

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

**A FORÇA DE DESPRENDIMENTO DO AMENDOIM E GRAU
DE MATURAÇÃO INFLUENCIAM NAS PERDAS?**

Lucas Matheus Agostini

Jaboticabal-SP

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

**A FORÇA DE DESPRENDIMENTO DO AMENDOIM E GRAU DE
MATURAÇÃO INFLUENCIAM NAS PERDAS?**

Lucas Matheus Agostini

Orientador: Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva

Co-orientador: MSc. 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/2023

A275f

Agostini, Lucas Matheus

A FORÇA DE DESPRENDIMENTO DO AMENDOIM E GRAU DE
MATURAÇÃO INFLUENCIAM NAS PERDAS? / Lucas Matheus Agostini.

-- Jaboticabal, 2023

31 p. : tabs., fotos, mapas

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 de Brito Filho

1. Colheita mecanizada. 2. Maturidade. 3. *Arachis hypogaea*. 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



DEPARTAMENTO:

Engenharia e ciências exatas

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: A Força de desprendimento do amendoim e grau de maturação Influenciam nas perdas ?

ACADÊMICO: Lucas Matheus Agostini

CURSO: Engenharia Agrônômica

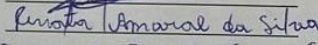
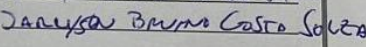
ORIENTADOR (ES): Rouverson Pereira da Silva

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

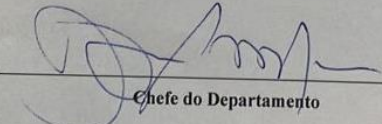
	(Nomes)
Presidente	Rouverson Pereira da Silva
Membro	Renata Amaral da Silva
Membro	Jarlyson Brunno Costa Souza

(Assinaturas)

Jaboticabal 11 / 07 / 2023

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 12 / 07 / 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 esse trabalho a Deus, a Nossa Senhora Aparecida e a Virgem Montesina que me acompanharam e me encheram de bençãos e graças durante toda essa trajetória e agora me acompanham nos novos desafios que estão por vir. E à minha família, em especial meus Pais José e Maria, que se mantiveram sempre a meu lado em todas as alegrias e tristezas, sempre me apoiando com muito amor e carinho.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, Nossa Senhora Aparecida e Nossa Senhora da conceição Montesina, por estarem sempre ao meu lado e terem permitido que eu traçasse a minha trajetória nessa faculdade, e guiando os rumos da minha vida.

À minha família, em especial meus Pais, José Antônio Agostini e Maria Ap. F. Chaves Agostini que se mantiveram sempre a meu lado me dando todo suporte e apoio que uma família pode oferecer a seu filho fazendo com que eu me mantivesse firme no meu objetivo e nunca me esquecesse das razões pelas quais estava aqui, também a meu Irmão Paulo Agostini, Meus Avós Ruy F. Chaves e Marina F. Chaves e meus Padrinhos Izilda Gonçalves da Silva e João Luiz da Silva que sempre se mantiveram a meu lado auxiliando nos bons e maus momentos.

Aos grandes profissionais que se tornaram mais que orientador e co-orientador acabaram se tornando grandes amigos, Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva e MSc. Armando Lopes de Brito Filho, por todo auxílio durante a execução desse trabalho, todas as risadas e puxões de orelha, sem eles nada seria possível.

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 pessoas Incríveis grandes profissionais e amigos que sempre estarão comigo.

Ao Grupo LAMMA e todos os seus integrantes que se mantiveram presentes em todos os trabalhos e acabaram se tornando grandes amigos deixando contribuições expressivas em minha vida profissional e pessoal.

Ao conselho nacional de desenvolvimento científico e tecnológico (CNPq), pela concessão das bolsas de iniciação científica.

À CAPJr da UNESP/FCAV onde tive a oportunidade de ser diretor e todos os seus membros que contribuíram de alguma forma na minha vida profissional levarei todos esses aprendizados por toda minha vida.

À República Xicreti, minha segunda família que sempre se mantiveram presentes e me apoiando durante toda essa trajetória, aos irmãos de outras mães, João Pedro Branco (A-banu), João Pedro de Sá (Da-Citi), Pedro Buzinaro (Tukão), Vitor Bardella (Frajelu), Felipe Oliveira (Dunada), Rafael Lopes (Zê-colmeia), Thiago Carneiro (Vamp), Antony Arruda (Bandolero) e Hilario de lá cruz. Muito obrigado por todos os momentos, e se tornado essa segunda família que tenho hoje, proporcionando histórias e momentos que levarei por toda minha vida.

À todos os amigos que fiz durante essa trajetória de minha vida que de uma forma ou de outra se fizeram presentes em algum momento, em especial Breno Balabenute (Fi-Fi), Willian Moresco (Desviado) e Jarlyson Souza, por todas as risadas e aprendizados de vida.

À todos vocês que de alguma forma contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional meu muito obrigado.

Sumário

Resumo	i
Abstract	ii
1 Introdução	8
2 Revisão Bibliográfica.....	10
2.1 Histórico da produção de amendoim no Brasil.....	10
2.2 Colheita mecanizada.....	11
2.3 Perdas na colheita mecanizada do amendoim	12
2.4 Força de desprendimento e maturação.	12
3. Material e métodos	13
3.1 descrição da área experimental	13
3.2 Distribuição espacial dos Pontos.....	14
3.3 Força de desprendimento	15
3.4 Maturação.....	16
3.5 Perdas no arranquio	17
3.6 Análise estatística.....	18
3.6.1 Processamento dos dados e análise descritiva.	18
3.6.2 Matrix de comparação	18
3.6.3 Diagramas de caixas.....	18
4. Resultados e Discussão.....	19
5. Conclusão	26
6. Referências.....	27

Resumo

O amendoim tem um histórico muito importante dentro dos sistemas de produção agrícola no Brasil e, em especial, no estado de São Paulo. Uma das principais dificuldades encontradas em campo pelos produtores é a determinação do momento ideal para o início da colheita. Pois, a maturação da cultura pode afetar de forma significativa esse momento e, conseqüentemente o nível de perdas encontradas no solo. Objetivou-se neste trabalho observar a possível relação entre a maturação das vagens perdidas no arranquio e força de desprendimento, observando se há alguma diferença nessas forças em relação à maturação do amendoim e a quantidade de perdas encontradas. Para as realizações das análises de maturação e força de desprendimento foram coletadas na área, 5 amostras em diferentes datas de arranquio, aos 121, 128, 136, 144 e 150 dias após a semeadura (DAS). Os dados coletados em cada data foram processados via códigos de programação do Python sendo determinadas as principais métricas para a realização da análise descritiva. Foi observado que o valor médio das forças de desprendimento das vagens de amendoim permanece praticamente inalterados, independentemente da classe de maturação, ficando evidente que a maturação da cultura não influencia diretamente a força de desprendimento da vagem, pois, o comportamento da força média de desprendimento é praticamente linear ao longo das classes de coloração. A força de desprendimento não influencia diretamente nos níveis de perdas no arranquio mecanizado do amendoim.

