

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SISTEMA ELETROHIDRÁULICO PARA ACIONAMENTO
DA ESTEIRA VIBRATÓRIA DO ARRANCADOR-
INVERTEDOR DE AMENDOIM**

**Evaldo Ferezin
Engenheiro de Controle e Automação**

2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SISTEMA ELETROHIDRÁULICO PARA ACIONAMENTO
DA ESTEIRA VIBRATÓRIA DO ARRANCADOR-
INVERTEDOR DE AMENDOIM**

Evaldo Ferezin

Orientador: Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani

**Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias –
Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como
parte das exigências para a obtenção
do título de Doutor em Agronomia
(Ciência do Solo)**

2015

F349s Ferezin, Evaldo
Sistema eletrohidráulico para acionamento da esteira vibratória do arrancador-invertedor de amendoim / Evaldo Ferezin. – – Jaboticabal, 2015
xvi, 90 p. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015
Orientador: Rouverson Pereira da Silva
Co-orientador: Carlos Eduardo Angeli Furlani
Banca examinadora: Claudenir Facincani Franco, Leonardo Lucas Madaleno, Anderson de Toledo, Denise Mahl
Bibliografia

1. *Arachis hypogaea* L. 2. Automação agrícola. 3. Cartas de controle. 4. Esteira vibratória. 5. Perdas na colheita. 6. Sistema eletrohidráulico. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.3:633.368

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: SISTEMA ELETROHIDRÁULICO PARA ACIONAMENTO DA ESTEIRA VIBRATÓRIA DO ARRANCADOR-INVERTEDOR DE AMENDOIM

AUTOR: EVALDO FEREZIN

ORIENTADOR: Prof. Dr. ROOVERSON PEREIRA DA SILVA

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA (CIÊNCIA DO SOLO), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ROOVERSON PEREIRA DA SILVA

Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. CLAUDENIR FACINCANI FRANCO

Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal / Jaboticabal/SP

Prof. Dr. LEONARDO LUCAS MADALENO

Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal / Jaboticabal/SP

Prof. Dr. ANDERSON DE TOLEDO

Instituto Agrônomo do Paraná / Londrina/PR

Profa. Dra. DENISE MAHL

Universidade Estadual de Maringá / Cidade Gaucha/PR

Data da realização: 13 de março de 2015.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

EVALDO FEREZIN – nascido em Sertãozinho, São Paulo, no dia 22 de março de 1974, filho de Arnaldo Ferezin e Maria Amélia Ferezin. Coursou o Ensino Fundamental na EEPG Prof. Bruno Pieroni e o ensino médio no Colégio Técnico Nossa Senhora Aparecida - SEMAR, em Sertãozinho, São Paulo, tendo finalizado no ano de 1992. Ingressou no Ensino Superior no ano de 1995 no curso de Engenharia de Controle e Automação (Mecatrônica), na Universidade Paulista (UNIP), em Ribeirão Preto, São Paulo, concluindo no ano de 2001. Em 2003, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade de São Paulo (USP), na cidade de São Carlos, São Paulo, para realizar o curso de Mestrado no Departamento de Dinâmica, que foi concluído em 2006. No ano de 2012, iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, no Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo), pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” na cidade de Jaboticabal, São Paulo, desenvolvendo a pesquisa no Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA), localizado no Departamento de Engenharia Rural. Trabalhou em várias empresas do setor sucroalcooleiro atuando em áreas de mecânica e automação, entre elas: Smar, Herom, Sermatec, Promoen e CFM Engenharia, todas localizadas em Sertãozinho, São Paulo. Atualmente é professor universitário da FATEC Sertãozinho e da FATEC Jaboticabal.

“...donde se vê que a força necessária para impedir a água de escoar por uma abertura é proporcional à altura da coluna de água, e não à sua largura...Sendo que onde se diz “água” se entenda fluido.”

BLAISE PASCAL

À Deus, que tornou o que era um sonho em realidade, pois sem Ele nada é possível.

Aos meus pais Arnaldo Ferezin e Maria Amélia Bartoleti Ferezin, e, ao meu irmão Denilson Ferezin que sempre me apoiaram.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado força, paciência e sabedoria para conseguir tornar esse sonho em realidade.

Agradeço a todos que me incentivaram e me apoiaram e que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho, entre eles:

Aos meus pais Arnaldo e Maria Amélia e ao meu irmão Denilson Ferezin que sempre estiveram ao meu lado durante esta caminhada;

Ao Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva pela amizade, orientação, discussão e apoio fornecido durante a elaboração deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani, coorientador, pela amizade e sua contribuição com opiniões e esclarecimento de dúvidas;

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Felício, que foi meu professor durante a graduação, orientador do mestrado e tornou-se um amigo, pela sugestão de fazer esse doutorado na UNESP – Jaboticabal e pelo apoio dado durante a elaboração dessa tese;

Aos colegas de pós-graduação que sempre me ajudaram, entre eles: Cristiano Zerbato, Murilo Voltarelli, Marcelo Cassia, Rafael Bertonha, Fabio Cavichioli, Ariel Compagnon, Vicente Filho, Marcelo Boamorte, Érica Tricai, Leomar Lima, Melina Cais, Murilo Coelho, e tantos outros que estão fora desta lista;

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural da FCAV, em especial aos funcionários do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA): Valdecir Aparício, Sebastião Filho e Aparecido Alves;

À UNESP – Jaboticabal e à sua Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, bem como a todos seus funcionários pelo apoio técnico e pelo fornecimento de máquinas e implementos necessários para a condução do experimento;

À empresa MIAC pelo apoio financeiro e fornecimento do equipamento utilizado nesta tese;

Às empresas CFM Engenharia e Verion pelo auxílio na montagem dos equipamentos elétricos e hidráulicos;

À UNESP/AUIN pela seleção desse trabalho no Edital "Acelerador Tecnológico", apoiando e ajudando no financiamento de equipamentos utilizados nesta tese e pelo apoio dado ao processo do depósito de pedido de patente.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	xi
Lista de tabelas	xiv
RESUMO.....	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	17
1.1 Introdução.....	17
1.2 Revisão da literatura	19
1.2.1 Colheita de amendoim	19
1.2.2 Perdas na colheita mecanizada	20
1.2.3 Desempenho de motores agrícolas	22
1.2.4 Automação na mecanização agrícola	25
1.3 Referências.....	30
CAPITULO 2 – Rotação da tomada de potência e qualidade da operação de arranquio mecanizado de amendoim	38
2.1 Introdução	38
2.2 Material e métodos.....	39
2.3 Resultados e discussão	46
2.4 Considerações finais.....	57
2.5 Referências.....	57
CAPÍTULO 3 – Projeto e desenvolvimento de um sistema de acionamento da esteira vibratória do arrancador-invertedor de amendoim.....	61
3.1 Introdução.....	61
3.2 Material e métodos	63
3.2.1 Funcionamento do sistema.....	65

3.2.2 Testes exploratórios.....	68
3.2.3 Dimensionamento do motor hidráulico.....	71
3.3 Resultados e discussão	75
3.4 Considerações finais.....	77
3.5 Referências.....	78
 CAPÍTULO 4 – Validação do sistema de acionamento da esteira vibratória do arrancador-invertedor de amendoim	 79
4.1 Introdução.....	79
4.2 Material e métodos	81
4.2.1 Variáveis utilizadas para caracterização das condições de colheita.....	83
4.2.2 Avaliações realizadas	85
4.2.2.1 Perdas no arranquio.....	85
4.2.2.2 Dimensões da leira de amendoim.....	87
4.2.3 Análise de regressão.....	88
4.3 Resultados e discussão	88
4.4 Considerações finais.....	93
4.5 Referências.....	93
 CAPÍTULO 5 – Considerações finais	 96
 APÊNDICES.....	 98
Apêndice A. Curva característica do motor agrícola do trator Valtra BM 125i	99
Apêndice B. Folha de dados do motor hidráulico Sauer Danfoss OMS 125	100
Apêndice C. Depósito de pedido de patente	102

Lista de Figuras

Figura	Página
1. Curva característica do motor de trator agrícola. Adaptado de Mialhe (1996)	23
2. Climograma para o período de implantação e condução da cultura. (Elaborado a partir de dados obtidos na Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP – Campus de Jaboticabal).	40
3. Equipamentos utilizados no arranquio de amendoim: a) arrancador-invertedor; b) trator.	41
4. Avaliação das perdas visíveis no arranquio.	44
5. Avaliação das perdas invisíveis no arranquio.	44
6. Modelo de diagrama de caixa (<i>boxplot</i>).	45
7. Estrutura das cartas de controle: a) processo fora de controle; b) processo sob controle	46
8. Estatística descritiva e teste Tukey a 5% de probabilidade para as perdas visíveis (PVA), invisíveis (PVI) e totais (PTA) no arranquio de amendoim relacionado às diferentes rotações na TDP.	47
9. Estatística descritiva e teste Tukey a 5% de probabilidade para o consumo horário de combustível no arranquio de amendoim relacionado às diferentes rotações na TDP.	49
10. Estatística descritiva e teste Tukey 5 % para a velocidade média de deslocamento no arranquio de amendoim relacionada às diferentes rotações na TDP.	51
11. Carta de controle para perdas visíveis no arranquio (PVA). (a) Carta de valores individuais. (b) Carta de amplitude móvel. LSC: limite superior de controle. LIC: limite inferior de controle. X: média.	52
12. Carta de controle para perdas invisíveis no arranquio (PIA). (a) Carta de valores individuais. (b) Carta de amplitude móvel. LSC: limite superior de controle. LIC: limite inferior de controle. X: média.	53

13. Carta de controle para perdas totais no arranquio (PTA). (a) Carta de valores individuais. (b) Carta de amplitude móvel. LSC: Limite superior de controle. LIC: Limite inferior de controle. X: Média.	54
14. Carta de controle para o consumo horário. (a) Carta de valores individuais. (b) Carta de amplitude móvel. LSC: limite superior de controle. LIC: limite inferior de controle. X: média.	55
15. Carta de controle para a velocidade média de deslocamento. (a) Carta de valores individuais. (b) Carta de amplitude móvel. LSC: limite superior de controle. LIC: limite inferior de controle. X: média.....	56
16. Sistema eletrohidráulico: a) circuito elétrico; b) circuito eletrohidráulico	64
17. Exemplo das válvulas de controle remoto de um trator.....	65
18. Bloco manifold do sistema eletrohidráulico.	66
19. Motor hidráulico.....	67
20. Potenciômetro e botão para o controle de rotação da esteira vibratória.	67
21. Controlador PDA para monitoramento da rotação da esteira vibratória.	68
22. Esquema de funcionamento do sistema eletrohidráulico.	69
23. Circuito eletrohidráulico para simulação das diferentes rotações.....	71
24. Esquema do arrancador-invertedor de amendoim.	74
25. Climograma para o período de implantação e condução da cultura. (Elaborado a partir de dados obtidos na Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP – Campus de Jaboticabal).	82
26. Equipamentos utilizados no arranquio de amendoim: conjunto mecanizado trator MF 7180, 4x2 TDA e arrancador-invertedor.....	83
27. Determinação do teor de água do solo utilizando Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR).	84
28. Medição da leira de amendoim: a) largura da leira; b) altura da leira.....	87
29. Estimativa da perdas visíveis no arranquio de amendoim para as velocidades de: a) 3,5 km h ⁻¹ ; b) 4,2 km h ⁻¹ ; c) 5,0 km h ⁻¹	88

30. Estimativa das perdas invisíveis no arranquio de amendoim para as velocidades de: a) $3,5 \text{ km h}^{-1}$; b) $4,2 \text{ km h}^{-1}$; c) $5,0 \text{ km h}^{-1}$ 90
31. Altura da leira de amendoim formada após a passagem do conjunto mecanizado para as velocidades de: a) $3,5 \text{ km h}^{-1}$; b) $4,2 \text{ km h}^{-1}$; c) $5,0 \text{ km h}^{-1}$ 91
32. Largura da leira de amendoim formada após a passagem do conjunto mecanizado para as velocidades de: a) $3,5 \text{ km h}^{-1}$; b) $4,2 \text{ km h}^{-1}$; c) 5 km h^{-1} 92

Lista de Tabelas

Tabela	Página
1. Dados da esteira vibratória.....	74
2. Dados do motor hidráulico selecionado e as rotações de trabalho.	76
3. Relação entre o número de vagens com dois grão e as perdas no arranquio de amendoim em sc alq^{-1}	87

SISTEMA ELETROHIDRÁULICO PARA ACIONAMENTO DA ESTEIRA VIBRATÓRIA DO ARRANCADOR-INVERTEDOR DE AMENDOIM

RESUMO – A colheita do amendoim é uma operação crítica, onde ocorrem as maiores perdas de produtividade, e devendo ser finalizada no menor tempo possível, para minimizar outras perdas que são decorrentes de fatores climáticos adversos. Levando-se em consideração esses fatores e também que os fabricantes de arrancadores-invertedores indicam que o equipamento deve trabalhar com a rotação da tomada de potência (TDP) abaixo do limite estabelecido pelas normas técnicas para máquinas agrícolas (540 rpm). Este trabalho teve o objetivo de desenvolver um sistema que transmita diferentes rotações de trabalho para o arrancador-invertedor, com regulagem independente da rotação da TDP e da velocidade utilizada no trator, bem como analisar o desempenho do conjunto mecanizado de arranquio antes e após a alteração do equipamento. O trabalho foi conduzido nos anos agrícolas de 2011/2012 e 2013/2014 em área experimental da Fazenda de Ensino Pesquisa e Produção da UNESP/FCAV, Jaboticabal, no estado de São Paulo, localizada nas coordenadas geodésicas: latitude 21°14' S e longitude de 48°16' W, com altitude média de 560 m, declividade média 4% e clima Aw (subtropical). O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico e foi preparado de forma convencional. Foram utilizadas sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivar Runner IAC 886. O sistema desenvolvido para alterar a rotação da esteira vibratória foi eletrohidráulico, acionado pelo sistema hidráulico auxiliar (controle remoto) e controlado pelo operador. Inicialmente o equipamento foi avaliado nas condições preconizadas comercialmente, com delineamento em faixas, com rotações de 85, 100, 114, 127 e 142 rpm no eixo da esteira vibratória. O segundo experimento, feito com o arrancador-invertedor utilizando o sistema eletrohidráulico para controle da rotação da esteira vibratória, também com delineamento em faixas, com 5 rotações da esteira vibratória do arrancador invertedor de amendoim (80, 90, 100, 110 e 120 rpm) e 3 velocidades de deslocamento do conjunto mecanizado (3,5; 4,2 e 5,0 km h⁻¹). A máquina pode trabalhar com velocidade de deslocamento de 5,0 km h⁻¹, com a rotação do eixo da esteira vibratória podendo variar automaticamente com a variação da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado. A máquina trabalha independente da tomada de potência e proporciona melhor desempenho do trator com o motor trabalhando na sua rotação nominal.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L., automação agrícola, cartas de controle, esteira vibratória, perdas na colheita, sistema eletrohidráulico

ELECTROHYDRAULIC SYSTEM TO DRIVE OF THE SHAKING CONVEYOR OF PEANUT DIGGER

ABSTRACT – The peanut harvest is a critical operation, which suffer the greatest productivity losses, and should be completed in the shortest time possible, to minimize other losses that result from adverse climatic conditions. Taking these factors into consideration and also that the digger manufacturers indicate that the equipment should work with the power take-off rotation (PTO) below the limit established by the technical standards for agricultural machinery (540 rpm). This work aimed to develop a system to transmit different rotations to the digger, with independent adjustment of the rotation of the PTO and the displacement speed used in the tractor, and analyze the performance of the mechanized set of digging before and after the change of equipment. The work was conducted in the agricultural years of 2011/2012 and 2013/2014 in the Experimental Farm area of Education Research and Production of UNESP / FCAV, Jaboticabal, state of São Paulo, located in geodetic coordinates: latitude 21 ° 14 'S and longitude 48 ° 16 'W, with an average altitude of 560 m, average slope 4% and Aw climate (subtropical). The soil of the area is classified as Oxissoil and the soil tillage was conventionally. Peanut seeds were used (*Arachis hypogaea* L.) cultivar Runner IAC 886. The system developed to change the shaking conveyor rotation was electrohidraulic, triggered by the auxiliary hydraulic system (remote control) and controlled by the operator. Initially the equipment was evaluated at the recommended conditions marketed, with banded design, with rotations of 85, 100, 114, 127 and 142 rpm in the digger shaking conveyor. The second experiment, done with the starter-Flipping using the electrohydraulic system for controlling the rotation of the digger shaking conveyor, also with banded design, with 5 rotations (80, 90, 100, 110 and 120 rpm) and three travel speeds mechanized assembly (3.5; 4.2 and 5.0 km h⁻¹). The machine can work with travel speed of 5.0 km h⁻¹, with the rotation digger shaking conveyor may vary automatically with the change in travel speed of mechanized set. The machine works independent of the power take-off and provides better performance tractor with the engine running at its rated speed.

Keywords: *Arachis hypogaea* L., agricultural automation, control charts, shaking conveyor, crop losses, electrohydraulic system

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1.1 Introdução

A agricultura brasileira possui grande importância na economia nacional. O Brasil tem aumentado a produtividade de grãos, principalmente com o auxílio do desenvolvimento tecnológico de máquinas e equipamentos.

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma leguminosa de origem sul-americana e uma das principais culturas de grãos cultivadas no mundo por possuir sabor agradável, elevado teor de óleo e rico em proteínas e vitaminas (AGROBYTE, 2008).

A produção de óleo de amendoim oferece uma perspectiva animadora de crescimento da lavoura, em nível extensivo ou no agronegócio familiar, para atender o mercado de óleo comestível ou no mercado de biodiesel (SANTOS *et al.*, 2012).

A cultura do amendoim tem aumentado seu espaço no Brasil, influenciada pela mecanização, que pode ser realizada desde a semeadura até a colheita. O estado de São Paulo é o maior produtor nacional, responsável por cerca de 91% da produção total (safra 2013/2014) com uma produtividade de 3110 kg ha⁻¹, superior à média brasileira que é de 3001 kg ha⁻¹ (CONAB, 2014).

No estado de São Paulo a maior parte do cultivo e colheita de amendoim ocorre de forma mecanizada e entre os agricultores, destacam-se os arrendatários e os proprietários de áreas canavieiras. A maioria da produção é comercializada por cooperativas ou diretamente com a indústria, que fixam os preços e prazos de pagamento em função da qualidade do produto. O valor pago depende também da sazonalidade do mercado para o consumo nacional ou para exportação (SANTOS *et al.*, 2006).

O cultivo do amendoim é recomendado em programas de rotação ou sucessão de culturas devido ao seu ciclo curto (GROTTA *et al.*, 2008). No estado de São Paulo, nas regiões da Alta Paulista e Mogiana é comum a sua utilização como cultura sucessora em áreas de renovação de canaviais, sendo considerada uma cultura secundária com renda alternativa na entressafra da cana-de-açúcar.

A colheita mecanizada de amendoim no Brasil é recente, se comparado com outras culturas, e possui perdas elevadas, principalmente por ser realizada em duas

operações: arranquio e recolhimento. O amendoim apresenta frutificação dotada de geotropismo positivo que carrega a vagem na extremidade, denominada ginóforo (CARVALHO et al., 2011). O fruto do amendoim fica em vagens sob o solo e as plantas do solo durante o arranquio são deixadas expostas ao sol para secagem, ocorrendo o destacamento das vagens e limpeza durante o recolhimento.

Os arrancadores-invertedores de amendoim, presentes no mercado nacional, são acionados pela tomada de potência (TDP), sendo que a recomendação dos fabricantes do equipamento é de trabalhar com a rotação da tomada de potência abaixo do limite estabelecido pelas normas técnicas para máquinas agrícolas, que é de 540 rpm. Com isso o motor do trator agrícola trabalha com rotações mais baixas que a nominal, prejudicando o seu desempenho. A variação da rotação da esteira vibratória da máquina é feita pela mudança na rotação da TDP e do motor do trator.

Diante do exposto, pressupondo-se que a mudança da rotação da tomada de potência do trator pode influenciar no desempenho do arrancador-invertedor, podendo afetar a qualidade da operação, objetivou-se neste trabalho avaliar a qualidade operacional do arranquio mecanizado de amendoim com cinco rotações da TDP, utilizando-se como indicadores de qualidade as perdas no arranquio e o desempenho operacional do conjunto mecanizado e, em seguida, desenvolver um sistema de controle de rotação da esteira vibratória independente da TDP para que o trator trabalhe na rotação nominal do motor.

Esta tese está dividida em 6 capítulos, que se inicia por esta introdução. Neste Capítulo 1 é apresentada a revisão bibliográfica, com considerações gerais para a compreensão dos temas abordados. No Capítulo 2 é descrita a avaliação feita com o arrancador-invertedor de amendoim em sua concepção original, trabalhando com 5 rotações na TDP, durante a colheita da safra 2011/2012, com cultivar de amendoim Runer IAC 886. No Capítulo 3 é descrito o desenvolvimento do sistema eletrohidráulico para controle de rotação da esteira vibratória do arrancador-invertedor de amendoim, independente da rotação da TDP. Os resultados dos experimentos para validação do sistema eletrohidráulico para controle de rotação da esteira vibratória do arrancador-invertedor de amendoim, realizados na safra 2013/2014, são mostrados no Capítulo 4. No Capítulo 5 são apresentadas as

considerações finais da tese, envolvendo o problema estudado, sua solução, os resultados obtidos e sugestões para trabalhos futuros.

Por fim, nos Apêndices são apresentados a curva característica do motor agrícola do trator, folha de dados do motor hidráulico utilizados no desenvolvimento do sistema eletrohidráulico e o depósito de pedido de patente do sistema eletrohidráulico desenvolvido nesta tese.

1.2 Revisão da literatura

1.2.1 Colheita de amendoim

A cultura do amendoim produz frutos abaixo da superfície do solo e, por isso, a colheita é feita em duas fases distintas: arranquio e recolhimento (SEGATO; PENARIOL, 2007). Entre essas duas fases acontece o processo de secagem do amendoim e, para alguns autores, o processo de colheita é então composto pelas fases de arranquio, secagem e recolhimento (WRIGHT; STEELE, 2006).

Assim como em outras culturas, o amendoim possui três formas alternativas de colheita: manual, semimecanizada e mecanizada. Na colheita mecanizada todas as operações são realizadas com máquinas. Na colheita mecanizada convencional, duas fileiras de amendoim são arrancadas do solo e colocadas de forma invertida em uma leira, de modo a deixar as vagens expostas ao sol, com o objetivo de se reduzir o teor de água das mesmas de 25 a 35% para aproximadamente 18%. O processo de secagem pode levar de 4 a 7 dias, dependendo das condições climáticas (SILVA, 2010).

O arranquio e o enleiramento das plantas de amendoim são feitos simultaneamente e de forma sequenciada com um equipamento denominado arrancador-invertedor. Primeiramente ocorre o corte das raízes pivotantes e em seguida, a inversão e o enleiramento das plantas, deixando as vagens expostas ao tempo (SILVA, 2010). O mesmo autor coloca que no Brasil, o arrancador-invertedor é normalmente tracionado pelo sistema hidráulico de três pontos do trator, não sendo comum o uso de arrancadores-invertedores de arrasto.

Após as etapas de arranquio e secagem é realizado o recolhimento e a trilha das vagens por recolhedoras-trilhadoras acionadas e tracionadas por um trator. As

vagens são então separadas das ramas e transportadas ao tanque graneleiro para serem armazenadas até o transbordo e daí, para caminhões que transportam para a unidade beneficiadora (TASSO JÚNIOR *et al.*, 2004).

Segundo Lourenzani e Lourenzani (2006), no final do século XX, a cultura do amendoim no Brasil enfrentou problemas difíceis, devido à utilização de tecnologias atrasadas durante o cultivo e colheita. Com isso, produtores e empresas consideravam como quase certo o desaparecimento da cultura como atividade comercial competitiva no país. A partir dessas dificuldades, a cultura do amendoim passou por um período de transição, indo do manejo manual para o sistema mecanizado. De acordo com Câmara *et al.* (2006), no Brasil, a colheita mecanizada do amendoim teve início na safra de 1999/2000 e desde então, tornou-se indispensável para a otimização do cultivo em escala comercial.

O advento da colheita mecanizada foi um dos principais fatores responsáveis pela recuperação da cultura no cenário nacional. Verifica-se que a produção de amendoim passou de 196,7 mil toneladas em 2000/01 (SABES; ALVES, 2007) para 316 mil toneladas na safra 2013/14 (CONAB, 2014).

1.2.2 Perdas na colheita mecanizada

A cultura do amendoim é muito utilizada em áreas de reforma de canavial e a mecanização da colheita do amendoim tornou-se fundamental para viabilizar sua produção, devido à necessidade da liberação rápida das áreas utilizadas para a cultura da cana-de-açúcar. Entretanto, assim como outras culturas de escala comercial, se não forem tomados os devidos cuidados durante a colheita, podem ocorrer perdas consideráveis (JORGE, 2008).

O amendoim produz frutos na forma de vagens subterraneamente, sendo necessários métodos e cuidados especiais no momento da colheita para evitar que frutos formados e maduros permaneçam na superfície e/ou na subsuperfície do solo (BARROZO *et al.* 2008).

A maior parte das perdas na colheita mecanizada de amendoim ocorre durante o arranquio e se a operação não for gerenciada cuidadosamente pode atingir altos patamares. As perdas no arranquio são inevitáveis principalmente quando o pedúnculo encontra-se enfraquecido devido ao excesso de maturação ou

quando ocorre a desfolha prematura causada por doenças, ou quando o solo está com baixo teor de água e grande compactação (ROBERSON, 2009).

A resistência do ginóforo ao rompimento (GBR) é um fator importante para designar as perdas no arranquio do amendoim, sendo dependente da estrutura e do teor de água do solo (INCE; GUZEL, 2003). Segundo os autores, existe uma relação exponencial entre a resistência do ginóforo ao rompimento e o teor de água do solo, de forma que quando diminui o teor de água do solo, diminui a GBR e, conseqüentemente, aumentam as perdas totais da colheita.

Cultivares de amendoim com vagens maiores podem ser mais suscetíveis às perdas de arranquio em comparação com cultivares de menor tamanho por possuírem maior superfície de contato com o solo (JORDAN et al, 2003). Para Jordan *et al.* (1998), as cultivares respondem diferentemente à data de arranquio.

Santos *et al.* (2013) estudaram produtividade e perdas de amendoim em diferentes datas de arranquio e observaram que a diminuição do teor de água no solo e o aumento da resistência mecânica do solo à penetração não afetaram o aumento das perdas e recomendaram o arranquio com 120 dias após a semeadura.

