

Desenvolvimento do conceito de um sistema automatizado para plantio e adubação de mudas de palmeiras

RESUMO

Cassiano Rodrigues Moura

cassiano.moura@ifsc.edu.br

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Jaraguá do Sul, Santa Catarina, Brasil

Luiz Veriano Oliveira Dalla Valentina

luiz.valentina@udesc.br

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville, Santa Catarina, Brasil.

Alexandre Gesser Cassiano Rodrigues Moura

gesser.alexandre@gmail.com

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Jaraguá do Sul, Santa Catarina, Brasil

Cristiane Ceratti Nunes

ccerattinunes@gmail.com

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Jaraguá do Sul, Santa Catarina, Brasil

Claudio Ivair Schmidt

cischmidt@bol.com.br

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Jaraguá do Sul, Santa Catarina, Brasil

Marcos Roberto Cantovickr

marcos.cantovick@gmail.com

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Jaraguá do Sul, Santa Catarina, Brasil

Este trabalho utiliza a metodologia de Desenvolvimento de Produto na criação da concepção de um equipamento, voltado à agricultura familiar, para mecanizar o processo de plantio de mudas de palmeiras. A metodologia aplicada neste trabalho caracteriza-se por meio de pesquisa tecnológica, que busca a geração de novos produtos, a mesma inicia-se com a análise do processo de plantio, onde é realizada a avaliação do problema e um levantamento das demandas dos clientes. Na sequência é aplicado o Projeto Informacional onde são levantadas as informações sobre as necessidades dos produtores através de pesquisa de mercado, nesta fase as informações são estruturadas com auxílio da matriz QFD. Posteriormente é realizado o Projeto Conceitual onde a visão do mercado é transformada em um conceito tecnologicamente atrativo, nesta etapa é realizada a modelagem funcional do processo, a pesquisa pelos princípios de solução e a seleção de uma alternativa de concepção tecnicamente viável. Por fim é realizado o Projeto preliminar onde é apresentado o croqui do produto seguido de uma análise das possíveis falhas através do FMEA, onde se identificou pontos críticos nas funções de inserção e adubo e controle de mudas. O conceito proposto se mostrou viável e adequado às necessidades dos produtores, uma vez que o equipamento possui baixo custo, pequeno porte e boas características de transportabilidade, além de ter sido desenvolvido com características modulares, o que facilita a sua aquisição e transporte.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento de produto. Agricultura familiar. Mecanização agrícola. Plantadeira.

INTRODUÇÃO

Conforme informações do Ministério do Desenvolvimento Agrário (2015) a agricultura familiar já foi uma atividade de subsistência. Atualmente milhões de agricultores familiares são responsáveis por boa parte dos alimentos consumidos pelos brasileiros. A agricultura familiar brasileira responde por aproximadamente 33% do valor total da produção do meio rural no país. Isso mostra que o pequeno produtor exerce um papel decisivo na cadeia produtiva que abastece o mercado brasileiro.

Um dos produtos que vem sendo amplamente explorado pela agricultura familiar é o palmito, sua produção vem despertando o interesse de agricultores de todo o País devido principalmente, à demanda elevada, tanto interna quanto externa, de palmito de boa qualidade e à alta lucratividade do setor. O Brasil é o maior produtor e consumidor de palmito do mundo, sendo que o investimento na industrialização do processo de cultivo e beneficiamento é crescente. (Pinheiro et al. 2011; Sampaio et al. 2007).

O cultivo e a produção de palmito vêm sendo realizada por pequenos produtores em diversas regiões do Brasil, principalmente em agricultura familiar, no Estado de Santa Catarina pequenos produtores manufaturam este produto em uma atividade que geralmente é realizada manualmente. O plantio é uma das primeiras etapas de seu processo produtivo que é realizado com auxílio de ferramentas manuais, um trabalho exaustivo e pouco produtivo. Isto dificulta o trabalho do pequeno produtor, tornando a atividade pouco rentável.

Isto justifica a realização deste trabalho, que pode gerar benefícios para os pequenos produtores, como: a melhora da qualidade do produto final; o aumento da renda dos produtores; e uma melhor qualidade de vida para os trabalhadores, uma vez que o processo contará com equipamento específico.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma concepção de um equipamento automatizado para plantio e adubação de mudas de palmeiras adequado às necessidades dos produtores de pequeno e médio porte, especificamente direcionado a agricultura familiar, proporcionando aumento na produtividade, gerando renda e maior eficiência no processo de plantio.

Avaliando a necessidade de o produtor rural aumentar sua produtividade e aperfeiçoar seu processo produtivo foi realizado o planejamento do projeto para um sistema automatizado de plantação de mudas, que possibilite reduzir o número de operadores, aumentar o número de mudas a serem plantadas, através de sistemas que facilitem o processo e possam substituir a forma tradicional de plantio manual. Para o desenvolvimento da concepção do equipamento serão utilizadas técnicas e ferramentas do Processo de Desenvolvimento de Produtos que permitirão propor uma alternativa viável para os pequenos produtores.

