

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

ESTIMATIVA DE PERDAS NO ARRANQUIO MECANIZADO DE
AMENDOIM POR MEIO DA CONTAGEM DE VAGENS

Gustavo Brasca Bachega

JABOTICABAL – SP

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

ESTIMATIVA DE PERDAS NO ARRANQUIO MECANIZADO DE
AMENDOIM POR MEIO DA CONTAGEM DE VAGENS

Gustavo Brasca Bachega

Orientador: Rouverson Pereira da Silva

Co-orientador: Armando Lopes de Brito Filho

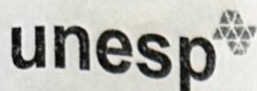
Trabalho apresentado à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP,
Campus de Jaboticabal, para graduação em
ENGENHARIA AGRONÔMICA.

Jaboticabal - SP
2º Semestre/2022

B119e	Bachega, Gustavo Brasca Estimativa de perdas no arranquio mecanizado de amendoim por meio da contagem de vagens / Gustavo Brasca Bachega. -- Jaboticabal, 2022 44 p. : il., tabs., fotos Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientador: Rouverson Pereira da Silva Coorientador: Armando Lopes Brito 1. Amendoim. 2. Perdas durante a colheita. 3. Mecanização. 4. Vagem. I. Título.
-------	--

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

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL



ENGENHARIA E CIÊNCIAS EXATAS

DEPARTAMENTO:

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: Estimativa de perdas no arranquio mecanizado de amendoim por meio da contagem de vagens

ACADÊMICO: Gustavo Brasca Bacheга

CURSO: ENGENHARIA AGRÔNOMICA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva

COORIENTADOR: Me. Armando Lopes de Brito Filho

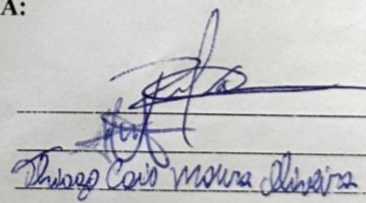
Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

Presidente Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva

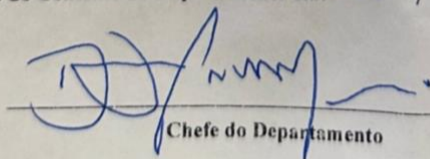
Membro Me. Jarlyson Brunno Costa Sousa

Membro Eng. Agr. Thiago Caio Moura Oliveira



Jaboticabal 07 / 12 / 2022

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 19 / 01 / 2023 *



Chefe do Departamento

* Aprovado Ad Referendum do
Conselho do Departamento

Prof. Dr. Danisio Prado Munari
Chefe do Depto. de Engenharia
e Ciências Exatas

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, por todas suas bênçãos, suas graças e sua ajuda diante de todo esse trabalho, sempre se mantendo presente em cada passo dado nessa minha trajetória. E à minha família, que me tornaram hoje a pessoa que sou, me fortalecendo e sempre me apoiando com todo seu amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer à Deus, por sempre ter estendido suas mãos para mim diante de todos os momentos que precisei e estado comigo durante toda minha vida, me abençoando fazendo com que meu destino fosse ser um estudante da UNESP, conhecendo pessoas incríveis e me proporcionando experiências únicas.

A minha família, por serem minha principal inspiração nesse meio de trabalho e de vida, por sempre me apoiarem em meus erros e acertos, nunca deixando faltar sequer um dia, amor, carinho e respeito. Por acreditarem em mim durante toda minha vida para que eu pudesse hoje estar concluindo este trabalho e realizando-o, assim como tudo em minha vida, da melhor maneira que fosse possível.

A minha namorada que se manteve presente comigo durante toda essa trajetória, acompanhando-me nos dias e nas noites passadas na faculdade, no estágio e durante minha escrita. Sempre com muito amor, força e dedicação.

Ao grande Professor Rouverson, que se tornou mais do que um professor e orientador para mim, se tornou um grande amigo. Me dando oportunidade de estagiar no LAMMA e realizar um dos meus grandes sonhos que era ter meu trabalho de conclusão de curso feito com uma das culturas que mais gosto, que é o amendoim. Pelas tardes e o anoitecer de muitos dias no departamento, sempre com muita paciência, educação e respeito, me ajudando em todas as etapas deste trabalho e me incentivando a buscar os melhores resultados possíveis em qualquer que seja o trabalho que eu possa realizar durante a vida.

Ao grupo LAMMA e todos seus participantes, que sempre se mantiveram presente nos dias de trabalho, quaisquer que tenha sido eles, com muito companheirismo, amizade e entrega em todos os momentos. Pelos conhecimentos e informações que passaram para mim, dentro e fora da faculdade, o que agregou muito em minha bagagem profissional.

A República Curva de Rio e todos irmãos que tenho hoje, por estarem comigo durante toda essa jornada, sempre com muita união, parceria e respeito, me incentivando para buscar ser um bom profissional e que me ensinaram a lidar com diferentes tipos de pessoas, dividindo experiências e histórias que levarei durante toda a vida.

A UNESP/FCAV, campus de Jaboticabal, que me proporcionou todos esses incríveis anos de muito aprendizado, experiências e momentos dentro e fora da faculdade, conhecendo incríveis pessoas profissionais e grandes amigos que sempre estarão comigo. Me proporcionando a capacidade e a chance de me graduar em um curso que desde menino desejava cursar, e que hoje posso dizer que realizei um dos sonhos de meus sonhos, que era passar na UNESP de Jaboticabal.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
1. Introdução	1
2. Revisão de Literatura.....	2
2.1 Colheita mecanizada do amendoim	2
2.2 Perdas na colheita do amendoim	3
2.3 Estimativa de perdas	7
3. Material e Métodos	9
3.1 Descrição das áreas experimentais	9
3.2 Equipamentos e operações utilizados nas propriedades	9
3.3 Delineamento Experimental	11
3.4 Avaliação das Variáveis relacionadas à condição solo	12
3.4.1 Análise granulométrica do solo	12
3.4.2 Resistência mecânica do solo à penetração (RMSP)	12
3.5 Variáveis relacionadas as plantas	13
3.5.1 Teor de água na vagem (TAV).....	13
3.5.2 Maturação	14
3.5.3 Produtividade.....	15
3.6 Perdas no arranquio	16
3.6.1 Perdas visíveis no arranquio (PVA)	16
3.6.2 Perdas invisíveis no arranquio (PIA)	17
3.6.3 Perdas Totais no arranquio (PTA)	18
3.7 Análise estatística	18
3.7.1 Critério de Cheauvenet	18
3.7.2 Critério de Chauvenet (número de outliers e correções)	20
3.7.3 Análise de correlação e regressão	21
3.8 Modelagem das perdas	21
4. Resultados e Discussões	22
4.1 Variáveis relacionadas ao solo.....	22
4.1.1 Resistência mecânica do solo à penetração (RMSP)	22
4.2 Variáveis relacionadas as plantas.....	22
4.2.1 Teor de água da vagem (TAV).....	22

4.2.2	Maturação	23
4.2.3	Produtividade.....	23
4.3	Perdas no Arranquio	24
4.4	Relação entre as variáveis e modelagem das perdas.....	25
4.4.1	Análise de correlação e regressão	25
4.4.2	Modelagem das perdas do arranquio	26
5.	Conclusões	29
	REFERÊNCIAS.....	30

Estimativa de perdas no arranquio mecanizado de amendoim por meio da contagem de vagens

RESUMO: O amendoim por possuir seus frutos na parte interior do solo, é comum se relatar sobre as perdas na colheita do amendoim, que ocorrem principalmente pela ação dos arrancadores-invertedores e os atributos físicos do solo, como a resistência mecânica do solo a penetração, a umidade nas vagens e a textura. Com a necessidade de aprimorar a estimativa de perdas na cultura, objetivou-se neste trabalho, estimar as perdas visíveis, invisíveis e totais no arranquio por meio da contagem do número de vagens associando-as com a textura do solo, o teor de água nas vagens e a resistência mecânica do solo a penetração. O experimento foi conduzido em duas propriedades no estado de São Paulo, nas cidades de Taiuva e Taquaritinga, ambas com a variedade IAC OL 3, e apresentando solos com texturas argilosa e arenosa, respectivamente. Foram demarcados 50 pontos, em cada uma das áreas, com pontos distribuídos entre 5 leiras de amendoim (10 linhas), e espaçados de 50 metros entre si. Após o arranquio, foi posicionada uma armação retangular sobre o solo, levantou-se a leira e coletou-se manualmente as vagens visíveis perdidas. Posteriormente cavou-se o solo à profundidade de 15 cm, para coletar as vagens deixadas sob o solo. Taiuva-SP apresentou total de perdas de 634,1 kg.ha⁻¹, que é 8,5 % do total produzido, e Taquaritinga-SP 712,3 kg.ha⁻¹ o que representa 16,3 %, totalizando, perdas de R\$2327,6/ha e R\$2621,08/ha, respectivamente. As perdas totais obtiveram forte correlação positiva com as perdas visíveis e invisíveis no arranquio, correlação positiva moderada para perdas visíveis e invisíveis, e por fim correlação moderada negativa entre as perdas invisíveis e o teor de água das vagens, atributo que não teve relação com as perdas no arranquio. O coeficiente de determinação apresentou alto valor quando em relação com o número de vagens e as perdas visíveis e invisíveis, e também alto valor para determinar perdas invisíveis por meio das perdas visíveis, em ambos os solos. A textura do solo junto com a Resistência mecânica do solo à penetração (RMPS), favoreceram maiores perdas ao solo arenoso de Taquaritinga, que foi mais compacto e apresentou índice de cone de 17,04 contra 9,57 kgf m⁻² em Taiuva.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L., colheita mecanizada de amendoim, perdas no arranquio.