Segundo Rowland *et al.* (2006), a cultura mais madura pode levar a maiores perdas durante o processo de arranquio, causada pela deterioração da resistência do pedúnculo com a idade. Esta perda ocorre pela retenção de vagens no solo durante o arranquio, causada pela separação da vagem da haste de fixação da planta.

Para Roberson (2009), as perdas no arranquio podem ocorrer abaixo ou acima do solo. As perdas abaixo do nível do solo ocorrem quando as lâminas executam o corte muito superficial das plantas e as vagens são perdidas quando o solo é empurrado para cima da esteira vibratória. As perdas acima do solo ocorrem quando as plantas estão sendo elevadas e agitadas pela esteira vibratória para remover o solo, e quando as plantas são enleiradas. Essas perdas, de acordo com Silva e Mahl (2008), podem ser denominadas em perdas visíveis (acima da superfície do solo) e perdas invisíveis (abaixo da superfície do solo).

Behera *et al.* (2008), encontraram perdas totais de 23% no arranquio mecanizado realizado com teor de água do solo de 8%, quando compararam o desempenho do arranquio mecanizado com o manual de amendoim. Essas perdas

diminuíram gradualmente com o aumento do teor de água do solo para 10% (15,96%) e para 12% (12,68%).

Segundo Young *et al.* (1982) e Lamb *et al.* (2004), as perdas no arranquio são estimadas em 8% da produção total, mas podem chegar a 40% quando o arranquio é realizado além do ponto ótimo de maturação.

Nos últimos anos vários autores têm realizado estudos procurando avaliar as perdas na colheita mecanizada de amendoim. Nessa linha, Oliveira *et al.* (2009) encontraram menores perdas no arranquio com teor de água nas vagens de 23,6%. Santos *et al.* (2010) afirmam que o menor teor de água nas vagens facilita o desprendimento da vagem do pedúnculo da planta, aumentando as perdas no arranquio.

Cassia *et al.* (2012) avaliaram a variabilidade espacial das perdas no arranquio da cultura do amendoim em três épocas de arranquio do amendoim (120, 125, 130 dias após a semeadura). Avaliando as perdas visíveis, invisíveis e totais no arranquio, os autores concluíram que as perdas aumentam com o tempo de permanência da cultura no campo.

Bertonha *et al.* (2010) analisaram a resistência mecânica do solo à penetração e perdas invisíveis do arranquio em colheita mecanizada de amendoim. Constataram compactação significativa na camada 10 a 20 cm, mas não houve correlação entre os dados.

Cavichioli *et al.* (2014) quantificaram as perdas de amendoim em dois períodos de realização do arranquio (manhã e tarde) e verificaram que os conjuntos mecanizados utilizados no arranquio e os períodos de colheita não interferiram nas perdas, e o teor de água das vagens não apresentou diferença para o arranquio realizado pela manhã e à tarde.

1.2.3 Desempenho de motores agrícolas

No motor do trator ocorre a transformação de energia química do combustível em energia mecânica, mediante um processo de combustão realizado nos cilindros e, essa transformação se caracteriza pela potência que pode fornecer em um intervalo de regime de funcionamento adequado para os trabalhos agrícolas (MÁRQUEZ, 2012). De acordo com Mialhe (1996) essa transformação de energia

química do combustível em energia mecânica fornece torque e rotação para as rodas.

Os motores dos tratores são projetados especificamente para aplicações agrícolas, devendo atender a altas demandas de torque variável, em faixa de potência constante, além de apresentar baixo consumo de combustível (MIALHE, 1996).

O motor do trator constitui a base da tomada de decisão para a compra, utilizando a potência disponível como referência de comparação, enquanto que o consumo específico de combustível serve para determinar a eficiência da transformação do combustível em energia mecânica (MÁRQUEZ, 2012).

As características de desempenho mecânico dos motores são obtidas por ensaios em bancadas dinamométricas que fornecem dados para a potência, torque e o consumo específico de combustível do motor, e podem ser apresentados em curvas características (Figura 1).

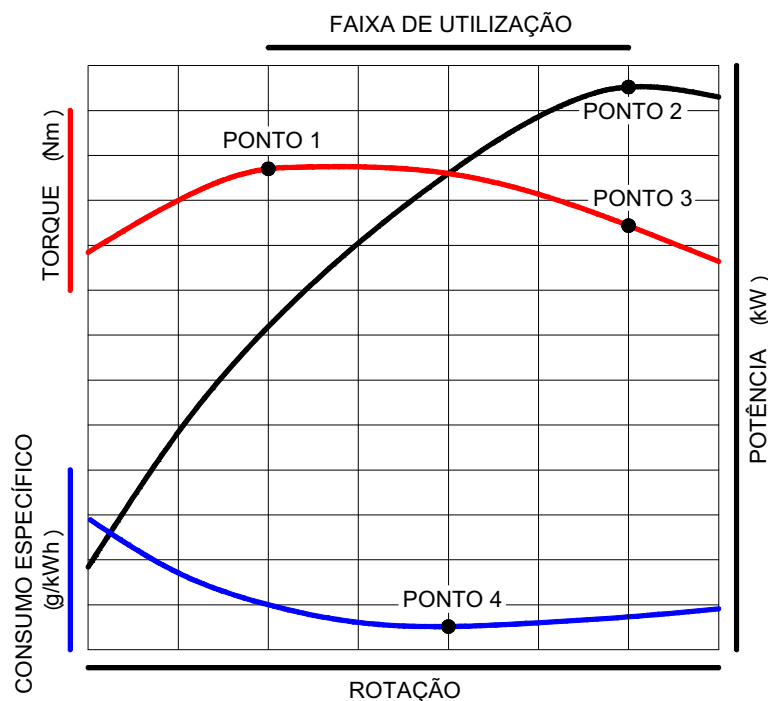


Figura 1. Curva característica do motor de trator agrícola.

Adaptado de Mialhe (1996).

Com as curvas pode-se identificar os parâmetros obtidos em função da rotação ou velocidade angular do motor. Em uma curva característica espera-se o seguinte comportamento quando da variação da rotação:

- A potência aumenta com o acréscimo da rotação do motor, até atingir seu valor nominal. A potência em regime normalizado da TDP corresponde à rotação de 540 ou 1000 rpm (80 a 100% da potência nominal);
- O torque aumenta com o aumento da rotação, até o valor de torque máximo e depois diminui;
- O consumo específico de combustível varia em função da rotação e da carga do motor. Em rotações baixas o consumo específico é máximo e diminui com o aumento da rotação até seu valor mínimo, aumentando novamente com rotações mais altas.

Por meio da curva característica de um motor (Figura 1), pode-se observar 4 pontos importantes para a utilização deste motor (MIALHE, 1996):

- 1) Ponto de torque máximo (ponto 1): expressa a condição operacional na qual ocorre o maior valor para a pressão média efetiva capaz de ser desenvolvida nos cilindros do motor. Este ponto marca o limite inferior de velocidade angular da faixa de utilização do motor. Indica a rotação que obtém-se o máximo torque do motor;
- 2) Ponto de potência efetiva máxima (ponto 2): representa o máximo valor atingido pelo produto torque x velocidade angular, capaz de ser obtido no ensaio do motor. Indica em qual rotação consegue-se atingir a potência máxima do motor;
- 3) Ponto de torque de potência efetiva máxima (ponto 3): trata-se do torque desenvolvido na admissão do cilindro do motor, que possibilita a obtenção de potência máxima. Este ponto marca o limite superior de velocidade angular da faixa de utilização do motor;
- 4) Ponto de consumo específico mínimo (ponto 4): é o ponto em que ocorre o máximo valor para rendimento global e, portanto, as condições ideais em termos de rotação e torque para o motor.

Entre os pontos 1 e 3 é definida a faixa de utilização, na qual o motor apresenta funcionamento estável se auto-regulando. No ponto 4 consegue-se o menor consumo específico de combustível, ou seja, a melhor condição de economia de combustível, sendo este considerado o ponto ótimo ou nominal de trabalho do motor.

1.2.4 Automação na mecanização agrícola

Para Alencar *et al.* (2007), automação agrícola é qualquer sistema que substitua o trabalho humano e que vise soluções rápidas e econômicas, a fim de alcançar os objetivos da agricultura.

De acordo com Marquez (2001) existe grande variedade de empresas de fabricação de máquinas e implementos agrícolas, que produzem desde equipamentos de uso manual até as que utilizam tecnologia de ponta para mecanização mais moderna, onde estão presentes a automação e a robótica.

A incorporação de sistemas mecatrônicos em tratores e máquinas agrícolas, permite a otimização da sua utilização e rentabilidade de operação. Inicialmente, esta tecnologia foi introduzida pela utilização de componentes eletrohidráulicos de um sistema de transmissão ou da tomada de potência em tratores agrícolas. Posteriormente surgiram os componentes assistidos e controlados por computador, os controlados remotamente e, por último, as máquinas autônomas (CONCEIÇÃO, 2013).

A implementação do GPS (Sistema de Posicionamento Global por Satélites) aliado a equipamentos e máquinas agrícolas com eletrônica embarcada, possibilitou gerar os primeiros trabalhos no Brasil sobre Agricultura de Precisão a partir da década de 90 (MOLIN, 2013).

De acordo com Lopes e Contini (2012) os agricultores brasileiros precisam contar com novas alternativas de mecanização, automação e tecnologias, que aumentem a precisão e ajudem a superar problemas, reduzindo o desperdício e promovendo a produção com sustentabilidade, qualidade e eficiência. Para Scarlett (2001) a implantação de sistemas de controle para automação pode incrementar de 15 a 20 % na eficiência de operação do trator agrícola (SCARLETT, 2001).

Kaspary *et al.* (2009) pesquisaram sobre produtos influenciadores na decisão de compra de máquinas agrícolas junto aos agricultores de Marau/RS, e constataram que para 65,38 % dos agricultores um ponto essencial e que é buscado na hora da decisão da compra do produto é a característica inovação, uma vez que trata das novas tendências (eletro-hidráulica, GPS, informática) de mercado, principalmente no que se referem ao incremento dos produtos do agronegócio brasileiro.

Para Auernhamer e Speckmann (2006), seguindo a tendência dos sistemas hidráulicos e elétricos, o uso de equipamentos eletrônicos e computadores embarcados tem se difundido cada vez mais em máquinas agrícolas. Corroborando com esta afirmação, podem ser encontrados na bibliografia, diversos trabalhos relacionados à automação agrícola.

Ess *et al.* (1996) desenvolveram o protótipo de um sistema de aplicação localizada de esterco líquido de origem suína em que utiliza um sistema de controle eletrohidráulico interligado a um receptor GPS para permitir o controle automático da saída do produto baseado em mapas.

Ribeiro (2010) avaliou a resistência mecânica do solo à penetração em áreas mecanizadas de cana-de-açúcar utilizando um penetrômetro eletrônico DLG modelo PNT-2000/MOTOR padrão ASAE S313.2, com ponteira cônica de 73 mm², montado em um quadriciclo.

Lanças e Santos (1998) desenvolveram um penetrógrafo hidráulico-eletrônico, montado em uma unidade móvel de amostragem do solo, com DGPS, usando como fonte de potência o sistema hidráulico do trator agrícola. O sistema de aquisição de dados foi composto por um data-logger e acessórios, que recebe informações da célula de carga e do potenciômetro. Os autores constataram diferenças significativas entre os dados obtidos pelo penetrógrafo manual e o penetrógrafo hidráulico, e atribuíram as diferenças ao melhor controle de velocidade obtido no penetrógrafo hidráulico.

Adamchuk *et al.* (2006) avaliaram duas hastes para mapeamento da resistência do solo, sendo uma haste instrumentada com extensômetro elétrico e a outra instrumentada com 5 células de carga. Os dois sistemas apresentaram baixa

correlação com o penetrômetro de cone, indicando a necessidade de mais estudos a serem realizados para melhoria dos equipamentos.

Adamchuk e Molin (2006) usaram três hastes instrumentadas, acopladas a uma barra porta-ferramenta montada no engate de três pontos do trator, com um receptor de GPS e um sistema de aquisição de dados que gera mapas de resistência mecânica do solo ao longo do deslocamento de uma haste em três profundidades, como solução alternativa ao uso do penetrômetro. O sistema mostrou-se mecanicamente simples e confiável e os ensaios em campo mostraram que o sistema podia produzir, nas áreas amostradas, mapas de variabilidade espacial da resistência com alta resolução e densidade de amostragem elevada em relação ao sistema tradicional.

Barros (2010), construiu e avaliou um sistema de controle para aplicação de fertilizantes à taxa variável para a cultura do café, utilizando sistema eletrohidráulico e obteve erro médio de -3,31%, sendo considerado de boa precisão, validando o uso do sistema na cultura.

Nimi *et al.* (2010) verificaram a viabilidade econômica da aquisição de um controlador eletrônico de pulverização, encontrando um erro de 2,63% a mais para o pulverizador sem utilização do controlador, concluindo que o equipamento é viável economicamente, com retorno de investimento em 5 anos.

Alvarenga *et al.* (2013), desenvolveram e avaliaram um sistema automatizado para controlar os parâmetros do espectro de gotas da pulverização em função do déficit de pressão de vapor d'água no ar, utilizando um sensor de temperatura e umidade relativa, um microcontrolador, um servomotor e um pulverizador hidropneumático. Eles concluíram que o sistema foi eficiente na manutenção do espectro de gotas da pulverização de defensivos, sendo superior ao sistema manual. Para os autores, além da vantagem da automatização do pulverizador, algumas das vantagens da automação são a sustentabilidade no processo produtivo e o fomento ao desenvolvimento econômico e social.

Machado e Lanças (2014), desenvolveram e calibraram um protótipo para realizar a leitura da resistência do solo ao rompimento, utilizando três hastes, em diferentes camadas. O sistema era composto por chassi, hastes, células de carga, coletor de dados e GPS, sendo a penetração no solo controlada pelo sistema

hidráulico central do trator. O protótipo envia os dados de força no solo adquiridos pela célula de carga, armazenando e sincronizando com os arquivos vindos do GPS. Os autores concluíram que o protótipo e os sistemas automatizados foram funcionais, sendo possível mensurar a resistência mecânica do solo, armazenar e demonstrar os trajetos em que houve compactação do solo maior que 2 MPa.

Santos *et al.* (2010) fizeram um levantamento das possibilidades de aplicação das Redes de Sensores Sem Fio no monitoramento agrícola no estado do Mato Grosso, em diversas culturas, e constataram que existe um bom potencial para difusão e redução dos custos de implantação e manutenção, de modo que sejam atrativos para os produtores agrícolas, que ao utilizarem esses sistemas, possam aumentar ou manter a produtividade e ter controle e acompanhamento automatizado da lavoura, além do aspecto sustentável, com preservação do meio ambiente.

Entre as diversas aplicações da Rede de Sensores Sem Fio, destaca-se o monitoramento agrícola, que envolve o acompanhamento e a observação contínua de uma área de plantio para avaliar as mudanças ocorridas, sendo importante no processo de tomada de decisão e auxílio na solução de problemas, como ataques de pragas e doenças, mudanças climáticas, entre outros (DOTA *et al.*, 2010). Os autores destacam também que, com a Agricultura de Precisão, os agricultores podem ganhar mais exatidão nas suas atividades.

Barros e Cugnasca (2010) simularam a aquisição de dados de uma Rede de Sensores Sem Fio por veículos agrícolas que utilizam padrão ISO 11783 e mostraram que é viável que unidades computacionais ISO 11783 recebam em tempo real, dados do ambiente agrícola.

A automação de sistemas de irrigação também tem se tornado comum nos últimos anos. Sua aplicação pode reduzir gastos com mão de obra e energia de bombeamento, possibilitar irrigações em períodos noturnos e aumentar a eficiência no uso e aplicação da água (PFITSCHER *et al.*, 2011).

Grah *et al.* (2012a) utilizaram um equipamento hidráulico-mecânico, que não necessita de energia elétrica para o funcionamento, desenvolvido por Grah (2011), para automação de um sistema de irrigação localizada e estudaram sua viabilidade técnica e financeira quando comparado a uma automação com energia elétrica. O

equipamento demonstrou-se uma alternativa viável tanto do ponto de vista técnico quanto financeiro, quando aplicado a sistemas de irrigação localizada.

Grah *et al.* (2012b) desenvolveram e avaliaram um dispositivo hidráulico-mecânico para sequenciamento automático da irrigação, com uma lógica de automação sequenciada de válvulas hidráulicas, controladas por válvulas multivias acionadas por um temporizador volumétrico e concluíram que o sistema mostrou-se uma alternativa técnica viável para a automação sequenciada de aspersores em um sistema de aspersão em malha.

Ferrarezi *et al.* (2012) avaliaram sensores capacitivos no monitoramento da umidade do substrato e no controle da subirrigação, na produção de sálvia em ambiente protegido, e verificaram que a utilização desses sensores reduzem a possibilidade de estresse hídrico causado por irrigações diárias usando temporizadores.

Vasconcelos *et al.* (2013) desenvolveram um sistema de automação da irrigação em malha fechada que possui seu algoritmo de controle centralizado em um computador pessoal. Os dados de campo são coletados por uma rede de sensores sem fio que alimenta o computador. O sistema aciona o conjunto moto-bomba por meio de um inversor de frequência e controla válvulas remotamente, sendo capaz de operar mesmo em situações climáticas adversas.

No âmbito da colheita mecanizada, Garcia *et al.* (2013) apresentaram o projeto e simulação de um controlador automático de velocidade de deslocamento da colhedora de cana-de-açúcar, utilizando os parâmetros hidráulicos e mecânicos da colhedora nas simulações. Os autores concluíram que os controladores inteligentes podem incorporar estratégias gerenciais tornando a operação da colheita mais adequada para cada situação e aliviando o trabalho do operador.

Free *et al.* (2014) adaptaram um monitor de produtividade com placa de impacto para a colheita da cultura do amendoim, com duas configurações de montagem diferentes, sendo uma flutuante e outra articulada, obtendo erro médio de 12,7% na configuração flutuante e de 6,6% na configuração articulada.

Warner *et al.* (2014a) desenvolveram um sistema de controle de profundidade de arranquio para um arrancador de amendoim, controlando a posição do sistema hidráulico de três pontos, para reduzir as perdas de amendoim para diferentes tipos

de solo. O equipamento foi testado por Warner *et al.* (2014b) em três tipos de textura de solo diferentes (arenoso, médio e argiloso), que concluíram que o protótipo desenvolvido demonstrou o potencial na redução das perdas de \$47 ha⁻¹.

1.3 Referências

ADAMCHUK, V.I.; SUDDUTH, K. A.; INGRAM, T.J.; CHUNG, S.O. Comparison of two alternative methods to map soil mechanical resistance on-the-go. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, ASABE, St Joseph, 2006.

ADAMCHUK, V.I.; MOLIN, J. P. Hastes instrumentadas para mensuração da resistência mecânica do solo. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 26, n.1, 2006.

AGROBYTE. Amendoim. Agrobyte. 2008. Disponível em: <<http://www.agrobyte.com.br/amendoim.html>>. Acesso em 16 dez. 2014.

ALENCAR, C. A. B.; CUNHA, F. F. da; RAMOS, M. M.; SOARES, A. A.; PIZZIOLO, T. A.; OLIVEIRA, R. A. de. Análise da automação em um sistema de irrigação convencional fixo por miniaspersão. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 109-118, abr./jun. 2007.

ALVARENGA, C. B.; TEIXEIRA, M. M.; ZOLNIER, S.; SASAKI, R. S.; RINALDI, P. C. N. Controle automático do espectro de gotas de pulverizador hidro-pneumático em função do déficit de pressão de vapor d'água no ar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.43, n.1, p.26-33. 2013.

AUERNHAMMER, H.; SPECKMANN, H. Dedicated communication systems and standards for agricultural applications. In: ASABE. CIGR handbook of agricultural engineering. St. Joseph: ASABE, 2006. p. 435-435.

BARROS, M. F.; CUGNASCA, C. E. Simulação da aquisição de dados de uma rede de sensores sem fio por veículos agrícolas que utilizam o padrão ISO 11783. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2010. **Anais...**, Ribeirão Preto, SBEA, 2010.

BARROS, M. M. **Avaliação de um sistema de distribuição de fertilizantes à taxa variável para a cultura do café**. 2010. 61f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

BARROZO, L. M.; SILVA, R. P.; SADER, R.; SIMÕES, R. R. Perdas na colheita mecanizada do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em função da velocidade de arranquio. In: ENCONTRO DO AMENDOIM, 5., 2008, Jaboticabal. **Resumos...** Jaboticabal: Funep, 2008. 1 CD-ROM.

BEHERA, B. K.; BEHERA, D.; MOHAPATRA, A. K. SWAIN, S.; GOEL, A. K. Performance evaluation of a Bullock drawn groundnut digger. **Environment and Ecology**, v. 26, n. 3A, p. 1226-1229, 2008.

BERTONHA, R. S.; SILVA, R. P.; CAVICHIOLI, F. A.; CASSIA, M. T.; NASCIMENTO, J. M. Resistência mecânica do solo à penetração e perdas invisíveis do arranquio em colheita mecanizada de amendoim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2010. **Anais...**, Ribeirão Preto, SBEA, 2010.

CÂMARA, G. M. S.; FREITAS F. G.; MINOTTI, D.; HEIFFIG, L. S. Determinações de perdas na colheita do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). In: SIMPÓSIO DO AGRONEGÓCIO DE PLANTAS OLEAGINOSAS: MATÉRIAS-PRIMAS PARA BIODIESEL, 2, 2006, Piracicaba. **Resumos...**, Piracicaba: ESALQ/USP, 2006. p. 32-34.

CARVALHO, T. L.; ANDRADE, J. W. S.; ROCHA, A. C.; SUASSUNA, T. M. F.; CARREIRA, F. S.; CAMPOS, F. J.; CUNHA, F. N.; BEZERRA, W. Cultivo de variedades de amendoim nos sistemas de plantio direto e convencional no sudoeste goiano. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE RIO VERDE, 5, p.27-30, 2011. **Anais...**, Rio Verde, 2011.

CASSIA, M. T.; SILVA, R. P.; MEDEIROS, R. S.; PAIXÃO, C. S. S.; VOLTARELLI, M. A. Variabilidade espacial das perdas na colheita mecanizada de amendoim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2012. **Anais...**, Ribeirão Preto, SBEA, 2012.

CAVICHIOLI, F. A.; ZERBATO, C.; BERTONHA, R. S.; SILVA, R. P.; SILVA, V. F. A. Perdas quantitativas de amendoim nos períodos do dia em sistemas mecanizados de colheita. **Revista Científica**, Jaboticabal, v.42, n.3, p.211-215, 2014.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos, safra 2013/2014, décimo primeiro levantamento: agosto/2014. Brasília: Conab, 2014.

CONCEIÇÃO, L. A.; VALERO, P. B. C. **Evolução e aplicação da mecatrônica em máquinas agrícolas**. Vida Rural, p.24-26, 2013

DOTA, M. A.; SANTOS, I. M.; CUGNASCA, C. E. Fusão de sensores na agricultura de precisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2010. **Anais...**, Ribeirão Preto, SBEA, 2010.

ESS, D. R.; JOERN, B. C.; HAWKINS, S. E. Development of a precision application system for liquid animal manure. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION FARMING, 3., Minneapolis, 1996. **Proceedings...**, Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1996. p.863-870.

FERRAREZI, R. S.; VAN IERSEL, M. W.; TESTEZLAF, R. Sensores capacitivos no monitoramento e controle da subirrigação para produção de sálvia. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERIA AGRICOLA, 10., e CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 41., 2012. **Anais...**, Londrina, SBEA, 2012.

FREE, D. H.; KIRK, K. R.; WHITE, J. W.; BRANTLEY, S. A.; PEELE, J. S.; MONFORT, W. S.; THOMAS, J. S.; MASSEY, H. F.; HAN, Y. J. Testing of an impact plate yield monitor for peanuts: mounting configurations and air pressure correction. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, ASABE, Montreal, Canada, 2014.

GARCIA, A. P.; MANOEL FILHO, F.; CAPPELLI, N. L.; UMEZU, C. K.; SOARES, F. T. Sistema de controle fuzzy – PID para ajuste automático da velocidade de deslocamento de uma colhedora de cana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRICOLA, 42., 2013. **Anais...**, Fortaleza, SBEA, 2013.

GRAH, V. F. **Desenvolvimento de um sistema hidráulico-mecânico para o acionamento sequenciado da irrigação por aspersão em malha**. 2011. 67f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

GRAH, V. F.; BOTREL, T. A.; PONCIANO, I. M.; MARTINS, L. L.; SOCCOL, O. J. Aplicação de um equipamento alternativo para automação de sistemas de irrigação localizada. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERIA AGRICOLA, 10, e CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 41., 2012. **Anais...**, Londrina, SBEA, 2012a.

GRAH, V. F.; BOTREL, T. A.; MENDONÇA, F. C.; PINTO, M. F.; ALMEIDA, A. C. S. Solução alternativa para automação de sistemas de irrigação por aspersão. In:

CONGRESSO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERIA AGRICOLA, 10., e CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 41., 2012. **Anais...**, Londrina, SBEA, 2012b.

GROTTA, D. C. C.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; REIS, G. N.; CORTEZ, J. W.; ALVES, P. J. Influência da profundidade de semeadura e da compactação do solo sobre a semente na produtividade do amendoim. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.547-552, 2008.

INCE, A.; GUZEL, E. Effects of gynophore breaking resistance on losses in mechanized peanut harvesting. In: International Conference on Crop Harvesting and Processing, 2003, Louisville. **ASAE Publication Number 701P1103e**, ed. Graeme Quick, 2003.

JORDAN, D. L.; BARNES, J. S.; BOGLE, C. R.; BRANDENBURG, R. L.; BAILEY, J. E.; JOHNSON, P. D.; CULPEPPER, A. S. Peanut response to cultivar selection, digging date, and tillage intensity. **Agronomy Journal**, Madison, v.95, n.2, p.380-385. 2003.

JORDAN, D. L.; SPEARS, J. F.; SULLIVAN, G. A. Influence of digging date on yield and Gross return of virginia-type peanut cultivars in North Carolina. **Peanut Science**, Raleigh, v.25, n.1, p.45-50. 1998.

JORGE, A. C. **Perdas no arranquio mecanizado do amendoim em função da velocidade, espaçamento entre hastes e profundidade de arranquio**. 2008. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual Maringá, Cidade Gaúcha, 2008.