REVISÃO DE LITERATURA

PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Processo de Desenvolvimento de Produto - PDP pode ser entendido como um conjunto de atividades por meio das quais se podem chegar às especificações do projeto de um produto ou de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo. Para isso se leva em consideração as necessidades do mercado, restrições tecnológicas e as estratégias competitivas e de produto da empresa (Rozenfeld et al. 2006).

De acordo com Pahl et al. (2005) a atividade crucial no desenvolvimento de produto consiste em um processo de análise e um subsequente processo de síntese que passa por etapas de trabalho e de decisão, iniciando-se geralmente de forma qualitativa tornando-se cada vez mais concretos e quantitativos. Segundo ele as condições de desenvolvimento demandam de três aspectos do produto:

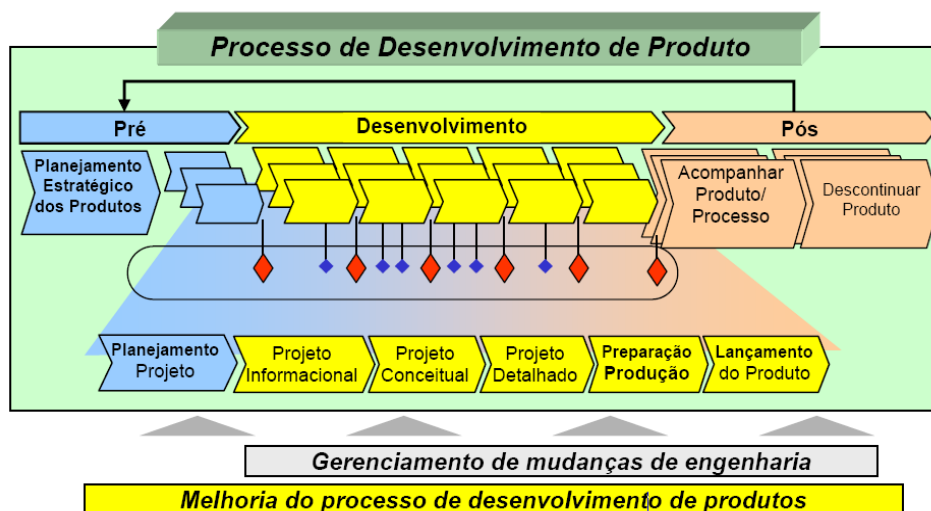
- O planejamento do teor do processo de desenvolvimento e de projeto;
- O estabelecimento de um cronograma das etapas de trabalho do processo de desenvolvimento e de projeto;
- O planejamento dos custos do produto, visando não ultrapassar um limite prefixado.

Diversos autores apresentam modelos para delinear o processo de desenvolvimento de produtos. No modelo de Ulrich e Eppinger (2004) o PDP é dividido em uma sequência de fases e atividades que são desenvolvidas para conceber, projetar e comercializar um produto. Para Pahl et al. (2005) o modelo para o Processo de desenvolvimento de Projeto pode ser desdobrado nas seguintes fases planejar/esclarecer a tarefa; conceber; projetar e detalhar. Back et al. (2008), apresentam um modelo de referência para o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos – PRODIP. Este modelo contribui para que as empresas possam executar um processo de desenvolvimento de produto mais formal e sistemático, integrado aos demais processos empresariais, o processo é decomposto em macro fases, atividades e tarefas com uma sequência lógica de atividades e tarefas.

A Figura 1 apresenta uma visão geral do modelo de referência que estrutura o PDP proposto por Rozenfeld et al. (2006). Pode-se observar que o modelo está dividido em três macro fases de atividades:

- Pré-Desenvolvimento: Esta é a fase de concepção do produto, onde são reunidas as ideias, avaliadas as restrições e realizado o planejamento estratégico do produto e o do projeto;
- Desenvolvimento: Onde o produto será de fato produzido. Inicia-se com a determinação de todas as especificações-metas do produto;
- Pós-Desenvolvimento: Após lançado o produto, no pós-desenvolvimento são realizados o acompanhamento e o processo de descontinuação do produto no mercado.

Figura 1 - Visão geral do modelo de referência



Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

MECANIZAÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR

A mecanização dos processos agrícolas já vem sendo utilizada há muito tempo, seu principal objetivo é contribuir para o aumento da produtividade e da melhora da qualidade de vida dos trabalhadores. Principalmente na agricultura familiar, devido às características exaustivas das atividades exercidas manualmente que acabam gerando desconforto aos produtores. Segundo Oliveira (2010), a agricultura familiar no Brasil atua de maneira imprescindível e contribui para a segurança alimentar do país, pois os produtos das pequenas propriedades fazem parte da alimentação básica do brasileiro.

