

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**TEMPOS E MOVIMENTOS NA COLHEITA MECANIZADA DO
AMENDOIM EM FUNÇÃO DOS FORMATOS DOS TALHÕES**

**Matheus Anaan de Paula Borba
Engenheiro Agrônomo**

**JABOTICABAL-SÃO PAULO-BRASIL
Julho de 2018**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**TEMPOS E MOVIMENTOS NA COLHEITA MECANIZADA DO
AMENDOIM EM FUNÇÃO DOS FORMATOS DOS TALHÕES**

Matheus Anaan de Paula Borba

Orientador: Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Cristiano Zerbato

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

JABOTICABAL-SÃO PAULO-BRASIL

Julho de 2018

Borba, Matheus Anaan de Paula
B726t Tempos e movimentos na colheita mecanizada do amendoim em
função dos formatos dos talhões / Matheus Anaan de Paula Borba. – –
Jaboticabal, 2018
vii, 50 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018
Orientador: Rouverson Pereira da Silva
Banca examinadora: Carlos Eduardo Angeli Furlani, Murilo
Aparecido Voltarelli
Bibliografia

1. *Arachis hypogaea* L. 2. Desempenho operacional.
3. Mecanização agrícola. 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 –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: TEMPOS E MOVIMENTOS NA COLHEITA MECANIZADA DO AMENDOIM
EM FUNÇÃO DOS FORMATOS DOS TALHÕES

AUTOR: MATHEUS ANAAN DE PAULA BORBA
ORIENTADOR: ROVERSON PEREIRA DA SILVA
COORIENTADOR: CRISTIANO ZERBATO

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

Prof. Dr. ROUVÉRSO PEREIRA DA SILVA
Departamento de Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI
Departamento de Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. MURILLO APARECIDO VOLTARELLI
UFSCAR / UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Jaboticabal, 15 de maio de 2018.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MATHEUS ANAAN DE PAULA BORBA – nascido em Ituverava, interior de São Paulo, no dia 22 de novembro de 1993, filho de José Antônio de Paula Borba e Gisélia Aparecida Bernal, cursou o Ensino Fundamental e Ensino Médio no Colégio Nossa Senhora do Carmo (Colégio Osvaldo Cruz – “COC”), localizado no município de Ituverava, tendo início e término entre 2000 – 2008 e 2009 – 2011, respectivamente. Ingressou no Ensino Superior no ano de 2012 no curso de Engenharia Agrônômica, e recebeu o título de Engenheiro Agrônomo, pela Faculdade Dr. Francisco Maeda - “FAFRAM” em julho de 2016. Em agosto de 2016, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, no Programa de Ciência do Solo, na área de Máquinas e Mecanização Agrícola, pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Câmpus de Jaboticabal, São Paulo, no Departamento de Engenharia Rural. No curso houve realização de pesquisas com foco em máquinas de colheita em diversas culturas (amendoim, algodão, café, milho, entre outros) principalmente na cultura de amendoim, área de maior concentração de estudos durante a carreira profissional. Em abril de 2018, submeteu-se à banca examinadora para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

“O coração do homem pode fazer planos, mas a resposta certa vem do Senhor.”

Provérbios 16:1

“É mergulhando de cabeça, se atirando sem medo, acreditando e não desanimando que se chega em seus objetivos... Nada cai do céu... sem riscos, sem empenho e esforço, a vida não tem graça!”

Hudson Pessini

Em primeiro lugar, dedico a Deus, por me guiar, mantendo-me na fé para realizar os sonhos que almejo. Em seguida, os meus pais, José Borba e Gisélia Bernal, e minha mãe de criação, Shirley Borba, que sempre me apoiaram desde o início do Mestrado, com muito amor, observando cada passo e vibrando com cada vitória que conquistei durante minha vida. Aos meus avós paternos Elza Borba (*in memoriam*) e Dionísio Borba (*in memoriam*), aos meus avós maternos Antônio Bernal e Irani Bernal, sempre estiveram presentes em cada etapa da minha vida. Dedico aos meus irmãos Alan Victor Borges, Diego Augusto Alves, Dionísio Borba, Douglas Borba e José Antônio Borba Júnior que acompanharam toda minha jornada, torcendo pelas minhas conquistas. A minha amiga e companheira, Juliana Nose, por todo apoio e incentivo. Dedico ainda, a todos os profissionais ligados a cultura do amendoim, principalmente à FEPE e a família Revolti. É com muita alegria que dedico este trabalho, principalmente a eles.

DEDICO

A toda minha família, amigos e produtores de amendoim.
A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram com a minha caminhada até
aqui.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer à Deus pela força durante essa jornada, por ter dado saúde, paciência e sabedoria para realizar mais um sonho e concluir esta dissertação.

Aos meus pais José Antônio de Paula Borba, Gisélia Aparecida Bernal e minha mãe de criação Shirley Corrêa de Paula Borba, são tudo que tenho de mais valioso nesse mundo e agradeço por todo amor, carinho, humildade, e ensinamentos dados até hoje.

A minha companheira, amiga e namorada, Juliana Teresa Nose, por todo apoio, paciência e atenção. Agradeço imensamente pelos momentos felizes e únicos ao teu lado, que me fizeram ter força para persistir na finalização desta etapa.

A toda minha família, tios e tias, primos e primas, avós, sogros, cunhada e concunhado, sobrinho, cada um representando e podendo ajudar no que podem.

Aos meus grandes irmãos Alan Victor Borges, Diego Augusto Alves, Dionísio Borba, Douglas Borba e José Antônio Borba Júnior, vocês sempre foram meus companheiros, sendo meus primeiros e eternos amigos.

Às famílias Maduro e Manna, principalmente tio Egídio, tia Vera e meu querido amigo Egídio José, por sempre cederem um espaço em sua casa, acolhendo-me da melhor forma possível, durante o período em que precisei, para os meus estudos em Jaboticabal.

Aos meus amigos de Guariba, que sempre me apoiaram durante essa jornada, diante das dificuldades em que enfrentei ao longo deste período, incentivando-me a persistir no sonho de me tornar Mestre em Máquinas e Mecanização Agrícola.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP/FCAV, Câmpus de Jaboticabal – SP, por me proporcionar este momento único e épico em minha vida, pela grande oportunidade de tornar-me Mestre, em uma faculdade tão renomada como esta, sendo uma das primeiras do Brasil, e em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa.

À “República Os Gaudérios” - Ednilson Ribeiro, Fabiano Griesang, Marcelo Gindri, Pablo Castagnino, Tiago Tavares e Watus Alves - tornando minha segunda família, construindo fortes amizades, bons momentos e ótimas conversas do dia a dia... Sempre vou levá-los no meu coração onde quer que eu esteja.

Ao orientador, Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva, que se tornou meu grande amigo profissional e pessoal, agradeço a orientação, amizade, “puxões de orelha” nos momentos necessários e acima de tudo pelos ensinamentos durante a realização deste trabalho. Muito obrigado por acreditar que um dia eu chegaria até aqui.

Ao meu amigo e coorientador, Prof. Dr. Cristiano Zerbato, pelos seus conselhos, incentivos e apoio necessário para elaboração deste trabalho. Agradeço imensamente por acreditar no meu potencial e nunca demonstrar descaído diante das minhas idéias.

Aos amigos integrantes do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) – Aline Alcântara, André Damasceno, Antônio Tassio Ormond, Carla Paixão, Danilo Tedesco, Edcarla Nicolau, Elizabeth Kazama, Franciele Carneiro, Leonardo Bernache, Lígia Negri, Luan de Oliveira, Lucas Gírio, Mailson de Oliveira, Marco Antônio, Nivanda Estevam, Patrícia Menezes, Rafael de Graaf, Rafael Noronha, Renata Queiroz, Tadeu Tomio e Tiago Tavares – pela amizade e convivência.

A todos os estagiários que ajudaram na coleta de dados, aos produtores de amendoim pela concessão das áreas (Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão – FEPE e Família Revolti), com total certeza, sem vocês não teria conseguido realizar esta pesquisa.

Aos membros da banca examinadora, pelas valiosas contribuições e sugestões.

A todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para tornar este momento possível, por meio de conselhos, palavras amigas e momentos de sabedoria... fica aqui os meus sinceros agradecimentos a todos vocês.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 A cultura do amendoim.....	3
2.2 Colheita mecanizada – Arranquio e recolhimento	4
2.3 Desempenho operacional.....	9
2.4 Eficiência de Campo.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Caracterização das áreas experimentais	13
3.2 Máquinas utilizadas.....	15
3.3 Avaliações realizadas.....	16
3.3.1 Tempos e Movimentos	16
3.3.2 Capacidade de campo.....	19
3.3.3 Eficiência operacional, gerencial e global.....	19
3.4 Análise dos resultados	21
3.4.1 Análise Descritiva.....	21
3.4.2 Controle Estatístico de Processo – CEP	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Análise descritiva.....	24
4.2 Análise das capacidades de campo operacional e efetiva.	33
4.3 Análise das cartas de controle de valores individuais	34
5. CONCLUSÕES	46
6. REFERÊNCIAS	47

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Teor de água das vagens e do solo e produtividade nos talhões avaliados...	14
Tabela 2. Características dimensionais dos talhões avaliados. Fonte: BaseCamp™.	16
Tabela 3. Tempos e movimentos realizados no arranquio mecanizado do amendoim. Fonte: Adaptado de Tavares et al. (2016).	17
Tabela 4. Tempos e movimentos realizados no recolhimento mecanizado do amendoim. Fonte: Adaptado de Tavares et al. (2016).	18
Tabela 5. Limites especificados para os indicadores de qualidade.	23
Tabela 6. Análise descritiva para tempos, movimentos e eficiências na colheita mecanizada da cultura do amendoim.	25
Tabela 7. Análise descritiva dos tempos e eficiências no arranquio mecanizado do amendoim para cada talhão.	27
Tabela 8. Análise descritiva dos tempos e eficiências no recolhimento mecanizado do amendoim para cada talhão.	30
Tabela 9. Capacidades de campo efetiva e operacional no arranquio mecanizado da cultura do amendoim em diferentes formatos de talhões.	33
Tabela 10. Capacidades de campo efetiva e operacional no recolhimento mecanizado da cultura do amendoim em diferentes formatos de talhões.	34

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Esquema funcional do arrancador-invertedor.....	6
Figura 2. Esquema funcional da recolhadora-trilhadora.....	7
Figura 3. Mapa das áreas experimentais. T1: Talhão 1; T2: Talhão 2; T3: Talhão 3; T4: Talhão 4. Fonte: AgroCAD 2018.	14
Figura 4. Cartas de controle de valores individuais para eficiência de campo no arranquio. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.	35
Figura 5. Cartas de controle de valores individuais para eficiência gerencial no arranquio. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.	36
Figura 6. Cartas de controle de valores individuais para eficiência global no arranquio. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.	37
Figura 7. Cartas de controle de valores individuais para tempo de manobra no arranquio. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.	38
Figura 8. Cartas de controle de valores individuais para tempo problema no arranquio. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.	39
Figura 9. Cartas de controle de valores individuais para eficiência de campo no recolhimento. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.....	40
Figura 10. Cartas de controle de valores individuais para eficiência gerencial no recolhimento. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.....	41

Figura 11. Cartas de controle de valores individuais para eficiência global no recolhimento. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.....	42
Figura 12. Cartas de controle de valores individuais para tempo de manobra no recolhimento. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.....	43
Figura 13. Cartas de controle de valores individuais para tempo problema no recolhimento. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.....	44
Figura 14. Cartas de controle de valores individuais para tempo de descarga no recolhimento. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.....	45

TEMPOS E MOVIMENTOS NA COLHEITA MECANIZADA DO AMENDOIM EM FUNÇÃO DOS FORMATOS DOS TALHÕES

RESUMO

A eficiência das operações agrícolas mecanizadas é um fator que afeta a qualidade das operações e tem grande influência nos custos de produção, sendo dependente dos formatos dos talhões e do planejamento das operações dos mesmos. Sendo assim, objetivou-se por meio deste trabalho avaliar os tempos e movimentos para ambas as etapas da colheita mecanizada de amendoim, arranquio e recolhimento, em quatro glebas no município de Jaboticabal, interior de São Paulo, com formatos de talhões distintos. Foram selecionados talhões nos formatos trapezoidal e paralelogramo e coletados os dados para realizar os cálculos das capacidades e eficiências operacionais de arranquio e recolhimento, sendo registrados os tempos de operação, manobras e problema para as etapas de arranquio e recolhimento, adicionando também o tempo de descarga para a operação de recolhimento. O delineamento experimental seguiu as premissas do Controle Estatístico de Processos, por meio do uso de cartas de controle de valores individuais, além de análise descritiva para cada indicador de qualidade. Os formatos dos talhões afetam as eficiências de tempos e movimentos na operação de colheita mecanizada do amendoim. Sob a óptica do Controle Estatístico de Processos, as eficiências de campo, gerencial e global no arranquio mecanizado do amendoim, apresentaram melhor qualidade no decorrer do processo para o talhão 4. Com exceção do talhão 1 (trapezoidal), os demais talhões retrataram valores aceitáveis para eficiência de campo no recolhimento.

PALAVRAS-CHAVE: *Arachis hypogaea* L., desempenho operacional, mecanização agrícola.

TIMES AND MOVEMENTS IN THE MECHANIZED HARVESTING OF THE PEANUT IN THE FORMAT OF THE PLOTS

ABSTRACT

The efficiency of mechanized agricultural operations is a factor that affects a quality of operations and has a great influence on the production costs, being dependent on the formats of the plots and the management of the operations of the same ones. Thus, this work aim to evaluate the times and movements in the peanuts mechanized harvesting, in four production fields in the municipality of Jaboticabal, SP, Brazil, with trapezoidal, parallelogram and rectangular formats. Were selected and collected data to perform operational capacities and efficiencies of the digging and harvesting operations, launching the operating, maneuvers and problem times for the digging and harvesting, also, adding the discharge time to a combine machine. The experimental design followed the premises of Statistical Process Control, using control charts of individual values, as well as descriptive analysis for each quality indicator. The formats of the plots affect how efficient of times and movements in the peanut mechanized harvesting operation. From the point of view of Statistical Process Control, the field, managerial and global efficiencies in peanut mechanization were better in the process for the field 4. With the exception of field 1, the remaining fields showed acceptable values for field efficiency at harvesting operation.

KEYWORDS: *Arachis hypogaea* L., operational performance, agricultural mechanization.