KASPARY, I. M.; MACIEL, A. C.; CAMARGO, M. E.; MACIEL, J. M. C. Atributos influenciadores na decisão de compra de máquinas agrícolas: um estudo de caso junto aos agricultores da cidade de Marau/RS. In: SIMPÓSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 6., 2009. **Anais...**, Resende, 2009. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos09/305_305_Trator_SEGET_2009.pdf>. Acesso em: 14 out. 2014.

LAMB, M. C.; MASTERS, M. H.; ROWLAND, D.; SORESENSEN, R. B.; ZHU, H.; BLANKENSHIP, P. D.; BUTTS, C. L. Impact of sprinkler irrigation amount and rotation on peanut yield. **Peanut Science, Raleigh**, v. 31, n. 2, p. 108-113, 2004.

LANÇAS, K. P.; SANTOS, C. A. Penetrômetro hidráulico-eletrônico equipado com DGPS para avaliação da compactação do solo. In: BALBUENA, R. H. *et al.* **Ingeniería rural y mecanización agraria en ámbito Latinoamericano**. La Plata: UNLP, 1998. p. 570-576.

LOPES, M. A.; CONTINI, E. Agricultura, sustentabilidade e tecnologia. **Agroanalysis**, v.32, n.2, p.28-34, 2012.

LOURENZANI, W. L.; LOURENZANI, A. E. B. S. Potencialidades do agronegócio brasileiro de amendoim. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza: Sober, 2006. 1 CD-ROM.

MACHADO, T. M.; LANÇAS, K. P. Calibração das hastes instrumentadas do protótipo medidor de resistência ao rompimento do solo. **Energia na Agricultura**, v.29, n.1, p.14-21, 2014.

MÁRQUEZ, L. As máquinas do futuro. **Cultivar Máquinas**, n. 1, pag. 22-23, jan/fev, 2001.

MÁRQUEZ, L. **Tractores agrícolas: tecnología y utilización**. Madrid: B&H editores, 2012.

MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaio e certificação**. Piracicaba: CNPq-PADCT/TIBFEALQ, 1996. 722 p.

MOLIN, J. P. Agricultura de precisão. In: BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO. **Agricultura de precisão**. Brasília: MAPA/ ACS, 2013. 36 p. (Boletim Técnico).

NIMI, H. S.; ABI-SAAB, O. J. G.; RALISCH, R. Variabilidade da aquisição do sistema de controle eletrônico de pulverização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2010. **Anais...**, Ribeirão Preto, SBEA, 2010.

OLIVEIRA, K. R.; BERTONHA, R. S.; SILVA, R. P.; MEDEIROS, R. S.; CAVICHIOLI, F. A. Teor de água das vagens e perdas na colheita de amendoim na região de Olímpia – SP. In: ENCONTRO SOBRE A CULTURA DO AMENDOIM, 6., 2009, Jaboticabal. **Anais...**, Jaboticabal: Funep, 2009.

PFITSCHER, L. L.; BERNARDON, D. P.; KOPP, L. M.; FERREIRA, A. A. B.; HECKLER, M. V. T.; RITTER, J. G.; THOMÉ, B. A.; MONTANI, P. D. B.; FAGUNDES, D. R. Energy saving technology on irrigation system for rice cropping. Universities Power Engineering Conference (UPEC), Proceedings of 2011 46th International, p. 1-5. 2011.

RIBEIRO, C. A. **Variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração em áreas mecanizadas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2010.

ROBERSON, G. T. Planting, harvesting, and curing peanuts. In: Jordan, D. L.; BRANDENBURG, R. L.; BROWN, A. B.; BULLEN, S. G.; ROBERSON, G. T.; Shew, B.; Spears, J. F. **Peanut information**. North Carolina Coop. Ext. Ser. Series AG-331. 2009. p.131-148.

ROWLAND, D. L.; SORENSEN, R. B.; BUTTS, C. L.; FAIRCLOTH, W. H. Determination of maturity and degree day indices and theirs success in predicting peanut maturity. **Peanut Science**, Raleigh, v. 33, n. 2, p. 125-136, 2006.

SABES, J. J. S.; ALVES, A. F. Aspectos do agronegócio do amendoim no mundo. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR, 5, 2007, Maringá. **Anais...**, Maringá: Centro Universitário de Maringá, 2007.

SANTOS, E. P.; SILVA, R. P.; BERTONHA, R. S.; NORONHA, R. H. F.; ZERBATO, C. Produtividade e perdas de amendoim em cinco diferentes datas de arranquio. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.44, n.4, p.695-702, 2013.

SANTOS, E. P.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; BERTONHA, R. S.; MEDEIROS, R. S. Perdas na colheita mecanizada de amendoim. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERÍA AGRICOLA, 9, 2010. **Anais...**, Vitória: SBEA, 2010.

SANTOS, R. C.; FREIRE, R. M. M.; LIMA, L. M.; ZAGONEL, G. F.; COSTA, B. J. Produtividade de grãos e óleos de genótipos de amendoim para o mercado oleoquímico. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, n.1, p.72-77, 2012.

SANTOS, R. C.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, R. M. M. Mercado e comercialização. In: SUASSUNA, T. M. F. (ed.). Cultivo do amendoim. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amendoim/CultivodoAmendoim/mercado.html>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

SCARLETT, A. J. Integrated control of agricultural tractors and implements: a review of potential opportunities relating to cultivation and crop establishment machinery. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v.30, n.1-3, p.167-191, 2001.

SEGATO, S. V.; PENARIOL, A. L. A cultura do amendoim em áreas de reforma de canavial. In: SEGATO, S. V.; FERNANDES, C.; SENE PINTO, A. de. **Expansão e Renovação de Canavial**. Piracicaba: Editora CP 2, 2007.

SILVA, R. P. **Variabilidade das perdas no arranquio mecanizado de amendoim**. 2010.134f. Tese (Livre Docência em Máquinas Agrícolas) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2010.

SILVA, R. P.; MAHL, D. **Determinação de perdas na colheita de amendoim**. Jaboticabal: Funep, 2008. (Folder).

TASSO JUNIOR, L. C.; MARQUES, M. O.; NOGUEIRA, G. A. **A cultura do amendoim**. Jaboticabal: Funep, 2004. 218 p.

VASCONCELOS, H. S.; TEIXEIRA, A. S.; SANTOS, C. C. Controle da irrigação em malha fechada através de medidas da umidade do solo e redes de sensores sem fio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 42., 2013. **Anais...**, Fortaleza, SBEA, 2013.

WARNER, A. C.; KIRK, K. R.; THOMAS, J. S.; MONFORT, W. S.; WHITE, J. W.; BRANTLEY, S. A.; PEELE, J. S.; MASSEY, H. F.; HAN, Y. J.; COMPTON, J. D. Variable depth peanut digger: part I – design and testing. **ASABE**, St. Joseph, Mich, p.1-6, 2014a.

WARNER, A. C.; THOMAS, J. S.; KIRK, K. R.; MONFORT, W. S.; WHITE, J. W.; BRANTLEY, S. A.; PEELE, J. S.; MASSEY, H. F.; HAN, Y. J. Variable depth peanut digger: part II – digging loss analysis. **ASABE**, St. Joseph, Mich, p.1-6, 2014b.

WRIGHT, F. S.; STEELE, J. L. Potential for direct harvesting of peanuts. **Peanut Science**, Raleigh, v.6, n.1, p.37-42. 2006.

YOUNG, J. H., PERSON, N. K.; DONALD, J. O.; MAYFIELD, W. D. Harvesting, curing and energy utilization. In: PATTEE, H. E.; YOUNG, C. T. (eds.). **Peanut Science and Technology**. Yoakum-TX, USA: American Peanut Research Education Society Inc., 1982.

CAPITULO 2 – Rotação da tomada de potência e qualidade da operação de arranquio mecanizado de amendoim

Resumo - A colheita mecanizada da cultura de amendoim é realizada em duas etapas: arranquio e recolhimento, sendo que a operação mais crítica é o arranquio, no qual ocorre a maioria das perdas. Estudos relacionados à quantificação de perdas visíveis, invisíveis e totais no arranquio do amendoim ainda são escassos, reforçando a necessidade de maiores investigações, a fim de se obter controle da operação, propiciando menores perdas. Considerando-se que para os arrancadores-invertedores acionados pela tomada de potência (TDP), as perdas no arranquio podem variar em função das rotações da TDP do trator, este experimento foi realizado com o objetivo de verificar o desempenho e as perdas de um arrancador-invertedor de amendoim na configuração que o mesmo era comercializado até 2012 no Brasil, utilizando-se a TDP do trator para obter a rotação adequada da esteira vibratória e dos rolos invertedores. O experimento foi realizado com 5 rotações da TDP (324, 378, 432, 486 e 540 rpm). Não houve influência das rotações da TDP nas determinações das perdas visíveis, invisíveis e totais no arranquio, com a rotação de 378 rpm na TDP apresentando a menor variabilidade. A menor variabilidade do consumo horário de combustível e velocidade média de deslocamento foi obtida nas rotações do motor em 1800 rpm (486 rpm na TDP) e 1400 rpm (378 rpm na TDP), respectivamente.

2.1 Introdução

Comparado à colheita de cereais, a colheita mecanizada de amendoim no Brasil é recente, datando de pouco menos de 15 anos (CÂMARA *et al.*, 2006). Não obstante o fato de ser recente, as perdas durante a colheita são elevadas, podendo chegar a 47,1% na operação de arranquio (SILVA *et al.*, 2009).

Entre os fatores que afetam o arranquio mecanizado de amendoim destacam-se: o arrancador utilizado, afiamento das facas, profundidade de corte, a vibração da esteira vibratória e a relação entre as velocidades de avanço e da esteira, que segundo Bragachini e Pieretti (2011), são aspectos que devem ser levados em consideração visando a diminuição das perdas.

Medeiros *et al.* (2010), partindo da recomendação feita pelos fabricantes de arrancadores-invertedores brasileiros para que se utilize rotação na TDP de 350 rpm (92 rpm na esteira vibratória), avaliaram as perdas no arranquio de amendoim em quatro rotações da tomada de potência (350, 415, 470 e 540 rpm), observando que as perdas totais na colheita não foram influenciadas pelas rotações estudadas.

Olivatti *et al.* (2007) e Jorge *et al.* (2008), estudando a operação de arranquio mecanizado verificaram que a velocidade de arranquio não interferiu na ocorrência de perdas visíveis, invisíveis e totais. Para Jorge *et al.* (2008) os altos valores de perdas encontrados, possivelmente ocorreram em consequência da densidade e do teor de água do solo.

Para identificar as perdas na colheita alguns autores têm feito uso do controle estatístico de processo, utilizando as variáveis avaliadas como indicadores de qualidade. A principal ferramenta utilizada por estes autores para identificar causas não aleatórias presentes nos processos são, normalmente, as cartas de controle (CHIODEROLI, *et al.* 2012; NORONHA *et al.* 2011; TOLEDO *et al.* 2008).

Na colheita do amendoim destacam-se os trabalhos realizados por Ferezin *et al.* (2014), Bertonha (2011), Silva *et al.* (2011), Silva *et al.* (2010) e Simões (2009), que utilizaram cartas de controle avaliando, como indicadores de qualidade, as perdas na colheita (visíveis, invisíveis e totais), largura da leira, altura da leira, índice do forma da leira e profundidade de arranquio.

Considerando que o uso de arrancadores acionados pela TDP ainda é grande no Brasil e que, o uso de arrancadores acionados por sistema hidráulico auxiliar ainda é incipiente, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho e as perdas de um arrancador-invertedor de amendoim acionado pela TDP para obter a rotação adequada da esteira vibratória e dos rolos invertedores.

2.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2011/2012 em área experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola, na Fazenda de Ensino Pesquisa e Produção da UNESP/Jaboticabal, no estado de São Paulo.

A área experimental utilizada foi de 1 ha (40 x 250 m) e está localizada nas proximidades das coordenadas geodésicas: latitude 21°14' S e longitude 48°16' W, no município de Jaboticabal/SP, com altitude média de 560 m, declividade média de 4% e clima Aw (subtropical), de acordo com a classificação de Köppen. O solo da área experimental foi classificado por Andrioli e Centurion (1999) e corresponde ao LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico textura argilosa, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013).

O solo foi preparado de forma convencional com uma aração (arado de discos) e três gradagens (uma gradagem pesada e duas leves) e foram utilizadas as sementes de amendoim (*Arachis hypogea* L.) cultivar Runner IAC 886.

A semeadura foi realizada em 10/11/2011 com semeadora-adubadora com dosador pneumático em espaçamento de 0,9 m entre fileiras, utilizando-se densidade de semeadura de 18 sementes m⁻¹.

As condições meteorológicas da região na época do desenvolvimento da cultura foram medidas pela Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP – Campus de Jaboticabal, SP (Figura 2).

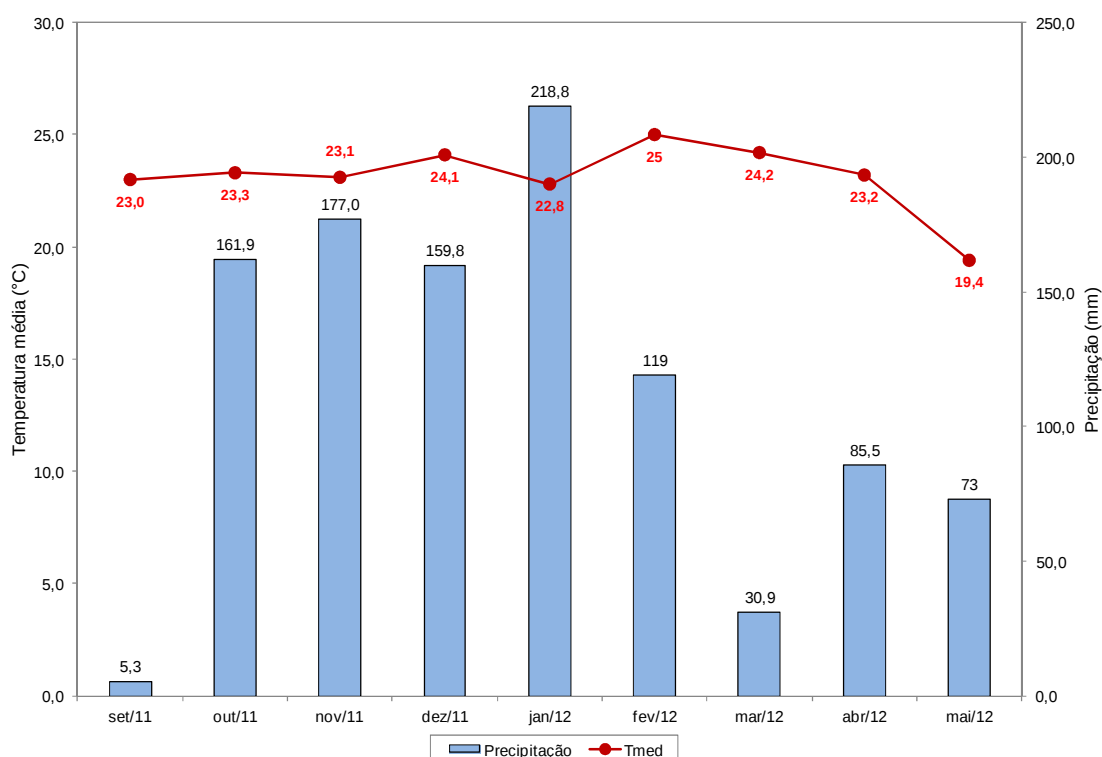


Figura 2. Climograma para o período de implantação e condução da cultura. (Elaborado a partir de dados obtidos na Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP – Campus de Jaboticabal).

A operação de arranquio foi realizada no dia 30/03/12, utilizando um arrancador-invertedor montado, 2x1 (2 fileiras x 1 leira), marca Miac, modelo C-200 (Figura 3a), com largura de trabalho de 1,8 m, sendo tracionado por um trator marca Valtra, modelo BM 125i, 4x2 TDA, com potência máxima de 91,9 kW (125 cv) na

rotação de 2300 rpm no motor (Figura 3b). A operação foi realizada na marcha de trabalho L2.



(a)



(b)

Figura 3. Equipamentos utilizados no arranquio de amendoim: a) arrancador-invertedor; b) trator.

O delineamento experimental foi realizado em faixas, com 5 rotações da tomada de potência (TDP) do trator (324, 378, 432, 486 e 540 rpm) e 8 repetições totalizando 40 pontos amostrais. As rotações da TDP foram definidas por meio da variação da rotação do motor (1200, 1400, 1600, 1800 e 2000 rpm, respectivamente). Consequentemente, a variação da rotação da TDP promoveu alteração das rotações do eixo da esteira vibratória do arrancador-invertedor, resultando em rotações de 85, 100, 114, 127 e 142 rpm, respectivamente.

A coleta de dados foi realizada em 4 fileiras, formando 2 leiras para cada rotação e as parcelas amostrais possuíam 40 m de comprimento cada, resguardando-se a distância de 50 m dos carregadores, para a estabilização do conjunto trator-arrancador-invertedor.

Para fins de caracterização das condições de colheita, foram amostrados o teor de água do solo e das vagens, a produtividade e a maturação das vagens, que apresentaram valores médios de 26,7%, 55,5%, 2432 kg ha⁻¹ e 74,4%, respectivamente.

Foram coletadas amostras de solo na camada de zero a 15 cm de profundidade com o auxílio de trado holandês para a determinação do teor de água no solo no momento do arranquio. As amostras de solo foram pesadas novamente

ao sair da estufa para determinar o teor de água do solo em base seca (EMBRAPA, 1997).

Nos pontos amostrais retirou-se aproximadamente 30 vagens, logo após a passagem do arrancador-invertedor para da determinação do teor de água das vagens. As amostras foram colocadas em caixa de isopor para serem transportadas ao laboratório onde foram pesadas em balança digital com precisão de 0,01 g. Em seguida foram colocadas em estufa, permanecendo durante 24 horas à temperatura de 105 ± 3 °C. As vagens foram pesadas novamente ao sair da estufa para determinar o teor de água das vagens (BRASIL, 2009).

A caracterização da produtividade foi realizada pela coleta de um ponto amostral para cada rotação avaliada, após a passagem do arrancador-invertedor. Utilizou-se uma armação de 2 m² com dimensões de 1,80 x 1,11 m, sendo coletadas todas as vagens totalmente desenvolvidas retiradas das plantas, incluindo as perdas visíveis e invisíveis no arranquio contidas dentro da armação.

As vagens foram lavadas para retirada das impurezas minerais aderidas ao mesocarpo e colocadas em estufa elétrica durante 24 horas, à temperatura de 105 ± 3 °C (BRASIL, 2009). As vagens tiveram a massa mensurada em balança digital com precisão de 0,01 g sendo então determinada a produtividade da cultura, extrapolada para kg ha⁻¹.

A maturação do amendoim foi determinada pelo método *Hull-Scrape* (WILLIAMS; DREXLER, 1981), que consiste na exposição do mesocarpo pela raspagem do exocarpo. A raspagem foi feita com um jato d'água. A avaliação foi realizada utilizando 100 vagens completamente desenvolvidas, oriundas de plantas retiradas ao acaso.

As vagens foram então classificadas conforme o gráfico *Hull-Scrape* do Perfil de Maturação, que utiliza cores para a seleção. As cores do mesocarpo variam de branco (vagens imaturas) até preto (maturação máxima), passando pelas cores amarelo, laranja e marrom, que representam fases intermediárias e em ordem crescente de maturação.

Após a classificação das vagens, contou-se o número de vagens encontradas para cada classe de cor e determinou-se a maturação pela equação (1):

$$M = \frac{C_P + C_M + C_L}{n} \cdot 100 \quad (1)$$

Em que:

M = porcentagem de maturação;

C_P = número de vagens na classe preta;

C_M = número de vagens na classe marrom;

C_L = número de vagens na classe laranja;

n = número total de vagens.

As vagens consideradas maduras foram vagens contidas nas classes laranja, marrom e preta. Para Sanders (1995), a colheita para a cultivar Runner deve ser realizada quando as vagens de amendoim apresentarem 70 a 80% de maturação.

Para avaliar o desempenho do arrancador-invertedor de amendoim foram analisadas variáveis relacionadas à cultura (perdas visíveis, invisíveis e totais no arranquio), e relativas ao conjunto mecanizado (consumo horário de combustível e velocidade média de deslocamento).

As perdas foram avaliadas utilizando-se uma armação de metal de 2 m² (1,11 x 1,8 m). Esta medida de armação foi determinada para se alcançar a largura exata do arrancador-invertedor, sendo posicionada sobre duas fileiras de amendoim.

Para determinação das perdas visíveis no arranquio (PVA) foram coletadas todas as vagens e grãos de amendoim encontrados na superfície do solo após a operação de arranquio (Figura 4). A coleta do material foi realizada com a retirada cuidadosa da leira de dentro da armação de metal de 2 m².

Já as perdas invisíveis no arranquio (PIA), representam as vagens encontradas sob a superfície do solo (Figura 5), no mesmo local de avaliação das perdas visíveis. Para a determinação desta perda foi retirado o solo até uma profundidade de 0,15 m que está contido na armação de 2 m², que, em seguida, foi peneirado para a separação das vagens e grãos de amendoim.



Figura 4. Avaliação das perdas visíveis no arranquio.



Figura 5. Avaliação das perdas invisíveis no arranquio.

As amostras de perdas visíveis e invisíveis foram colocadas em sacos de papel e identificadas com o respectivo ponto que foram recolhidas. Em seguida foram enviadas ao laboratório, onde foram lavadas para a retirada de impurezas minerais e mensuradas em balança digital com 0,01 g de precisão. Após a pesagem, as amostras foram colocadas em estufa elétrica, 105 ± 3 °C (BRASIL, 2009). Depois do período de estufa as amostras foram pesadas novamente para determinar a massa e corrigidas para 8% de teor de água e os valores de perdas foram extrapolados para kg ha^{-1} .

Com a soma dessas duas perdas obteve-se as perdas totais no arranquio (PTA).

Para a determinação do consumo horário de combustível foi usado um medidor de fluxo, composto por dois medidores de fluxo instalados em série com dois medidores de temperatura para monitorar o fluxo de retorno e o da bomba de injeção (LOPES *et al.*, 2003).

A velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado foi fornecida instantaneamente por radar acoplado ao trator (LOPES *et al.*, 2003).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de estatística descritiva com o uso do programa Minitab® para o cálculo das medidas de tendência central

(média e mediana), medidas de dispersão (amplitude, desvio-padrão e coeficiente de variação) e medidas de assimetria e curtose. Efetuou-se também o teste de Anderson-Darling para verificação da normalidade dos dados ou a necessidade de transformação para normalização.

As médias obtidas foram representadas por meio dos diagramas de caixas (*box plot*), que representam a variabilidade e a simetria do conjunto de dados, sendo a presença de pontos discrepantes (*outliers*) indicadas por meio de asteriscos (*). O diagrama de caixas pode ser indicado para comparação de dois ou mais grupos de dados alocados dentro de uma variável, auxiliando a interpretar o comportamento de um grupo de dados com base em parâmetros descritivos, como a mediana (Q2), quartil inferior (Q1), quartil superior (Q3), intervalo interquartil (IQR = $Q3 - Q1$), e os valores máximos e mínimos (Figura 6).

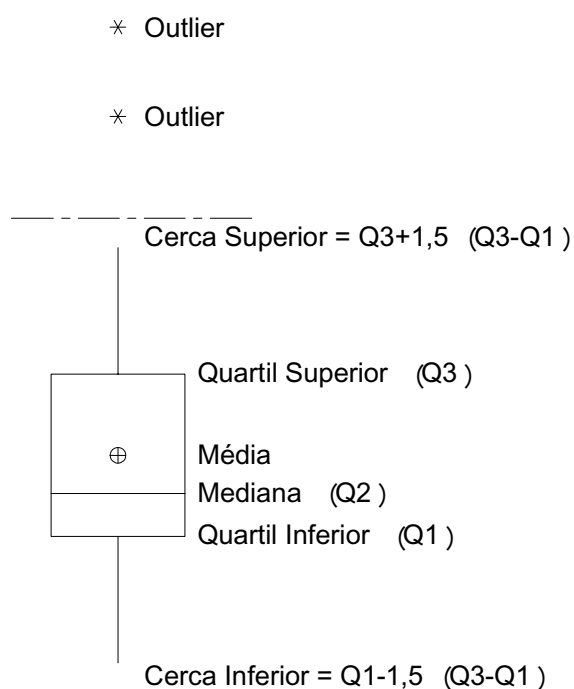


Figura 6. Modelo de diagrama de caixa (*boxplot*).

Os resultados também foram avaliados por meio do controle estatístico de processo, utilizando-se as cartas de controle do tipo I-MR (valores individuais e amplitude móvel), que possuem linhas centrais (média geral e amplitude média), bem como os limites superior e inferior de controle, definidos como LSC e LIC,

respectivamente, calculados com base no desvio-padrão das variáveis (para LSC, média mais três vezes o desvio-padrão, e para LIC, média menos três vezes o desvio, quando maior que zero). Estas cartas foram utilizadas a fim de identificar a não aleatoriedade, provocada por algum fator externo, decorrente do processo, bem como avaliar a qualidade da operação, utilizando-se como indicadores de qualidade as variáveis de avaliação descritas anteriormente.

Nas cartas, quando um ou mais pontos encontram-se fora dos limites superior ou inferior (Figura 7a), indica variação não-aleatória nos dados, variação esta considerada como devido a causas especiais, devendo ser investigada esta causa. Se nenhum ponto for destacado na carta de controle (Figura 7b), não há observação de falha no processo e, portanto não existem causas especiais de variação, e, conseqüentemente, o processo está sob controle.

