

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

VARIABILIDADE DE PERDAS NO ARRANQUIO MECANIZADO
DE AMENDOIM: ESTUDO DE CASO

Rafael Scabello Bertonha

Orientador: Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani

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 (Produção Vegetal).

Jaboticabal – São Paulo - Brasil

Fevereiro de 2011

B547v Bertonha, Rafael Scabello
Variabilidade de perdas no arranquio mecanizado de amendoim:
estudo de caso / Rafael Scabello Bertonha. – – Jaboticabal, 2011
xiv, 61 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011
Orientador: Rouverson Pereira da Silva
Co-orientador: Carlos Eduardo Angeli Furlani
Banca examinadora: Afonso Lopes, Alberto Carvalho Filho.
Bibliografia

1. Colheita-perdas. 2. Máquinas agrícolas. 3. Arrancador-
invertedor. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 631.35:633.368

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

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RAFAEL SCABELLO BERTONHA – Nascido no município de Araraquara, Estado de São Paulo, aos 20 dias do mês de março do ano de 1987 e registrado no cartório de Dobrada-SP como filho de Martemir Gilberto Bertonha e Maria Cristina Leite Scabello Bertonha. Reside desde seu nascimento na cidade de Dobrada-SP, onde na infância ajudou o pai na antiga farmácia e nos Centros de Formação de Condutores de Dobrada e Matão-SP. cursou o Ensino Fundamental na Escola Estadual do município onde reside, concluindo apenas a oitava série na Escola Estadual José Inocêncio da Costa, na cidade de Matão-SP. Realizou o Ensino Médio na Escola Municipal Adelino Bordignon, cidade de Matão-SP, o qual foi concluído em dezembro de 2004. Em fevereiro de 2005 iniciou o curso de Engenharia Agrônômica pelo Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior - ITES, na cidade de Taquaritinga-SP, concluindo-o em Dezembro de 2008, integrante da II Turma de Engenharia Agrônômica, recebendo o grau de Engenheiro Agrônomo em 30 de janeiro de 2009. Durante a graduação participou de trabalhos e eventos culturais na cidade de Taquaritinga-SP e participou de estágios em empresas como Coopercitrus, Cutrale, Jumil e eventos como Agrishow. Participou de estágios no setor de Topografia e Sensoriamento Remoto e no Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola, ambos situados no Departamento de Engenharia Rural da FCAV/UNESP. Em março de 2009 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Câmpus de Jaboticabal, concentrando os estudos e pesquisas na área de colheita mecanizada de amendoim e outras culturas. Em fevereiro de 2011, submeteu-se à banca examinadora para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

"Nada te perturbe, nada te assuste, tudo passa. Deus nunca muda. A paciência tudo alcança. Quem a Deus tem, nada lhe falta. Só Deus basta!"

Santa Teresa de Ávila

Aos meus pais, pois sempre me ajudaram e sempre estiveram ao meu lado quando mais precisei.

Dedico

À minha família que durante todo o meu desenvolvimento dedicou esforços à concretização deste sonho.

Homenageio

Aos amigos e irmãos
Aos meus pais, tios, padrinhos e primos
À querida Suellen Marasca
À família TLC

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela graça da vida, por ter colocado pessoas iluminadas em meu caminho, por me conceder tudo que tenho e pelas graças que obtive durante o curso;

Ao Pesquisador e Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva, pelo enorme apoio que me concedeu para chegar até aqui e pela grande amizade durante esse tempo;

Ao Pesquisador e Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani pelo apoio nessa caminhada trabalhosa;

À Prof. Dra. Teresa Cristina Tarlé Pissarra pela orientação durante a graduação e pelo enorme apoio para eu entrar no Mestrado.

Ao Prof. Dr. Maurício José Borges, pois foi com sua ajuda que comecei a estagiar na UNESP/FCAV desde a época de graduação.

Ao grande amigo e primo Ricardo Canova pelo grande incentivo para eu conseguir entrar no Mestrado.

Aos meus pais, Martemir Gilberto Bertonha e Maria Cristina Leite Scabello Bertonha, que sempre ofereceram carinho, incentivo e toda dedicação à minha formação;

Aos meus irmãos Rodrigo Scabello Bertonha e Roberta Scabello Bertonha, pela paciência que tiveram comigo durante todo o tempo;

Aos meus padrinhos Marco Frederico Scabello (*“in memoriam”*) e Maria Celina Ribeiro de Rezende, pelo prazer de ter vivido e receber todo o amor de vocês, pelo apoio em conjunto aos meus pais, serei eternamente grato;

Aos meus primos Euclides Bruno Belentani, Paulo César Belentani, Carlos Henrique de Freitas, Éder Paulo de Freitas, Mauro Geraldo Cavichioli, Frederico Martins Scabello e Francisco Martins Scabello, pois foram pessoas em quem me inspirei para seguir a carreira Agrônômica;

Ao senhor Luiz Antonio Marasca e Sueli Rosani Marasca, pelos ensinamentos e motivação que transmitiram para eu concretizar este sonho.

Aos amigos Marcio Henrique Cirino e Ricardo César de Oliveira Cremonesi pelo companheirismo, força e grande amizade.

Aos amigos do LAMMA - Anderson de Toledo, Ariel Compagnon, Arthur Vinícius Sestari, Augusto Strini Paixão, Carlos Alessandro Chioderoli, Cristiano Zerbato, Fábio Alexandre Cavichioli, Edvaldo Pereira dos Santos, José Maria do Nascimento, Leomar Paulo de Lima, Marcelo Tufaile Cassia, Melina Cais, Rafael Henrique de Freitas Noronha e demais graduandos - pela colaboração durante a condução do experimento em campo, disciplinas cursadas, demais atividades científicas e pela grande amizade;

Aos amigos assistentes do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola - LAMMA, Valdecir José Aparício (Maranhão), Sebastião Francisco da Silva Filho (Tiãozinho), Aparecido Alves (Cidão), pela grande colaboração na realização e condução dos trabalhos realizados e pelos grandes ensinamentos que aprendi durante todo tempo do curso;

A todos os servidores e professores do Câmpus da UNESP/Jaboticabal, pela dedicação e suporte oferecidos para a realização do curso de pós-graduação;

A todos os colegas da pós-graduação pela amizade e incentivo;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo concedida e oportunidade dada na realização desta pesquisa;

À Cooperativa dos Plantadores de Cana do Oeste do Estado de São Paulo – COPERCAN, pelo fornecimentos das áreas de pesquisa, equipamentos e tratores, sem os quais não seria possível a realização da presente pesquisa.

Às Industrias Reunidas Colombo (MIAC), pelo apoio nos trabalhos.

ÍNDICE

Lista de Figuras.....	x
Lista de Tabelas	xii
RESUMO.....	xiii
SUMMARY	xiv
I INTRODUÇÃO	1
II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Cultura do amendoim.....	3
2.2 Sistemas de colheita.....	4
2.3 Momento do arranquio.....	5
2.4 Resistência mecânica do solo à penetração	6
2.5 Perdas na colheita mecanizada de amendoim	7
2.6 Análise da variabilidade.....	9
2.7 Controle estatístico de processo.....	10
III MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Delineamento experimental.....	14
3.2 Amostragem	15
3.3 Avaliações realizadas	16
3.3.1 Teor de água.....	16
3.3.2 Determinação das perdas.....	17
3.3.3 Produtividade	18
3.3.4 Maturação do amendoim	19

3.3.5 Resistência mecânica do solo à penetração	20
3.4 Condições de colheita	21
3.5 Análise descritiva.....	21
3.6 Análise da variabilidade.....	22
3.7 Controle estatístico de processo.....	22
IV RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Análise descritiva.....	25
4.2 Controle estatístico de processo.....	30
4.2.1 Análise da variabilidade	30
4.2.2 Cartas de controle	38
VI CONCLUSÕES.....	53
VII REFERÊNCIAS	54

Lista de Figuras

Figura	Página
1. Climograma para o período de implantação e condução da cultura: a) precipitação e temperatura média; b) insolação e número de dias com chuva. Fonte: UNESP (2010).	13
2. Arrancador-invertedor utilizado no arranquio.	14
3. Representação esquemática das malhas amostrais das áreas com arranquio aos: a) 118 DAS; b) 120 DAS; c) 130 DAS e d) 135 DAS.	16
4. Coleta de perdas no arranquio: a) visíveis; b) invisíveis.	18
5. a) Raspagem do mesocarpo das vagens com a utilização de um jato de água. b) Tabela utilizada para classificação da maturação do amendoim.	20
6. Quadriciclo utilizado para mensuração da RMSP.	21
7. Modelo de gráfico sequencial.	22
8. Estrutura das cartas de controle.	24
9. Médias gerais para produtividade, maturação, teor de água das vagens e do solo.	28
10. Médias gerais para teor de água das vagens e do solo, RMSP e perdas visíveis e invisíveis do arranquio.	30
11. Gráficos sequenciais para maturação.	31
12. Gráficos sequenciais para teor de água do solo.	32
13. Gráficos sequenciais para teor de água das vagens.	33
14. Gráficos sequenciais para resistência mecânica do solo à penetração.	34
15. Gráficos sequenciais para produtividade.	35
16. Gráficos sequenciais para perdas visíveis no arranquio.	36
17. Gráficos sequenciais para perdas invisíveis no arranquio.	37
18. Gráficos sequenciais para perdas totais no arranquio.	38
19. Cartas de controle e histograma para a variável maturação.	39

20. Cartas de controle e histograma para a variável teor de água das vagens.	41
21. Cartas de controle e histograma para a variável teor de água do solo.	43
22. Cartas de controle e histograma para a variável resistência mecânica do solo à penetração.	45
23. Cartas de controle e histograma para a variável produtividade.	47
24. Cartas de controle e histograma para perdas visíveis no arranquio.	49
25. Cartas de controle e histograma para perdas invisíveis no arranquio.	50
26. Cartas de controle e histograma para perdas totais no arranquio.	52

Lista de Tabelas

Tabela	Página
1. Análise granulométrica do solo das propriedades avaliadas.	12
2. Estatística descritiva para maturação, teor de água do solo, teor de água das vagens, resistência mecânica do solo à penetração e produtividade real.	26
3. Estatística descritiva para perdas visíveis, invisíveis e totais no arranquio.	29

VARIABILIDADE DE PERDAS NO ARRANQUIO MECANIZADO DE AMENDOIM: ESTUDO DE CASO

RESUMO

A mecanização na colheita de amendoim destaca-se como uma operação crítica, na qual as dificuldades advêm de fatores inerentes à cultura e ao solo, como por exemplo, o teor de água do solo e das vagens, a compactação do solo e a maturação da cultura, sendo esses fatores também relacionados ao tempo decorrido da semeadura ao arranquio. Considerando-se que na colheita de amendoim as maiores perdas têm sido observadas na operação de arranquio, este trabalho teve por objetivo avaliar a variabilidade das perdas no arranquio mecanizado de amendoim em quatro propriedades da região de Ribeirão Preto – SP. Os momentos de arranquio foram: 118, 120, 130 e 135 dias após semeadura (DAS) em propriedades diferentes com 36 repetições cada área. Foi utilizado arrancadores-invertedores de amendoim, modelo AIA 2, da marca Santal, tracionados por tratores de marcas e potências diferentes. As variáveis avaliadas foram: perdas visíveis, invisíveis e totais do amendoim, maturação, teor de água das vagens e do solo, resistência mecânica do solo à penetração e produtividade. Os resultados permitiram concluir que as variáveis analisadas apresentaram comportamento aleatório quanto à variabilidade, exceto para teor de água do solo e resistência mecânica do solo à penetração aos 118 e 135 DAS, produtividade real e perdas visíveis aos 135 DAS, teor de água das vagens aos 130 DAS e perdas totais no arranquio aos 118 DAS. As cartas de controle, em sua maioria, resultaram em processos instáveis, indicando que houve pontos fora de controle devido a diversos fatores como, por exemplo, os 6 M's, sendo mais apresentado os fatores meio ambiente e mão-de-obra. As maiores perdas foram encontradas na área arrancada aos 130 DAS.

Palavras-chave: perdas na colheita, máquinas agrícolas, arrancador-invertedor.

VARIABILITY OF LOSSES IN THE PEANUT MECHANIZED DIGGING: CASE STUDY

SUMMARY

The mechanized harvest of peanut stands out as a critical operation in which the difficulties stem from factors inherent to the culture and soil, such as the water content of soil and pods, soil compaction and crop maturation, and these factors also relate to the time elapsed from seeder to digging. Considering that the peanut harvest the biggest losses have been observed in digging operation, this study aimed to evaluate the losses variability to peanut mechanical digging in four properties in the region of Ribeirão Preto - SP. The moments of digging were: 118, 120, 130 and 135 days after sowing (DAS) on different properties with 36 repetitions each area. It was used the digger, the AIA 2 model Santal brand pulled by tractors of brands and different strengths. The variables were: losses visible, invisible and total peanut maturity, water content of the pods and soil mechanical resistance to penetration and productivity. The results showed that the variables analyzed showed variability as to conduct random, except for water content of soil and soil resistance to penetration at 118 and 135 DAS, and real productivity losses visible to 135 DAS, the water content of pods at 130 DAS and total losses in the digging at 118 DAS. The control charts, most of them resulted in unstable cases, indicating that there were points out of control due to several factors such as the 6 M's, is more lodged the environmental factors and manpower. The greatest losses were found in the area with 130 DAS digging.

Keywords: losses in harvest, agricultural machines, digger.

I INTRODUÇÃO

A cultura do amendoim vem crescendo cada vez mais em nosso país, sendo os maiores produtores como a China, Índia e Estados Unidos e o Brasil apresenta neste cenário mundial uma pequena participação com apenas 1% da produção. Entretanto, apesar de pequena, esta produção tem crescido muito nos últimos anos.

Essa cultura é importante para a região de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, pois é um fruto muito apreciado por obter grande quantidade de proteínas e também por ter um gosto muito agradável, servindo de matéria prima para o processamento de paçocas, balas, e doces em geral. Também é importante porque contém uma quantidade significativa de óleo, sendo utilizado na indústria cosmética, na culinária e em motores a diesel como biocombustível.

O arranquio de amendoim é uma importante etapa do processo de produção e, assim como em outras culturas, também na cultura do amendoim deve ser finalizada no menor tempo possível, pois as ocorrências de fatores climáticos adversos possibilitam o aumento das perdas e por ser uma cultura de rotação, a pressa das usinas em querer reimplantar a cultura da cana-de-açúcar pode atrapalhar o período de colheita.

Devido à presença do fruto sob a terra, há uma grande dificuldade durante o arranquio e também para os produtores em calcular os prejuízos em suas lavouras.

As perdas no processo de colheita de amendoim ocorrem com maior significância na operação de arranquio, podendo atingir altos patamares quando a operação não for cuidadosamente gerenciada. Muitos trabalhos relatam que perdas no arranquio são inevitáveis principalmente quando o pedúnculo encontra-se enfraquecido devido ao excesso de maturação ou quando há a desfolha prematura causada por doenças, ou ainda, quando o solo encontra-se muito seco e compactado devido ao baixo teor de água. Os trabalhos de pesquisa existentes no Brasil também apontaram a operação de arranquio mecanizado como aquela na qual as perdas são mais elevadas e registram, nesta operação, perdas que variam de 3,1 a 47,1%.

Considerando-se que na colheita de amendoim as maiores perdas têm sido observadas na operação de arranquio, ocorrendo variações especiais e temporais entre as mesmas, este trabalho teve por objetivo avaliar a variabilidade das perdas no arranquio mecanizado de amendoim em quatro propriedades da região de Ribeirão Preto – SP.

II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura do amendoim

O amendoim é cultivado em escala comercial há muitos anos no Brasil. Sua produção teve importância expressiva no abastecimento interno de óleos vegetais comestíveis na década de 60 (LOURENZANI & LOURENZANI, 2006). De acordo com os autores, na década de 70 foram produzidas cerca de 1 milhão de toneladas desse produto, tendo declinado desde então, devido, principalmente, ao avanço da produção de soja no Brasil.

A produção de amendoim no Brasil cresceu significativamente nos últimos anos, passando de 183 mil toneladas em 1998 para 304,9 mil toneladas em 2008 (CONAB, 2008). A região Sudeste apresentou maior índice de produção seguida da região Sul, Centro Oeste, Nordeste e Norte, respectivamente com a produção de 208,4; 24; 14,4; 11,8 e 6,3 mil toneladas, sendo explorada em larga escala no Estado de São Paulo (BOLONHEZI, 2005). A safra 2010 estimada pela Conab (2010) pode chegar a 245 mil toneladas (18% menor em relação à safra anterior) em área de 96 mil ha (14 mil no Norte/Nordeste e 82 mil no Centro/Sul) apresentando também redução de 16% e produtividade média de 2560 kg ha⁻¹.

De acordo com o Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2010), o Estado de São Paulo é responsável por 71% da área e 77% da produção nacional. Nesse cenário destaca-se a região de Ribeirão Preto – SP, que é responsável por 25% da produção do Estado de São Paulo e 20% da produção brasileira.

Na agricultura brasileira, o amendoim tem se destacado por ser de fácil manejo, ciclo curto e obter bons preços, constituindo-se de fonte de renda em razão das várias formas em que os produtos são utilizados (consumo in natura, processados, óleos e combustível alternativo) e que incentivam a agroindústria, a produção e a expansão desta cultura (SANTOS et al., 2006).

A cultura do amendoim também apresenta um enorme potencial para a produção de biodiesel. No caso brasileiro, o biodiesel será formulado e fabricado a partir da adição de álcool e óleo vegetal (extraído da soja, dendê, babaçu, mamona, amendoim) ao combustível de origem fóssil. Entretanto, para que os atores econômicos do mercado de amendoim explorem, efetivamente, essa oportunidade, os membros terão de implementar algumas ações: plantar os cultivares com maior teor de óleo, aumentar o volume de produção, aumentar a produtividade e expandir a área plantada (PERES et al., 2005).

2.2 Sistemas de colheita

Devido ao fato de a cultura produzir seus frutos abaixo da superfície do solo, a colheita possui a particularidade de ser realizada em duas etapas, constituída pelo arranquio e recolhimento. O arranquio segundo Tasso Júnior et al. (2004), refere-se a primeira operação para a realização da colheita propriamente dita, após a cultura atingir o ponto ideal de maturação, enquanto que o recolhimento é realizado após um período de secagem em campo.

Na cultura do amendoim a colheita pode ser realizada de forma manual, mecanicamente ou por uma combinação de ambas. Em pequenas propriedades, especialmente nas de base familiar, o arranquio pode ser feito de forma manual, quando a textura do solo for arenosa, entretanto, em solos mais argilosos esta prática deixa de ser eficiente, uma vez que as vagens se destacam das plantas, permanecendo no solo e provocando perdas exigindo, assim, um bom preparo do solo para o afofamento da terra (EMBRAPA, 2006).