1. INTRODUÇÃO

Devido ao alto valor agregado na etapa de colheita mecanizada, é tida como uma das atividades de extrema importância na agricultura, percebendo operações custosas nesta etapa e de elevado consumo energético. Seu bom andamento colabora para o retorno das aplicações realizadas em todo o circuito produtivo de uma lavoura. O bom êxito na colheita mecanizada precisa de uns motivos, tais como: nivelamento do solo, formato e comprimento dos talhões, características das cultivares, qualidade da operação e treinamento dos operadores (PAIXÃO, 2015).

As operações mecanizadas na agricultura, segundo Toledo et al. (2010), necessitam ser preparadas de modo responsável, acarretando crescimento da rentabilidade do campo. Durante o ciclo produtivo desta cultura, os resultados passam por uma administração mais adequada de todos os conjuntos mecanizados. Consequentemente, a determinação e mensuração das condições que induzem o método produtivo são causas que permitem o êxito das operações mecanizadas, aperfeiçoando e concedendo a efetividade econômica da atividade (OLIVEIRA JUNIOR, SEIXAS & BATISTA, 2009).

Para Paixão et al. (2017), dentre as operações mecanizadas, a colheita há grande valor agregado, por efeito de, sobretudo, as operações de elevado preço e demanda energética, tão logo, a aquisição de conhecimentos sobre as eficiências de colheita, capacidades operacionais e desempenho do conjunto mecanizado empregado, contribuindo nas tomadas de decisões para que essa seja otimizada.

Em conformidade com Silveira, Yanai e Kurachi (2006), abundantes motivos induzem a eficiência de campo de uma máquina agrícola, por exemplo: o método de operação ou padrão de operação no campo, o formato e declividade das áreas, o tamanho do campo, a capacidade de campo teórica de operação, as condições da cultura e as limitações dos sistemas, motivo pela qual eficiências no campo são bastante modificáveis.

Silveira et al. (2006) enfatizam que a capacidade de trabalho ou de campo das máquinas agrícolas é relacionada dos decorrentes motivos: largura de trabalho da máquina, velocidade de deslocamento, porcentagem de tempo parado ou não operado, sendo nomeados como tempos problema, devido ao tempo gasto no deslocamento para a área a ser trabalhada, em manobras e com outras atividades que surgem durante o processo, como por exemplo, reparos e limpeza de máquinas, tempo necessário para resolução de imprevistos, entre outros fatores.

Santos et al. (2014) salientam que, para alcançar elevadas eficiências nas operações de colheita mecanizada, são indispensáveis altas aplicações gerenciais, tanto para os meios de aplicações da operação quanto para os tempos operacionais onerosos por ela.

A possibilidade para todas essas operações serem executadas por máquinas é certamente incontestável, visto que, amplia significativamente a capacidade operacional e, em consequência, a viabilidade de expansão da cultura do amendoim (WESSLER et al., 2007).

Portanto, fatores relacionados ao desempenho operacional auxiliam na tomada de decisões durante a operação de colheita. Assim, pressupondo-se que o comprimento e geometria dos talhões pode ser um fator de influência, para a melhoria da eficiência da mecanização agrícola na cultura do amendoim, objetivou-se por meio deste trabalho avaliar o efeito do formato dos talhões na operação de colheita mecanizada por meio do monitoramento de tempos e movimentos dos conjuntos mecanizados (trator-arrancador-invertedor e trator-recolhedora-trilhadora), utilizando-se ferramentas do Controle Estatístico de Processos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do amendoim

O amendoim é uma planta de origem da América do Sul (Brasil e países fronteiros, como: Paraguai, Bolívia e norte da Argentina), pertence à família Fabaceae, sendo herbácea, com caule pequeno, folhas compostas, inserção alternada, profundidade de raiz entre 30-50 cm, flores pequenas e possuindo coloração amareladas, sendo que, após fecundadas, penetram no solo, com o auxílio do ginóforo ou “esporão” e de um fenômeno conhecido como geocarpia, ou seja, onde as vagens se desenvolvem sob o solo (NOGUEIRA & TÁVORA, 2005).

O gênero *Arachis* compreende cerca de 80 espécies descritas, distribuídas em uma grande variedade de ambientes, desde as regiões costeiras do Brasil e Uruguai (BERTIOLI et al., 2011). A espécie *Arachis hypogaea* L. está subdividida em duas subespécies, sendo *hypogaea* e *fastigiata*, e inclusas a estas, havendo três tipos de hábitos de crescimento, sendo as mais conhecidas comercialmente por Virgínia, Valência e Spanish. O tipo Virgínia é representado por acessos da subespécie *hypogaea*, que tem em comum hábito de crescimento rasteiro, semirasteiro e arbustivo, ciclo longo (120-140 dias), ausência de flores na haste principal e vagens com duas sementes (GODOY et al., 2005); já os tipos Valência e Spanish são representados pelas subespécies *fastigiata* e *hypogaea*, respectivamente. Ambas possuem hábito de crescimento ereto ou semi-ereto, ciclo curto (90-100 dias) e haste principal com flores. As vagens do grupo Spanish apresentam duas sementes de tamanho pequeno a médio; já o grupo Valência contêm entre duas e quatro sementes por vagem (GODOY et al., 2005).

A produção mundial está em torno de 40 milhões de toneladas, sendo que os maiores produtores são a China, a Índia, os EUA e a Nigéria com produção de 16,48; 4,86; 2,35 e 3,41 milhões de toneladas, respectivamente (USDA, 2016). Na safra 2016/2017, no Brasil, a área semeada foi de 123,4 mil ha, obtendo uma produtividade

de 3.512 kg ha⁻¹ e uma produção de 433,4 mil toneladas, sendo que cerca de 90 % da produção do país é produzido pela região de Jaboticabal-SP (sudeste do Brasil), onde o estado de São Paulo ocupa 83,7% da área e 88,8% da produção nacional (CONAB, 2016).

A cultura do amendoim é considerada uma das mais importantes espécies leguminosas, sendo recomendado em programas de rotação de culturas, por ser de ciclo curto (aproximadamente 120-140 dias após a semeadura, dependendo da variedade, solo, clima e tempo), e totalmente mecanizado, sendo geralmente cultivada em rotação com a cana-de-açúcar no estado de São Paulo (AMBROSANO et al., 2011). Adapta-se a uma larga faixa climática dentro das regiões tropicais e subtropicais, com exceção das excessivamente úmidas (GODOY, 2002). A produção brasileira de amendoim, em sua quase totalidade, provém de áreas de reforma de canaviais, nas quais o amendoim é a principal cultura utilizada na rotação com a cana-de-açúcar na região da Alta Mogiana, do estado de São Paulo. Outra utilização da cultura do amendoim é a rotação com pastagens, na integração lavoura-pecuária, na região Oeste do Estado, com objetivo de reforma de pastagens degradadas. Contudo, apresenta problemas de expansão devido à indisponibilidade de terras para o seu crescimento, elevado custo de arrendamento das áreas e a menor renovação dos canaviais, com a qual faz a rotação de cultura (BOLONHEZI et al., 2005).

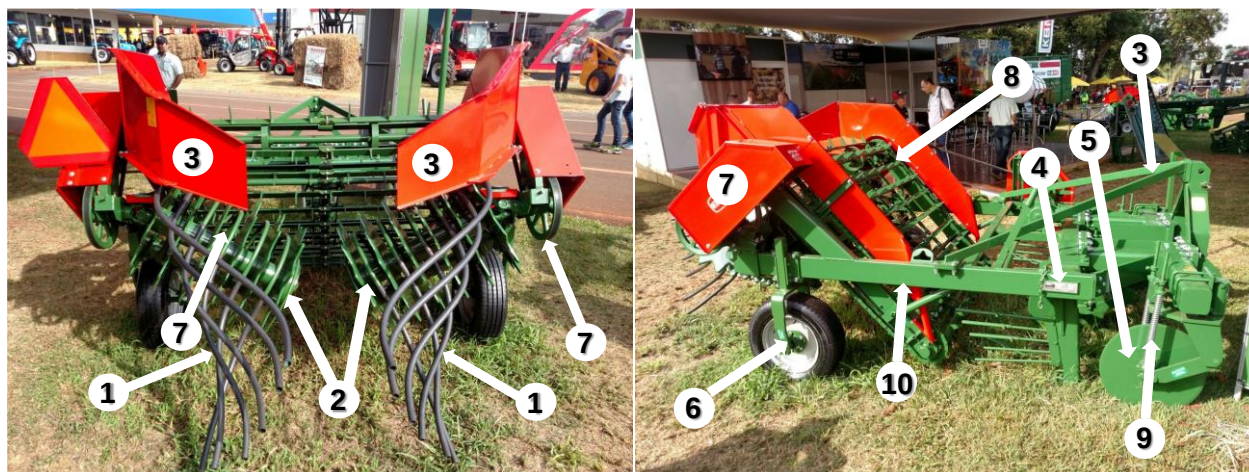
2.2 Colheita mecanizada – Arranquio e recolhimento

A colheita mecanizada da cultura do amendoim ocorre de forma indireta, tendo duas fases distintas, denominadas arranquio e recolhimento mecanizados (SEGATO e PENARIOL, 2007). Sendo elas:

1. Arranquio mecanizado: No Brasil, o arranquio mecanizado (Figura 1) comumente é executado por arrancador-invertedor, sendo tracionado por um trator de médio porte e acoplado pelo sistema hidráulico de três pontos. Até os meados de 2000, o acionamento deste equipamento se dava por meio do eixo cardan, que aciona a caixa redutora,

mudando a direção e diminuindo a rotação, que tem como intuito comandar um sistema de polias e correias, movimentando finalmente a esteira vibratória e os rolos enfileiradores (PATENTES ON LINE, 2016). Em 2013, um estudo realizado na UNESP/FCAV, Câmpus de Jaboticabal - SP, foi desenvolvido um protótipo com sistema eletro-hidráulico, ou seja, o acionamento deixou de ser por eixo cardan e passou a ser controlado por comando elétrico que altera o fluxo hidráulico e, conseqüentemente, a velocidade da esteira vibratória (FEREZIN, 2015).

Srivastava et al. (2006) salientam que na parte anterior, o arrancador possui discos cortantes que separam as ramas de amendoim. O suporte destes discos é inclinado para frente a fim de evitar que esse material fique preso a máquina impossibilitando o trabalho da mesma. Os discos conferem fixidez à parte anterior do equipamento e os pneus à parte posterior. Duas lâminas (facas) retiram as plantas de amendoim, cujo as vagens estão sob o solo, em uma profundidade de 0-15 cm, e as hastes guias (também chamados de “dedos condutores”) os direcionam para a esteira vibratória, onde ficam presas pelas taliscas e, com movimento ascendente da esteira vibratória (para retirar o solo que ficou juntamente com as vagens), chegam ao topo. Do topo as plantas de amendoim caem no solo com as vagens para cima e a folhagem para baixo e o rolo enfileirador posiciona-os em uma só fileira. As plantas de amendoim ficam expostas ao sol com as vagens voltadas para cima para posterior secagem e, seguidamente, é efetuado o recolhimento.



- | | |
|----------------------------|------------------------------------|
| (1) Enfileiradores; | (6) Rodas; |
| (2) Invertedores de ramas; | (7) Sistemas de polias e correias; |
| (3) Cabeçalho; | (8) Esteira; |
| (4) Haste guia; | (9) Facas; |
| (5) Disco de corte; | (10) Chassi. |

Figura 1. Esquema funcional do arrancador-invertedor.

2. Recolhimento mecanizado: Quando o teor de água das vagens reduz, outro equipamento, chamado de recolhadora-trilhadora, que é acoplada na barra de tração de um trator e acionada pela tomada de potência (TDP), tem por intuito efetuar o recolhimento das leiras que foram formadas pelo arrancador-invertedor. A recolhadora é composta por: esteira recolhadora, cilindro trilhador, um conjunto de peneiras, turbina e caçamba graneleira (Double Master III e Double Master V com capacidade de 2.250 e 3.000 kg e/ou 90 e 120 sacas de amendoim, respectivamente). A esteira recolhe o material que foi formado pela primeira etapa da colheita (vagens de amendoins e os resíduos vegetais e minerais) e, internamente, o submete a um cilindro e a um conjunto de peneiras que separam as vagens de amendoim, trituram os resíduos vegetais e eliminam resíduos minerais; no final das peneiras a turbina succiona e retira as impurezas mais leves que as vagens de amendoim, armazenando somente as vagens em seu compartimento graneleiro. Porém, a separação ainda não é completamente eficiente, de forma que no depósito, juntamente com as vagens, há impurezas minerais e vegetais.

Em seguida, as vagens de amendoim depositadas no tanque graneleiro da recolhedoras são transferidas para um transbordo, e posteriormente são armazenadas em caminhões que realizarão o transporte à uma unidade beneficiadora de amendoim (TASSO JÚNIOR et al., 2004).

Por meio do esquema funcional da recolhedoras (Figura 2) nota-se os componentes que realizam as três fases no processamento das vagens de amendoim.

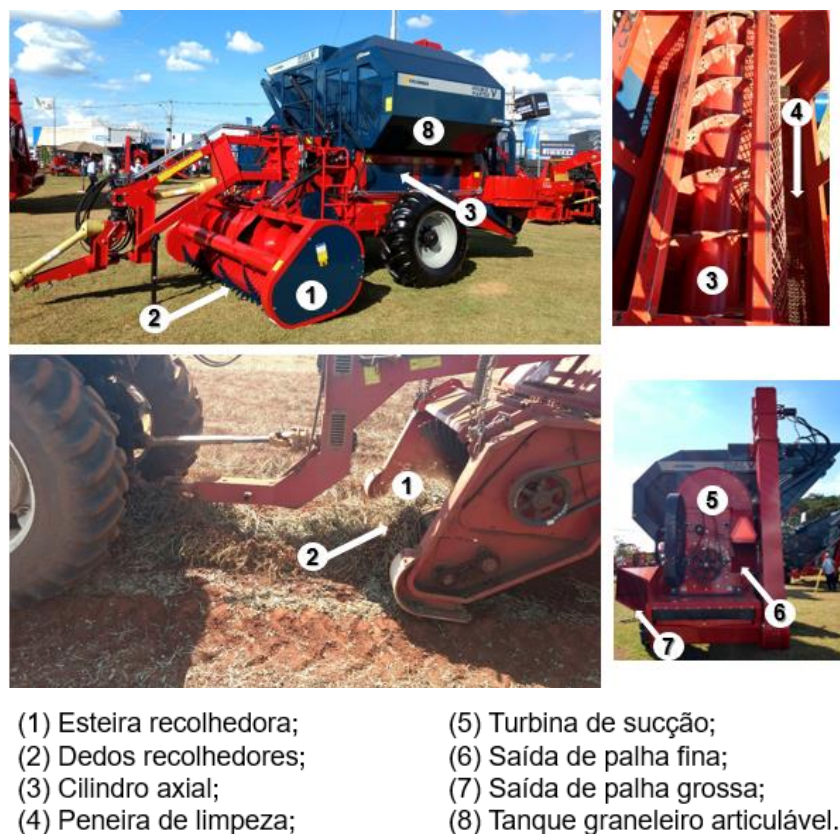


Figura 2. Esquema funcional da recolhedoras-trilhadora.