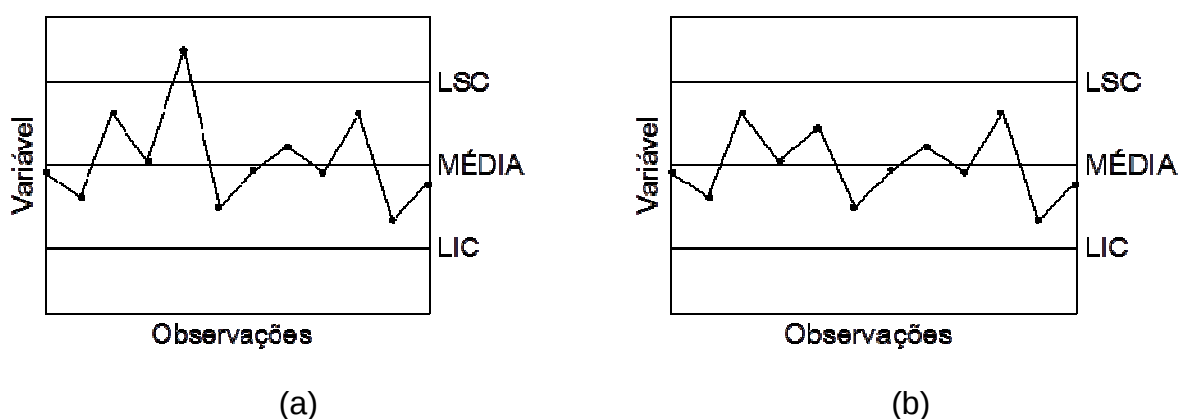


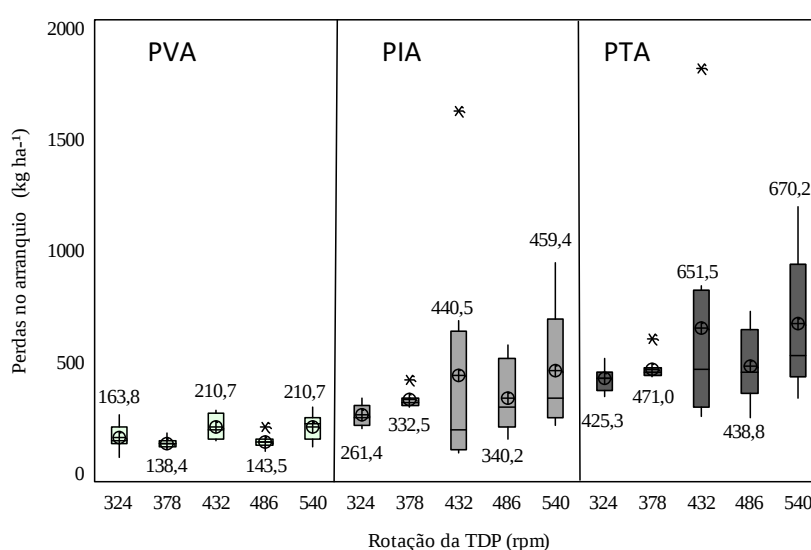
Figura 7. Estrutura das cartas de controle: a) processo fora de controle; b) processo sob controle

2.3 Resultados e discussão

Para as variáveis analisadas, houve a ocorrência de pontos discrepantes (*outliers*), que podem ser visualizados nos diagramas de caixa. Estes resultados foram mantidos em todas as análises estatísticas realizadas, uma vez que estes pontos discrepantes fazem parte do processo e podem ajudar a identificar a ocorrência de causas não aleatórias.

As variáveis perdas no arranquio (Figura 8) apresentaram distribuição assimétrica pelo teste de Anderson-Darling. Esta assimetria foi indicada também

para a variável PVA que apresentou coeficiente de assimetria positivo, evidenciando que a média é maior que a mediana e, portanto, que os resultados tendem a se concentrar abaixo da média. Além disso, o coeficiente de curtose negativo mostra a existência de uma curva com distribuição platicúrtica. Já para as variáveis PIA e PTA foi verificado coeficiente de assimetria e de curtose positivo, sendo este último representado por valores elevados que caracterizam uma curva de distribuição mais alongada em relação à curva de distribuição normal, indicando que a média é maior que a mediana e, assim, os resultados tendem a concentrar abaixo da média, e, com o coeficiente de curtose positivo mostrando curva com distribuição leptocúrtica.



Variável	χ	A	σ^{**}	Mediana	Cs	Ck	CV (%)	AD
PVA	173,5	220,1	55,2	154,7	0,72	- 0,39	31,83	A
PIA	366,9	1530,2	269,3	309,0	3,02	11,86	73,42	A
PTA	540,4	1562,6	284,6	452,1	2,80	10,02	52,66	A

χ - Média; A – Amplitude; σ^{**} – Desvio padrão; Cs - Coeficiente de assimetria; Ck - Coeficiente de curtose; CV – Coeficiente de variação; AD – Teste de normalidade de Anderson-Darling (N: distribuição normal; A: distribuição assimétrica).

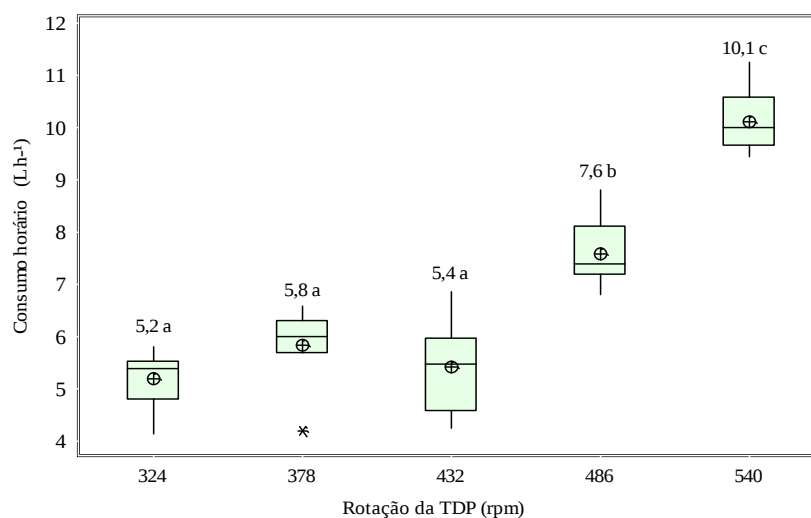
* A ausência de letras, para cada rotação da TDP, indica que as médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 8. Estatística descritiva e teste Tukey a 5% de probabilidade para as perdas visíveis (PVA), invisíveis (PVI) e totais (PTA) no arranquio de amendoim relacionado às diferentes rotações na TDP.

As rotações de 432, 486 e 540 rpm na TDP (114, 127 e 142 rpm na esteira vibratória) apresentaram maiores intervalos interquartílicos para PIA e PTA o que indica maior variabilidade destes conjuntos de dados. Por outro lado, estas mesmas rotações na TDP, para PVA, apresentaram intervalos menores, evidenciando menor variabilidade para esta variável. Observa-se também que a menor distância interquartílica para PVA, PIA e PTA foi encontrada para a rotação da TDP a 378 rpm (100 rpm na esteira vibratória).

Para os tratamentos avaliados não houve diferença nas perdas (PVA, PIA e PTA) em função da rotação da TDP, o que pode ser explicado pelos valores muito elevado dos coeficientes de variação (PIMENTEL-GOMES e GARCIA, 2002) e das amplitudes. Este fato também foi observado por Medeiros *et al.* (2010), que não encontraram diferenças nas perdas no arranquio em função da variação das rotações do motor (1200 a 1850 rpm).

O consumo horário de combustível (Figura 9) apresentou distribuição assimétrica de acordo com o teste de Anderson-Darling. A distribuição apresentou coeficiente de assimetria positivo e de curtose negativo, indicando que a curva se encontra mais alongada à direita e mais achatada em relação à curva de distribuição normal, respectivamente.



Variável	χ	A	σ**	Mediana	Cs	Ck	CV (%)	AD
Consumo horário (L h ⁻¹)	6,83	7,09	1,97	6,15	0,73	- 0,54	28,95	A

χ - Média; A – Amplitude; ** σ – Desvio padrão; Cs - Coeficiente de assimetria; Ck - Coeficiente de curtose; CV – Coeficiente de variação; AD – Teste de normalidade de Anderson-Darling (N: distribuição normal; A: distribuição Assimétrica).

* Para cada rotação da TDP, médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

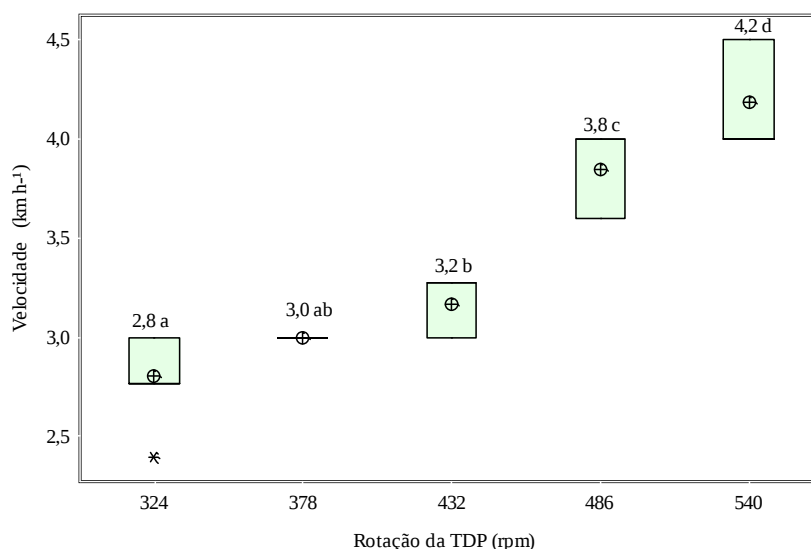
Figura 9. Estatística descritiva e teste Tukey a 5% de probabilidade para o consumo horário de combustível no arranquio de amendoim relacionado às diferentes rotações na TDP.

Para a variável consumo horário de combustível houve diferença estatística entre os tratamentos sendo na rotação do motor a 2000 rpm (540 rpm na TDP) o maior consumo seguido pela rotação de 1800 rpm no motor (486 rpm na TDP) e nos demais tratamentos não houve diferença entre os resultados. Observa-se que aumentando a rotação do motor houve incremento no consumo horário de combustível, o que pode ser evidenciado pela curva característica do motor, pois de acordo com Mialhe (1996), à medida que se aumenta a rotação do motor o consumo horário de combustível tende a aumentar até a máquina atingir sua potência máxima que para o trator utilizado no experimento é de 2300 rpm de acordo com o manual técnico.

Desta forma, em relação à recomendação do fabricante para se trabalhar com a rotação da TDP abaixo de 540 rpm, apesar de as perdas não terem diferido para as rotações avaliadas e do consumo horário de combustível ter sido afetado pelo aumento da rotação, há que se considerar que a máquina foi utilizada em condições não apropriadas, sendo comum a utilização de tratores com faixa de potência de 125 cv na região para operação de arranquio de amendoim, uma vez que para a maior rotação (maior consumo horário), tem-se uma proximidade do ponto de consumo horário ótimo, que corresponde à condição operacional em que ocorre o ponto de consumo específico mínimo. Os resultados obtidos encontram-se de acordo com Barbosa *et al.* (2008) que, estudando o desempenho de motores do ciclo diesel, relataram que a medida que aumenta a rotação do motor há aumento no consumo horário de combustível.

A velocidade média de deslocamento (Figura 10) apresentou distribuição assimétrica do conjunto de dados podendo ser verificado pelo coeficiente de assimetria positivo e de curtose negativo, indicando que o comportamento dos dados estão deslocados abaixo da média e com característica de uma curva achatada, respectivamente, na qual os valores tendem a se afastar da média. Apesar das diferenças observadas, o aumento da velocidade média não resultou em aumento das perdas no arranquio.

Jorge (2008) estudando o efeito das diferentes velocidades no arranquio mecanizado de amendoim observou que não houve diferença para cada velocidade avaliada quando comparada às perdas visíveis, invisíveis e totais.



Variável	χ	A	σ^{**}	Mediana	Cs	Ck	CV (%)	AD
Velocidade (km h ⁻¹)	3,40	2,10	0,56	3,27	0,48	- 0,93	16,47	A

χ - Média; A – Amplitude; σ^{**} – Desvio padrão; Cs - Coeficiente de assimetria; Ck - Coeficiente de curtose; CV – Coeficiente de variação; AD – Teste de normalidade de Anderson-Darling (N: distribuição normal; A: distribuição Assimétrica).

* Para cada rotação da TDP, médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 10. Estatística descritiva e teste Tukey 5 % para a velocidade média de deslocamento no arranquio de amendoim relacionada às diferentes rotações na TDP.

Considerando-se o indicador de qualidade perda visível no arranquio (PVA) o processo se manteve estável indicando que só houve influência de causas aleatórias (Figura 11) tanto nas cartas de valores individuais como nas de amplitude móvel. A rotação da TDP a 378 rpm (1400 rpm no motor) se mostrou o tratamento que obteve menor desvio padrão sendo evidenciados pelos limites de controle (LSC e LIC), podendo ser apresentada como a rotação que obteve a maior qualidade da operação. Apesar de o processo ter sido estável, os valores verificados nas cartas de valores individuais e de amplitude móvel demonstram elevada variabilidade para as rotações da TDP de 324, 432 e 540 rpm, apresentando ampla variação dos limites de controle. Estes resultados indicam que, apesar de não terem ocorrido

diferenças entre os valores médios de perdas, estas rotações resultam em valores de perdas, hora muito elevados, hora muito baixos. Pelas cartas de amplitude móvel constata-se que o processo, nestas rotações, apresenta dificuldade em se manter estável com variações muito intensas. Por outro lado, a rotação de 378 rpm proporcionou a menor variabilidade do processo, indicando ser a mais adequada para a realização do arranquio. Esta rotação resulta em 100 rpm na esteira vibratória, que pode ser então apontada como a rotação mais adequada para o arranquio neste trabalho. A segunda menor variabilidade foi obtida para a rotação de 486 rpm, resultando em 127 rpm na esteira vibratória.

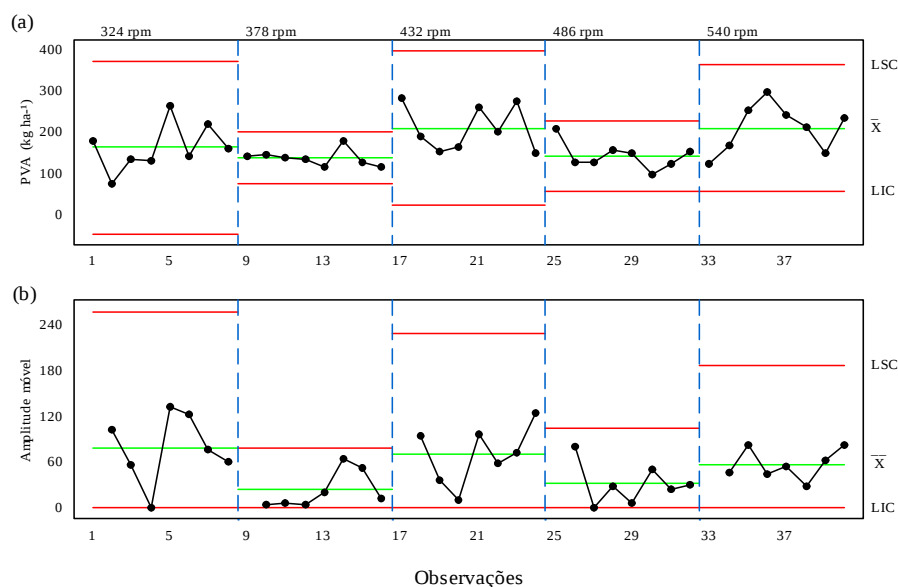


Figura 11. Carta de controle para perdas visíveis no arranquio (PVA). (a) Carta de valores individuais. (b) Carta de amplitude móvel. LSC: limite superior de controle. LIC: limite inferior de controle. $\bar{X}$: média.

As perdas invisíveis no arranquio (PIA) apresentadas em relação às rotações avaliadas apresentaram comportamento estável confirmando a não existência de causas especiais inerentes ao processo (Figura 12).

Observa-se nas cartas para PIA, comportamento análogo ao descrito anteriormente para PVA, sendo a rotação de 378 rpm na TDP (100 rpm na esteira vibratória) a que apresentou a menor variabilidade.

Considerando-se que a rotação de 324 rpm (80 rpm na esteira vibratória) também proporcionou pequena variabilidade das PIA, fica evidenciado o efeito de ação da esteira vibratória sobre as perdas, uma vez que essas perdas (PVA) são dependentes da rotação e vibração da esteira.

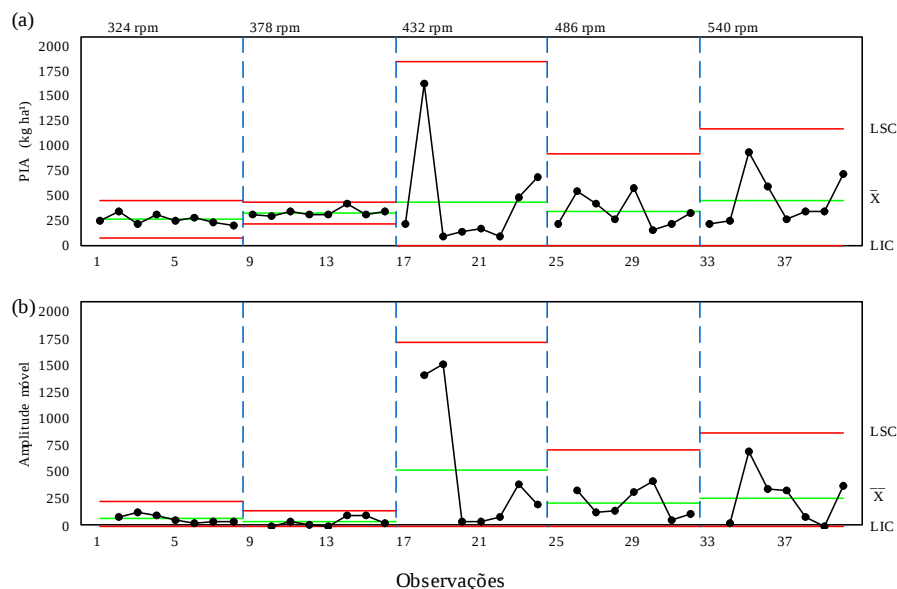


Figura 12. Carta de controle para perdas invisíveis no arranquio (PIA). (a) Carta de valores individuais. (b) Carta de amplitude móvel. LSC: limite superior de controle. LIC: limite inferior de controle. X: média.

Observa-se também que a rotação da TDP a 432 rpm (observação nº18) apresentou um ponto isolado de elevada PIA fazendo com que o desvio padrão fosse elevado e, conseqüentemente os limites de controle fossem mais amplos, podendo assim superestimar as perdas.

As perdas totais no arranquio (PTA) se apresentaram estáveis, em relação às rotações estudadas, de acordo com a óptica do controle estatístico de processo indicando que a aleatoriedade existente foi intrínseca ao processo (Figura 13). Esta variável apresentou comportamento semelhante ao indicador de qualidade PIA o que pode ser observado nas cartas de valores individuais e de amplitude móvel, explicado pelo fato de que a média de PIA foi maior em relação à PVA e, quando se somou as duas perdas para se obter PTA, houve maior predominância das perdas invisíveis. Este fato reforça, como encontrado por outros autores (SANTOS *et al.*,

2013; ZERBATO *et al.* 2014; SANTOS *et al.*, 2010), que a maioria das perdas na operação de arranquio mecanizado de amendoim está associada às perdas invisíveis, chegando aproximadamente a 64 % das perdas totais no arranquio (SANTOS *et al.*, 2010).

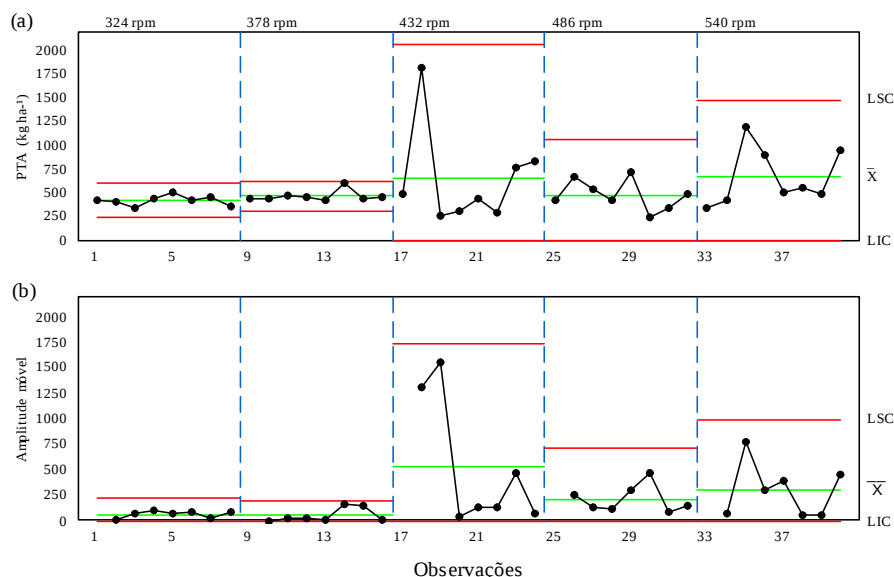


Figura 13. Carta de controle para perdas totais no arranquio (PTA). (a) Carta de valores individuais. (b) Carta de amplitude móvel. LSC: Limite superior de controle. LIC: Limite inferior de controle. X: Média.

A rotação da TDP que causou menor variabilidade do processo e que, consequentemente obteve a maior qualidade da operação foi a 378 rpm (1400 rpm no motor e 100 rpm na esteira vibratória). A segunda menor variabilidade foi obtida para a rotação de 324 rpm, resultando em 85 rpm na esteira vibratória.

Para o consumo horário de combustível (Figura 14) o processo pode ser considerado como estável uma vez que não houve a existência de pontos acima ou abaixo dos limites superior e inferior de controle, indicando ausência de causas especiais. À medida que se altera a rotação do motor é notável o aumento do consumo horário de combustível, pois a máquina precisa de maior potência para trabalhar e manter a velocidade.

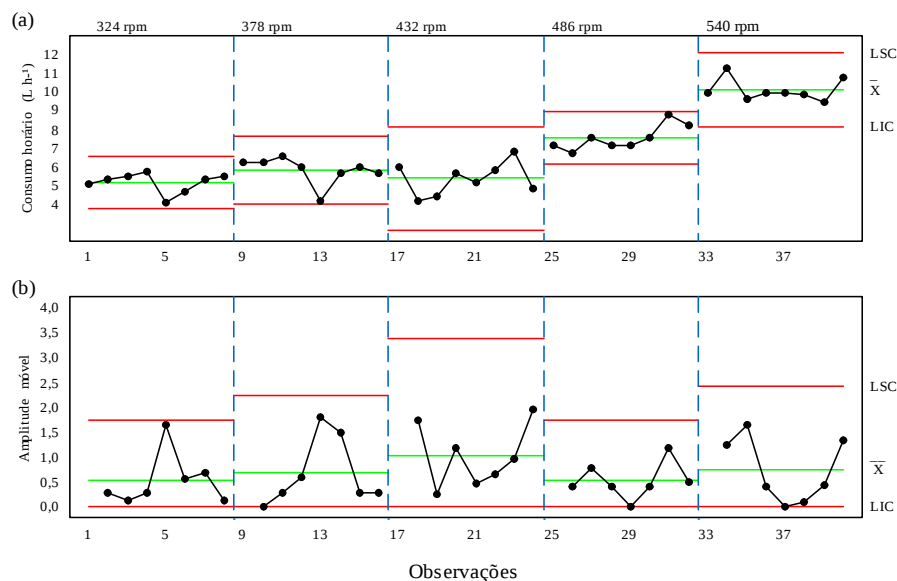


Figura 14. Carta de controle para o consumo horário. (a) Carta de valores individuais. (b) Carta de amplitude móvel. LSC: limite superior de controle. LIC: limite inferior de controle. $\bar{X}$: média.

A rotação da TDP em que pode ser encontrada a menor variabilidade da variável consumo horário de combustível está em 486 rpm podendo ser observado na carta de amplitude móvel. Apesar do consumo horário de combustível ser maior nesta rotação, em relação à recomendação feita por fabricantes de arrancador-invertedor de amendoim, é possível que a operação de arranquio atinja a maior qualidade operacional, em função desta variável, trabalhando nesta rotação na TDP equivalente a 1800 rpm no motor.

A análise feita por meio das cartas de valores individuais e de amplitude móvel, para a velocidade média de deslocamento (Figura 15), apresentou comportamento instável somente na rotação da TDP a 324 rpm (1200 rpm no motor), indicando a presença de causas não aleatórias inerentes ao processo.

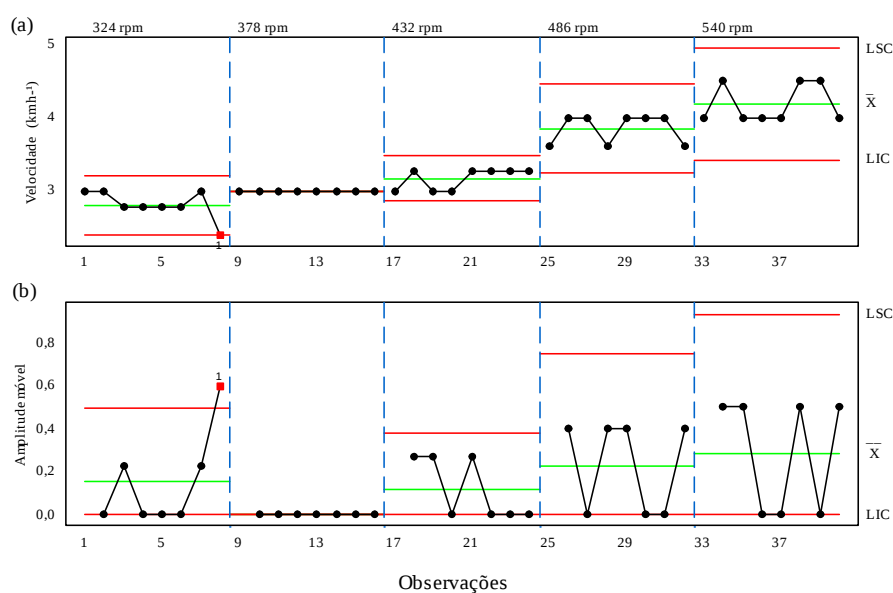


Figura 15. Carta de controle para a velocidade média de deslocamento. (a) Carta de valores individuais. (b) Carta de amplitude móvel. LSC: limite superior de controle. LIC: limite inferior de controle. $\bar{X}$: média.

A presença de causas não aleatórias no processo pode ser explicada devido ao agrupamento de pontos verificados nas cartas de valores individuais, que podem afetar o comportamento do processo de maneira imprevisível, impossibilitando a presença de valores padrões confiáveis para este tratamento. As causas não aleatórias podem ocorrer devido a variações de natureza controlável ou assinalável podendo ser identificadas. Assim essas variações podem resultar em função dos fatores denominados “6 M’s” (Máquina, Matéria-prima, Medição, Método, Mão de obra e Meio ambiente).