Analysis of peanut losses in the digging process by counting pods

ABSTRACT: Peanut has its fruits in the inner part of the soil, it is common to report on the losses in the peanut harvest, which occur mainly by the action of pullers-inverters and the physical attributes of the soil, such as the soil's mechanical resistance to penetration, moisture in the pods and texture. With the need to improve the estimation of losses in the crop, work was sought to estimate the visible, invisible, and total losses in the uprooting by counting the number of pods associating them with the soil texture. The experiment was carried out on two properties in the state of São Paulo, in the cities of Taiuva and Taquaritinga, both with the IAC OL 3 variety, and presenting soils with clayey and sandy textures, respectively. 50 points were demarcated in each of the areas, with points distributed among 5 rows of peanuts (10 lines), and spaced 50 meters apart. After plucking, a rectangular frame was placed on the ground, the windrow was raised and the visible lost pods were manually collected. Subsequently, the soil was dug to a depth of 15 cm to collect the pods left under the soil. Taiuva-SP presented total losses of 634.1 kg.ha⁻¹, which is 8.5% of the total produced, and Taquaritinga-SP 712.3 kg.ha⁻¹ which represents 16.3%, totaling losses of R\$2327.6/ha and R\$2621.08/ha, respectively. The total losses had a strong positive correlation with the visible and invisible losses in the pullout, a moderate positive correlation for visible and invisible losses, and finally a moderate negative correlation between the invisible losses and the water content of the pods, an attribute that was not related to the start-up losses. The coefficient of determination showed high value when in relation to the number of pods and visible and invisible losses, and also high value to determine invisible losses through visible losses, in both soils. The soil texture together with the mechanical resistance of the soil to penetration (RMPS), favored greater losses in the sandy soil of Taquaritinga, which was more compact and presented a cone index of 17.04 against 9.57 kgf m⁻² in Taiuva.

Keywords: *Arachis hypogaea* L., mechanical harvesting, digging losses.

1. Introdução

O amendoim (*Arachis hypogaeae* L.), é uma cultura pertencente à família das leguminosas, cultivado predominantemente em regiões de latitude até 30° N e S, e que no Brasil, já vem sendo cultivada há muitos anos. Tem um papel fundamental no comércio nacional e internacional, visto que na década de 60, foi responsável para o abastecimento interno de óleos vegetais (LOURENZANI & LOURENZANI, 2006). Em meados de 1970, estima-se que a produção de amendoim tenha sido na faixa de 1 milhão de toneladas, e posteriormente, esse número abaixou por conta da expansão da soja.

No Brasil, o estado de maior produção da leguminosa é o estado de São Paulo, que é responsável por 93% de toda a produção nacional, sendo que em 2021/22 a produção do amendoim foi aproximadamente de 692,7 mil toneladas, em 174,6 mil hectares (IEA, 2022) em cerca de 1,5 mil propriedades rurais, localizadas em foco em Jaboticabal, Tupã, Presidente Prudente, Marília, Barretos, São José do Rio Preto, Assis, Lins, Catanduva e Ribeirão Preto (São Paulo, 2022). Em 2020, o valor da produção do amendoim foi de R\$1,96 bilhão, sendo 94,25% acima dos valores obtidos em 2019, e o valor movimentado pela cultura, em 2022, chega a R\$2,8 bilhões (G1, 2022).

Por ser uma cultura que apresenta seus frutos na parte interior do solo, o amendoim se difere das demais culturas não apenas pelos cuidados a serem tomados por conta disso, mas também pelos processos responsáveis na colheita, que ocorre em duas fases distintas, que são conhecidas como arranquio e recolhimento (SEGATO & PENARIOL, 2007). Chuvas nesse intervalo fazem com que haja maior dificuldade para a recolhedora realizar o trabalho (SILVA, 2019).

Por ter desenvolvimento de vagens no interior do solo, muito se relata sobre as perdas na colheita do amendoim, que ocorrem não somente pela ação dos arrancadores-invertedores e recolhedoras, mas também por fatores físicos do solo, que muitas vezes o produtor acaba não tendo controle direto, sendo eles a resistência mecânica do solo à penetração (RMSP), umidade (teor de água no solo e nas vagens) e a textura do solo.

Atrelado a isso, vale ressaltar que tais perdas ainda são desconsideradas por grande parte dos produtores, principalmente por muitos deles não saberem

estimar ou não terem um padrão a ser seguido. Sabe-se que no Brasil, perdas podem chegar a patamares em que os produtores tenham suas margens de lucro quase minimizada, já que elas variam entre 3,1 e 47,1 % (SANTOS et al., 2013; ZERBATO et al., 2013).

Desta forma, visando à necessidade de aprimorar a estimativa de perdas na cultura do amendoim, este trabalho teve como objetivo estimar as perdas no arranquio de amendoim por meio da contagem do número de vagens.

2. Revisão de Literatura

2.1 Colheita mecanizada do amendoim

Para o início da colheita do amendoim, deve-se levar em conta que os frutos da planta devem atingir em torno de 70% da sua maturação fisiológica, o que pode ser notável quando a textura das vagens fica mais finas, e no interior de suas vagens, a parede do exocarpo apresenta manchas marrons, ocorrendo aproximadamente entre 120 a 135 dias após a emergência (SANTOS et al., 2013)

Logo após a avaliação da maturação, o processo de colheita se inicia, o qual é dividido entre arranquio e recolhimento, sendo que na primeira etapa o objetivo é retirar as vagens da parte inferior do solo e as expor diretamente ao sol para início da secagem, visando melhor qualidade no recolhimento.

Na colheita mecanizada de amendoim faz-se o arranquio e o enleiramento, com máquina denominada arrancador-invertedor, que realiza o corte das raízes, promovendo vibração das plantas para retirar excesso de terra e a inversão e enleiramento (NEVES, 2007). Dawelbeit (1991) afirmou que a primeira parte da colheita do amendoim, o arranquio mecanizado, é capaz de substituir o trabalho manual realizando um trabalho equivalente ao de 100 homens-horas ha⁻¹.

Em áreas de reformas de canaviais, o que é muito comum na região Sudeste do País, principalmente em no Estado de São Paulo, o período entre a colheita do amendoim e o plantio da cana-de-açúcar é bem estreito, pois de acordo com Tasso Júnior et al. (2004), fatores climáticos muitas vezes contribuem para o atraso nas operações do amendoim o que reflete diretamente na implantação da gramínea. O arranquio é um dos processos que deve ser feito no menor tempo

possível, para dinamizar futuras operações no campo e evitar que fatores climáticos imprevistos atrapalhem, favorecendo perdas.

Normalmente, após serem arrancadas do solo, as vagens do amendoim costumam ter em média valores que variam entre 35 a 40 % do teor de água nas vagens, e para que não afete a produtividade do amendoim, é ideal reduzir esse teor de água nas vagens para valores entre 18 a 24%, para que assim seja iniciado o recolhimento (SILVA, 2007).

Ademais, pode-se realizar a segunda fase da colheita do amendoim, que é aquela denominada recolhimento. Etapa a qual se realiza com máquinas denominadas recolhedores-trilhadoras, podendo recolher de uma até três leiras, por meio de máquinas tracionadas com tratores ou até mesmo autopropelidas. Segundo Tasso Júnior et al. (2004), nesse processo as vagens são separadas das ramas e conduzidas até o tanque graneleiro, onde se armazena todas as vagens até o enchimento do tanque, sendo necessário o transbordo para caminhões, que posteriormente levarão o amendoim à unidade beneficiadora.

2.2 Perdas na colheita do amendoim

Apesar da mecanização ter sido um grande passo para evolução da cultura do amendoim, ainda sim, deve-se atentar para problemas recorrentes no campo, e característicos da cultura. Levando em conta todas as características específicas da cultura do amendoim, tais como, o hábito de crescimento indeterminado e os frutos que se desenvolvem abaixo do solo, as perdas na colheita do amendoim merecem grande e especial atenção, por serem distintas quando se trata de perdas nas demais culturas (SILVA, 2010).

As perdas na colheita de amendoim, que ocorrem nas operações de arranquio e recolhimento, são influenciados por fatores físicos do solo, como por exemplo: umidade, textura e resistência mecânica do solo a penetração. Silva e Mahl (2008) caracterizaram tais perdas como perdas visíveis no arranquio (PVA), aquela que ficam sob a superfície do solo após o arrancador-invertedor passar; perdas invisíveis no arranquio (PIA), que são aquelas que mesmo após o arrancador-invertedor passar, não há como contabilizar ou analisar sob a superfície, apenas realizando a coleta no subsolo para poder saber a quantidade.

Já as perdas visíveis totais (PVT), que são aquelas deixadas sob o solo após a recolhedora realizar seu trabalho.

Perdas no subsolo ocorrem por ação das lâminas do arrancador-invertedor, que realiza cortes superficiais na planta e as vagens são perdidas quando o solo é encaminhado para esteira vibratória. Já na superfície do solo, quando as plantas se dirigem para a esteira vibratória, a qual se encontra desregulada, pode ocorrer perdas das vagens, além de ocorrer quando estão sendo enleiradas ao solo. (ROBERSON et al., 2009).