Palavras-chave: Colheita mecanizada; Maturidade; *Arachis hypogaea*.

Abstract

Peanuts have a very important history within agricultural production systems in Brazil and, in particular, in the state of São Paulo. One of the main difficulties encountered in the field by producers is determining the ideal time to start harvesting, since the maturation of the crop can significantly affect this moment and, consequently, the level of losses found in the soil. The objective of this work was to observe the possible relationship between the maturation of the pods lost in the pulling and the detachment force, observing if there is any difference in these forces in relation to the maturation of the peanut and the amount of losses found. To carry out the maturation and detachment strength analyses, 5 samples were collected at different dates of uprooting, at 121, 128, 136, 144 and 150 days after sowing (DAS). The data collected on each date were processed via Python programming codes and the main metrics for carrying out the descriptive analysis were determined. It was observed that the average value of the forces of detachment of peanut pods remains practically unchanged, regardless of the maturation class, making it clear that the maturation of the culture does not directly influence the force of detachment of the pod, since the behavior of the average detachment force is practically linear across the color classes. The detachment force does not directly influence the levels of losses in mechanized peanut pulling.

Keywords: Mechanized harvesting; Maturity; *Arachis hypogaea*.

1 Introdução

O amendoim tem um histórico muito importante dentro dos sistemas de produção agrícola no Brasil, em destaque o estado de São Paulo. Contudo, ainda tem muitas dificuldades a serem enfrentadas para a otimização da produção. A determinação do momento ideal para o início da colheita, é vista como uma das principais dificuldades encontradas em campo pelos produtores, pois se trata de uma fase fundamental para se atingir máxima produtividade. Entretanto, quando não realizada no momento ideal têm-se a presença de significativas perdas na produção.

Hoje a colheita de amendoim é realizada de forma totalmente mecanizada. Assim, diversos estudos têm sido realizados para avaliar as perdas oriundas dos processos de colheita, e propor estratégias para minimizá-las, principalmente levando em consideração os fatores que tendem a influenciar sua ocorrência.

Associado a isso, fatores tais como, umidade (teor de água no solo e nas vagens), textura do solo, resistência mecânica do solo à penetração (RMSP), força de destacamento das vagens de amendoim e maturação (Almeida et al., 2018; Braghieri et al., 2020), são os que mais afetam a qualidade da operação de colheita.

O principal fator que afeta a determinação do momento ideal de colheita é o hábito de crescimento indeterminado da cultura, ou seja, presença de vagens com diferentes estágios de maturação em uma única planta. Além disso, a mensuração da maturação das perdas é algo importante pois nos mostra a influência de tratos culturais sobre a cultura que acabam acarretando um maior número de perdas e consequentemente influenciando o momento ideal de arranquio, para que este problema possa ser minimizado é importante se conhecer todos estes fatores.

A força de desprendimento da vagem é um fator importante para designar as perdas no arranquio do amendoim, sendo dependente da estrutura e do teor de água do solo (INCE; GUZEL, 2003). De acordo com Troeger et al. (1976), essas perdas ocorrem devido à quebra do ginóforo durante o processo de arranquio, o que gera perda total das vagens ou grande gastos de energia. Nascimento et al. (2016) relataram que a força de desprendimento da planta de amendoim está diretamente relacionada às perdas na colheita mecânica, sendo que plantas com baixa força de desprendimento tendem a apresentar maior quantidade de amendoins deixados no campo. Contudo, a quebra do ginóforo pode não ocorrer somente devido aos processos mecânicos que a cultura sofre, mas também, devido a fatores morfológicos, fitossanitários e o grau de maturação da cultura.

Dessa forma foi levantada as hipóteses que, (1) quanto mais maduro o fruto do amendoim estiver, menor será a resistência do seu pedúnculo, consequentemente, maiores os valores de perdas na operação do arranquio, (2) a quantidade de vagens maduras perdidas serão maiores. O objetivo deste estudo foi investigar a relação da força de desprendimento encontrada para cada classe de maturação do amendoim, com as perdas presentes no arranquio mecanizado da cultura. Nossos objetivos específicos são: 1) avaliar se os frutos de maturação distintas necessitam de forças distintas para seu destacamento; 2) observar se a força de desprendimento influencia na operação de arranquio; e 3) constatar se as perdas presentes na operação de arranquio são em sua maioria vagens maduras.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Histórico da produção de amendoim no Brasil

O amendoim é uma cultura que tem grande importância socioeconômica no Brasil. Na safra 2022/23 alcançou produção de 891,8 mil toneladas (CONAB 2023), sendo concentrado a produção, o beneficiamento, a industrialização e a comercialização do amendoim e de seus subprodutos no estado de São Paulo. Essa cultura explorada em território paulista desde a década de 1940 evoluiu ao longo dos anos e trilhou diferentes caminhos (Sampaio,2021), chegando em meados da década de 70, os estados de São Paulo e Paraná eram responsáveis por 90% da produção de amendoim do País (Ferrari-neto, 2012). Contudo cultura do amendoim vem crescendo nas últimas décadas em decorrência dos grandes avanços tecnológicos, como mecanização, ajustes no manejo da cultura, sistemas de GNSS e aplicações de sensoriamento remoto (SAMPAIO, 2021). E apesar de ter perdido algumas áreas no final da década de 90 para a da soja, que foi facilitada por fatores políticos e econômicos (Lourenzani, 2006), essa perda de área já foi compensada devido a estes avanços nas tecnologias para a cultura.

Especificamente no estado de São Paulo, a cultura do amendoim é produzida em sucessão à reforma de pastagem e cana de açúcar. O amendoim produzido no estado é dividido em duas regiões, em que a região conhecida com Alta Mogiana (Ribeirão Preto e Jaboticabal, entre outras) tem o cultivo predominantemente realizado com a sucessão em canaviais, enquanto, na região da Alta Paulista (Tupã e Marília, e outras) os cultivos são realizados em áreas de pastagem e cana de açúcar, com produção de safra principal (safra das águas) e a safrinha (safra da seca) (MARTINS, 2010; SOUZA, 2021). Hoje o estado de São Paulo sozinho é responsável por cerca de 90% da produção Brasileira de amendoim (CONAB, 2023).

