

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

**QUALIDADE OPERACIONAL DO RECOLHIMENTO
MECANIZADO DO AMENDOIM EM TRÊS SISTEMAS DE
PREPARO DE SOLO**

Armando Lopes de Brito Filho
Engenheiro Agrícola

2021

D
I
S
S.

/

B
R
I
T
O

F
I
L
H
O

A.
L.

2
0
2
1

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**QUALIDADE OPERACIONAL DO RECOLHIMENTO
MECANIZADO DO AMENDOIM EM TRÊS SISTEMAS DE
PREPARO DE SOLO**

Armando Lopes de Brito Filho

Orientador: Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva

Coorientadora: Dra. Franciele Morlin Carneiro

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).

B862q Brito Filho, Armando Lopes de
Qualidade operacional do recolhimento mecanizado do
amendoim em três sistemas de preparo de solo / Armando
Lopes de Brito Filho. -- Jaboticabal, 2021
77 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,
Jaboticabal
Orientador: Rouverson Pereira da Silva
Coorientadora: Franciele Morlin Carneiro

1. *Arachis hypogaea* L. 2. Colheita mecanizada. 3. Controle
estatístico de qualidade. 4. Impureza. 5. Perdas qualitativas. I.
Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecido autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: QUALIDADE OPERACIONAL DO RECOLHIMENTO MECANIZADO DO AMENDOIM EM TRÊS SISTEMAS DE PREPARO DE SOLO

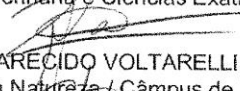
AUTOR: ARMANDO LOPES DE BRITO FILHO

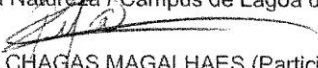
ORIENTADOR: ROVERSON PEREIRA DA SILVA

COORDINADORA: FRANCIELE MORLIN CARNEIRO

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


Prof. Dr. ROVERSON PEREIRA DA SILVA (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas (DECEX) / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. MURILO APARECIDO VOLTARELLI (Participação Virtual)
Centro de Ciências da Natureza / Câmpus de Lagoa do Sino - UFSCar - Buri/SP


Prof. Dr. ANDERSON CHAGAS MAGALHAES (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia Agrícola / FCAT / UNESP - Dracena/SP

Jaboticabal, 22 de fevereiro de 2021

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ARMANDO LOPES DE BRITO FILHO – nascido em 13 de novembro de 1995 na cidade de São Luís, Maranhão. Em 2014, ingressou no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão – CCAA/UFMA – Câmpus de Chapadinha, no curso de Engenharia Agrícola. Em julho de 2019, obteve o título de Engenheiro Agrícola. Durante a graduação possuiu bolsa de monitoria das disciplinas de Ecologia; Hidráulica Agrícola; e Irrigação e Drenagem, por conseguinte obteve bolsa de iniciação científica PIBIC/FAPEMA - Fundação de Amparo à Pesquisa ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – MA. Com a obtenção dessas bolsas o permitiu o desenvolvimento de trabalhos científicos, participações de eventos e projetos na área de irrigação e sustentabilidade na agropecuária com produção de energia renovável. Em março de 2019, iniciou o mestrado em Agronomia (Ciência do Solo), pela Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, sendo bolsista da CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Foi integrante do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA), localizado no Departamento de Engenharia e Ciências Exatas dessa instituição. Durante o mestrado participou e desenvolveu diversas pesquisas com ênfase em Mecanização Agrícola, Agricultura de Precisão e Sensoriamento Remoto.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”

Santa Madre Teresa de Calcutá

“Quem não pode fazer grande coisa, faça ao menos o que estiver na medida de suas forças; certamente não ficará sem recompensa.”

Santo Antônio de Pádua

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos meus pais, meus irmãos, minha família e amigos da minha cidade Chapadinha/MA que sempre acreditaram nos meus sonhos e me apoiaram em toda minha trajetória. Assim como também todos aqueles que me apoiaram durante o mestrado.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus, pois sem Ele, não seria a metade da pessoa que sou hoje e não teria chegado até onde eu cheguei. Agradecê-lo, por sempre está ao meu lado, cuidando de mim e dos meus, e tantas as vezes que não conseguia fazer nada sozinho e Ele foi lá e me ajudou. Por isso meu muito obrigado Senhor!

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo).

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Aos meus pais Armando Lopes de Brito e Ana Valéria Albuquerque Arruda de Brito por todo a minha criação, ensinamentos, incentivos que contribuíram para que eu chegasse até aqui. Aos meus irmãos João Fialho de Brito Neto e Elza Carolinne Arruda de Brito por todo apoio, carinho e amizade durante esses meus 25 anos de vida. E a minha namorada Franciele Carneiro, por ter estado ao meu lado durante esse período, me dando forças e sempre sendo compreensiva perante minhas imperfeições. E a todos meus familiares e amigos.

Ao meu grande Orientador Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva, por quem adquiri uma grande estima e respeito, pela a pessoa e profissional que se mostrou ser. Agradeço por suas orientações, ensinamentos, conversas e experiências de vida que nos proporcionou criar uma amizade. Meu muito obrigado, e tenha certeza que hoje sou profissional melhor porque me ensinaste.

A minha coorientadora Dra. Franciele Morlin Carneiro pela paciência e disponibilidade para colaborar com o desenvolvimento desse trabalho. Assim como também à banca examinadora nas pessoas dos Professores Dr. Rouverson Pereira da Silva, Dr. Murilo Aparecido Voltarelli e Dr. Anderson Chagas Magalhães, pelas suas disponibilidades em acompanhar, avaliar e contribuir com esse trabalho.

Aos meus amigos e parceiros do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola, Adão Felipe dos Santos, Alex Rangel, Aline Alcântra, Bruno Rocca, Danilo

Tedesco, Edcarla Nicolau, Francielle Morelli, Jarlyson Sousa, Jean Oliveira, João Godinho, João Paulo Donadelli, Letícia Barnabé, Luan Oliveira, Mailson Oliveira, Marcelo Barbosa Junior, Samira Almeida, Rafael De Graaf e aos professores Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani e Cristiano Zerbato, enfim, a toda equipe do LAMMA pois sem à ajuda de vocês não teria sido capaz de realizar esse trabalho. Obrigado pelo espírito de unidade, parceria, amizade e ensinamentos que vocês transmitiram.

Aos amigos da República Toca Fogo, Jarlyson Brunno, João Godinho, Mailson Oliveira, Edgard Silva, Ancelmo Cazuza, Letícia, Samira e Helena, amizades sinceras pela qual levarei em toda minha vida. E a todos os amigos que conquistei nesse período que estive aqui em Jaboticabal.

A todos que contribuíram de forma direta e indiretamente, o meu muito obrigado e os meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	v
1. INTRODUÇÃO	36
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	38
2.1 Produção e manejo do amendoim	38
2.2 Colheita mecanizada de amendoim	39
2.3 Recolhimento mecanizado	40
2.4 Controle Estatístico de Qualidade (CEQ)	41
3. MATERIAL E MÉTODOS	43
3.1 Descrição da área experimental	43
3.2 Equipamentos e operações realizadas	43
3.3 Delineamento experimental	46
3.4 Indicadores de qualidade	46
3.5 Análises estatísticas	48
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4.1 Análise descritiva	51
4.2 Controle Estatístico de Qualidade (CEQ)	54
4.2.1 Gráficos sequenciais (Run charts)	54
4.2.2 Cartas de controle de valores individuais	56
4.2.3 Análise de capacidade	60
4.2.4 Diagrama de Ishikawa (causa e efeito)	68
5. CONCLUSÕES	71
6. REFERÊNCIAS	72

QUALIDADE OPERACIONAL DO RECOLHIMENTO MECANIZADO DO AMENDOIM EM TRÊS SISTEMAS DE PREPARO DE SOLO

RESUMO – A colheita mecanizada é uma das etapas mais importante do ciclo de produção, sendo considerada uma operação dinâmica, e sujeita a perdas devido à influência de diversos fatores que afetam em sua qualidade. Com isso, objetivou-se com este trabalho, avaliar a qualidade do recolhimento mecanizado do amendoim em três sistemas de preparo de solo, utilizando ferramentas do Controle Estatístico de Qualidade (CEQ). O experimento foi conduzido na safra 2019/2020, em área de produção agrícola, para fins comerciais, no município de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, no qual o delineamento experimental seguiu-se as premissas do CEQ, coletando-se 26, 29 e 30 pontos amostrais nos preparos convencional (PC), com uso de rotocanteirador (PR) e com a enxada rotativa (PER), respectivamente. Os pontos tiveram o distanciamento entre si de 80 m de comprimento. Os indicadores de qualidade foram as amostras coletadas, ao longo do tempo, dentro do tanque graneleiro e o teor de água da vagem. As análises estatísticas usadas foram a estatística descritiva; e a qualidade do processo foi monitorada por meio de gráficos sequenciais (*run charts*), cartas de controle de valores individuais, capacidade do processo e o diagrama de Ishikawa. Pelas cartas de valores individuais, o processo foi considerado estável para os indicadores: vagens inteiras (PC, PR e PER), vagens quebradas (PC, PR e PER) e vagens chochas (PC, PR e PER) enquanto os demais indicadores apresentaram pontos fora de controle, demonstrando que a instabilidade pode estar vinculada à ação de algum fator externo. Desta maneira foi constatado, que o preparo de solo influenciou na qualidade da operação do recolhimento do amendoim, no qual o preparo que obteve maior qualidade foi o PER, por ter apresentado para a maioria dos indicadores menores variações. Pela análise de capacidade, o indicador vagens quebradas (PER) foi considerado capaz de se manter entre os limites de tolerância a curto e longo prazo. Além do mais, com a aplicação das ferramentas do CEQ foi possível identificar as causas que ocasionaram o aumento da variabilidade da colheita do amendoim, elencando os pontos a serem melhorados para o suporte na tomada de decisão, visando pelo aumento da qualidade desta operação.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L., Colheita mecanizada, Controle estatístico de qualidade, Impurezas, Perdas qualitativas

OPERATIONAL QUALITY OF MECHANIZED PEANUT COLLECTION IN THREE SOIL TILLAGE SYSTEMS

ABSTRACT – Mechanized harvesting is one of the essential stages in the production cycle. It is considered a dynamic operation and subject to losses due to several factors that affect its quality. With this work, the objective was to evaluate the quality of the mechanized peanut gathering in three soil preparation systems, using Statistical Quality Control (CEQ) tools. The experiment was conducted in the 2019/2020 harvest, in an agricultural production area, for commercial purposes, in the municipality of Ribeirão Preto, State of São Paulo, where the experimental design followed the premises of the CEQ, collecting 26, 29, and 30 sample points in the conventional tillage (PC), with the use of rotary tillers (PR) and with the rotary hoe (PER), respectively. The points were 80 m apart. The quality indicators were the samples collected over time, inside the bulk tank, and the pod's water content. The statistical analyses used were descriptive statistics, and the quality of the process was monitored through sequential graphs (run charts), individual value control charts, process capability, and the Ishikawa diagram. By the individual value charts, the process was considered stable for the indicators: whole pods (PC, PR, and PER), broken pods (PC, PR, and PER), and bumpy pods (PC, PR, and PER) while the other indicators presented out of control points, demonstrating that the instability can be due to the action of some external factor. In this way, it was verified that the soil preparation influenced the quality of the peanut gathering operation, in which the preparation that obtained the highest quality was the PER, for having presented for most of the indicators minor variations. By the capability analysis, the broken beans indicator (PER) was considered able to keep between the short and long term tolerance limits. Furthermore, with the application of the CEQ tools, it was possible to identify the causes that caused the increase in peanut harvest variability, listing the points to be improved for decision making support, aiming at increasing the quality of this operation.

Keywords: *Arachis hypogaea* L., Mechanized harvesting, Statistical quality control, Impurity, Quality losses

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Localização da área experimental situada no município de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, Brasil.	43
Figura 2. Rotocanteirizador (a) e enxada rotativa (b). Equipamentos utilizados na confecção de canteiros.	44
Figura 3. Dimensões dos canteiros para os preparos com enxada rotativa (a) e rotocanteirizador (b).	45
Figura 4. Avaliação das perdas em função da classificação dos indicadores de qualidade.	46
Figura 5. Comportamento dos indicadores de qualidade por meio de blox-pot e da análise descritiva em função do preparo do solo. M (Média); Med (Mediana); S (Desvio-padrão); CV (Coeficiente de variação); Cs (Coeficiente de assimetria); Ck (Coeficiente de curtose); RJ (Teste de normalidade por Ryan-Joiner), sendo N (Distribuição normal com valor de $p > 0,10$) e A (Distribuição não normal com valor maior que $p < 0,10$). ¹ Qualidade dos indicadores de qualidade: VI (vagens inteiras), VQ (vagens quebradas), VC (vagens chochas), GS (Grãos Soltos), IV (impureza vegetal), IM (impureza mineral), TA (teor de água) da vagem.	52
Figura 6. Cartas de valores individuais para (a) vagens inteiras; (b) vagens quebradas; (c) vagens chochas; (d) grãos soltos; (e) para impureza vegetal e (f) impureza mineral em função do preparo do solo. LSC: Limite Superior de Controle; LIC: Limite Inferior de Limite Inferior de Controle; $\bar{x}$: média simples aritmética.	58
Figura 7. Análise de capacidade do processo para o indicador vagens inteiras (%) proveniente do recolhimento do amendoim.	61
Figura 8. Análise de capacidade do processo para o indicador vagens quebradas (%) proveniente do recolhimento do amendoim.	64
Figura 9. Análise de capacidade do processo para o indicador vagens chochas (%) proveniente do recolhimento do amendoim.	65
Figura 10. Análise de capacidade do processo para o indicador grãos soltos (%) proveniente do recolhimento do amendoim.	66
Figura 11. Análise de capacidade do processo para o indicador impureza vegetal (%) proveniente do recolhimento do amendoim.	67
Figura 12. Diagrama de causa e efeito para a qualidade das vagens da colheita mecanizada de amendoim.	69

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Operações realizadas em função do preparo do solo.....	44
Tabela 2. Caracterização das regulagens utilizadas para a confecção dos canteiros em função do equipamento.	45
Tabela 3. Caracterização do material colhido no tanque graneleiro da recolhadora de amendoim.	47
Tabela 4. Limites específicos de controle para a capacidade do processo da colheita mecanizada de amendoim.....	50
Tabela 5. Análise de padrões não aleatórios com gráficos sequencias para os indicadores de perdas qualitativas em diferentes preparos.....	55

1. INTRODUÇÃO

Dentro do ciclo de produção agrícola, uma das operações que mais se destaca é a colheita, por estar diretamente ligada ao rendimento econômico de uma propriedade rural, tendo em vista que, quando esta operação é realizada de forma negligenciada, pode acarretar enormes prejuízos para o produtor. Desta forma, cada vez mais vem se buscando alternativas para a melhoria da qualidade das operações agrícolas no campo, detectando-se possíveis causas que levam o processo a apresentar variabilidade não esperada e, posteriormente corrigi-las, visando à redução das perdas geradas pela atividade mecanizada e os impactos por ela causados.