A explicação para este ponto fora de controle pode estar associada aos fatores máquina e meio ambiente. Esses fatores podem ser explicados em associação, pois é possível ter ocorrido excesso de patinação do trator devido à maior resistência do solo ao corte ocasionado pelas facas do arrancador-invertedor. Esta maior resistência advém do intenso tráfego de máquinas ocasionado nos tratos culturais uma vez que foram realizadas 8 aplicações de defensivos, o que possivelmente ocasionou perda de velocidade do conjunto mecanizado.

Nas demais rotações avaliadas o processo permaneceu estável, com presença de causas aleatórias, decorrentes da variabilidade natural. É interessante

observar que para a rotação de 378 rpm na TDP (1400 rpm no motor e 100 rpm na esteira) não houve variação decorrente do processo, ou seja, a maior qualidade da operação em função da velocidade média de deslocamento foi observada nesta situação, uma vez que não houve variação da velocidade ao longo da parcela.

2.4 Considerações finais

As menores variações das perdas de amendoim ocorreram com a rotação da TDP em torno da rotação indicada pelo fabricante (350 rpm), porém, com essa rotação o desempenho do trator foi pior, pois observando-se a curva característica do motor do trator, constata-se que o ponto ideal de funcionamento ocorre na rotação de 2000 rpm no motor (540 rpm na TDP).

A rotação de 2000 rpm no motor (540 rpm na TDP), possibilitou maior velocidade média de deslocamento, o que reflete no aumento da capacidade de campo operacional, mostrando que o ideal para o conjunto mecanizado é o arrancador-invertedor de amendoim operar na rotação da esteira indicada pelo fabricante (350 rpm na TDP), o que pode ser conseguido tornando-se a rotação da esteira vibratória do arrancador independente da TDP.

2.5 Referências

Andrioli I, Centurion JF. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: Proceedings do 27º Congresso Brasileiro de Ciência do solo, 1999; Brasília. Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. p.1-4.

Barbosa, RL, Silva FM, Salvador N, Volpato CES. Desempenho comparativo de um motor de ciclo diesel utilizando diesel e misturas de biodiesel. Ciênc. Agrotec. 2008; 32(5): 1588-1593.

Bertonha RS. Variabilidade de perdas no arranquio mecanizado de amendoim: estudo de caso [dissertação]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista – Unesp/FCAV; 2011.

Bragachini M, Peiretti JM. La eficiencia de cosecha de maní. Córdoba: Precop; 2008. [Internet]. [acesso em 2014 dez 16]. Disponível em: http://www.cosechaypostcosecha.org/data/gacetillas/2008/20080319_maní.asp.

Câmara, GMS, Freitas FG, Minotti D, Heiffig LS. Determinações de perdas na colheita do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). In: Resumos do 2º Simpósio do agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para biodiesel, 2006; Piracicaba. Piracicaba: ESALQ/USP, 2006. p. 32-34.

Chioderoli AS, Silva RP, Noronha RHF, Cassia MT, Santos EP. Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. Bragantia. 2012; 71(1): p.112-121.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília: Embrapa; 2013. 353p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de métodos e análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa; 1997.

Ferezin E, Silva RP, Zerbato C, Voltarelli MA, Compagnon A. Indicadores de qualidade no arranquio mecanizado de amendoim. In: Anais do 43º Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2014; Campo Grande. Campo Grande: SBEA, 2014.

Jorge AC, Mahl D, Almeida TF, Seron CC, Moraes MB. Perdas no arranquio mecanizado do amendoim em função da velocidade de espaçamento entre hastes. In: Anais do 5º Encontro do Amendoim, 2008; Jaboticabal. Jaboticabal: Funep, 2008.

LOPES A, FURLANI CEA, SILVA RP. Desenvolvimento de um protótipo para medição do consumo de combustível em tratores. Revista Brasileira de Agroinformática. 2003; 5(1): 24-31.

Medeiros RS, Silva RP, Bertonha RS, Furlani CEA. Perdas no Arranquio de Amendoim em Quatro Rotações da TDP. In: Anais do 23º Congresso de Iniciação Científica da Unesp, 2010; Jaboticabal. São Paulo: Unesp, 2010. p. 1039-1042.

Mialhe LG. Máquinas agrícolas: ensaios e certificação. Piracicaba, SP: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz; 1996. 722p.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária (BR). Regras para análise de Sementes. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; 2009.

Noronha RHF, Silva RP, Chioderoli CA, Santos EP, Cassia MT. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada diurna e noturna de cana-de-açúcar. *Bragantia*. 2011; 70(1): 1-8.

Olivatti BM, Mahl D, Wessler V. Perdas no arranquio mecanizado do amendoim em função da configuração do arrancador-invertedor e velocidade de deslocamento. In: *Anais do 4º Encontro do Amendoim, 2007*; Jaboticabal. Jaboticabal: Funep, 2007.

Pimentel-Gomes F, Garcia CH. Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ; 2002. 309 p.

Sanders TH. Harvesting, storage, and quality of peanuts. In: Melouk HA; Shokes FM. (Ed.). *Peanut health management*. St. Paul: The American Phitopathological Society, 1995. 23-31.

Santos EP, Silva RP, Bertonha RS, Noronha RHF, Zerbato C. Produtividade e perdas de amendoim em cinco diferentes datas de arranquio. *Ciência Agronômica*. 2013; 44(4): 695-702.

Santos EP, Silva RP, Furlani CEA, Bertonha RS, Medeiros, RS. Perdas na colheita mecanizada de amendoim. In: *Anais do 9º Congresso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola, 2010*; Vitória. Vitória-ES: SBEA, 2010.

Silva RP, Barroso LM, Cassia MT, Noronha RHF. Variabilidade de perdas no arranquio mecanizado de amendoim. In: *Anais do 40º Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2011*; Cuiabá. Cuiabá: SBEA, 2011.

Silva RP, Barrozo LM, Sader R, Simões RR. Perdas na colheita mecanizada de amendoim (*Arachis hipogaea* L.) em Jaboticabal – SP, Brasil. In: *Anais do 2º Congresso Argentino de Ingeniería Rural, 2009*; Rosario. Rosario: Universidad Nacional de Rosario, 2009. p. 367-370.

Silva RP, Simões RR, Barroso LM, Cassia MT. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de sementes de amendoim. In: Anais do 9º Congresso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola, 2010; Vitória. Vitória-ES: SBEA, 2010.

Simões RR. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de sementes de amendoim. [dissertação]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista – Unesp/FCAV; 2009.

Toledo A, Tabile RA, Silva RP, Furlani CEA, Magalhães SC, Costa BC. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. Engenharia Agrícola. 2008; 28(4): 710-719.

Williams EJ, Drexler JS. A non destructive method for determining peanut pod maturity. Peanut Science. 1981; 8(2): 134-141.

Zerbato C, Silva VFA, Torres LS, Silva RP, Furlani CEA. Peanut mechanized digging regarding to plant population and soil water level. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2014; 18(4):459-465.

CAPÍTULO 3 – Projeto e desenvolvimento de um sistema de acionamento da esteira vibratória do arrancador-invertedor de amendoim

Resumo – Os sistemas hidráulicos são equipamentos que possuem ampla aplicação, sendo utilizados na forma estacionária em equipamentos industriais como máquinas de produção e montagem, e também em aplicações móveis como em equipamentos agrícolas e máquinas de construção. Atualmente a rotação da esteira vibratória dos arrancadores-invertedores de amendoim é acionada pela tomada de potência do trator. Considerando-se que para o equipamento operar na sua melhor condição, deve-se trabalhar com baixa rotação do motor do trator, responsável pela rotação da tomada de potência, objetivou-se neste trabalho desenvolver um sistema eletrohidráulico para transmitir rotações de trabalho variadas para a esteira vibratória do arrancador-invertedor, independente da rotação da tomada de potência e da velocidade utilizada no trator. O sistema eletrohidráulico utiliza o óleo do sistema hidráulico auxiliar (controle remoto) e energia elétrica da bateria do trator. O controle da rotação do motor hidráulico que aciona o eixo da esteira vibratória é feito por uma válvula reguladora de vazão proporcional eletrohidráulica e o sentido de rotação do mesmo ocorre com o acionamento de uma válvula direcional eletrohidráulica, comandada por um controlador PDA instalado na cabine do trator. O sistema eletrohidráulico desenvolvido pode ser utilizado no controle da rotação da esteira vibratória do arrancador-invertedor de amendoim, pois atende às solicitações de torque e potência necessários para movimentar a esteira vibratória, com o respectivo controle de rotação.

3.1 Introdução

A utilização de um trator agrícola é diversificada e justifica-se a otimização do seu desempenho, principalmente pelo fato de que o tráfego de máquinas pesadas utilizadas em operações agrícolas pode provocar compactação do solo e aumento do consumo de energia (VALE *et al.*, 2011).

De acordo com Montanha *et al.* (2012), o trator agrícola transforma a energia química contida nos combustíveis, em energia mecânica, pela força produzida na barra de tração, utilizada para tracionar máquinas agrícolas, e com torque na tomada de potência para acionar equipamentos.

O sistema de transmissão de um trator agrícola tem por principal finalidade transmitir a potência gerada no motor ao sistema hidráulico, à tomada de potência e às rodas motrizes (RIBAS *et al.*, 2010).

Conforme Santos *et al.* (2006), a barra de tração é um dos meios de aproveitamento da potência do trator e destina-se a desenvolver força, que é

normalmente direcionada para tração de máquinas e implementos, que necessitam ser deslocados ao longo da área de trabalho.

Por sua vez, a principal finalidade da tomada de potência (TDP) de um trator agrícola é transmitir a potência gerada no motor para acionamento de órgãos ativos das máquinas agrícolas (FRANTZ *et al.*, 2014).

Vale *et al.* (2011) desenvolveram um sistema de aquisição automática de dados da frequência da TDP e do consumo horário de combustível do trator, com a determinação do posicionamento do conjunto trator e roçadora por meio de sistema de posicionamento global (GPS), e, concluíram que o consumo horário de combustível diminuiu com o aumento da frequência do motor.

Segundo Silveira e Sierra (2010) a escolha do agricultor no momento da compra do trator baseia-se na potência, no conforto, na facilidade de manobra e na manutenção, além do preço. Os autores sugerem que a eficiência energética do trator poderia ser mais um item a ser considerado em sua seleção.

O sistema hidráulico de levante dos tratores agrícolas é um mecanismo de transmissão de energia e acoplamento de implementos agrícolas, que se baseia no fluxo de óleo sob pressão, sendo indispensável para as tarefas agrícolas (PRADE *et al.*, 2011).

Os sistemas hidráulicos são equipamentos que possuem amplas aplicações, pois reúnem propriedades como sensibilidade, precisão, rigidez, velocidade, força, potência e alta capacidade de controle. São utilizados em acionamentos e automação nas áreas automotiva, aeroespacial, militar, naval, agrícola, mecânica, máquinas operatrizes, de elevação e nos equipamentos amplificadores de força, prensas, máquinas de ensaio, etc. (FELÍCIO, 2007).

Atualmente a rotação da esteira vibratória dos arrancadores-invertedores de amendoim é acionada pela tomada de potência do trator. De acordo com Medeiros *et al.* (2010), para que o equipamento opere na sua melhor condição, recomenda-se trabalhar com baixa rotação no motor do trator, responsável pela rotação da tomada de potência, o que causa perda de potência e aumento do consumo de combustível.

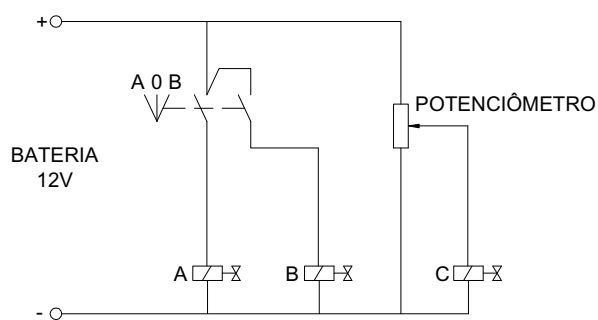
Considerando-se que para o arrancador-invertedor de amendoim operar na sua melhor condição, deve-se trabalhar com baixa rotação do motor do trator (menor rotação da TDP), este trabalho teve por objetivo desenvolver um sistema

eletrohidráulico que transmita rotações de trabalho variadas para a esteira vibratória do equipamento, independente da rotação da tomada de potência e da velocidade de deslocamento utilizada no trator.

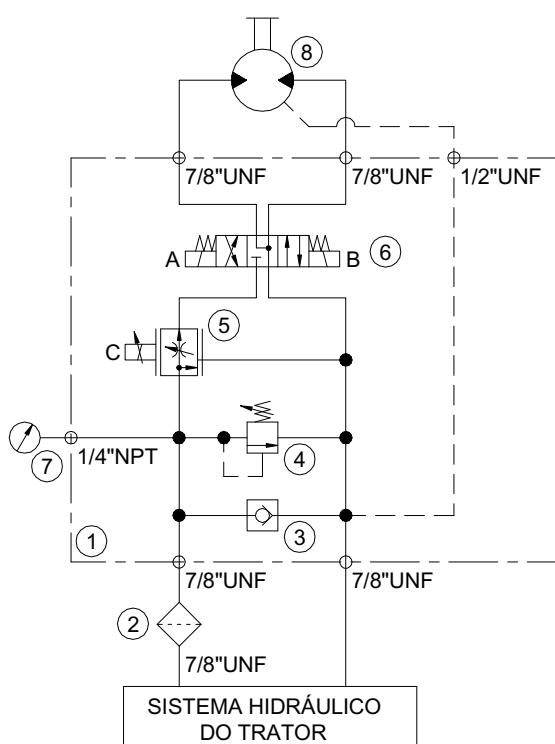
3.2 Material e métodos

Os sistemas hidráulicos possuem componentes com características próprias e uma das mais importantes refere-se à bomba hidráulica, que transfere óleo da sua entrada para a sua saída. Quando esta saída é bloqueada, proporciona o aumento da pressão. O volume de óleo transportado por revolução da bomba, em condições ideais, é chamado de deslocamento. Em um trator agrícola, a bomba de óleo utilizada no sistema hidráulico é acionada diretamente pela rotação do motor e o deslocamento máximo de óleo acontece quando o trator está trabalhando na sua rotação nominal.

Partindo dessas considerações, foi desenvolvido um sistema eletrohidráulico ligado ao sistema hidráulico do trator (controle remoto), que mantém a rotação da esteira pelo acionamento de um motor hidráulico, atuando de forma independente da rotação na tomada de potência do trator. Esse sistema possui válvulas de controle atuadas por solenoides, que possibilitam o controle da rotação da esteira vibratória de dentro da cabine do trator. O esquema do sistema eletrohidráulico está mostrado na Figura 16.



(a)



(b)

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1) Bloco <i>manifold</i> ¹ | 5) Válvula proporcional reguladora de vazão |
| 2) Filtro hidráulico | 6) Válvula direcional |
| 3) Válvula de retenção | 7) Manômetro |
| 4) Válvula reguladora de pressão | 8) Motor hidráulico |

Figura 16. Sistema eletrohidráulico: a) circuito elétrico; b) circuito eletrohidráulico

¹ Bloco *manifold* é um conjunto de válvulas montadas em um único bloco.

Uma vez que o sistema hidráulico utilizado foi o do próprio trator, não foi considerado neste desenvolvimento o esquema de controle hidráulico do trator, dispensando o conhecimento do seu comportamento dinâmico, pois a modelagem dinâmica do sistema não faz parte do objetivo deste trabalho.

O sistema hidráulico auxiliar do trator (Figura 17) fornece o óleo hidráulico utilizado para a regulação da rotação da esteira vibratória do arrancador-invertedor de amendoim.



Figura 17. Exemplo das válvulas de controle remoto (VCR's) de um trator.

3.2.1 Funcionamento do sistema

A descrição do funcionamento do sistema eletrohidráulico baseia-se na Figura 16, e, os números apresentados a seguir, entre parênteses, referem-se aos componentes do sistema.

O óleo fornecido pelo controle remoto do trator passa por um filtro para retirar impurezas e segue para um bloco *manifold* (Figura 18) que contém uma válvula proporcional reguladora de vazão (5), uma válvula reguladora de pressão (4), uma válvula direcional (6) e um manômetro (7).



Figura 18. Bloco *manifold* do sistema eletrohidráulico.

Primeiramente o óleo hidráulico passa pela válvula proporcional reguladora de vazão (5), que controla a rotação da esteira pela variação da vazão de óleo enviado ao motor hidráulico. Em seguida o óleo encontra uma válvula de controle direcional de 4 vias e 3 posições (6). Quando esta válvula permanece na posição central, o óleo retorna para o reservatório. Nas outras duas posições ocorrem o movimento de avanço ou de retorno da esteira, sendo o avanço utilizado para conduzir a descarga da plantas de amendoim arrancado para os rolos que fazem a inversão da cultura durante o arranquio. Já o retorno é destinado para reverter a rotação da esteira, quando necessário, em caso de problemas que possam vir a ocorrer durante a operação de arranquio (embuchamento).

Ao passar pelos elementos de controle o óleo é direcionado ao motor hidráulico (8) (Figura 19) que proporciona, na posição de avanço ou de retorno, o giro do eixo da esteira na rotação desejada, regulada conforme a necessidade da operação.

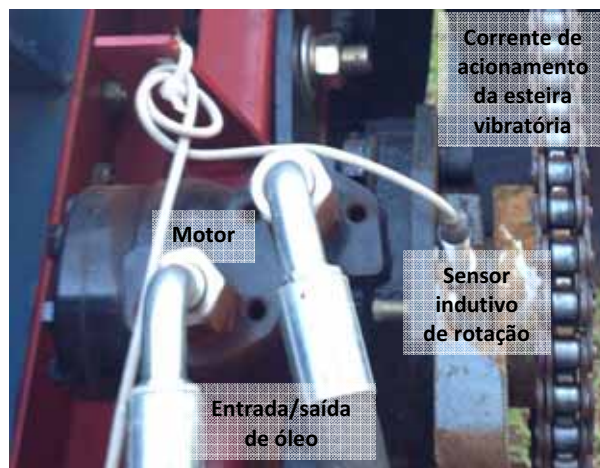


Figura 19. Motor hidráulico.

A parte elétrica do sistema eletrohidráulico trabalha com tensão de 12 V proveniente da bateria do trator e todas as válvulas de controle são acionadas por solenóide e comandadas de dentro da cabine do trator por uma caixa com o circuito elétrico, potenciômetro e botão (Figura 20).



Figura 20. Potenciômetro e botão para o controle de rotação da esteira vibratória.

O controle da válvula direcional de 4 vias e 3 posições (6) é feito por um botão de 3 posições, e é responsável pelo sentido de rotação do motor hidráulico. A rotação desse motor é controlada pela válvula proporcional reguladora de vazão (5) que é acionada pelo potenciômetro que regula a abertura proporcional desta válvula. O botão de 3 posições e o potenciômetro estão instalados na caixa de controle elétrico na cabine do trator.

A rotação do motor hidráulico e a velocidade do trator são monitoradas por um controlador PDA (Personal Device Assistant) modelo Vcontrol da empresa Verion Agricultura (Figura 21), que também é instalado na cabine do trator. Esse PDA é capaz de fazer o controle de rotação do motor hidráulico automaticamente, atuando nas válvulas solenóide do sistema eletrohidráulico. Desta forma, quando ocorre a alteração da velocidade do trator é possível alterar também a velocidade da esteira.

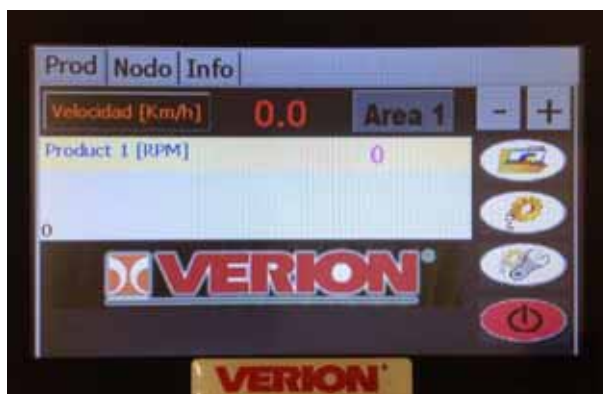


Figura 21. Controlador PDA para monitoramento da rotação da esteira vibratória.

Com esse sistema é possível deixar a rotação da esteira vibratória do arrancador-invertidor de amendoim independente da rotação da tomada de potência do trator e assim, o trator pode operar na rotação normal de trabalho do motor. É possível trabalhar com controle manual, utilizando botão e potenciômetro, ou automático pelo PDA.

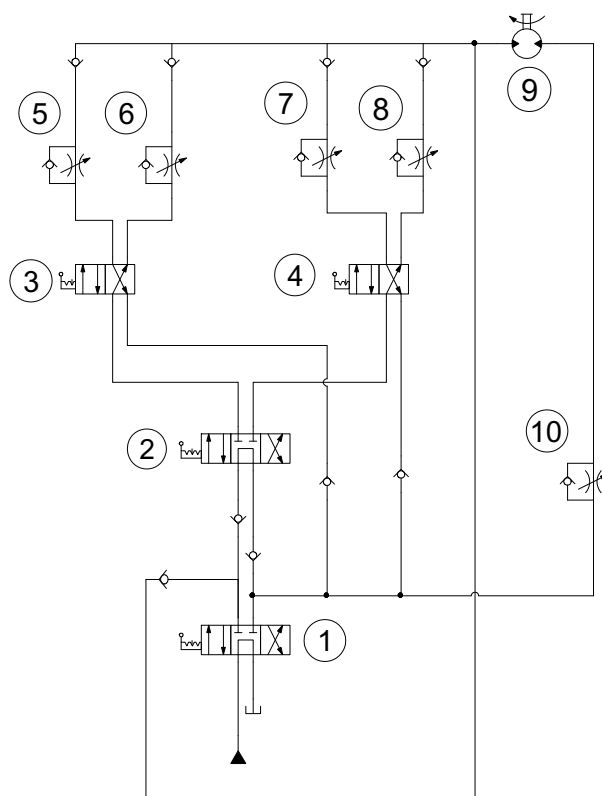
3.2.2 Testes exploratórios

Os testes exploratórios são experimentos realizados preliminarmente para verificar o comportamento e a eficiência dos equipamentos usados. Os testes realizados nesta pesquisa foram:

- Teste de simulação do sistema hidráulico em software de simulação;
- Teste de simulação do sistema eletrohidráulico em bancada de teste.

O teste de simulação do sistema hidráulico em software de simulação tem como objetivo analisar o comportamento do sistema hidráulico responsável pelo controle de rotação da esteira vibratória antes da simulação em bancada de teste.

Para este teste foi utilizado o software Automation Studio e foram feitas simulações com quatro linhas de vazão, proporcionando quatro rotações diferentes no motor hidráulico, conforme pode ser observado na Figura 22.



1 e 2) Válvula direcional 4/3 vias

5, 6, 7, 8 e 10) Válvula reguladora de fluxo

3 e 4) Válvula direcional 4/2 vias

9) Motor hidráulico

Figura 22. Esquema de funcionamento do sistema eletrohidráulico.

A descrição do funcionamento do sistema eletrohidráulico baseia-se na Figura 22, e, os números apresentados a seguir, entre parênteses, referem-se aos componentes do sistema.

Para esse teste a regulação da rotação do motor foi feita pela variação da abertura das válvulas reguladoras de fluxo, posicionadas nas linhas de alimentação do motor hidráulico.

A válvula direcional (1) representa a válvula do controle remoto do trator, e quando ela for acionada libera óleo para o sistema hidráulico permitindo o motor hidráulico (9) girar em dois sentidos, avanço e retorno da esteira vibratória, dependendo da posição desta válvula.

Se a válvula (1) for acionada, movimentando para a direita, libera o óleo do sistema para o sentido de avanço do motor hidráulico (9), e ao movimentar a válvula direcional (2) para a direita, envia o óleo para a válvula direcional (3). Se a válvula (3) estiver na posição da esquerda, o óleo hidráulico passa pela válvula reguladora de fluxo (5) e obtém-se a primeira rotação do motor hidráulico. Se a válvula (3) estiver na posição da direita, o óleo hidráulico é encaminhado para a válvula reguladora de fluxo (6) obtém-se a segunda rotação do motor hidráulico.

Caso a válvula direcional (2) seja acionada para a esquerda, o fluido hidráulico é enviado para a válvula direcional (4), que se for acionada para a posição da direita obtém-se a terceira rotação no motor hidráulico com o óleo hidráulico sendo encaminhado para a válvula reguladora de fluxo (7), mas se a válvula (4) for acionada para a posição da esquerda, consegue-se a quarta rotação do motor hidráulico com o óleo hidráulico passando pela válvula reguladora de fluxo (8).

Acionando-se a válvula direcional (1) para a posição da esquerda, o óleo hidráulico é encaminhado para a válvula reguladora de fluxo (10) e o motor hidráulico (9) gira no sentido contrário (inverte a rotação da esteira vibratória).

Com esse teste foi possível verificar a variação da rotação do motor hidráulico, simulando quatro diferentes rotações da esteira vibratória do arrancador-invertedor de amendoim e sua inversão no sentido de rotação, que pode ser usado no caso de parada da esteira ocorrida por eventuais sobrecargas do motor hidráulico.

O teste de simulação do sistema eletrohidráulico, também foi realizado em bancada de teste e teve como objetivo analisar o comportamento do sistema eletrohidráulico responsável pelo controle de rotação da esteira vibratória antes da aquisição dos componentes.

Para este teste foi utilizado uma bancada eletrohidráulica didática e foram feitas simulações com quatro linhas de vazão, proporcionando quatro rotações diferentes no motor hidráulico, conforme pode ser observado na Figura 23.



Figura 23. Circuito eletrohidráulico para simulação das diferentes rotações.

O teste foi feito conforme o circuito hidráulico montado no teste de simulação do sistema hidráulico em software de simulação, com a utilização de duas válvulas direcionais acionadas por alavanca e duas válvulas direcionais eletrohidráulicas acionadas por solenoide no lugar de alavancas, como mostrado na Figura 23.

3.2.3 Dimensionamento do motor hidráulico

Os motores hidráulicos, sob o ponto de vista construtivo, são semelhantes às bombas e, a vazão teórica do motor, é decorrente do seu deslocamento, definido pelo volume de óleo transportado por revolução, sob condições ideais, desconsiderando-se perda por atrito ou vazamentos internos (Equação 2). Assim:

$$Q = \frac{D \cdot n}{1000} \quad (2)$$

Em que:

Q = vazão teórica (L min^{-1});

D = deslocamento ($\text{cm}^3 \text{rev}^{-1}$);

n = rotação (rpm);

1000 = fator de adequação de unidades.