No sistema semimecanizado, é realizado o corte das raízes previamente ao arranquio, com posterior enleiramento manual, utilizando-se implementos tracionados por trator, que possuem duas lâminas cortantes em forma de V aberto. A passagem da lâmina proporciona no arranquio, redução nas perdas em torno de 6% (EMBRAPA, 2006).

No sistema totalmente mecanizado o processo é iniciado com uma roçadora – para cultivares de porte ereto – seguindo-se as etapas de arranquio e enleiramento que são efetuadas simultaneamente com um único implemento, que corta as raízes, promove a vibração das plantas e realiza o enleiramento (NEVES, 2007). As leiras formadas permanecem na lavoura para completar o processo de secagem e homogeneização natural e, por fim, outra máquina realiza o recolhimento do produto e separa os grãos do resto das plantas.

De acordo com Câmara et al. (2006), a colheita mecanizada do amendoim no Brasil é recente, iniciando-se na safra de 1999/2000, tornando-se indispensável para a otimização do cultivo dessa cultura em escala comercial, substituindo assim a colheita manual caracterizada pela reduzida ocorrência de perdas. Desta forma, a colheita mecanizada surgiu para ajudar a solucionar o grande problema encontrado para a difusão da cultura do amendoim no agronegócio, que segundo Smiderle (2010) está relacionado à deficiência da mecanização, comparada à de outras culturas de ciclo anual.

2.3 Momento do arranquio

O amendoim é uma planta de florescimento indeterminado, uma vez que novas flores são emitidas quando já se tem vagens formadas. Dessa forma a determinação do momento do arranquio é crucial para garantir máxima produtividade. Mesmo quando a colheita ocorre no momento ótimo, as plantas contêm vagens em diferentes estádios de maturação, incluindo imaturas (DORNER, 2008).

Devido à complexidade do processo de produção do amendoim, que ocorre sob o solo, avaliar a maturação e determinar o ponto de colheita têm sido um problema comum enfrentado por produtores do mundo inteiro, com grandes perdas econômicas ligadas a uma decisão errônea, baseada no número de dias após a semeadura do amendoim (ROWLAND et al., 2006).

De acordo com Pedelini (1998), para se obter uma produção de amendoim de boa qualidade, é necessário colhê-lo com maior quantidade de grãos maduros. O

arranquio pode ser a causa de uma elevada porcentagem do total de perdas na colheita. As mesmas estão influenciadas por diversos fatores que incluem enfermidades do cultivo, pragas, umidade do solo e maturação das vagens.

Uma das maneiras para se determinar a maturação do amendoim é indicada por Segato e Penariol (2007) que recomendam a abertura das vagens, verificando se as mesmas apresentam manchas escuras na face interna da casca e sementes bem desenvolvidas, com película da cor característica da cultivar. Para Sanders (1995), a colheita para a cultivar Runner deve ser realizada quando as vagens de amendoim apresentarem 70 a 80% de maturação.

O método mais utilizado é o proposto pela Universidade da Geórgia-EUA (WILLIAMS & DREXLER, 1981). Este método determina o ponto ideal de colheita raspando-se a superfície das vagens (mesocarpo) para determinação da coloração, separadas por classes, classificando-as de acordo com uma tabela de maturação criada pelo autor (classes de vagens brancas, amarelo-claras, amarelo-escuras, laranjas, marrons e pretas).

2.4 Resistência mecânica do solo à penetração

Existem na bibliografia diversos trabalhos que procuram apontar os valores restritivos de resistência mecânica do solo à penetração, para diversas culturas, embora para a cultura do amendoim, especificamente, não sejam encontradas referências sobre o assunto. Segundo Merotto Júnior e Mundstock (1999), valores superiores a 2 MPa indicam presença de camadas compactadas, atuando como uma barreira para o desenvolvimento radicular, sendo que este efeito é resultante do preparo do solo com uso de grade pesada ao longo dos anos. Tormena et al. (1998) concordam que 2 MPa de resistência à penetração do solo tem sido associado a condições impeditivas para o crescimento das raízes e da parte aérea das culturas de uma maneira geral. Canarache (1990) e Merotto Júnior e Mundstock (1999) afirmam que valores de resistência mecânica à penetração variando de 1 a 3,5 MPa podem restringir ou mesmo impedir o

crescimento e o desenvolvimento das raízes, enquanto que para Arshad et al. (1996), os valores que restringem o desenvolvimento radicular variam de 2 a 4 MPa.

Para a cultura do milho, Foloni et al. (2003) afirmam que camadas compactadas de solo com resistência mecânica da ordem de 1,4 MPa são restritivas ao desenvolvimento do sistema radicular. Beutler (2006) encontrou para cultivares de soja em um LATOSSOLO Vermelho, decréscimos na produtividade para valores de resistência que variaram de 2,24 a 2,97 MPa.

Ribeiro (2009), ao compilar trabalhos sobre resistência mecânica do solo à penetração, estabeleceu a seguinte classificação para o índice do cone: baixo (0 a 2 MPa); médio (2 a 4 MPa); alto (4 a 6 MPa) e muito alto (acima de 6 MPa).

2.5 Perdas na colheita mecanizada de amendoim

Nas áreas de reforma de canavial, a mecanização da colheita do amendoim se tornou um processo fundamental para viabilizar seu cultivo, devido à necessidade de rápida liberação das áreas para a exploração da cana-de-açúcar. Entretanto, assim como outras culturas de escala comercial, se não forem tomados os devidos cuidados durante a colheita, podem ocorrer perdas consideráveis (JORGE, 2008).

A cultura do amendoim, por produzir subterraneamente frutos em formas de vagens, requer métodos e cuidados especiais no momento da colheita para evitar que frutos formados e maduros permaneçam na superfície e subsuperfície do solo (BARROZO, et al. 2008).

Apesar das perdas na colheita representarem grandes prejuízos ao produtor, Sant'Ana et al. (2006), relatam que, para a colheita do amendoim, pouca importância é dada à realização de pesquisas, tanto no que se refere ao momento adequado quanto à quantificação das perdas durante o arranquio. No entanto, segundo Olivatti et al. (2007), as perdas decorrentes do processo da colheita mecanizada do amendoim são inevitáveis, sendo necessário estabelecer condições de trabalho de forma a minimizar estas perdas e, garantir a viabilidade econômica da cultura.

Para Cortez et al. (2007), as perdas na cultura do amendoim não são diagnosticadas com frequência no Brasil e, por esse motivo, não existem padrões recomendáveis ou níveis de perdas pré-estabelecidos que possam ser utilizados pelos agricultores como aceitáveis para a colheita de amendoim. Segundo os autores, além da necessidade de realização de mais pesquisas, deve-se atentar também às regulagens das máquinas e às características do produto colhido pela máquina, as quais podem influenciar no aumento das perdas.

Barrozo et al. (2008), quantificando perdas visíveis e invisíveis no arranquio mecanizado do amendoim (*IAC Tatu ST*), para velocidades de deslocamento do arrancador-invertedor de 4,1 e 5,4 km h⁻¹, encontraram maiores perdas na maior velocidade e constataram que as perdas visíveis foram menores que as invisíveis.

Câmara et al. (2006), avaliando a produtividade e as perdas decorrentes do processo de colheita de amendoim, obtiveram produtividade média de 4.457 kg ha⁻¹, e perdas no arranquio de 4,8% para a variedade *IAC Runner 886*. Para a variedade *IAC Tatu ST*, a produtividade foi de 3.662 kg ha⁻¹ e as perdas foram de 4,1%. Os valores de perdas totais para a variedade *IAC Runner 886* foram de 464,5 kg ha⁻¹ e para a *IAC Tatu ST* de 533,8 kg ha⁻¹.

Também na mesma região Gameiro et al. (2008), diagnosticaram as perdas no arranquio mecanizado do amendoim cultivar *IAC Runner 886*, com o arrancador-invertedor tracionado à velocidade média de 5,5 km h⁻¹. Os autores obtiveram média de perdas totais de 1.160,4 kg ha⁻¹ (18% em relação à produtividade), sendo 13% de perdas invisíveis e 5% de perdas visíveis.

Olivatti et al. (2007) verificaram em trabalho realizado na região noroeste do Paraná que a velocidade na operação de arranquio não interferiu na ocorrência de perdas; o uso de disco de corte não interferiu nas perdas superficiais, mas, aumentou significativamente as perdas no solo (74%) e as perdas totais (50%). As autoras encontraram, em média, perdas totais decorrentes do arranquio mecanizado correspondentes a 3,7% da produtividade, observando ainda, que as perdas invisíveis foram 12% maiores que as perdas visíveis na superfície do solo.

2.6 Análise da variabilidade

De acordo com Souza (2006), a variabilidade, também denominada de variação ou dispersão, encontra-se presente em todos os processos de produção de bens ou de serviços, podendo ser medida por variáveis ou por atributos.

De acordo com Werkema (2006), para se identificar a presença de causas especiais de um processo, devemos utilizar ferramentas como o gráfico sequencial (*run chart*). É um gráfico de dados ao longo do tempo, utilizado para verificação do processo na qual se procura a redução da variabilidade. De acordo com NHS Scotland (2010), este tipo de gráfico é uma sequência ordenada de dados, com um eixo horizontal centralizado. Um gráfico sequencial permite o monitoramento do processo e a identificação do tipo de variação a que o mesmo está submetido ao longo do tempo. O eixo central pode representar a média ou a mediana, sendo a média mais usada na maioria dos casos, exceto para dados discretos.

Ainda de acordo com NHS Scotland (2010), o ideal para se criar um gráfico sequencial é que se tenha um mínimo de 15 pontos de dados, sendo então possível identificar a ocorrência de causas especiais no processo e identificar o padrão existente, podendo ser este padrão classificado como:

- Tendência: trata-se de uma sequência de sucessivos aumentos ou diminuições nas observações; uma observação que se encontra diretamente sobre a linha central, ou que tem o mesmo valor que a observação anterior não é contada. Em um gráfico sequencial a tendência é detectada quando o número de observações úteis sucessivas, aumentando ou diminuindo, for superior a sete. A ocorrência de tendências em um processo pode advertir que o mesmo se encontra próximo de sair de controle, e que isto pode ser devido a fatores tais como, ferramentas utilizadas, uma máquina sem manutenção adequada, ou o turno de operadores;
- Oscilação: indica que um padrão regular está ocorrendo ao longo do tempo, como por exemplo, um efeito de sazonalidade. Em um gráfico sequencial,

oscilações são detectadas quando os dados flutuam rapidamente acima ou abaixo da linha central;

- Mistura: trata-se de um padrão que indica a ausência de pontos próximos à linha central, ou seja, os pontos se alternam acima e abaixo da linha central, mostrando que há a existência de dois grupos distintos de dados (duas populações);
- Agrupamento: representam grupos de pontos em uma área do gráfico que podem indicar causas especiais de variação, tais como problemas de medição, variabilidade de um conjunto ou de determinado lote, ou uma amostra de um grupo de peças ruins.

2.7 Controle estatístico de processo

Segundo Shewhart (1931), o Controle Estatístico de Processo (CEP) consiste na quantificação de qualquer variação nas características de qualidade, por meio da amostragem do resultado do processo e da estimativa de sua distribuição estatística. As mudanças na distribuição podem ser reveladas pelo gráfico destes parâmetros no tempo.

Assim, o (CEP) é uma ferramenta com base estatística, de auxílio ao controle da qualidade, empregada nas etapas de um processo. O CEP envolve a realização das seguintes etapas consecutivas: definição de um padrão a ser atingido; inspeção (medir o que foi produzido e comparar com o padrão); diagnóstico das não-conformidades (descrição do desvio entre o que foi produzido e o padrão); identificação das causas das não-conformidades/defeitos; ação corretiva para eliminação das causas e a atualização dos padrões (produto ou processo) (TOLEDO, 2008).

De acordo com Peche Filho et al. (1994), existe interdependência entre operações agrícolas subseqüentes denominadas pelos autores de operação fornecedora e operação cliente. Essa interdependência assume vital importância, uma vez que os defeitos de uma operação podem comprometer a subseqüente e assim

sucessivamente. O autor conclui que o controle da qualidade em operações agrícolas permite a adoção de um conjunto de procedimentos que produzam serviços e resultados, atendendo com precisão, às exigências da operação seguinte.

Neste contexto, Cassiano et al. (2008) afirmam que o conceito de qualidade, apesar de recente, é altamente aplicável na agricultura em função da interdependência das operações agrícolas.

Segundo Stocco Neto (2006) na colheita mecanizada é comum a ocorrência de perdas, as quais devem ser reduzidas ao mínimo e, o monitoramento dessas perdas pode ser feito por meio do CEP. Assim, o autor procurou avaliar a qualidade na colheita mecanizada de soja, utilizando como indicadores as perdas totais, a avaliação de distribuição de palha e o teor de água dos grãos no momento da colheita. Os indicadores teor de água dos grãos, distribuição de palha e perdas demonstraram que o processo de colheita encontrava-se fora de controle estatístico, embora o teor de água e a distribuição de palha tenham se mantido próximo das condições ideais para a colheita.

Verificando as perdas quantitativas na colheita mecanizada de algodão, Silva et al. (2007) construíram cartas de controle para avaliar a qualidade da operação e observaram que o processo de colheita de algodão não se encontrava dentro dos padrões de qualidade, sob o ponto de vista de controle estatístico de processo.

III MATERIAL E MÉTODOS¹

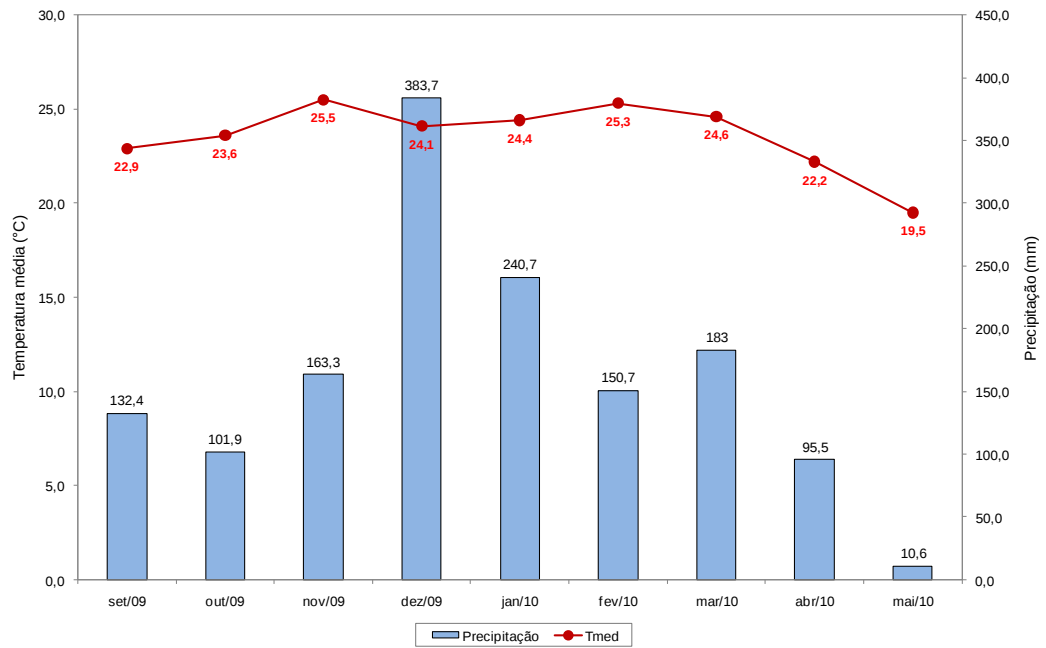
O experimento foi realizado na região norte de São Paulo, localizada nas coordenadas geodésicas: latitude 21°06' S e longitude 47°28' W, em quatro propriedades localizadas nos municípios de Ribeirão Preto, Sertãozinho e Dumont. O clima da região é Aw (subtropical), de acordo com a classificação de Köppen. A determinação da textura do solo foi obtida por meio de quatro amostras, retiradas aleatoriamente em cada área experimental, as quais foram misturadas formando uma amostra homogênea, que posteriormente foi enviada para o Laboratório de Solos da UNESP/Jaboticabal para a determinação do teor de argila, silte e areia (Tabela 1).

Tabela 1. Análise granulométrica do solo das propriedades avaliadas

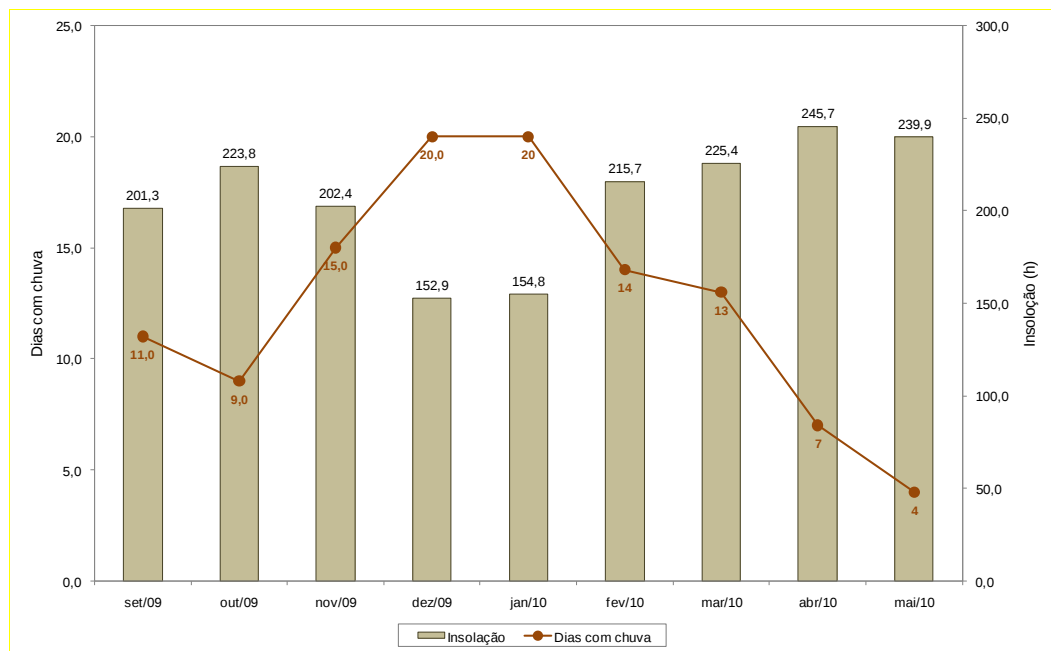
Áreas	Argila (%)	Areia (%)	Silte (%)	Textura
Ribeirão Preto 1	48,5	27,8	23,7	Argilosa
Ribeirão Preto 2	54,2	26,5	19,3	Argilosa
Sertãozinho	37,0	18,8	44,2	Argilosa
Dumont	39,1	28,2	32,7	Argilosa

A época de arranquio foi entre janeiro e abril de 2010 e as condições meteorológicas da região são apresentadas na Figura 1.