Neste contexto o Desenvolvimento de Produtos atua na mecanização agrícola buscando novas soluções para contribuir com o aumento da produtividade e da qualidade de vida do pequeno produtor. O Desenvolvimento de Produtos possui ferramentas capazes de conceituar e projetar novas ideias transformando-as em produtos. Dentre os casos de desenvolvimento voltados à agricultura familiar brasileira encontrados na literatura pode-se citar:

- Desfibriladora de fibras da folha do abacaxi: Desenvolvido para otimizar o processo de desfibrilização das folhas do abacaxi (Aquino et al. 2008);
- Máquina para extração da fibra de bananeira: Equipamento utilizado para substituir o processo manual de extração de fios de fibra dos bananicultores do estado de SC (Scalice et al. 2012);
- Sistema mecanizado para a cultura do alho: Sistema integrado de beneficiamento, classificação e debulhação de bulbos de alho, com ênfase no plantio (Schmidt, 1997);
- Semeadora e adubadora modular para pequenas propriedades rurais: Equipamento modular desenvolvido para atender os pequenos produtores nas atividades de cultivo, ele possui as funções de semear-adubar, escarificar e sulcar o solo (Arend et al. 2005);
- Equipamento para beneficiamento de bulbos de alho: Equipamento desenvolvido para solucionar o problema da limpeza e classificação de bulbos de

alho, operações estas que fazem parte do beneficiamento de alho (Forcellini et al. 2004);

- Equipamento para beneficiamento de tupinambor: Desenvolvido para beneficiar rizomas de tupinambor, um medicamento fitoterápico (Moura et al. 2014).

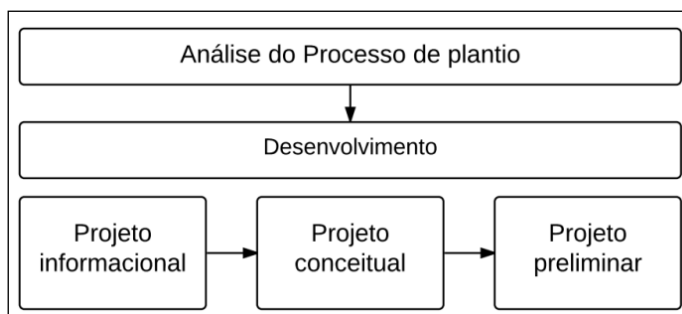
Alguns destes trabalhos não apresentam o método utilizado para Desenvolvimento do Produto, outros utilizaram conceitos usuais da metodologia de projetos e outros adaptaram conceitos de autores como Rozenfeld et al. (2006) como no caso da máquina para extração da fibra de bananeira e do equipamento para beneficiamento de tupinambor.

METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste trabalho caracteriza-se por meio de pesquisa tecnológica, que busca a geração de novos produtos. Em termos de objetivos ela pode ser classificada como pesquisa exploratória, pois visa compreender o problema atual para depois propor uma solução. Os procedimentos utilizados incluem pesquisa de campo, através do acompanhamento das atividades in loco, pesquisa na literatura e em patentes, para busca de possíveis soluções já existentes, e levantamentos através de entrevistas com especialistas e produtores.

O procedimento metodológico do trabalho está dividido em quatro etapas mostradas na Figura 2. A análise do processo de plantio caracteriza a etapa inicial do projeto, onde é realizada a avaliação do problema seguido de um delineamento do processo de plantio de palmeiras. Na sequência inicia-se a etapa de desenvolvimento do produto, onde são aplicados o método e as ferramentas para a criação do conceito, nesta etapa são desenvolvidas as três fases, o Projeto Informacional; Conceitual e Preliminar onde pôr fim se apresenta um modelo conceitual para o produto.

Figura 2 - Metodologia de trabalho.



Fonte: Autoria própria (2017)

O projeto informacional inicia a fase de desenvolvimento, nesta etapa será realizado o planejamento, onde são levantadas as informações sobre as necessidades dos produtores, esta será baseada em uma pesquisa de marketing realizada com auxílio de um questionário junto aos produtores e entrevista com especialistas. A clarificação destas necessidades será feita através do Desdobramento da Função Qualidade (Quality Function Deployment – QFD)

(Akao, 1990). Ao final do projeto informacional serão determinadas as especificações metas do produto.

A próxima etapa é o Projeto conceitual, onde será transformada a visão de mercado, obtida da fase do projeto informacional, em um conceito tecnologicamente atrativo, nesta fase será realizada a modelagem funcional do produto, resultando na base para a procura dos princípios de solução e a geração de alternativas de projeto. A seleção da solução mais adequada será realizada através da análise da viabilidade técnica do projeto com auxílio de uma matriz de avaliação. Por fim será desenvolvido um projeto preliminar para apresentar o conceito do produto final, este será analisado através da ferramenta FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) para identificar possíveis defeitos e falhas na fabricação e montagem, este será base para um futuro projeto detalhado. (MOURA, 2000; STAMATIS, 2003).

DESENVOLVIMENTO

ANÁLISE DO PROCESSO DE PLANTIO

Atualmente o produtor rural de pequeno porte faz o plantio de mudas de palmeira manualmente, estas geralmente são adquiridas em tubetes e posicionadas no solo uma unidade de cada vez. Esta tarefa é lenta e se torna árdua, ocasionando problemas ergonômicos aos produtores. Com o aumento do consumo e conseqüente aumento da demanda existe a necessidade de otimizar o processo de plantio de palmeiras. Os equipamentos de baixo custo disponíveis no mercado, que podem auxiliar os pequenos produtores neste plantio, não possuem sistema automatizado. Estes equipamentos geralmente necessitam de dois (2) operadores para manusear o mesmo e realizar o processo de plantio, sendo um tratorista e um operador para posicionar as mudas na alimentação da máquina. O referido processo de plantio consiste em abrir uma cova na terra, com auxílio de alguma ferramenta, para se inserir o tubete com a muda. Posteriormente pode-se adicionar algum substrato, como o adubo e realizar uma leve compactação do solo para se fixar a planta. Baseado nesta necessidade do mercado percebe-se uma oportunidade para se desenvolver um equipamento automatizado para otimizar este processo.