O torque teórico de um motor hidráulico ideal é dado pela Equação 3:

$$T = \frac{\Delta P \cdot D}{2\pi \cdot 100} \quad (3)$$

Em que:

T = torque teórico (kgfm);

ΔP = variação de pressão (kgf cm^{-2});

100 = fator de adequação de unidades.

A potência teórica de um motor hidráulico ideal, desconsiderando-se a perda de potência do fluido hidráulico entrando no motor, pode ser escrita pela Equação 4:

$$N = \frac{n \cdot T}{729} \cdot 735,75 \quad (4)$$

Em que:

N = Potência teórica (W)

O dimensionamento do motor hidráulico foi feito com base na rotação, na potência e no torque necessários para acionamento e da pressão e vazão do óleo do circuito hidráulico.

O cálculo da potência necessária para transportar a massa de amendoim na esteira vibratória é feito pela Equação 5:

$$N = \frac{M_t \cdot \pi \cdot n}{30} \quad (5)$$

Em que:

M_t = momento torsor (Nm);

30 = fator de adequação de unidades.

O momento torsor necessário para transportar a massa de amendoim na esteira vibratória é calculado pela Equação (6):

$$M_t = F \cdot r \quad (6)$$

Em que:

F = força tangencial causada pela carga (N);

r = raio (m).

A força tangencial na esteira vibratória do arrancador-invertedor de amendoim pode ser obtida na Equação 7:

$$F = \frac{\emptyset \cdot g}{v} \cdot c \cdot \cos \theta \quad (7)$$

Em que:

$\emptyset$ = fluxo de massa² de material na esteira vibratória (kg s^{-1});

g = aceleração da gravidade (m s^{-2});

v = velocidade tangencial da esteira vibratória (m s^{-1});

c = distância entre eixos da esteira vibratória (m);

θ = ângulo de inclinação da esteira vibratória (°).

Por fim, sabendo-se também que a velocidade tangencial da esteira vibratória pode ser descrita por meio da equação (8), tem-se:

² Por definição, na área de Engenharia, fluxo de massa é a quantidade de material que atravessa uma área unitária, por unidade de tempo ($\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Porém, para se adequar à nomenclatura utilizada no meio agrônomo, neste trabalho a descarga de material (kg s^{-1}) foi denominada de fluxo de massa.

$$v = \frac{\pi \cdot r \cdot n}{30} \quad (8)$$

Desta forma, tomando-se como base um arrancador-invertedor de amendoim 2x1, esquematizado na Figura 24, e os parâmetros de projeto da esteira vibratória (Tabela 1), foi possível utilizar os cálculos do dimensionamento do motor hidráulico para acionamento desta máquina.

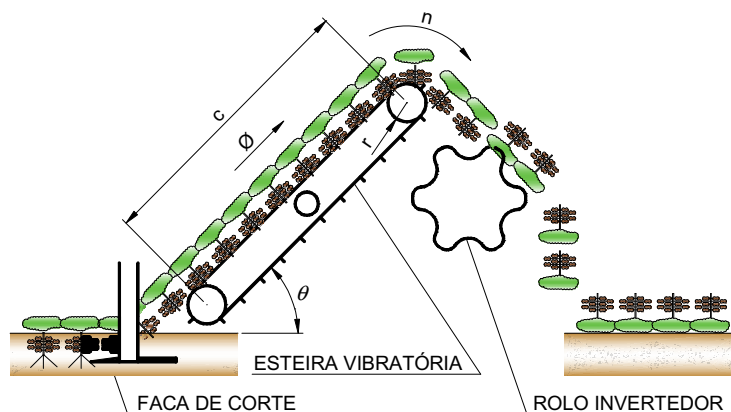


Figura 24. Esquema do arrancador-invertedor de amendoim.

Tabela 1. Dados da esteira vibratória.

Descrição	Variável	Valor	Unidade
Fluxo de massa de material na esteira vibratória ³	$\emptyset$	7,4	kg s^{-1}
Raio do eixo da esteira vibratória	r	0,1	m
Distância entre eixos da esteira vibratória	c	1,35	m
Ângulo de inclinação da esteira vibratória	θ	45	°
Rotação menor do eixo da esteira vibratória	n	80	rpm
Rotação maior do eixo da esteira vibratória	n	120	rpm
Torque necessário para movimento inicial da esteira vibratória	M_{te}	18,5	Nm

Os cálculos foram feitos para a menor rotação da esteira vibratória, por esta rotação solicitar o motor ao maior torque.

³ Zerbato (2013)

3.3 Resultados e discussão

Substituindo-se os valores da Tabela 1 nas equações anteriores (5 a 8), obtém-se:

- a) Cálculo da menor velocidade da esteira vibratória (Equação 9):

$$v = \frac{\pi \cdot 0,1 \cdot 80}{30} = 0,84 \text{ m s}^{-1} \quad (9)$$

- b) Cálculo da força da carga proveniente do fluxo de massa de amendoim na esteira vibratória considerando a menor velocidade (Equação 10):

$$F = \frac{7,4 \cdot 9,81}{0,84} \cdot 1,35 \cdot \cos 45^\circ = 82,5 \text{ N} \quad (10)$$

- c) Momento tursor da carga proveniente do fluxo de massa de amendoim na esteira vibratória (Equação 11):

$$M_t = 82,5 \cdot 0,1 = 8,25 \text{ Nm} \quad (11)$$

- d) Potência necessária para movimentar a carga na esteira vibratória considerando a menor velocidade (Equação 12):

$$N = \frac{8,25 \cdot \pi \cdot 80}{30} = 69,1 \text{ W} \quad (12)$$

O sistema hidráulico foi inicialmente dimensionado para ser utilizado em um trator marca Valtra, modelo BM 125i, 4x2 TDA, com potência de 91,9 kW (125 cv). Esse trator possui descarga de óleo com vazão de $51,8 \text{ L min}^{-1}$ e pressão de 18 MPa.

Como a esteira vibratória entra em movimento antes de se começar o arranquio, o torque máximo necessário para colocá-la em movimento é o torque

para movimento inicial da esteira (18,5 Nm), que ocorre em um tempo menor que 5 segundos. Após o início do movimento da esteira esse torque diminui e acrescenta-se o torque da carga de amendoim na esteira vibratória que é de 8,25 Nm. Assim, se ocorrer algum embuchamento e o motor hidráulico parar com a esteira vibratória cheia de amendoim, o torque necessário para o movimento inicial da esteira passa a ser de 26,75 Nm.

Quando o arrancador-invertedor inicia a operação de arranquio, o motor está em movimento, sendo, portanto, necessário se considerar a potência exigida para movimentar a esteira vibratória com a descarga das plantas de amendoim, o que, desconsiderando-se a potência necessária para vencer o atrito entre as partes rodantes, é de 69,1 W.

Com a vazão e a pressão do óleo fornecido pelo trator, as rotações no eixo da esteira vibratória e os torques e potências calculados foi possível fazer a seleção do motor hidráulico utilizado no sistema verificando-se informações fornecidas pelos fabricantes. O motor hidráulico adotado foi o OMS 125 da Sauer Danfoss (Anexo 2).

Para a verificação do motor hidráulico selecionado foi necessário calcular a potência e o torque que o motor pode fornecer nas condições de trabalho. Os dados do motor hidráulico selecionado e as rotações de trabalho são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Dados do motor hidráulico selecionado e as rotações de trabalho.

Descrição	Variável	Valor	Unidade
Deslocamento	D	125,7	$\text{cm}^3 \text{rev}^{-1}$
Variação de pressão	ΔP	230	kgf cm^{-2}
Rotação menor do eixo da esteira vibratória	n	0	rpm
Rotação maior do eixo da esteira vibratória	n	120	rpm

A vazão do motor hidráulico é dada em função da rotação que será utilizada no motor. Então, considerou-se a maior rotação do eixo da esteira vibratória para cálculo da vazão máxima no motor.

O torque máximo no motor ocorre em caso de parada, como por exemplo, quando o arrancador-invertedor encontra algum obstáculo. Neste caso a vazão e a perda de carga no motor tendem para zero e a pressão atinge o valor máximo, para o qual o sistema foi regulado pela válvula de alívio de pressão. Assim considerou-se para este cálculo e regulação do sistema hidráulico, a pressão máxima de trabalho do sistema hidráulico do trator.

A potência do motor foi calculada em função da rotação a ser utilizada no motor, considerando-se então a maior rotação do eixo da esteira vibratória para o cálculo da potência máxima do motor.

Substituindo-se os valores nas equações (2) a (4) obtém-se os seguintes resultados:

e) Cálculo da vazão teórica do motor hidráulico (Equação 13):

$$Q = \frac{125,7 \cdot 120}{1000} = 15,08 \text{ L min}^{-1} \quad (13)$$

f) Cálculo do torque teórico do motor hidráulico (Equação 14):

$$T = \frac{180 \cdot 125}{2\pi \cdot 100} = 35,83 \text{ kgfm} = 358,3 \text{ Nm} \quad (14)$$

g) Cálculo da potência teórica do motor hidráulico (Equação 15):

$$N = \frac{120 \cdot 35,83}{729} \cdot 735,75 = 4339,41 \text{ W} \quad (15)$$

3.4 Considerações finais

O sistema eletrohidráulico desenvolvido é seguro, pois é capaz de evitar a quebra no equipamento na presença de obstáculos, proporcionando o controle de rotação da esteira vibratória e dos rolos invertedores, independentemente do acionamento da TDP. Além disso este sistema pode ser operado automaticamente, variando as rotações de acordo com a velocidade de deslocamento do trator,

permitindo a melhor adequação da rotação da esteira vibratória do arrancador-invertedor às mais diversas condições de arranquio de amendoim.

3.5 Referências

Felício LC. Modelagem dinâmica de sistemas e estudo da resposta. São Carlos: RiMa; 2007.

Frantz UG, Schlosser JF, Farias MS, Ferigolo LF, Ebert LC. Eficiência energética de um trator agrícola utilizando duas configurações de tomada de potência. *Ciência Rural*. 2014; 44(7): 1219-1222.

Medeiros RS, Silva RP, Bertonha RS, Furlani CEA. Perdas no Arranquio de Amendoim em Quatro Rotações da TDP. In: Resumos do Congresso de Iniciação Científica da Unesp, 2010; Marília. São Paulo: Unesp, 2010. p. 1039-1042.

Montanha GK, Guerra SPS, Sanchez PA, Campos FH, Lanças KP. Consumo de combustível de um trator agrícola no preparo do solo para a cultura do algodão irrigado em função da pressão de inflação nos pneus. *Energia na Agricultura*. 2011; 26(1): 39-51.

Prade R, Francetto TR, Dagios RF, Russini A. Avaliação da capacidade do sistema de levante hidráulico dos tratores agrícolas com tração dianteira auxiliar (TDA) de acordo com a sua classificação quanto à potência. In: Anais do 40º Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2011; Cuiabá. Cuiabá: SBEA, 2011.

Ribas RL, Schlosser JF, Frantz UG, Farias MS, Nietiedt GH. Transmissões presentes em tratores agrícolas no Brasil. *Ciência Rural*. 2010; 40(10): 2206-2209.

Santos FL, Fernandes HC, Rinaldi PCN. Desenvolvimento de uma planilha eletrônica para a determinação da potência disponível na barra de tração de tratores agrícolas. *Engenharia na Agricultura*. 2006; 14(2): 122-130.

Silveira GM, Sierra JG. Eficiência energética de tratores agrícolas fabricados no Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2010; 14(4): 418-424.

Vale WG, Garcia RF, Corrêa Junior D, Gravina GA, Souza EF. Desempenho operacional e energético de um trator agrícola durante a operação de roçagem. *Global Science and Technology*. 2011; 4(2): 68-75.

CAPÍTULO 4 – Validação do sistema de acionamento da esteira vibratória do arrancador-invertedor de amendoim

Resumo – O desenvolvimento de máquinas e implementos agrícolas deve ser testado em campo para verificar o seu desempenho e fazer alterações no projeto quando necessário. Este experimento teve o objetivo de verificar o desempenho de um arrancador-invertedor de amendoim com sistema eletrohidráulico de acionamento da esteira vibratória e dos rolos invertedores. O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2012/2013 na área experimental da CAP Jr., na Fazenda de Ensino Pesquisa e Produção da UNESP/Jaboticabal. Os resultados obtidos nos ensaios foram analisados por análise de regressão para verificar o comportamento dos dados e indicar qual a melhor rotação de trabalho do eixo da esteira vibratória do arrancador-invertedor de amendoim. Durante os ensaios não foram observados embuchamentos ou quaisquer outros problemas no arrancador-invertedor. O equipamento pode trabalhar com velocidade de deslocamento de até 5 km h^{-1} , com a rotação do eixo da esteira vibratória podendo variar automaticamente com a variação da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado. A máquina trabalha independente da tomada de potência e proporciona melhor desempenho do trator com o motor trabalhando na sua rotação nominal.

4.1 Introdução

O desenvolvimento de máquinas e implementos agrícolas deve passar por etapas, tais como definição do problema a ser resolvido, proposta de solução do problema, projeto, fabricação e teste em campo nas condições reais de trabalho para avaliação de regulagens e desempenho do equipamento, além de um estudo de viabilidade econômica.

As máquinas e equipamentos agrícolas necessitam de avaliações e ensaios para melhoria dos projetos, concepções de componentes e controle da qualidade das operações que realizam (ALTMANN, 2010).

Moreira *et al.* (2013) projetaram e construíram um protótipo revolvedor semimecanizado para realizar a mistura dos grãos de café com princípio de rosca helicoidal e concluíram que o protótipo se mostrou eficiente para realizar a movimentação dos grãos. Mas, nos testes preliminares, foram verificadas falhas de construção sendo necessário realizar modificações e repetir os ensaios.

Albiero *et al.* (2012) fizeram uma proposta conceitual de colhedoras autopropelidas de açaí com a realização de desenhos de colhedora e concluíram

que as máquinas propostas podem vir a ter suas estruturas e mecanismos modificados, de acordo com uma avaliação de viabilidade econômica futura.

Albiero *et al.* (2007) propuseram uma máquina para colheita mecanizada de babaçu para agricultura familiar e obtiveram um conceito teórico, concluindo a viabilidade técnica e que em estudos futuros, pretendia-se desenvolver a viabilidade técnica detalhada e econômica.

Albiero *et al.* (2011) realizaram o desenvolvimento e projeto de colhedora de babaçu para agricultura familiar, baseado na proposta de Albiero *et al.* (2007), mas com algumas modificações devido a estudos bibliográficos mais detalhados e considerações técnicas do anteprojeto para alcançar avanços pelas modificações do projeto inicial. Concluíram que pelas considerações e decisões tomadas, esta nova máquina apresenta-se possível de ser construída com baixo custo e que é de fácil operação, manutenção e com mínimos efeitos sobre os babaçuais naturais.

Frabetti *et al.* (2011) desenvolveram e avaliaram o desempenho de uma semeadora puncionadora para plantio direto de milho. O desempenho foi avaliado com a construção de um protótipo, testado em bancada de ensaio montada em laboratório, concluindo que a semeadora apresentou desempenho satisfatório. Seguindo a mesma linha de avaliações realizadas em laboratório, Vianna *et al.* (2014) desenvolveram um dosador de sementes com dupla saída para disco horizontal para culturas de milho e feijão, concluindo que o desempenho do protótipo foi similar ao do dosador comercial semelhante a ele, indicando viabilidade de sua utilização no projeto de uma semeadora de precisão para pequenos agricultores.

Vasconcelos Junior (2014) montou um protótipo de colhedora de cana-de-açúcar de baixo custo, com capacidade de cortar e tombar uma linha da cultura. Após os testes realizados, o autor concluiu que deveriam ser realizadas algumas modificações no projeto inicial visando melhorias no sistema de funcionamento da máquina, principalmente na fase de tombamento lateral da cana-de-açúcar.

Silva *et al.* (2011) desenvolveram um ceifador enleirador de plantas de feijoeiro simplificado, de pequeno porte acionado por um trator médio e com capacidade de ceifar as plantas rente ao solo, utilizando componentes de uma plataforma de corte de plantas presente em colhedoras automotrizes, como molinete recolhedor de plantas, engrenagens e motor hidráulico. Foi constatado que durante

os ensaios o molinete apresentou embuchamento de plantas. Para solucionar o problema os autores incorporaram uma chapa em cada travessa do molinete para aumentar o comprimento dos pinos recolhedores de plantas. Ao final, concluíram que o ceifador enleirador apresentou bom desempenho na operação em relação à perda de grãos, devido à presença de mecanismos que permitiram movimentar a barra de corte nos planos vertical e horizontal e operá-la rente ao solo.

Alvarenga *et al.* (2013) desenvolveram e avaliaram um sistema de controle automático do espectro de gotas de pulverizador hidropneumático e afirmaram que como a velocidade é variável de acordo com o terreno, sempre haverá necessidade realizar testes no campo, devido a restrições no trânsito da máquina.

Na cultura do amendoim, poucos são os desenvolvimentos encontrados recentemente na bibliografia, não distante a importância de tais desenvolvimentos para a melhoria da eficiência das operações agrícolas mecanizadas nesta cultura. Desta forma, no sentido de validar o desenvolvimento de um sistema eletrohidráulico para o acionamento da esteira vibratória de um arrancador-invertedor de amendoim, projetado e desenvolvido anteriormente (Capítulo 3), realizou-se uma avaliação de campo do equipamento desenvolvido.

4.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2013/2014 em área experimental da CAP Jr., na Fazenda de Ensino Pesquisa e Produção da UNESP/Jaboticabal, no estado de São Paulo.

A área experimental utilizada foi de aproximadamente 1 ha e está localizada nas proximidades das coordenadas geodésicas: latitude 21°14' S e longitude 48°16' W, no município de Jaboticabal/SP, com altitude média de 560 m, declividade média de 4% e clima Aw (subtropical), de acordo com a classificação de Köppen. O solo da área experimental foi classificado por Andrioli e Centurion (1999) e corresponde ao LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico textura argilosa, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013).

O solo foi preparado de forma convencional com uma aração (arado de discos) e três gradagens (uma gradagem pesada e duas leves) e foram utilizadas as sementes de amendoim (*Arachis hypogea* L.) cultivar Runner IAC 886.

A semeadura foi realizada em novembro de 2013 com semeadora-adubadora pneumática em espaçamento de 0,9 m entre linhas, utilizando-se densidade de semeadura de 18 sementes m^{-1} .

As condições meteorológicas da região na época do desenvolvimento da cultura foram medidas pela Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP – Campus de Jaboticabal, SP (Figura 25).

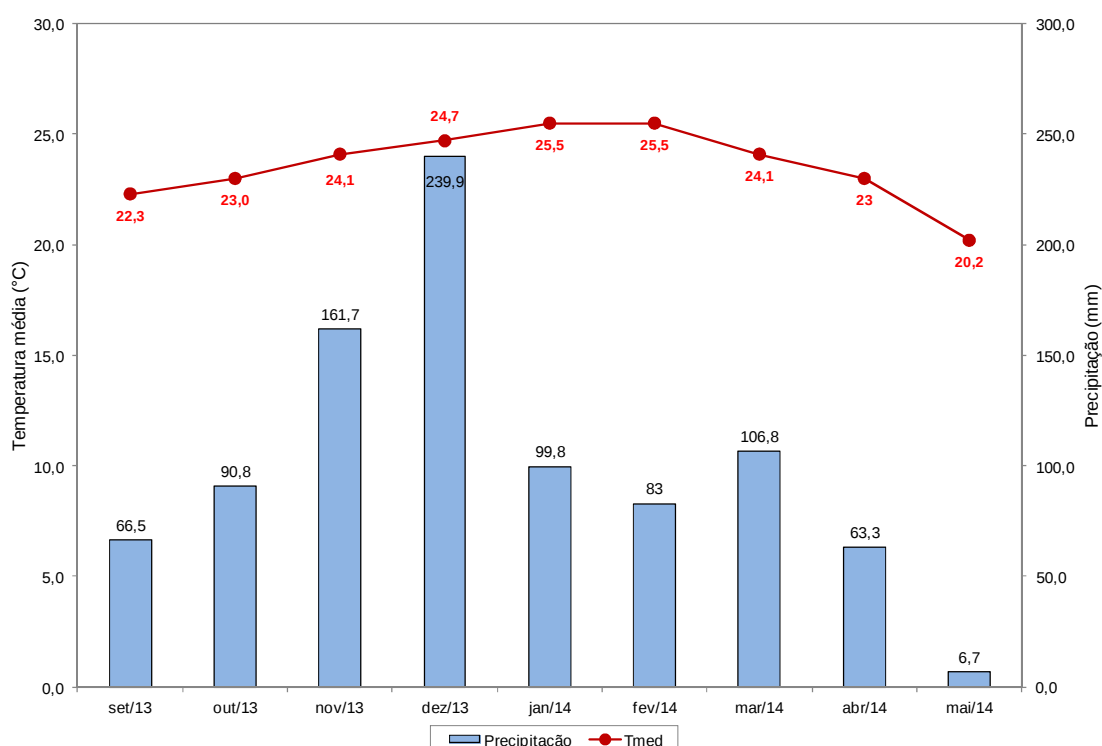


Figura 25. Climograma para o período de implantação e condução da cultura. (Elaborado a partir de dados obtidos na Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP – Campus de Jaboticabal).

A operação de arranquio foi realizada no dia 26/04/14, utilizando um arrancador-invertedor montado, 2x1 (2 fileiras x 1 leira), marca Miac, modelo C-200 (Figura 26), com largura de trabalho de 1,8 m, sendo tracionado por um trator marca Massey Ferguson, modelo MF 7180, 4x2 TDA, com potência de 132,4 kW (180 cv) na rotação de 2200 rpm no motor (Figura 26). A vazão e a pressão máxima do óleo do sistema hidráulico desse trator é de 138 L min^{-1} e 20 MPa, respectivamente. A operação foi realizada nas marchas de trabalho H1 (3,5 $km\ h^{-1}$), L2 (4,2 $km\ h^{-1}$) e H2 (5 $km\ h^{-1}$).



Figura 26. Equipamentos utilizados no arranquio de amendoim: conjunto mecanizado trator MF 7180, 4x2 TDA e arrancador-invertedor.

O delineamento experimental foi realizado em faixas, com 5 rotações da esteira vibratória do arrancador-invertedor de amendoim (80, 90, 100, 110 e 120 rpm) e 3 velocidades de deslocamento do conjunto mecanizado (3,5; 4,2 e 5,0 km h⁻¹), com 4 repetições, totalizando 60 pontos amostrais.

A coleta de dados foi realizada em 2 fileiras de amendoim, formando 1 leira para cada velocidade e rotação, em parcelas amostrais que possuíam 40 m de comprimento cada, resguardando-se a distância de 50 m dos carregadores, para a estabilização do conjunto trator-arrancador-invertedor.

4.2.1 Variáveis utilizadas para caracterização das condições de colheita

Para fins de caracterização das condições de colheita, foram amostrados o teor de água do solo e das vagens (9,1%, 46,5%, respectivamente), e a produtividade e a maturação da cultura, que apresentaram valores médios de 2387 kg ha⁻¹ e 62%, respectivamente.

A determinação do teor de água do solo no momento do arranquio, foi realizada com a utilização da técnica de Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR) (Figura 27), por meio da relação entre o teor de água e a capacidade dielétrica de um solo mineral, conforme equação empírica (9) descrita por TOPP *et al.* (1980).

$$\theta = -5,3 \cdot 10^{-2} + 2,92 \cdot 10^{-2} \cdot \varepsilon_b - 5,5 \cdot 10^{-4} \cdot \varepsilon_b^2 + 4,3 \cdot 10^{-6} \cdot \varepsilon_b^3 \quad (9)$$

Em que:

θ = teor de água do solo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

ε_b = constante dielétrica (adimensional).



Figura 27. Determinação do teor de água do solo utilizando Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR).

Nos pontos amostrais retirou-se aproximadamente 30 vagens, logo após a passagem do arrancador-invertedor para a determinação do teor de água das vagens. As amostras foram colocadas em caixa de isopor para serem transportadas ao laboratório, onde foram pesadas em balança digital com precisão de 0,01 g. Em seguida foram colocadas em estufa, permanecendo durante 24 horas à temperatura de $105 \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$. As vagens foram pesadas novamente ao sair da estufa para determinar o teor de água das vagens (BRASIL, 2009).

A caracterização da produtividade foi realizada pela coleta de um ponto amostral para cada rotação avaliada, após a passagem do arrancador-invertedor. Utilizou-se uma armação de 2 m^2 com dimensões de $1,80 \times 1,11 \text{ m}$, sendo coletadas

todas as vagens totalmente desenvolvidas retiradas das plantas, incluindo as perdas visíveis e invisíveis no arranquio contidas dentro da armação.

As vagens foram lavadas para retirada das impurezas minerais aderidas ao mesocarpo e colocadas em estufa elétrica durante 24 horas, à temperatura de $105 \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (BRASIL, 2009). As vagens tiveram a massa mensurada em balança digital com precisão de 0,01 g sendo então determinada a produtividade da cultura, extrapolada para kg ha^{-1} .

A maturação do amendoim foi determinada pelo método *Hull-Scrape* (WILLIAMS; DREXLER, 1981), que consiste na exposição do mesocarpo pela raspagem do exocarpo. A raspagem pode ser feita manualmente com o auxílio de uma lâmina ou por um jato d'água. A avaliação foi realizada utilizando 100 vagens completamente desenvolvidas, oriundas de plantas retiradas ao acaso.

As vagens foram então classificadas conforme o gráfico *Hull-Scrape* do Perfil de Maturação, que utiliza cores para a seleção. As cores do mesocarpo variam de branco (vagens imaturas) até preto (maturação máxima), passando pelas cores amarelo, laranja e marrom, que representam fases intermediárias e em ordem crescente de maturação.

Após a classificação das vagens, contou-se o número de vagens encontradas para cada classe de cor e determinou-se a maturação pela equação (1). Foram consideradas maduras as vagens contidas nas classes laranja, marrom e preta.

4.2.2 Avaliações realizadas

Para avaliar o desempenho do arrancador-invertedor de amendoim foram consideradas variáveis relacionadas à cultura (perdas visíveis, invisíveis e totais no arranquio), e relativas ao conjunto mecanizado (altura e largura da leira formada após o arranquio).

4.2.2.1 Perdas no arranquio

As perdas foram avaliadas utilizando-se uma armação de metal de 2 m^2 ($1,11 \times 1,80 \text{ m}$). Esta medida de armação foi determinada para se alcançar a largura exata do arrancador-invertedor, sendo posicionada sobre duas fileiras de amendoim.