O fruto do amendoim é rico em óleo, proteínas e vitaminas, sendo uma importante fonte de energia e aminoácidos para alimentação humana. Leguminosa genuinamente sul-americana, ela produz um dos grãos mais consumidos do mundo atual (Macêdo, 2007). Porém a principal forma de consumo é por meio dos grãos, torrados ou cozidos. A farinha, contudo, é altamente proteica e pode ser utilizada de várias maneiras, sobretudo na panificação e confecção de doces e salgados. No processamento industrial os grãos podem ser utilizados para obtenção de óleo e farelo, na fabricação de produtos alimentícios, no ramo de conservas e na indústria farmacêutica (Embrapa, 2014)

2.2 Colheita mecanizada

Tais resultados foram alcançados devido à colheita mecanizada que é uma prática amplamente utilizada na agricultura moderna, visando aumentar a eficiência e a produtividade. No entanto, essa cultura apresenta algumas particularidades em comparativo a outros grãos onde irá sofrer uma colheita indireta estabelecida em duas etapas sendo elas as etapas de arranquio e recolhimento.

A primeira etapa chamada de arranquio, a máquina chamada arrancador-inverterdor irá realizar o corte das raízes promovendo vibrações das plantas e retirada do excesso de terra e a inversão e enleiramento (Neves, 2007) após este arranquio as leiras de amendoim são deixadas expostas ao sol para posterior recolhimento, pois após o arranquio as vagens possuem teor de água entre 35 e 45%, e após serem deixadas ao sol em torno de três ou quatro dias atingem um valor entorno de 20% o que já possibilita o seu recolhimento sem grandes descontos nas cooperativas (SEGATO & PENARIOL, 2007). A segunda etapa chamada de recolhimento, as leiras formadas são recolhidas por uma máquina recolhedora que realiza todo o processo de trilha da cultura onde são deixadas apenas as vagens que serão comercializadas.

Para que possa se dar início nos processos de colheita da cultura e a mesma atinja altas produtividades é necessário que alguns fatores morfológicos principalmente relacionados a maturação da vagens sejam atingidos, onde 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. Para a determinação da maturidade das vagens e consequentemente o início da colheita os produtores utilizam um método do quadro de maturação de Williams e Drexler (1981). Estes autores descrevem a relação da maturação do amendoim com cores expostas do mesocarpo, e a partir desta classificação identificam os estádios de desenvolvimento das vagens. O quadro é composto por classes de cores que vão do branco, amarelo 1, amarelo 2, laranja, marrom e preto Williams e Drexler (1981). Onde através deste método são consideradas vagens maduras fisiologicamente as que se encontram nos grupos marrom e preto.

Porém todo este processo de mecanização pode levar a perdas significativas de culturas, especialmente em culturas delicadas, como o amendoim. As perdas na colheita mecanizada do amendoim podem ocorrer devido a vários fatores, como o desprendimento de vagens e a quebra de plantas durante a operação de colheita.

2.3 Perdas na colheita mecanizada do amendoim

O arranquio do amendoim é uma etapa crítica na produção, pois pode levar a perdas significativas, sendo que vários fatores podem influenciar no aumento dessas perdas em campo, a umidade do solo e da planta de amendoim influenciam diretamente as perdas de grãos durante o arranquio. Cunha et al. (2016) um amendoim com teor de umidade inferior a 12% pode apresentar aumento significativo de perdas devido à quebra dos grãos. França et al. (2020) a velocidade de trabalho da colhedora é um fator determinante nas perdas de amendoim, sendo que a velocidade ideal varia de acordo com as condições do solo e da cultura. Faria et al. (2018) profundidade de arranquio da colhedora influencia diretamente as perdas de amendoim, sendo que um arranquio muito raso pode levar à quebra dos grãos e um arranquio muito profundo pode aumentar a quantidade de impurezas arrancadas junto com os amendoins.

Almeida et al. (2018) avaliou as perdas na colheita mecanizada do amendoim em diferentes condições de solo e concluiu que o tipo de solo pode influenciar significativamente as perdas na colheita. Já Braghieri et al. (2020) avaliou o efeito de diferentes configurações de máquinas na colheita mecanizada do amendoim e concluiu que o ajuste adequado da máquina pode minimizar as perdas. Portanto, é importante compreender as causas das perdas e implementar estratégias eficazes para minimizá-las, a fim de garantir uma colheita eficiente e rentável.

Outro fator que pode influenciar diretamente as perdas na cultura do amendoim são a maturação das vagens e a sanidade das plantas, onde a sanidade das plantas irá principalmente influenciar na força de desprendimento da vagem da planta, podendo aumentar ou diminuir as perdas (Colvin et.al 2018). Contudo há a escassez de trabalhos que apontam a relação entre a força de desprendimento e as perdas na cultura do amendoim.

Um estudo sobre a força de desprendimento de vagens de amendoim realizado por Amaral et al. (2019) concluiu que o uso de ferramentas para medir a força de desprendimento pode ser útil para avaliar a maturação da cultura e determinar o momento ideal para a colheita. Já Nascimento et al. (2016) relataram que a força de desprendimento da planta de amendoim está diretamente relacionada às perdas na colheita mecânica, sendo que plantas com baixa força de desprendimento tendem a apresentar maior quantidade de amendoins deixados no campo.

2.4 Força de desprendimento e maturação.

Existem poucos trabalhos que relacionam força de desprendimento da cultura, com a maturação das perdas encontradas em campo, contudo Khisa et al. (2017) investigou a influência da

maturidade das vagens na força de desprendimento do amendoim. Os resultados mostraram que a força de desprendimento diminuiu à medida que as vagens amadureciam, indicando uma maior facilidade de desprendimento em estágios mais avançados de maturação. Já um trabalho realizado Colvin et al. (2018) examinou a relação entre a força de desprendimento das vagens e a severidade da doença na decisão de colher o amendoim onde foi que a força de desprendimento do amendoim diminuiu à medida que a severidade da doença aumentou, indicando uma maior facilidade de desprendimento em plantas afetadas pela doença. Porém existem outros fatores que podem influenciar nessas perdas dependendo do estágio de maturação da cultura Arunyanark et al. (2019) investigou as mudanças físicas que ocorrem durante a maturação do amendoim observaram que o tamanho e o peso dos grãos aumentavam à medida que o amendoim amadurecia, além das mudanças físicas, fatores fisiológicos também podem interferir na cultura, estudos indicam que a taxa respiratória diminuí à medida que o amendoim amadurece, indicando uma diminuição da atividade metabólica Prasad et al. (2020).