PROJETO INFORMACIONAL

Procurou-se levantar as necessidades relacionadas à mecanização do processo de plantio de mudas de palmeira, com o objetivo principal de identificar e satisfazer as necessidades dos produtores. Segundo Moutinho (1997), essa pesquisa é de fundamental importância, pois é uma ferramenta que, baseada em um método científico, pode descobrir as preferências e o comportamento do consumidor. Essas informações são necessárias para contribuir com a solução dos problemas de desenvolvimento de produto. Devido ao fato de trabalhar com a criação de um novo produto, optou-se pela pesquisa exploratória que atende melhor as necessidades do projeto, uma vez que o comportamento do mercado perante o produto ainda é limitado. O processo de pesquisa de mercado foi dividido em quatro (4) fases conforme mostra o Quadro 1. O planejamento da

pesquisa inicio-se pela definição dos objetivos e finalizou-se com a tabulação dos dados. A pesquisa foi aplicada aos produtores, técnicos e especialista da área.

Quadro 1 - Fases de Pesquisa de Mercado

Fases		Etapas	Passos
1	Planejamento	Definição dos objetivos	Reunir informações que possam traduzir as necessidades dos clientes
		Estabelecimento das questões	Definições de questões amplas e específicas
		Determinação das fontes de dados	Definir abrangência da pesquisa
		Determinação da metodologia	Tipo de Pesquisa Método de Pesquisa Planejamento de coleta de dados
2	Execução	Redação da Pesquisa	Formulação do instrumento de Pesquisa
		Aplicação	Distribuição do material Coleta de dados
3	Resultados	Tabulação dos dados	Conferência Digitação Apresentação de resultados






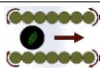
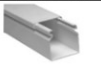
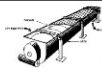

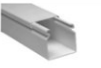





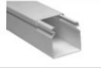
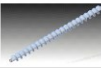


Fonte: Autoria própria (2017)

Os produtores da região norte de Santa Catarina foram entrevistados e os dados compilados, posteriormente foram realizadas a clarificação das informações com auxílio da matriz de QFD (Desdobramento da Função Qualidade) mostrada na Figura 3, onde pode-se observar a Casa da Qualidade e suas correlações. Esta matriz de QFD possibilitou a conversão das necessidades em requisitos de projeto, bem como auxiliou sistematicamente na comunicação entre as informações relacionadas com a qualidade e os requisitos de projeto, explicando de maneira ordenada as atividades para se obter a qualidade esperada pelos clientes.

A matriz da casa da qualidade forneceu informações importantes, principalmente com relação aos fatores diretamente ligados à qualidade percebida pelo cliente, como o preço de custo e a ergonomia do produto. A matriz também indicou os principais requisitos do produto em relação ao seu projeto, em sequência por ordem de importância.

Para auxiliar a busca e realizar o levantamento e a geração dos princípios de solução para atender as funções elementares do equipamento foi utilizada a matriz morfológica, conforme ilustra a Figura 5, onde pode-se observar uma visão parcial desta ferramenta. Nesta são apresentadas algumas possíveis soluções para essas funções. Para isso foram utilizados catálogos técnicos, patentes, bibliografias da área mecânica e os requisitos do projeto levantados no QFD para contemplar as características necessárias para o produto e gerar os princípios de solução.

Figura 5 - Matriz morfológica (parcial)

Funções	Princípio de Soluções					
Acomodar molas	 Rack redondo	 Rack - grade	 Bolsa	 Funil	 Caixa com saída	 Corrente
Controlar molas	 Pis	 Mãos	 Roketes	 Por queda		
Direcionar molas	 Escara	 Roketes	 Funil	 Canalca	 Helicoidal	
Inserir molas	 Por corria	 Tubo	 Canalca	 Funil		
Acomodar adubo	 Tonel	 Garrafa Pet	 Silo	 Balde		
Direcionar adubo	 Mangueira	 Canalca	 Tubo	 Helicoidal		
Prover energia	 Roda de força	 Roda	 Eixo entalhado	 Tomada de força		

Fonte: Autoria própria (2017).

Através da combinação dessas alternativas de solução pode-se obter alternativas para a concepção do projeto. Foram desenvolvidas 5 possíveis compilações, que foram definidas buscando-se as melhores soluções que possam atender as necessidades do projeto. Estas foram avaliadas através de critérios relacionados aos requisitos dos consumidores por meio de uma matriz de avaliação conforme apresentada por Pugh (1991), conforme mostra a Quadro 2. Pode-se observar que esta indicou a alternativa número 5 como a melhor concepção para desenvolver o produto atendendo as necessidades dos clientes.