Barrozo et al. (2008) afirmaram que a cultura amendoim requer métodos e cuidados especiais no momento da colheita, justamente para evitar que os frutos formados, já maduros, permaneçam na superfície e subsuperfície do solo. No recolhimento, assim como no arranquio, altos níveis de perdas foram observados, onde a falta de regulagens compromete toda a operação. No caso da recolhedora, a plataforma de captação ou o sistema de trilha e limpeza são as principais estruturas onde mais são geradas as perdas (SILVA et al., 2008). Cortez et al. (2007) afirmaram que se deve atentar além das regulagens das máquinas, as características do produto colhido pela máquina, o que pode influenciar mais perdas.

Desta forma, para se obter uma boa produção de amendoim, sempre é necessário colhê-lo, em sua grande maioria, com seus grãos já maduros, pois o arranquio pode ser a causa do alto número das perdas na colheita, as quais são somadas à fatores como a sanidade da lavoura (pragas, doenças) e fatores físicos do solo e do vegetal (umidade do solo e maturação das vagens).

Alguns trabalhos evidenciam o quanto os produtores podem perder nas etapas da colheita, sendo que Camara et al. (2006) avaliaram duas variedades, IAC Runner 886 e o IAC Tatu ST, onde respectivamente, tiveram produtividade média de 4.457 kg ha⁻¹ e 3.662 kg ha⁻¹. Nas áreas onde estavam sendo cultivadas tais variedades, houve avaliação de perdas no arranquio, enleiramento e recolhimento, e respectivamente, a primeira variedade obteve perdas nas etapas de 4,8, 2,1 e 3,5%, gerando aproximadamente 465 kg ha⁻¹. Na segunda as perdas foram de 4,1, 5,2 e 5,4%, resultando em torno de 535 kg ha⁻¹.

Nas operações de arranquio e recolhimento, realizadas em Olimpia-SP, as perdas visíveis do arranquio foram na faixa dos 15% enquanto as perdas invisíveis foram 9,5%. Já no recolhimento, feito por três recolhedoras, a recolhedora DM Advanced obteve a maior perda, com aproximadamente 26%, já a GF7500 e DM III, obtiveram respectivamente, 14,3 e 12,3 % (GRAAT et al., 2008).

A resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) é um dos fatores que contribuem para que haja números significativos de perdas, visto que seus valores determinaram se a eficiência do arrancador-invertedor e se a própria planta pode ter um bom desenvolvimento.

Para determinar valores de referência, reunindo trabalhos sobre resistência mecânica do solo à penetração, Ribero (2009) estabeleceu a classificação para o índice do cone: 0 a 2 MPa – Baixo; 2 a 4 MPa – Médio; 4 a 6 MPa – Alto e <6 MPa – Muito alto. Valores superiores a 2 MPa indicam a presença de camadas compactadas, o que atua como barreira para o sistema radicular se desenvolver, sendo resultado do intenso preparo de solo com uso de grade pesada durante os anos (MEROTTO JÚNIOR E MUNDSTOCK, 2009). Além do mais, Tormena et al, (1998) concordam que este valor de RMSP está associado com condições impeditivas para o crescimento em geral das culturas, seja da parte radicular quanto aérea.

Há valores que podem restringir e até mesmo impedir o crescimento e desenvolvimento radicular nas plantas. Para Canache (1990) esses valores de resistência mecânica do solo à penetração são de 1 a 3,5 MPa. Já para Arshad et al. (1996), consideram os valores de 2 a 4 MPa.

No amendoim, valores acima de 2 Mpa são limitantes à cultura, além de evidenciar que a produtividade estava diretamente ligada com o aumento da compactação do solo, segundo Beutler et al. (2008). Segundo Beutler (2006), as cultivares de soja instaladas em um Latossolo Vermelho, obtiveram decréscimos em sua produtividade para valores de RMSP que variaram entre 2,24 e 2,97 MPa.

Entretanto, para Bertonha et al. (2014) as perdas visíveis e totais no arranquio do amendoim ocorrem em maiores número quando os teores de água são maiores. Pois quando o arranquio foi realizado com teor de água médio das

vagens de 23,6%, houve menos perdas do que quando houve a mesma operação com umidade de 36,0% (472,7 kg ha⁻¹). Portanto, concluíram que o aumento linear das perdas estava diretamente proporcional ao aumento da umidade, chegando ao arremate que o teor de água adequado para operação de arranquio é de 23,6%.

Em seus estudos, Gentile (2009) e Oliveira et al. (2009) observaram menores perdas no arranquio de amendoim quando os teores de água presentes no solo e na vagem eram maiores, assim como Behera et al. (2008) já haviam afirmado. Quando tiveram 23% de perdas totais no arranquio mecanizado com o teor de água no solo calculado em 8%, e que quando o teor de água se elevou para 10 e 12% as perdas foram sendo diminuídas. O que leva ao ponto de que quanto menor o teor de água nas vagens, maior será a facilidade do desprendimento da vagem do ginóforo da planta (SANTOS et al., 1994)

O teor de água quando em valores elevados, dificultam o destacamento da vagem com a parte vegetal da planta, e quando os teores são baixos, as vagens chegam se separar da planta no momento do recolhimento das leiras. (CAVACHIOLI et al, 2014)

Levando em conta outro fator físico do solo capaz de contribuir para as perdas, é a textura do solo, visto que atualmente, o amendoim tem sido cultivado em diferentes tipos de regiões, o que conseqüentemente o leva a ser cultivado em diferentes tipos de solo. Segundo a EMBRAPA (2009), pelo fato de o amendoim desenvolver as vagens na parte inferior do solo, a planta necessita de solos mais leves e aerados, o que é mais facilmente encontrado em terras arenosas ou Franco-arenosas. Os solos argilosos são mais pesados, favorecem à planta um bom desenvolvimento, porém no momento da colheita as perdas das vagens são maiores.

Segundo o mesmo autor, isso ocorre porque o crescimento da raiz é variado, o que sofre interferência pelo tipo de solo, temperatura e pelo potencial hídrico atmosférico. Em solos arenosos, o sistema radicular consegue se aprofundar mais enquanto em solos argilosos, as raízes ficam mais limitadas. E se caso houver argilas do tipo 2:1, como a montmorilonitas, os frutos podem sofrer grande perda durante os processos de colheita, pelo fato do solo se aderir com maior intensidade nas vagens.

Quando há solos que apresentam boa drenagem, textura arenosa, fertilidade média e com um pH variando entre 6 e 6,5, o amendoim terá a sua melhor produtividade, pois Rao et al. (1985) concluíram que nestes solos, com tais características, a penetração do ginóforo se torna mais fácil, pois há boas condições para o desenvolvimento das vagens e para o arranquio na colheita, o que faz com que haja o mínimo de perdas possíveis.

Ainda não há estudos que comprovam com dados que as perdas na colheita em solos argilosos são maiores que aquelas feitas em solos arenosos. Por isso a realização de pesquisas deve ser algo aprimorado, visto que no Brasil não há padrões quanto a perdas na colheita, o que faz com que os agricultores não tenham uma precisão sobre seus lucros ou seus prejuízos. Cortez et al. (2007) já dizia que mais pesquisas seriam necessárias e a regulação de máquinas e do amendoim colhido podem influenciar diretamente nas perdas.

2.3 Estimativa de perdas

Atualmente, a estimativa de perdas na colheita se tornou algo muito recorrente nas lavouras, visto que para os produtores, nada mais interessante do que saber o quanto seria seu ganho a mais se não houvesse perdas. Semelhante a isso, Souza (2001) ditou a importância dos estudos visando conhecer e aprimorar o desempenho e capacidade dos sistemas de colheita, o que engloba manutenção de regulagens para evitar qualquer tipo de perda. Pois fazendo a vistoria desses equipamentos os problemas podem ser sanados, desde a parte industrial até do operador.

Com isso, a ausência de monitoramento das perdas da colheita do amendoim e a ausência de metodologias cabíveis para estimar essas possíveis perdas, fez com que Camara et al. (2007) afirmarem que é por este motivo que as perdas na colheita tem sido frequentes para tantos produtores.

Visto isso, Costa & Tavares (1995) desenvolveram uma metodologia que poderia contribuir para a estimativa de perdas na cultura do amendoim, onde disseram que a área do gabarito para avaliação deveria ser variável conforme a largura da plataforma de corte ou recolhimento da recolhadora, onde dois pedaços de madeira com medidas de 0,50 m sendo presos com barbante no

comprimento próximo ou igual a largura da plataforma de corte, seria o suficiente para que o modelo fosse testado.

Posteriormente, muitos trabalhos passaram a adotar tal armação para realização de trabalhos na cultura do amendoim que correspondem a estimativas de perdas e análise de produtividade. Sendo que a armação possui área de 2 m² aproximadamente, resultante da multiplicação de 1,11 m x 1,80 m, que no caso, representa a largura x comprimento de um arrancador-invertedor 2x1.

A partir disso, de acordo com SILVA (2019), no arranquio a armação deve ser posicionada transversalmente ao sentido de deslocamento do arrancador, disposta de acordo com o tipo de perdas a ser determinada. Vários trabalhos avaliam três tipos de perdas que são conhecidas e recorrentes na cultura, as perdas visíveis do arranquio, invisíveis do arranquio e as perdas totais.