¹ A citação de marcas comerciais não implica em recomendação de uso pelo autor.



(a)



(b)

Figura 1. Climograma para o período de implantação e condução da cultura: a) precipitação e temperatura média; b) insolação e número de dias com chuva. Fonte: UNESP (2010).

3.1 Delineamento experimental

Foram realizadas avaliações aos 118 (Ribeirão Preto 1), 120 (Ribeirão Preto 2), 130 (Sertãozinho) e 135 (Dumont) dias após semeadura (DAS), utilizando-se em todas as áreas avaliadas, arrancadores-invertedores montados da marca Santal, modelo AIA-2 (2 fileiras x 1 leira), com largura de trabalho de 1,8 m (Figura 2). Nas propriedades de Ribeirão Preto, foram utilizados dois tratores da marca Massey Ferguson, modelo 292, com potência de 77,2 kW (105 cv) à rotação de 2.200 rpm no motor. Para a propriedade de Sertãozinho foi utilizado um trator Massey Ferguson modelo 5320, com potência de 88,2 kW (120 cv) à rotação de 2.200 rpm no motor e na propriedade de Dumont, foi utilizado o trator BH 180 da marca Valtra com 132,4 kW de potência (180 cv) à rotação de 2.300 rpm. Os tratores utilizados pertenciam a cada propriedade, estando em alguns casos, superdimensionados para operação de arranquio mecanizado.

A velocidade média de arranquio dos conjuntos tratorizados utilizados foi de $3,5 \text{ km h}^{-1}$, com rotação na TDP de 540 rpm de rotação.



Figura 2. Arrancador-invertedor utilizado no arranquio.

3.2 Amostragem

A metodologia de amostragem adotada nestes experimentos foi adaptada de Fessel (2003), que considerou cada fileira de preparo de solo e plantio como uma unidade amostral composta. No presente trabalho as parcelas foram instaladas à distância mínima de 25 m dos carregadores, para a estabilização do conjunto trator-arrancador-invertedor. Os pontos foram georeferenciados com um aparelho GPS marca Garmin, modelo Etrex Vista. Foram consideradas como parcelas oito fileiras de amendoim, que resultaram, após o arranquio, em quatro leiras, sendo demarcados nove pontos em cada uma delas formando uma malha de trinta e seis pontos amostrais espaçados de 50 x 27 m (30 fileiras da cultura de amendoim).

A adoção da malha (Figura 3) teve por objetivo facilitar a obtenção de dados cronologicamente espaçados. As malhas amostrais indicam apenas as leiras nas quais foram realizadas as amostragens e para facilitar a coleta de dados, o sentido de deslocamento do conjunto trator-arrancador-invertedor foi mantido sempre o mesmo. Houve uma exceção com relação à área com arranquio aos 135 DAS (Figuras 3-d), na qual, em função do formato da área e da disposição das fileiras da cultura, foram avaliados apenas 35 pontos para montagem da malha amostral.

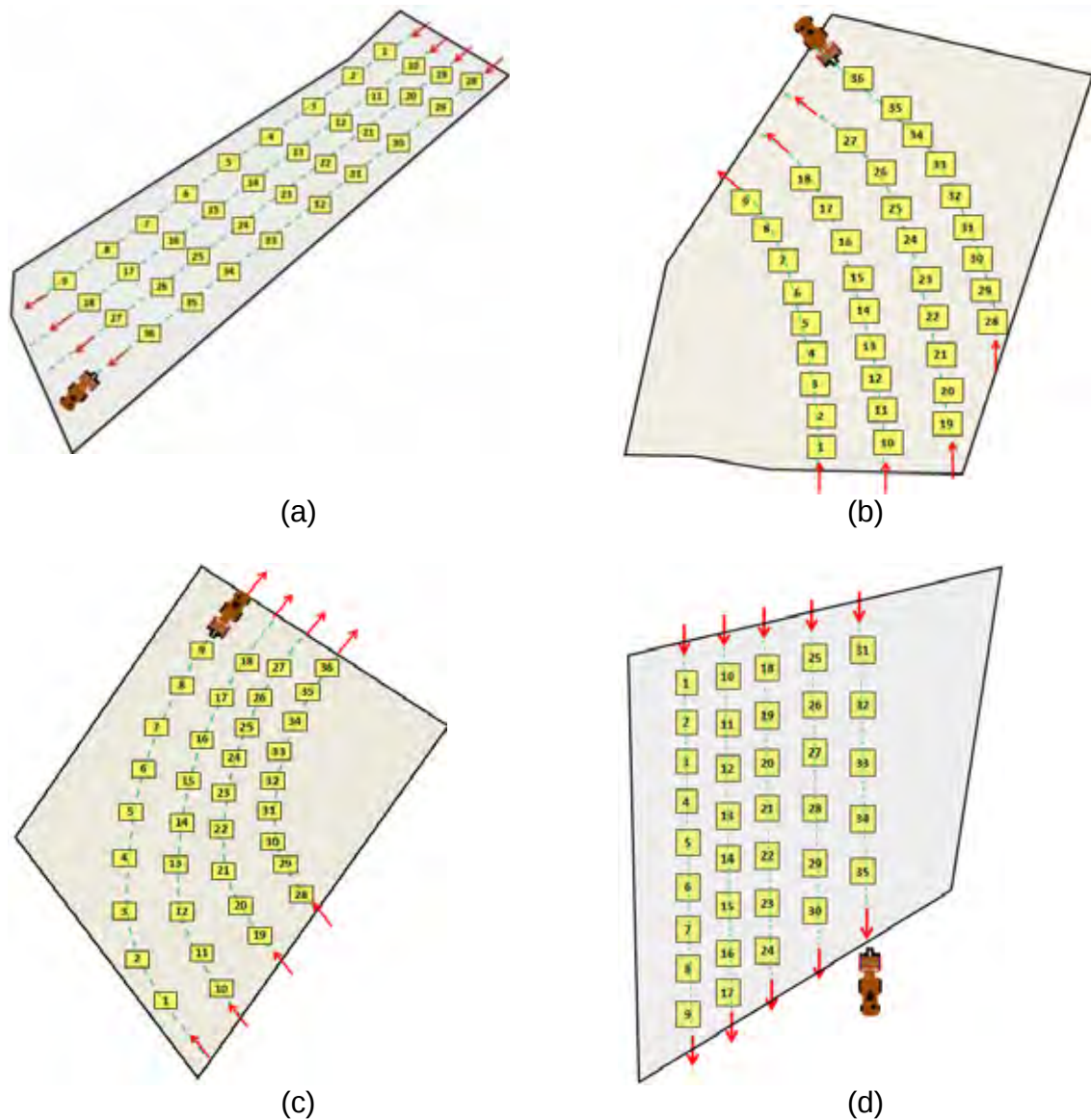


Figura 3. Representação esquemática das malhas amostrais das áreas com arranquio aos: a) 118 DAS; b) 120 DAS; c) 130 DAS e d) 135 DAS.

3.3 Avaliações realizadas

3.3.1 Teor de água

As amostras para determinação do teor de água do solo no momento do arranquio foram coletadas utilizando-se um trado holandês na camada de 0 a 10 cm,

sendo acondicionadas em recipientes de alumínio. O teor de água do solo foi obtido conforme metodologia recomendada por EMBRAPA (1997).

A determinação do teor de água das vagens no momento do arranquio foi realizada retirando-se 50 vagens das leiras em cada ponto amostral, logo após a passagem do arrancador-invertedor, sendo as vagens então colocadas em sacos de papel Kraft, etiquetadas, lacradas, acondicionadas em caixa térmica de isopor e enviadas para o Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA), para a obtenção do teor de água do solo e das vagens pelo método da estufa. As amostras tiveram sua massa determinada em balança digital com precisão de 0,01 g e posteriormente foram levadas à estufa elétrica com temperatura de 105 ± 3 °C, por 24 horas (BRASIL, 2009).

3.3.2 Determinação das perdas

Para mensuração das perdas foi utilizada uma armação com área amostral de 2 m² (1,11 x 1,8 m). Esta medida de armação foi determinada para se alcançar a largura exata do arrancador-invertedor, sendo esta posicionada sobre duas fileiras da cultura. Assim, foram determinadas as seguintes análises:

- **Perdas visíveis no arranquio:** realizada após o arranquio, sendo a leira levantada cuidadosamente, e neste local, foi posicionada a armação, sendo então recolhidas todas as vagens e grãos soltos que estavam sobre o solo, no interior na armação (Figura 4-a).
- **Perdas invisíveis no arranquio:** com a armação posicionada no mesmo local onde avaliou-se as perda visíveis, cavou-se o solo com ajuda de uma enxada a 15 cm de profundidade (Figura 4-b). Em seguida procedeu-se o peneiramento do solo, separando-se as vagens e os grãos que não foram arrancados.



Figura 4. Coleta de perdas no arranquio: a) visíveis; b) invisíveis.

- **Perdas totais do arranquio:** foram determinadas a partir do somatório das perdas visíveis e invisíveis no arranquio. Todas as amostras de perdas após terem massas determinadas, foram corrigidas para o teor de água de 8%, e, posteriormente, esses valores foram extrapolados para kg ha^{-1} .

3.3.3 Produtividade

A produtividade refere-se à quantidade total de amendoim produzida em determinada área, considerando-se, portanto, todo o potencial produtivo da cultura. Para determinação da produtividade real procedeu-se ao arranquio manual de todas as plantas de amendoim contidas na área da armação de 2 m^2 , coletando-se em seguida as vagens que ficaram sobre e sob o solo, até a profundidade de 15 cm, colocando-as, após o peneiramento, em sacos de papel para posterior pesagem para obtenção da produtividade (SILVA & MAHL, 2008).

O teor de água das amostras foi corrigido para 8% (teor de água de armazenamento do amendoim), conforme a equação:

$$M_f = \frac{100 - TA}{100 - TAp} \times M_i$$

Em que:

Mf = massa final que corresponde ao peso da amostra com teor de água à 8% (kg);

TA = teor de água da amostra coletada (%);

TAp = teor de água de armazenamento do amendoim (8%);

Mi = massa inicial que corresponde ao peso da amostra coletada (kg).

As massas das amostras correspondentes às perdas e produtividade foram convertidas para kg ha^{-1} , de acordo com a equação:

$$Massa = \frac{M_f \times 10000}{Aa}$$

Em que:

Massa = perdas ou produtividade por hectare (kg ha^{-1});

Mf = massa final que corresponde ao peso da amostra com teor de água à 8% (kg);

Aa = área da armação utilizada (2 m^2);

10000 = fator de conversão.

3.3.4 Maturação do amendoim

Para determinar a maturação do amendoim utilizou-se o método “*Hull Scrape*” (Williams e Drexler, 1981), que consiste na raspagem do exocarpo da vagem, expondo a coloração do mesocarpo. Em cada área foram arrancadas 5 plantas ao acaso, das quais foram selecionadas todas as vagens completamente desenvolvidas, retirando-se desta amostra 100 vagens para realização da avaliação. A raspagem dessas vagens foi

realizada com o auxílio de um jato d'água (Figura 5-a). As vagens foram classificadas pelas cores que variam de branco (vagens imaturas) a preto (máxima maturação), passando pelas fases intermediárias representadas pelas cores amarelo, laranja e marrom em ordem crescente de maturação (Figura 5-b). Após a raspagem do exocarpo das vagens, procedeu-se à contagem do número de vagens para cada classe de cor, sendo a maturação determinada por meio da porcentagem de vagens contidas nas classes preta, marrom e laranja.



(5-a)



(5-b)

Figura 5. a) Raspagem do mesocarpo das vagens com a utilização de um jato de água. b) Tabela utilizada para classificação da maturação do amendoim.

3.3.5 Resistência mecânica do solo à penetração

A avaliação da resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) foi realizada momentos antes do arranquio, em 36 pontos de cada malha amostral, localizados próximos aos pontos de determinação das perdas no arranquio, utilizando-se o penetrógrafo eletrônico DLG modelo PNT-2000/MOTOR acoplado a um quadriciclo (Figura 6), construído de acordo com a norma ASAE S313.2 (ASAE, 1996). Os dados foram coletados até a profundidade de 30 cm, com intervalo de uma leitura por centímetro, porém foram utilizados neste trabalho somente os valores médios obtidos para a camada de 0-20 cm, por ser a camada onde atuam os mecanismos de arranquio do amendoim.



Figura 6. Quadriciclo utilizado para mensuração da RMSP.

3.4 Condições de colheita

Procurou-se manter os mesmos padrões nas áreas avaliadas, a fim de se minimizar os fatores que pudessem interferir na qualidade da colheita. Os fatores que estavam fora de nosso controle, como umidade e resistência do solo, foram mensurados e suas influências no arranquio mecanizado do amendoim serão avaliadas.

3.5 Análise descritiva

Para permitir a visualização geral do comportamento dos dados procedeu-se inicialmente à análise descritiva (VIEIRA et al., 2002), para o cálculo das medidas de tendência central (média e mediana), das medidas de dispersão (desvio-padrão e coeficiente de variação) e das medidas de assimetria e de curtose. Efetuou-se também o teste de Anderson-Darling para caracterizar a normalidade dos dados.

3.6 Análise da variabilidade

A análise da variabilidade do processo de arranquio mecanizado de amendoim foi realizada por meio do controle estatístico. As ferramentas utilizadas foram os gráficos sequenciais (*run charts*) e as cartas de controle por variáveis, utilizando como indicadores de qualidade as variáveis anteriormente descritas.

Os gráficos sequenciais (Figura 7) foram analisados quanto aos padrões estabelecidos para agrupamento, mistura, tendência e oscilação, conforme descrito por NHS Scotland (2010). A verificação da aleatoriedade dos dados foi realizada por do teste de probabilidade a 5% e, uma vez que o Valor-P para os padrões seja inferior a 0,05, rejeita-se a hipótese nula de não-aleatoriedade, em favor da alternativa para o padrão testado. Caso o Valor-P não seja inferior a 0,05 para nenhum dos padrões testados, o conjunto de dados estará somente sob a ação de causas aleatórias.

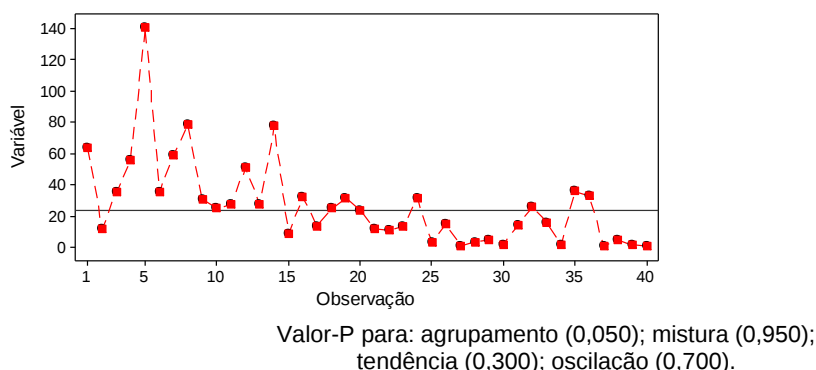


Figura 7. Modelo de gráfico sequencial.

3.7 Controle estatístico de processo

A análise da qualidade do processo de arranquio mecanizada foi realizada por meio de cartas de controle por variáveis, utilizando como indicadores de qualidade, todas as variáveis anteriormente descritas.

O modelo de carta de controle selecionado foi Individual de Amplitude Móvel (*I-MR: Individual - Moving Range*), que contém dois gráficos: o primeiro correspondendo aos valores individuais amostrados em cada ponto, e o segundo, obtido pela amplitude calculada entre as duas observações sucessivas. Os limites de controle foram estabelecidos considerando a variação dos dados devido a causas não-controladas no processo (causas especiais). Tais limites foram calculados com base no desvio padrão das variáveis, como demonstrado nas equações 6 e 7.

$$LSC = \bar{x} + 3\sigma \quad (6)$$

$$LIC = \bar{x} - 3\sigma \quad (7)$$

Em que:

LSC = limite superior de controle;

$\bar{x}$ = média geral da variável;

σ = desvio-padrão;

LIC = limite inferior de controle.

Quando o cálculo do LIC resultou em valores negativos, o mesmo foi considerado como valor nulo (LIC=0).

Para testar as causas especiais, utilizou-se do teste do “*Automotive Industry Action Group (AIAG)*”, citado por MINITAB (2003), que gera os erros correspondentes nas cartas de controle. Apesar de o programa e o teste utilizados permitirem a geração de vários tipos de erros, neste trabalho considerou-se somente o erro do “Tipo 1”. Este erro considera como fora dos limites de controle, todo e qualquer ponto maior ou menor que a média, mais três vezes o desvio-padrão.

Quando uma observação apresentar falha no teste para causas especiais, o ponto é destacado na carta de controle, indicando variação não-aleatória nos dados, considerada como variação devido a causas especiais, devendo, portanto, essa ser investigada.

Quando nenhum ponto é destacado na carta de controle, não há observação falha no processo, ou seja, não existem causas especiais de variação e, conseqüentemente, o processo está sob controle estatístico (Figura 8).

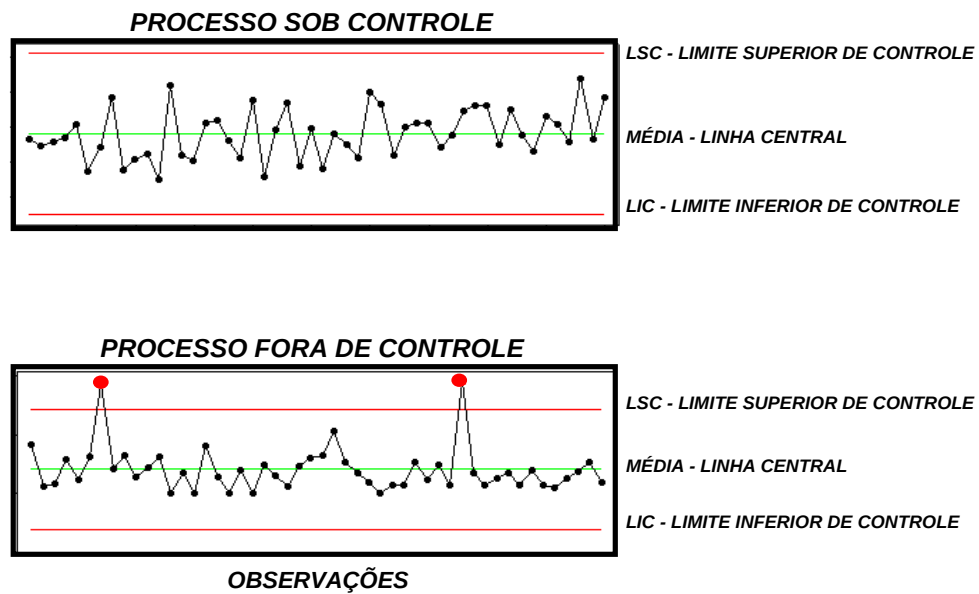


Figura 8. Estrutura das cartas de controle.