Quadro 2 - Matriz de avaliação de Pugh

Necessidades do cliente		Peso	Alternativas de Solução				
			1	2	3	4	5
1	Automática	10	Referência	-1	1	1	0
2	Tração por esteira	8		-1	-1	-1	-1
3	Ajustável	6		0	0	0	0
4	Multifuncional	7		1	1	1	1
5	Fácil utilização	8		1	1	1	1
7	Silenciosa	5		0	0	0	1
8	Alta Produtividade	8		1	0	1	1
9	Alta Capacidade	7		0	1	1	1
11	Baixo peso	6		0	0	0	0
12	Compacta	9		1	-1	0	1
13	Fácil de limpar	3		1	-1	-1	1
14	Pouca manutenção	8		1	-1	-1	-1
15	Durável	9		1	1	1	1
16	Capota	7		0	0	0	1
17	Evite lesões	9		0	-1	0	1
18	Não polui	5		1	1	1	1
19	Não desperdiçar material	7		0	0	1	1
20	Cor Agradável	2		1	1	1	1
21	Forma agradável	2		-1	0	1	1
22	Baixo custo	8		1	-1	-1	-1
23	Fácil fabricação	6		1	-1	-1	-1
Total				8	0	5	10

Fonte: Autoria própria (2017).

PROJETO PRELIMINAR

Nesta etapa foi realizada uma análise de falhas para a concepção escolhida (número 5) por meio da matriz FMEA mostrada na Quadro 3, onde foram apontados as possíveis causas e efeitos das falhas. Pode-se observar que as falhas com maiores potenciais estão relacionadas ao entupimento do dispositivo para inserção de adubo e ao sistema de controle de mudas.

Quadro 3 - FMEA (Análise de modo efeito e falha)

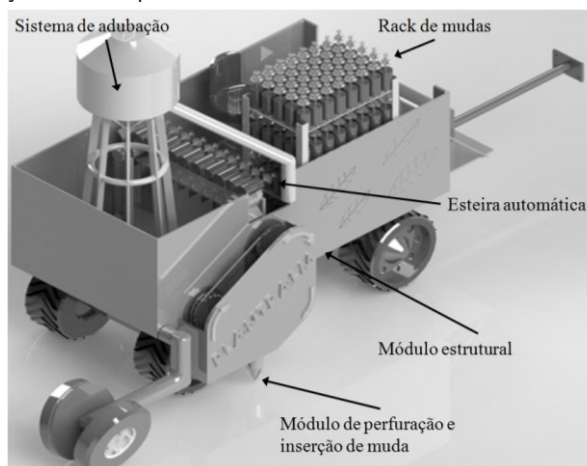
Nome	Função	Falhas possíveis				Atual				
		Tipo de falha potencial	Efeito de falha potencial	S	O	Causas	Controles de prevenção atuais	Controles de detecção atuais	D	NPR
Plantadeira de Palmeira	Acomodar mudas	Queda das mudas	Impossibilidade de plantio Mudas danificadas	8	2	Espaçamento do rack de mudas maior que o especificado	Especificação de projeto	Inspeção 100% conforme peça padrão	5	80
	Controlar mudas	Qtde. de muda incorreta	Redução da produtividade	6	2	Falta de mão de obra	Matriz de Habilidade	Contagem / visual	7	84
	Acomodar adubo	Vazamento dos grãos	Desperdício de matéria prima	8	2	Falha na montagem do silo	Especificação de projeto	Manutenção preventiva	4	64
	Direcionar adubo	Excesso de adubo	Desperdício de matéria prima	8	4	Diâmetro do tubo incorreto	Dosador no silo	Medição por amostragem	2	64
	Inserir adubo	Não inserir adubo	Não gera a muda	8	2	Tubo estúpido	--	Inspeção Visual 100%	6	96
	Prover energia	Falha na geração de energia	Interrupção da máquina	7	3	Falha no rolamento da roda	Manutenção preventiva	TPM diário	4	84
	Distribuir energia	Não distribuir energia	Parada do equipamento	7	3	Corrente arrebentada	Manutenção preventiva	TPM diário	4	84
	Transmitir energia	Não distribuir energia	Parada do equipamento	7	3	Corrente arrebentada	Manutenção preventiva	TPM diário	4	84
	Ajustar distância	Mudas muito próximas	Falha na distribuição de luz entre as mudas	5	4	Engrenagem mal dimensionada	Dimensionamento conforme projeto	Teste de plantio com medição por trena	4	80
	Captar sinal	Não ligar a máquina	Interrupção da máquina	7	3	Alavanca travada	Manutenção preventiva	TPM diário	4	84
Compactar solo	Solo com adubo exposto	Perda do adubo	6	3	Roda travada	Cronograma de lubrificação	TPM diário	4	72	

Fonte: Autoria própria (2017)

Após as tratativas relacionadas as possíveis falhas referente as funções do produto pode-se realizar o desenho do conceito do produto para a alternativa escolhida. Algumas adaptações foram realizadas com o auxílio dos técnicos e especialistas em mecânica com o intuito de viabilizar a estrutura funcional do equipamento. A configuração do conceito é apresentada na Figura 6, está é dividida nos seguintes módulos:

- Módulo Estrutural (carcaça e estrutura principal);
- Módulo de Armazenamento de Mudas (rack);
- Módulo de Alimentação de Mudas (esteira automática);
- Módulo de Armazenagem e Pressurização de adubo (sistema de adubação);
- Módulo de Perfuração e Inserção de Muda (dispositivo de automático).