As semelhanças entre elas é que todas ocorrem durante o mesmo processo, a colheita do amendoim, porém não deve ser desconsiderado que apresentam grandes diferenças entre si. Sendo que as perdas visíveis são aquelas dispostas na superfície do solo, que ao remover as leiras, é possível fazer a contagem das vagens dentro da armação. Já as invisíveis são aquelas que, dentro da armação, devem ser usado um enxadão a com profundidade de 10-15 cm fazer a coleta das vagens no subsolo. E as perdas visíveis totais são aquelas em que correspondem as vagens coletadas na colheita.

Com o propósito de contribuir e incentivar mais pesquisadores e produtores ao redor do Brasil terem autonomia para poderem contabilizar e terem um parâmetro das possíveis estimativas de perdas, o LAMMA (Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola) sediado na Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (UNESP), campus de Jaboticabal, com auxílio do Centro Universitário Patos de Minas (UNIPAM), teve iniciativa de desenvolver um software, para Smartphones, que tinha como intuito mostrar a quantidade de amendoim estava sendo perdida por hectare.

Feito isso, o SAPECA (Sistema de Avaliação de Perdas na Colheita do Amendoim), é um aplicativo cuja finalidade é avaliar e estimar, por meio de sua interface amigável, as possíveis perdas, também registrar a variedade plantada no local de estudo, a operação (arranquio ou recolhimento) que deseja estimar as perdas, o tipo de perda (visível, invisível ou totais), o número de vagens

contadas e o valor atual da saca (25kg) em R\$. Após todos os dados anotados, o aplicativo fornece o valor estimado do quanto pode ter sido perdido na área de cultivo (SILVA,2019).

3. Material e Métodos

3.1 Descrição das áreas experimentais

O experimento foi realizado na região norte do estado de São Paulo, em duas propriedades, sendo a primeira na cidade de Taiuva-SP, que se encontra nas coordenadas geodésicas: latitude 21° 8'7.89"S e longitude 48°22'50.73"O, com altitude de 583 m. A segunda área está localizada em Taquaritinga-SP, tendo coordenadas: latitude 21°30'14.94"S e longitude 48°28'26.80"O, com altitude de 584 m. O clima da região é definido como Aw (Subtropical), de acordo com a classificação Köppen-geiger (1948), e a variedade de Amendoim instalada nas duas áreas foi a IAC OL 3, com semeadura no dia 04/10/2021 (área 1) e 21/11/2021 (área 2), ambas representadas na figura 1.

A determinação da textura do solo de ambas as áreas foi realizada por meio de análises granulométricas, e posteriormente, enviadas ao laboratório para determinação do teor de areia, silte e argila. Em Taiuva-SP, predominou o solo com textura argilosa, e em Taquaritinga-SP, solo com características arenosas.



Figura 1. Imagem de satélite das áreas A e B (Google Earth, 2021)

3.2 Equipamentos e operações utilizados nas propriedades

O arranquio foi realizado em fevereiro e março de 2022, nas áreas 1 e 2, respectivamente. Sendo nesse período realizadas avaliações que incluíram:

análise granulométrica do solo, resistência mecânica do solo à penetração e perdas visíveis, invisíveis e totais no arranquio.

O arranquio realizado na propriedade de Taiuva-SP, contou com a utilização de um arrancador-invertedor da marca Santal, modelo AIA2 (2 x 1) leira), com largura de trabalho em média de 1,8 metros. O trator utilizado foi da marca Massey Ferguson, modelo 6713 R Dyna-4, com potência de 99,3 kW (135 cv) no motor à rotação de 2.200 rpm (Figura 2). Para a propriedade de Taquaritinga-SP, o arranquio foi realizado com um arrancador-invertedor da marca Santal, modelo AIA4 (4 x 2), com largura de 3,6 metros. O trator utilizado também foi da marca Massey Ferguson, modelo 7180, com potência de 132,4 kW (180 cv) à rotação de 2.300 rpm (Figura 3).

A velocidade média dos dois tratores foi de 4 a 5 km h⁻¹, e ambos os arrancadores-invertedores eram da marca Santal, e foram acionados a tomada de potência (TDP) com rotação de trabalho de 540 rpm.



Figura 2. Conjunto trator-arrancador utilizado na propriedade de Taiuva-SP.

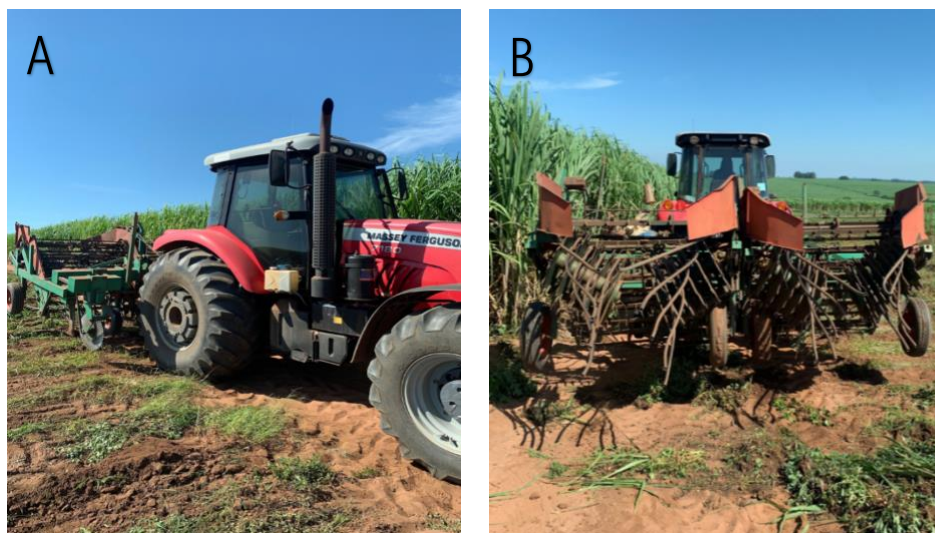


Figura 3. Conjunto trator-arrancador utilizado na propriedade de Taquaritinga – SP. A - Trator MF7180, B - Arrancador AIA4.

Após a operação de arranquio, iniciou-se a coleta de amostras de solos, para análise granulométrica e do teor de água do solo, e a análise da resistência mecânica do solo à penetração (RMSP), por meio de um trado holandês e um penetrômetro de impacto manual. Ambas as coletas foram feitas simultaneamente, dos 50 pontos distribuídos na área experimental.

Posteriormente foi realizada a coleta das vagens, que foram consideradas como perdas invisíveis e visíveis no arranquio. Para isso, foi utilizada uma armação com área de 2 m² (1,11 x 1,80 m). Tais medidas foram determinadas visando se aproximar do valor exato da largura do arrancador-invertedor, visto que a armação ocupa duas fileiras de amendoim, podendo ser utilizada em ambos modelos utilizados no trabalho.

3.3 Delineamento Experimental

As avaliações foram realizadas com o delineamento realizado em faixas, sendo coletados 50 pontos, em cada uma das áreas, para realizar a coleta dos materiais. As amostras foram coletadas com os pontos distribuídos entre 5 leiras da cultura do amendoim (10 linhas), em que cada leira dispunha de 10 bandeiras, com espaçamento de 50 x 50 metros entre si, mostrado na Figura 4.

A áreas e os pontos foram georreferenciados com auxílio do drone DJI Phantom 4 RTK, permitindo demarcar os pontos amostrais nas leiras de amendoim, para melhor distribuição entre eles.



(A)



(B)

Figura 4. Croqui das malhas amostrais: A) área 1 – Taiúva; B) área 2 – Taquaritinga.

3.4 Avaliação das Variáveis relacionadas à condição solo

3.4.1 Análise granulométrica do solo

Na coleta do solo, por meio do trado holandês (Figura 5A), todo o material capturado na camada de 0 a 20 cm foi guardado em sacos plásticos, numerados de 1 a 50, para que logo após a coleta já fossem enviados para o laboratório. Cada ponto amostral teve a análise granulométrica realizada, para que posteriormente fosse comparado com os demais fatores em questão no trabalho.

3.4.2 Resistência mecânica do solo à penetração (RMSP)

Por meio de um penetrômetro manual (Figura 6), foi realizada ao mesmo tempo, a avaliação dos impactos nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm e 15-20 cm. A escolha de realizar penetração até uma profundidade de 20 cm foi baseada nas características da cultura, por ser a profundidade em que se concentram as vagens de amendoim.

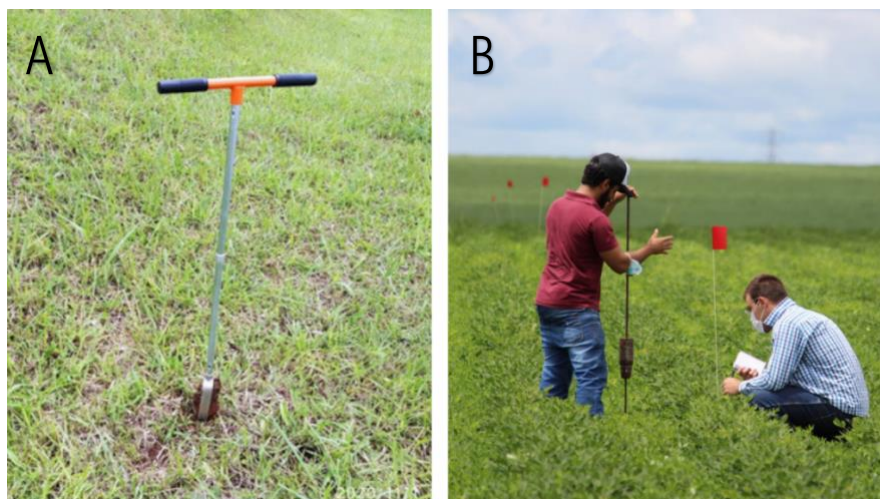


Figura 5: A - Trado holandês (internet), B - Registro da RMSP na área experimental.