IV RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise descritiva

Na Tabela 2 é apresentada a estatística descritiva para as variáveis maturação, teor de água do solo e das vagens, resistência mecânica do solo à penetração e produtividade. Observa-se que as áreas com datas de arranquio de 118 e 120 DAS apresentaram baixos valores de maturação, situando-se abaixo dos 70% recomendados pela bibliografia (Faria Júnior, 2007). Nestas duas áreas o teor médio de água do solo e das vagens situou-se próximo aos valores ideais encontrados na bibliografia, que é em torno de 18 a 20% para o teor de água do solo (Santos et al., 2010) e de 35 a 45% para o teor de água das vagens (Segato e Penariol, 2007).

Tabela 2. Estatística descritiva para maturação, teor de água do solo, teor de água das vagens, resistência mecânica do solo à penetração e produtividade real.

DAS	Parâmetros						
	Média	Mediana	DP	CV (%)	Cs	Ck	AD
Maturação							
		(%)					
118	51,7	50,0	8,2	15,9	0,42	-0,09	N
120	54,1	55,5	11,7	21,7	-0,40	0,08	N
130	83,5	83,0	3,9	4,7	0,17	0,29	N
135	73,3	74,2	8,3	11,3	-0,15	0,41	N
Teor de água do solo							
		(%)					
118	16,1	15,8	1,4	8,5	0,96	0,71	N
120	20,4	20,7	2,6	12,9	-1,30	3,81	N
130	22,6	22,5	0,9	4,0	1,55	2,97	A
135	25,2	24,9	1,0	4,1	0,42	-0,81	A
Teor de água das vagens							
		(%)					
118	43,2	42,9	3,1	7,3	0,11	-0,25	N
120	43,7	42,5	4,2	9,6	1,55	3,15	A
130	54,8	54,5	4,8	8,8	0,18	0,02	N
135	47,3	47,0	3,8	8,0	1,19	2,47	N
RMSP							
		(MPa)		(%)			
118	5,2	5,1	1,6	30,6	0,08	-0,44	N
120	3,7	3,2	1,5	41,7	1,08	0,30	A
130	5,2	5,1	1,7	33,6	0,11	-0,34	N
135	1,3	1,3	0,5	36,2	-0,20	0,37	N
Produtividade							
		(kg ha ⁻¹)		(%)			
118	4473,0	4484,0	661,0	14,8	0,08	-0,80	N
120	4598,0	4461,0	1009,0	22,0	0,33	-0,82	N
130	5373,0	5506,0	1894,0	35,3	-0,20	0,50	N
135	5565,0	5492,0	902,0	16,2	-0,29	-0,53	N

DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação, Cs: coeficiente de assimetria, Ck: coeficiente de curtose; AD: teste de normalidade de Anderson-Darling (N: distribuição normal; A: distribuição Assimétrica).

Analisando a Tabela 2 constata-se que, de modo geral houve proximidade entre os valores de médias e medianas e que a maioria dos dados apresentou coeficientes de curtose e assimetria próximos de zero, sendo estes fatores indicadores de normalidade das distribuições, o que de fato ocorreu, exceto para as variáveis teor de água do solo (130 e 135 DAS), teor de água das vagens e RMSP, ambos aos 120 DAS. Cabe ressaltar, porém, que, de acordo com Paes (2009), testes de hipóteses que avaliam a normalidade, como o de Anderson-Darling, aqui utilizado, são extremamente rigorosos

e facilmente rejeitam a hipótese de normalidade e, portanto, devem ser usados com cautela.

Os coeficientes de variação observados para a variável RMSP apresentaram valores considerados muito altos (Pimentel-Gomes e Garcia, 2002), indicando a alta variabilidade dos dados. De acordo com Merotto Júnior e Mundstock (1999), valores superiores a 2 MPa indicam presença de camadas compactadas, atuando como uma barreira para o desenvolvimento radicular. De acordo com esta afirmação as propriedades com arranquio aos 118, 120 e 130 DAS podem ser consideradas com solo compactado, pois os valores de RMSP foram superiores aos citados pela bibliografia. Segundo classificação apresentada por Ribeiro (2009), o índice do cone das foi baixo para a área com arranquio aos 135, médio para 120 DAS e alto para 118 e 130 DAS.

A produtividade média das áreas avaliadas foi superior à média dos últimos cinco anos no Estado de São Paulo, que foi de 2.600 kg ha^{-1} (IEA, 2010), ou seja, as produtividades encontradas nesse trabalho tiveram valores 48% acima da média geral do Estado. Observando-se a Figura 9, pode se constatar que houve tendência crescente para a produtividade e o teor de água do solo, de modo que a área com maior teor médio de água do solo apresentou maior produtividade média. A propriedade avaliada aos 135 DAS apresentou maior produtividade se comparada às demais e o teor de água das vagens no momento do arranquio foi de 47,3%, provavelmente devido ao fato de ter sido arrancada logo após a chuva cessar naquela região. Ao comparar-se maturação com produtividade, verifica-se que as propriedades com arranquio aos 130 e 135 DAS apresentaram as maiores produtividades ($5,4$ e $5,6 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente), estando a maturação dessa área dentro ou muito próxima do proposto por Sanders (1995) que é de 70 a 80%.

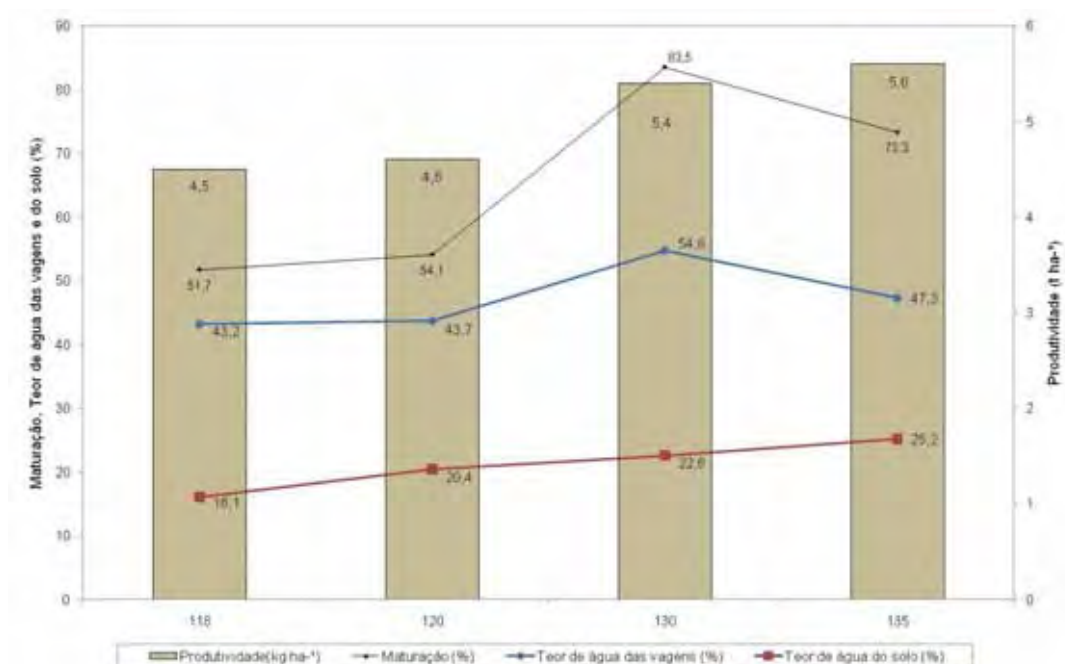


Figura 9. Médias gerais para produtividade, maturação, teor de água das vagens e do solo.

Na Tabela 3 são apresentados os valores de perdas visíveis, invisíveis e totais do arranquio. Verifica-se que as maiores médias foram observadas aos 130 DAS, tanto para as perdas visíveis, quanto para as perdas invisíveis e totais. Os valores de perdas visíveis foram próximos do encontrado por Barrozo (2009) sendo de 328,5 kg ha⁻¹ trabalhando em solo argiloso (LATOSSOLO Vermelho eutroférico típico) e variedade IAC Runner 886. As perdas invisíveis e totais aos 130 DAS foram consideradas muito altas se comparadas às outras datas de arranquio deste experimento, mas apresentam-se abaixo do encontrado por Gameiro et al. (2008) e Jorge (2008) que encontraram 1.160,4 kg ha⁻¹ e 1.945 kg ha⁻¹, respectivamente, ambos trabalhando na mesma região do Estado do Paraná.

Tabela 3. Estatística descritiva para perdas visíveis, invisíveis e totais no arranquio.

Parâmetros							
DAS	Média	Mediana	DP	CV	Cs	Ck	AD
Perdas visíveis	(kg ha⁻¹)			(%)			
118	54,0	40,0	68,4	126,7	4,48	23,46	A
120	61,5	45,7	64,9	105,6	3,43	13,69	A
130	304,5	259,8	156,0	51,3	1,48	1,45	A
135	79,8	77,0	30,6	38,3	0,72	0,89	N
Perdas invisíveis	(kg ha⁻¹)			(%)	-	-	-
118	52,8	27,3	71,7	135,8	3,00	9,84	A
120	129,7	51,5	205,1	158,2	2,65	6,46	A
130	297,5	236,1	158,6	53,3	0,91	0,07	A
135	68,7	61,7	41,4	60,3	1,73	4,71	N
Perdas totais	(kg ha⁻¹)			(%)	-	-	-
118	106,8	70,8	134,5	125,9	3,75	16,55	A
120	191,2	94,9	258,5	135,2	2,81	8,21	A
130	601,9	520,9	257,4	42,8	0,98	0,26	A
135	148,5	136,5	58,3	39,3	1,94	6,70	N

DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação, Cs: coeficiente de assimetria, Ck: coeficiente de curtose; AD: teste de normalidade de Anderson-Darling (N: distribuição normal; A: distribuição Assimétrica).

Observa-se na Tabela 3 que a maioria das perdas avaliadas foi considerada assimétrica, exceto para os 135 DAS que obteve valores normais em todas as variáveis. Os valores considerados normais pelo teste de Anderson-Darling apresentaram média e mediana próximas umas das outras e coeficientes de curtose e assimetria próximos de zero, porém os coeficientes de variação foram muito altos (acima de 30%, de acordo com Pimentel-Gomes e Garcia, 2002). Essa alta variabilidade tem sido observada também por outros autores em experimentos avaliando perdas na colheita de amendoim como Sant'Ana et al. (2006) e Mahl et al. (2008). Essa alta variabilidade se justifica pelo fato de as perdas terem apresentado coeficientes de curtose positivos, o que indica menor probabilidade dessas variáveis estarem distribuídas normalmente em valores próximos da média (SILVA, 2010).

Pode-se observar na Figura 10 que as menores perdas totais onde houve menor valor de RMSP (135 DAS), ao passo que para a área com arranquio aos 130 DAS, que apresentou maior valor de RMSP, ocorreu o maior valor de perdas totais.

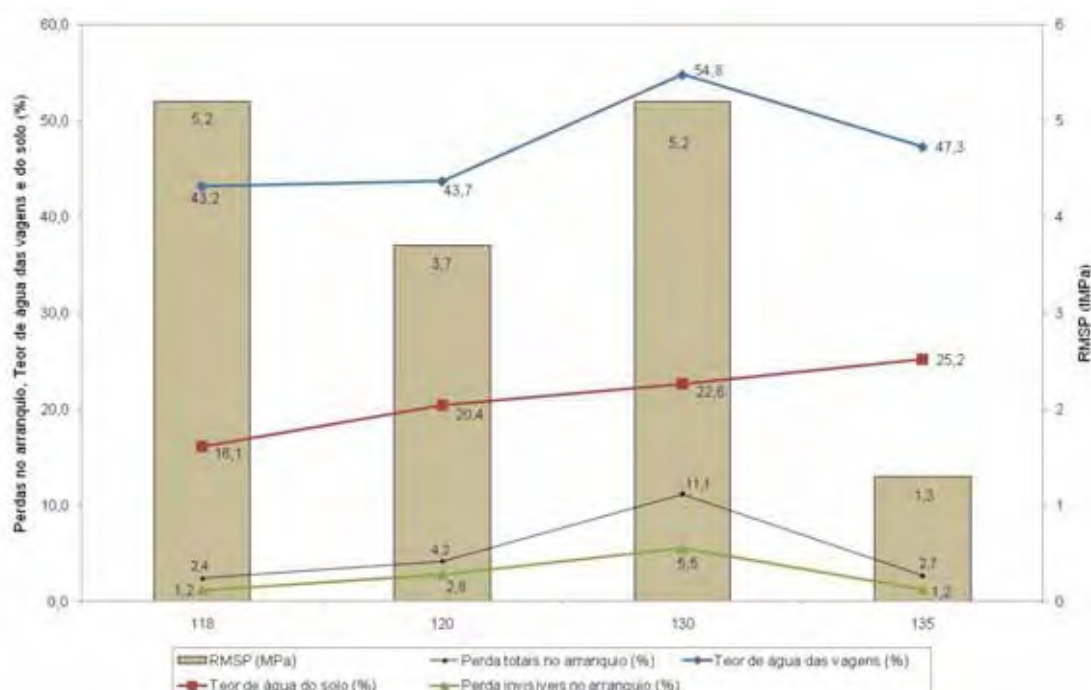


Figura 10. Médias gerais para teor de água das vagens e do solo, RMSP e perdas visíveis e invisíveis do arranquio.

4.2 Controle estatístico de processo

4.2.1 Análise da variabilidade

Nas Figuras 11 a 18 são apresentados os gráficos sequenciais para as variáveis maturação, teor de água do solo e das vagens, resistência mecânica do solo à penetração, produtividade e as respectivas perdas (visíveis, invisíveis e totais).

A variável maturação (Figura 11) apresentou, pelo teste de probabilidade ($P < 0,05$), padrão de comportamento aleatório demonstrando a possível ocorrência de apenas causas comuns de variação, ou seja, a variação existente para a maturação das vagens de amendoim foi inerente ao próprio processo.

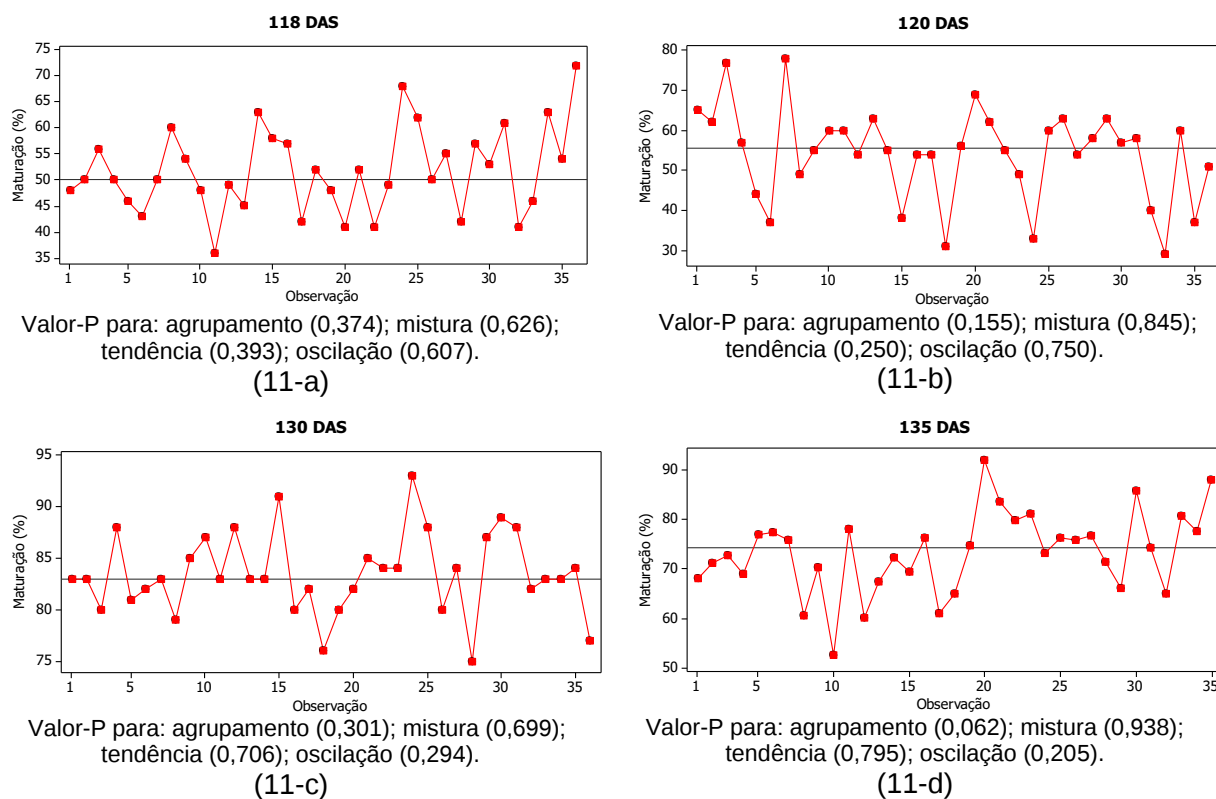


Figura 11. Gráficos sequenciais para maturação.

O teor de água do solo (Figura 12) apresentou ocorrência de causas especiais na maioria das áreas avaliadas, exceto para a área arrancada aos 130 DAS. De acordo com os gráficos, pode-se concluir que os valores apresentaram-se significativos ($p < 0,05$), indicando agrupamento dos dados para as áreas com arranquio aos 118, 120 e 135 DAS, sendo que esta última área também apresentou padrão de tendência. De acordo com NHS Scotland (2010), o padrão de tendência se refere a uma sequência de sucessivos aumentos ou diminuições nas observações, superior a sete, podendo advertir que o mesmo se encontra próximo de sair de controle, enquanto que os agrupamentos referem-se a conjuntos de pontos em determinada região do gráfico que podem representar a variabilidade de cada área devido a causas especiais, que afetam o comportamento do processo de maneira não previsível, impossibilitando a obtenção de valores-padrão para a variável avaliada. Essas variações podem ocorrer devido aos chamados fatores “6 M’s” (mão de obra, matéria-prima, método, medição, máquina e

meio ambiente). A tendência observada pode ter sido ocasionada por regiões de solo mais úmido ao longo de determinada curva de nível.