No momento da colheita é importante atentar-se para todas as regulagens possíveis dos equipamentos em utilização na colheita, para que estejam corretas, visando o máximo rendimento, incluindo a velocidade de deslocamento destes. Não menos importante, devemos estar atentos ao material a ser colhido. Todos estes fatores podem

ter um efeito negativo na eficiência de colheita caso não sejam geridos corretamente (BRAGACHINI & PEIRETTI, 2008).

As perdas durante o arranquio do amendoim sem dúvidas são maiores quando comparado a operação de recolhimento, porém, independente da operação, as perdas decorrem da interação entre vários fatores que podem estar relacionados, sendo tanto ao cultivo quanto ao maquinário (SANTOS et al., 2010). Dessa forma, as perdas são consideradas inevitáveis, principalmente quando se efetua um arranquio em condições que há o enfraquecimento do pedúnculo pelo avançado estágio de maturação ou ainda, pelo baixo teor de água no solo e/ou quando se encontra compactado (ROBERSON, 2009).

A segunda operação da colheita de amendoim pode ser afetada por diversos fatores, dentre eles a taxa de alimentação da recolhadora que pode ser um dos principais fatores, visto que o processo de separação vagem-planta é feito por atrito na maioria das máquinas utilizadas no recolhimento (fluxo axial), além disso o teor de água das plantas enleiradas influencia na capacidade de limpeza da máquina. Contudo, estes fatores carecem de mais atenção no meio acadêmico, demandando mais estudos para um melhor entendimento e consequente melhoria na qualidade da colheita.

Além da perda de vagens propriamente dita, o recolhimento pode ainda causar uma depreciação na qualidade da semente e/ou grão. Segundo Barrozo et al. (2012), altas velocidades na operação de recolhimento, acarretam em uma maior quantidade de microrganismos nas sementes, patogênicos para o homem e para a planta. Este fato ocorre pelo aumento da quantidade de vagens abertas e grãos soltos que são levados para dentro do tanque graneleiro, que perde a qualidade de armazenamento fora da casca. Tão logo é fundamental que mantenha-se um padrão para evitar perdas de qualidade. Contudo, não se tem parâmetros definidos para serem seguidos no recolhimento de amendoim.

As soluções tecnológicas para a mecanização da cultura do amendoim já estão disponibilizadas para produtores, cooperativas e demais empresas envolvidas no setor. A tecnologia voltada à produção desta cultura tem tudo para evoluir, pois os produtores

estão em busca de técnicas agrícolas que permitam maior produtividade e menor custo de produção. Tais tecnologias, se bem empregadas, podem levar a cultura do amendoim a proporcionar maiores fins lucrativos para o produtor.

2.3 Desempenho operacional

A eficiência das operações agrícolas mecanizadas é um fator que afeta a qualidade das operações e tem grande influência nos custos de produção, sendo dependente dos formatos dos talhões e do planejamento das operações dos mesmos (OLIVEIRA, 2012).

A colheita mecanizada possui alto valor agregado, acarretando principalmente em operações de alto custo e demanda energética. Sendo necessária a obtenção de informações sobre a eficiência de colheita, e suas capacidades operacionais, podem auxiliar nas tomadas de decisões para a otimização do processo de colheita mecanizada (PAIXÃO et al., 2017), e assim, poder reduzir os custos com insumos e aumentar a lucratividade da produção (MOLIN et al., 2006).

Segundo Santos et al. (2014), para que se atinja altas eficiências na operação de colheita mecanizada, se faz necessários grandes investimentos gerenciais para garantir a eficiência a partir da execução da operação e tempos operacionais.

Pode se acrescentar que os fatores relacionados aos operadores, fatores esses como: alimentação, experiência, higiene pessoal, tempos de parada, acabam por influenciar o desempenho operacional, tão quanto o fator máquina: velocidade de deslocamento, manutenção e obstáculos (LINHARES et al., 2012).

A avaliação da capacidade de campo operacional é necessária, pois é considerado as ineficiências operacionais relativas à operação em campo como: tempo de manobra, parada de máquinas para manutenção, problemas como falta de transbordo, troca de turnos de operadores, entre outras (RIPOLI; RIPOLI, 2009).

Ripoli e Ripoli (2009) afirmaram que o aumento da velocidade é um progresso na capacidade efetiva de colheita, e que a velocidade de deslocamento das máquinas é

influenciada pelas condições que a cultura e do terreno, onde a partir disso é possível atingir bons níveis de qualidade na colheita.

Desse modo, Ripoli e Ripoli (2009) relatam que atualmente no Brasil a velocidade de colheita tem se concentrado entre 4,0 e 6,0 km h⁻¹, devido às condições da cultura e das áreas a serem colhidas, sendo influenciados por fatores como: má qualidade do preparo do solo, deficiência no plantio, alta incidência de acamamento e canaviais deitados, além da falta de sistematização. Desse modo, o ajuste da velocidade de acordo com a função das características de cada área deve ser controlado, sendo analisados como parâmetros: tipo de solo, relevo, declividade, porte do canavial, comprimento do talhão e sua produtividade.

Segundo Belardo et al. (2015) outra maneira de aumentar a capacidade efetiva e operacional de colhedoras é colher mais de uma fileira sincronicamente, sendo assim necessário o desenvolvimento de máquinas apropriadas a colher duas fileiras para potencializar as eficiências operacionais, e que pode trazer outros reflexos positivos como o menor tráfego no talhão, menor compactação de solo, e, conseqüentemente, uma redução do custo de colheita.

Dalben (2011) relatou que o consumo de combustível por tonelada de cana-de-açúcar colhida foi 60% menor em colhedoras de duas fileiras, e que a capacidade operacional dessas máquinas obteve valores médios em torno de 80% superior às colhedoras de uma fileira.

Segundo Belardo (2015) a opção de admitir a colheita de fileiras duplas também traz algumas dificuldades e adaptações, como a necessidade de aumento da capacidade de recolhimento e processamento da colhedora, maiores níveis de perdas e, conseqüentemente, redução da qualidade da matéria-prima colhida, ajustes na logística para manter a colhedora no melhor nível operacional, entre outros.

De acordo com Pacheco (2000) o aumento da mecanização agrícola, torna-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias, o que acaba por exigir maior potência dos equipamentos, e atender as diversas atividades agrícolas, sendo

indispensável potencializar o gerenciamento para consequentemente aumentar a rentabilidade do negócio.

2.4 Eficiência de Campo

Atualmente, há uma necessidade de aumentar a eficiência em todos os setores da economia para a manutenção da competitividade, especialmente no setor agrícola. A otimização do projeto, adequação de maquinário, práticas de irrigação, desenvolvimento de sistemas de informação geográfica e de posicionamento global e muitas outras técnicas estão proporcionando à agricultura ganhos progressivos, permitindo expansão da produção com redução de áreas cultivadas (KLAVER et al., 2012).

Estudos feitos por Linhares et al. (2012) mostram que o planejamento operacional das atividades tem por objetivo estabelecer alternativas que propiciem o cumprimento das metas de produção que são determinadas por meio do conhecimento da eficiência e do desempenho operacional das máquinas e equipamentos utilizados na colheita. A eficiência de um sistema de colheita depende, basicamente, do ambiente onde o mesmo é trabalhado, e os principais fatores a serem considerados são o clima, o terreno, a espécie vegetal, a infraestrutura, o nível de desenvolvimento, a tradição do sistema utilizado.

Eficiência de campo é um importante critério para verificar a capacidade de campo e para tomar importantes decisões sobre o gerenciamento das máquinas (GRISSE et al., 2004).

Para Hunt (2001) a eficiência de campo é igual à eficiência de tempo, que é definida como a razão entre o tempo efetivamente usado e o tempo total disponível, quando se considera apenas as operações executadas dentro de campo de cultivo.

A capacidade de campo é aplicada a máquinas e implementos que, ao executarem uma operação agrícola, devem se deslocar cobrindo um determinado espaço. Desse modo, a capacidade de campo é dividida em capacidade de campo teórica, efetiva e operacional (MIALHE, 1974).

Asae (1983) define que capacidade teórica de campo é o estado quando uma máquina está trabalhando na função para a qual foi projetada, a uma determinada velocidade e utilizando toda a sua largura teórica. Enquanto a capacidade de campo efetiva é dada como a razão entre a cultura ou área trabalhada por uma unidade de tempo. E a eficiência de campo é definida como a razão entre a capacidade efetiva e a teórica Balastreire (1987).

De acordo com Smith (1965), os fatores que influem na eficiência de campo de uma máquina agrícola são: o método de operação; o formato do campo; o tamanho do campo; a capacidade teórica de operação; as condições de umidade da cultura; a produção do campo na época da colheita, por essas razões as eficiências de campo não são valores constantes para máquinas específicas, mas são muito variáveis.

Nos estudos feitos por Molin et al. (2006) constataram que a eficiência de campo indica o quão eficiente é o sistema no que diz respeito à influência dos tempos de manobra e descarregamento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização das áreas experimentais

O experimento foi realizado na região de Jaboticabal, SP, próximo às coordenadas geodésicas latitude 21°15' S e longitude 48°16' O, com altitude e declividade médias de 560m e 4%, respectivamente. O solo do local é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico horizonte A moderado, textura argilosa e relevo suave ondulado, de acordo com Embrapa (2013). O clima é definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, de acordo com a classificação de Peel et al. (2007).

Os dados foram coletados durante a colheita da safra 2016/2017, abrangendo quatro formatos de talhões (Figura 3), pertencentes a dois proprietários: - Área 1: Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão (FEPE), da UNESP/FCAV, Câmpus de Jaboticabal - SP, compreendeu o talhão de número 1 (T1 - trapezoidal), abrangendo área de 20,33 ha; Área 2: Família Revolti, compreendeu os talhões 2, 3 e 4 (T2 - paralelogramo, T3 - paralelogramo e T4 - paralelogramo), abrangendo áreas de 3,21, 4,44 e 1,47 ha para os talhões 2, 3 e 4, respectivamente.

Com exceção do talhão 1, todos os demais eram áreas de produção de cana de açúcar, arrendadas pelos produtores para o cultivo do amendoim.

Utilizou-se a cultivar IAC OL 3 (talhão 1) e IAC 503 (talhões 2, 3 e 4), semeadas no espaçamento de 0,9m entre linhas para ambos os talhões e densidade de semeadura de 22 sementes m^{-1} (talhão 1) e 25 sementes m^{-1} (talhões 2, 3 e 4).

Durante a colheita do amendoim foram determinados os valores médios para teor de água das vagens e do solo e produtividade, apresentados na Tabela 1.

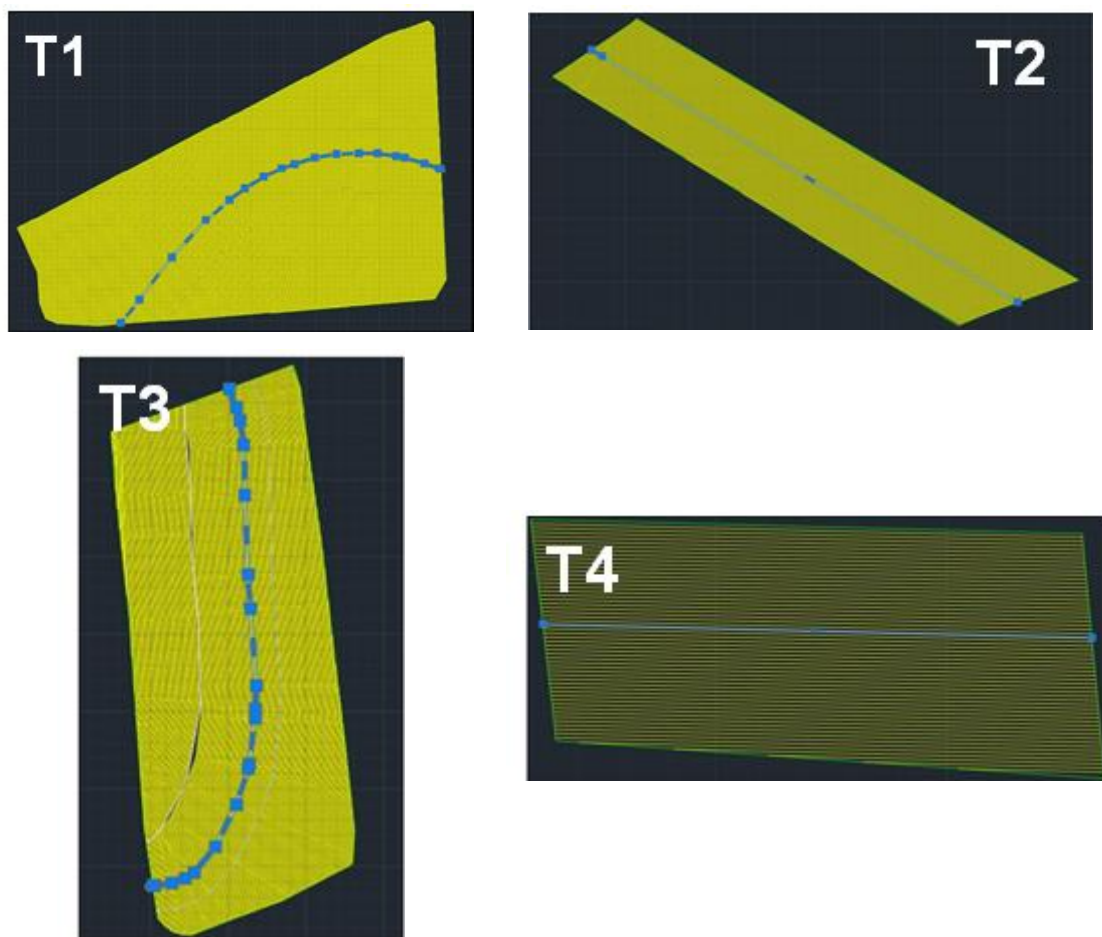


Figura 3. Áreas experimentais. T1: Talhão 1; T2: Talhão 2; T3: Talhão 3; T4: Talhão 4. Fonte: AgroCAD 2018.