Para determinar das perdas visíveis no arranquio foram coletadas todas as vagens e grãos de amendoim encontrados na superfície do solo após a operação de arranquio (Figura 4). A coleta do material foi realizada com a retirada cuidadosa da leira de dentro da armação de metal de 2 m². As perdas visíveis recolhidas foram colocadas em sacos de papel e identificadas com o respectivo ponto que foram recolhidas. Em seguida foram enviadas ao laboratório, onde foram lavadas para a retirada de impurezas minerais e mensuradas em balança digital com 0,01 g de precisão. Após a pesagem, as amostras foram colocadas em estufa elétrica, 105 ± 3 °C (BRASIL, 2009). Depois do período de estufa as amostras foram pesadas novamente para determinar a massa e corrigidas para 8% de teor de água e os valores de perdas foram extrapolados para kg ha⁻¹.

Já as perdas invisíveis no arranquio, foram determinadas pelo método expedito para avaliação das perdas invisíveis a partir das perdas visíveis (Paixão, 2011 e Silva *et al.* 2013), onde conta-se o número de vagens com dois grãos na superfície do solo encontradas dentro da área da armação de 2 m², e em seguida, estima-se as perdas de acordo com os valores indicados na Tabela 3 (valores em sac alq⁻¹) ou utilizando a seguinte equação:

$$PIA = 10,7 \cdot nv + 3,5 \quad (10)$$

Em que:

PIA = perdas invisíveis no arranquio (kg ha⁻¹)

nv = número de vagens de amendoim com dois grãos encontradas sobre o solo

Segundo os autores, com esse método pode-se estimar as perdas diretamente no campo com erro médio da ordem de ± 10%.

Tabela 3. Relação entre o número de vagens com dois grão e as perdas no arranquio de amendoim em sc alq^{-1} .

Número de vagens de 2 grãos	Perdas (sc alq^{-1})		
	PVA	PIA	PTA
5	5,0	5,5	10,5
10	8,9	10,7	19,6
15	12,8	15,9	28,7
20	16,7	21,1	37,8
25	20,7	26,2	46,9
30	24,6	31,4	56,0
35	28,5	36,6	65,1
40	32,4	41,8	74,2
45	36,3	46,9	83,3
50	40,3	52,1	92,4
55	44,2	57,3	101,5
60	48,1	62,5	110,6

Fonte: Silva *et al.* (2013).

4.2.2.2 Dimensões da leira de amendoim

As leiras foram mensuradas com o auxílio de trena e uma barra de aço graduada para verificar a sua uniformidade, obtendo-se as medidas de largura e altura (Figura 28) em cada ponto amostral.



Figura 28. Medição da leira de amendoim: a) largura da leira; b) altura da leira.

4.2.3 Análise de regressão

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 10% e o coeficiente de determinação.

4.3 Resultados e discussão

A Figura 29 mostra os gráficos com as linhas de tendência para as perdas visíveis no arranquio para as velocidades de deslocamento do conjunto mecanizado de $3,5 \text{ km h}^{-1}$ (Figura 29a), $4,2 \text{ km h}^{-1}$ (Figura 29b) e 5 km h^{-1} (Figura 29c).

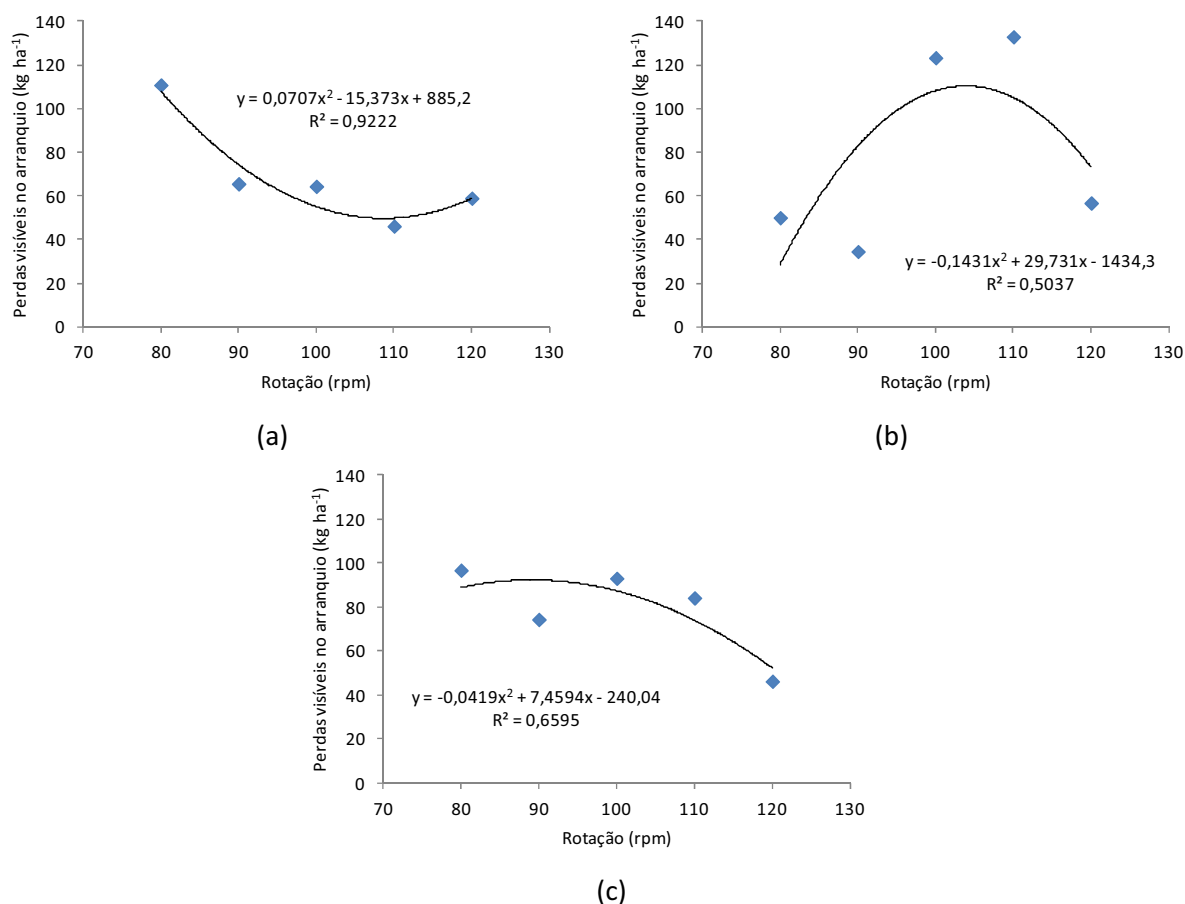


Figura 29. Estimativa da perdas visíveis no arranquio de amendoim para as velocidades de: a) $3,5 \text{ km h}^{-1}$; b) $4,2 \text{ km h}^{-1}$; c) $5,0 \text{ km h}^{-1}$.

Analisando-se as perdas visíveis no arranquio (Figura 29a) para a velocidade de $3,5 \text{ km h}^{-1}$ pode-se observar que a linha de estimativa tem a concavidade voltada para cima, indicando maiores perdas nas rotações extremas e menores no ponto de inflexão, que ocorreu para a rotação de aproximadamente, 110 rpm. O comportamento da linha de estimativa, mostra que o arranquio feito com rotações mais baixas aumenta as perdas e, em rotações mais altas, a tendência também é de aumento das perdas visíveis, indicando maiores perdas na rotação mais baixa (80 rpm). Para essa velocidade, fica evidenciado que a melhor rotação de trabalho da esteira, considerando-se as perdas visíveis no arranquio, situa-se entre 100 e 120 rpm com melhor desempenho do arrancador-invertedor a 110 rpm.

Nas Figuras Figura 29b e Figura 29c pode-se observar as linhas de estimativa com a concavidade voltada para baixo, indicando maiores perdas no ponto de inflexão e as menores nas extremidades.

Para a velocidade de $4,2 \text{ km h}^{-1}$ as menores perdas ocorreram nas rotações mais baixas (90 e 80 rpm, respectivamente) com as maiores perdas nas rotações de 100 e 110 rpm, respectivamente, onde ocorre o ponto de inflexão da parábola. Para a rotação de 120 rpm as perdas diminuíram, ficando próximas das rotações mais baixas (90 e 80 rpm). Isso indica que para essa velocidade o melhor é trabalhar na rotação de 120 rpm.

Na velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado de 5 km h^{-1} , as perdas mantiveram-se altas nas rotações menores até 110 rpm, com tendência de serem inferiores nas rotações mais altas, que pode ser observado pelas perdas na rotação de 120 rpm e pelo comportamento da linha de estimativa. Isso indica que a rotação de 120 rpm é a mais indicada para o arranquio realizado nessa velocidade, quando se consideram as perdas visíveis no arranquio.

As perdas invisíveis no arranquio são mostradas na Figura 30 com as linhas de estimativa para as velocidades de deslocamento do conjunto mecanizado de $3,5 \text{ km h}^{-1}$ (Figura 30a), $4,2 \text{ km h}^{-1}$ (Figura 30b) e $5,0 \text{ km h}^{-1}$ (Figura 30c).

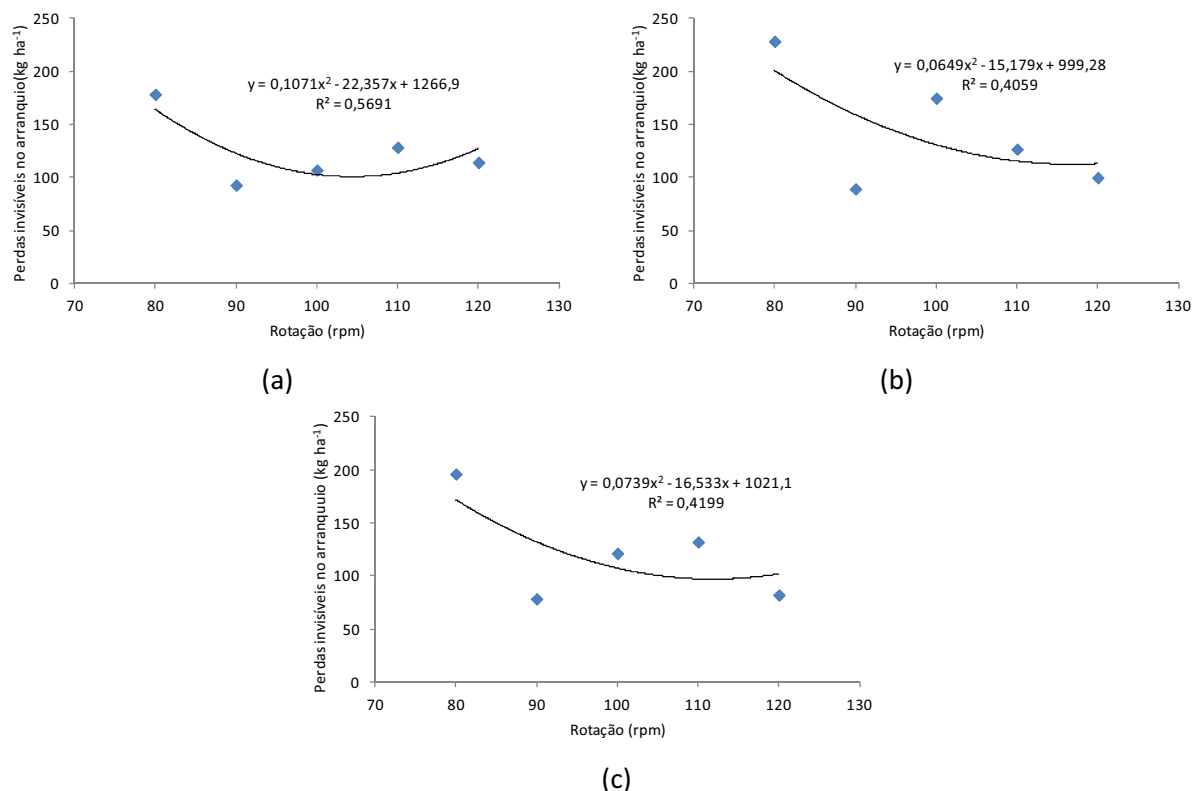


Figura 30. Estimativa das perdas invisíveis no arranquio de amendoim para as velocidades de: a) 3,5 km h⁻¹; b) 4,2 km h⁻¹; c) 5,0 km h⁻¹.

Analisando-se a Figura 30a nota-se que a parábola da linha de estimativa tem a concavidade virada para cima com comportamento semelhante ao obtido nas perdas visíveis (Figura 29a), porém com inflexão na rotação de 100 rpm. Portanto, a melhor rotação de trabalho para a velocidade de 3,5 km h⁻¹, considerando-se as PIA, é a de 100 rpm e, ao aumentar ou diminuir a rotação da esteira vibratória irá ocorrer tendência de aumento das perdas.

As Figura 30b e Figura 30c também apresentam linhas de estimativa com concavidade para baixo, porém, com um comportamento diferente da anterior, apresentando as maiores perdas nas rotações mais baixas e menores perdas à medida que aumenta-se a rotação da esteira vibratória, mostrando que a rotação ideal de trabalho para as velocidades de 4,2 e 5,0 km h⁻¹ é a de 120 rpm.

Na Figura 31 pode-se observar os gráficos com as linhas de estimativa para a altura de leira nas velocidades de deslocamento do conjunto mecanizado de 3,5 km h⁻¹ (Figura 31a), 4,2 km h⁻¹ (Figura 31b) e 5,0 km h⁻¹ (Figura 31c).

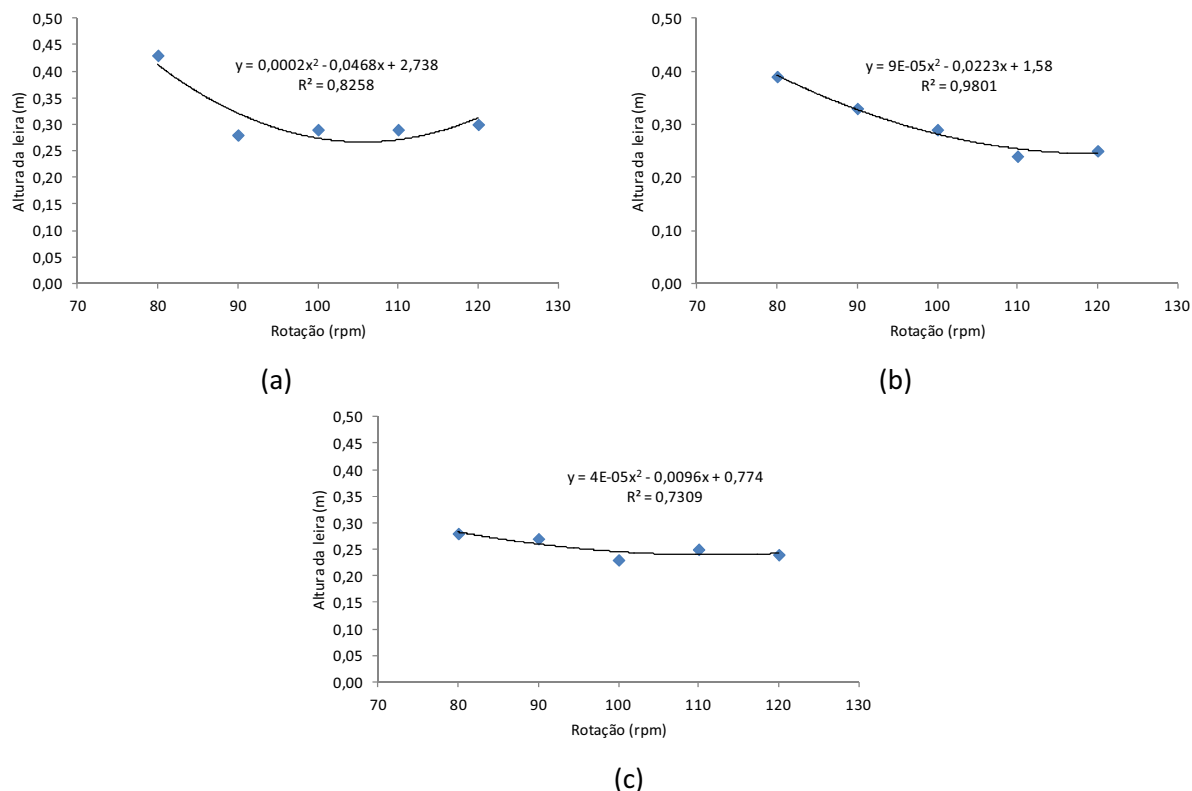


Figura 31. Altura da leira de amendoim formada após a passagem do conjunto mecanizado para as velocidades de: a) 3,5 km h⁻¹; b) 4,2 km h⁻¹; c) 5,0 km h⁻¹.

Observando-se a Figura 31a nota-se que a linha de estimativa é uma parábola com a concavidade para cima e inflexão na rotação de 100 rpm. Isso mostra que, para a velocidade de 3,5 km h⁻¹, nas rotações mais baixas e mais altas que 100 rpm formam-se leiras mais altas.

A linha de estimativa do gráfico da Figura 31b também é uma parábola, mas o seu comportamento mostra que as menores alturas de leira estão nas rotações mais altas (110 e 120 rpm, respectivamente) e nas rotações menores ocorre o gradativo aumento de altura, partindo da rotação de 100 rpm para 80 rpm.

Na Figura 31c nota-se uma parábola na linha de estimativa, próxima a uma reta horizontal, com leve tendência das menores alturas de leira na rotação mais alta (120 rpm) e alturas maiores nas rotações mais baixas.

Na Figura 32 tem-se os gráficos com as linhas de estimativa para largura de leira após a passagem do conjunto mecanizado, com as velocidades de

deslocamento de $3,5 \text{ km h}^{-1}$ (Figura 32a), $4,2 \text{ km h}^{-1}$ (Figura 32b) e $5,0 \text{ km h}^{-1}$ (Figura 32c).

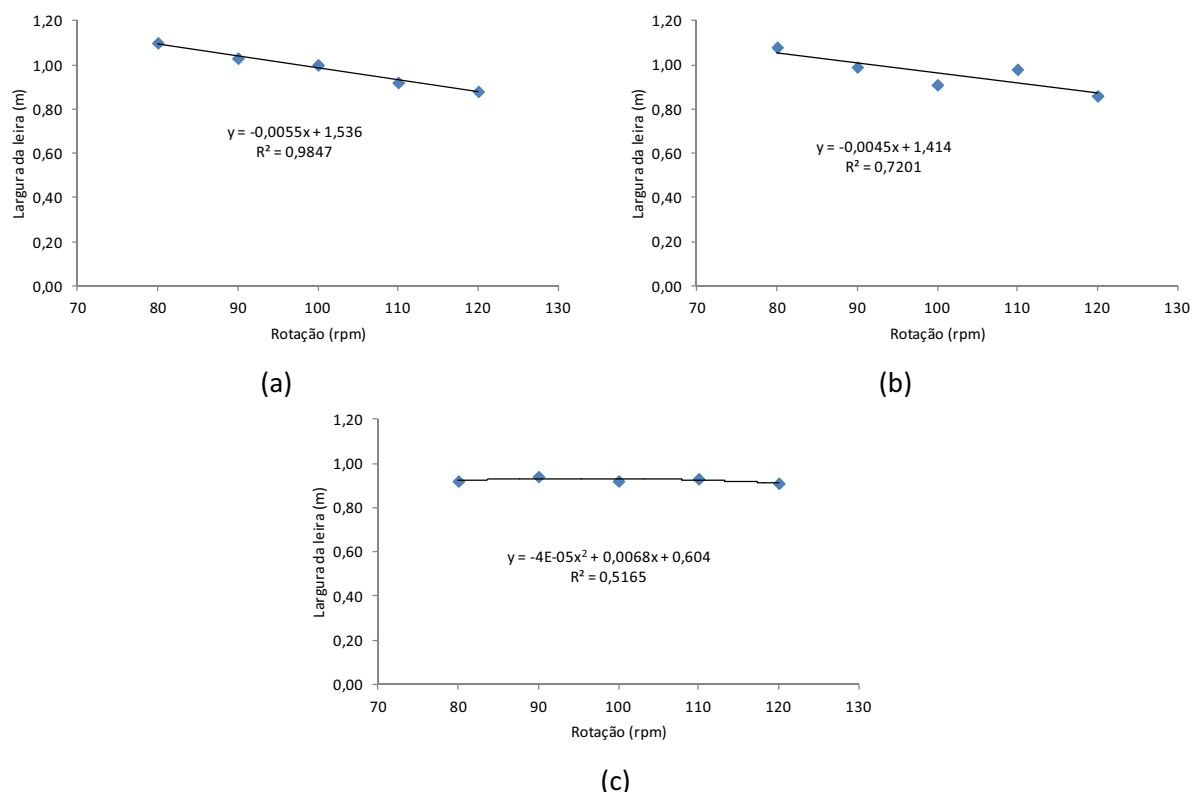


Figura 32. Largura da leira de amendoim formada após a passagem do conjunto mecanizado para as velocidades de: a) $3,5 \text{ km h}^{-1}$; b) $4,2 \text{ km h}^{-1}$; c) 5 km h^{-1} .

Os gráficos das Figura 32a e Figura 32b apresentam retas decrescentes na linha de estimativa. Isso indica que com o aumento da rotação da esteira vibratória diminui a largura da leira, sendo a maior largura para a rotação de 80 rpm e a menor largura para a rotação de 120 rpm para as velocidades de deslocamento de $3,5$ e $4,2 \text{ km h}^{-1}$ do conjunto mecanizado.

Observa-se no gráfico da Figura 32c que a linha de estimativa é uma parábola, porém bem próxima a uma reta na horizontal, praticamente não mostrando variações na largura da leira com o aumento da rotação para a velocidade de deslocamento de $5,0 \text{ km h}^{-1}$ do conjunto mecanizado.

4.4 Considerações finais

O equipamento avaliado pode trabalhar com velocidade de deslocamento de $5,0 \text{ km h}^{-1}$, que leva à maior capacidade de campo operacional, com as perdas próximas das obtidas com velocidade de $3,5 \text{ km h}^{-1}$.

Durante os ensaios não foram observados embuchamentos ou quaisquer outros problemas no arrancador-invertedor, mostrando que o implemento pode ser utilizado com eficiência no arranquio mecanizado de amendoim e que, por trabalhar independentemente da TDP, proporciona melhor desempenho do trator, que pode então operar na rotação nominal do motor, diminuindo o consumo específico de combustível e aumentando a potência disponível para o conjunto mecanizado.

4.5 Referências

Albiero D, Maciel AJS, Gamero CA. Desenvolvimento e projeto de colhedora de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) para a agricultura familiar nas regiões de matas de transição da Amazônia. Acta Amazonica. 2011; 41(1): 57-68.

Albiero D, Maciel AJS, Lopes AC, Mello CA, Gamero CA. Proposta de uma máquina para colheita mecanizada de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) para a agricultura familiar. Acta Amazonica. 2007; 37(3): 337-346.

Albiero D, Maciel AJS, Mion RL, Viliotti CA, Gamero CA. Proposta conceitual de colhedora autopropelida de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) para a região Amazônica. Ciência Agronômica. 2012; 43(2): 382-389.

Altmann AS, Bonotto GJ, Bedin PR, Silveira HAT, Carpes DP, Dias VO, Montemezzo Junior L, Santos AA. Metodologia para avaliação dos mecanismos dosadores de fertilizantes em semeadoras-adubadoras. In: Anais do 14º Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2010; Centro Universitário Franciscano: 2010.

Alvarenga CB, Teixeira MM, Zolnier S, Sasaki RS, Rinaldi PCN. Controle automático do espectro de gotas de pulverizador hidro-pneumático em função do déficit de pressão de vapor d'água no ar. Pesquisa Agropecuária Tropical. 2013; 43(1): 26-33.

Andrioli I, Centurion JF. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: Proceedings do 27º Congresso

Brasileiro de Ciência do solo, 1999; Brasília. Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. p.1-4.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília: Embrapa; 2013. 353p.

Frabetti DR, Resende RC, Queiroz DM, Fernandes HC, Solza CM. Desenvolvimento e avaliação do desempenho de uma semeadora puncionadora para plantio direto de milho. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2011; 15(2): 199-204.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária (BR). Regras para análise de Sementes. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; 2009.

Moreira RMG, Teixeira MM, Fernandes HC, Cecon PR, Minette LJ. Desenvolvimento de um revolvedor mecânico de café. Semina: Ciências Agrárias. 2013; 34(6): 3655-3662.

Paixão ASS. Método expedito para avaliação de perdas no arranquio de amendoim [trabalho de graduação]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista – Unesp/FCAV; 2011.

Silva JG, Silva MAR, Eifert EC. Desenvolvimento de um ceifador enleirador de plantas de feijoeiro. In: Anais do 10º Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, 2011. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2011.

Silva RP, Zerbato C, Bertonha RS, Mahl D, Cassia MT, Paixão ASS. Avaliação de perdas na colheita de amendoim. Cartilha “LAMMA” do Produtor Rural. 2013; 1(1).

Topp GC, Davis JL, Annan AP. Eletromagnetic determination of soil water content: measurements in coaxial transmission lines. Water Resources Research. 1980; 16: 574-582.

Vasconcelos Junior JFS. Desenvolvimento de um protótipo de baixo custo de colhedora de cana-de-açúcar [tese]. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF; 2014.

Vianna LR, Reis AV, Machado ALT. Desenvolvimento de dosador de sementes com dupla saída para disco horizontal. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2014; 18(10): 1086-1091.

Williams EJ, Drexler JS. A non destructive method for determining peanut pod maturity. Peanut Science. 1981; 8(2): 134-141.

CAPÍTULO 5 – Considerações finais

O amendoim na região sudeste do Brasil é utilizado principalmente para sucessão da cultura com a cana-de-açúcar, e sua colheita mecanizada é recente e apresenta perdas elevadas, se comparado com outras culturas.

O arranquio é predominantemente realizado com arrancadores-invertedores de amendoim, acionados pela tomada de potência (TDP), utilizando rotação abaixo do limite estabelecido pelas normas técnicas para máquinas agrícolas, que é de 540 rpm. A variação da rotação da TDP é feita com a alteração da rotação do motor do trator agrícola, que, neste caso, precisa trabalhar com rotações abaixo da nominal, prejudicando o seu desempenho.

Nos experimentos realizados constatou-se que a mudança de rotação da TDP influencia o desempenho do arrancador-invertedor, sendo que o ideal para o conjunto mecanizado é que o arrancador-invertedor de amendoim opere com a rotação da TDP indicada pelo fabricante, o que leva à rotação de 350 rpm na TDP, fazendo com que o trator trabalhe abaixo da rotação nominal do motor.