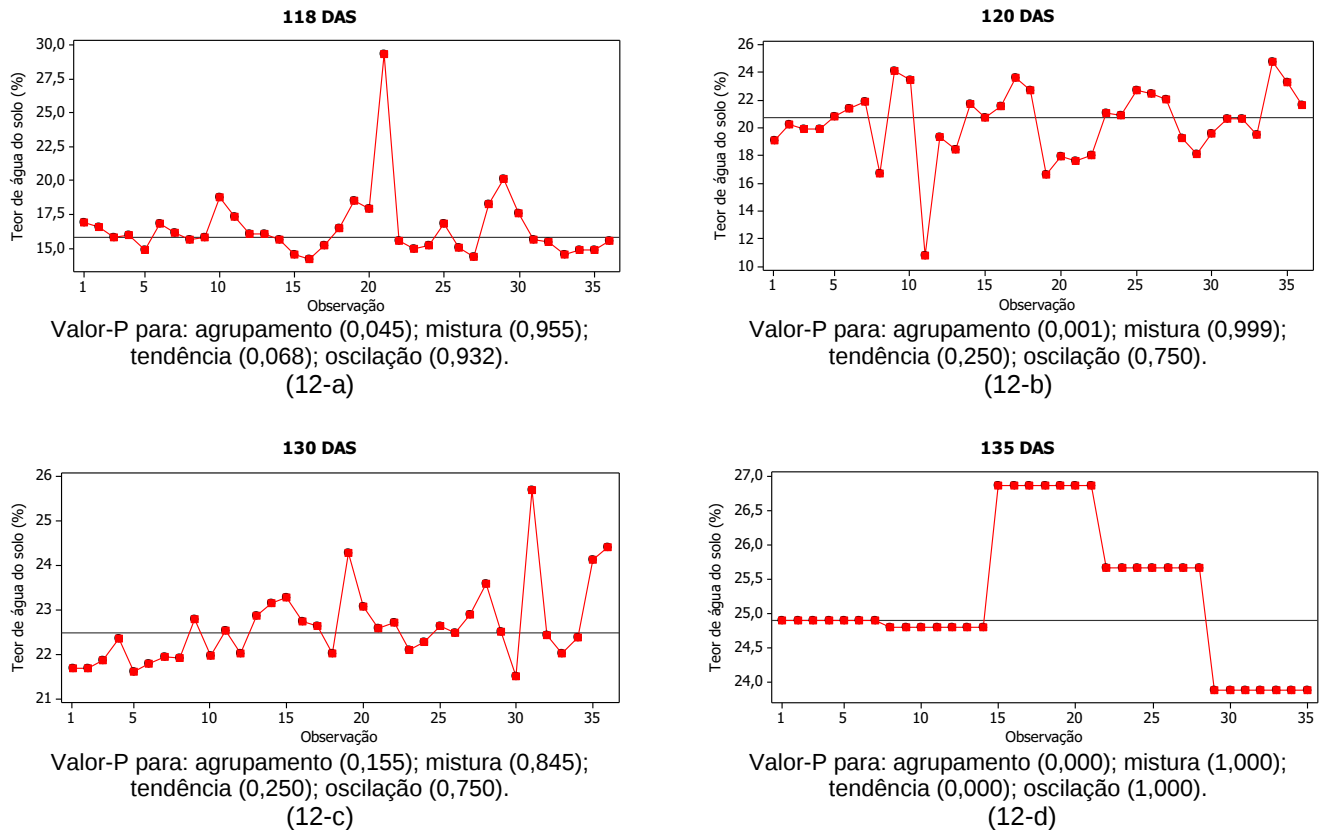
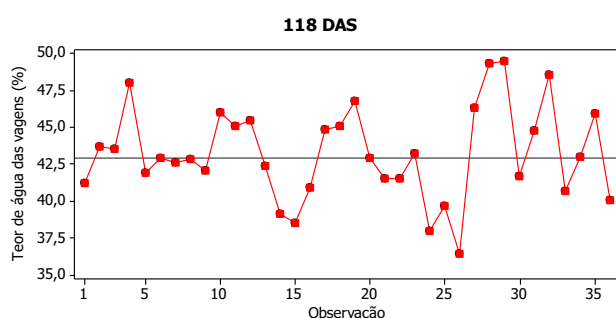


Figura 12. Gráficos sequenciais para teor de água do solo.

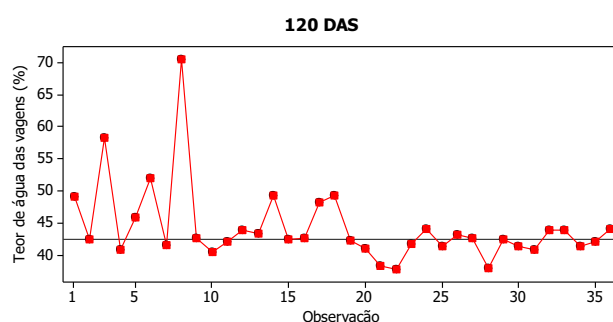
Para o teor de água das vagens (Figura 13), observa-se que apenas para a área arrancada aos 130 DAS (Figura 13-c) houve a ocorrência de causas especiais, pois com o teste de probabilidade, pode-se observar a ocorrência de agrupamento dos dados. Observa-se que os agrupamentos ocorreram entre os pontos 11 a 18 e 20 a 26. Uma vez que representam conjuntos de pontos em determinada região do gráfico, constata-se a existência de duas regiões distintas no que se refere ao teor de água das vagens, sendo uma com valores acima da mediana (pontos 11 a 18) e outra com valores abaixo da mediana (pontos 20 a 26). As causas especiais nesses pontos indicam variabilidade no processo, afetando seu comportamento de maneira não previsível, impossibilitando a obtenção de valores-padrão para a variável avaliada.

Levando em consideração os fatores “6 M’s”, pode-se afirmar que o principal fator neste processo foi o meio ambiente, pois não há controle para este tipo de fator, pois está relacionado diretamente com a natureza, sendo esta variável não modificada pelo homem.



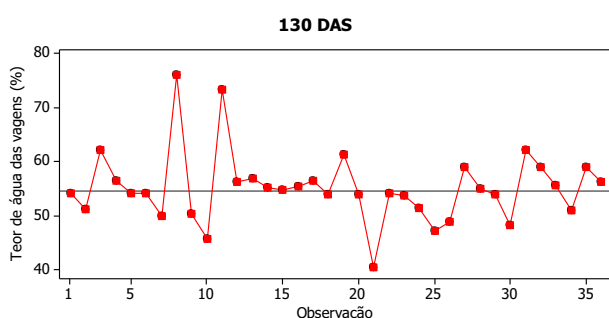
Valor-P para: agrupamento (0,249); mistura (0,751);
tendência (0,554); oscilação (0,446).

(13-a)



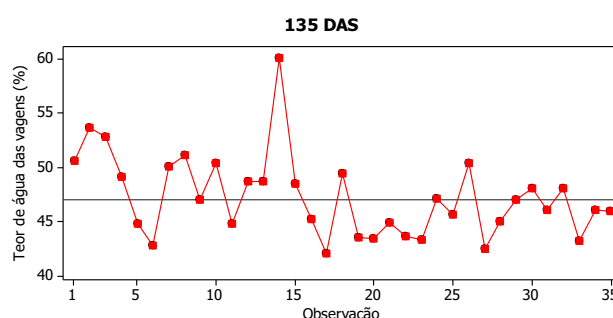
Valor-P para: agrupamento (0,500); mistura (0,500);
tendência (0,250); oscilação (0,750).

(13-b)



Valor-P para: agrupamento (0,045); mistura (0,955);
tendência (0,140); oscilação (0,860).

(13-c)



Valor-P para: agrupamento (0,197); mistura (0,803);
tendência (0,660); oscilação (0,340).

(13-d)

Figura 13. Gráficos sequenciais para teor de água das vagens.

Na Figura 14 pode-se constatar que para a RMSP apenas as áreas arrancadas aos 118 e 135 DAS apresentaram comportamento não-aleatório confirmado pelo teste de probabilidade ($p < 0,05$), devido à ocorrência de causas especiais, apresentando padrões de agrupamentos entre os pontos 13 a 18 e 19 a 23 (118 DAS) e 25 a 31 (135 DAS). Comparando-se as Figuras 12-a e 14-a e 12-d e 14-d (teor de água e RMSP) para as áreas com arranquio aos 118 e 135 DAS, respectivamente, pode-se constatar que não houve interferência do teor de água do solo na variável umidade quanto aos agrupamentos encontrados. Desta forma, pode-se inferir que os agrupamentos referem-

se provavelmente à compactação do solo em regiões específicas das áreas, que podem estar associadas à variabilidade das características físicas do solo.

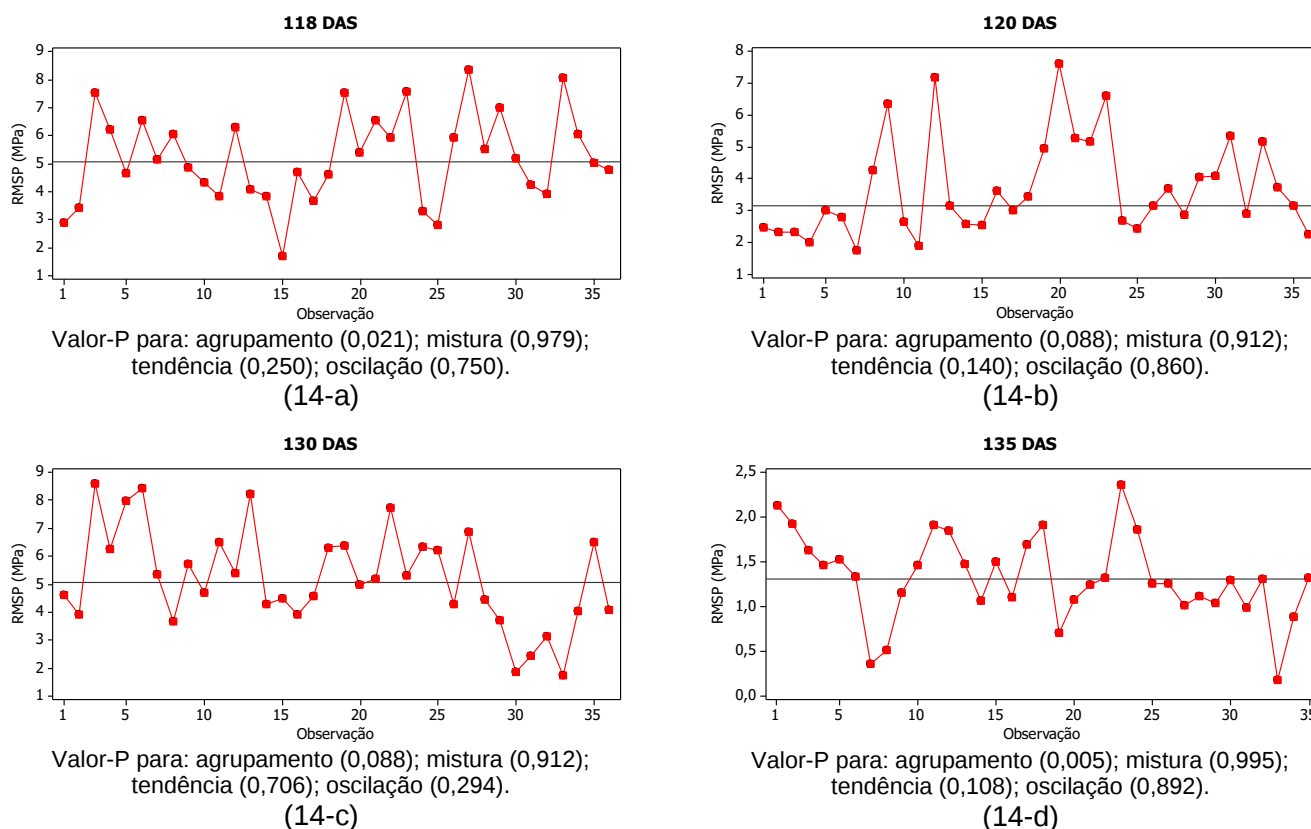
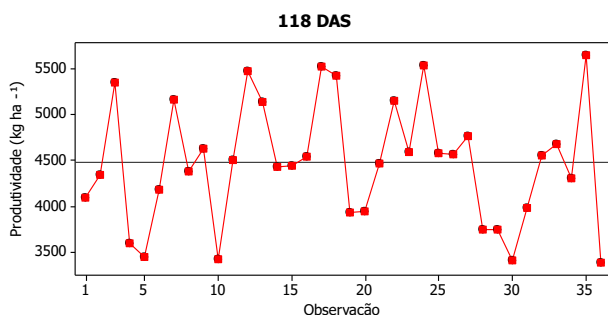


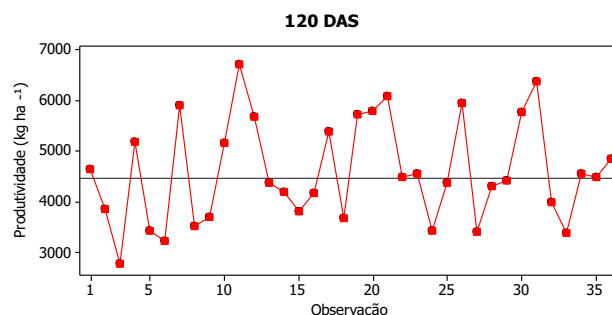
Figura 14. Gráficos sequenciais para resistência mecânica do solo à penetração.

Analisando a produtividade das áreas (Figura 15), observa-se que apenas a área com arranquio aos 135 DAS apresentou-se instável (Figura 15-d), pois de acordo com o gráfico, pode-se constatar a não-aleatoriedade no processo, ocorrendo agrupamento dos dados. Esta não-aleatoriedade representa locais nos quais houve sequências de pontos com produtividade acima da média (1 a 6 e 10 a 14) e abaixo da média encontrada (21 a 30), o que pode ter ocorrido devido a fatores relacionados ao meio ambiente (fertilidade do solo, p.ex.).



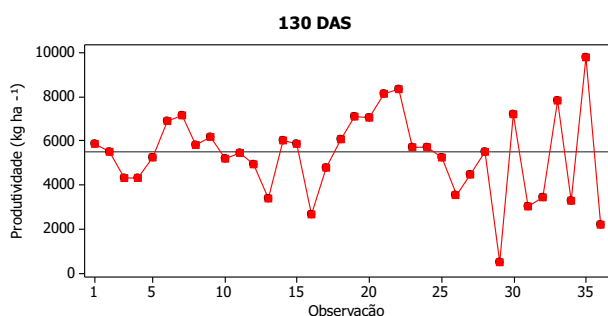
Valor-P para: agrupamento (0,249); mistura (0,751);
tendência (0,250); oscilação (0,750).

(15-a)



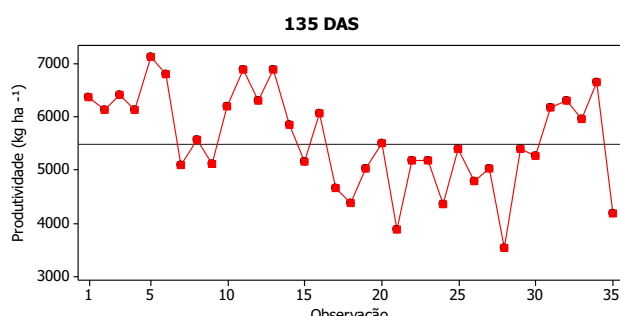
Valor-P para: agrupamento (0,249); mistura (0,751);
tendência (0,068); oscilação (0,932).

(15-b)



Valor-P para: agrupamento (0,155); mistura (0,845);
tendência (0,140); oscilação (0,860).

(15-c)



Valor-P para: agrupamento (0,002); mistura (0,998);
tendência (0,950); oscilação (0,050).

(15-d)

Figura 15. Gráficos sequenciais para produtividade.

Analisando-se a Figura 16 pode-se observar que para as perdas visíveis no arranquio, com exceção da área avaliada aos 135 DAS (Figura 16-d), todas as demais apresentaram comportamento aleatório dos dados, demonstrando a inexistência de causas especiais. A área cujo arranquio se deu aos 135 DAS apresentou comportamento não-aleatório, uma vez que o teste de probabilidade ($p < 0,05$) comprovou a existência de agrupamento dos dados.

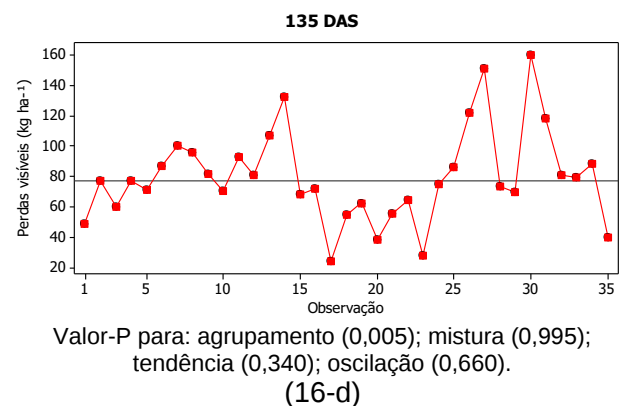
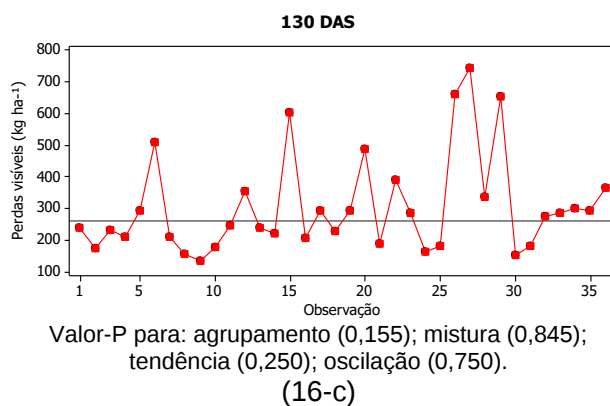
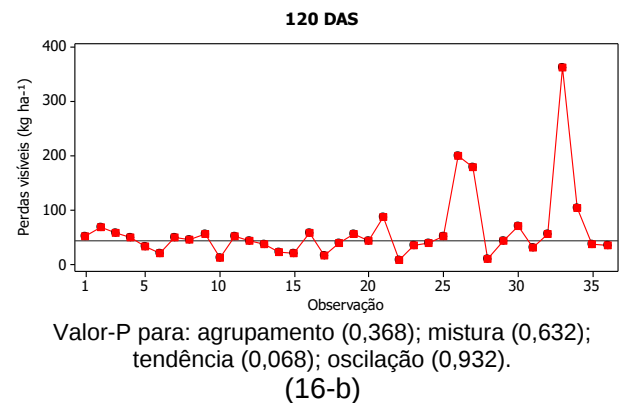
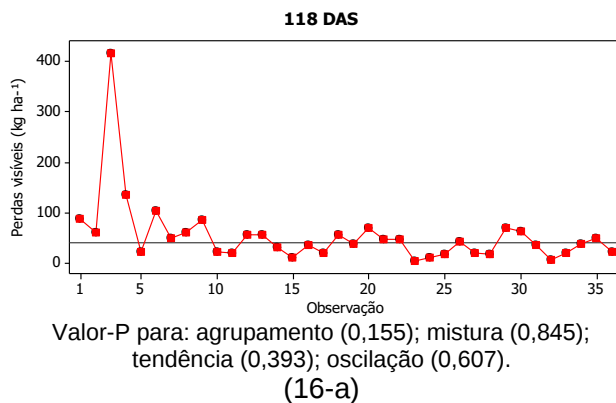
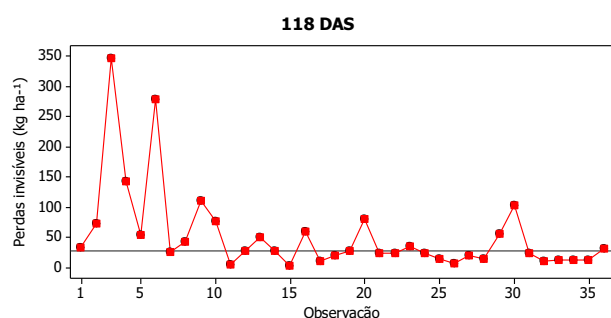


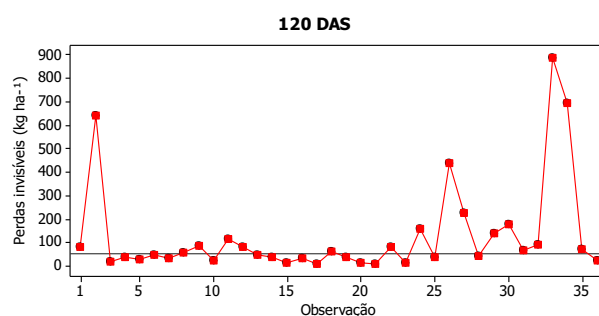
Figura 16. Gráficos sequenciais para perdas visíveis no arranquio.