3. Material e métodos

3.1 descrição da área experimental

O experimento foi instalado em uma área de produção comercial na região central do estado de São Paulo, próximo ao município de Taquaritinga-SP, podendo ser encontrada na localização geodésica: latitude 21°19'22.6" S e longitude 48°35'04.1" W, com altitude de 602 m. O clima da região é definido como Aw (Subtropical), de acordo com a classificação Köppen-geiger (1948), a cultivar utilizada foi a IAC 503, de ciclo longo, em torno de 140 dias, com semeadura realizada no dia 26/10/2022 e início de colheita em 24/03/2023.

A determinação da textura do solo foi realizada por meio de coleta de solo utilizando de um quadriciclo equipado com coletor de solo em rosca sem fim, solo drill desenvolvido pela empresa falker (Figura 1), sendo coletados os pontos seguindo a distribuição espacial (figura 2)e posteriormente encaminhadas para análise granulométrica feita em laboratório, onde foram obtidas as porcentagens relativas de areia (74%), silte (7%) e argila (19%) presentes no solo, que foi então classificado como franco-arenoso.



Figura 1. Coletas para determinação da textura do solo. Equipamento utilizado (a); coletas em campo (b).

3.2 Distribuição espacial dos Pontos

A coleta dos pontos foi realizada nos períodos de 121, 128, 136, 144 e 150 dias após a semeadura (DAS). Esse período condiz com 4 semanas antes a colheita, e foi estabelecido com intuito de observar o comportamento da força de desprendimento dentro das classes de maturação em diferentes datas.

Os pontos foram distribuídos espacialmente de forma regular seguindo uma grade amostral de 35 x 35 m. Nas três primeiras datas de coletas, foram realizados uma amostragem de 40 pontos (Figura 2 a). Devido ao avanço da maturação as últimas duas datas tiveram a quantidade de pontos aumentada para 70 (Figura 2 b), para que fosse possível coletar uma quantidade boa de dados das classes mais precoces que sofriam com o avanço da maturação.



Figura 2. Representação da distribuição espacial dos pontos; (a) coletas 121,128 e 136 DAS 40 pontos; (b) coletas 144 e 150 DAS 70 pontos.

3.3 Força de desprendimento

Para a mensuração da força de desprendimento foi utilizado um dinamômetro digital portátil da Instrutherm, modelo DD-500, com escala de 0 a 49 N e resolução de 0,01 N (Figura 3). Dentro de cada ponto distribuído na área, foi realizado a coleta de uma planta da qual, posteriormente em laboratório, foram selecionadas 12 vagens aleatórias em perfeito estado para a realização das análises.

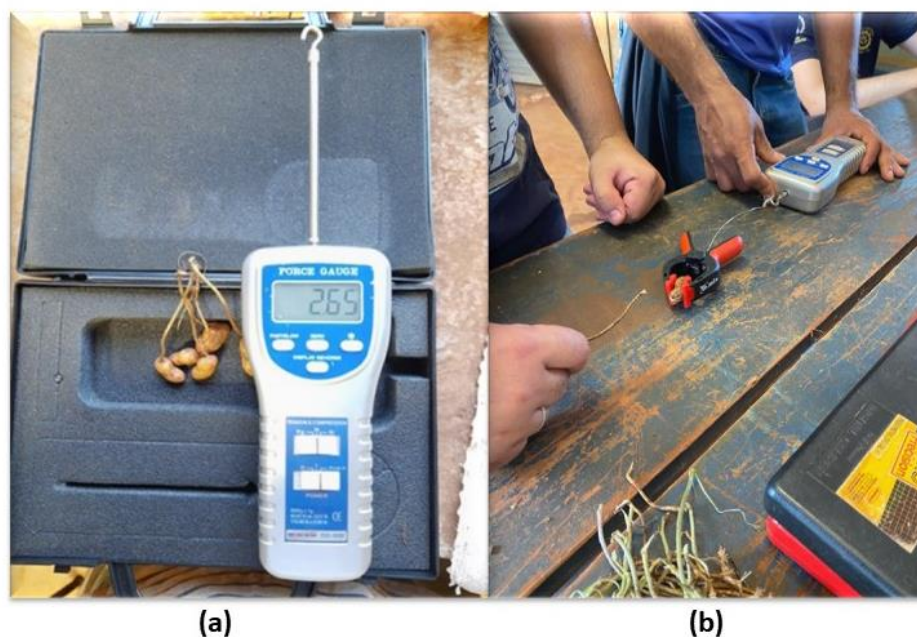


Figura 3. (a) Processo de coleta da força de desprendimento com dinamômetro; (b) Determinação da força de desprendimento das vagens.

3.4 Maturação

Para a determinação da maturação, inicialmente foi realizado em área total, em cada período de coleta, onde se separou 200 vagens que foram lavadas manualmente com o auxílio de uma lavadora da alta pressão, para exposição do exocarpo. As vagens foram classificadas utilizando o quadro de maturação de Williams e Drexler (1981). A maturação foi classificada em 6 classes, sendo elas, Branco, Amarelo 1, Amarelo 2, Laranja, Marrom e Preto, em que cada classe representa um estágio de maturação da cultura (imatura para Branco, Amarelo 1 e Amarelo 2 e madura para Laranja, Marrom e Preto).

As vagens separadas cuja quais foi realizada a mensuração da força de desprendimento item 3.3) foram classificadas segundo o mesmo método, seguindo a mesma classificação, o mesmo processo se seguiu para as perdas encontradas no dia do arranquio. O processo de separação das vagens, lavagem e classificação da maturação é demonstrado na Figura 5.