Figura 6. Penetrômetro de impacto manual.

3.5 Variáveis relacionadas as plantas

3.5.1 Teor de água na vagem (TAV)

Em ambas as áreas foi realizada a medição do teor de água das vagens por meio da coleta em campo, e posteriormente elas tiveram as suas massas mensuradas, para que assim pudessem ser colocadas em estufa a 65 °C por 24 horas.

Após a secagem e pesagem das vagens, determinou-se o teor de água das vagens de acordo com a equação 1:

$$TAS = \left(\frac{Mu - Ms}{Mu} \right) \times 100 \quad (1)$$

Em que:

TAS: Teor de água das vagens

Mu: Massa úmida (g)

Ms: Massa seca (g)

3.5.2 Maturação

Para determinar a maturação do amendoim foi utilizado o método “*Hull Scrape*” (Williams e Drexler, 1981), que é realizado com raspagem do exocarpo da vagem, expondo a coloração do mesocarpo. Nas áreas foram arrancadas as plantas presentes dentro da área da armação de 2m², das quais foram selecionadas todas as vagens completamente desenvolvidas, para realização da avaliação.

A raspagem dessas vagens foi realizada com o auxílio de um jato d’água, e as vagens foram classificadas em 6 cores que variam de branco (vagens imaturas), amarelo 1, amarelo 2, laranja, marrom e preto (maturação máxima),

Após a raspagem do exocarpo das vagens, procedeu-se à contagem do número de vagens para cada uma das classes de cor, sendo o índice de maturação do amendoim (PMI, ROWLAND, 2006) determinado por meio da porcentagem de vagens contidas nas classes preta, marrom e laranja, pelo somatório de todas as demais classes juntas.

$$PMI = \frac{L + M + P}{B + A1 + A2 + L + M + P} \quad (2)$$

Em que:

PMI: Índice de maturação do amendoim (Peanut maturity index);

B: Número de vagens na coloração branca

A1: Número de vagens na coloração amarelo 1

A2: Número de vagens na coloração amarelo 2

L: Número de vagens na coloração laranja

M: Número de vagens na coloração marrom

P: Número de vagens na coloração preta



Figura 7. Tabela de Maturação do trabalho em questão para classificação

3.5.3 Produtividade

Para determinação da produtividade foram coletadas todas as plantas contidas dentro da área de uma armação de 2 m² (Figura 8). Em seguida, foram destacadas todas as vagens presentes nas plantas e, posteriormente, após a limpeza, tiveram a massa mensurada em uma balança com precisão de 0,01 g, sendo então extrapoladas para kg ha⁻¹.



Figura 8. Coleta das amostras para produtividade.

3.6 Perdas no arranquio

3.6.1 Perdas visíveis no arranquio (PVA)

Após o processo de arranquio, se posicionou a armação, sobre o solo, procedeu-se ao levantamento da leira presente em toda a área da armação (Figura 9B). Uma vez que essas perdas são mantidas na superfície do solo, é possível captura-las manualmente (Figura 9A) e colocá-las em saco plástico também identificados perante os pontos da área experimental, para futura pesagem com a mesma balança eletrônica, com precisão 0,01 g.



(A)



(B)

Figura 9. A - Amostragem, B - Armação sobre o solo

3.6.2 Perdas invisíveis no arranquio (PIA)

Com auxílio da armação, de área de 2m^2 , posicionada entre as duas leiras, cavou-se o solo com uma enxada, com profundidade estimada entre 15 a 20 cm. Em seguida, coletou-se as vagens que permaneceram na parte inferior do solo após o arranquio, visto que as mesmas não podem ser contabilizadas na superfície do solo (Figura 10).

Após as vagens serem contabilizadas, foram colocadas em sacos plástico com a numeração exata do ponto em questão, para que posteriormente fossem pesadas no laboratório para cálculo de perdas, em uma balança eletrônica com precisão de 0,01 g.



Figura 10. Perdas invisíveis no arranquio.

3.6.3 Perdas Totais no arranquio (PTA)

As perdas totais no arranquio foram calculadas com a somatória das perdas visíveis e invisíveis no arranquio (equação 2).

$$PTA = PVA + PIA \quad (3)$$

Em que:

PTA= Perdas totais no arranquio (kg ha^{-1});

PVA = perdas visíveis no arranquio (kg ha^{-1});

PIA = perdas invisíveis no arranquio (kg ha^{-1}).

3.7 Análise estatística

3.7.1 Critério de Chauvenet

Foi utilizado o critério de Chauvenet, método estatístico que foi desenvolvido para que se pudesse detectar outliers. É baseado na hipótese de que uma medição arbitrária tende a ser rejeitada se a probabilidade de obter o desvio da média para este valor é menor do que o inverso do dobro do número de medições (TAYLOR, 2012).

Por este critério, a leitura pode ser rejeitada, se a probabilidade de se obter um desvio particular da média estimada for menor que $\frac{1}{2} n$, visto que n representa o número de leituras realizadas, quando $n \geq 3$. Isso demonstra que

resultados considerados ideais estão dentro de uma faixa cuja probabilidade é $1 - 1/(2n)$. Figura 11 (SOARES, 2013).

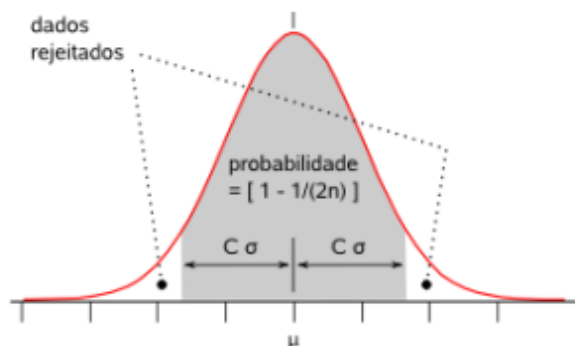


Figura 11. Exemplo de aplicação do critério de Chauvenet. Fonte: Soares (2013).

O tamanho da amostra é um critério importante na utilização desse método, pelo fato de que quando há uma amostra grande, poucas são chances de um dos valores afetar a média de forma expressiva. Quando há um valor divergente em uma amostra grande, este deve estar muito longe da média para “mover” a distribuição. O que faz com que a utilização de poucos dados tenha exigências mais rígidas.

Ao considerar uma distribuição normal de média μ e desvio padrão σ , conclui-se que os resultados bons ocupam a faixa escura do centro, como demonstrado na Figura 11. Os dados a serem rejeitados ocupam as áreas das extremidades.

As faixas de probabilidades são geradas em termos de desvio-padrão, conforme a tabela representa, para cada valor de n , pode-se calcular a probabilidade; e pela integração matemática da função de densidade de probabilidade da distribuição normal, pode ser determinado o coeficiente C de Chauvenet, que representa o número de desvios-padrão para a faixa de valores que são definidos como aceitáveis. Pode ser utilizada uma simples tabela de look-up (Tabela 1) contendo o valor já calculado do número máximo de desvios em relação ao tamanho da amostra.

Para se verificar o quanto um valor suspeito se desvia da média em termos de desvio padrão (z-score), é utilizado a equação 3:

$$Z(I) = \frac{|S(I) - \mu|}{\sigma} \quad (1)$$

Em que:

S [I] é o valor suspeito;

μ é a média da amostra;

σ desvio padrão da amostra.

Tabela 1. Critério de Chauvenet. Fonte: Soares (2013).

Tamanho da Amostra N	Máximo “C” (em desvios)	Tamanho das amostras	Máximo “C” (em desvios)
3	1,38	15	2,13
4	1,54	20	2,24
5	1,65	25	2,33
6	1,73	50	2,57
7	1,80	100	2,81
8	1,87	300	3,14
9	1,91	500	3,29
10	1,96	1000	3,48

Se o valor de Z for maior que Máximo "C" para n amostras, o valor está fora da faixa de valores esperado, e conseqüentemente deve ser calculado novamente a média e o desvio padrão, com os valores que ficaram dentro da faixa esperada, obtendo assim o resultado.

3.7.2 Critério de Chauvenet (número de outliers e correções)

Pelo critério de Chauvenet, foi possível detectar, na área de Taquaritinga, 4 outliers. O que possibilitou a correção desses valores discrepantes quando em comparação com os demais obtidos no trabalho, o que permitiu atribuir maior uniformidade dos valores.

3.7.3 Análise de correlação e regressão

Foi feita a análise de correlação de Pearson (95%), visando analisar e verificar a existência de correlação entre todos as sete variáveis, sendo elas o Índice de cone, na camada 0-20 cm, Maturação, Produtividade, Teor de Água nas vagens, Perdas visíveis (PVA), Perdas invisíveis (PIA) e as Perdas totais no arranquio (PTA).