Entre as culturas mais produzidas mundialmente, destaca-se a do amendoim, sendo sua colheita, quando feita de forma mecanizada, considerada indireta, por necessitar de mais de uma operação para ser feita, sendo neste caso o arranquio e o recolhimento. Assim como em outras operações agrícolas, essas também sofrem influência de causas naturais e/ou especiais, que levam o processo a ter perdas. Entretanto, as únicas causas de variação que são passíveis de correção são as chamadas causas especiais, ocasionadas por fatores externos durante a execução do processo. As perdas no recolhimento de amendoim podem ser em quantitativas, representadas pelo produto que ficou no campo e não chegará à indústria, e qualitativas, que estão relacionadas aos padrões de qualidade exigidos pela indústria para o grau de satisfação da matéria prima.

Desta maneira é muito comum encontrar na bibliografia trabalhos que utilizam as perdas quantitativas como um indicador de qualidade e, por meio delas, observar as variações existente no processo e, assim, pelo comportamento dos resultados, tomar ações de correções que possam permitir controlar esse indicador dentro níveis aceitáveis. Logo, na colheita de amendoim, o arranquio é a etapa mais estudada, devido à maior ocorrência de perdas quando comparadas ao recolhimento. Deste modo, observa-se na bibliografia a carência de trabalhos referentes ao recolhimento mecanizado de amendoim, como também a utilização das perdas qualitativas como indicador de qualidade na avaliação da variabilidade do processo de colheita.

Por se apresentar como a última operação mecanizada do sistema de produção agrícola de uma propriedade rural, a colheita tem influência de todas as operações anteriores, destacando-se o preparo de solo, no qual são realizadas operações objetivando fornecer condições ideais para a implantação e desenvolvimento das culturas. Assim, tal ação pode influenciar diretamente na qualidade do produto colhido, como também na produtividade, sendo que, no momento do recolhimento do amendoim, conforme estejam as condições da área a ser trabalhada, pode haver o favorecimento da retirada do produto do campo, minimizando as perdas.

Em relação à cultura do amendoim, no Brasil, o tipo de preparo do solo mais utilizado é o convencional, com realização de aração e gradagem. Nesse tipo de preparo, ocorre o revolvimento do solo, com o corte das camadas superficiais, favorecendo a aeração e preenchimento dos espaços porosos com água, possibilitando melhores condições de desenvolvimento das culturas. Porém, em outras partes do mundo é comum encontrar o cultivo do amendoim em canteiros com a utilização de máquinas que promovem a rotatividade. Esta operação, favorece maior mobilização do solo e maiores pulverizações de torrões.

Dentre os estudos existentes, pouco se tem explorado o efeito do preparo de solo na qualidade da operação da colheita do amendoim. Desta forma, considerando-se que a confecção de canteiros proporciona maior mobilização do solo, e que isto pode facilitar o desenvolvimento e o arranquio das vagens de amendoim, supõe-se que a operação de recolhimento apresentará melhores percentuais na qualidade do material colhido, uma vez que as qualidades físicas e fisiológicas das vagens serão melhores preservadas pelos canteiros, bem como poderá haver menor ocorrência de impurezas no processo de recolhimento. Portanto, objetivou-se com este trabalho, avaliar a qualidade operacional do recolhimento mecanizado do amendoim quando realizado em três sistemas de preparo de solo, utilizando ferramentas do controle estatístico de qualidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produção e manejo do amendoim

O amendoim, uma das principais oleaginosas produzidas no mundo, destaca-se como importante matéria-prima para a indústria alimentícia e de biodiesel em decorrência do seu alto valor energético (Santos et al., 2012; Santos et al., 2013). Em virtude da alta importância socioeconômica da cultura, o cultivo do amendoim é realizado em larga escala, tendo como principal produtora a China, com 38% da produção mundial, seguida da Índia, com 13,7%, Nigéria, com 7,6% e Estados Unidos com 5,4% de toda a produção deste grão (USDA, 2020).

Neste ranking, o Brasil é o décimo quarto, com produção estimada em 558,4 mil toneladas, no qual cerca de 94% da produção do país é produzida pelo Estado de São Paulo, que ocupa 94% da área semeada (CONAB, 2020). Isto é devido à facilidade para a rotação de culturas condizente ao seu ciclo curto (aproximadamente 120-140 dias após a semeadura) e uma produção totalmente mecanizada, onde se encontra geralmente cultivada em sucessão com a cana-de-açúcar no estado de São Paulo (Ambrosano et al., 2011).

A utilização da mecanização agrícola é um importante aliado para a otimização da capacidade operacional (Emami et al., 2018), pois melhora a agilidade na realização de serviços pesados, influenciando diretamente na eficiência das propriedades. E, em consequência disso, apresentam crescente desenvolvimento das propriedades agrícolas com técnicas de manejo adequado (Cunha, 2015).

Outro fator que contribui para o desenvolvimento da cultura no estado, é o sistema de plantio de MEIOSI (Método Interrotacional Ocorrendo Simultaneamente) em que intercala lavoura de interesse agrônômico e econômico (principalmente soja e amendoim) com o canavial, visando a diminuição de custos de implementação e para a melhoria da área de cultivo, tais como, microbiota e biota do solo, condições físicas e químicas do solo como também o sistema de logística (Sociedade Nacional de Agricultura, 2016). Uma vez que, a cana-de-açúcar é uma das principais culturas do Estado de São Paulo.

Desta maneira, considerando as características peculiares da cultura do amendoim, que tem frutificação hipógea, faz-se necessário um ambiente que proporcione bom desenvolvimento radicular. Para isso é indispensável a realização do preparo do solo de forma adequado, que seja capaz de proporcionar condições favoráveis para o desenvolvimento da cultura, aumento da produtividade e redução de suas perdas (Carvalho et al., 2014; Ormond et al. 2018).

Contudo, ainda são poucos os trabalhos avaliando os diferentes manejos para esta cultura no Brasil, no qual boa parte é realizado com o preparo convencional logo após a sucessão da cana-de-açúcar (Fachin et al., 2014; Ormond et al., 2018). Entretanto, pesquisas realizadas em outros países, como, Estados Unidos (Brandenburg et al., 1998; Sorensen et al., 2010; Jackson et al., 2011; Truman et al., 2012) e China (Shen et al., 2016; Huang et al., 2018; Wang et al., 2018; Shen et al., 2019), já buscam a implementação de práticas que possam melhorar a qualidade dos solos, proporcionando condições favoráveis para o desenvolvimento da cultura.

Dentre as pesquisas feitas com o preparo do solo, foi observado que a utilização de canteiros podem ser uma ótima medida para melhorar o desempenho da cultura (Jordan e Jhonson, 2006; Jackson et al., 2011), como também a qualidade da operação de colheita. Em que conforme Carvalho Filho et al. (2007), a maior mobilização do solo por parte da confecção dos canteiros possibilita maior área de exploração do sistema radicular e consequentemente aumento de produtividade, como demonstrado por Rós (2017) na cultura da batata-doce, nos quais os canteiros proporcionaram maiores benefícios para cultura.

2.2 Colheita mecanizada de amendoim

Dentre os sistemas mecanizados agrícolas, a colheita é tida como uma das etapas mais relevantes e cruciais, uma vez que garante o retorno do investimento realizado em todas as etapas de produção (Menezes et al., 2018). Porém, quase nunca apresentam eficiência máxima no seu rendimento (Santinato et al., 2014), devido a ação de fatores externos que reduzem na qualidade desta operação, como: ocorrência de fatores climáticos, máquina (regulagens), homem (mão de obra)

(Zerbato et al., 2017), planta (fenologia da planta, ciclo e hábitos de crescimento), tendo como consequência o aumento de perdas.

A colheita do amendoim é realizada de forma indireta, sendo composta por duas operações: arranquio e recolhimento. Durante a execução dessas operações a presença de perdas é inevitável podendo alcançar valores bem altos (30% no arranquio), todavia quando adotado planos de melhoria e bom gerenciamento da operação pode-se reduzir as perdas a 5% (Silva, 2019). As perdas na colheita podem ser influenciadas tanto por fatores inerentes à cultura, como por fatores relacionados à colhedora (Carvalho Filho et al., 2005). Assim as características das máquinas são fatores determinante para a eficiência da operação, visto que a má regulagem e falta de manutenção do maquinário podem afetar diretamente na presença de perdas e ainda causar depreciação na qualidade da matéria-prima.

A etapa do arranquio é realizada quando a cultura atinge o ponto ideal da maturação (acima de 70%), ocorrendo simultaneamente a retirada do amendoim do solo e inversão da leira, deixando as vagens expostas para cima e a parte área para baixo, ou seja, durante esta operação ocorre o enleiramento da mesma sobre a superfície do solo (Silva, 2019).

2.3 Recolhimento mecanizado

Após o arranquio, devido ao alto teor de água (em torno de 35 a 45%), as vagens necessitam serem secadas de forma que as mesmas fiquem expostas na superfície do solo até que cheguem ao teor de água recomendado (cerca de 18 a 24%), para que ocorra a segunda etapa da colheita que é o recolhimento (Silva, 2019). Neste processo, as vagens são separadas das ramas e conduzidas ao tanque graneleiro para serem, posteriormente, repassadas para o transbordo, onde serão armazenadas até a realização da descarga em caminhões que efetuarão o transporte à unidade beneficiadora (Tasso Júnior et al., 2004).

A colhedora é composta por unidades de recolhimento, trilha, limpeza, transporte e armazenamento. Nos quais para que a colheita apresente uma boa eficiência é necessário que haja um bom trabalho harmônico entre o molinete, a barra

de corte, a velocidade da operação, e as regulagens do sistema de trilha e de limpeza (Nunes, 2012).

No Brasil, os tipos de recolhedoras mais utilizadas são de fluxo axial, no qual pela a ação de dedos colhedores a máquina recolhe o material presente no campo direcionando as leiras para o centro da máquina (processo de alimentação), no qual chegará até a unidade de trilha, cujo sistema é composto por rotor e côncavo longitudinal em relação à máquina, que envolve toda rama de amendoim pela ação de pinos, deste modo as vagens se separam das ramas e são encaminhadas para o sistema de limpeza e posteriormente transportadas e armazenadas (Silva, 2019). Segundo Cunha et al. (2009) colhedoras de fluxo axial podem produzir grãos de melhores qualidade, que podem ser utilizadas como sementes. E quando comparadas com as de fluxo radial resultam em um material de melhor qualidade fisiológica, menores percentuais de semente quebradas e em maior pureza (Marcondes et al., 2010; Camolese et al., 2015).

2.4 Controle Estatístico de Qualidade (CEQ)

Como o Brasil é um importante produtor mundial de amendoim, a produção desta cultura avança com foco na qualidade (Santos et al., 2013; Sousa, 2019), torna-se necessário a implantação de planos de gestão de qualidade para a redução de perdas. Recentemente vários autores vêm utilizando o Controle Estatístico de Qualidade (CEQ) na análise de qualidade dos processos agrícolas, para identificação de causas não aleatórias ou especiais decorrentes da instabilidade ou variabilidade dos processos mecanizados (Santos et al., 2017; Zerbato et al., 2017; Ormond et al., 2018; Tavares et al., 2018).

O CEQ é uma análise estatística, que inicialmente era muito aplicado apenas no setor industrial; porém com o aumento da competitividade mundial e exigência do mercado por produtos de ótimas qualidade, o seu uso tornou-se essencial na agricultura, por permitir o monitoramento e entendimento do processo. Por exemplo, a mecanização agrícola sofre atuação de fatores externos (clima, solo, planta, máquina, mão de obra) que ocasionam o aumento da dispersão dos dados. Geralmente, esse comportamento dos dados é realizado por meio de análises

descritivas, em que os parâmetros de dispersão, como o coeficiente de variação, normalmente ficam altos conforme a classificação de Pimentel-Gomes e Garcia (2002), assim visando solucionar esse problema de variabilidade, tem-se buscado por novas metodologias e análises estatísticas.

Desta maneira o uso do CEQ tem permitido o aumento da qualidade de operações, a partir do monitoramento das operações, tendo como intuito a identificação das causas que influenciam na qualidade. Essas causas quando detectadas, que são falhas ou erros cometidos durante as operações mecanizáveis, é possível traçar e aplicar planos de melhoria visando o aumento da qualidade desse processo e redução de falhas.

O CEQ possui sete ferramentas de qualidade como: histograma, diagrama de causa e efeito, fluxograma, diagrama de Pareto, controle estatístico de processo (CEP), folhas de verificação e gráfico de dispersão (Montgomery, 2016), que contribuem para o monitoramento e análise do processo, sendo aplicadas na identificação do erro gerado no decorrer de sua execução.

Dentre as ferramentas de qualidade, o CEP é uma das ferramentas que destaca tendo as cartas de controle como a mais usada, por permitir o monitoramento e a detecção das causas especiais (Morossini, 2016), que ocasionam instabilidade ao processo e o aumento da variabilidade. Por mais bem controlado o processo, sempre haverá influência de algum tipo de causa, que vai ocasionar a variabilidade (Costa; Epprecht e Carpinetti, 2005). Essas causas podem ser naturais ou especiais. As causas naturais são inerentes ao processo, pois não são controladas, tais como ações climáticas (vento, chuva, temperatura). Contudo, consegue-se reduzir o efeito da causa natural, porém a sua eliminação é mais dificultosa do que a especial (Samohyl, 2009). Enquanto as especiais são àquelas que se conseguem corrigir, como erro durante a operação como regulagem inadequada.

Em vários estudos o uso do CEQ tem demonstrado resultados promissores (Milan e Fernandes, 2002; Reis et al., 2010; Silva et al., 2016; Zerbato et al., 2017; Carneiro et al., 2017a, 2017 b), facilitando na gestão da qualidade dos sistemas mecanizados, pois quando identificado as falhas, é possível otimizar o tempo no suporte de tomadas de decisão, para ações preventivas e corretivas de forma mais assertiva.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área experimental

O experimento foi conduzido na safra 2019/2020, em área de produção agrícola, para fins comerciais, no município de Ribeirão Preto, estado de São Paulo, localizado próximo às coordenadas geográficas 21°20'23"S e 47°54'06"W, com altitude média de 638 m (Figura 1). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013). A cultura do amendoim foi conduzida em sistema de MEIOSI, e o clima da região é Aw, conforme a classificação de Köppen, tropical com inverno seco (Alvares et al., 2013).