Observando-se a Figuras 17 pode se constatar que as perdas invisíveis não apresentaram a ocorrência de causas especiais no processo. Não se verificou pelo teste de probabilidade ($p < 0,05$) a existência de padrões de comportamento não-aleatórios para os dados, ou seja, as perdas invisíveis têm a variabilidade exclusivamente devido ao acaso.



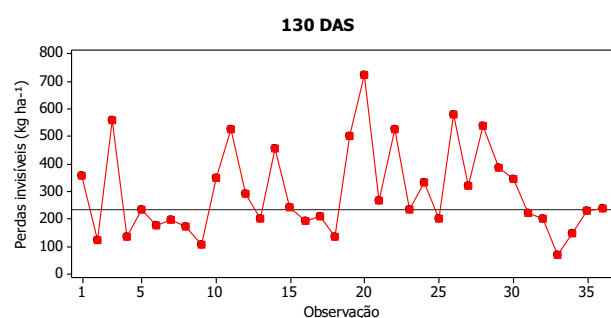
Valor-P para: agrupamento (0,088); mistura (0,912);
tendência (0,140); oscilação (0,860).

(17-a)



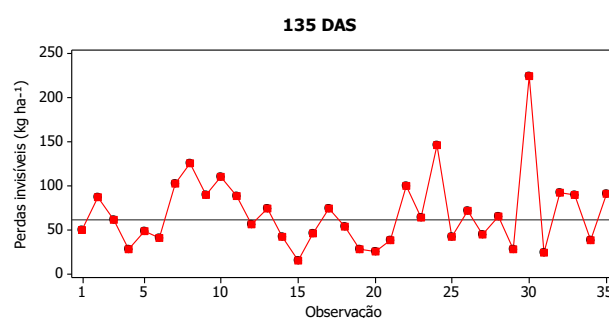
Valor-P para: agrupamento (0,155); mistura (0,845);
tendência (0,554); oscilação (0,446).

(17-b)



Valor-P para: agrupamento (0,088); mistura (0,912);
tendência (0,554); oscilação (0,446).

(17-c)



Valor-P para: agrupamento (0,698); mistura (0,302);
tendência (0,795); oscilação (0,205).

(17-d)

Figura 17. Gráficos sequenciais para perdas invisíveis no arranquio.

Na Figura 18 (perdas totais) verifica-se a ocorrência de causas especiais apenas para a área arrancada aos 118 DAS (Figura 18-a), indicando agrupamento dos dados, que ocorreu entre os pontos 21 a 28. Este agrupamento pode representar a variabilidade de determinada leira devido a causas especiais, que afetam o comportamento do processo de maneira não previsível, impossibilitando a obtenção de valores-padrão, tanto para as perdas totais quanto para as perdas visíveis aos 135 DAS (Figura 16-d). Essas variações aleatórias podem ocorrer devido aos fatores “6 M’s” (mão de obra). Analisando os demais gráficos sequenciais constata-se que não houve interferência das variáveis analisadas, indicando que as causas especiais devido aos fatores matéria-prima, método, medição e meio ambiente parecem não ter influenciado a variabilidade das perdas totais. Desta forma, para explicar a ocorrência de causas especiais restam os fatores máquina e mão de obra. Como a regulagem do arrancador foi mantida inalterada durante o experimento, pode-se inferir que o operador conseguiu,

no trecho correspondente aos pontos avaliados, realizar o arranquio de maneira estável, com menores perdas totais.

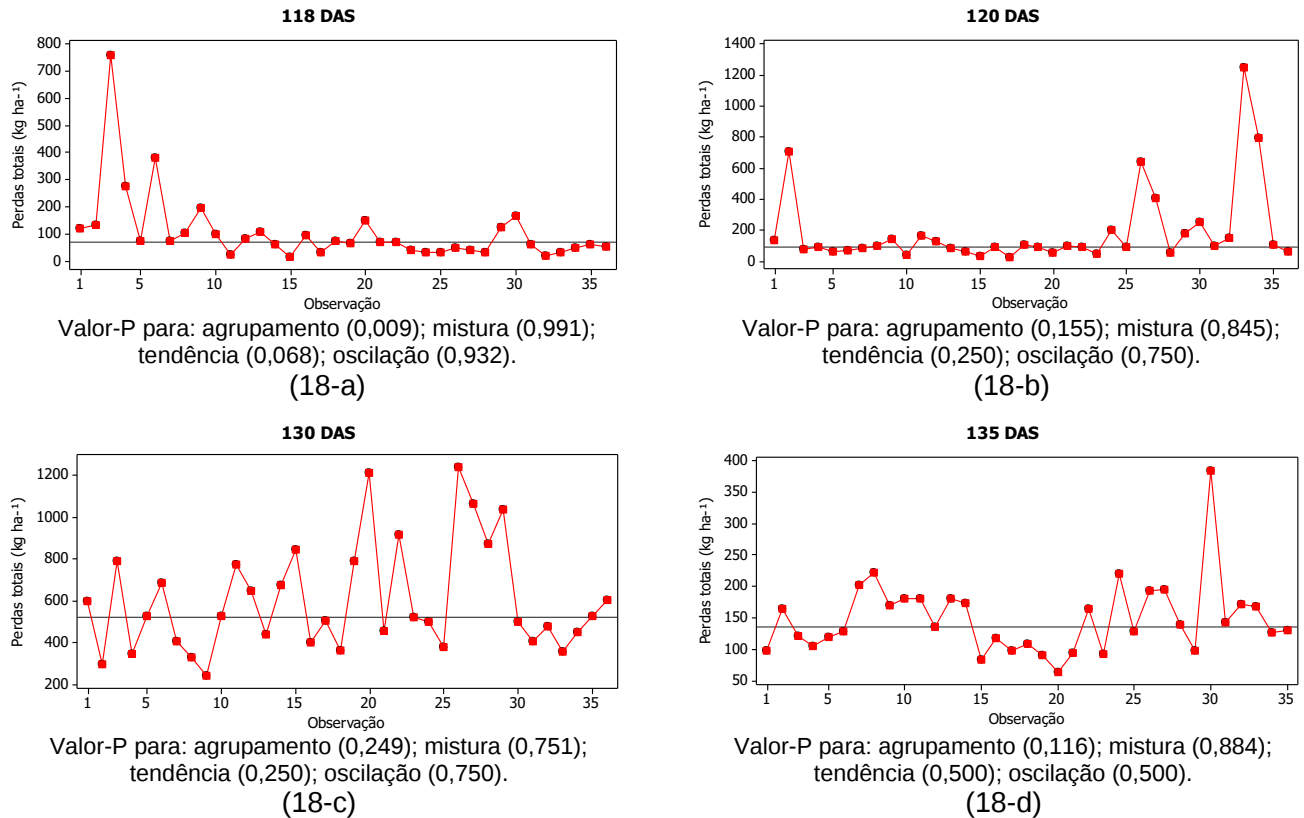


Figura 18. Gráficos sequenciais para perdas totais no arranquio.

4.2.2 Cartas de controle

A verificação da ocorrência de causas especiais necessita de um teste mais rigoroso, sendo assim, nas Figuras 19 a 26 são apresentadas as cartas de controle para as variáveis analisadas.

Com relação à maturação das vagens (Figura 19-a), observa-se que houve estabilidade do processo em todas as propriedades analisadas, que também apresentaram distribuição normal de probabilidade (Figura 19-b a 19-e) e ocorrência de padrão aleatório.

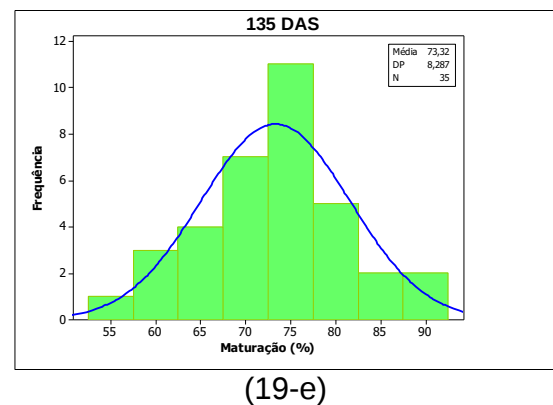
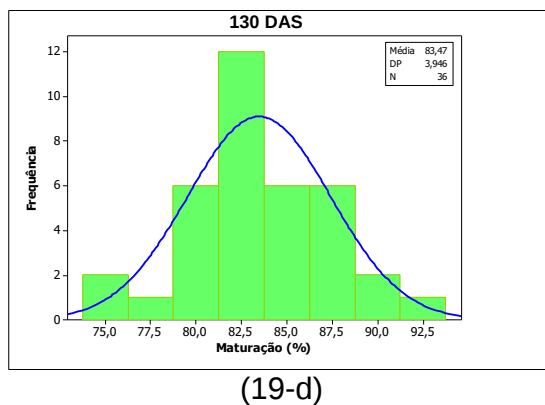
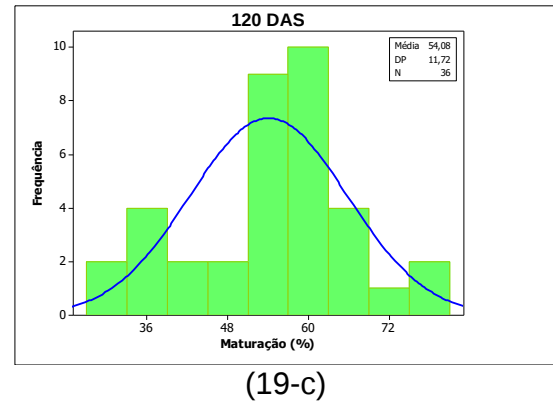
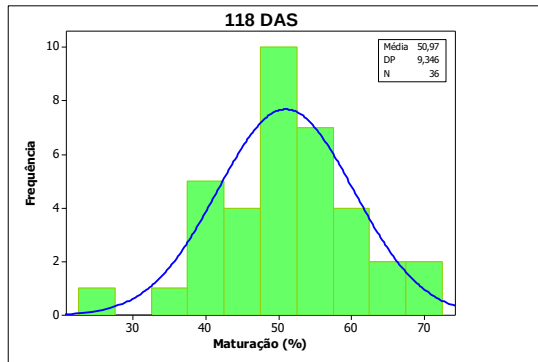
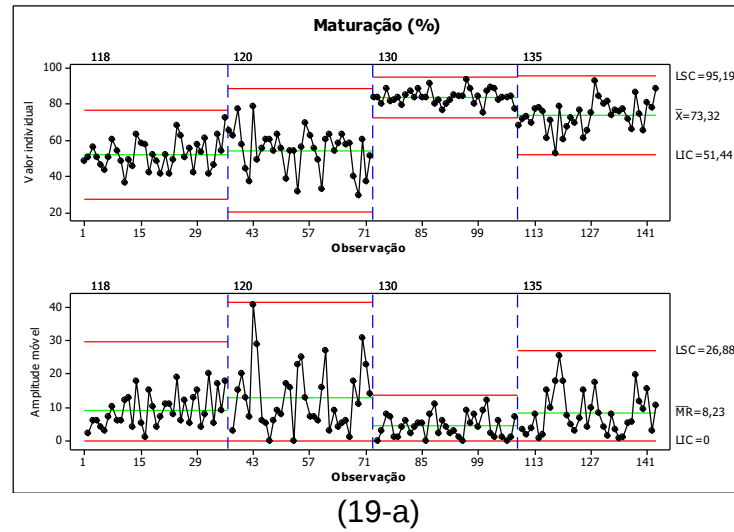


Figura 19. Cartas de controle e histograma para a variável maturação.

Para o teor de água das vagens, constata-se que na Figura 20-a, que esta variável apresentou-se fora de controle, tanto em valores individuais, quanto em sua

amplitude móvel. As propriedades que apresentaram esses valores fora de controle em seu processo foram as com arranquio aos 120 e 130 DAS. Verificando-se as *run charts*, constata-se que a propriedade com arranquio aos 130 DAS apresentou agrupamento dos dados, enquanto que a aos 120 DAS o comportamento foi aleatório. A instabilidade observada ocorreu, nestas duas propriedades, em 2,8 e 8,3% dos pontos observados, para a média e o processo, respectivamente. Se compararmos com a análise descritiva, constata-se que a instabilidade ocorreu, aos 130 DAS, mesmo com os dados apresentando distribuição normal, coeficiente de variação baixo ($< 10\%$), coeficiente de assimetria moderado ($0,15 > |Cs| < 1$) e coeficiente de curtose com distribuição leptocúrtica.

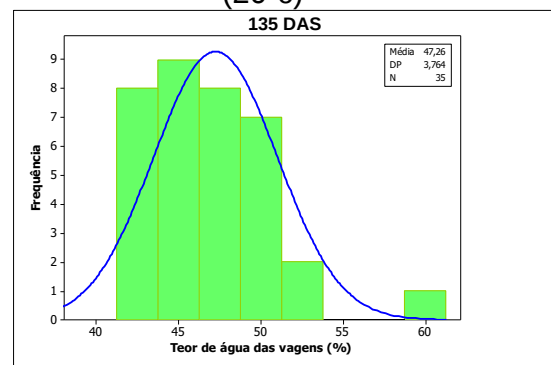
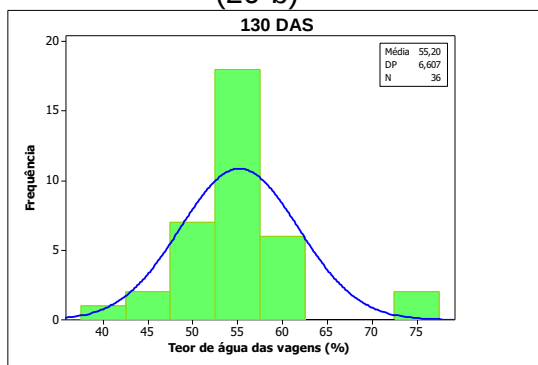
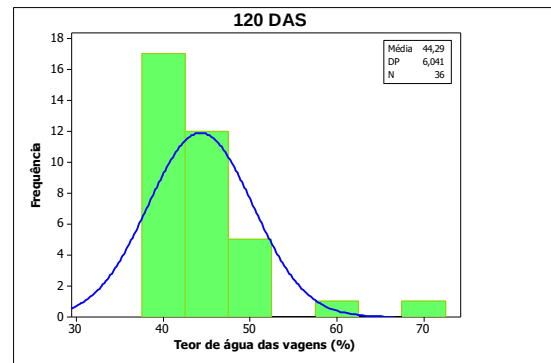
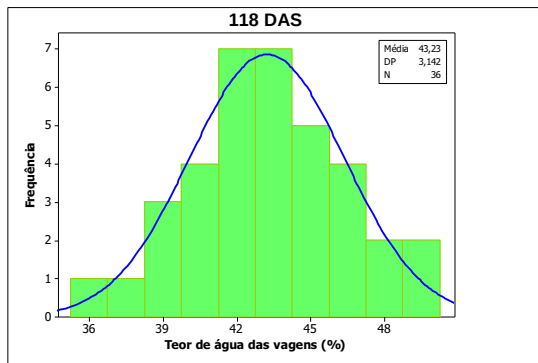
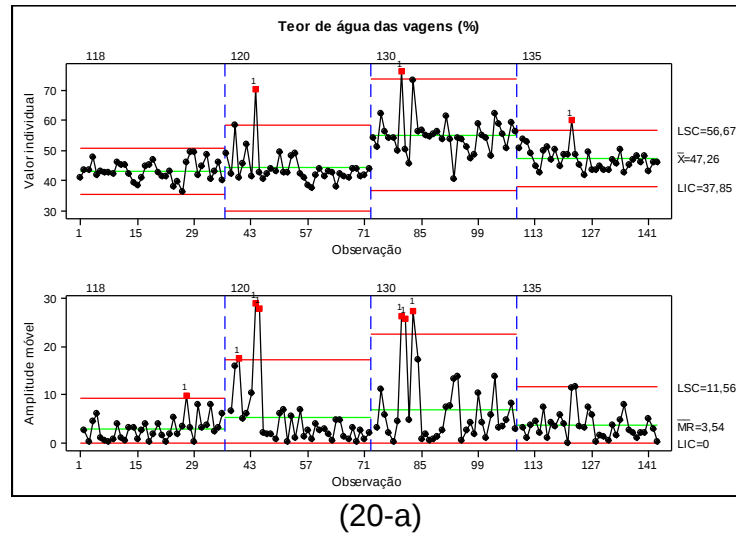


Figura 20. Cartas de controle e histograma para a variável teor de água das vagens.