Desta forma foi possível determinar a existência de correlações positivas e negativas, e também fortes e fracas, entre esses fatores, tendo valores que variam de -1 a 1. As correlações foram classificadas de acordo com a proposta de Dancey e Reidy (2006), em: correlação fraca ($r = 0,20$ até $0,39$), moderada ($r = 0,40$ até $0,69$) e fortes ($r = 0,70$ até $0,89$).

Para realização das correlações lineares simples para as combinações, feitas duas a duas, entre as variáveis estudadas, realizou-se à montagem da matriz de correlação por meio do programa Minitab®. Assim, procurou-se selecionar aquelas de maior correlação linear, avaliadas pelo coeficiente de determinação. Além disso, foi realizada a representação gráfica, visando a precisão e a acurácia das variáveis quando relacionadas umas com as outras.

3.8 Modelagem das perdas

Para que o trabalho pudesse ser numericamente quantificado, por meio da plataforma Excel foram tabelados todos os dados contabilizados. Após a tabulação, foi realizada a análise de regressão entre os tipos de perdas existentes nas propriedades e o número de vagens perdidas. As principais comparações feitas, a fim de obter as equações e o coeficiente de determinação do modelo (R^2) foram:

- PVA x Número de Vagens visíveis coletadas
- PIA x Número de Vagens invisíveis coletadas
- PIA x PVA

As comparações foram realizadas para analisar e buscar as possíveis relações existente entre as perdas no arranquio com o número de vagens coletadas e contadas em campo, a fim de verificar se a quantidade de vagens perdidas em cada ponto amostral.

Há uma grande importância quanto a essa relação já que se busca, com os números apresentados nas equações, chegar em resultados que possam comprovar que as perdas invisíveis (PIA) possuem correlação direta com as perdas visíveis no arranquio (PVA), o que poderia favorecer o produtor estimar, o quanto está sendo perdido.

Com os gráficos feitos, as avaliações tenderam a considerar o valor de R^2 , já que quanto mais próximo de 1, melhor seria o resultado esperado entre as avaliações, e com isso poderia comprovar ou refutar as questões vistas no trabalho.

4. Resultados e Discussões

4.1 Variáveis relacionadas ao solo

4.1.1 Resistência mecânica do solo à penetração (RMSP)

Apesar de o solo argiloso apresentar características físicas mais propícias para ser ter um terreno compactado, devido a influência de seus macros e microporos e de sua capacidade de reter água mais fácil (LOPES, 1989), o solo arenoso da área 2, se destacou por apresentar uma Resistência Mecânica do Solo à Penetração (RMSP) maior com IC_{0-20} de 17,04, contra 9,57, valor calculado pela a média aritmética dos valores obtidos nas camadas perfuradas em $kgf\ m^{-2}$, sendo elas 0-5 cm; 5-10 cm; 10-15 cm e 15-20 cm, foram maiores na área de Taquaritinga-SP do que em Taiúva-SP.

Em outro trabalho realizado com a cultura, Compagnon et al. (2013) afirmaram que, apesar do coeficiente R^2 ter sido baixo, em seus estudos houve correlações entre as perdas visíveis, invisíveis e totais no arranquio com a resistência mecânica do solo à penetração.

4.2 Variáveis relacionadas as plantas

4.2.1 Teor de água da vagem (TAV)

A média (aritmética) do teor de água das vagens, resultou em 54,22 % e 51,01 %, na área 1 e área 2, respectivamente. O que comprova que em solos argilosos a planta absorve mais água do que em solo arenoso, e, conseqüentemente, a vagem apresenta teor de água maior também.

Foi encontrada correlação entre teor de água no solo e perdas invisíveis no arranquio, com perdas menores em solos mais úmidos. Santos (2011) correlacionou três variáveis de acordo com as suas dependências especiais, sendo elas a maturação, o teor de água e as perdas invisíveis.

Isso se comprova pois sabe-se que a umidade altera a fisiologia do vegetal e os aspectos físicos do solo, Santos et al. (2010) concluíram que o menor teor de água nas vagens do amendoim, é um grande responsável para explicar o desprendimento da vagem do pedúnculo da planta, conseqüentemente, a perda é maior no arranquio.

4.2.2 Maturação

A análise da maturação em ambas as áreas foi realizada semanalmente após os 97 DAS, para que assim fosse visto o progresso da maturação das vagens.

Em Taiuva-SP, com solo predominante argiloso, foi obtido valor médio do PMI, aos 129 DAS (Dias após a semeadura), de 0,57. Enquanto em Taquaritinga-SP, com solo arenoso, o valor de PMI aos 119 DAS (Dias após a semeadura), em 30 pontos, foi equivalente a 0,62.

Este resultado demonstra que na área de Taquaritinga, a maturação das vagens foi maior, atingindo 62% no solo arenoso, enquanto em Taiuva, 57% no solo argiloso. Por mais que os valores tenham sido próximos, essa diferença influencia diretamente nos valores das perdas em ambos os talhões. Isso é afirmado pois sabe-se que há maior fragilidade do pedúnculo em vagens com maior índice de maturação, e que solos secos e compactados comprometem a eficiência do trabalho. (PEDELINI,1998).

4.2.3 Produtividade

A produtividade média apresentou resultados de 7469,34 kg ha⁻¹ para área de Taiuva-SP e 4363,81 kg ha⁻¹ para área de Taquaritinga-SP.

O solo de Taiuva apresentou o equivalente à 298,77 sc/ha enquanto Taquaritinga 174,5 sc/ha, sendo assim possível afirmar que na área com solo argiloso se obteve maior produtividade do que na área em que se cultivou amendoim com solo arenoso.

Para Nogueira & Tavora, 2005, solos arenosos possuem menores CTC, o que leva a uma intensa correção de solo, e solos com essa textura apresentam baixa capacidade de reter água, o que compromete a produtividade.

4.3 Perdas no Arranquio

Em relação às perdas no arranquio (Tabela 2), constata-se que as perdas visíveis foram da ordem de 318,1 kg ha⁻¹ (4,3%) em Taiuva-SP, e em Taquaritinga-SP o valor chegou a 141,2 Kg ha⁻¹(3,2%). Nas perdas invisíveis, os valores foram 316 kg ha⁻¹ (4,2%) na área de Taiuva-SP e de 571,1 kg ha⁻¹ (13,1%) na área de Taquaritinga-SP. E a soma das médias totais das perdas foi de 634,1 kg ha⁻¹ (8,5%) em Taiuva-SP enquanto na área de Taquaritinga-SP foi de 712,3 kg ha⁻¹ (16,5%).

Observa-se que na área cuja o solo argiloso, as perdas visíveis foram superiores, atingindo valores relativamente altos, representando 50,2% das perdas totais no arranquio. Já para a área com solo arenoso, as perdas visíveis representaram 19,8% das perdas totais no arranquio. Nesta área 80% das perdas encontradas durante o arranquio foram oriundas das perdas invisíveis.

De acordo com Nogueira & Tavora, 2005, para a produção da cultura em áreas argilosas, afirmaram que se estes solos não estiverem bem estruturados, apesar de serem mais férteis podem sofrer problemas de aeração e drenagem também, visto que são solos pesados e necessitam de mais preparos. Como consequência disso, há maior dificuldade para que os ginóforos penetrem no solo e assim os frutos cresçam, o que irá acarretar perdas na colheita (ARAÚJO & FERREIRA, 1997)

Levando em conta o quanto foi perdido, é possível dizer que na área de Taiuva-SP as perdas foram equivalentes a 25,3 sc/ha e Taquaritinga de 28,49 sc/ha, atribuindo esses cálculos ao valor médio da saca de amendoim (25 kg) em Jaboticabal-SP em dezembro de 2022, cuja saca apresenta valor de mercado de R\$92,00 (AGROLINK, 2022) as perdas nas áreas seriam, respectivamente, de R\$2327,6/ha e R\$2621,08/ha.

Tabela 2. Média aritmética das Área x Perdas nas áreas de estudo.

Área	PVA	PIA	PTA
	(kg ha ⁻¹)		
Taiuva – SP	318,1 (4,3%)	316 (4,2%)	634,1 (8,5%)
Taquaritinga -SP	141,2 (3,2%)	571,1 (13,1%)	712,3 (16,3%)

4.4 Relação entre as variáveis e modelagem das perdas

4.4.1 Análise de correlação e regressão

A análise de correlação (Tabela 3) demonstrou, a existência de forte correlação positiva entre as perdas totais com as perdas visíveis e invisíveis. Para as perdas visíveis e invisíveis no arranquio foi encontrada correlação positiva moderada, de acordo com o critério de Dancey e Reidy (2006). Também foi encontrada correlação moderada negativa entre as perdas invisíveis no arranquio e o teor de água das vagens.

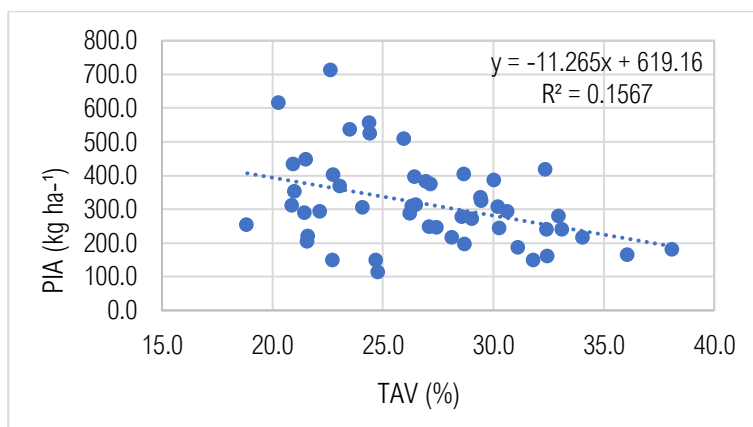
Tabela 3. Correlação de Pearson entre as variáveis estudadas.