Tabela 1. Teor de água das vagens e do solo e produtividade nos talhões avaliados.

Talhão	Teor de água (%)		Produtividade (kg ha ⁻¹)
	Vagens	Solo	
1 - Trapezoidal	39,20	9,50	4792,00
2 - Paralelogramo	40,70	26,70	5890,00
3 - Paralelogramo	49,80	27,70	6125,00
4 - Paralelogramo	63,40	17,20	6100,00

3.2 Máquinas utilizadas

Para a colheita mecanizada do amendoim, foram utilizadas as seguintes máquinas:

1. Arranquio mecanizado:

- T1: trator Massey Ferguson modelo 5310, 4x2 tração dianteira auxiliar (TDA), com 77,3 kW (105 cv) de potência no motor e arrancador-invertedor (2X1, arrancando duas linhas e formando uma leira) montado, Santal, modelo AIA-2, com acionamento pela TDP (tomada de potência), largura de trabalho de 1,8 m. O conjunto se deslocou à velocidade média de 4,5 km h⁻¹, com 1.600 rpm de rotação no motor, para se obter 540 rpm na TDP, devido à recomendação dos fabricantes deste equipamento;
- T2, T3 e T4: trator Massey Ferguson modelo 620, 4x2 TDA, com 77,3 kW (105 cv) de potência no motor e arrancador-invertedor (2X1, arrancando duas linhas e formando uma leira) montado BM-Dumont, modelo AIA BM-2, acionado pela TDP, largura de trabalho de 1,8 m, operando em velocidade média de 4,5 km h⁻¹, com 1.600 rpm de rotação no motor.

2. Recolhimento mecanizado:

- T1: trator Massey Ferguson modelo 7180, 4x2 TDA, com 132,4 kW (180 cv) de potência no motor, trabalhando à velocidade média de 5,5 km h⁻¹, com 2.000 rpm de rotação no motor e recolhedora-trilhadora Miac, largura de trabalho de 3,6 m modelo Double Master V (recolhendo 2 leiras), tracionada por um trator;
- T2, T3 e T4: trator New Holland modelo T7.205, 4x2 TDA, com 150,7 kW (205 cv) de potência no motor e recolhedora-trilhadora Miac modelo Double Master V, largura de trabalho de 3,6 m, modelo Double Master V (recolhendo 2 leiras). O conjunto se deslocou a 5,5 km h⁻¹, com rotação de 2.000 rpm no motor.

3.3 Avaliações realizadas

3.3.1 Tempos e Movimentos

Os tempos e movimentos para todos os talhões foram monitorados utilizando-se as premissas do Controle Estatístico de Processo, em que os pontos foram coletados em intervalos de tempos regulares para cada linha percorrida pelos conjuntos mecanizados trator-arrancador-invertedor e trator-recolhedora-trilhadora

O percurso realizado pelos conjuntos mecanizados (trator-arrancador-invertedor e trator-recolhedora-trilhadora) em cada um dos talhões foi monitorado com auxílio do aplicativo C7 GPS Dados, desenvolvido por pesquisadores do Laboratório de Geomática da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (RÉQUIA, 2013). As coordenadas foram registradas no sistema plano-cartesiano UTM (Universal Transverso de Mercator). Na Tabela 2 encontram-se as características dimensionais de cada talhão.

Tabela 2. Características dimensionais dos talhões avaliados. Fonte: BaseCamp™.

Talhão	Formato	Área (ha)	Linhas (m)*	Declividade média (%)
1	Trapezoidal	20,33	657,31	3,7
2	Paralelogramo	3,21	387,96	3,5
3	Paralelogramo	4,44	338,66	3,4
4	Paralelogramo	1,47	119,04	3,2

* Comprimento médio das linhas.

O mapeamento da área foi feito com o auxílio de um receptor de sinal GPS (*Global Positioning System*), da marca *Garmin*, modelo *eTrex™ 10*. Em seguida, foi utilizado o sistema computacional *Garmin BaseCamp™* para extrair as informações necessárias, tais como o perímetro da área, formato dos talhões, sentido da linha de colheita, comprimento médio de linhas e percurso de ambos os conjuntos mecanizados.

Foram coletados dados referentes a cada talhão, anotando-se os tempos e os movimentos durante toda a operação, incluindo os tempos de manobra e os tempos problema nas operações de arranquio (Tabela 3) e de recolhimento (Tabela 4).

Tabela 3. Tempos e movimentos realizados no arranquio mecanizado do amendoim. Fonte: Adaptado de Tavares et al. (2016).

Tempos	Movimentos
Arranquio (Ta)	Percurso desenvolvido pelo maquinário durante o arranquio do amendoim, desde o momento em que o equipamento se posiciona sob o solo arrancando as plantas para formação das leiras, até o momento em que o equipamento é levantado do solo.
Manobras (Tm)	Realização de manobras do conjunto mecanizado de uma linha para outra, desde o momento em que se levanta o equipamento do solo, no final da linha, até o reposicionamento do arrancador no solo para o início da outra linha.
Problema (Tp)	Máquinas parada para reparos e limpeza dos enleiradores (“carambolas”), esteira e facas do equipamento (tempo de manutenção); tempo necessário para resolução de imprevistos, tais como embuchamentos e/ou paradas para as necessidades físicas/fisiológicas do operador.
Total (Tt)	Percurso aferido desde o momento no qual o arrancador-invertedor inicia o trabalho (arranquio) até término da operação no talhão, incluindo os tempos de operação, de manobra e problema.

Tabela 4. Tempos e movimentos realizados no recolhimento mecanizado do amendoim. Fonte: Adaptado de Tavares et al. (2016).

Tempos	Descrição
Recolhimento (Tr)	Tempo demandado para o recolhimento do amendoim, compreendendo o tempo em que a plataforma do equipamento se mantém posicionada sob o solo recolhendo o material presente na leira, formado pelo arrancador-invertedor.
Manobras (Tm)	Tempo gasto para manobra do conjunto mecanizado de uma linha para outra, contado desde o momento em que se levanta o equipamento do solo, no final da linha, até o reposicionamento da mesma no solo no início da outra entrelinha.
Problema (Tp)	Tempo necessário para reparos e limpeza da recolhedora-trilhadora; tempo necessário para resolução de imprevistos, tais como embuchamentos e/ou paradas para necessidades físicas/fisiológicas do operador.
Descarga (Td)	Deslocamento da máquina até o transbordo e parada para o descarregamento, desde o momento em que a plataforma da recolhedora é retirada do solo até o momento em que ela é reposicionada sobre o solo para o reinício da operação.
Total (Tt)	Tempo no qual a recolhedora inicia o trabalho (recolhimento) até término da descarga, incluindo tempo operação, manobra, problema e descarga.

Os cálculos relacionados às operações em campo foram realizados com auxílio de planilha eletrônica *Microsoft Office Excel*® por meio de equações propostas por Asabe EP 496.3 (2011) e Mialhe (1974), apresentadas nas equações 1 a 13.

3.3.2 Capacidade de campo

As capacidades de campo efetiva e operacional para cada talhão, nas etapas de arranquio e recolhimento foram calculadas por meio das equações 1 e 2, adaptadas de Mialhe (1974) e Mialhe (1996).

$$CcE = \frac{A_t}{T_o} \quad (1)$$

$$CcO = CcE.Ec \quad (2)$$

em que:

CcE : Capacidade de Campo Efetiva ($ha\ h^{-1}$);

A_t : Área trabalhada (ha);

T_o : Tempo arranquio (T_a) ou Tempo recolhimento (T_r) em operação (h).

Ec : Eficiência de Campo (%);

CcO : Capacidade de Campo Operacional ($ha\ h^{-1}$).

3.3.3 Eficiência operacional, gerencial e global

Para calcular a eficiência de campo do arranquio e do recolhimento, bem como as eficiências gerencial e global para estas duas etapas, utilizou-se a metodologia descrita pelas normas da Asabe EP 496.3 (2011) conforme as equações 3 a 8. De acordo com Hunt (2001) a eficiência de campo é definida como sendo a relação entre as capacidades de campo efetiva e teórica de uma máquina. Já a eficiência gerencial representa a influência dos tempos parados sobre a operação, enquanto que a eficiência global expressa tempo total de campo disponível realmente está sendo utilizado para a colheita.

$$Eca = \left(\frac{Ta}{Ta + Tm} \right) \cdot 100 \quad (3)$$

$$Ecr = \left(\frac{Tr}{Tr + Tm + Td} \right) \cdot 100 \quad (4)$$

$$Ega = \left(\frac{Ta + Tm}{Ta + Tm + Tp} \right) \cdot 100 \quad (5)$$

$$Egr = \left(\frac{Tr + Tm + Td}{Tr + Tm + Td + Tp} \right) \cdot 100 \quad (6)$$

$$Egla = \left(\frac{Ta}{Ta + Tm + Tp} \right) \cdot 100 \quad (7)$$

$$Eglr = \left(\frac{Tr}{Tr + Tm + Td + Tp} \right) \cdot 100 \quad (8)$$

em que:

Eca: Eficiência de campo no arranquio (%);

Ta: Tempo produtivo da máquina realizando o arranquio (h);

Tm: Tempo de manobra (h);

Ecr: Eficiência de campo no recolhimento (%);

Tr: Tempo produtivo da máquina realizando o recolhimento (h);

Td: Tempo de descarga (h);

Tp: Tempo problema (h);

Egla: Eficiência global no arranquio (%);

Eglr: Eficiência global no recolhimento (%).

A porcentagem de tempo problema (*Tp*), de manobras (*Tm*) e de descarga (*Td*) foram obtidos por meio das equações 9 a 11.

$$Tp (\%) = \left\{ \frac{Tp}{To + Tm + Tp} \right\} \times 100 \quad (9)$$

$$Tm (\%) = \left\{ \frac{Tm}{To + Tm + Tp} \right\} \times 100 \quad (10)$$

$$Td (\%) = \left\{ \frac{Td}{To + Tm + Tp} \right\} \times 100 \quad (11)$$

em que:

Tp : Tempo problema (h);

To : Tempo em operação (h);

Tm : Tempo de manobra (h);

Td : Tempo de descarga (h).

Para a operação de recolhimento, foi adicionado o tempo de descarga no denominador para ambas as equações.

3.4 Análise dos resultados

3.4.1 Análise Descritiva

Para visualizar o comportamento geral dos dados, realizou-se a análise descritiva considerando todas as áreas avaliadas. Foram calculadas medidas de posição (média aritmética), de dispersão (desvio padrão, amplitude e coeficiente de variação), coeficiente de assimetria e curtose, além dos testes de normalidade de Anderson-Darling e Ryan-Joiner.

3.4.2 Controle Estatístico de Processo – CEP

Os resultados obtidos nas avaliações foram também analisados por meio das cartas de controle de valores individuais, utilizando-se o software *Minitab*® 16.

As cartas de valores individuais apresentam limites superior (LSC) e inferior (LIC) de controle, e uma linha central que representa a média geral. Os limites de controle, são calculados com base no desvio padrão da seguinte forma: para LSC, média mais três vezes o desvio-padrão; e para LIC, média menos três vezes o desvio-padrão, quando maior que zero. Se o processo estiver estável (dentro dos limites superior e inferior de controle) os pontos estarão entre as duas linhas, e quando o processo estiver instável (fora dos limites superior e inferior de controle) os pontos extrapolam o LSC e/ou LIC (MONTGOMERY, 2009).

O processo instável ou fora dos limites de controle pode ser explicado por meio do diagrama de Ishikawa de causa-efeito ou “espinha de peixe”, sendo explicado pelos fatores 6 M’s (máquina, mão de obra, medida, método, matéria-prima e meio).

No caso de cartas que envolvam valores em porcentagem, os limites oriundos do desvio padrão possam vir a ultrapassar os valores de 0 ou 100% e, neste caso, utilizou-se limites específicos (LEC), limitando quando necessário em 0 (limite específico inferior de controle – LEIC) e 100% (limite específico superior de controle – LESC) (COSTA, 2005), devido não haver eficiências maiores que 100% e menores que 0%.

Tomando-se como base as referências encontradas na bibliografia para os valores de eficiência de campo, gerencial e global para operação de colheita, foram adotados os limites superior e inferior especificados (Tabela 5).

Tabela 5. Limites especificados para os indicadores de qualidade.

Indicador de qualidade	LIE	Meta	LSE	Fonte
Eficiência de campo	60	67,5*	75	Balastreire, 2004
Eficiência gerencial	60	67,5*	75	Balastreire, 2004
Eficiência global	60	67,5*	75	Balastreire, 2004

* Valor médio dos limites especificados

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise descritiva

Devido à ausência de informações sobre o estudo de tempos e movimentos para a colheita do amendoim, apresenta-se a seguir a análise descritiva para todos os talhões avaliados.

Os valores médios para as eficiências de campo, gerencial e global do arranquio (Tabela 6) encontram-se dentro dos patamares observados na bibliografia em trabalhos de colheita mecanizada de outras culturas, como a soja (PAIXÃO et al., 2017) e o café (TAVARES et al., 2016). Com relação aos tempos de manobra, observa-se que os valores médios foram baixos em relação aos resultados encontrados por Tavares et al. (2016) em recolhimento mecanizado de café em quatro declividades, em que, ao se trabalhar em áreas de 10,1-15% e de 15,1-20% de declividade houve aumento nos tempos gastos em manobras na ordem de 37 e 106%.

Os valores médios encontrados para as eficiências de campo (77,7% e 76,07%) para arranquio e recolhimento, respectivamente, são considerados muito bons, indicando um bom aproveitamento de largura total de trabalho, bem como uma boa condução das máquinas pelos operadores (HUNT, 2001). De maneira análoga, os valores médios obtidos para as eficiências gerencial e global indicam que, comparado a outras culturas, o tempo em que as máquinas permaneceram paradas (eficiência gerencial) ou não efetivamente operando (eficiência global) foram baixos, o que também se observou pelas médias apresentadas na Tabela 6.

Analisando-se os resultados da estatística descritiva constata-se que, tanto para o arranquio quanto para o recolhimento (Tabela 6), todos indicadores de qualidade avaliados apresentaram elevados valores das medidas de dispersão, com valores de desvio padrão e coeficientes de variação (CV) considerados muito altos (PIMENTEL-GOMES & GARCIA, 2002), exceto para os indicadores eficiências de campo e gerencial, apresentando valores de desvio padrão e CV classificado como alto (21 a 30%).