Com relação ao teor de água do solo (Figura 21) verifica-se que todas as propriedades apresentaram-se instáveis com vários pontos fora de controle. A propriedade que apresentou maior instabilidade foi a que teve arranquio aos 135 DAS,

com 75% dos pontos fora dos limites de controle (pontos 116 a 143) nas cartas de controle de valores individuais. Além da maioria dos pontos estarem fora do limite de controle, esses apresentaram comportamento não-aleatórios, sendo esses dados agrupados e com tendência, de acordo com o gráfico sequencial (Figura 12-d), distribuição assimétrica e coeficiente de assimetria e curtose moderado e com distribuição platicúrtica (curva de distribuição achatada), respectivamente.

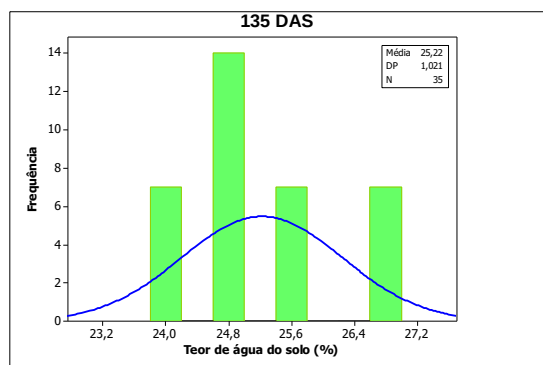
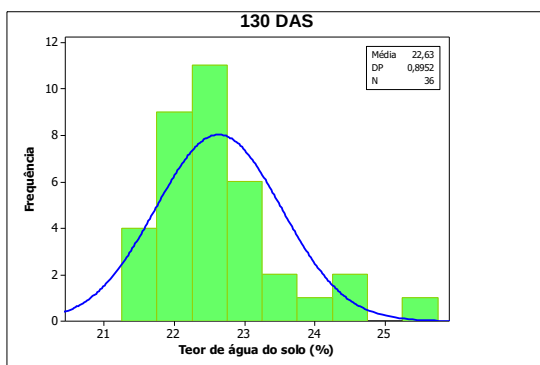
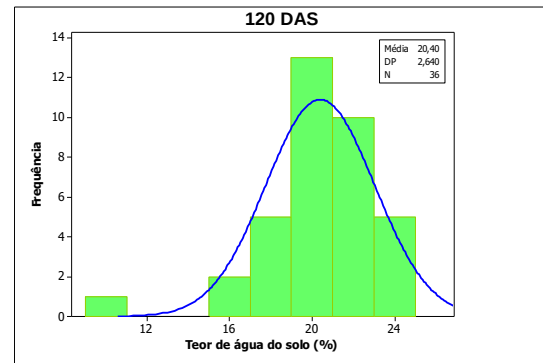
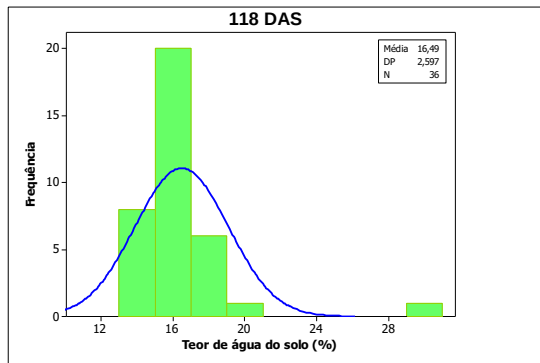
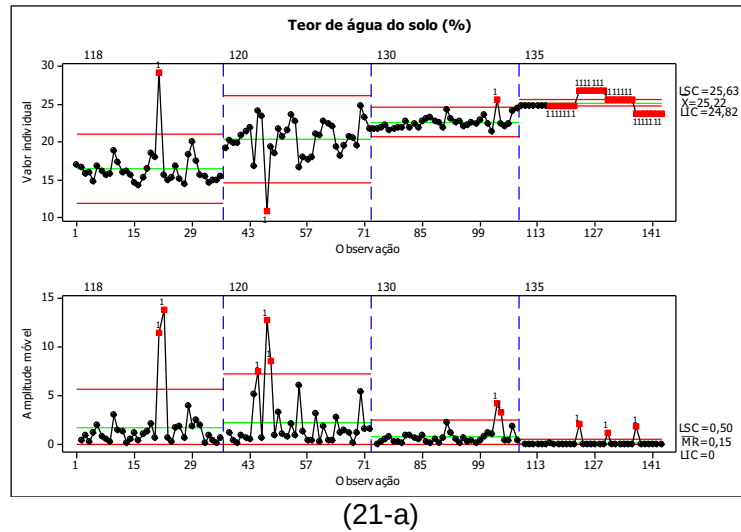


Figura 21. Cartas de controle e histograma para a variável teor de água do solo.

Na Figura 22-a, observa-se que a propriedade com arranquio aos 120 DAS apresentou, para a RMSD, um ponto fora limite superior de controle (LSC) em ambas as

cartas (valor individual e amplitude móvel), enquanto que a propriedade com arranquio aos 135 DAS apresentou um ponto fora do limite inferior. A ocorrência de apenas um ponto fora dos limites de controles nessas duas propriedades caracteriza a ocorrência de *outliers*, uma vez que os coeficientes de variação foram muito altos. Apesar de a propriedade com arranquio aos 118 DAS ter demonstrado padrão de agrupamento (Figura 14-a), as cartas de controle não indicaram a ocorrência de causas especiais, o que ocorreu para a propriedade com arranquio aos 135 DAS, que também apresentou o mesmo padrão (Figura 14-d).

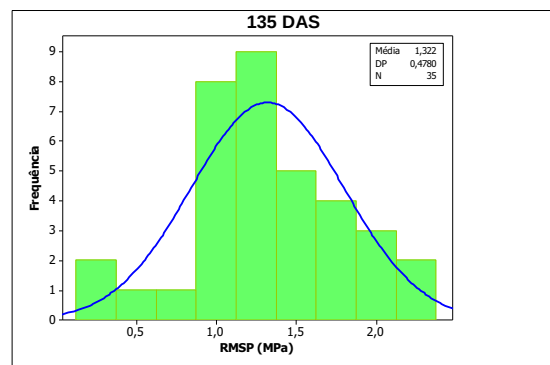
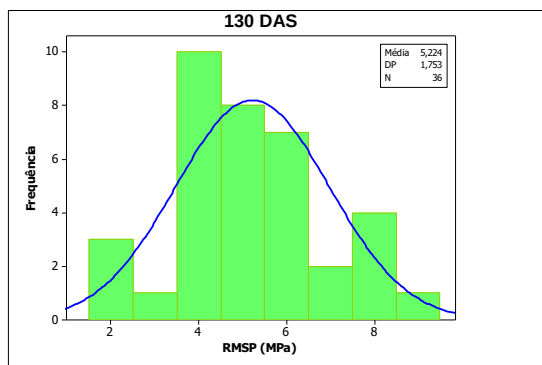
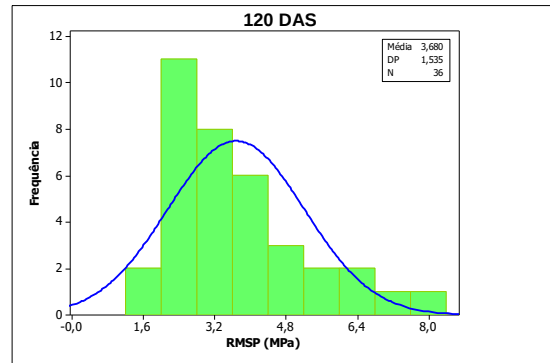
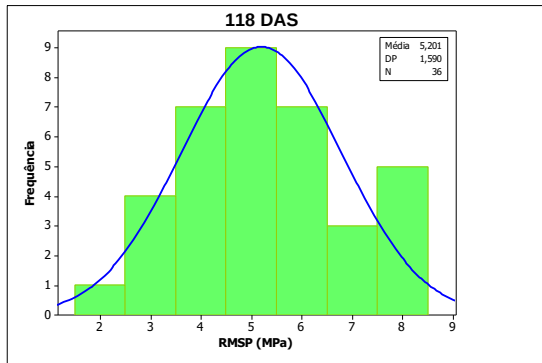
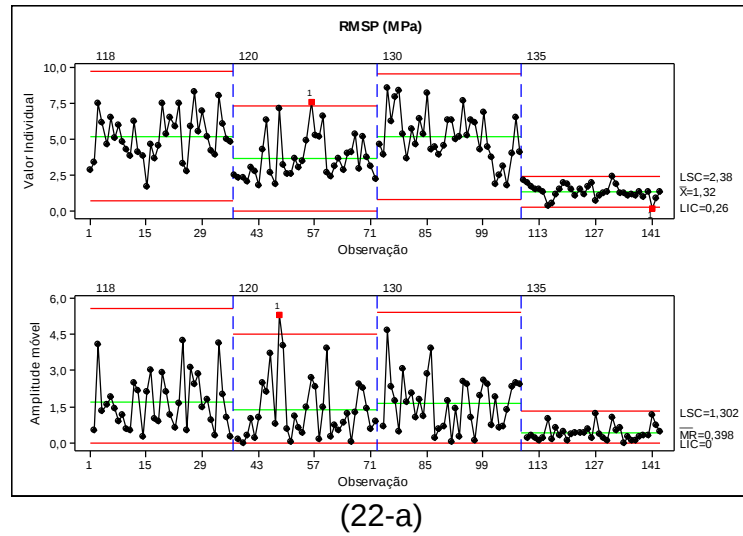
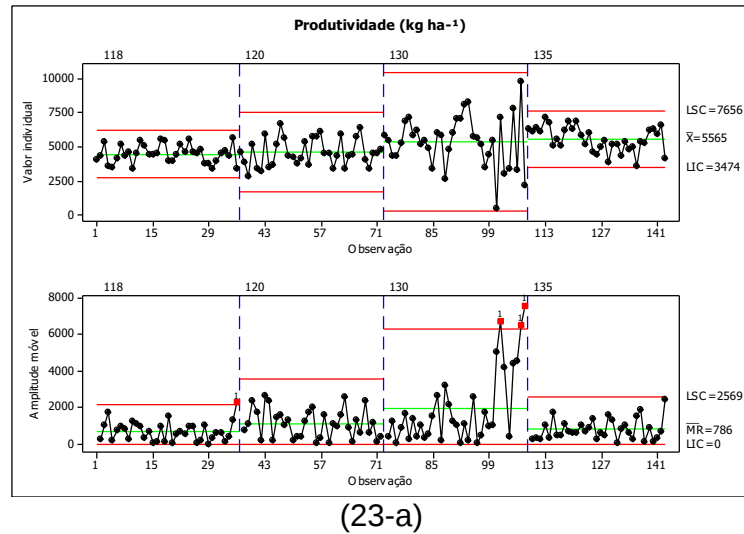


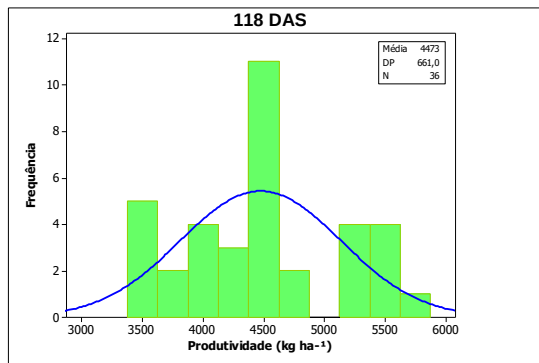
Figura 22. Cartas de controle e histograma para a variável resistência mecânica do solo à penetração.

Verificando-se a produtividade do amendoim (Figura 23-a), constata-se que apenas as propriedades com arranquio aos 120 e 135 DAS foram estáveis, estando

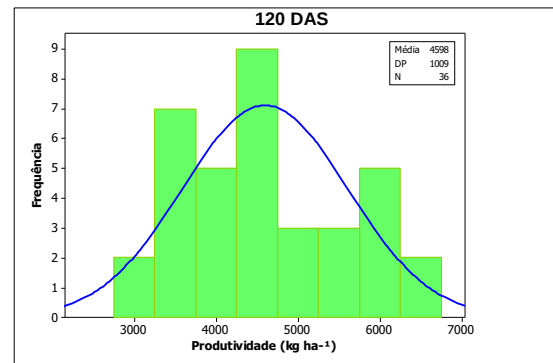
dentro dos limites padrões de controle. A propriedade com arranquio aos 135 DAS apresentou comportamento não-aleatório, apresentando agrupamento e oscilação no processo, mas, após geradas as cartas de controle, verificou-se que o processo foi estável, não confirmando com a análise de variabilidade (Figura 15-d). O teste de probabilidade apresentou distribuição normal com coeficiente de variação baixo, coeficiente de assimetria moderado e de curtose com curva de distribuição platicúrtica (23-e).



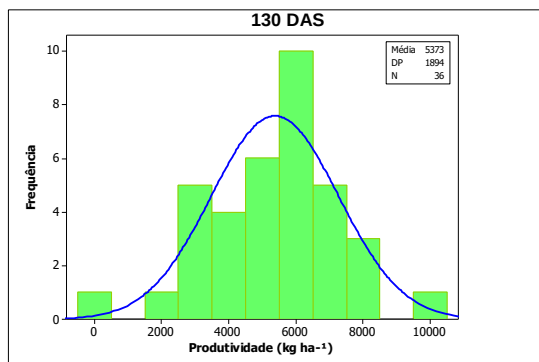
(23-a)



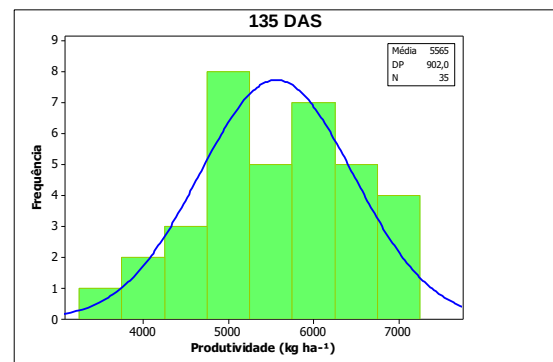
(23-b)



(23-c)



(23-d)

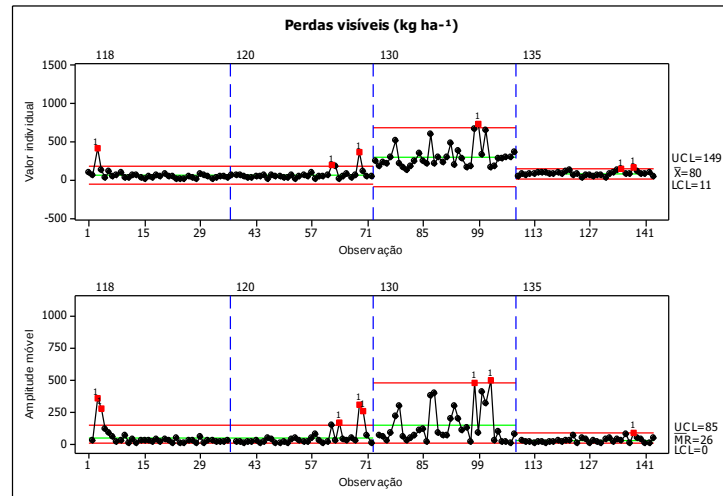


(23-e)

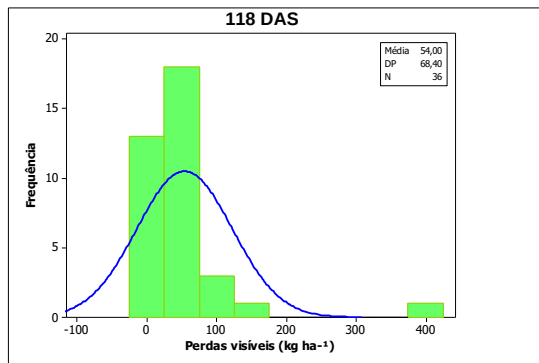
Figura 23. Cartas de controle e histograma para a variável produtividade.

Com relação às perdas, pode-se observar que o processo foi estável apenas para perdas invisíveis com arranquio aos 130 DAS (Figura 25-a), indicando que não houve, para este período de arranquio, valores com média superior ou inferior a três

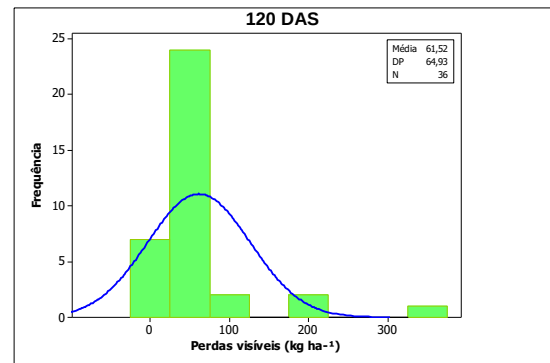
vezes o desvio padrão da média geral. Assim, as perdas nesse período tiveram variabilidade aceitável em torno da média geral e foram consideradas dentro dos limites do processo de arranquio do amendoim. É interessante observar que para as demais áreas avaliadas, a alta variabilidade das perdas foi confirmada pelas cartas de controle. Além disso, estas variáveis apresentaram distribuição assimétrica (24-b a 24-e; 26-b a 26-e) e coeficiente de variação muito alto.