Em função destes resultados iniciais foi desenvolvido um sistema eletrohidráulico que permite transmitir rotações variadas de trabalho para a esteira vibratória do equipamento, independente da rotação da TDP e da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado. O sistema eletrohidráulico é ligado ao sistema hidráulico auxiliar do trator (controle remoto), mantendo a rotação da esteira vibratória por meio do acionamento de um motor hidráulico, atuando de forma independente da rotação da TDP.

Ao se testar o arrancador-invertedor de amendoim com o sistema eletrohidráulico desenvolvido, constatou-se que este sistema é seguro, pois evita quebra do equipamento quando da presença de obstáculos, proporcionando o controle de rotação da esteira vibratória e dos rolos invertedores, independentemente do acionamento da TDP. O sistema pode também ser operado automaticamente, permitindo a variação das rotações de acordo com a velocidade de deslocamento do trator, proporcionando melhor adequação da rotação da esteira vibratória do arrancador-invertedor às diversas condições de arranquio de amendoim. Além disso, o sistema permitiu ao conjunto mecanizado, trabalhar com

velocidade de deslocamento de $5,0 \text{ km h}^{-1}$, que pode levar à maior capacidade de campo operacional, mantendo-se as perdas em valores próximos aos obtidos quando do uso de velocidade de $3,5 \text{ km h}^{-1}$.

O sistema eletrohidráulico para acionamento da esteira vibratória do arrancador-invertedor de amendoim, desenvolvido neste trabalho, encontra-se com depósito de pedido de patente junto ao INPI (BR 10 2015 005370-3), conforme pode ser observado no Apêndice C desta tese.

Em trabalhos futuros sugere-se avaliar o desempenho do equipamento variando as rotações da esteira vibratória automaticamente, pelo controlador PDA, com a alteração da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado, testando-se velocidades acima de $5,0 \text{ km h}^{-1}$. Também sugere-se a utilização deste equipamento conjuntamente com o uso de piloto automático para avaliar a eficiência do controle da rotação em condições mais adequadas de deslocamento do conjunto trator-arrancador-invertedor.

APÊNDICES

Apêndice A. Curva característica do motor agrícola do trator Valtra BM 125i

SisuDiesel

LUBRIL Nº 0022/06

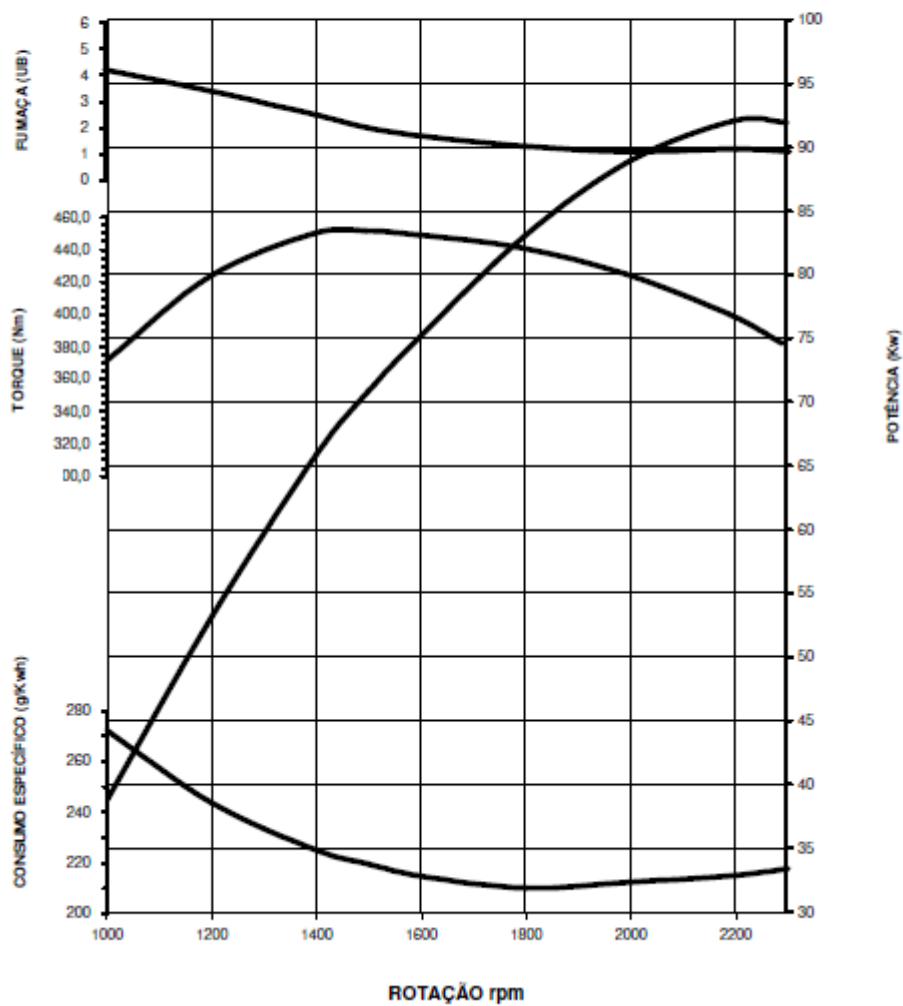
ISO 1585 LIQ.

MOTOR SISU 420DSRI
83659500 (BM125i)

POTÊNCIA 91,9 kW@2200rpm - TORQUE 450 Nm @ 1400 rpm

VALORES GARANTIDOS DENTRO DE $\pm 5\%$

PONTO ESTATICO 23° APMS
BICOS INJETORES LRB670504
tubos de alta pres. 6x2,0x670 mm



Apêndice B. Folha de dados do motor hidráulico Sauer Danfoss OMS 125



Technical data for OMS

Type			OMS OMSW OMSS	OMS OMSW OMSS	OMS OMSW OMSS	OMS OMSW OMSS	OMS OMSW OMSS	OMS OMSW OMSS	OMS OMSW OMSS	OMS OMSW OMSS	OMS OMSW OMSS
Motor size			80	100	125	160	200	250	315	400	500
Geometric displacement	cm ³ [in ³]		80.5 [4.91]	100.0 [6.10]	125.7 [7.67]	159.7 [9.75]	200.0 [12.20]	250.0 [15.26]	314.9 [19.22]	393.0 [23.98]	488.0 [29.78]
Max. speed	min-1 [rpm]	cont. int. ¹⁾	810 1000	750 900	600 720	470 560	375 450	300 360	240 285	190 230	155 185
Max. torque	Nm [lbf·in]	cont. int. ¹⁾	240 [2120] 310 [2740]	305 [2700] 390 [3450]	375 [3320] 490 [4340]	490 [4340] 600 [5310]	610 [5400] 720 [6370]	720 [6370] 870 [7700]	825 [7300] 1000 [8850]	865 [7660] 990 [8760]	850 [7520] 990 [8760]
Max. output	kW [hp]	cont. int. ¹⁾	15.5 [20.8] 19.5 [26.2]	18.0 [24.1] 22.5 [30.2]	18.0 [24.1] 22.5 [30.2]	16.5 [22.1] 23.0 [30.8]	16.5 [22.1] 22.0 [29.5]	14.5 [19.4] 18.0 [24.1]	15.0 [20.1] 17.0 [22.8]	11.0 [14.8] 12.5 [16.8]	9.0 [12.1] 10.5 [14.1]
Max. pressure drop	bar [psi]	cont. int. ¹⁾ peak ²⁾	210 [3050] 275 [3990] 295 [4280]	210 [3050] 275 [3990] 295 [4280]	210 [3050] 275 [3990] 295 [4280]	210 [3050] 260 [3770] 280 [4060]	210 [3050] 250 [3630] 270 [3920]	200 [2900] 250 [3630] 270 [3920]	200 [2900] 240 [3480] 260 [3770]	160 [2320] 190 [2760] 210 [3050]	120 [1740] 140 [2030] 160 [2320]
Max. oil flow	l/min [USgal/min]	cont. int. ¹⁾	65 [17.2] 80 [21.1]	75 [19.8] 90 [23.8]	75 [19.8] 90 [23.8]	75 [19.8] 90 [23.8]	75 [19.8] 90 [23.8]	75 [19.8] 90 [23.8]	75 [19.8] 90 [23.8]	75 [19.8] 90 [23.8]	75 [19.8] 90 [23.8]
Max. starting pressure with unloaded shaft	bar [psi]		12 [175]	10 [145]	10 [145]	8 [115]	8 [115]	8 [115]	8 [115]	8 [115]	8 [115]
Min. starting torque	at max. press. drop cont. Nm [lbf·in] at max. press. drop int. ¹⁾ Nm [lbf·in]		180 [1590] 235 [2080]	230 [2040] 300 [2660]	290 [2570] 380 [3360]	370 [3270] 460 [4070]	470 [4160] 560 [4960]	560 [4960] 700 [6200]	710 [6280] 850 [7520]	710 [6280] 840 [7430]	660 [5840] 770 [6820]

Type		Max. inlet pressure	Max. return pressure with drain line
OMS OMSW OMSS	bar [psi] cont. bar [psi] int. ¹⁾ bar [psi] peak ²⁾	230 [3340] 295 [4280] 300 [4350]	140 [2030] 175 [2540] 210 [3050]

*Max torque for shaft type	Nm [lbf·in]	Splined 1 in	Cyl. 1 in	Splined 0.875 in
	cont. int. ¹⁾	360 [3190] 450 [3980]	300 [2660] 410 [3630]	200 [1770] 200 [1770]

¹⁾ Intermittent operation: the permissible values may occur for max. 10% of every minute.

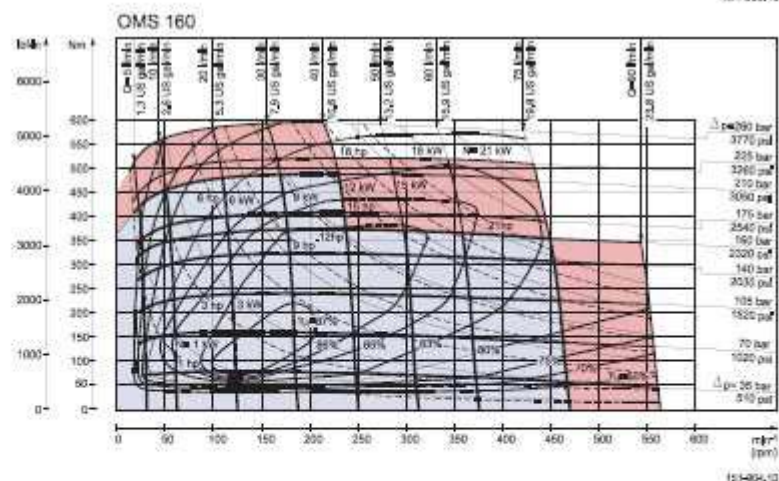
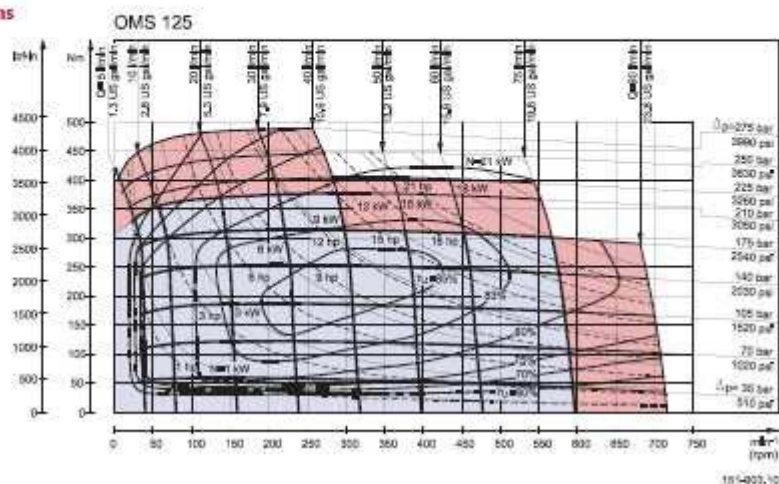
²⁾ Peak load: the permissible values may occur for max. 1% of every minute.

For max. permissible combination of flow and pressure, see function diagram for actual motor.



OMS Technical Information Function Diagrams

Function Diagrams



Explanation of function diagram use, basis and conditions can be found on page 5.

Continuous range

Intermittent range (max. 10% operation every minute)

Max. permissible continuous/intermittent torque for the actual shaft version can be found on page 8.

Intermittent pressure drop and oil flow must not occur simultaneously.

Apêndice C. Depósito de pedido de patente

« Uso exclusivo do INPI »

Espaço reservado para o protocolo Espaço reservado para a etiqueta Espaço reservado para o código QR





INPI
INSTITUTO
NACIONAL
DA PROPRIEDADE
INDUSTRIAL

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Sistema de Gestão da Qualidade
Diretoria de Patentes

DIRPA 	Tipo de Documento: Formulário Eletrônico	DIRPA	Página: 1 / 3
Título do Documento: Depósito de Pedido de Patente		Código: FQ001	Versão: 6
		Procedimento: Não Aplicável	

Ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial:
O requerente solicita a concessão de um privilégio na natureza e nas condições abaixo indicadas

- 1. Depositante (71):**

1.1 Nome:	Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho
1.2 CNPJ:	48.031.918/0001-24
1.3 Endereço Completo:	Rua Quirino de Andrade, 215, Centro, São Paulo, São Paulo, Brasil
1.4 CEP:	01049-010
1.5 Telefone:	+55(11)56270233
1.6 Fax:	---
1.7 E-mail:	auin@unesp.br
- 2. Natureza:** ☒ Invenção ☐ Modelo de Utilidade ☐ Certificado de Adição
- 3. Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54):**
APERFEIÇOAMENTO EM EQUIPAMENTO ARRANCADOR E INVERTEDOR PARA CULTURA DE AMENDOIM
- 4. Pedido de Divisão:** do pedido Nº: ---
- 5. Prioridade:**
Declaração na forma do item 3.2 da Instrução Normativa nº 17/2013:
☐ Declaro que os dados fornecidos no presente formulário são idênticos ao da certidão de depósito ou documento equivalente do pedido cuja prioridade está sendo reivindicada.
O depositante reivindica a(s) seguinte(s) prioridade(s):

País ou Organização do depósito	Número do depósito	Data do depósito	Tipo
---	---	---	---
- 6. Inventor (72):**

6.1 Nome:	Evaldo Ferezin
6.2 Qualificação:	Brasileiro, solteiro, engenheiro
6.3 CPF:	141.531.088-20
6.4 Endereço Completo:	Via Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, Jaboticabal, São Paulo, Brasil
6.5 CEP:	14848-900
6.6 Telefone:	+55(11)33937904
6.7 Fax:	---
6.8 E-mail:	auin@unesp.br

6.1 Nome:	Rouverson Pereira da Silva
6.2 Qualificação:	Brasileiro, casado, professor universitário
6.3 CPF:	563.031.576-63
6.4 Endereço Completo:	Via Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, Jaboticabal, São Paulo, Brasil
6.5 CEP:	14848-900
6.6 Telefone:	+55(11)33937904
6.7 Fax:	---
6.8 E-mail:	auin@unesp.br
- 7. Declaração de divulgação anterior não prejudicial:**
☐ Artigo 12 da LPI - Período de Graça.
- 8. Procurador (74):**

8.1 Nome:	Fabiola de Moraes Spiandorello
8.2 Qualificação:	Brasileira, divorciada, advogada
8.3 CPF:	135.210.278-13
8.4 API:	---
8.5 OAB:	244.141 SP
8.6 Endereço Completo:	Rua Bento Teobaldo Ferraz, 271, bloco II, Barra Funda, São Paulo, São Paulo, Brasil
8.7 CEP:	01140-070
8.8 Telefone:	+55(11)33937904
8.9 Fax:	---



INPI
INSTITUTO NACIONAL
DA PROPRIEDADE
INDUSTRIAL

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Sistema de Gestão da Qualidade
Diretoria de Patentes

DIRPA PATENTES		Tipo de Documento:	Formulário Eletrônico	DIRPA	Página: 2 / 3
Título do Documento:			Depósito de Pedido de Patente	Código: FQ001	Versão: 6
				Procedimento:	Não Aplicável
8.10	E-mail:	labiola@reitoria.unesp.br			
9.	Listagem de sequências biológicas: (documentos anexados, se houver)				
	☐ Código de controle alfanumérico no formato de código de barras (arquivo em formato eletrônico PDF). ☐ Código de controle alfanumérico no formato de código de barras (arquivo em formato eletrônico XML). ☐ Listagem de sequências (arquivo em formato eletrônico TXT). ☐ Declaração relativa à listagem de sequências (arquivo em formato eletrônico PDF).				
10.	Material biológico: (se houver)				
10.1	Identificação:	---			
10.2	Instituição depositária:	---			
10.3	Endereço completo:	---			
10.4	Número de adesão:	---			
11.	Declaração de igualdade de conteúdo técnico entre os arquivos eletrônicos em formato PDF e TXT (texto):				
	☒ Declaro que todos os documentos de especificação em formato texto têm conteúdo igual ao dos documentos de especificação anexados em formato PDF. Caso haja alguma divergência entre os arquivos PDF e TXT (texto), será considerado o conteúdo do arquivo PDF para fins de exame.				
12.	Dados gerais do conteúdo técnico do depósito (caso aplicável):				
	Sugestão de desenho a ser publicado com o resumo:	1 (sujeito a avaliação do INPI)			
	Número de desenhos:	2			
	Cor dos desenhos:	☒ Preto e branco ☐ Colorido / Escala de cinza			
13.	Documentos Anexados: (assinale e indique também o número de folhas)				
	X Relatório descritivo em formato eletrônico PDF				8 p.
	X Reivindicações em formato eletrônico PDF				1 p.
	X Resumo em formato eletrônico PDF				1 p.
	X Desenhos em formato eletrônico PDF				1 p.
	X Relatório descritivo em formato eletrônico texto				---
	X Reivindicações em formato eletrônico texto				---
	X Resumo em formato eletrônico texto				---
	X Guia de Recolhimento da União (GRU) paga com comprovante de pagamento em formato eletrônico PDF [Código de serviço: 200, Número: 00.000.2.2.15.0094131.4, Nome do sacado: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho]				1 p.
	X Procuração em formato eletrônico PDF				2 p.
	X Documento de cessão ou autorização do inventor em formato eletrônico PDF				1 p.
	X Documentos de qualquer outra natureza em formato eletrônico PDF [DOESP - Decreto nomeação Reitor / Vice-Reitoria Unesp]				1 p.



INPI INSTITUTO
NACIONAL
DA PROPRIEDADE
INDUSTRIAL

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Sistema de Gestão da Qualidade
Diretoria de Patentes

DIRPA e **PATENTES**

Tipo de Documento:

Formulário Eletrônico

DIRPA

Página:
3 / 3

Título do Documento:

Depósito de Pedido de Patente

Código:

FQ001

Versão:

6

Procedimento:

Não Aplicável

14. Declarações gerais do sistema para depósito eletrônico de pedidos de patente do INPI:

- ☒ Declaro que assumo total responsabilidade sobre a integridade, a legibilidade e a fidedignidade dos documentos enviados por meio eletrônico, bem como sua adequação aos requisitos técnicos exigíveis para seu correto processamento pelo sistema e-Patentes/Depósito.
- ☒ Declaro ciência de que o envio dos documentos ao INPI só é considerado concretizado após esses serem protocolados e um recibo com assinatura digital do INPI for entregue eletronicamente aos usuários dos serviços. Em qualquer situação de dúvida, o usuário deverá apresentar esse recibo.
- ☒ Declaro ciência de que o INPI não é responsável por qualquer perda resultante de falhas externas ao órgão ou quaisquer eventualidades não relacionadas a problemas de infraestrutura do INPI que impeçam o depósito ou o peticionamento eletrônico.
- ☒ Declaro ciência de que os documentos enviados por formulários eletrônicos serão considerados recebidos pelo INPI nas exatas data e hora indicadas pelo provedor do INPI, constantes no recibo eletrônico expedido ao usuário.
- ☒ Declaro ciência de que o depósito ou o peticionamento eletrônico não eliminam a necessidade da realização do exame formal e/ou de mérito nos depósitos de pedidos de patente ou nas petições, não sendo suficiente para garantir o cumprimento de todas as formalidades e exigências técnicas.
- ☒ Declaro que me comprometo a não realizar qualquer modificação capaz de alterar os arquivos automaticamente criados pelo sistema e-Patentes/Depósito, tendo ciência de que qualquer alteração poderá invalidar o depósito ou o peticionamento eletrônico.
- ☒ Declaro ciência de que eventuais exigências formais e/ou técnicas serão posteriormente publicadas na Revista Eletrônica da Propriedade Industrial (RPI) disponibilizada no portal do INPI.
- ☒ Declaro, sob penas da Lei, que todas as informações prestadas neste formulário eletrônico são completas e verdadeiras.

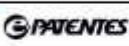
11 de março de 2015

Data

E=spianfm@terra.com.br, CN=FABIOLA DE MORAES SPIANDORELLO, OU=5090377, OU=ADVOGADO, OU=0005835907,
OU=Assinatura Tipo A3, OU=Autenticado por AR OAB SP, O=ICP-Brasil, C=BR (Certificado por: CN=AC OAB G2, OU=ORDEM DOS
ADVOGADOS DO BRASIL CONSELHO FEDERAL, O=ICP-Brasil, C=BR)

Assinatura (Requerente ou Procurador)

11/03/2015 860150040788 11:35 NPWB  0000221500941314	 BR 10 2015 005370 3	
Protocolo	Número	Código QR

 INPI INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL	INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL Diretoria de Patentes Sistema e-Patentes/Depósito	
DIRPA 	Tipo de Documento: Recibo de Peticionamento Eletrônico	DIRPA Página: 1 / 2
Título do Documento: Recibo DIRPA-FQ001 - Depósito de Pedido de Patente ou de Certificado de Adição	Código: RECIBO	Versão: 01
	Modo: Produção	

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial informa:

Este é um documento acusando o recebimento de sua petição conforme especificado abaixo:

Dados do INPI:

Número de processo:	BR 10 2015 005370 3
Número da GRU principal:	00.000.2.2.15.0094131.4 (serviço 200)
Número do protocolo:	860150040788
Data do protocolo:	11 de Março de 2015, 11:35 (BRT)
Número de referência do envio:	96071

Dados do requerente ou interessado:

Tipo de formulário enviado:	DIRPA-FQ001 v.006
Referência interna:	15AUIN006
Primeiro requerente ou interessado:	Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho
CNPJ do primeiro requerente ou interessado:	48.031.918/0001-24
Número de requerentes ou interessados:	1
Título do pedido:	APERFEIÇOAMENTO EM EQUIPAMENTO ARRANCADOR E INVERTEDOR PARA CULTURA DE AMENDOIM

Arquivos enviados:

Arquivo enviado	Documento representado pelo arquivo	Número de páginas
[package-data.xml]	Arquivo com informações do pacote em XML	---
[brf101-request.xml]	Formulário de depósito de pedido de patente ou de certificado de adição em XML	---
[application-body.xml]	Arquivo com dados do corpo do conteúdo patentário em XML	---
[brf101-request.pdf]	Formulário de depósito de pedido de patente ou de certificado de adição em PDF	---
15AUIN006 - Dispositivo Amendoim - Relatório Descritivo.pdf [DOCUMENTO-1.pdf]	Arquivo com conteúdo técnico-patentário da petição - Relatório descritivo em formato eletrônico PDF	páginas 1 a 8
15AUIN006 - Dispositivo Amendoim - Reivindicações.pdf [DOCUMENTO-1.pdf]	Arquivo com conteúdo técnico-patentário da petição - Reivindicações em formato eletrônico PDF	página 1
15AUIN006 - Dispositivo Amendoim - Resumo.pdf [DOCUMENTO-2.pdf]	Arquivo com conteúdo técnico-patentário da petição - Resumo em formato eletrônico PDF	página 1
15AUIN006 - Dispositivo Amendoim - Figuras.pdf [DOCUMENTO-3.pdf]	Arquivo com conteúdo técnico-patentário da petição - Desenhos em formato eletrônico PDF [Número de desenhos: 2, Desenho para resumo: 1, Cor dos desenhos: Preto e Branco]	página 1
15AUIN006 - Dispositivo Amendoim - Relatório Descritivo.txt [RELATDESCTXT.txt]	Relatório descritivo em formato eletrônico texto	---
15AUIN006 - Dispositivo Amendoim - Reivindicações.txt [REIVINDTXT.txt]	Reivindicações em formato eletrônico texto	---
15AUIN006 - Dispositivo Amendoim - Resumo.txt [RESUMOTXT.txt]	Resumo em formato eletrônico texto	---
OUTROS-1.pdf [OUTROS-1.pdf]	Documentos de qualquer outra natureza em formato eletrônico PDF	1

GRU Principal: 00.000.2.2.15.0094131.4 (serviço 200)


INPI INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

 INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
 Diretoria de Patentes
 Sistema e-Patentes/Depósito

DIRPA e-PATENTES	Tipo de Documento: Recibo de Peticionamento Eletrônico	DIRPA	Página: 2 / 2
	Título do Documento: Recibo DIRPA-FQ001 - Depósito de Pedido de Patente ou de Certificado de Adição	Código: RECIBO	Versão: 01
		Modo: Produção	

Arquivo enviado	Documento representado pelo arquivo	Número de páginas
PROCURACAO UNESP LEOPOLDO-FABIOLA 2015.pdf <i>[INDEXADO-1.pdf]</i>	Procuração em formato eletrônico PDF	2
15AUIIN006 - Dispositivo Amendoim - GRU.pdf <i>[GRU-1.pdf]</i>	Guia de Recolhimento da União (GRU) paga com comprovante de pagamento em formato eletrônico PDF <i>[Código de serviço: 200, Número: 00.000.2.2.15.0094131.4, Nome do sacado: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho]</i>	1
15AUIIN006 - Dispositivo Amendoim - Termo de Cessão Assinado.pdf <i>[INDEXADO-2.pdf]</i>	Documento de cessão ou autorização do inventor em formato eletrônico PDF	1

Dados sobre o envio:

Responsável pelo envio:	Fabiola M Spiandorello 2014C:5c9d6502549de25cf1c3319d611985f1
Assinatura (Requerente, Interessado ou Procurador):	FABIOLA DE MORAES SPIANDORELLO,OU=5090377,OU=ADVOGADO,OU=0005835907,OU=Assinatura Tipo A3,OU=Autenticado por AR OAB SP,O=ICP-Brasil,C=BR
Método de envio:	Eletrônico pela Internet
Código de segurança:	1C:BC:0F:EC:D7:B2:31:FD:E5:18:B9:7B:88:7B:D5:E9:8C:F2:E4:AB