Figura 6 - Concepção final do produto



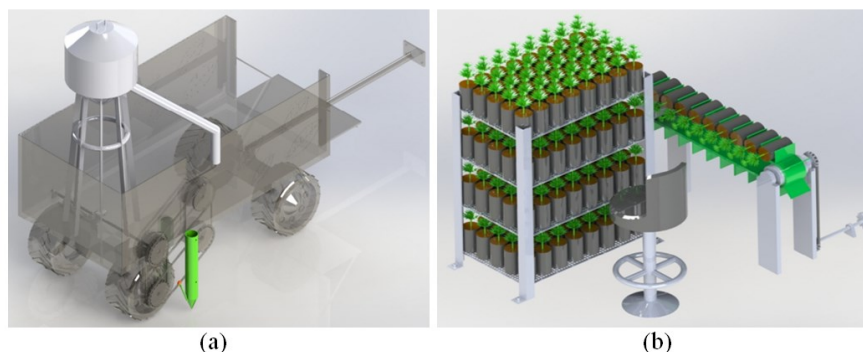
Fonte: Autoria própria (2017)

DETALHAMENTO DA SOLUÇÃO

Na Figura 7(a) pode-se observar detalhes do Módulo Estrutural e o Sistema de Inserção de Adubo. Este reservatório foi desenvolvido para armazenar o adubo e realizar a dosagem correta através de um dispositivo de carrossel, o qual gira e coleta a quantidade de adubo necessária para cada planta, de acordo com as características pré-selecionadas pelo usuário. O equipamento foi projetado para realizar a liberação desse adubo, de forma pressurizada até um ponto específico na cova da planta.

Pode-se observar também o Rack de Mudanças e a Esteira Alimentadora, ver Figura 7(b). Este Rack foi projetado para atuar como uma prateleira (dispenser) na qual são acomodadas as mudas em quantidade suficiente para um período de 4h de trabalho. A Esteira Alimentadora por sua vez é composta por várias divisões onde as mudas são inseridas. Esta tem a função de conduzir as mudas a cada ciclo de plantio.

Figura 7 - Módulo estrutural e sistema de inserção de adubo (a). Detalhe do Rack de alimentação e esteira automatizada



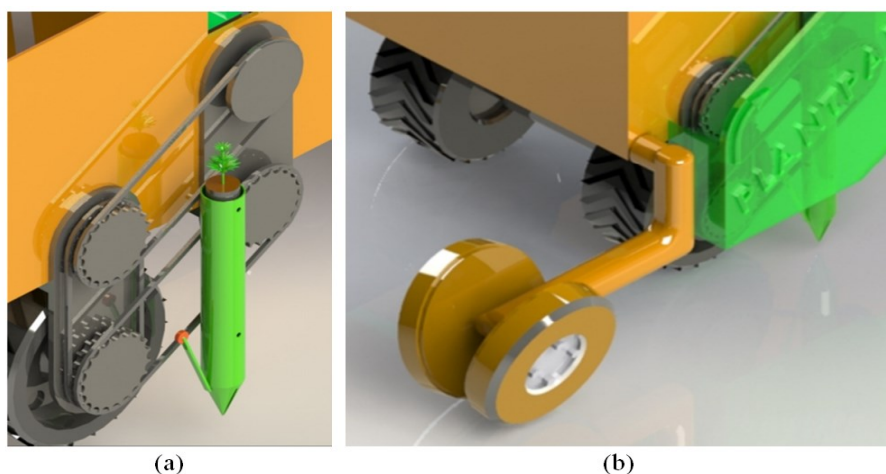
Fonte: Autoria própria (2017)

A Figura 8(a) apresenta em detalhe o sistema de perfuração do solo, este dispositivo foi projetado para auxiliar a inserção da planta no terreno. Ele é composto por um sistema de correntes inclinadas que é responsável pelos

movimentos do tubo perfurador, a extremidade inferior deste tubo tem formato piramidal com sistema de abertura automática, o que auxilia na inserção de adubo.

Na Figura 8(b) pode-se observar o detalhe do sistema de compactação do solo que realiza a etapa final do processo de plantio, este é composto por duas rodas acopladas em um braço posterior ao sistema de plantio, este conjunto realiza a compactação do solo evitando assim que a muda fique solta.

Figura 8 - Detalhe do sistema de perfuração do solo (a). Detalhe do sistema de compactação do solo (b)



Fonte: Autoria própria (2017)

A Quadro 4 apresenta a lista preliminar de materiais para o conceito do produto, pode-se observar que os itens estão separados por módulos. São apresentadas as quantidades necessárias, o material indicado e o processo de fabricação de cada componente, indicando se este será comprado de terceiros ou manufaturado/fabricado para o produto.