Tabela 6. Análise descritiva para tempos, movimentos e eficiências na colheita mecanizada da cultura do amendoim.

IQ ¹		Média	σ	CV	Amplitude	Cs	Ck	RJ
Tempos e movimentos no arranquio	Ec ² (%)	77,70	20,35	26,19	89,84	-1,68	2,14	0,89 ^N
	Eg ³ (%)	86,90	23,85	27,44	98,49	-1,98	2,98	0,86 ^N
	Egl ⁴ (%)	69,44	25,99	37,42	99,73	-1,24	0,47	0,91 ^N
	Tm ⁵ (%)	17,45	15,33	87,87	89,84	2,15	5,92	0,89 ^N
	Tp ⁶ (%)	13,10	23,85	182,01	98,49	1,98	2,98	0,92 ^N
Tempos e movimentos no recolhimento	Ec ⁷ (%)	76,07	21,14	27,78	98,98	-1,57	1,90	0,90 ^N
	Eg ⁸ (%)	88,59	20,81	23,49	87,05	-1,97	2,90	0,87 ^N
	Egl ⁹ (%)	66,91	24,42	36,49	95,72	-0,90	-0,26	0,94 ^N
	Tm ¹⁰ (%)	20,63	19,53	94,66	82,86	1,52	1,67	0,91 ^N
	Tp ¹¹ (%)	11,43	20,82	182,19	87,05	1,97	2,89	0,91 ^N
	Td ¹² (%)	1,04	3,26	312,41	21,16	4,47	23,06	0,87 ^N

¹ - Indicador de qualidade; ² - Eficiência de campo no arranquio; ³ - Eficiência gerencial no arranquio; ⁴ - Eficiência global no arranquio; ⁵ - Tempo de manobra no arranquio; ⁶ Tempo problema no arranquio; ⁷ - Eficiência de campo no recolhimento; ⁸ - Eficiência gerencial no recolhimento; ⁹ - Eficiência global no recolhimento; ¹⁰ - Tempo de manobra no recolhimento; ¹¹ - Tempo problema no recolhimento; ¹² - Tempo descarga no recolhimento; σ - Desvio padrão; CV - Coeficiente de variação; Cs - Coeficiente de assimetria; Ck - Coeficiente de curtose; RJ - Teste de normalidade de Ryan-Joiner (N: distribuição normal; A: distribuição não normal).

Estes imprevistos ocorridos durante a operação de arranquio são atribuídos, as paradas devido ao acúmulo de massa vegetal nos invertedores de ramas causando embuchamentos no equipamento, sendo que o operador do conjunto mecanizado realizava paradas para a limpeza do mesmo. Uma vez que o tempo de paradas reflete nas eficiências de campo e gerencial, o alto valor do desvio padrão e CV para este indicador de qualidade irá refletir na grande variabilidade das eficiências.

Os tempos inesperados ocorridos durante a operação de recolhimento são atribuídos, como por exemplo, às paradas do conjunto mecanizado para embuchamentos no “rolo alimentador”, sendo causados devido alta umidade do material a ser recolhido e/ou presença de plantas daninhas, obrigando o operador executar a limpeza da

recolhedora-trilhadora para efetuar a operação com uma boa qualidade e evitar danificações às máquinas.

No que diz respeito aos coeficientes de assimetria (C_s) para o arranquio e recolhimento, apresentaram $C_s < 0$ (distribuição assimétrica à esquerda) para ambos os indicadores, exceto para tempos de manobra e problema.

Os valores positivos dos coeficientes de assimetria retratam que existem grande quantidade de valores baixos de tempos de manobra e problema, indicando a presença de poucos valores de tempos maiores. Este fato torna-se interessante por indicar que, na maior parte da operação, perdeu-se pouco tempo com manobras e paradas.

Uma vez que as eficiências de campo e gerencial são afetadas de maneira inversa pelos tempos de manobra e de paradas, o comportamento das eficiências indicou a presença de maior quantidade de valores mais elevados. Em relação à curtose (C_k), para as etapas de arranquio e recolhimento, observa-se que as funções probabilidade são todas leptocúrticas ($C_k > 0$), alongada ou afilada), exceto para o indicador de qualidade eficiência global no recolhimento.

De acordo com Oztuna et al. (2006), a não normalidade dos dados são observadas pelo valor do teste de Ryan-Joiner, que retratou valores distantes de zero.

Tabela 7. Análise descritiva dos tempos e eficiências no arranquio mecanizado do amendoim para cada talhão.

Talhão	Parâmetro	Ec ¹	Eg ²	Egl ³	Tm ⁴	Tp ⁵
1 (Trapezoidal)	Média	79,23	87,25	70,67	16,59	12,75
	σ	19,55	24,20	25,47	15,36	24,20
	CV	24,68	27,73	36,04	92,63	189,84
	Amplitude	89,84	98,49	99,73	89,84	98,49
	Cs	-1,77	-2,13	-1,25	2,00	2,13
	Ck	2,65	3,66	0,62	4,58	3,66
	RJ	0,88 ^A	0,84 ^A	0,92 ^A	0,88 ^A	0,90 ^A
Talhão	Parâmetro	Ec ¹	Eg ²	Egl ³	Tm ⁴	Tp ⁵
2 (Paralelogramo)	Média	76,70	78,73	63,78	14,95	21,27
	σ	25,22	27,09	31,39	16,95	27,09
	CV	32,89	34,41	49,21	113,35	127,33
	Amplitude	88,37	86,13	95,99	88,37	86,13
	Cs	-1,48	-1,21	-0,80	2,75	1,21
	Ck	0,93	0,41	-0,84	9,01	0,41
	AD	3,91 ^A	3,27 ^A	2,37 ^A	3,78 ^A	3,27 ^A
Talhão	Parâmetro	Ec ¹	Eg ²	Egl ³	Tm ⁴	Tp ⁵
3 (Paralelogramo)	Média	76,64	79,67	64,43	15,24	20,33
	σ	22,76	28,17	30,30	13,77	28,17
	CV	29,69	35,36	47,02	90,41	138,54
	Amplitude	77,21	93,70	97,56	58,24	93,70
	Cs	-1,21	-1,17	-0,80	1,46	1,17
	Ck	0,09	0,05	-0,74	1,54	0,05
	RJ	0,89 ^A	0,96 ^A	0,93 ^A	0,91 ^A	0,96 ^A
Talhão	Parâmetro	Ec ¹	Eg ²	Egl ³	Tm ⁴	Tp ⁵
4 (Paralelogramo)	Média	75,87	95,92	73,69	22,23	4,08
	σ	17,11	12,03	18,89	14,76	12,03
	CV	22,55	12,54	25,63	66,39	294,82
	Amplitude	87,60	81,47	96,81	87,60	81,47
	Cs	-2,54	-4,54	-2,29	3,10	4,54
	Ck	6,55	24,53	5,20	11,25	24,53
	RJ	0,80 ^A	0,78 ^A	0,83 ^A	0,79 ^A	0,84 ^A

¹ - Eficiência de campo no arranquio; ² - Eficiência gerencial no arranquio; ³ - Eficiência global no arranquio; ⁴ - Tempo de manobra no arranquio; ⁵ Tempo problema no arranquio; σ - Desvio padrão; CV - Coeficiente de variação; Cs - Coeficiente de assimetria; Ck - Coeficiente de curtose; RJ e AD - Teste de normalidade de Ryan-Joiner e Anderson-Darling, respectivamente (N: distribuição normal; A: distribuição não normal).

Na Tabela 7 são expressos os resultados de médias dos tempos e eficiências do arranquio mecanizado do amendoim para cada talhão. Verifica-se melhor resultado (79,23%) para o talhão 1 (trapezoidal), para o indicador eficiência de campo no arranquio. A diferença de 2,53, 2,59, 3,36%, nos talhões 2, 3 e 4, respectivamente, é explicada devido menores tempos problema, ou seja, poucas paradas para realizar a limpeza do equipamento. Isso faz com que o tempo em operação seja maior, aumentando-se a eficiência de arranquio. Vale ressaltar que o percentual representa o tempo em que o arrancador-invertedor encontra-se efetivamente em operação, descontando-se os tempos de manobra, manutenção e problema frente ao tempo total.

A eficiência gerencial indica a influência dos tempos sobre a operação de arranquio, na qual verifica o melhor resultado (95,92%) para o talhão 4 (paralelogramo) seguido pelo talhão 2 (paralelogramo), apresentando 78,73%. Estes resultados se devem pelo maior tempo de parada no talhão 2 (paralelogramo) em relação ao talhão 4 (paralelogramo), ocasionados pelos embuchamentos.

Para a eficiência global no arranquio, nota-se melhor resultado (73,69%) para o talhão 4 (paralelogramo), sendo explanado devido menores tempos parados para realizar a manutenção da máquina.

Na comparação entre talhões em relação ao tempo de manobra (T_m), verificou-se que foi apresentado o maior valor (22,23%) do talhão 4 (paralelogramo). A existência de linhas curtas, devido ao formato do talhão, aumenta a necessidade de manobras e, consequentemente, o tempo de manobra. Para Paixão et al. (2017) o T_m encontrado para a cultura da soja, para um talhão trapezoidal apresentou o maior valor, sendo igual a 36,52%, esse número foi relacionado à presença de um canal de vinhaça, o que dificultou o deslocamento contínuo da colhedora de soja, aumentando a necessidade de manobras.

Ao observar os valores em relação ao tempo problema, nota-se que o talhão 4 (paralelogramo) apresentou o menor valor (4,08%), enquanto que o talhão 2 (paralelogramo) apresentou o maior valor de 21,27%. Os elevados índices nos tempos de paradas, independente do formato do talhão, estão relacionados aos aspectos do

arranquio de amendoim, visto que é frequente a parada do conjunto mecanizado para efetuar limpeza dos invertedores de ramas, devido aos embuchamentos causados por acúmulo de massa vegetal da cultura de amendoim. Essas paradas são essenciais para garantir um processo de arranquio de melhor qualidade, entretanto, refletem negativamente nos índices de capacidade da operação.

Analisando os valores de assimetria (C_s), para a etapa do arranquio, apresentaram $C_s < 0$ (distribuição assimétrica à esquerda), para ambos indicadores de qualidade, exceto tempos de manobra e problema.

Observando os valores de C_k (Tabela 7), vê-se que para o indicador de qualidade eficiência global nos talhões 2 e 3, apresentaram funções probabilidade platicúrticas ($C_k < 0$, achatada), ou seja, a distribuição tem causas preocupantes, correspondendo ser relativamente fácil atingir valores que não se aproximam da média a vários múltiplos do desvio padrão.

Complementando os resultados, por meio do teste de normalidade de Ryan Joiner e Anderson-Darling, nota-se que para ambos os talhões e indicadores de qualidade, indicaram distribuição não normal dos dados, ou seja, valores de $RJ < 0,05$.

Na Tabela 8 são expressos os resultados de médias dos tempos e eficiências do recolhimento mecanizado do amendoim para cada talhão. Ao analisar a eficiência de campo na etapa do recolhimento nos quatro talhões, nota-se diferença de 19,88, 5,36, 8,59% a menos do talhão 3 (paralelogramo em relação aos talhões 1, 2 e 4 (trapezoidal, paralelogramo, paralelogramo, respectivamente), respectivamente.

Tabela 8. Análise descritiva dos tempos e eficiências no recolhimento mecanizado do amendoim para cada talhão.

Talhão	Parâmetro	Ec ¹	Eg ²	Egl ³	Tm ⁴	Tp ⁵	Td ⁶
1 (Trapezoidal)	Média	69,87	91,42	64,01	26,72	8,58	0,68
	σ	23,78	16,85	24,60	21,81	16,85	2,04
	CV	34,03	18,43	38,42	81,61	196,48	296,87
	Amplitude	93,98	87,05	95,72	82,86	87,05	8,81
	Cs	-1,11	-2,59	-0,88	1,05	2,59	3,06
	Ck	0,31	7,22	-0,22	0,12	7,22	8,35
	RJ	0,93 ^A	0,83 ^A	0,95 ^A	0,93 ^A	0,87 ^A	0,95 ^A
Talhão 2 (Paralelogramo)	Média	84,39	86,01	71,17	14,07	14,11	0,77
	σ	13,21	21,06	19,54	12,09	21,13	2,03
	CV	15,66	24,48	27,45	85,91	149,75	262,79
	Amplitude	47,89	62,15	60,59	42,51	62,15	6,81
	Cs	-1,90	-1,46	-0,57	1,43	1,44	2,88
	Ck	4,58	1,09	-0,76	2,64	1,01	8,46
	AD	0,802 ^A	1,43 ^A	0,31 ^N	0,53 ^N	1,42 ^A	3,10 ^A
Talhão 3 (Paralelogramo)	Parâmetro	Ec ¹	Eg ²	Egl ³	Tm ⁴	Tp ⁵	Td ⁶
	Média	89,75	86,09	76,85	8,25	13,91	0,99
	σ	6,92	25,87	25,07	5,99	25,87	1,88
	CV	7,71	30,05	32,62	72,59	185,98	189,04
	Amplitude	28,40	71,68	80,54	23,93	71,68	5,85
	Cs	-1,29	-1,67	-1,63	1,14	1,67	1,64
	Ck	1,67	1,14	1,30	1,16	1,14	1,32
	RJ	0,93 ^A	0,89 ^A	0,84 ^A	0,95 ^N	0,91 ^A	0,99 ^N
Talhão 4 (Paralelogramo)	Parâmetro	Ec ¹	Eg ²	Egl ³	Tm ⁴	Tp ⁵	Td ⁶
	Média	81,16	78,77	63,02	12,30	21,23	3,46
	σ	9,79	29,87	24,35	9,42	29,87	8,08
	CV	12,06	37,92	38,64	76,60	140,74	233,60
	Amplitude	31,23	75,05	65,03	34,53	75,05	21,16
	Cs	-1,72	-1,05	-0,67	1,01	1,05	2,06
	Ck	2,31	0,55	-1,17	1,76	-0,55	2,66
	RJ	0,87 ^A	0,98 ^N	0,93 ^N	0,95 ^N	0,98 ^N	0,98 ^N

¹ – Eficiência de campo no recolhimento; ² – Eficiência gerencial no recolhimento; ³ – Eficiência global no recolhimento; ⁴ – Tempo de manobra no recolhimento; ⁵ – Tempo problema no recolhimento; ⁶ – Tempo descarga no recolhimento; σ – Desvio padrão; CV – Coeficiente de variação; Cs – Coeficiente de assimetria; Ck – Coeficiente de curtose; RJ e AD – Teste de normalidade de Ryan-Joiner e Anderson-Darling, respectivamente (N: distribuição normal; A: distribuição não normal).