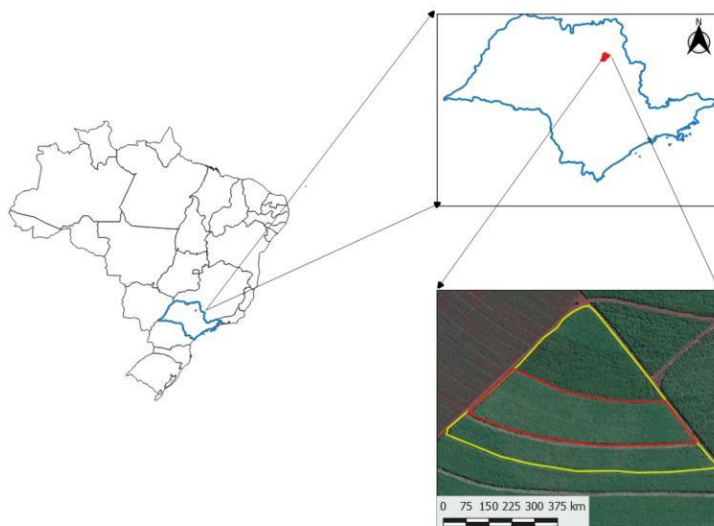


Figura 1. Localização da área experimental situada no município de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, Brasil.

3.2 Equipamentos e operações realizadas

Antes da implantação dos tratamentos foram realizadas, em área total, as operações de subsolagem a 45 cm de profundidade, com subsolador composto por cinco hastes com ponteiros alados, e eliminação de soqueira, com o intuito de remover soqueiras de cana-de-açúcar e as camadas compactadas provenientes do tráfego intensivo de máquinas pesadas utilizadas no manejo da cultura antecessora.

Após esta operação, foi feita a instalação dos tratamentos, que foram constituídos por três sistemas de preparo do solo, sendo: convencional, rotocanteirizador e enxada rotativa (Figura 2), observando-se na Tabela 1 o detalhamento de cada equipamento utilizado no preparo do solo.

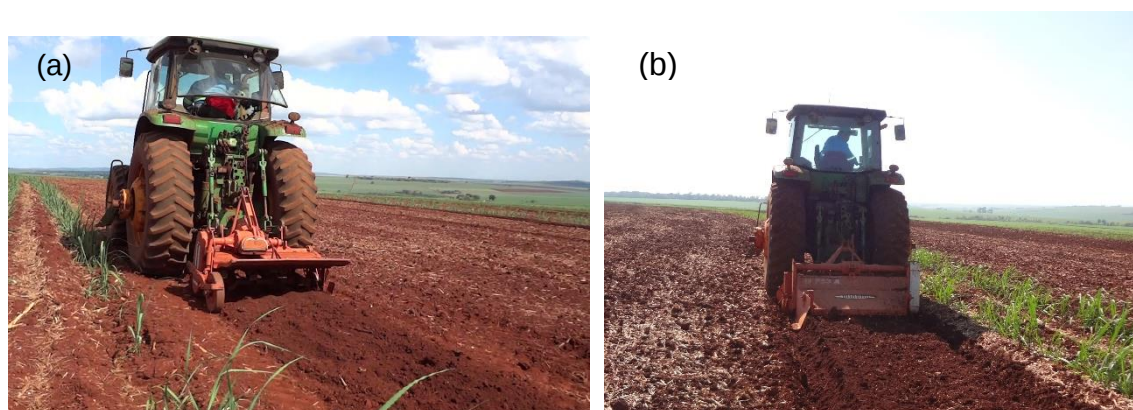


Figura 2. Rotocanteirizador (a) e enxada rotativa (b). Equipamentos utilizados na confecção de canteiros.

Tabela 1. Operações realizadas em função do preparo do solo.

Convencional	Rotocanteirizador	Enxada rotativa
Eliminação de soqueira	Eliminação de soqueira	Eliminação de soqueira
Subsolagem	Subsolagem	Subsolagem
Gradagem pesada	Gradagem pesada	Gradagem pesada
Gradagem intermediária	Gradagem intermediária	Gradagem intermediária
Gradagem leve	Gradagem leve	Gradagem leve
-	Rotocanteirização	Rotativagem

Para realizar as operações dos preparos do solo, utilizou-se um trator John Deere 7815, com potência nominal de 148,57 kW (202 cv) à rotação de 1950 rpm no motor, com velocidades médias de 5 km h⁻¹ (subsolagem), 7 km h⁻¹ (gradagem) e 3,5 km h⁻¹ (rotocanteirização e rotativagem). As regulagens e especificações de cada equipamento utilizado para a confecção dos canteiros estão presentes na Tabela 2. No qual, também é possível observar na Figura 3, as dimensões reais dos canteiros para os preparos com enxada rotativa e rotocanteirizador na área experimental.

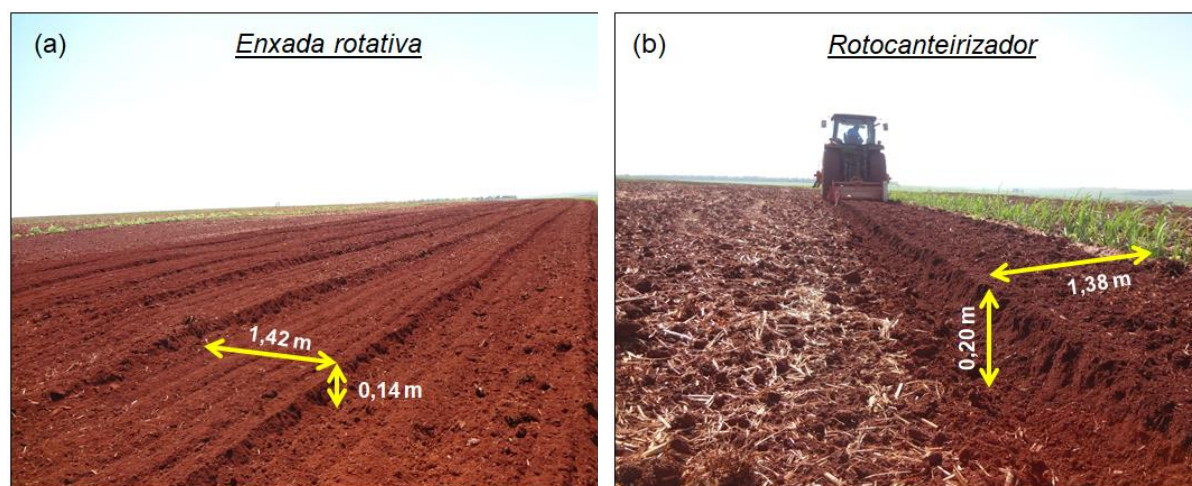


Figura 3. Dimensões dos canteiros para os preparos com enxada rotativa (a) e rotocanteirizador (b).

Tabela 2. Caracterização das regulagens utilizadas para a confecção dos canteiros em função do equipamento.

Equipamento ¹	Largura de trabalho (m)	Rotação na TDP ² (rpm)	Quantidade de facas por flange	Tipo de faca
Rotocanteirizador	1,50	540	4	Universal (“L”)
Enxada rotativa	1,50	122 ³	5	Universal (“L”)

¹Marcha utilizada: 3ª marcha na gama A; ² TDP: tomada de potência; ³Rotação na caixa de transmissão com combinação das engrenagens 20 (esquerda) com a 15 (direita), resultando em rotação de 122 rpm no rotor.

O amendoim foi semeado com espaçamento de 0,90 m entre linhas, no dia 2 de novembro de 2019. O arranquio foi realizado depois de 123 dias após a semeadura (DAS), utilizando um trator John Deere 7195J, 4x2 TDA (143,42 kW/195 cv) e um arrancador pantográfico, modelo KBM Flex 6x3, sendo que a cada seis linhas colhidas formam-se três leiras da cultura.

O recolhimento foi realizado três dias após o arranquio (126 DAS) utilizando-se o mesmo trator John Deere 7195 J, com as seguintes regulagens: velocidade média de 3,5 km h⁻¹, rotação de 2000 rpm no motor e 1000 rpm na tomada de potência. A recolhadora trilhadora utilizada foi uma Twin Master (MIAC), com plataforma de 5,40 m de largura, 8 cm de altura dos pinos batedores, 435 rpm de rotação do cilindro trilhador, possuindo a capacidade de recolher três leiras (seis linhas) de amendoim.

3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado seguiu as premissas do CEQ (Controle Estatístico de Qualidade), sendo coletados, ao longo do tempo, 26 pontos amostrais no preparo convencional, 29 pontos no preparo com rotocanteirador e, com a enxada rotativa, 30 pontos, todos com espaçamento de 80 m entre si.

3.4 Indicadores de qualidade

Os indicadores de qualidade utilizados foram as características do material coletado no tanque graneleiro, quanto à pureza e qualidade física das vagens, que foram: vagens inteiras (VI), quebradas (VQ) e chochas (VC), grãos soltos (GS), impurezas vegetais (IV) e minerais (IM) e teor de água das vagens (TA). A cada ponto amostral, as amostras foram coletadas em um recipiente volumétrico de dois litros e acondicionadas dentro de sacos plásticos. Essas amostras foram fracionadas e caracterizadas de acordo com a metodologia descrita por Simões (2009), conforme apresentado na Figura 4 e na Tabela 3, posteriormente, tiveram a massa mensurada.

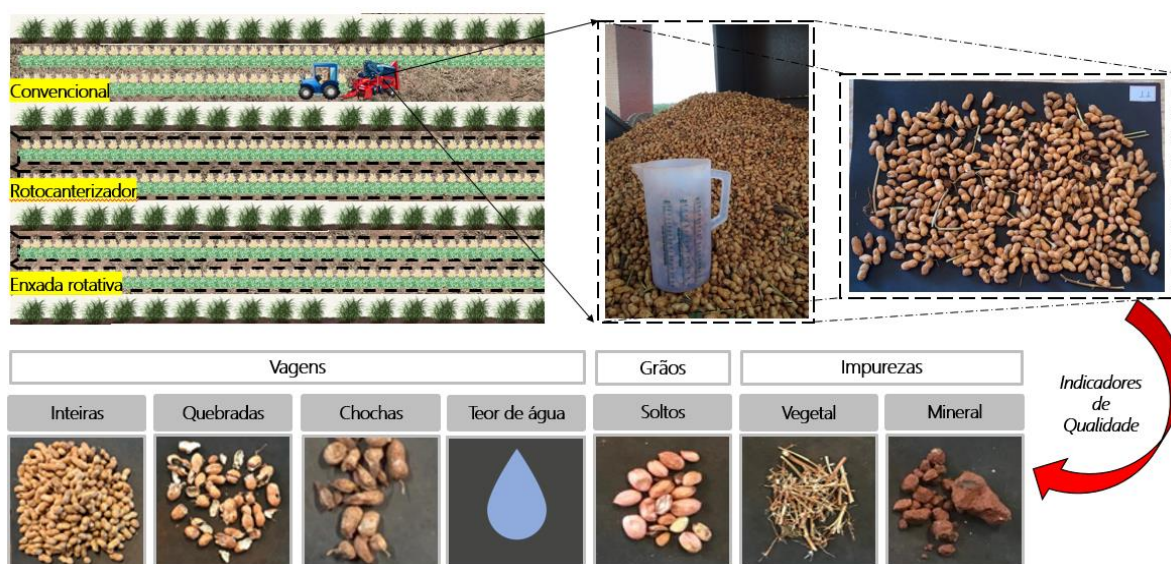


Figura 4. Avaliação das perdas em função da classificação dos indicadores de qualidade.

Tabela 3. Caracterização do material colhido no tanque graneleiro da recolhadora de amendoim.

Imagem	Indicador	Descrição
	Vagens inteiras	Vagens sem quebras e trincas.
	Vagens quebradas	Vagens partidas ou fragmentadas.
	Vagens Chochas	Vagens formadas, mas que não apresentam grãos maduros ou vagens formadas com tamanho menor e sem grãos.
	Grãos soltos	Grãos soltos ou quebrados.
	Impureza vegetal	Galhos, folhas, pedúnculos e resíduos de soqueiras.
	Impureza mineral	Solo presente na amostra na forma de terra e torrões.

Posteriormente à caracterização e separação das amostras foram determinadas as porcentagens de cada fração em relação à massa total das

amostras. Todos os indicadores de qualidade tiveram o teor de água da vagem corrigido para 8%, utilizando-se a Equação 1 (MAPA, 2009).

$$TA = \frac{100 \times (M - m)}{(M - t)} \quad (1)$$

Em que:

TA: teor de água (%);

M: massa úmida (g);

m: massa seca (g);

t: tara do recipiente com sua tampa (g).

3.5 Análises estatísticas

Os dados foram analisados por meio da estatística descritiva, avaliando seu comportamento com base em medidas de posição (média, mediana e quartis), de dispersão (amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação), de assimetria e de curtose, além do teste de normalidade de Ryan-Joiner ($P > 0,10$) de probabilidade da ocorrência. Também foi realizada a identificação da existência ou não de dados discrepantes no processo, por meio dos diagramas de caixas (boxplot).

O diagrama de caixas é um gráfico que possibilita representar a distribuição de um conjunto de dados com base em seus parâmetros descritivos, como a mediana, o quartil inferior, quartil superior, intervalo interquartílico e os valores mínimos e máximos. Permitindo desse modo avaliar a simetria e dispersão dos resultados, bem como a existência ou não de pontos discrepantes (outliers). A identificação de outliers é de suma importância, pois estes podem ser considerados pontos incomuns que potencialmente não representam o verdadeiro comportamento do conjunto de dados, refletindo uma maior variabilidade do processo. Porém devem ser investigados, pois podem ser indícios de possíveis erros no processo.

A análise de variabilidade foi monitorada por meio de gráficos sequenciais (*run charts*) e cartas de controle. Os gráficos sequenciais fornecem informações sobre a variação não aleatória devido a influência das causas especiais, que geram padrões

de tendências, oscilações, misturas e agrupamento, para melhor compreensão dos gráficos de controle.

A carta de controle usada foi do tipo individual, que contém os valores individuais amostrados em cada ponto e os limites inferior e superior de controle. Esse tipo de gráfico permite avaliar a qualidade de um processo por meio da distância entre os limites de controle superior e inferior, que são calculados em função da média e do desvio-padrão (Equações 2 e 3), de modo que quanto mais distantes estiverem da média, maior será a variabilidade do processo. Uma vez que Montgomery (2016) relata que variabilidade e qualidade são inversamente proporcionais, quando se tem maior distanciamento dos limites em relação à média, maior é a variabilidade e menor será a qualidade do processo.

$$UCL = \bar{x} + 3. \sigma \quad (2)$$

$$LCL = \bar{x} - 3. \sigma \quad (3)$$

Em que:

UCL: Limite superior de controle;

LCL: Limite inferior de controle (foi estabelecido valor zero, quando o limite inferior calculado foi negativo, pois não existe valores negativos de perdas);

σ : desvio-padrão;

$\bar{x}$: média aritmética simples.

O índice de capacidade (Cp) foi utilizado como ferramenta para auxiliar no suporte da tomada de decisão (Paixão, 2015). Na Tabela 4 verifica-se os limites específicos inferior (LEI) e superior (LES), bem como a meta, que foram estabelecidos por meio de reuniões feitas entre pesquisadores, produtores e agrônomos da cooperativa, permitindo assim uma análise complementar dos dados obtidos.

Tabela 4. Limites específicos de controle para a capacidade do processo da colheita mecanizada de amendoim.