Variáveis	IC	TAV	MAT	PROD	PVA	PIA
TAV	-0,194					
MAT	0,087	-0,130				
PROD	0,261	-0,134	0,069			
PVA	0,174	-0,260	-0,113	0,242		
PIA	0,220	-0,407	-0,101	0,130	0,468	
PTA	0,232	-0,395	-0,124	0,212	0,832	0,880

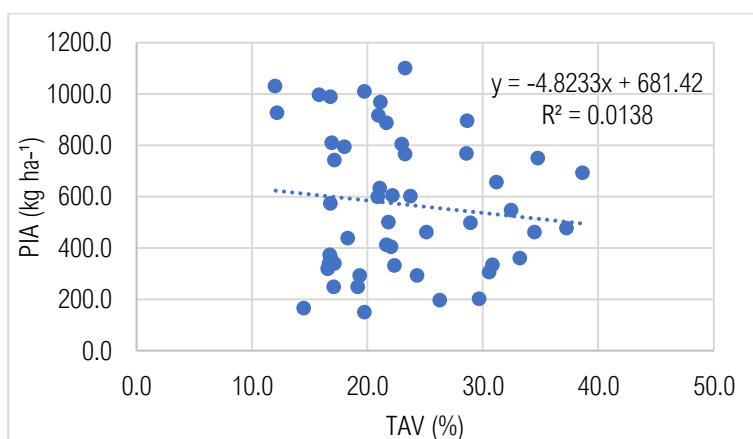
IC: índice de cone na camada de 0-20 cm; TAV: teor de água das vagens; MAT: maturação das vagens; PROD: produtividade; PVA: perdas visíveis no arranquio; PIA: perdas invisíveis no arranquio; PTA: perdas totais no arranquio.

Analisando a regressão entre teor de água das vagens e as perdas invisíveis do arranquio, constata-se que, apesar da existência de correlação moderada entre essas variáveis, o coeficiente de determinação da regressão linear foi muito baixo, ou seja, apenas 15,67% e 1,38% das variações das perdas invisíveis no arranquio podem ser explicadas com base na variação do teor de água nas vagens, para área Taiuva-SP e Taquaritinga-SP, respectivamente. Desta forma,

não foi possível estabelecer nenhuma relação entre Teor de água das vagens e as perdas, o que indica que certamente que outros fatores influenciam os níveis de perdas durante o arranquio mecanizado de amendoim.



(a)



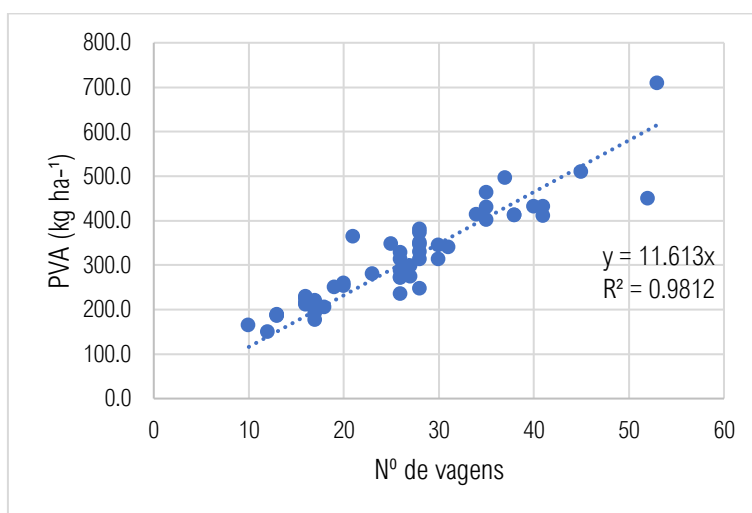
(b)

Figura 12. Regressão linear entre o teor de água das vagens e as perdas invisíveis do arranquio: a) Taiuva-SP; b) Taquaritinga-SP.

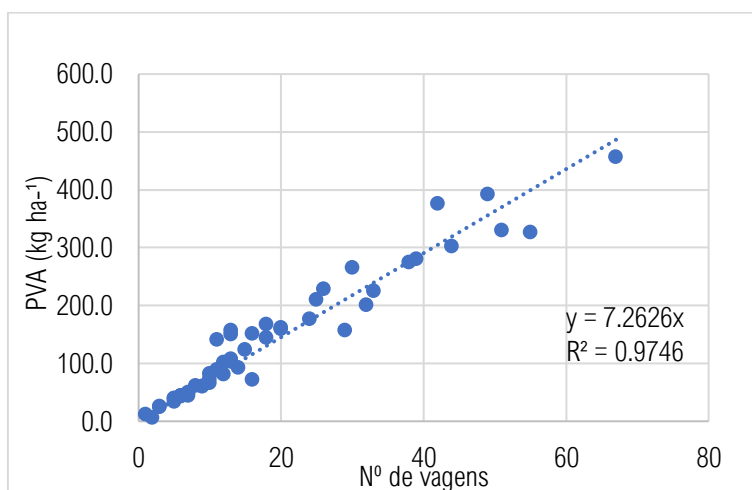
4.4.2 Modelagem das perdas do arranquio

A modelagem das perdas visíveis e invisíveis no arranquio, a partir do número de vagens presentes em cada coleta está representada nas Figuras 13 e 14. Nota-se que os resultados de PVA nas áreas de Taiuva (Figura 13a) e Taquaritinga (Figura 13b) quando em comparação com o número de vagens, foram positivos, apresentando coeficientes de determinação (R^2) com os valores, respectivos de 0,9812 e 0,9746.

Assim, nota-se que existe diferença entre as equações que relacionam as perdas visíveis no arranquio com o número de vagens perdidas, de modo que as vagens perdidas no solo argiloso apresentam proporção 60% maior que aquelas perdidas no solo arenoso, indicando que houve melhor desenvolvimento da cultura na área de Taiuva-SP cujo solo é argiloso.



(a)

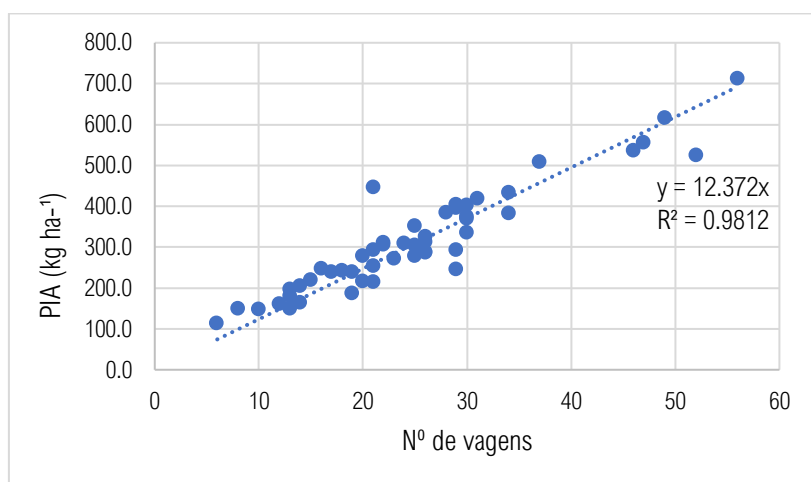


(b)

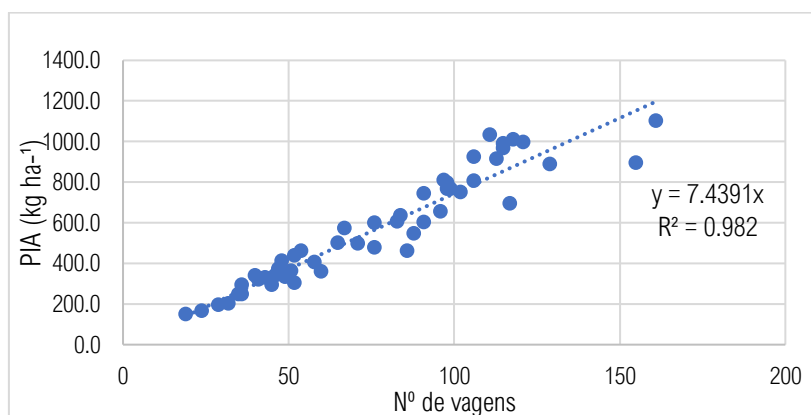
Figura 13. Regressão linear entre perdas visíveis do arranquio e o número de vagens:
a) Taiuva-SP; b) Taquaritinga-SP.

Para as perdas invisíveis nas áreas de Taiuva (Figura 14a) e Taquaritinga (Figura 14b) os coeficientes de determinação (R^2) apresentaram valores, respectivamente de 0,9812 e 0,9820.

As equações que relacionam as perdas invisíveis no arranquio com o número de vagens perdidas, também apresentaram coeficientes angulares distantes. Desta forma, para as vagens perdidas sob o solo argiloso apresentam proporção 66% maior que aquelas perdidas no solo arenoso, indicando também, melhor desenvolvimento da cultura na área de Taiuva-SP, cujo solo é argiloso.