Essa diferença é explicada por apresentar formato paralelogramo, resultando poucas manobras do conjunto mecanizado, em relação aos outros talhões. Isso faz com que o tempo em operação seja maior, aumentando-se a eficiência de campo no recolhimento. Vale destacar que a eficiência de campo no recolhimento representa o percentual do tempo em que a recolhedora-trilhadora encontraram-se efetivamente em operação, descontando-se os tempos de manobra, problema e descarga.

No mesmo procedimento, Paixão et al. (2017), para a cultura de soja, encontrou resultados para os talhões trapezoidal e irregular na ordem de 72,70% e 71,42%, respectivamente, diferenciando-se do presente trabalho, demonstrando valores de ordem semelhantes. Já Araldi et al. (2013), utilizaram lavouras sistematizadas com nivelamento da superfície do solo em nível e desnível encontrou uma eficiência de tempos na média de 75,7% diferenciando-se em apenas 0,5% da eficiência encontrada para o talhão trapezoidal.

A eficiência gerencial indica a influência dos tempos sobre a operação de recolhimento, na qual nota-se o melhor resultado (91,42%) para o talhão 1 (trapezoidal) seguido pelo talhão 3 (paralelogramo) com 86,09%, talhão 2 (paralelogramo) com 86,01% e talhão 4 (paralelogramo) com 78,77%. Estes resultados se devem pelos maiores tempos de parada.

Para a eficiência global no recolhimento, nota-se melhor resultado (76,85%) para o talhão 3 (paralelogramo), havendo diferença de 12,84, 5,68 e 13,83% dos talhões 1, 2 e 4 (trapezoidal, paralelogramo e paralelogramo, respectivamente), respectivamente, sendo esclarecido por menores tempos parados para realizar as revisões necessárias na máquina para garantir uma operação de qualidade.

Ao se comparar os quatro talhões em relação ao tempo de manobra (T_m), nota-se que o talhão 1 (trapezoidal) apresentou o maior valor (26,72%). O sentido das linhas neste talhão desfavorecia o deslocamento mais contínuo do conjunto mecanizado, aumentando a necessidade de manobras e, conseqüentemente, o tempo de manobra. Segundo ARALDI et al. (2013), na cultura de arroz irrigado, o tempo consumido para manobras é de 11% do tempo da toda operação de colheita.

O tempo de parada, comparando os quatro talhões, observa-se que o talhão 1 (trapezoidal) apresentou o menor valor (8,58%), enquanto que o talhão 2, 3 e 4 (paralelogramo, paralelogramo e paralelogramo, respectivamente) apresentaram valores de 14,11, 13,91 e 21,23%, respectivamente. Os elevados índices nos tempos de paradas, independente do formato do talhão, está relacionado a peculiaridades da colheita de amendoim, em comparação com outros grãos, visto que é frequente a parada do conjunto mecanizado por embuchamentos no “rolo alimentador” causados devido o material estarem úmido e/ou presença de plantas daninhas. Essas paradas são fundamentais para garantir um processo de recolhimento de melhor qualidade, contudo, refletem negativamente nos índices de capacidade da operação.

Para o indicador tempo de descarga (T_d), vê-se que o talhão 4 (paralelogramo) apresentou o maior valor (3,46%), indicando maior tempo no processo de descarga da etapa do recolhimento para este talhão. Este fato ocorreu, devido ao tanque graneleiro permanecer muito cheio, conseqüentemente, demorando mais o processo de descarga.

Sobre os valores de CV, 75% dos resultados apresentados, indicaram valores muito altos. Contudo, em experimentos nos quais coletam dados de tempos e movimentos, regularmente são encontrados valores de CV de alto a muito alto, principalmente pelo motivo dos tempos e movimentos decorrerem em maiores ou menores tempos de manobra, problema e descarga de um ponto para outro e/ou de uma linha para a outra.

Verificando os resultados de C_s , as variáveis tempos de manobra, problema e descarga, apresentaram valores maiores que 0 ($C_s > 0$), indicando distribuição assimétrica à direita.

Sobre os valores de C_k , os indicadores de qualidade E_{gl} e T_p para os talhões 1, 2 e 4, apresentaram valores menores que zero ($C_k < 0$), evidenciando curvas da função de distribuição platicúrticas, na qual os pontos estão mais afastados da média nas cartas. Para os demais valores de C_k , as curvas da função de distribuição foram leptocúrticas, que caracterizam os pontos mais próximos da média na carta de controle.

O teste de normalidade de Ryan Joiner teve distribuição não normal para o talhão 1 em todos os indicadores de qualidade, apresentando valores menores de 0,05. Para o

talhão 2, o teste de normalidade de Anderson-Darling apresentou distribuição não normal para as variáveis Ec, Eg, Tp e Td. O talhão 3, utilizando o teste de normalidade de Ryan-Joiner, apresentou valores não normais para as variáveis Ec, Eg, Egl e Tp, e por fim, para o talhão 4, apenas a variável Ec mostrou distribuição não normal.

4.2 Análise das capacidades de campo operacional e efetiva.

Na Tabela 9 são apresentados os resultados da análise das capacidades de campo operacional e efetiva. Nota-se que no talhão 3 (paralelogramo) as capacidades de campo efetiva e operacional foram maiores em relação aos demais talhões. O formato e comprimento desse talhão permitiram melhor logística para execução da operação.

Tabela 9. Capacidades de campo efetiva e operacional no arranquio mecanizado da cultura do amendoim em diferentes formatos de talhões.

Variáveis	Talhões			
	Talhão 1	Talhão 2	Talhão 3	Talhão 4
CcE (ha h ⁻¹)	1,00	1,22	1,36	0,73
CcO (ha h ⁻¹)	0,79	0,94	1,04	0,55

CcE – capacidade de campo efetiva; CcO – capacidade de campo operacional. Talhão 1 – Trapezoidal; Talhão 2 – Paralelogramo; Talhão 3 – Paralelogramo e Talhão 4 – Paralelogramo.

Na Tabela 10 são apresentados os valores das capacidades de campo operacional e efetiva. Nota-se que no talhão 4 (paralelogramo) as capacidades de campo efetiva e operacional foram maiores em relação aos talhões avaliados, devido poucas paradas para manutenção e/ou limpeza da máquina, que possibilitaram uma melhor logística para o trabalho do conjunto mecanizado.

Tabela 10. Capacidades de campo efetiva e operacional no recolhimento mecanizado da cultura do amendoim em diferentes formatos de talhões.

Variáveis	Talhões			
	Talhão 1	Talhão 2	Talhão 3	Talhão 4
CcE (ha h ⁻¹)	0,41	2,36	2,49	3,37
CcO (ha h ⁻¹)	0,28	1,99	2,23	2,74

CcE – capacidade de campo efetiva; CcO – capacidade de campo operacional. Talhão 1 – Trapezoidal; Talhão 2 – Paralelogramo; Talhão 3 – Paralelogramo e Talhão 4 – Paralelogramo.

4.3 Análise das cartas de controle de valores individuais

Analisando-se as cartas de controle de valores individuais (Figura 4) para os talhões 1 e 4 (trapezoidal e paralelogramo, respectivamente) apresentaram pontos abaixo do limite inferior de controle (LIC), porém houve menor variabilidade geral, constata-se a existência de alta variabilidade dos valores de eficiência de campo do arranquio, exceto para o talhão 4 (paralelogramo), é explicado pelo fato de que os tempos de operação foram semelhantes, devido ao tamanho das linhas serem praticamente iguais e também correlacionado com menos tempo de parada (tempo problema).

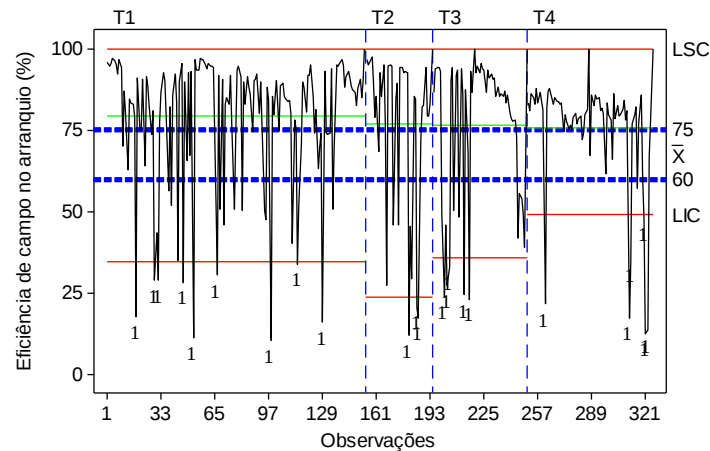


Figura 4. Cartas de controle de valores individuais para eficiência de campo no arranquio. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.

Em relação à eficiência de campo no arranquio (Figura 4), observa-se que em todos os talhões a quantidade de pontos dentro dos limites especificados foi baixa, variando entre 3,57% (talhão 3) a 13,63% (talhão 1). Isso demonstra que, independentemente do formato do talhão, a operação de arranquio é realizada, na maior parte do tempo, fora dos limites especificados de controle. Não obstante, percebe-se a existência de maior quantidade de pontos acima do LSE, o que na realidade demonstra um bom desempenho da operação de arranquio para todos os talhões.

Para as cartas de controle de valores individuais, a eficiência gerencial no arranquio apresentou pontos dentro dos limites de controle (Figura 3), indicando comportamento estável apenas para o talhão 2 (paralelogramo), com alta variabilidade dos dados, sendo ocasionados pelos tempos problema.

Porém, salienta-se que os talhões 1, 3 e 4 (trapezoidal, paralelogramo e paralelogramo, respectivamente), apresentaram ocorrência de pontos fora dos limites de controle, abaixo do limite inferior de controle para as cartas de valores individuais, sendo estes ocasionados devido aos embuchamentos na esteira vibratória e nos dedos condutores da máquina (fator máquina).

Segundo Voltarelli et al. (2013), o uso de cartas no acompanhamento do desempenho de operações agrícolas tem grande valor na análise de qualidade do processo, refletindo na percepção de pontos que excedem os limites de controle. Tal resultado auxilia na elaboração de um plano de melhorias a ser realizado.

No geral, confirma-se a presença de alta oscilação dos valores de eficiência gerencial no arranquio, exceto para o talhão 4 (paralelogramo), que apresentou menor variabilidade do processo em relação aos demais talhões, indicando uma melhor qualidade do processo, por haver menores paradas para realizar a limpeza do equipamento.

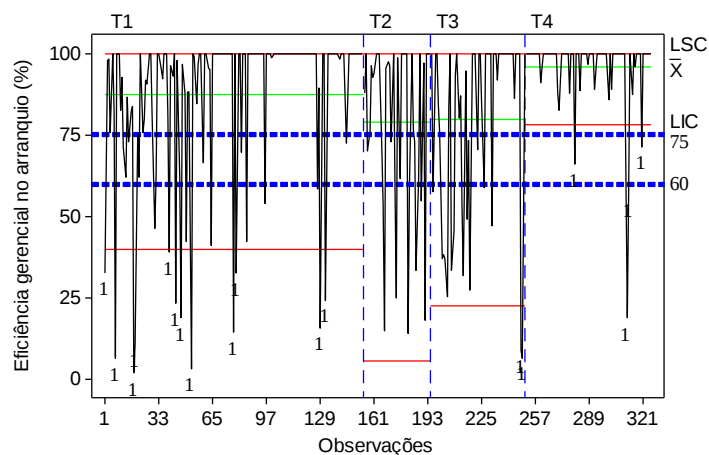


Figura 5. Cartas de controle de valores individuais para eficiência gerencial no arranquio. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.

Quanto à eficiência gerencial no arranquio (Figura 5), nota-se que para ambos os talhões apresentaram quantia baixa de pontos dentro dos limites especificados, entre 2,66-15,00%, sendo o menor valor para o talhão 4 e maior valor para o talhão 2. Contudo, há presença da maioria dos pontos, entre 40,00-94,60%, acima do LSE, apresentando um bom desempenho operacional para todos os talhões, exceto para o talhão 2, que teve uma maior quantidade dos pontos (45,00%) abaixo do LIE.

Para eficiência global no arranquio, as cartas de controle de valores individuais, apontaram pontos fora dos limites de controle (Figura 6) para os talhões 1 e 4 (trapezoidal e paralelogramo, respectivamente), indicando comportamento instável. Porém, apresentou menores variabilidades em relação aos talhões 2 e 3 (paralelogramo e paralelogramo). Estes pontos que ultrapassaram os limites de controle, são explanados devido a manutenção da máquina (limpeza na esteira vibratória), fator máquina.

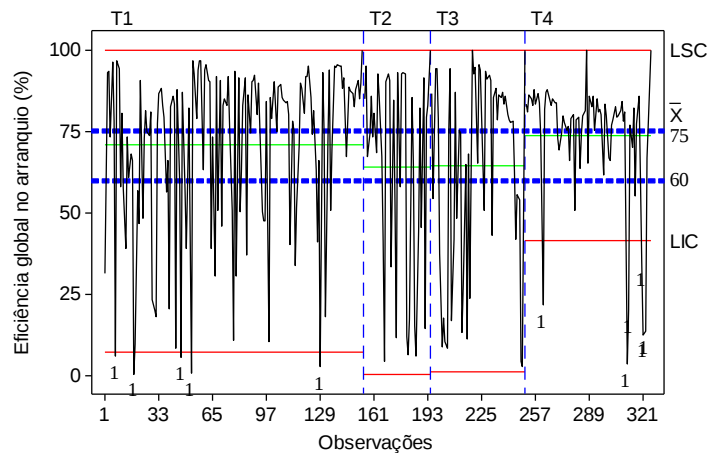


Figura 6. Cartas de controle de valores individuais para eficiência global no arranquio. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.

Sobre o indicador de qualidade eficiência global no arranquio (Figura 6), vê-se que apresentou uma maior quantidade de pontos entre os limites especificados de controle para todos os talhões em relação as variáveis eficiência de campo e gerencial para a etapa do arranquio, variando de 12,50-20,00%. Porém, consequentemente, teve-se uma quantia menor acima do LSE, oscilando de 41,56-69,30% em relação as variáveis citadas acima, reduzindo a eficiência operacional do conjunto mecanizado para ambos os talhões.