Quadro 4 - Lista preliminar de materiais (Bill of Material - BOM)

Nº	Descritivo	Qtde.	Un.	Cod.	* C/M	Material	Processo de fabricação
1	Chassi						
1.1	Carroceria	1	PÇ	C-101	M	aço	dobragem/soldagem
1.2	Eixo	2	PÇ	C-102	M	aço	usinagem
1.3	Roda	4	PÇ	C-103	C	aço	do mercado
1.4	Pneu	4	PÇ	C-104	C	borracha	do mercado
1.5	Cambão para reboque	1	PÇ	C-105	M	aço	usinagem/soldagem
1.6	Acoplamento de roda	4	PÇ	C-106	M	aço	usinagem
1.7	Rolamento de roda	8	PÇ	C-107	C	aço	do mercado
1.8	Sistema de direção do reboque	1	PÇ	C-108	M	aço	usinagem/soldagem
1.9	Rolamento de direção	2	PÇ	C-109	C	aço	do mercado

2	Rack de mudas						
2.1	Cantoneiras	4	PÇ	R-201	C	aço	do mercado/cortado
2.2	Grade	4	PÇ	R-202	c	aço	do mercado/soldagem
3	Esteira de mudas						
3.1	Estrutura	1	PÇ	E-301	M	aço	corte/soldagem
3.2	Mancal	6	PÇ	E-302	C	FoFo	do mercado
3.3	Rolamento	6	PÇ	E-303	C	aço	do mercado
3.4	Tambor de acionamento	1	PÇ	E-304	M	aço	usinagem/soldagem
3.5	Tambor de retorno	1	PÇ	E-305	M	aço	usinagem/soldagem
3.6	Eixo	1	PÇ	E-306	M	aço	usinagem
3.7	Engrenagem	1	PÇ	E-307	C	FoFo	do mercado/usinagem
3.8	Esteira transportadora	2	PÇ	E-308	C	borracha	do mercado
4	Conjunto perfurador						
4.1	Eixo	4	PÇ	CP-401	M	aço	usinagem
4.2	Engrenagem	6	PÇ	CP-402	C	aço	do mercado/usinagem
4.3	Corrente de transmissão	6	PÇ	CP-403	C	aço	do mercado
4.4	Perfurador	1	PÇ	CP-404	M	aço	caldeiraria
4.5	Mancal	4	PÇ	CP-405	M	aço	usinagem
4.6	Rolamento	8	PÇ	CP-406	C	aço	do mercado
5	Silo de adubo						
5.1	Reservatório	1	PÇ	S-501	M	aço	caldeiraria
5.2	Suporte	1	PÇ	S-502	M	aço	dobragem/soldagem
5.3	Eixo	1	PÇ	S-503	M	aço	soldagem
5.4	Mancal	2	PÇ	S-504	C	FoFo	do mercado
5.5	Engrenagem	1	PÇ	S-505	C	FoFo	do mercado
5.6	Dosador	1	PÇ	S-506	M	aço	usinagem/caldeiraria
6	Compactador						
6.1	Rodas	2	PÇ	CM-601	M	FoFo	fundição/usinagem
6.2	Braço do compactador	2	PÇ	CM-602	M	aço	dobragem/soldagem
6.3	Mancal de deslizamento	2	PÇ	CM-603	M	bronze	usinagem

6.4	Rolamento	4	PÇ	CM-604	C	aço	do mercado
7	Banco operador 1	1	PÇ	B-701	C		do mercado
8	Banco operador 2	1	PÇ	B-702	C		do mercado
* C/M - comprado (commodities e projetos de terceiros) ou manufaturado							

Fonte: Autoria própria (2017)

CONCLUSÕES

Este trabalho utilizou a metodologia de Desenvolvimento de produto para buscar um conceito de equipamento adequado às necessidades dos pequenos produtores de palmito, por meio da mecanização do processo de plantio de mudas de palmeira. Através da metodologia e ferramentas adotadas pode-se concluir que objetivo geral deste trabalho foi alcançado, sendo que a proposta conceitual do equipamento foi apresentada e se mostrou viável para um posterior projeto detalhado.

O conceito de produto apresentado se mostrou adequado às necessidades dos produtores, uma vez que o equipamento possui pequeno porte e boas características de transportabilidade. Ele foi desenvolvido com características modulares, o que facilita a sua aquisição e transporte, uma vez que ele pode ser deslocado desmontado. Será possível também realizar a aquisição de cada módulo em separado o que se mostra um ponto positivo para os clientes.

Além disso, baseado na lista preliminar de materiais (Bill of Material-BOM), espera-se que o custo do equipamento seja atrativo, uma vez que os materiais foram sugeridos e projetos buscando o alinhamento entre o custo e desempenho. É importante destacar que este produto ainda é um conceito, ou seja, se trata de um projeto em andamento, sendo as fases de detalhamento e testes ainda necessárias para corroborar com está análise preliminar realizada.