Indicador de Qualidade	Limite inferior específico	Meta	Limite superior específico
Vagens Inteiras	70%	80%	90%
Vagens Quebradas	5%	15%	30%
Vagens Chochas	3%	4,5%	6%
Grãos Soltos	2%	4%	6%
Impureza Vegetal	2%	6%	10%

Os índices de capacidade C_p e C_{pk} são os mais utilizados para análise, para verificar se o processo atende ou não às especificações (Oliveira et al., 2011). Com o índice C_p é possível detectar se o processo possuiu dados centrados ou não (Samohyl, 2009), sendo este calculado conforme a Equação 4.

$$C_p = \frac{(LES - LEI)}{6\sigma} \quad (4)$$

Em que:

C_p : índice de capacidade;

LEI: Limites de específico inferior;

LES: Limite específico superior;

σ : desvio-padrão.

Processos centrados são aqueles que não estão sujeitos à ação de causas especiais, tendo apenas a atuação de causas naturais (Samohyl, 2009) e a distribuição dos dados tem que ser normais. Além disso, por meio deste índice pode-se classificar o processo como: capaz ($C_p > 1,33$), aceitável ($1,00 \leq C_p \leq 1,33$) e incapaz ($C_p < 1,00$) (Samohyl, 2009; Minitab, 2019). O C_{pk} é obtido pela diferença entre a meta com um dos limites específicos superior ou inferior (Equação 5) (Samohyl, 2009). O processo pode ser considerado como centrado ($C_{pk} = C_p$) e descentrado ($C_p > C_{pk}$) (Ribeiro e Caten, 2012).

$$C_{pk} = \min \left[\frac{(LES - m)}{3 \sigma}; \frac{(m - LEI)}{3 \sigma} \right] \quad (5)$$

Em que:

C_{pk} : índice de capacidade mínimo;

LEI: Limites de específico inferior;

LES: Limite específico superior;

m: meta estabelecida;

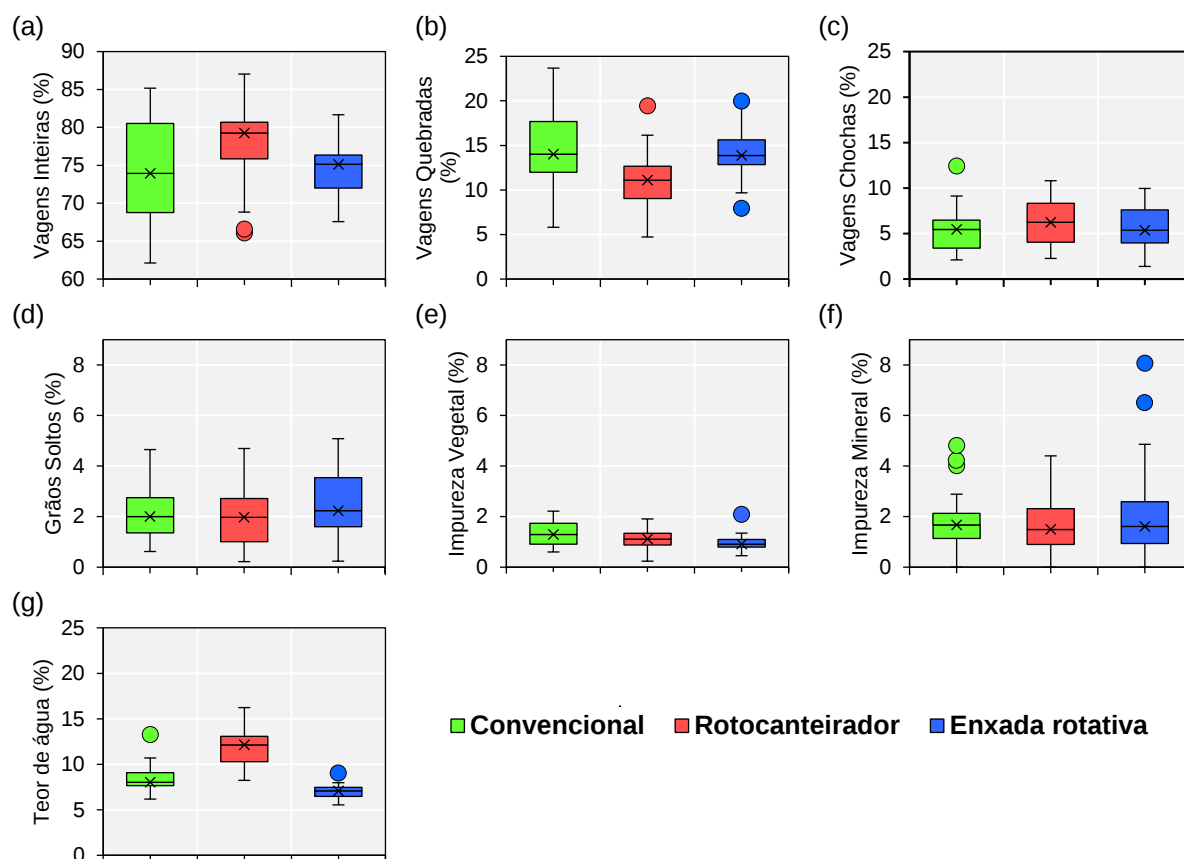
σ : desvio-padrão.

Após a análise de processo, foi criado o diagrama de causa e efeito (diagrama de Ishikawa) baseado nos fatores 6 M's que podem afetar na qualidade do recolhimento mecanizado do amendoim, sendo classificados em: Mão de obra, Material, Método, Máquinas, Meio ambiente e Medidas, facilitando assim a elaboração de um plano com possíveis melhorias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise descritiva

Os parâmetros de medida central (média e mediana) apresentaram valores próximos entre si para todos os indicadores nos três preparos, assim como maior parte dos coeficientes de assimetria e curtose que estiveram próximos de zero, podendo expressar que boa parte do conjunto de dados demonstrou distribuição simétrica. Entretanto, ao avaliar os parâmetros de dispersão (Coeficiente de Variação e desvio padrão) somente o indicador vagens inteiras (VI) obteve coeficiente de variação (CV) baixo (< 10%), enquanto os demais tiveram valores moderados (10 - 20%), altos (21-30%) e muito altos (> 35%; Pimentel-Gomes e Garcia, 2002), sugerindo uma alta variabilidade dos dados, ou seja, a existência de valores mais dispersos em relação ao valor da medida central (média). Com isso constatou-se que, embora seja um trabalho piloto no Brasil, a confecção de canteiros apresentou valores condizentes ao método tradicional (PC).



Indicador de Qualidade ¹	Preparo do Solo	Parâmetros						
		M	Med	S	CV	Cs	Ck	RJ
VI	Convencional	74,65	73,95	6,73	9,01	-0,05	-1,06	0,99 ^N
	Rotocanteirador	77,82	79,26	5,24	6,73	-0,83	0,07	0,96 ^A
	Enxada Rotativa	74,67	75,24	3,62	4,85	-0,24	-0,41	0,99 ^N
VQ	Convencional	14,66	14,00	4,71	32,13	0,03	-0,74	0,99 ^N
	Rotocanteirador	11,14	11,10	3,43	30,78	0,36	0,03	0,99 ^N
	Enxada Rotativa	14,24	13,87	3,03	21,25	0,42	0,34	0,98 ^N
VC	Convencional	5,36	5,44	2,37	44,15	0,99	1,76	0,96 ^A
	Rotocanteirador	6,25	6,24	2,68	42,94	0,16	-1,25	0,98 ^N
	Enxada Rotativa	5,56	5,36	2,27	40,76	0,14	-0,80	0,99 ^N
GS	Convencional	2,15	2,00	0,97	45,30	0,54	0,05	0,98 ^N
	Rotocanteirador	2,07	1,97	1,19	57,55	0,43	-0,48	0,99 ^N
	Enxada Rotativa	2,49	2,24	1,31	52,60	0,09	-0,87	0,99 ^N
IV	Convencional	1,35	1,28	0,49	36,31	0,19	-1,20	0,98 ^N
	Rotocanteirador	1,10	1,06	0,39	35,43	0,30	0,15	0,98 ^N
	Enxada Rotativa	0,97	0,93	0,31	31,53	1,54	5,00	0,94 ^A
IM	Convencional	1,82	1,67	1,15	62,96	1,11	1,29	0,95 ^A
	Rotocanteirador	1,63	1,49	1,00	61,22	0,89	0,91	0,97 ^N
	Enxada Rotativa	2,06	1,61	1,93	93,53	1,56	2,52	0,92 ^A
TA	Convencional	8,43	8,02	1,46	17,26	1,55	3,73	0,93 ^A
	Rotocanteirador	11,70	12,13	1,93	16,52	0,11	-0,33	0,99 ^N
	Enxada Rotativa	7,02	7,08	0,73	10,46	0,26	0,67	0,98 ^N

Figura 5. Comportamento dos indicadores de qualidade por meio de blox-pot e da análise descritiva em função do preparo do solo. M (Média); Med (Mediana); S (Desvio-padrão); CV (Coeficiente de variação); Cs (Coeficiente de assimetria); Ck (Coeficiente de curtose); RJ (Teste de normalidade por Ryan-Joiner), sendo N (Distribuição normal com valor de $p > 0,10$) e A (Distribuição não normal com valor maior que $p < 0,10$). ¹Qualidade dos indicadores de qualidade: VI (vagens inteiras), VQ (vagens quebradas), VC (vagens chochas), GS (Grãos Soltos), IV (impureza vegetal), IM (impureza mineral), TA (teor de água) da vagem.

Foi averiguado que o PC apresentou maiores valores de dispersão em relação aos tratamentos com canteiros (PR e PER), podendo ser atribuído ao fato que PR e PER apresentaram uma operação a mais no revolvimento do solo. Uma vez que a área trabalhada foi em reforma de canavial, as quais geralmente são áreas com alto grau de compactação do solo, devido ao intenso tráfego de máquinas, a utilização da enxada rotativa (ER) e do rotocanteirador (R) proporcionaram maior desagregação do solo possibilitando melhor desenvolvimento radicular bem como da cultura, assim como afirma Carvalho Filho et al. (2007).

Quanta à variabilidade dos resultados detectados pelos parâmetros de dispersão, podem ser explicados por meio dos estudos feitos na área da mecanização agrícola, em que é comum a detecção de valores com alta variabilidade como visto em pesquisas feitas com colheita mecanizada nas culturas de soja (Menezes et al., 2018), amendoim (Santos et al., 2019), café (Tavares et al., 2018) e dentre outras. Normalmente, a obtenção de altos valores de CV, principalmente neste tipo de operação, ocorre devido ao fato de estarem sujeitos à influência de fatores externos, tais como, máquina (velocidade de operação, regulação incorreta da colhedora), mão de obra (experiência do operador) (Zerbato et al., 2017), planta (fenologia, acamamento), clima (precipitação, vento, temperatura e umidade do ar) e solo (umidade, topografia).

Observando a distribuição dos dados, foi verificado para o coeficiente de assimetria (Cs) que a maior parte dos indicadores tiveram valores positivos em todos os preparos, caracterizando curvas de distribuição mais alongadas à direita, com a concentração de pontos agrupando-se abaixo da média. Sendo uma resposta positiva ao produtor, pois exprime que o processo pode ser melhorado atingindo valores menores do que a média encontrada, uma vez que todos esses indicadores (VQ, VC, GS, IV E IM) são indesejados aos produtores, visto que, a presença desses materiais deprecia a qualidade do produto final bem como o rendimento econômico da produção. Contudo, para o indicador teor de água (TA) este resultado não é tão desejado, pois o ideal para o recolhimento mecanizado do amendoim é que TA das vagens fique em torno de 18 a 24% (Silva, 2019), pois vagens com baixo teor de água

ficam mais suscetíveis à quebra, por estarem mais secas, o que acaba gerando a presença de VQ e, conseqüentemente, GS.

O indicador VI (em todos os preparos) apresentou assimetria negativa, ou seja, alongamento da curva de distribuição dos dados à esquerda, indicando que a maior concentração dos dados possui valores mais altos. Diante disso, constata-se oportunidade para tomadas de decisão que podem ser aplicadas para a redução de perdas, com a correção de possíveis ações que aumentam a variabilidade do processo, e com isso influenciando diretamente o retorno econômico dos produtores.

Por outro lado, os coeficiente de curtose dos indicadores de qualidade variaram, apresentando distribuição platicúrtica ($C_k < 0$) com curvas mais achatadas, representando que os valores de dispersão foram altos, com maiores chances dos dados estarem distante da média. Assim como também distribuição leptocúrtica ($C_k > 0$), caracterizando uma curva com maior grau de afilamento, ou seja, os valores do conjunto de dados estão mais próximos da média.

Analisando o teste de normalidade (Ryan-Joiner), a maioria dos indicadores de qualidade apresentaram distribuições normais, exceto para os indicadores vagens inteiras - VI (PR), vagens chochas - VC (PC), impureza vegetal – IV (PER), impureza mineral - IM (todos os preparos de solo) e teor de água -TA (PC) que apresentaram distribuições não normais, podendo estes serem justificado devido aos elevados valores de curtose e assimetria, estando estes afastados de zero, assim como também, a presença de valores discrepantes detectados pelo diagrama de caixa (Figura 5), que influenciam para o aumento da dispersão dos dados.

4.2 Controle Estatístico de Qualidade (CEQ)

4.2.1 Gráficos sequenciais (Run charts)

Na Tabela 5, observa-se que todos os indicadores de qualidade apresentaram padrões de não aleatoriedade, implicando-se dizer que o processo pode estar sob o efeito de causas especiais, indicando alta variabilidade no processo, o que pode acabar afetando seu comportamento de maneira previsível, impossibilitando a obtenção de valores-padrão, devido à ação de causas que podem ser identificadas

por meio dos fatores “6 M’s” (Mão de obra, Material, Método, Máquinas, Meio ambiente e Medidas).

Tabela 5. Análise de padrões não aleatórios com gráficos sequencias para os indicadores de perdas qualitativas em diferentes preparos.