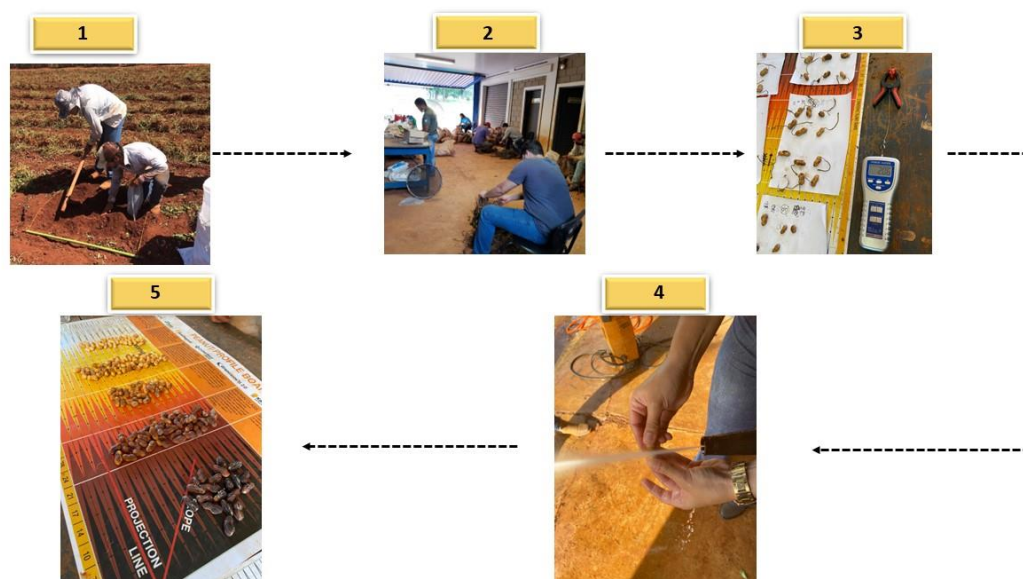


Figura 5. Fluxograma para a determinação de força de desprendimento e maturação do amendoim. 1 coleta de material em campo; 2 Separação das vagens das amostras para realização da força de desprendimento; 3 mensurações da força de desprendimento com dinamômetro; 4 raspagem do exocarpo com o auxílio de uma lavadora de alta pressão para classificação maturação das vagens; 5 classificação das vagens seguindo o quadro de maturação.

3.5 Perdas no arranquio

As perdas no arranquio foram coletadas de forma individual sendo separadas em perdas visíveis, invisíveis e totais (Figura 4). A realização da coleta de ambas se deu por meio de uma armação de 1,80 x 1,11 m, totalizando uma área de 2 m². Para iniciar a coleta a leira de amendoim formada sobre a área amostral foi retirada, posteriormente, as perdas visíveis foram recolhidas sendo coletadas todas as vagens deixadas sobre a superfície do solo.

Já para a coleta das perdas invisíveis foi necessário realizar a escavação em torno de 15-20 cm região na qual ficam normalmente localizadas as vagens perdidas de amendoim, sendo que as perdas invisíveis, são aquelas que a máquina não conseguiu retirar do solo.

A determinação das perdas totais foi realizada através da soma das perdas visíveis e invisíveis.

Após a coleta as amostras foram pesadas e levadas para a estufa onde permaneceram até a umidade estar estabilizada (aproximadamente 3 dias) onde logo após foi realizado novamente a pesagem de modo que foi possível realizar a padronização das amostras em 8% de umidade que é a umidade de armazenamento do amendoim e saber a quantidade de perdas reais em campo.

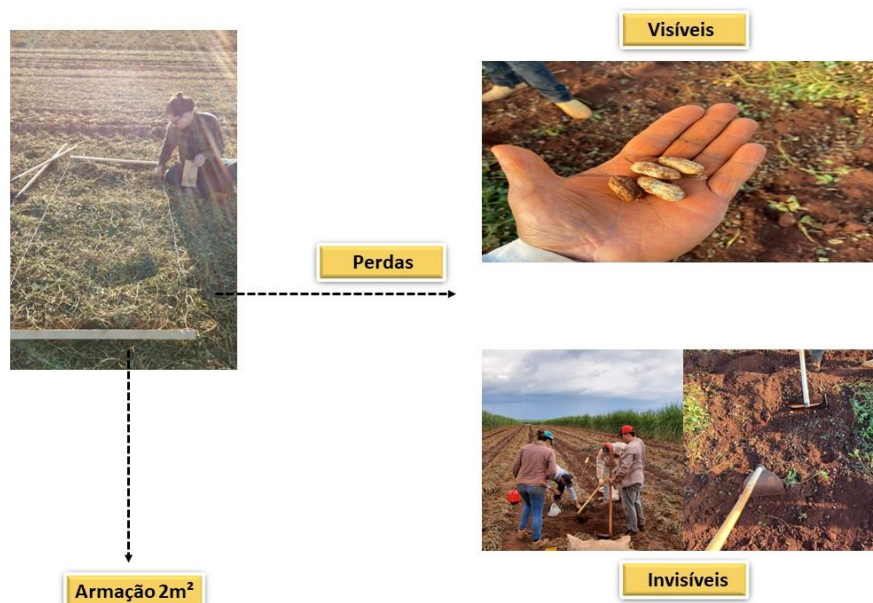


Figura 4. Coleta de perdas em campo.

3.6 Análise estatística

3.6.1 Processamento dos dados e análise descritiva.

Os dados foram coletados em cada data e processados via códigos de programação do Python gerando banco de dados com as principais métricas para a realização da análise descritiva (média, mediana, mínimo, máximo, coeficiente de variação, desvio padrão, curtose, assimetria e normalidade). A análise estatística descritiva, permite avaliar um conjunto de dados segundo seu comportamento com base em medidas de posição e dispersão sendo analisadas número de vagens por classe de maturação, média, mediana, assimetria, desvio padrão, coeficiente de variação, valores máximos e mínimos. e por meio do teste de normalidade de Shapiro-Wilk observou o comportamento dos dados.

3.6.2 Matrix de comparação

Para auxiliar a visualização dos dados foi realizado uma análise de comparação através de uma matriz onde foi calculada a diferença de valores para a força de desprendimento para cada classe de maturação dentro de cada data de coleta, sendo possível observar se há variação significativa detre estas classes.

3.6.3 Diagramas de caixas

Para avaliar melhor a distribuição dos dados também foi realizada a identificação da existência ou não de dados discrepantes no processo, por meio dos diagramas de caixas.

O diagrama de caixas é um gráfico que possibilita representar a distribuição de um conjunto de dados com base em seus parâmetros descritivos. Permitindo desse modo avaliar a simetria e dispersão dos resultados, bem como a existência ou não de pontos discrepantes, permitindo assim realizar uma análise mais completa do conjunto de dados e observar uma possível falha no processo.

4. Resultados e Discussão

Na Tabela 1 observamos o comportamento da força de desprendimento dentro de cada classe maturação de amendoim em períodos distintos antes da colheita. Quando analisamos o coeficiente de variação (CV), notamos que existe alta variabilidade da força de desprendimento dentro de cada classe de maturação, isso, independente das datas de avaliações. Isso fica evidenciado pelos coeficientes de variação (CV) muito altos ($> 35\%$; Pimentel et. al. 2002), demonstrando a alta variabilidade dos dados, ou seja, a existência de valores mais dispersos em relação ao valor da medida central (média).

Podemos encontrar resultados semelhantes quando observamos a normalidade dos dados, em que, todas as classes apresentaram comportamento de não normalidade. Isso ocorre devido à disposição dos valores de curtose e assimetria, em sua maioria positivo, o que indica uma distribuição em cume dos dados, e que eles apresentam concentração dos dados nas zonas de menor valor da amostra assim fazendo com que tenham uma disposição não normal.