Development of the concept of an automated system for planting and fertilization of palm saplings

ABSTRACT

This work uses the methodology of Product Development in the creation of the design of an equipment, aimed at the family agriculture, to mechanize the process of planting of palm trees. The methodology applied in this work is characterized by a technological research, which seeks the generation of new products, the same one begins with the analysis of the planting process, where the evaluation of the problem is carried out and a survey of the customers' demands. Following the informational project where the information about the needs of the producers are collected through market research, the information is structured with the help of the QFD matrix. Afterwards, the Conceptual Project is realized, where the market vision is transformed into a technologically attractive concept. At this stage the functional modeling of the process is carried out, the search for the principles of solution and the selection of a technically feasible design alternative. Finally, the preliminary project is presented, where the sketch of the product is presented followed by an analysis of the possible faults through the FMEA, where critical points were identified in the functions of insertion and fertilization and control of seedlings. The proposed concept proved to be viable and adequate to the needs of the producers, since the equipment has low cost, small size and good transportability characteristics, besides being developed with modular characteristics, which facilitates its acquisition and transportation.

KEYWORDS: Product development. Family farming. Agricultural mechanization. Planter.

REFERÊNCIAS

AKAO, Y. Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements Into Product Design. **Cambridge: Productivity**. 1990. 369p.

AQUINO, M. S.; RASIAH L.; MELO M. V. de; VERISSÍMO, S. A.; MEDEIROS, J. I.; DANTA, F. de G. Desfibradora da folha do abacaxizeiro. In: **CONEM SALVADOR-BA**. CD. 2008.

AREND, L. et al. **Desenvolvimento e testes de uma semeadora-adubadora modular para pequenas propriedades rurais**. Engenharia Agrícola (Impresso), Jaboticabal - SP, v. 25, n.3, 2005. pp. 801-808.

BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. C. da. Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem. Barueri: **Editora Malone**, 2008. 648p.

FORCELLINI, F. A. **Desenvolvimento de um equipamento para beneficiamento de bulbos de alho**. Dissertação de mestrado – UFSC, 2004. 282p.

MOURA, C. R.; SCALICE, R. K.; OLIVEIRA, J. S. Development of equipment for jerusalem artichoke processing. **Product: Management & Development**. Vol. 12 nº 1, 2014. p. 41-48.

OLIVEIRA, M. G. de C. PEREIRA, R. M. **A importância da mecanização na agricultura familiar brasileira**. Embrapa. 2010. Disponível em <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/869390>> Acesso em 15/01/2016.

PUGH, S. Total Design Integrated Methods For Successful Product Engineering. **Adison Wesley Publishing Company**, 1991. 296p.

MINISTÉRIO do Desenvolvimento Agrário (MDA). **Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/for%C3%A7a-da-agricultura-familiar>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

MOURA, C. Análise de modo e efeitos de falha potencial (FMEA). Manual de referência, 4ª ed. **Instituto de Qualidade Automotiva (IQA)**. São Paulo: IQA. 2000. **crossref**

MOUTINHO, D. A. **Manual de Pesquisa de Mercado**. Rio de Janeiro: CNI-SESI/DN, 1997. 62p.

PAHL, G. BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. Projeto na engenharia: Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações. 6ª Ed. São Paulo: **Editora Edgard Blucher**, 2005.432p.

PINHEIRO, E. S.; SOARES, N. S.; ARAUJO S. C.; LOPES M. S. Competitividade da Produção de Palmito de Pupunha no Espírito Santo e em São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Piracicaba - SP, vol. 49, nº 01, 2011. p.157-180.

ROZENFELD, H.; Forcellini, F. A.; Amaral, D. C.; Toledo, J. C.; Silva, S. L., Alliprandini, D. H.; Scalice, R. K. Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para a Melhoria dos Processos. São Paulo, **Ed. Saraiva**, 2006. 542p.

SCALICE, R. K.; MOURA, C. R.; SILVA, J. O; BORBA, R. **Mecanização do processo de extração de fibras de bananeira baseado nos conceitos de modularidade**. CONEM, 2012. 10p.

SAMPAIO, L. C.; NETO, S. N. O.; LELES, P. S. S.; SILVA, J. A.; VILLA E. B. Análise técnica e econômica da produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.) e de palmeira real (*Archontophoenix alexandrae* Wendl. & Drude). **Revista Floresta e Ambiente**. v. 14, n. 1, 2007. p.14-24.

SCHMIDT, A. S. **Sistema Mecanizado para a Cultura do alho (*Allium sativum* L.) - com ênfase no plantio**. Tese de doutorado, Universidade Federal de SC, 1997.

STAMATIS, D. H. Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from theory to execution. 2 ed. Milwaukee, **Winsconsin: ASQ Quality Press**, 2003. 300p.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product Design and Development**. Mc Graw Hill, Nova Iorque, 2004. 384p.

Recebido: 13 nov. 2017

Aprovado: 23 mai. 2018

DOI: 10.3895/gi.v14n3.7331

Como citar:

MOURA, C. R.. et al. Desenvolvimento do conceito de um sistema automatizado para plantio e adubação de mudas de palmeiras. **R. Gest. Industr.**, Ponta Grossa, v. 14, n. 3, p. 111-128, jul./set. 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rqi/>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Nome Sobrenome

Rua dos Imigrantes, 445, Bairro Rau, Jaraguá do Sul, Santa Catarina, Brasil.

Direito autorial: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