Indicadores de Qualidade	Preparo do Solo	Parâmetros			
		¹ A	M	T	O
VI	Convencional	0,344 ^{ns}	0,656 ^{ns}	0,926 ^{ns}	0,074 ^{ns}
	Rotocanteirador	0,045*	0,955 ^{ns}	0,966 ^{ns}	0,034*
	Enxada Rotativa	0,229 ^{ns}	0,771 ^{ns}	0,724 ^{ns}	0,276 ^{ns}
VQ	Convencional	0,023*	0,977 ^{ns}	0,315 ^{ns}	0,685 ^{ns}
	Rotocanteirador	0,830 ^{ns}	0,170 ^{ns}	0,997 ^{ns}	0,003*
	Enxada Rotativa	0,771 ^{ns}	0,229 ^{ns}	0,932 ^{ns}	0,068 ^{ns}
VC	Convencional	0,115 ^{ns}	0,885 ^{ns}	0,973 ^{ns}	0,027*
	Rotocanteirador	0,427 ^{ns}	0,573 ^{ns}	0,325 ^{ns}	0,675 ^{ns}
	Enxada Rotativa	0,069 ^{ns}	0,931 ^{ns}	0,383 ^{ns}	0,617 ^{ns}
GS	Convencional	0,344 ^{ns}	0,656 ^{ns}	0,926 ^{ns}	0,074 ^{ns}
	Rotocanteirador	0,094 ^{ns}	0,906 ^{ns}	0,181 ^{ns}	0,819 ^{ns}
	Enxada Rotativa	0,001*	0,999 ^{ns}	0,019*	0,981 ^{ns}
IV	Convencional	0,055 ^{ns}	0,945 ^{ns}	0,027*	0,973 ^{ns}
	Rotocanteirador	0,830 ^{ns}	0,170 ^{ns}	0,966 ^{ns}	0,034*
	Enxada Rotativa	0,355 ^{ns}	0,645 ^{ns}	0,932 ^{ns}	0,068 ^{ns}
IM	Convencional	0,656 ^{ns}	0,344 ^{ns}	0,685 ^{ns}	0,315 ^{ns}
	Rotocanteirador	0,045*	0,955 ^{ns}	0,675 ^{ns}	0,325 ^{ns}
	Enxada Rotativa	0,013*	0,987 ^{ns}	0,117 ^{ns}	0,883 ^{ns}
TA	Convencional	0,212 ^{ns}	0,788 ^{ns}	0,315 ^{ns}	0,685 ^{ns}
	Rotocanteirador	0,094 ^{ns}	0,906 ^{ns}	0,181 ^{ns}	0,819 ^{ns}
	Enxada Rotativa	0,069 ^{ns}	0,931 ^{ns}	0,001*	0,999 ^{ns}

¹A – Agrupamento; M – Mistura; T – Tendência; O – Oscilação; * valores padrões de não aleatoriedade detectados pelo teste de probabilidade a $p < 0,05$; ^{ns} valores padrões de aleatoriedade detectados pelo teste de probabilidade a $p > 0,05$; VI (vagens inteiras); VQ (vagens quebradas); VC (vagens chochas); GS (Grãos Soltos); IV (impureza vegetal); IM (impureza mineral); TA (teor de água) da vagem.

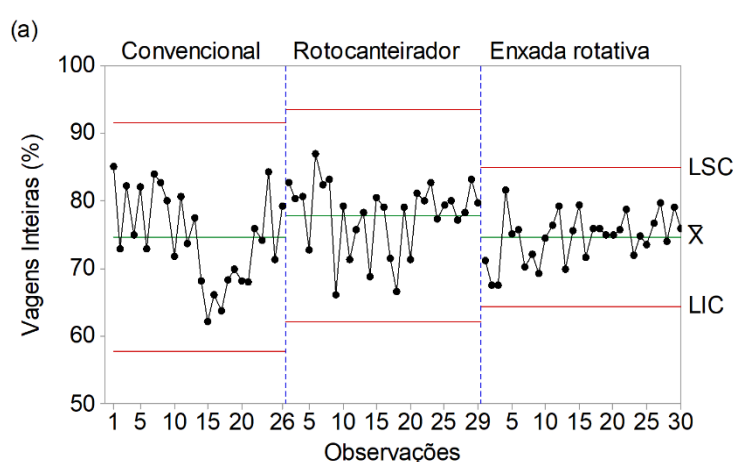
Em virtude disso, pelo teste de probabilidade ($p < 0,05$) verificou-se padrões de comportamento de agrupamento, tendência e oscilação. Padrões de agrupamento indicam presença de causas especiais proveniente de erros de medição ou leituras durante a coleta de dados; oscilação ocorre quando os dados flutuam para cima e para baixo indicando que seu processo não é constante; enquanto tendência é um

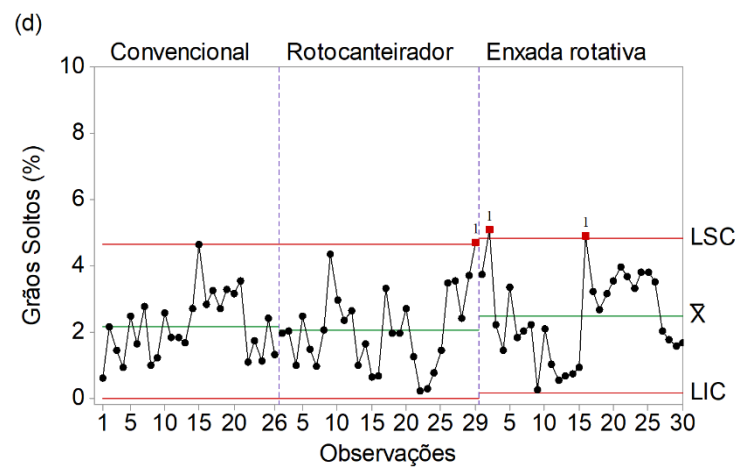
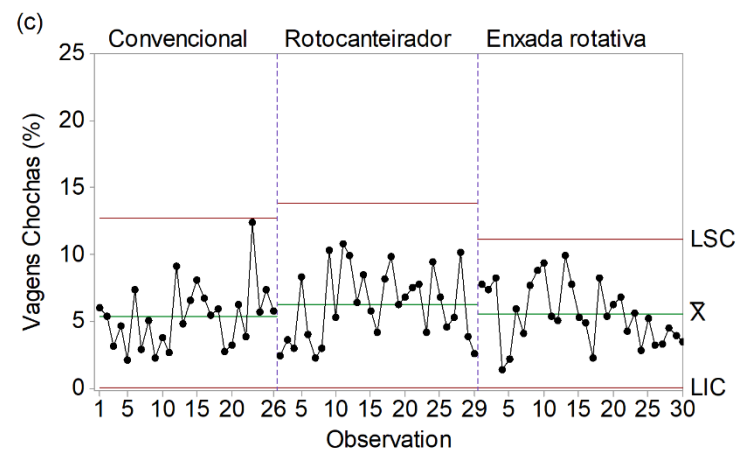
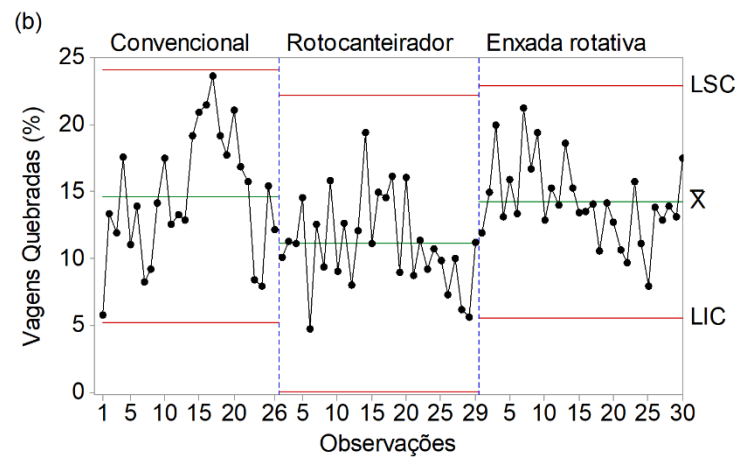
desvio sustentado dos dados podendo ser para cima ou para baixo, exprimindo que o processo tende a sair ou sairá em breve de controle (Minitab, 2020).

Entretanto nem todos os preparos apresentaram padrão de aleatoriedade ($p > 0,05$), como pode ser visto na Tabela 5, indicando apenas a presença de causas naturais que são inerentes ao processo. Porém, convém ressaltar que quando há a ocorrência de causas especiais, é importante a utilização de uma análise complementar que normalmente é feito por meio das cartas de controle, permitindo assim o maior esclarecimento da atuação ou não de causas especiais para a elaboração de ações mitigadoras.

4.2.2 Cartas de controle de valores individuais

As cartas de controle de valores individuais (Figura 6) indicaram que o PER foi o que mais se destacou comparado ao PC e PR, por ter apresentado menor variabilidade dos dados para a maioria dos indicadores de qualidade (exceto para o indicador IM), corroborando com os resultados apresentados na análise descritiva (Figura 5), em que os parâmetros de dispersão (desvio padrão e CV) possuíam menores valores para o PER em relação aos outros preparos, indicando menores variação no processo e consequentemente maior qualidade.





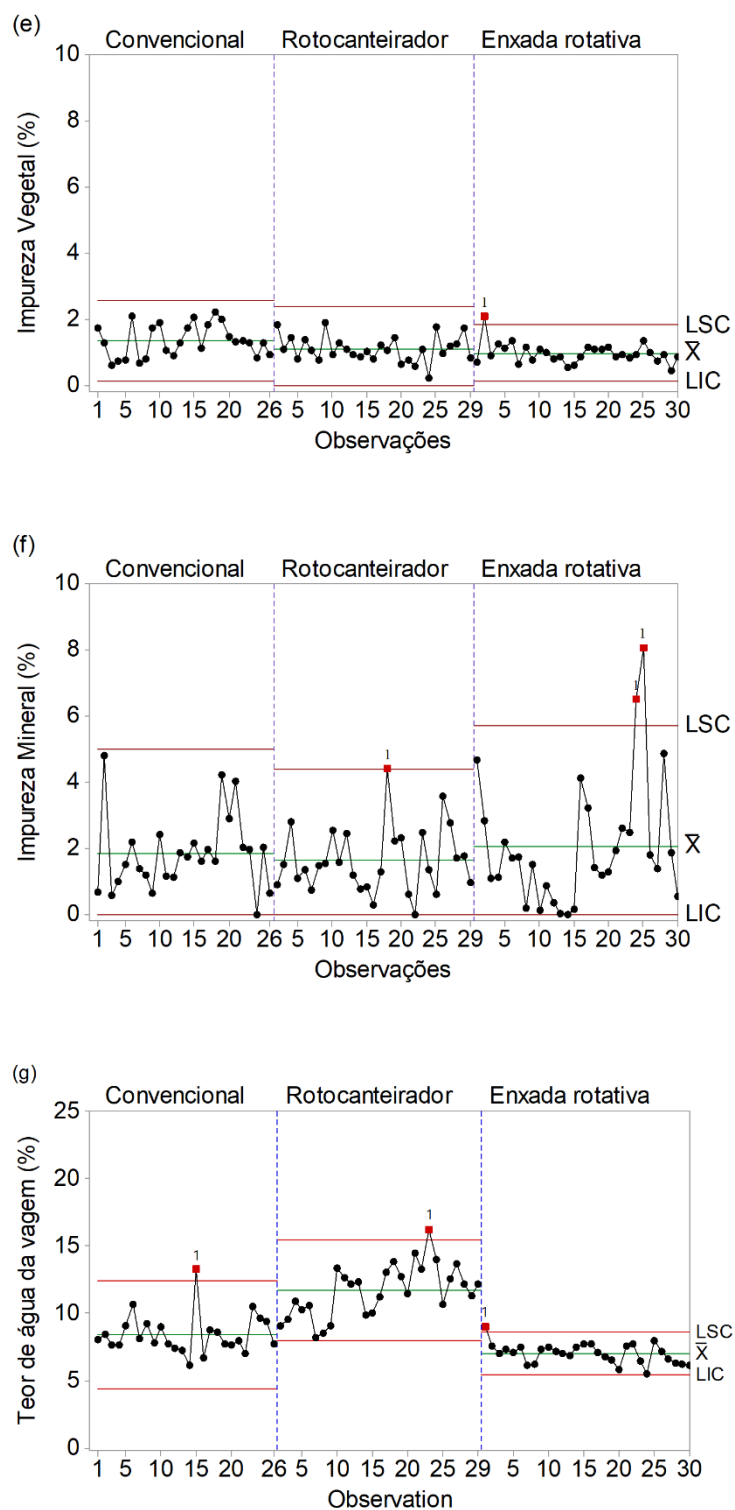


Figura 6. Cartas de valores individuais para (a) vagens inteiras; (b) vagens quebradas; (c) vagens chochas; (d) grãos soltos; (e) para impureza vegetal e (f) impureza mineral em função do preparo do solo. LSC: Limite Superior de Controle; LIC: Limite Inferior de Limite Inferior de Controle; $\bar{x}$: média simples aritmética.

Quanto à maior qualidade do processo identificada para o PER, pode ser explicada devido à maior mobilização do solo do que os outros preparos. Uma vez que o PER teve uma quantidade de operação a mais do que o PC, enquanto que para o PR, mesmo mostrando a mesma quantidade de operação, o PER apresentou maiores números de facas por flange (Tabela 2), o que ocasionou maior mobilização. Em estudo investigando a atuação do preparo do solo na qualidade da colheita, Rós (2017) observou que a utilização de preparo com canteiros favorece maiores benefícios para o cultivo da batata doce, apresentando melhor desenvolvimento radicular da cultura, aumento na produtividade e maior qualidade no produto final. Em outras pesquisas como de Silva et al. (2014) e Tavares et al. (2018) verificaram durante a colheita mecanizada de café, influência do preparo de solo na qualidade da operação. Entretanto, ao avaliar todo processo, quanto a presença de causas especiais, constatou-se que os PC e PR foram os que demonstraram maior estabilidade nas cartas de valores individuais (Figura 6), apresentando-se com menores pontos fora de controle. Essas causas especiais foram detectadas apenas para os indicadores de qualidade grãos soltos - GS (PR e PER), IV (somente o PER), IM (PR e PER) e TA (todos os preparos). Dessa forma, tais instabilidades implicam dizer presença de causas especiais, que podem ser consideradas como uma falha ou erro ocorrido durante a condução do experimento.

Para a IV e IM, os pontos fora de controle só foram observados para os preparos com canteiros. Tais instabilidades podem ser explicadas pelo fator Meio ambiente, devido à ação de intempéries climáticas (chuvas e ventos), que ocasionaram a perda da estrutura inicial do canteiro, deixando a área com um formato irregular, cheio de pequenas elevações, influenciando na locomoção do conjunto mecanizado. Portanto, durante a operação do arranquio para os PR e PER ocorreu o acúmulo de material vegetal colhido em certos locais dos canteiros, acarretando “embuchamento” (acúmulo de restos vegetais impedindo o fluxo do material para dentro da máquina) da recolhedora, de forma que esse problema pode ter influenciado no aparecimento de pontos discrepantes (outliers, que pode ser vistos na Figura 6 “e” e “f”), afetando na qualidade do processo.

Quanto aos indicadores TA e GS, ambos apresentaram pontos fora de controle para os três preparos. O indicador TA pode ser explicado pelo fator meio ambiente

(sol, chuva, vento, irradiação, etc.), que são difíceis de serem controladas à campo, e acabam ocasionando variabilidade no processo. Ademais, foi possível perceber pelas médias da análise descritiva (Figura 5) que o recolhimento foi realizado de forma tardia, uma vez que seus valores ficaram abaixo do recomendado (18-24%; Silva, 2019). Tais instabilidades podem ter afetado o indicador GS, que é consequência da quebra de vagens, que está associado ao TA, como foi possível observar na Figura 5, em que o PER teve o menor teor de água comparado ao PC e PR, e consequentemente maior percentual de VQ e GS. Corroborando com este resultado, foi identificado pelos gráficos sequenciais (Tabela 5), padrões de tendência para esse indicador no PER, no qual observando o comportamento dos dados na carta de controle (Figura 6 e) os pontos tendem a um decréscimo, ou seja, valores próximos ou inferiores a média observada.

