acessado em Junho de 2012. <http://MDA.gov.br/SAT/arquivos/1137912740.doc>

FERREIRA FILHO, E. R., C. V., Miguel, P. A. **Projeto do produto**. Rio de Janeiro: Campus, 2010.

FEY, E. **Aperfeiçoamento de um mecanismo sulcador para plantio direto de mandioca**. Tese / UFSM - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 133p. 2009.

MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas para plantio**. Campinas/ SP: Millennium, 2012.

PMBOK, **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. 4ed. Pennsylvania: PMI, 2008.

ROMANO, L. N. Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas. TESE / UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.