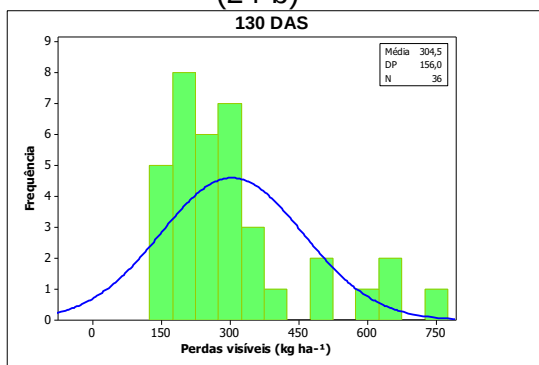
(24-a)



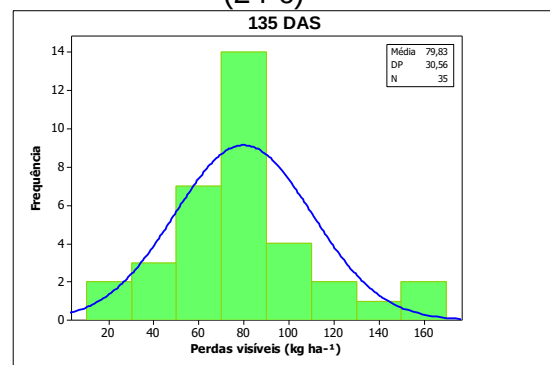
(24-b)



(24-c)

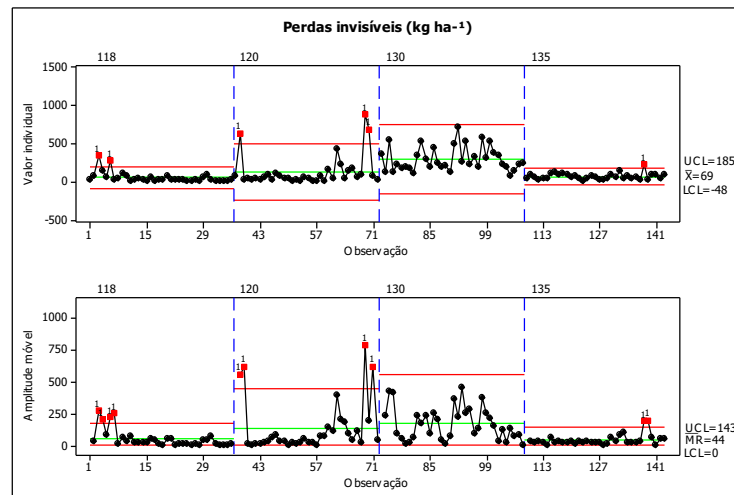


(24-d)

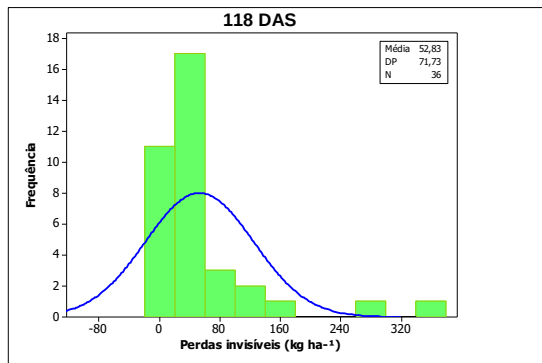


(24-e)

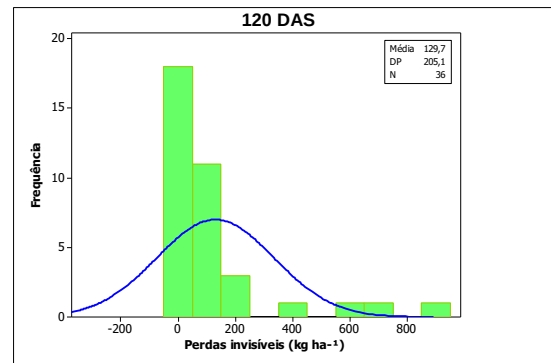
Figura 24. Cartas de controle e histograma para perdas visíveis no arranco.



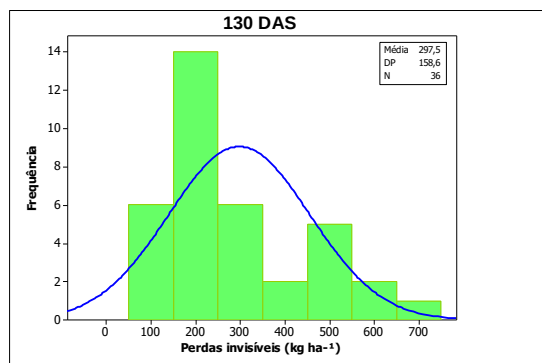
(25-a)



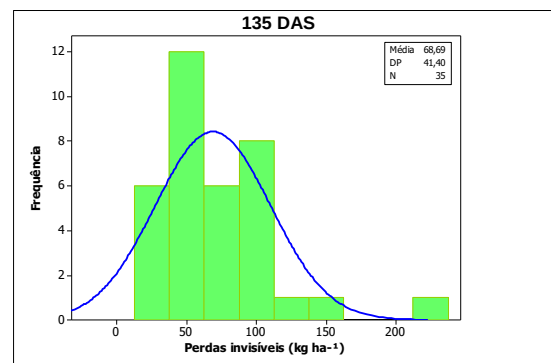
(25-b)



(25-c)



(25-d)



(25-e)

Figura 25. Cartas de controle e histograma para perdas invisíveis no arranquio.

Além das perdas totais terem seus valores instáveis (Figura 26-a) tanto para valores individuais quanto para o processo, as propriedades com arranquio aos 118 e

120 DAS apresentaram, respectivamente, 5,5 e 8,3% de seus pontos fora do limite de controle (valores individuais) e 11,1% dos pontos, para ambas as propriedades, fora do limite de controle na avaliação do processo (cartas de amplitude). Se compararmos com as análises descritiva e de variabilidade, essas propriedades apresentaram distribuição assimétrica no teste de probabilidade, coeficientes de variação muito altos (valores acima de 30%), coeficiente de curtose elevado (valores > 1) e de assimetria com distribuição leptocúrtica, sendo a mediana distante da média e valores distantes de zero e apresentou também agrupamento dos dados (Valor-P $< 0,05$).

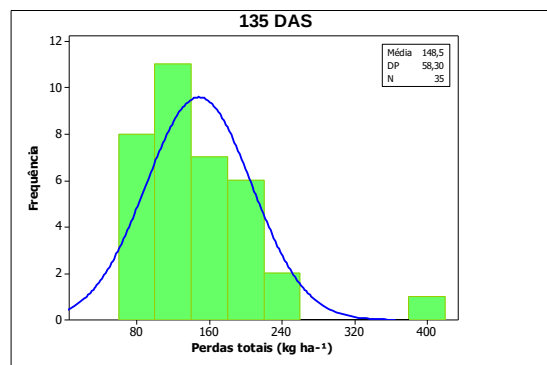
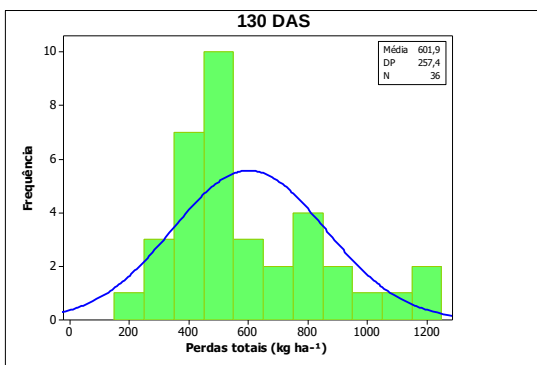
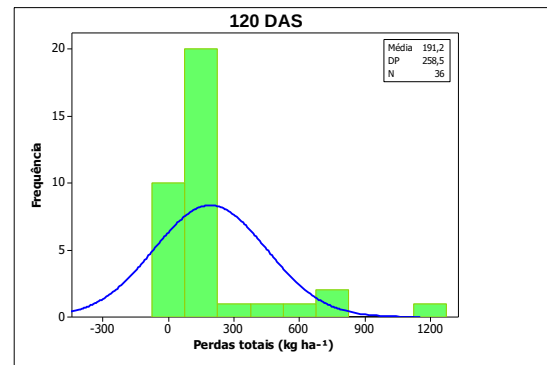
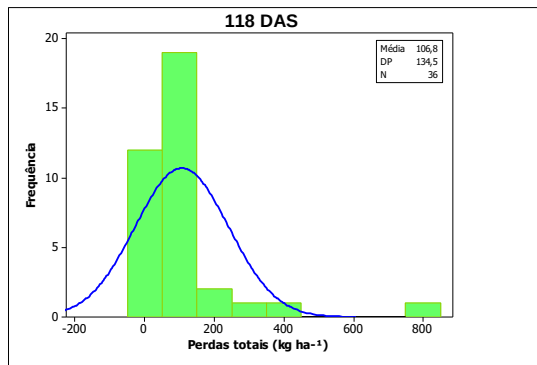
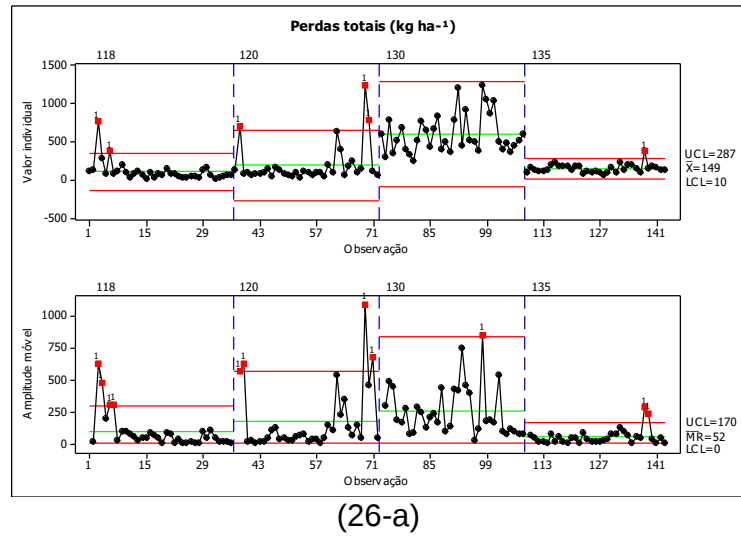


Figura 26. Cartas de controle e histograma para perdas totais no arranquio.

VI CONCLUSÕES

A maioria das variáveis apresentou comportamento aleatório quanto à variabilidade e quando da ocorrência de causas especiais, essas se deram principalmente na forma de agrupamento dos dados.

A maior ocorrência de causas especiais encontradas nas variáveis analisadas se deu na área cujo arranquio foi realizado aos 135 DAS.

Para as cartas de controle, a maioria das variáveis apresentaram-se instáveis tanto na avaliação de valores individuais quanto no processo.

Os valores médios de maturação, teor de água do solo e das vagens foram adequados para o arranquio de amendoim nas áreas com avaliadas aos 130 e 135 DAS.

As perdas médias no arranquio foram encontradas com maiores valores na área arrancada aos 130 DAS.

A maioria das perdas no arranquio teve distribuições assimétricas e coeficientes de variação muito altos.

VII REFERÊNCIAS

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison : Soil Science Society of America, 1996. p.123-141. (SSSA Special Publication, 49).

ASAE. American Society of Agricultural Engineers. Soil cone penetrometer. In: *ASAE standards 1996: standards engineering practices data*. St. Joseph, 1996b. p.719. (ASAE S313.2).

BARROZO, L. M. **Colheita mecanizada e perdas quali-quantitativas de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.)**. 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2009.

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

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. C.; SILVA, A. P. Efeito da compactação na produtividade de cultivares de soja em um Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.30, p. 787-794, 2006.

BOLONHEZI, D.; GODOY, J.I.; SANTOS, R.C. Manejo cultural do amendoim. In: SANTOS, R.C. (Ed. Téc.). *O Agronegócio do amendoim no Brasil*. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. p.193- 244.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CÂMARA, G. M. S. et al. Determinações de perdas na colheita do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). In: SIMPÓSIO DO AGRONEGÓCIO DE PLANTAS OLEAGINOSAS: Matérias primas para Biodiesel, 2, 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ-USP, p. 32-34, 2006.

CANARACHE, A. Penetrometer: a generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. Soil Tillage Research, Amsterdam, v.16, n.1, p.51-70, 1990.

CASSIANO, M. C.; MILAN, M.; SIQUEIRA, L. F. F. **Identificação e avaliação de variáveis críticas no processo de produção da cana-de-açúcar.** Eng. Agrícola. Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 554-564, 2008.

CONAB — **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em:
http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/1_levantamento_out2008.pdf.
Acesso em: 11 nov. 2010.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamentos de safra: 11º**
Levantamento - Ago/2010.
Disponível em: <http://www.conab.gov.br/detalhe.php?c=18878&t=2>. Acesso em: 03 nov. 2010.

CORTEZ, J. W.; SILVA, R. P.; SANT'ANA, C.; FURLANI, C. E. A.; TALIBE, R. A.; TOLEDO, A. Perdas na colheita na fase de recolhimento. In: ENCONTRO SOBRE A CULTURA DO AMENDOIM, 4, 2007. **Resumos...** Jaboticabal: FUNEP, 2007. 1CD-ROM.

DORNER, J.W. Relationship between kernel moisture content and water activity in different maturity stages of peanut. **Peanut Science**, Raleigh, v.35, n.2, p.77-80, 2008.

EMBRAPA: Cultivo do amendoim. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amendoim/CultivodoAmendoim/colheita.html>. Acesso em: 13 nov. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGRÍCOLA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de métodos e análise de solo. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FARIA JUNIOR, P. Perdas na colheita do amendoim: - ponto de maturação e tecnologia da colheita. In: ENCONTRO SOBRE A CULTURA DO AMENDOIM, 4, 2007, Jaboticabal: FUNEP, 2007. Palestra apresentada dia 24/08/2007. Editado em CD-ROM.

FESSEL, V.A.G. **Qualidade, desempenho operacional e custo de plantios, manual e mecanizado, de *Eucalyptus grandis*, implantados com cultivo mínimo do solo.** 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências: Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2003. 88p.

FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C. & LIMA, S. L. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.38, p. 947-953, 2003.

GAMEIRO, M. C.; MAHL, D.; SILVA, M. B.; LOPES, M. U.; WICHMANN, V. A. Avaliação de perdas visíveis e invisíveis no arranquio mecanizado do amendoim na região noroeste do Paraná. In: V Encontro do Amendoim, 2008, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2008. 1CD-ROM.

GRANT, C. A.; LAFOND, G. O. The effects of tillage systems and crop sequences on soil bulk density and penetration resistance on a clay soil in Southern

Saskatchewan. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.73, n.2, p.223-232, May 1993.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Disponível em <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 14 nov. 2010.

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

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

MAHL, D.; WESSLER, V; OLIVATTI, B. M. Losses during the process of mechanized harvesting of peanuts obtained with two harvesters. In: International Conference of Agricultural Engineering, 2008, Foz do Iguaçu. **Proceedings...**, Jaboticabal: SBEA, 2008. 1 CD.

MEROTTO, A. J.; MUNDSTOCK, C. M. Wheat root growth as affected by soil strength. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n.2, p.197-202, abr./jun. 1999.

MINITAB. Minitab Release 14.1: Meet Minitab 14 (Versão em Português); **Minitab StatGuide**; Minitab Help. [S.l]: Minitab Inc., 2003.

NEVES, I. N. **Dossiê Técnico**: Cultivo do Amendoim. Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/BA, 2007.

NHS Scotland. **Statistical process control**: tutorial guide monitoring quality in healthcare. Disponível em: [www.indicators.scot.nhs.uk/SPC/Statistical Process Control Tutorial Guide 010207.pdf](http://www.indicators.scot.nhs.uk/SPC/Statistical%20Process%20Control%20Tutorial%20Guide%20010207.pdf). Acesso em: 25 out. 2010.

OLIVATTI, B. M.; MAHL, D.; WESSLER, V. Perdas no arranquio mecanizado do amendoim em função da configuração do arrancador-invertedor e velocidade de deslocamento. In: IV Encontro do Amendoim, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2007. 1CD-ROM.

PAES, A. T. O que fazer quando a distribuição não é normal? **Einstein – Educação Continuada em Saúde**, São Paulo, v.7, n.1, p.3-4, 2009.

PECHE FILHO, A. **Qualidade total na agricultura**. In: Simpósio de qualidade total na agricultura, 1., 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: AEASP, 1994. p. 19-35.

PEDELINI, R. Determinación del momento de arrancado. In: PEDELINI, R.; CASINI, C. (Eds). **Manual del mani**. 3. ed. Córdoba: INTA, 1998. p.45-46.

PERES, J. R. R.; FREITAS JR., E.; GAZZONI, D.L. Biocombustíveis: uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SPA/MAPA), ano 14, n.1, p. 31-41, jan./fev./mar. 2005.

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

RIBEIRO, C. A. Variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração em áreas mecanizadas em função do número de cortes da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). 2009. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) –

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2009.

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

SANDERS, T. H. Harvesting, storage, and quality of peanuts. In: MELOUK, H. A.; SHOKES, F. M. (Ed.). **Peanut health management**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1995. p. 23-31.

SANT'ANA, C.; SILVA, R. P.; GARRAFONI, N. C.; CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A. Levantamento das perdas quantitativas na colheita mecanizada de amendoim na região de Guatapar - SP. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2006, João Pessoa. **Anais...**, Jaboticabal, SP: SBEA, 2006. 1 CD.

SANTOS, R. S.; FREIRE, R. M. M.; SUASSUNA, T.M.F.; REGO, G.M. BRS Havana: nova cultivar de amendoim de pele clara. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.41, n.8. 2006.

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

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

SHEWHART, W. A. *Economic control of quality of manufeatured product*. New York: D. Van Nostrand, 1931. 203 p.

SILVA, R. P.; SOUZA, F. G.; CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; VIGNA, G. P. Variabilidade espacial e controle estatístico do processo de perdas na colheita mecanizada do algodoeiro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3, p. 742-752. 2007.

SILVA, R. P.; MAHL, D. **Determinação de perdas na colheita de amendoim**. Jaboticabal, SP, 2008. Folder

SILVA, R. P. **Variabilidade das perdas no arranquio mecanizado de amendoim**. 2010. Tese (Livre docência), Universidade Estadual Paulista, UNESP, Jaboticabal, 2010. 132 p.

SMIDERLE, O. J. Perspectivas para a cultura do amendoim. Disponível em <[http://www.cpafrf.embrapa.br/index.php/cpafrf/artigos/perspectivas para a cultura do amendoim](http://www.cpafrf.embrapa.br/index.php/cpafrf/artigos/perspectivas_para_a_cultura_do_amendoim)> Acesso em: 10 set. 2010.

SOUZA, F. G. de **Variabilidade espacial e controle estatístico do processo de perdas na colheita mecanizada do algodoeiro**. 2006. 45 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

STOCCO NETO, A. **Perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja por controle estatístico de processo**. 2006. 44 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

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

TOLEDO, J. C. de **Introdução ao CEP - Controle Estatístico de Processo**: Apostila. São Carlos: UFSCar – GEPEQ, 2008. 6 p.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S. Densidade, porosidade e resistência a penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Sciencia Agrícola**, v.59, n.4, p.795-801, 2002.

UNESP. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”. Câmpus de Jaboticabal. Departamento de Ciências Exatas: Estação meteorológica. ***Dados meteorológicos mensais do ano de 2009 e 2010 em Jaboticabal***. Disponível em: http://www.exatas.fcav.unesp.br/estacao/est_tab_meteor_01_02.htm. Acesso em: 20 jun. 2010.

VIEIRA, S. R.; MILLETE, J.; TOPP, G. C.; REYNOLDS, W. D. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. In: ALVAREZ V.V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N.F.; MELLO, J.W.V.; COSTA, L.M. (Ed.) **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002, v. 2, p. 1-45.

WERKEMA, C. **Lean seis sigma**: Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing. Belo Horizonte: Werkema, 2006. 120.

WILLIAMS, E. J.; DREXLER, J. S. A non destructive method for determining peanut pod maturity. **Peanut Science**, Raleigh, v.8, n.2, p.134-141. 1981.