Os demais indicadores (VI, VQ e VC), não apresentaram pontos fora de controle, demonstrando estabilidade para o processo. Entretanto, foi detectado a presença de padrões de não aleatoriedade. Essa situação indica que deve-se tomar mais atenção ao processo, pois ele pode se tornar instável, demonstrando que o mesmo deve ser monitorado frequentemente a fim de evitar a ocorrência de causas especiais.

4.2.3 Análise de capacidade

Para os indicadores de qualidade no PC, PR e PRE, o processo está sob controle e com distribuição normal de probabilidade, foi realizada análise de capacidade. Nos quais os índices Cp e o Cpk representam a capacidade potencial do processo, ou seja, como este se comportou no passado e o que se espera que continue a fazer no futuro. Já os índices Pp e Ppk representam o desempenho real de um processo, tendo ele operado de forma previsível ou não.

Analisando-se o desempenho atual e potencial do processo da variável VI no PC e PRE (Figura 7), observa-se que os índices Cpk e Ppk são bem menores que Cp e Pp, respectivamente, o que indica que o processo não está centralizado com a meta especificada. Ao analisarmos o histograma, vemos que as médias de ambos os processos estão mais próximas do limite inferior (LIE) e da meta especificada do que

do limite superior (LSE). Por esse motivo, o processo produz boa quantidade de itens dentro da especificação, ou seja, o preparo convencional e com enxada rotativa apresentaram acima de 70% das observações dentro dos limites estabelecidos.

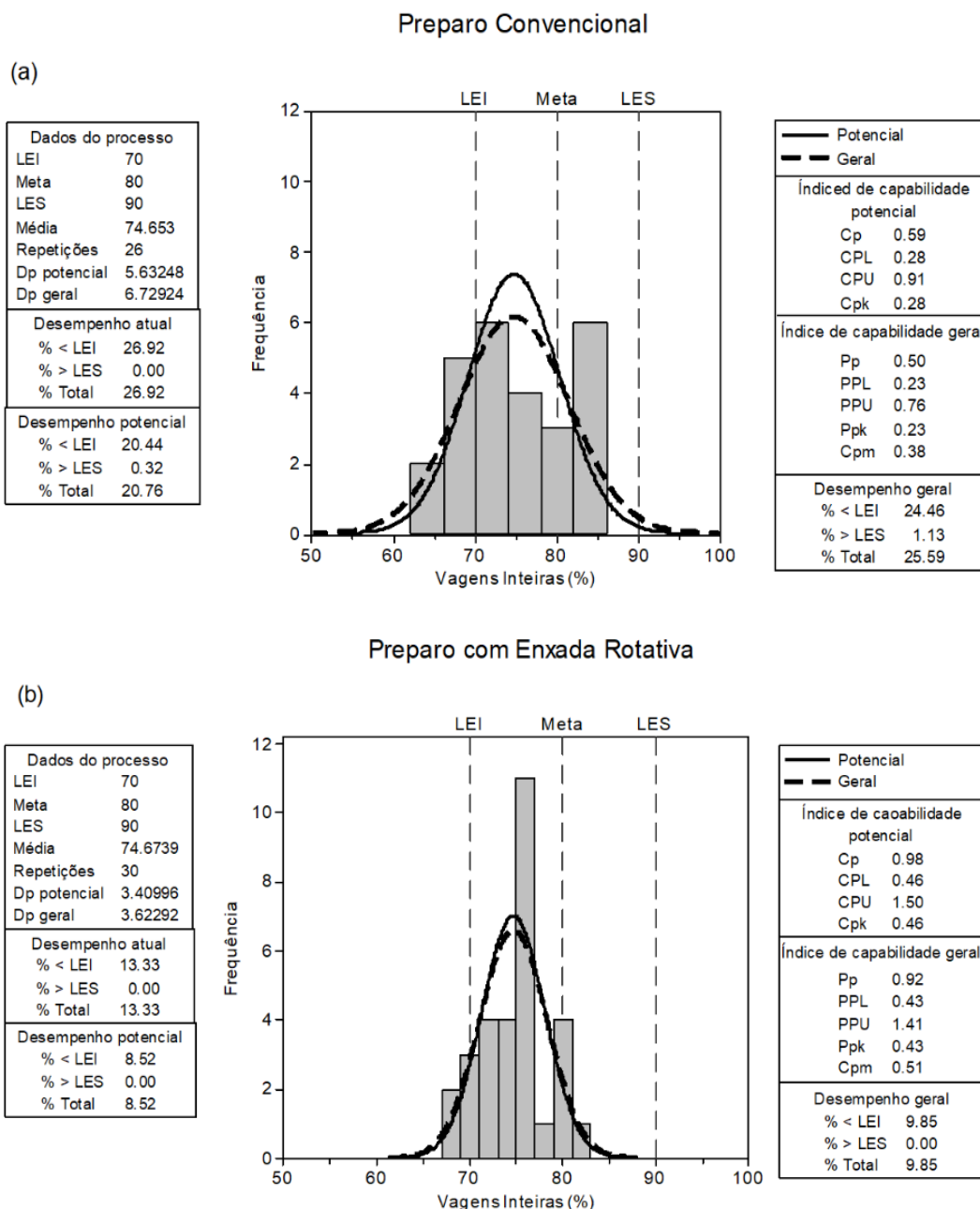


Figura 7. Análise de capacidade do processo para o indicador vagens inteiras (%) proveniente do recolhimento do amendoim.

Porém, trata-se de um processo previsível, pois Cp e o Pp possuem valores muito próximos entre si, assim como o Cpk com o Ppk. Assim, mesmo o processo

apresentando-se estável, embora não esteja centralizado com a meta ($C_{pk} < C_{pm}$), em ambos os preparos o processo mostrou-se incapaz de atender os resultados esperados, entre os limites de especificação em curto prazo ($C_p > 1,33$) e, possivelmente a longo prazo ($P_p > 1,33$). Tal instabilidade deve-se ao fato da colheita ter sido realizada tardiamente, uma vez que o teor de água da vagem pode ter influenciado na qualidade física do produto, com a presença de danos mecânicos.

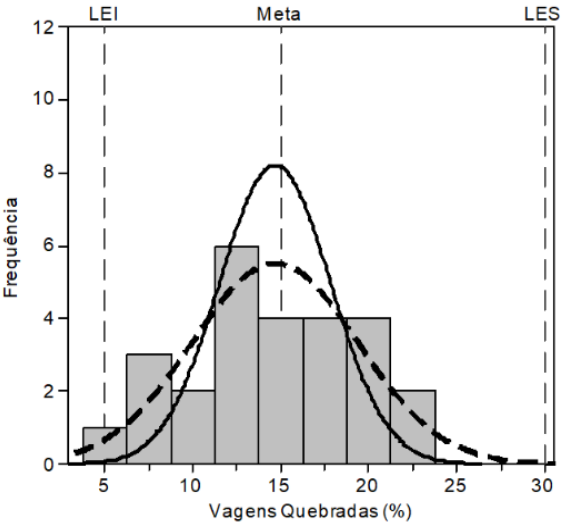
Outro fator que pode ter contribuído para que o processo de VI resultasse incapaz são os fatores relacionados à recolhedora, pois, segundo Ferreira et al. (2007), altura da plataforma da colhedora, a velocidade do molinete, a rotação do cilindro trilhador, a abertura entre cilindro e côncavo, e a velocidade de deslocamento estão entre os principais fatores que interferem nas perdas da colheita mecanizada de soja. Analogamente, pode-se inferir que para a cultura do amendoim estes fatores também tornam-se preponderantes. Assim, quando as regulagens dos mecanismos internos estão de modo indevidas, pode ser que haja maior depreciação do produto.

Em contrapartida, para o indicador VQ, foi observado que para os três tipos de preparo, os dados estiveram dentro das especificações desejadas (Figura 8). Porém, ao analisar o índice de capacidade potencial e geral foi verificado que apenas o PER foi capaz de manter entre os limites estabelecidos em curto prazo ($C_p > 1,33$) e a longo prazo ($P_p > 1,33$). Já PC e o PR apresentaram processo aceitável ($1 \leq P_p \leq 1,33$), ou seja, para atingir a capacidade do processo deve-se ter maior controle de suas operações, com constantes inspeções. Para ambos preparos (PC e PR) foram observados baixos valores de C_{pk} e P_{pk} , sendo indicativos que existe variabilidade ocorrendo além das faixas dos limites de especificação, no qual podem ser observados no desempenho geral do processo que 2,07% (PC) e 3,67% (PR) dos dados estão fora dos limites estabelecidos, devido à influência de causas especiais e aleatórias.

Preparo Convencional

(a)

Dados do processo	
LEI	5
Média	15
LES	30
Média	14.6629
Repetições	26
Dp potencial	3.15879
Dp geral	4.71184
Observed Performance	
% < LEI	0.00
% > LES	0.00
% Total	0.00
Desempenho potencial	
% < LEI	0.11
% > LES	0.00
% Total	0.11

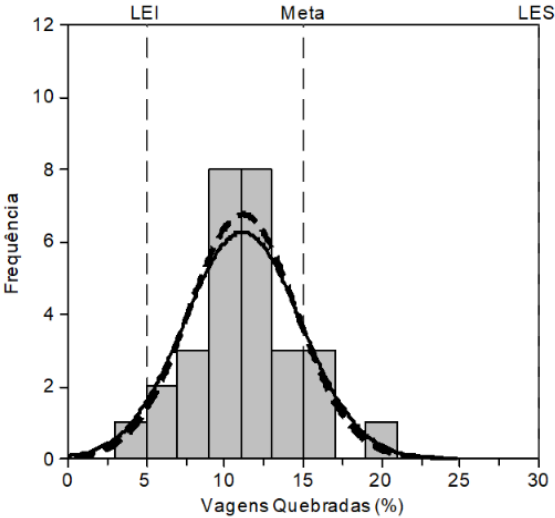


Índice de capacidade potencial	
Cp	1.32
CPL	1.02
CPU	1.62
Cpk	1.02
Índice de capacidade geral	
Pp	0.88
PPL	0.68
PPU	1.09
Ppk	0.68
Cpm	0.71
Desempenho geral	
% < LSL	2.01
% > USL	0.06
% Total	2.07

Preparo com Rotocanteirizador

(b)

Dados do processo	
LEI	5
Meta	15
LES	30
Média	11.1377
Repetições	29
Dp potencial	3.6928
Dp geral	3.4286
Desempenho atual	
% < LEI	3.45
% > LES	0.00
% Total	3.45
Desempenho potencial	
% < LEI	4.83
% > LES	0.00
% Total	4.83



Índice de capacidade potencial	
Cp	1.13
CPL	0.55
CPU	1.70
Cpk	0.55
Índice de capacidade geral	
Pp	1.22
PPL	0.60
PPU	1.83
Ppk	0.60
Cpm	0.64
Desempenho geral	
% < LEI	3.67
% > LES	0.00
% Total	3.67

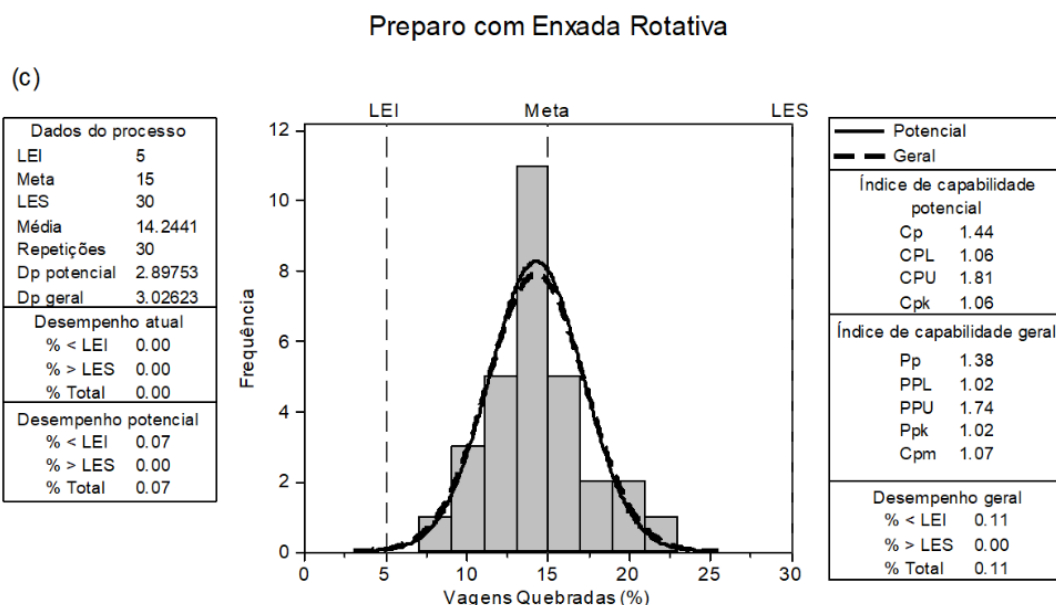


Figura 8. Análise de capacidade do processo para o indicador vagens quebradas (%) proveniente do recolhimento do amendoim.

Quando se leva em consideração o fator máquina, a etapa que mais influência na quebra das vagens é o sistema de trilha e separação, em que conforme a rotação do rotor e a inclinações dos pinos batedores, o percentual deste indicador pode aumentar. Dessa forma, essas regulagens devem ser constantemente observadas para que o processo continue a ser capaz de atingir limites aceitáveis, como também, possibilitar as correções de quando os níveis não estiverem condizentes com o desejado.

Pela a análise das curvas de distribuição potencial e geral, verifica-se que o processo VC não está centrado na meta ($C_p > C_{pk}$; e $P_p > P_{pk}$) para ambos os preparos, devido à diferença existente entre os índices C_p , C_{pk} e C_{pm} (Figura 9). Pode-se observar ainda pelo desempenho atual do processo, que apenas 34,48% (PR) e 50% (PER) dos valores atendem aos limites de especificações. Assim, por meio dos índices de capacidade potencial (C_p e C_{pk} menores que 1) e pelos índices de capacidade geral (P_p e P_{pk} menores que 1) o processo foi considerado incapaz de produzir resultados satisfatórios a curto e longo prazo, além do que, em ambos os tratamentos possuíram pontos acima do LES (51,72% - PR e 36,67% – PRE).