Em relação ao tempo de manobra, verifica-se que para todos os talhões nas cartas de controle de valores individuais houveram pontos fora dos limites de controle (Figura 7), caracterizando-se assim um processo instável em todos os talhões. Estes pontos fora

de controle são atribuídos, no talhão 1 (trapezoidal), ao fator mão de obra, pois havia outro conjunto mecanizado no local efetuando o arranquio, fazendo que o operador deslocasse para linhas que não foram arrancadas ainda, aumentando o tempo de manobra em relação aos demais.

Em referência aos talhões 2, 3 e 4 (trapezoidal, paralelogramo e paralelogramo, respectivamente), os pontos acima do limite superior de controle (LSC), são atribuídos ao fator meio ambiente, sendo que havia outra cultura instalada aos arredores dos talhões, apresentando carregadores curtos, dificultando a manobra em determinados pontos. Dentre os talhões que se houve a menor variabilidade, foi o talhão 3 (paralelogramo), por haver tempos de manobra semelhantes nos pontos coletados, acarretados por linhas semelhantes. Por outro lado, o talhão 2 (paralelogramo) se teve maior variabilidade, caracterizando o processo como o de menor qualidade, relacionado a oscilação dos tempos de manobra de cada ponto. Essa oscilação se deu devido à existência de talhões com cana de açúcar na vizinhança deste talhão, o que diminuía o espaço para a realização de manobras, fazendo com o operador tivesse que realizar maior quantidade de movimentos.

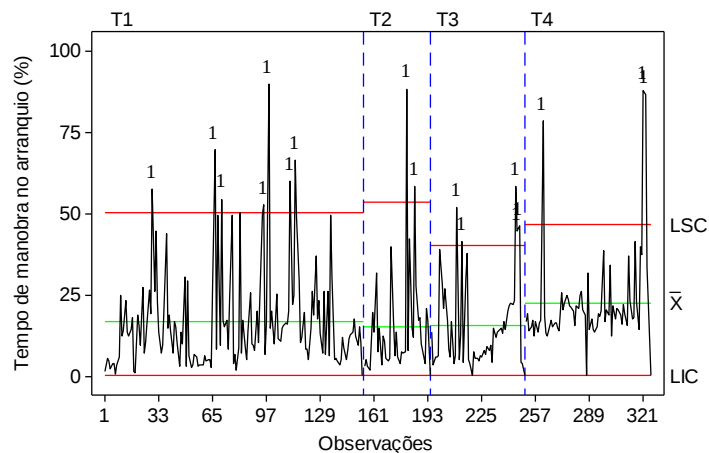


Figura 7. Cartas de controle de valores individuais para tempo de manobra no arranquio. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.

O talhão 2 (paralelogramo) manteve-se dentro dos limites superior e inferior de controle para o indicador de qualidade tempo problema no arranquio (Figura 8). Contudo, o talhão 2 (paralelogramo) apresentou maior variabilidade, indicando menor qualidade do processo, devido sucessivos embuchamentos e, conseqüentemente, longas paradas do operador para realizar a limpeza do mesmo.

Conforme apresentado na Figura 8, observa-se que os talhões 1, 3 e 4 (trapezoidal, paralelogramo e paralelogramo) relataram pontos fora do limite superior de controle, sendo considerado um processo instável e/ou fora dos limites de controle. Estes pontos estão atrelados ao fator máquina, acarretados por sequentes embuchamentos da máquina. Nota-se que o talhão 4 (paralelogramo), além de apresentar pontos fora dos limites de controle, indicou uma menor variabilidade em relação aos demais talhões, sendo considerado um método superior em relação as demais glebas.

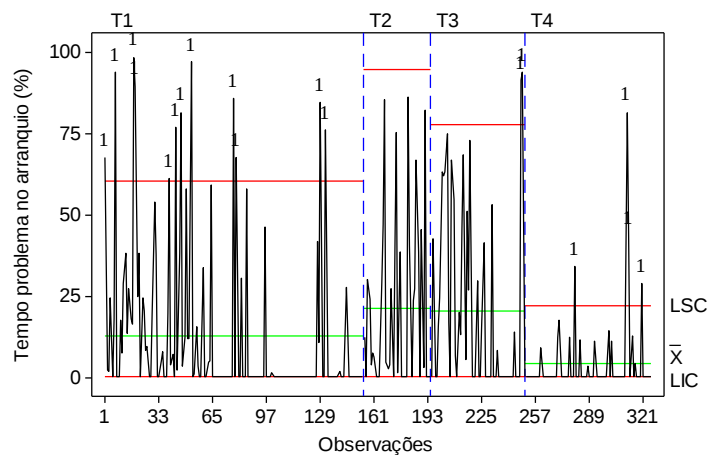


Figura 8. Cartas de controle de valores individuais para tempo problema no arranquio. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.

Expondo os resultados da operação de recolhimento mecanizado, em relação às cartas de controle de valores individuais, a menor variabilidade da operação é verificada para o talhão 4 (paralelogramo), para eficiência de campo no recolhimento, situação que retrata a melhor qualidade da operação (Figura 9). Porém, vê-se dois pontos abaixo do

limite inferior de controle, que são explicitados pelo fator mão de obra, devido aos menores tempos de manobra em relação aos demais.

Identifica-se que os talhões 1, 2 e 3 (trapezoidal, paralelogramo e paralelogramo, respectivamente) indicaram um processo estável, os pontos permaneceram dentro dos limites de controle. O talhão 3 (paralelogramo) apontou menor variabilidade em relação aos talhões 1 e 2 (trapezoidal e paralelogramo, respectivamente), demonstrando melhor qualidade do processo, enquanto que o talhão em que ocorreu maior variabilidade foi o talhão 1 (trapezoidal), o que está relacionado aos sucessivos embuchamentos no rolo alimentador da máquina (tempo problema).

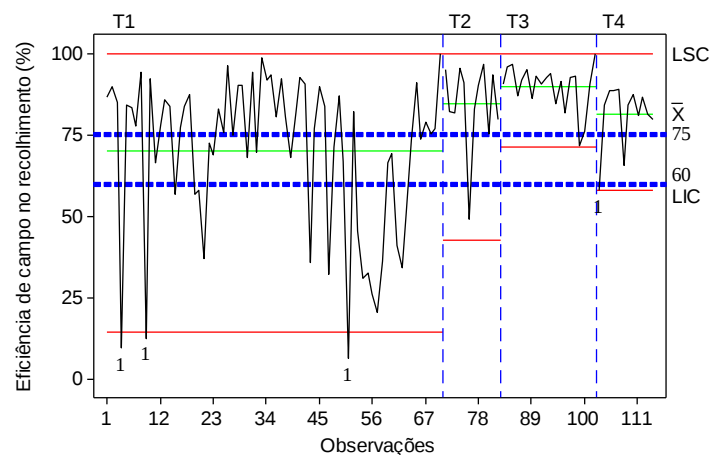


Figura 9. Cartas de controle de valores individuais para eficiência de campo no recolhimento. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.

Em relação à eficiência de campo no recolhimento (Figura 9), identifica-se que em todos os talhões a quantidade de pontos dentro dos limites especificados foi baixa, variando entre 0,00% (talhão 2) a 21,43% (talhão 1). Isso comprova que, altivamente do formato do talhão, a etapa do recolhimento é realizada, na maior parte do tempo, fora dos limites especificados de controle. Conquanto, nota-se a existência de maior quantidade de pontos acima do LSE, o que na prática confirma menores tempos de

manutenção das máquinas, apresentando um bom desempenho da operação para todos os talhões.

Para as cartas de controle de valores individuais, a eficiência gerencial no recolhimento notificou pontos dentro dos limites de controle (Figura 10), acusando comportamento estável para os talhões 2 e 3 (paralelogramo e paralelogramo, respectivamente), com alta variabilidade dos dados, indicando um processo de baixa qualidade. Entretanto, destaca-se que os talhões 1 e 4 (trapezoidal e paralelogramo, respectivamente), apesar da ocorrência de pontos fora dos limites de controle, apresentaram cerca de 6 e 2 pontos para os talhões 1 e 4 (trapezoidal e paralelogramo, respectivamente), respectivamente, abaixo do limite inferior de controle para as cartas de valores individuais, sendo ocasionados devido aos embuchamentos no rolo alimentador, sendo acarretados pelo mesmo motivo explícito no indicador de qualidade eficiência de recolhimento. Na preponderância, confirma a presença de alta oscilação dos valores de eficiência gerencial no recolhimento, exceto para o talhão 4 (paralelogramo), que apresentou menor variabilidade do processo em relação aos demais talhões, indicando uma melhor qualidade do processo, mesmo havendo dois pontos fora de controle.

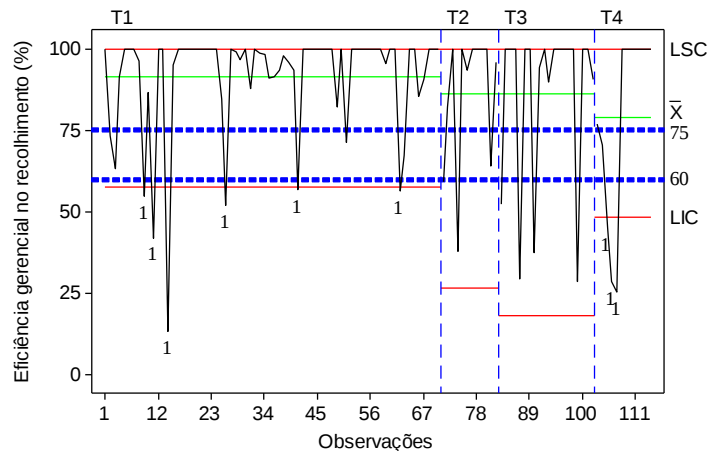


Figura 10. Cartas de controle de valores individuais para eficiência gerencial no recolhimento. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.

Sobre a eficiência gerencial no recolhimento (Figura 10), constata-se que em todos os talhões há alta quantidade de pontos acima do LSE, entre 66,66-85,70%, apresentando o maior valor para o talhão 1 e menor valor para o talhão 4, expondo uma média da eficiência operacional dos quatro talhões de 76,82%, sendo que, na prática, demonstrou um alto rendimento operacional para o conjunto mecanizado.

Para eficiência global no recolhimento (Figura 11), nota-se que todos os valores se situaram dentro dos limites de controle, exceto para o talhão 4 (paralelogramo), para as cartas de controle de valores individuais, no qual foram observados 2 pontos fora de controle, ultrapassando o limite inferior de controle. Estes pontos são atrelados ao fator mão de obra, pois teve que se deslocar para o local de descarga, onde estava o transbordo; porém, este talhão apresentou menor variabilidade em relação aos outros talhões. Notou-se que não houve pontos fora dos limites de controle nos outros talhões, indicando um processo estável, sendo que houve alta variabilidade para os talhões 1, 2 e 4 (trapezoidal, paralelogramo e paralelogramo, respectivamente).

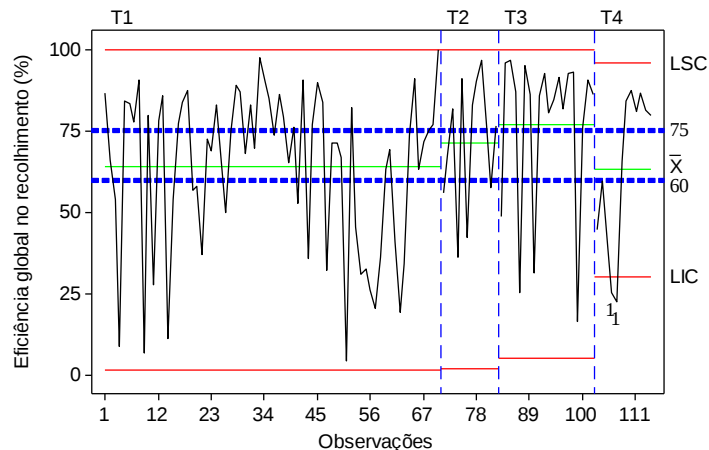


Figura 11. Cartas de controle de valores individuais para eficiência global no recolhimento. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.

Para a eficiência global no recolhimento (Figura 11), vê-se os talhões 2 e 3 apresentaram 58,30 e 80,00% dos pontos, respectivamente, acima do LSE, permitindo

uma melhor eficiência operacional para o conjunto trator-recolhedora-trilhadora. Já para os valores dentro dos limites especificados, há 8,33% para os talhões 2 e 4, 24,33% para o talhão 1 e 0,00% para o talhão 3, notando que têm-se uma maior quantia de pontos para este indicador de qualidade em relação as variáveis eficiências de campo e gerencial para a etapa do recolhimento.

Examina-se na Figura 12 que todos os valores se situaram dentro dos limites de controle, exceto para o talhão 1 (trapezoidal), para as cartas de controle de valores individuais, no qual foram observados 2 pontos fora de controle. Estes pontos, acima do limite superior de controle, são atribuídos ao fator mão de obra, pois haviam outros conjuntos mecanizados no local, tendo que aguardar a manobra dos mesmos para que o conjunto mecanizado que estava sendo monitorado efetuasse a manobra; este talhão apresentou maior variabilidade quanto aos demais talhões. Com referência aos outros talhões, repara-se que não aparece pontos fora dos limites de controle, mostrando um procedimento estável, sendo que o talhão 3 (paralelogramo) apresentou menor variabilidade dos dados.

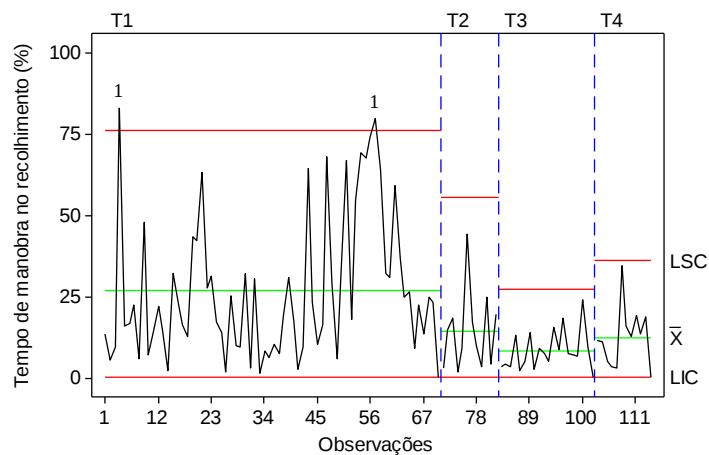


Figura 12. Cartas de controle de valores individuais para tempo de manobra no recolhimento. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.