Já quando observamos a média e mediana notamos que a variação dos dados é praticamente inexistente, pois as estas métricas se mantêm muito próximas umas das outras para cada data de avaliação. Além disso, os valores de desvio padrão, em cada data de avaliação foram relativamente próximos, com exceção daquelas classes de maturação nas quais havia baixa frequência de dados (preto aos 121 DAS e branco aos 136 DAS – Tabela 1) estes resultados indicam que a força de desprendimento entre as classes de maturação, independentemente da data de coleta, é praticamente inexpressiva, ou seja, para todas as situações trabalhadas a força de desprendimento se mantém, não havendo grandes diferenças (Tabela 2).

Os dados de frequência que podem ser observados na tabela 1, quando somados por data de coleta podem ser inferiores a somatória total das 12 vagens coletadas em cada ponto, pois os no momento de avaliação os valores inferiores ou iguais a 0 foram desconsiderados.

Tabela 1. Parâmetros de estatística descritiva para a força de desprendimento em relação a data de coleta (DAS) e classes de maturação.

DAS	Classe	N°	Min	X	Max	Med	S	CV	Ck	Cs	SH
121	Branco	115	0.94	5,48	19.34	4,55	3,66	66,93	1,10	1,11	0,91 ^A
	Amarelo1	169	0.57	4,88	18.35	4,13	3,18	65,21	2,36	1,29	0,90 ^A
	Amarelo2	94	0.89	4,44	10.54	4,07	2,22	49,90	-0,05	0,72	0,95 ^A
	Laranja	36	1.23	4,69	10.24	4,79	2,29	48,92	-0,60	0,40	0,96 ^N
	Marrom	22	0.85	4,53	11.18	3,595	2,68	59,17	0,13	1,02	0,88 ^A
	Preto	2	2.37	6,14	9.91	6,14	5,33	86,83	-2,00	0,00	-
128	Branco	62	0.78	4,90	15.92	4,25	3,38	68,94	0,58	0,91	0,91 ^A
	Amarelo1	91	0.53	4,36	11.75	3,49	2,94	67,45	-0,57	0,67	0,92 ^A
	Amarelo2	87	0.63	4,45	14.44	3,44	3,05	68,50	0,48	0,99	0,90 ^A
	Laranja	51	0.64	4,27	12.37	3,16	2,91	68,13	0,38	1,13	0,87 ^A
	Marrom	51	0.64	4,27	12.37	3,16	2,91	68,13	0,38	1,13	0,87 ^A
	Preto	28	0.66	4,72	9.12	4,29	2,74	58,04	-1,41	0,10	0,92 ^A
136	Branco	5	5.35	9,10	12.85	10,64	3,34	36,68	-1,66	-0,20	0,87 ^N
	Amarelo1	28	1.27	4,94	14.26	3,69	3,12	63,04	1,24	1,33	0,86 ^A
	Amarelo2	54	0.74	5,59	13.76	5,20	3,07	54,95	-0,08	0,71	0,95 ^N
	Laranja	50	1.55	5,15	14.61	4,62	2,67	51,88	1,42	1,08	0,92 ^A
	Marrom	67	0.89	5,21	13.26	4,80	2,51	48,16	0,70	0,89	0,95 ^A
	Preto	202	1.11	5,02	15.62	4,55	2,50	49,80	1,56	1,05	0,94 ^A
144	Branco	52	0.56	5,50	13.57	5,49	3,36	61,00	-0,77	0,22	0,97 ^N
	Amarelo1	67	0.46	4,76	12.46	4,35	2,81	59,09	-0,15	0,66	0,95 ^N
	Amarelo2	124	0.59	5,13	16.42	4,42	3,49	68,04	0,39	0,92	0,93 ^A
	Laranja	92	0.63	5,13	13.37	4,62	3,04	59,32	-0,35	0,71	0,93 ^A
	Marrom	103	0.81	4,64	15.7	3,86	2,84	61,20	1,10	1,06	0,92 ^A
	Preto	232	0.53	4,60	13.22	3,89	2,63	57,24	0,10	0,86	0,93 ^A
150	Branco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Amarelo1	36	0.92	5,92	11.82	5,53	3,26	55,02	-1,05	0,25	0,95 ^A
	Amarelo2	95	0.98	5,10	14.0	4,63	2,73	53,52	0,43	0,85	0,95 ^A
	Laranja	97	0.72	5,39	14.67	4,73	2,89	53,68	0,57	0,96	0,93 ^A
	Marrom	102	0.85	4,72	16.91	4,26	2,83	59,95	3,10	1,48	0,89 ^A
	Preto	275	0.68	4,88	11.82	4,45	2,50	51,22	-0,28	0,60	0,96 ^N

N°(Numero de vagens na classe); X (Média); Min (Valor mínimo da força de desprendimento em Newton); Max (Valor máximo da força de desprendimento em Newton); Med (Mediana); CV(Coeficiente de variação); Desv_Pad (Desvio Padrão); Ck (Coeficiente de Kurtosis); Cs (Coeficiente de Skewness); SH (Shapiro-Wilker teste de normalidade); A valor anormal e N valor normal.

Tabela 2. Matriz da diferença das médias de força de desprendimento (N) entre as classes de maturação, em cada data de coleta.

		Branco	Amarelo1	Amarelo2	Laranja	Marron	Preto
121 DAS	Branco	-	-0,60	-1,03	-0,79	-0,95	0,66
	Amarelo1	-	-	-0,44	-0,19	-0,35	1,26
	Amarelo2	-	-	-	0,25	0,08	1,70
	Laranja	-	-	-	-	-0,16	1,45
	Marron	-	-	-	-	-	1,61
128 DAS	Branco	-	-0,54	-0,45	-0,63	-0,63	-0,19
	Amarelo1	-	-	0,09	-0,09	-0,09	0,36
	Amarelo2	-	-	-	-0,18	-0,18	0,26
	Laranja	-	-	-	-	0,00	0,44
	Marron	-	-	-	-	-	0,44
136 DAS	Branco	-	-4,15	-3,50	-3,94	-3,89	-4,08
	Amarelo1	-	-	0,65	0,21	0,26	0,07
	Amarelo2	-	-	-	-0,44	-0,39	-0,58
	Laranja	-	-	-	-	0,05	-0,14
	Marron	-	-	-	-	-	-0,19
144 DAS	Branco	-	-0,75	-0,37	-0,38	-0,86	-0,90
	Amarelo1	-	-	0,37	0,37	-0,12	-0,16
	Amarelo2	-	-	-	0,00	-0,49	-0,53
	Laranja	-	-	-	-	-0,49	-0,53
	Marron	-	-	-	-	-	-0,04
150 DAS	Branco	-	-	-	-	-	-
	Amarelo1	-	-	-0,82	-0,53	-1,21	-1,04
	Amarelo2	-	-	-	0,29	-0,39	-0,22
	Laranja	-	-	-	-	-0,67	-0,51
	Marron	-	-	-	-	-	0,17

Ao observarmos os valores das diferenças das forças de desprendimento aos 144 e 150 DAS (Tabela 2), constatamos que os maiores valores foram obtidos para a diferença entre as forças de desprendimento em relação às vagens brancas, e que à medida que a maturação aumenta, diminui a força necessária para desprender a vagem, ainda que pouco expressivo.