(a)

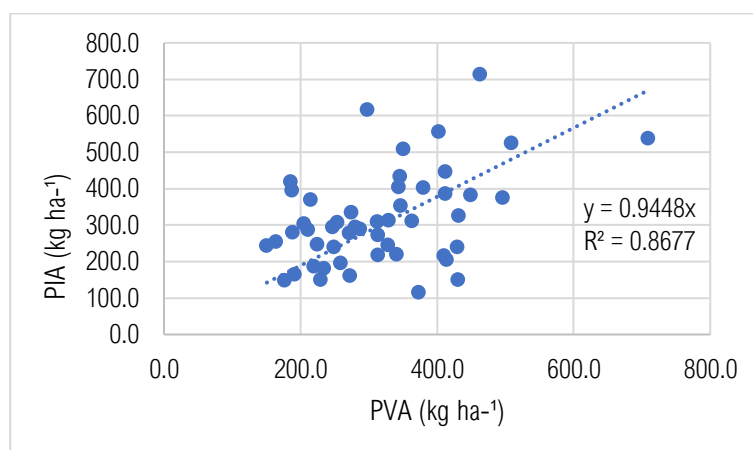


(b)

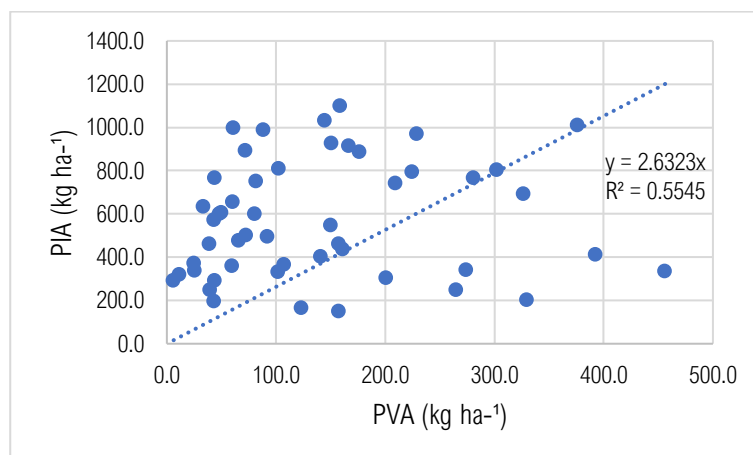
Figura 14. Regressão linear entre perdas invisíveis do arranquio e o número de vagens:
a) Taiuva-SP; b) Taquaritinga-SP.

Porém, quando se analisou a relação de PVA com a PIA, a fim de poder correlacionar as perdas e verificar se as perdas invisíveis podem ser estimadas por meio das visíveis, o resultado apresentou coeficientes de determinação com valores de 0,8677 (Taiuva, Figura 15a) e 0,5545 (Taquaritinga, Figura 15b).

Desta maneira, é possível estabelecer uma relação muito boa entre as perdas visíveis e invisíveis no solo argiloso e boa no solo arenoso. Estes resultados são promissores, uma vez que a determinação das perdas invisíveis em campo apresenta alto grau de dificuldade, e a estimativa por meio de equações facilitaria bastante esse processo.



(a)



(b)

Figura 15. Regressão linear entre perdas invisíveis e perdas visíveis do arranquio:

a) Taiuva-SP; b) Taquaritinga-SP.

5. Conclusões

É possível estimar perdas no arranquio de amendoim por meio da contagem de vagens. Nos quais, observando a relação entre perdas visíveis e invisíveis no

arranquio e o número de vagens foi possível gerar equações com elevados valores de coeficientes de determinação para solos argilosos e solos arenosos.

Além disso, por meio das perdas visíveis, foi possível estimar os valores de perdas invisíveis. Encontrou-se elevado coeficiente de determinação para os solos argilosos e moderado para os solos arenosos.

REFERÊNCIAS

AGROLINK: O PORTAL DO CONTEÚDO AGROPECUÁRIO. **Cotação do Valor Amendoim**, 2022

ALVES, Rodrigo Silva; SILVA NETO, José Augusto da; ESCARELA, Victor Augusto da Costa; NASCIMENTO, Elivânia Maria Sousa; BARBOZA, Thiago Orlando Costa; PEGORARO, Gervásio; CHIODEROLI, Carlos Alessandro. **Controle de qualidade na operação de arranquio de amendoim em função das perdas**. Brasil: Brazilian Journal Of Development, 2020

ARAÚJO, W.F.; FERREIRA, L.G.R. **Efeito do déficit hídrico durante diferentes estágios do amendoim**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.32, 1997.

BARROZO, Leandra Matos. **PERDAS QUALI-QUANTITATIVAS NA COLHEITA MECANIZADA DE SEMENTES DE AMENDOIM** (Arachis hypogaea L.). Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Câmpus de Jaboticabal, 2009.

BERTONHA, Rafael Scabello. **VARIABILIDADE DE PERDAS NO ARRANQUIO MECANIZADO DE AMENDOIM: ESTUDO DE CASO**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Câmpus de Jaboticabal, 2011

CAMARGO, F. P. de et al. **Previsões e Estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo, Ano Agrícola 2020/21, Junho de 2021**. Análises e Indicadores do Agronegócio, São Paulo, v. 16, n. 8, p. 1-16, 2021

COMPAGNON, A. M. et al. **Variabilidade espacial das perdas e da resistência mecânica do solo à penetração no arranquio mecanizado de amendoim.** Revista de Engenharia Agrícola, Viçosa, v. 21, n. 4, p. 361-367, 2013.

DANCEY, C., & Reidy, J. (2006). **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows** (3rd ed., p. 608). Artmed: Porto Alegre.

FERRARI NETO, Jayme; COSTA, Claudio Hideo Martins da; CASTRO, Gustavo Spadotti Amaral. **Ecofisiologia do amendoim.** Botucatu: Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Câmpus de Jaboticabal.

LOPES, A.S. (trad. e adapt.). **Manual de fertilidade do solo: São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989.**

NOGUEIRA, Rejane Jurema Mansur Custódio; SANTOS, Roseane Cavalcanti dos. **Alterações fisiológicas no amendoim submetido ao estresse hídrico.** Recife: Ufrpe, 2011.

NOGUEIRA, R.J.M.; TÁVORA, F.J.A.F.; **Ecofisiologia do amendoim.** In: DOS SANTOS, R.C. **O agronegócio do amendoim no Brasil.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. p.71-122.

OLIBONE, Dácio; DUARTE, Marianitha Mariano Silva; GODOY, Ignácio José de; OLIBONE, Ana Paula Encide; SOARES FILHO, Sergio; RIBEIRO, Rodolfo Pires. **Adaptabilidade de genótipos de amendoim IAC às condições do cerrado mato-grossense.** Sorriso: South American Sciences, 2021.

PEREIRA, Natália de Oliveira. **QUALIDADE OPERACIONAL DA COLHEITA MECANIZADA DE AMENDOIM EM SUCESSÃO A CANA DE AÇÚCAR.** Fortaleza: Departamento de Engenharia Agrícola Programa de Pós-Graduação em Engenharia agrícola, 2019.

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

PEREIRA, Natália de Oliveira; CHIODEROLI, Carlos Alessadro; NASCIMENTO, Elivânia Maria Sousa; NORONHA, Rafael Henrique de Freitas; OLIVEIRA, Jean Lucas Pereira. **Qualidade operacional da colheita mecanizada do amendoim**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Câmpus de Jaboticabal, 2020.

REIS, João Batista Ribeiro da Silva. **Efeito de variáveis físicas do ambiente na cultura do amendoim e na dinâmica dos íons cálcio e potássio no solo, aplicados via fertirrigação**. Piracicaba: Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2010.

SANTOS, Adão Felipe dos. **QUALIDADE DAS OPERAÇÕES AGRÍCOLAS MECANIZADAS NA CULTURA DO AMENDOIM COM USO DO DIRECIONAMENTO AUTOMÁTICO**. Jaboticabal, 2016.

SANTOS, Edvaldo Pereira dos. **PRODUTIVIDADE E PERDAS EM FUNÇÃO DA ANTECIPAÇÃO DO ARRANQUIO: mecanizado de amendoim**. Jaboticabal: Lamma, 2011.

SANTOS, Edvaldo Pereira dos; SILVA, Rouverson Pereira da; BERTONHA, Rafael Scabello; NORONHA, Rafael Henrique de Freitas; ZERBATO, Cristiano. **Produtividade e perdas de amendoim em cinco diferentes datas de arranquio**. 4. ed. Jaboticabal: Revista Ciência Agronômica, 2013.

SANTOS, Roseane Cavalcanti dos; FREIRE, Rosa Maria Mendes; SUASSUNA, Taís de Moraes Falleiro. **Amendoim - Perguntas e respostas**. Brasília: Embrapa, 2009.

SILVA, Rouverson Pereira da. **COLHEITA MECANIZADA DE AMENDOIM: avanços na produção de amendoim**. Jaboticabal: Lamma, 2019.

SOARES, M. **Informações Técnicas: Critério de Chauvenet**. 02 de dezembro 2013 2013. Disponível em: < <http://www.mspc.eng.br/tecdiv/med200.shtml> >.

TAYLOR, J. R. **Introdução à Análise de Erros: O Estudo de Incertezas em Medições Físicas**. University of Colorado: Bookman, 2012. 329 ISBN 8540701367.

ZERBATO, Cristiano. **Qualidade da semeadura e do arranquio mecanizado do amendoim**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Câmpus de Jaboticabal, 2015