Para o indicador de qualidade tempo problema no recolhimento, constata-se um processo estável para os talhões 2 e 3 (paralelogramo e paralelogramo, respectivamente) (Figura 13), indicando maior variabilidade para o talhão 3 (paralelogramo), consequentemente, apresentou um processo de baixa qualidade.

As cartas de controle de valores individuais nos talhões 1 e 4 (trapezoidal e paralelogramo, respectivamente), apresentaram pontos que excederam o limite superior de controle, que estão ligados ao fator meio ambiente para o talhão 1 (trapezoidal), devido alta quantidade de massa vegetal, ocasionando sequentes embuchamentos no “rolo batedor” (onde os “dedos batedores” ficam alojados), acarretando na parada do operador para realizar a limpeza da máquina para efetuar a operação com uma boa qualidade e, no talhão 4 (paralelogramo), decorreu ao fator máquina pelo motivo do deslocamento do conjunto mecanizado para realizar o descarregamento do tanque graneleiro da recolhedora-trilhadora para o transbordo, sendo que o transbordo estava cheio, pois havia outras máquinas realizando a mesma tarefa. Mesmo o talhão 1 (trapezoidal) indicando um processo instável, foi o que ocorreu menor variabilidade dos dados.

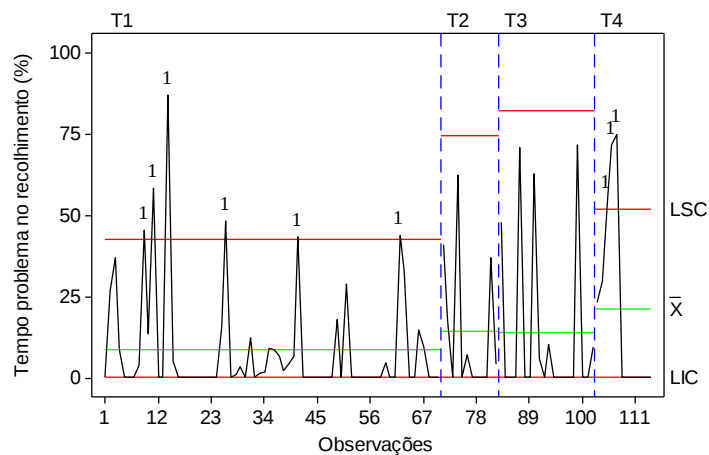


Figura 13. Cartas de controle de valores individuais para tempo problema no recolhimento. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.

O tempo de descarga no recolhimento (Figura 14) apontou comportamento instável durante a operação para todos os talhões, exceto para o talhão 3 (paralelogramo), apresentando pontos que extrapolaram o limite superior de controle para as cartas de controle de valores individuais. Este comportamento é perfeitamente compreensível, uma vez que a descarga ocorre em intervalos de tempos regulares, determinados pelo enchimento do tanque graneleiro da recolhedora. Desta forma, o fato de ocorrerem pontos fora de controle para o tempo de descarga não é ruim, exceto quando este tempo se torna muito elevado, o que ocorreu para os pontos 103 e 114, no talhão 4 (paralelogramo), e mesmo o talhão 1 (trapezoidal) apresentando um comportamento instável, houve menor variabilidade do processo em referência aos outros talhões.

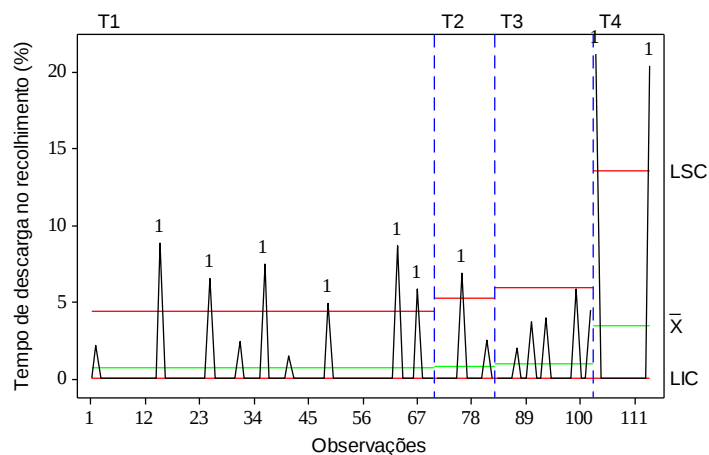


Figura 14. Cartas de controle de valores individuais para tempo de descarga no recolhimento. LSC: limite superior de controle, LIC: limite inferior de controle, $\bar{X}$: média dos valores individuais.

5. CONCLUSÕES

Sob o ponto de vista do Controle Estatístico de Processos, as eficiências de campo, gerencial e global no arranquio mecanizado do amendoim apresentaram melhor qualidade no decorrer do processo para o talhão 4 (paralelogramo), sendo este, melhor dimensionado para esta operação.

Os talhões 2, 3 e 4 (paralelogramo, paralelogramo e paralelogramo, respectivamente) apresentaram valores aceitáveis para eficiência de campo no recolhimento, sendo também os mais indicados para a etapa do recolhimento.

As eficiências de campo, gerencial e global no arranquio, e de campo e gerencial no recolhimento, apresentaram elevados valores acima dos limites específicos.

A eficiência global mostrou porcentagens intermediárias dentro desses limites especificados.

6. REFERÊNCIAS

- ARALDI, P. F.; SCHLOSSER, G. F.; FRANTZ, U. G.; RIBAS, R. L.; SANARALDI, P. F.; SCHLOSSER, G. F.; FRANTZ, U. G.; RIBAS, R. L.; SANTOS, P. M. Eficiência operacional na colheita mecanizada em lavouras de arroz irrigado. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 445-451, 2013.
- AMBROSANO, E. J.; CANTARELLA, H, AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMAS, E.A.; DIAS, F.L.F.; ROSSI, F.; TRIVELIN, P.C.O.; MURAOKA, T.; SACHS, R.C.C.; AZCÓN, R. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas. **Bragantia**, v. 8, n. 70, p. 810-818, 2011.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Yearbook of standards**. St. Joseph, 1983. p.835. (ASAE-EP, 391).
- BALASTREIRE, L. A. Máquinas agrícolas. Piracicaba, São Paulo: Manole, 2004.
- BARROZO, L. M.; ALVES, E. U.; GOMES D. P.; SILVA K. B.; PAZ D. S.; VIEIRA D. L. Qualidade sanitária de sementes de *Arachis hypogaea* L. em função de velocidades de arranquio e recolhimento. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 573-579, 2012.
- BELARDO, G. C. **Avaliação de desempenho efetivo de três colhedoras em cana-de-açúcar (*Saccharum ssp*) sem queima**. 2010. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.
- BERTIOLI, D. J.; SEIJO, G.; FREITAS, F. O.; VALLS, J. F.; LEAL-BERTIOLI, S. C.; MORETZSOHN, M. C. An overview of peanut and its wild relatives. **Plant Genetic Resources**, v. 9, n. 1, p. 134-149, 2011.
- BOLONHEZI, D.; SANTOS, R.C.; GODOY, I.J. Manejo cultural do amendoim. In: SANTOS, R.C. (Ed.). **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 193-244 p.
- BRAGACHINI, M.E.; PEIRETTI, J. **Mejoras en la Eficiencia de Cosecha de Maní**. Gacetilla de Prensa: 09/2008 – Marzo 2008. Disponível em: http://www.cosechaypostcosecha.org/data/gacetillas/2008/20080319_maní.asp. Acesso em 03 jun.2016.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos, safra 2015/2016, nono levantamento: junho/2016. Brasília: Conab, 2016.

DALBEN, L.C. Alternativas de colheita mecanizada com mais de uma linha. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR, 5., 2011, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília, 2001. 353 p.

FEREZIN, E. **Sistema eletrohidráulico para acionamento da esteira vibratória do arrancador-invertedor de amendoim.** 2015. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015.

GODOY, I. J. **Principais características de cultivares IAC.** Campinas: IAC, 2002

GODOY, I. J.; MORAES, S. A.; ZANOTTO, M. D.; SANTOS, R. C. Melhoramento em Amendoim. In: BORÉM, A. **Melhoramento de Espécies Cultivadas.** 1. ed. Viçosa: UFV, 2005. p.54-95.

GRISSE, R.D.; KOCHER, M.F.; ADAMCHUK, V.I.; JASA, P.J.; SCHROEDER. M.A. Field efficiency determination using traffic pattern indices. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 20, n. 5, p. 563-572, 2004.

HUNT, D. **Farm power and machinery management.** Donnell Hunt. Ames: Iowa state, 2001. 368 p.

KLAVER, P. P. C.; GARCIA, R. C.; JUNIOR, J. F. V.; JUNIOR, C. D. Programa computacional para a determinação da capacidade operacional de máquinas 90 agrícolas. **Revista Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 05, n. 01, p. 52 – 58, 2012.

LINHARES, M.; SETTE JÚNIOR, C. R.; CAMPOS, F.; YAMAJI, F. M. Eficiência e desempenho operacional de máquinas. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 212-219, 2012.

- Mialhe, L. G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1974, 301 p.
- Mialhe, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaios e certificações**. Piracicaba: CNPq-PADCT/TIB; FEALQ, 1996, p. 600 – 650.
- MINITAB. MINITAB Release 16: Meet MINITAB 16. MINITAB StatGuide; MINITAB Help. [S.l.]: Minitab., 2016.
- MOLIN, J. P.; CARREIRA P. T. **Metodologia para ensaios cinemáticos de receptores de GNSS utilizando um GPS RTK como referência**. Piracicaba, 2006.
- MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC. p. 100 – 200, 2009.
- NOGUEIRA, R.J.M.C.; TÁVORA, F.J.A.F.; ALBUQUERQUE, M.B.; NASCIMENTO, H.H.C.; SANTOS, R. C. **Ecofisiologia do Amendoim (*Arachis hypogaea* L.)**. In: SANTOS, R. C.; FREIRE, R.M.M.; LIMA, L.M. O Agronegócio do Amendoim no Brasil. Embrapa Algodão, 2013, p.81-113.
- OLIVEIRA JÚNIOR, E. D.; SEIXAS, F.; BATISTA, J. L. F. Produtividade de feller-buncher em povoamento de eucalipto em relevo acidentado. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 4, p. 905-912, 2009.
- OZTUNA, D.; ELHAN, A.H.; TUCCAR.E. Investigation of four different normality tests in terms of type 1 error rate and power under different distributions. **Turkish Journal of Medical Sciences**, v. 36, n. 3, p. 171-176, 2006.
- PACHECO, E. P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000.
- PAIXÃO, C. S.; VOLTARELLI, M. A.; SILVA, R. P.; TAVARES, T. O.; GÍRIO, L. A. S. Influence of the plots format on the performance index of the soybean combine harvester. **Engenharia Agrícola**, v. 37, n. 5, p. 961-972, 2017.
- PAIXÃO, C.S.S. **Tempos, movimentos e qualidade da operação de colheita mecanizada de soja em função do formato de talhões**. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

PATENTES ON LINE. Arrancador-invertedor de amendoim. Disponível em: <http://www.patentesonline.com.br/arrancador-e-invertedor-de-amendoim145161.html#resumo.html>. Acesso em: 08 jun. 2016.

PEEL M.; FINLAYSON B.; MCMAHON T. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. **Hydrol Earth Syst Sc.**, v. 11, n. 2, p. 1633-1644, 2007.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. FEALQ.Piracicaba, 2002, 309 p.

RÉQUIA, G. H. **Desenvolvimento de aplicativos CR Campeiro Móbile - Caso de teste: Sistema Operacional Android**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 333 p, 2009.

ROBERSON, G. T. Planting, harvesting, and curing peanuts. p.131-148. 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.

SANTOS, E.P.; SILVA, R.P.; FURLANI, C.E.A.; BERTONHA, R.S.; MEDEIROS; R.S. Perdas na colheita mecanizada de amendoim. In: Congreso Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería Agrícola, 9, 2010. **Anais...**, Vitória: SBEA, 2010. 1 CD.

SANTOS, N. B.; CAVALCANTE, D. S.; FERNANDES, H. C.; GADANHA JÚNIOR, C. D. Simulação da eficiência de campo da colheita mecanizada de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 29, n. 1, p. 09-13, janeiro-março, 2014.

SEGATO, S.V.; PENARIOL, A.L. **A cultura do amendoim em áreas de reforma de canavial**. In: Segato, S. V.; Fernandes, C.; Pinto, A.S. Expansão e Renovação de Canavial.Piracicaba: Editora CP 2, 2007, p. 85-116.

SILVEIRA, G. M.; YANAI, K.; KURACHI, S. A. H. Determinação da eficiência de campo de conjuntos de máquinas convencionais de preparo do solo, semeadura e cultivo.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 220-2245, 2006.

SRIVASTAVA, A. K.; GOERING, C. E.; ROHRBACH, R. P.; BUCKMASTER, D. R. **Fruit, nut, and vegetable harvesting**. Chapter 13. In: Engineering principles of agricultural machines, 2. ed., p. 437-490. St. Joseph, Michigan: ASABE. 2006.

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

TAVARES, T.O; SILVA, R. P.; SANTINATO, F.; SANTOS, A. F.; PAIXAO, C. S. S.; ALBUQUERQUE, V. S. Operational performance of the mechanized picking of coffee in four soil slope. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 48, p. 4857-4863, 2016.

TOLEDO, A.; FURLANI, C. E.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; DABDOUB, M. J. Comportamento espacial da demanda energética em semeadura de amendoim em Latossolo sob preparo convencional. **Engenharia Agrícola**, v. 12, n. 30, p. 459-467, 2010.

USDA. 2016. United States Department Of Agriculture. Peanut Area, Yield, and Production. Disponível em <
<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdreport.aspx?hidReportRetrievalName=BVS&hidReportRetrievalID=918&hidReportRetrievalTemplateID=1>>. Acesso em: 18 junho 2016.

VOLTARELLI, M. A.; SILVA, R. P.; ROSALEN, D. L.; ZERBATO, C.; CASSIA, M. T. Quality of performance of the operation of sugarcane mechanized planting in day and night shifts. **Australian Journal of Crop Science**, v. 7, n. 9, p. 1396-1406, 2013.

WESSLER, V.; MAHL, D.; OLIVATTI, B. M. (2007). **Influência da colheita mecanizada sobre impurezas e danos visíveis na cultura do amendoim**. In: Encontro sobre a cultura do amendoim, 4, Jaboticabal.