Em algumas datas observamos maior variação, porém, isso ocorre devido à frequência dos dados coletados, pois em algumas datas e colorações, a quantidade de vagens encontradas foi pequena devido já ao estágio de maturação da cultura (Figura 7). Isso fica mais evidente nos dois extremos de coletas, sendo que aos 121 DAS vemos somente duas vagens pretas e a maior porcentagem de brancas e amarelas, devido ao desenvolvimento da cultura que apresentava uma

maturação muito baixa em torno de 20%, Já aos 150 DAS observamos a inexistência de vagens da coloração branca e poucas amarelas, devido à cultura já apresentar um grau de maturação acima de 70% (Figura 7).

Esses dois extremos observados na tabela 1 deixam mais evidente a maturação desuniforme apresentada pela cultura. O diagrama de caixas apresentados na Figura 8 mostram essa baixa diferença entre os valores coletados, contudo, ainda podemos observar alguns outliers que são devido à grande variação das forças, dependendo da data e classe trabalhada e da quantidade de dados cada classe que variou dependendo da data, consequentemente, da maturação das vagens, fazendo com que o comportamento dos dados fosse em sua maioria anormais.

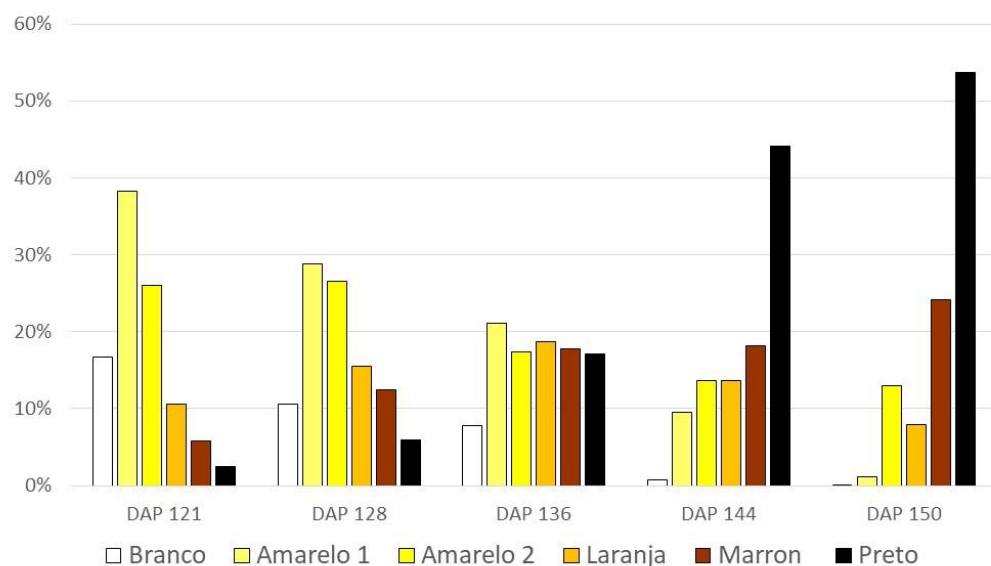


Figura 7. Porcentagem de vagens de amendoim em classe de maturação em relação às datas de coleta.