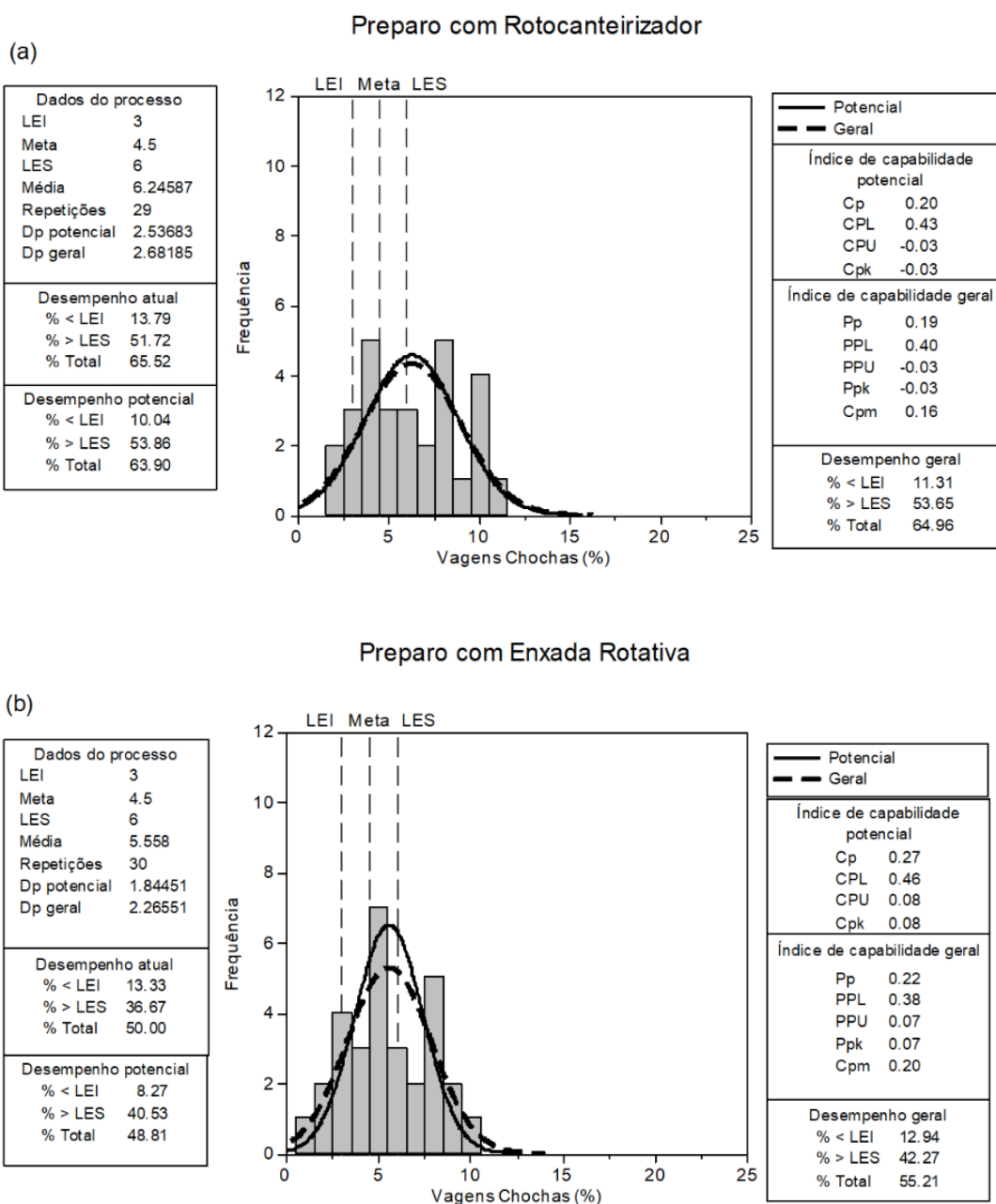


Figura 9. Análise de capacidade do processo para o indicador vagens chochas (%) proveniente do recolhimento do amendoim.

Desta maneira é importante investigar as causas que levaram esse indicador a assumir valores bem acima dos estipulados, podendo ser devido ao crescimento indeterminado da cultura, bem como da fecundação das flores não ter ocorrido perfeitamente, ou a deficiência nutricional.

A capacidade do processo para o indicador GS (PC) foi determinada como incapaz tanto a curto, quanto a longo prazo (Figura 10), devido aos índices Cp (0,80),

Pp (0,68), Cpk (0,06), Ppk (0,05) e Cpm (0,31) ficaram distantes entre si bem como os mesmos ficaram abaixo do índice de tolerância (1). Demonstrando a descentralização do processo em relação à meta estabelecida, sendo a média geral mais próximas do LEI.

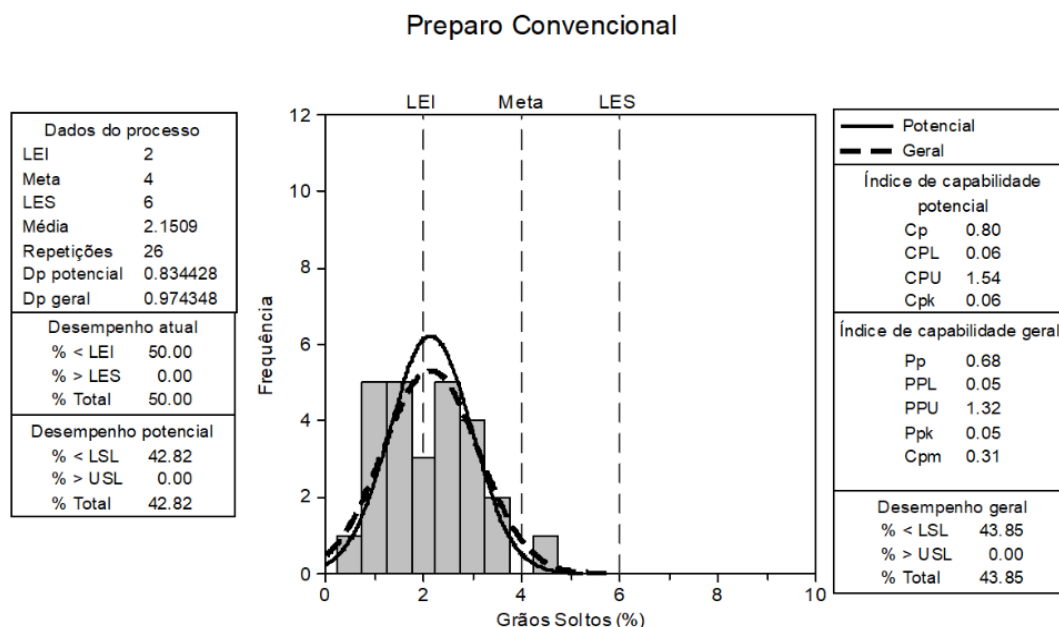


Figura 10. Análise de capacidade do processo para o indicador grãos soltos (%) proveniente do recolhimento do amendoim.

Quanto ao desempenho geral foi constatado que o processo possui cerca de 43,85% de observações fora dos limites estabelecidos, quando se toma para base de cálculo das causas naturais e especiais. Eliminando as causas especiais do processo, o mesmo produz ainda 42,82% dos dados fora das especificações, não sendo, portanto, totalmente viável a investigação sobre estas causas.

Não obstante o fato de o processo possuir baixo percentual de observações dentro dos limites estabelecidos há que se considerar que, neste caso, esta situação reflete uma boa condição de colheita, uma vez que quase 60% das observações são inferiores ao LEI. Desta forma constatou-se que o processo não atinge à meta estabelecida por se encontrar sendo realizado em condições adequadas no que diz respeito à não debulha dos grãos durante a colheita.

Para IV nos preparos PC e PR (Figura 11), verifica-se que o processo está descentralizado da meta ($Cpk < Cpm$), contudo retratam menor variação entre os limites de especificação com médias mais próximas do LEI. Por esse motivo, o

processo produz boa quantidade de itens fora da especificação, ou seja, o PC e PR apresentaram mais de 90% das observações abaixo dos limites estabelecidos. Desta maneira o processo foi considerado incapaz de atender os resultados esperados, mesmo apresentando altos valores de C_p ($> 1,33$) e P_p ($> 1,33$). Condizente a isso observa-se que a média do processo está abaixo LEI, demonstrado pelos valores negativos de C_{pk} (-0,53 PC e -0,69 PR) e P_{pk} (-0,44 PC e -0,77 PR).

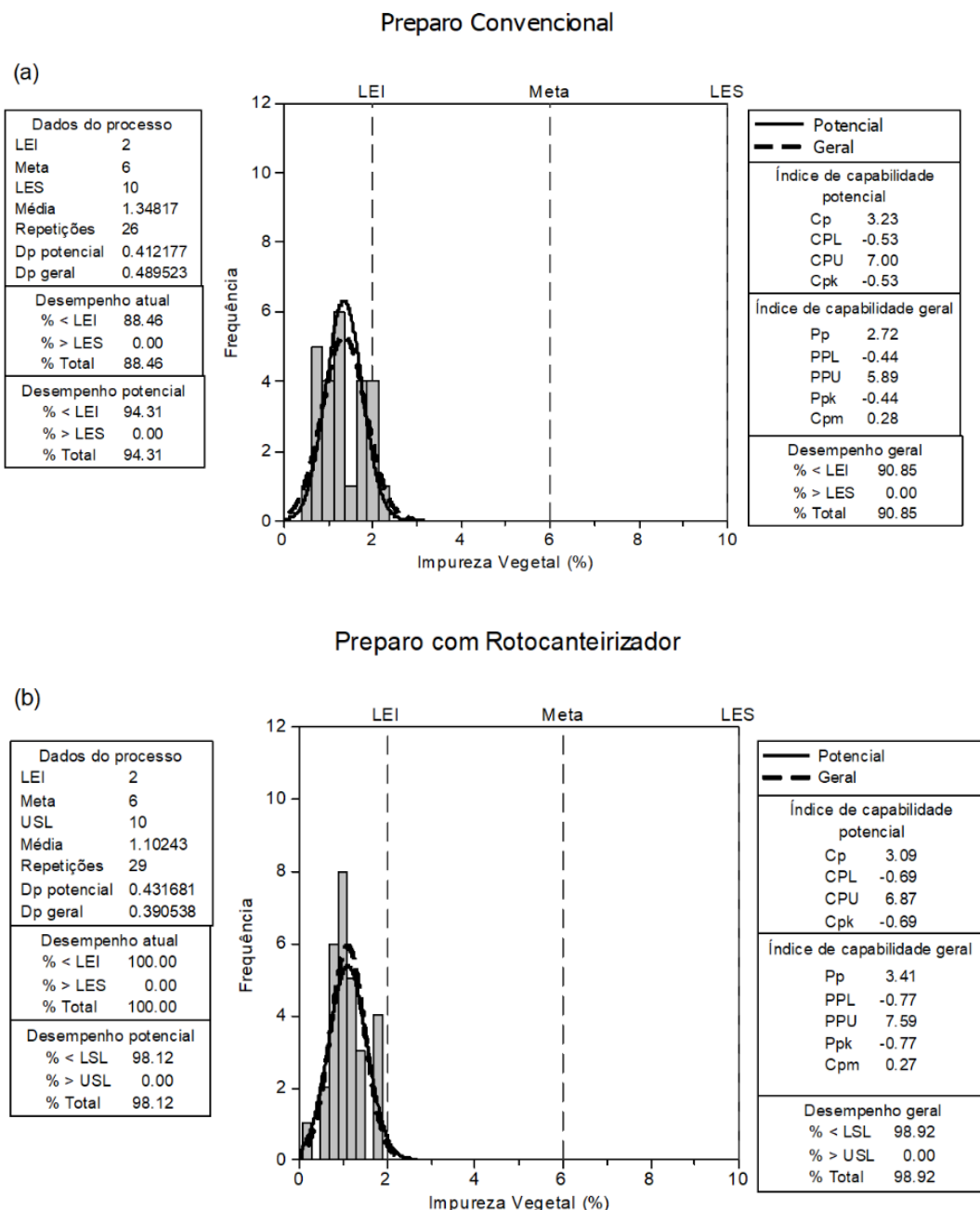


Figura 11. Análise de capacidade do processo para o indicador impureza vegetal (%) proveniente do recolhimento do amendoim.

Para tal situação não é recomendável a eliminação das causas especiais, uma vez que poderiam aumentar os valores das IV no processo, sendo uma ação indesejável para produtor uma vez que seu produto apresentaria maiores taxas de descontos. Então, se torna necessário um monitoramento frequente sobre o indicador para redefinir os níveis, metas e padrões de qualidade para que o processo se torne capaz. Pois, segundo Oliveira et al. (2019), as impurezas influenciam diretamente na eficiência da operação, colheita do café, podendo este ser considerado como ótimo indicador na qualidade do produto para o beneficiamento. Assim como demonstrado também por Silva et al. (2007), ao trabalharem com colheita mecanizada de algodão, em que as impurezas afetaram na qualidade da operação.

4.2.4 Diagrama de Ishikawa (causa e efeito)

Após a análise de capacidade do processo, foi sintetizado o diagrama de causa e efeito (Figura 12), possibilitando identificar e demonstrar possíveis fatores que influenciem no processo de colheita em relação ao preparo de solo e, tendo a visualização desses resultados, se torna possível elaborar medidas de melhoria do processo da colheita mecanizada de amendoim.

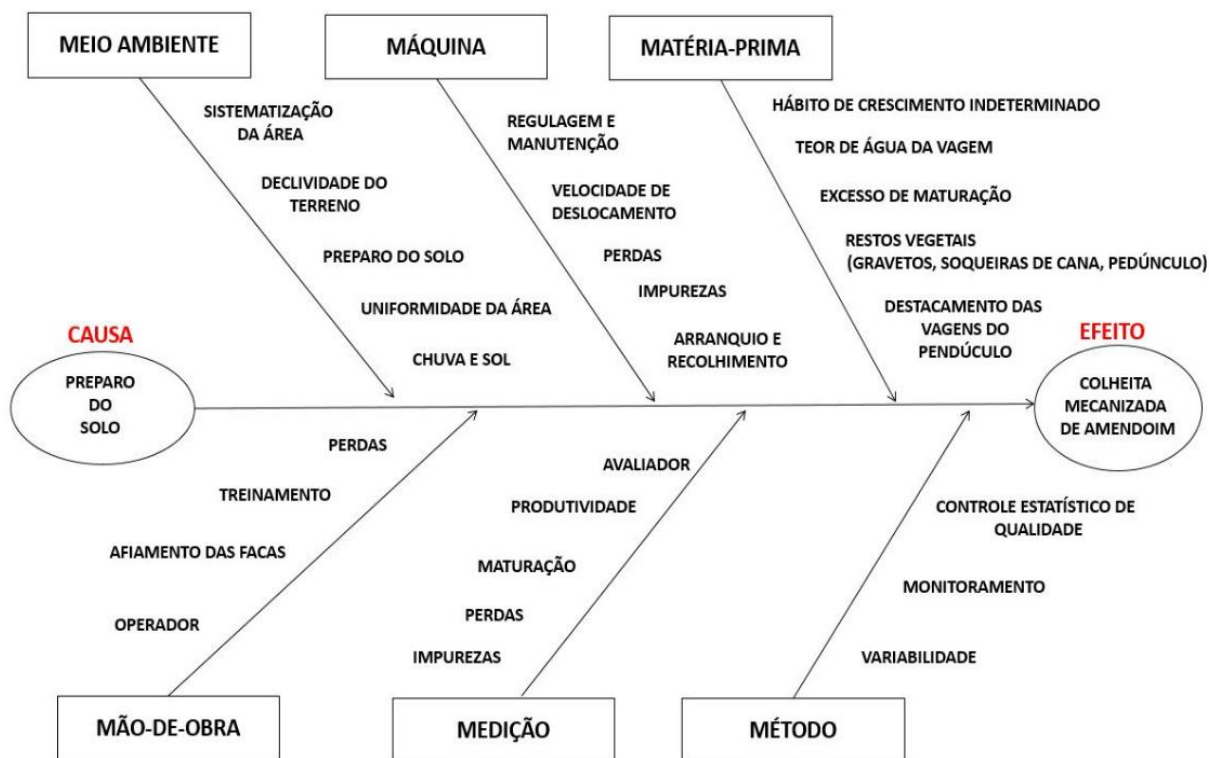


Figura 12. Diagrama de causa e efeito para a qualidade das vagens da colheita mecanizada de amendoim.

Desta maneira considerando-se os fatores 6 M's (mão de obra, meio ambiente, máquina, medição, matéria-prima e método), foi possível elencar, neste trabalho, os principais indicadores críticos da operação de recolhimento. Assim, verificou-se que a nova forma de manejo foi um desafio para os operadores (fator mão de obra), que se depararam a um novo cenário a qual não estavam adaptados, que seria a realização das operações mecanizadas da cultura do amendoim em canteiros. Em vista disso, a falta de experiência dos operadores pode ter acarretado erros durante a condução das operações. Condizente a isso, observou-se que as mesmas adequações do conjunto mecanizado (fator máquina) para o PC, foram preservadas para as operações nos preparos com canteiros, e isso pode ter originado erros, uma vez que eles não buscaram uma adequação das operações para nova forma de preparo.

Outro fator que chama atenção, foi o fato de o recolhimento ter sido realizado de forma tardia, uma vez que o teor de água da vagem estava abaixo do recomendado (18-24%), ocasionando maiores percentuais de vagens quebradas e grãos soltos, sendo uma situação indesejada para os produtores, em razão de ocasionar depreciação da qualidade física do produto final e a redução dos ganhos econômicos.

Ainda são poucos trabalhos que constaram a qualidade do recolhimento de amendoim em função do TA de vagem visando pela qualidade da matéria-prima, tendo a necessidade de implantação de trabalhos futuros, ou seja, explorar a relação do TA das vagens com as perdas qualitativas oriundas da colheita mecanizada, em que por meio desse poderia se estabelecer um TA ideal para que se tenha maiores percentuais de vagens inteiras na colheita.

Destaca-se também o fator matéria prima, no qual possui como limitação a inconsistência de suas medições, como por exemplo o indicador IV, que é caracterizada quanto aos restos vegetais (gravetos, soqueiras de cana, pedúnculos) com diferentes massas, e a IM é representada por sólidos com diferentes granulometrias, como ilustrado na Tabela 4. Estas diferenças de massas, causam inconsistências na mensuração da porcentagem dos indicadores (IV e IM), sendo resultados visíveis na análise descritiva (Figura 5) que apresentaram dados com altas variabilidades (altos CV), e alguns casos até dados não significativos para o teste de normalidade.

Dessa forma por meio das ferramentas do CEQ, tornou-se possível a análise do processo do recolhimento e possibilitou a identificação das possíveis causas que afetam na qualidade deste sistema mecanizado. E por meio disso é possível elaborar planos de melhoria que vão auxiliar o produtor no suporte da tomada de decisão com ações de medidas preventivas e corretivas no decorrer do processo.

5. CONCLUSÕES

O preparo de solo influenciou na qualidade da operação do recolhimento mecanizado do amendoim, com o manejo com enxada rotativa apresentando maior qualidade para a maioria dos indicadores de qualidade.

Em relação à estabilidade do processo, os manejos que mais se destacaram foram o convencional e o rotocanteirador, devido à menor presença de causas especiais atuando no processo de recolhimento.

Pela análise de capacidade constatou-se que pelo indicador vagens inteiras no preparo com enxada rotativa, o processo é considerado capaz de se manter entre os limites de especificação e próximo à meta, a curto e longo prazo.

Com a aplicação do Controle Estatístico de Qualidade foi possível identificar as causas que ocasionaram o aumento da variabilidade da colheita do amendoim, elencando pontos a serem melhorados para o aumento da qualidade desta operação.

6. REFERÊNCIAS

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** 22:711-728.

Brandenburg RL, Herbert Júnior DA, Sullivan GA, Naderman GC, Wright SF (1998) The impact of tillage practices on thrips injury of peanut in north carolina and virginia. **Peanut Science** 25:27-31.

Camolese HS, Baio FHR, Alves CZ (2015) Perdas quantitativas e qualitativas de colhedoras com trilha radial e axial em função da umidade do grão. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, 9: 21-29, 2015.

Carneiro FM, Furlani CEA, Ormond ATS, Kazama EH, Silva RP (2017a) Mechanized fertilization: individual application of nitrogen, phosphorus and potassium in sugarcane. **Revista Ciência Agronômica** 48: 278-287. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170032>

Carneiro FM, Furlani CEA, Gírio LAS, Silva RP, Malheiros EB (2017b) Mechanized and individualized application of NPK in combined operations in sugarcane. **Engenharia Agrícola** 37: 676-688. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v37n4p676-688/2017>

Carvalho Filho A, Cortez JW, Silva RP, Zago MS (2005) Perdas na colheita mecanizada de soja no triângulo mineiro. **Revista Nucleus** 3: 57-60.

Carvalho Filho A, Centurion JF, Silva RP, Furlani CEA, Carvalho LC (2007) Métodos de preparo do solo: alterações na rugosidade do solo. **Engenharia Agrícola** 27: 229-237. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162007000100017>

Carvalho TL, Rocha AC, Campos BFJ, Cunha FN, Silva NF, Teixeira MB (2014) Genótipos de amendoim cultivados em semeadura direta e convencional sob regime hídrico do sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** 8:432-443. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v8n600244>

Conab, Companhia Nacional de Abastecimento (2020) **Acompanhamento da Safra Brasileira**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: 28 ago. 2020.

Costa AFB, Epprecht EK, Carpinetti LCR (2005) **Controle Estatístico de Qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 335 p.

Cunha JPAR, Piva G, Oliveira CAA (2009) Efeito do sistema de trilha e da velocidade das colhedoras na qualidade de sementes de soja. **Revista Bioscience Journal**, Uberlândia, 25: 37-42.

Cunha JPB (2015) **Análise técnica e econômica da mecanização na cafeicultura**. (Tese apresentada para obtenção do título de doutorado). 102 p. Universidade Federal De Lavras.

Emami M, Almassi M, Bakhoda H (2018) Agricultural mechanization, a key to food security in developing countries: strategy formulating for Iran. **Agriculture & Food Security** 7: 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40066-018-0176-2>

Fachin GM, Duarte Júnior JB, Glier CADS, Mrozinski CR, Costa AC, Guimarães VF (2014) Agronomic characteristics of six peanut cultivars grown in conventional and no-tillage system. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 18: 165-172. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000200006>

Ferreira IC, SILVA RP, LOPES A, FURLANI CEA (2007) Perdas quantitativas na colheita de soja em função da velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha. **Revista Engenharia na Agricultura** v. 15 141-150.

Huang S, Lin Wu, Chuan Ye, QianRu Huang, YanHong Cheng, Kun Zhang, ChangQiang Wu, QiNa Zhou, XiaoHua Yang, YiJun Zhong (2018) Efeitos da profundidade do preparo do solo no crescimento da raiz e na atividade do amendoim em campo com declive de solo vermelho. **Acta Agriculturae Jiangxi** 30: 9-12.

Jackson JL, Beasley Júnior JP, Tubbs RS, Lee RD, Grey TL (2011) Fall-Bedding for Reduced Digging Losses and Improved Yield in StripTill Peanut. **Peanut Science** 38: 31–40.

Jordan DL, Johnson PD (2006) Reduced tillage research with peanut in North Carolina (1997–2005). In: Southern Conserv. Tillage Systems Conf., 28th. **Proceedings...** Amarillo, TX: USDA-ARS Conserv. and Production Res. Laboratory, p. 134–141.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009). **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 399 p.

Marcondes MC, Miglioranza É, Fonseca ICB (2010) Qualidade de sementes de soja em função do horário de colheita e do sistema de trilha de fluxo radial e axial. **Engenharia Agrícola** 30: 315-321. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162010000200014>

Menezes PC, Silva RP, Carneiro FM, Girio LAS, Oliveira MF, Voltarelli MA (2018) Can combine headers and travel speeds affect the quality of soybean harvesting operations? **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 22: 732-738. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n10p732-738>

Milan M, Fernandes RAT (2002) Qualidade das operações de preparo de solo por controle estatístico de processo. **Scientia Agrícola** 59: 261-266.

Minitab (2020) **Minitab® 19 Support**. Disponível em: <<https://support.minitab.com/en-us/minitab/19/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/supporting-topics/run-chart-basics/>>. Acesso em: 23 jan. 2021.

Minitab (2019) **Suporte ao Minitab®18**. Disponível em: <<https://support.minitab.com/pt-br/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/capability-analysis/supporting-topics/capability-metrics/what-are-capability-indices/>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

Montgomery DC (2016) **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 572p.

Nunes JLS (2013) **Colheita: Artigos Técnicos**. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/colheita.aspx>>. Acesso em: 10 setembro 2017.

Ormond ATS, Santos AF, Alcantara AS, Zerbato C, Furlani CEA (2018) Tillage interference in the quality of peanut mechanized harvest. **Engenharia Agrícola** 38: 251-259. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v38n2p251-259/2018>

Oliveira JD, Souto RR, Maia RDA, Meira JA, Lima VSP (2011) A análise da capacidade de um processo: um estudo de caso baseado nos indicadores Cp e Cpk. **Anais... XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Belo Horizonte: ABEPRO, 2011. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_136_863_19320.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

Paixão CSS (2015) **Tempos, movimentos e qualidade da operação de colheita mecanizada de soja em função do formato dos talhões**. 118 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

Pimentel-Gomes FP, Garcia CH (2002) **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 309 p.

Reis EF, Queiroz DM, Cunha JPAR, Alves SMF (2010) Qualidade da aplicação aérea líquida com uma aeronave agrícola experimental na cultura da soja (*Glycine max* L.). **Engenharia Agrícola** 30: 958-966.

Ribeiro JLD, Caten CS ten (2012) **Série monográfica qualidade**: Controle Estatístico do Processo. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 172 p.

Rós AB (2017) Sistemas de preparo do solo para o cultivo da batata-doce. **Bragantia** 76: 113-124.

Samohyl RW (2009) **Controle estatístico de qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 275 p.

Santinato F, Silva RP, Cassia MT, Santinato R (2014) Qualitative analysis of mechanized harvesting of coffee in two harvests. **Coffee Science** 9: 495–505.

Santos RF, Todeschini A, Rosa HA, Chaves LI, Bassegio D, Veloso G (2012) Evolução e perspectiva da cultura do amendoim para biocombustível no Brasil. **Acta Iguazu** 1: 20-35.

Santos RC, Freire RMM, Lima LM (2013) O agronegócio do amendoim no Brasil. 2nd ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 585p.

Santos AF, Silva RP, Tavares TO, Ormond ATS, Rosalen DL, Assis LC (2017) Parallelism error in peanut sowing operation with auto-steer guidance. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 21(10): 731-736.

Santos AF, Silva RP, Zerbato C, Menezes PC, Kazama EH, Paixão CSS, Voltarelli MA (2019) Use of real- time extend GNSS for planting and inverting peanuts. **Precision Agriculture** 20: 840-856. <https://doi.org/10.1007/s11119-018-9616-z>

Shen P, Wu Z, Wang C, Luo S, Zheng Y, Yu T, Sun X, Sun X, Wang C, He X (2016) Contributions of rational soil tillage to compaction stress in main peanut producing areas of China. **Scientific reports** 6(38629). <https://doi.org/10.1038/srep38629>

Shen P, Wang C, Wu Z, Wang C, Zhao H, Shan S, Wu M, Sun X, Yu T, Zheng Y, Sun X, He X (2019) Peanut macronutrient absorptions characteristics in response to soil compaction stress in typical brown soils under various tillage systems. **Soil Science and Plant Nutrition** 65: 148-158. <https://doi.org/10.1080/00380768.2019.1579043>

Silva ORRF, Sofiatti V, Santana JDF, Wanderley MJR, dos Santos JW (2007) Colheita e manejo pós-colheita afetam o número de neps e a quantidade de impurezas da fibra do algodão. **Embrapa Algodão** - Artigo em periódico indexado (ALICE).

Silva RP, Voltarelli MA, Cassia MT, Vidal DO, Cavichioli FA (2014) Quality of the operations of reduced soil preparation and mechanized transplanting of coffee plants. **Coffee Science** 9: 51–60.

Silva JER, Cunha JPAR, Nomelini QSS (2016) Controle estatístico de processo em pulverização hidropneumática na cultura do café. **Coffee Science** 11: 11 - 21.

Silva RP (2019) Colheita mecanizada de amendoim. In: Silva RP, Santos AF, Carrega WC (Eds.) **Avanços na produção de amendoim**. Jaboticabal: FUNEP, p. 129–141.

Sociedade Nacional de Agricultura (2016) **Meiosi**: sistema antigo volta a ser opção para aumentar produtividade da cana. Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/meiosi-sistema-antigo-volta-a-ser-opcao-para-aumentar-produtividade-da-cana/>>. Acesso em: 7 jan. 2020.

Sorensen RB, Brenneman TB, Lamb MC (2010) Peanut yield response to conservation tillage, winter cover crop, peanut cultivar, and fungicide applications. **Peanut Science** 37: 44–51.

Sousa T (2019) **Produção do amendoim no Brasil avança com foco na qualidade**. Disponível em: <<https://anba.com.br/producao-do-amendoim-no-brasil-avanca-com-foco-na-qualidade/>>. Acesso em: 28 ago. 2020.

Tasso Júnior LC, Marques MO, Nogueira GA (2004) A cultura do amendoim. Jaboticabal: FUNEP, 218 p.

Tavares TO, Borba MAP, Oliveira BR, Silva RP, Voltarelli MA, Ormond ATS (2018) Effect of soil management practices on the sweeping operation during coffee harvest. **Agronomy Journal** 110: 1689-1696. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2017.10.0598>

Truman CC, Potter TL, Nuti RC (2012) Quantifying variable rainfall intensity events on seasonal runoff and sediment losses from strip and conventionally tilled Peanuts. **Peanut Science** 39: 62–68.

USDA – United States Department of Agriculture (2020) **World Agricultural Production**. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>. Acesso em: 8 set. 2020.

Wang Y, Fan J, Cao L, Zheng X, Ren P, Zhao S (2018) The influence of tillage practices on soil detachment in the red soil region of China. **Catena** 165: 272-278. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.02.011>

Zerbato C, Furlani CEA, Silva RP, Voltarelli MA, Santos AF (2017) Statistical control of processes applied for peanut mechanical digging in soil textural classes. **Engenharia Agrícola** 37: 315-322. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v37n2p315-322/2017>