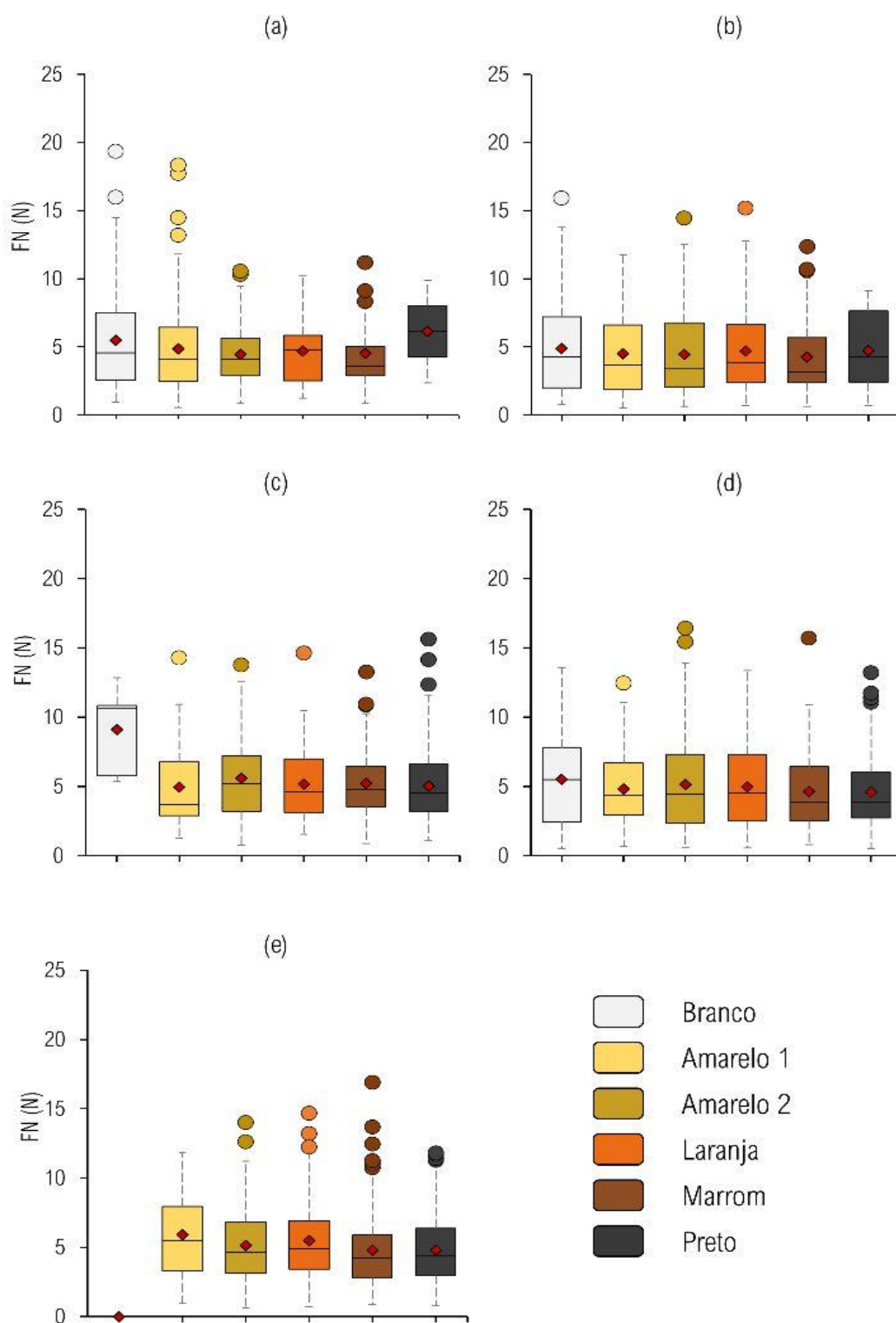


Figura 8. Comportamento das médias das forças de desprendimento em relação a classe de maturação. 121 DAS (a); 128 DAS (b); 136 DAS (c); 144 DAS (d); 150 DAS (e)

O valor médio das forças de desprendimento das vagens de amendoim permanece praticamente inalterado (Figura 8), independentemente da classe de maturação, ficando evidente que

a maturação da cultura não influencia diretamente a força de desprendimento da vagem, pois, o comportamento da força média de desprendimento é praticamente linear ao longo das classes de coloração. Tais resultados, corroboram com os obtidos por Chapin et al. (2005) que em um de seus tratamentos trabalhou considerando apenas a força de desprendimento em relação a vagens de uma planta saudável, concluiu que a variação das forças é praticamente inexpressiva

Outra cultura que apresenta maturação desuniforme semelhante a do amendoim , com por exemplo o café, apresenta variações em suas forças de desprendimento dependendo do grau de maturação do fruto Meneses.(2023) e também apresenta diferenças nessas forças quando considerados o período de colheita (Godinho,2022), assim diferentemente do amendoim o café tem seus frutos expostos diretamente ao sol algo que ajuda a diferenciação das forças de desprendimento em diferentes estágios de maturação, algo que como vimos não ocorre no amendoim pois o mesmo não sofre a influência direta do sol até seu arranquio, sendo assim essa diferenciação das forças se torna inexpressiva, independente da classe de maturação no momento de arranquio considerando uma planta saudável.

Ao analisarmos as perdas no arranquio do amendoim, constatamos que os valores foram elevados, perfazendo 668,51 kg ha⁻¹ (12,9%) de perdas totais (Figura 9). Os maiores valores foram encontrados para as perdas invisíveis (8,8%), enquanto as perdas visíveis representaram 4,1% da produtividade. Estes valores estão em consonância com outros encontrados por Lima (2019) e Santos (2013), que obtiveram perdas da ordem de 791 kg ha⁻¹ e 500 Kg ha⁻¹, respectivamente.

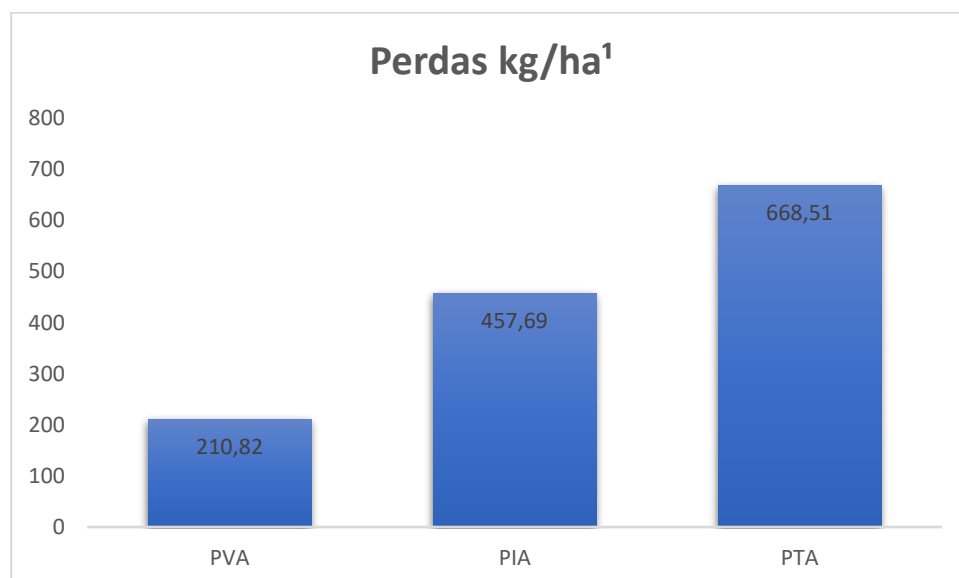


Figura 9. Perdas no arranquio do amendoim.

Apesar dos valores elevados das perdas encontradas, não é possível afirmar que estas perdas foram afetadas pela diminuição da força de desprendimento decorrente do aumento da maturação das vagens, o que poderia ocorrer devido aos processos mecânicos no momento do arranquio, ou ainda a algum fator ambiental, como por exemplo o aumento da compactação do solo, o que poderia ocasionar aumento de perdas, como demonstrado por Almeida et al. (2018).

Isto posto, estas perdas poderiam ser creditadas à proliferação de patógenos que podem causar a diminuição expressiva na força de desprendimento, pois, os patógenos influenciam diretamente a translocação dos nutrientes entre a planta e as vagens, levando a planta a perder área foliar e, conseqüentemente, retirando suas reservas para que possa se manter viva, tornado deste modo todas as suas estruturas mais frágeis e ocasionando aumento das perdas (Colvin et al., 2018).

Na Figura 10 são apresentadas as perdas visíveis e invisíveis em relação à maturação. Observamos maior quantidade de perdas na coloração preta, quando comparadas com as demais classes. Isso ocorre devido a um processo natural da cultura, pois, conforme a maturação aumenta, o número de vagens na coloração preta também aumenta em relação às demais. Assim sendo, estas vagens de coloração mais escura são encontradas em maior número sobre o solo (Figura 10.a) ou sob o solo (Figura 10.b), o que nos mostra, mais uma vez, que a força de desprendimento não atua diretamente com o aumento da maturação.

Contudo, devemos levar em consideração alguns aspectos importantes que foram observados durante a execução deste trabalho, tais como a alta variabilidade dos dados, o que pode ser um fator limitante para as pesquisas nessa área.

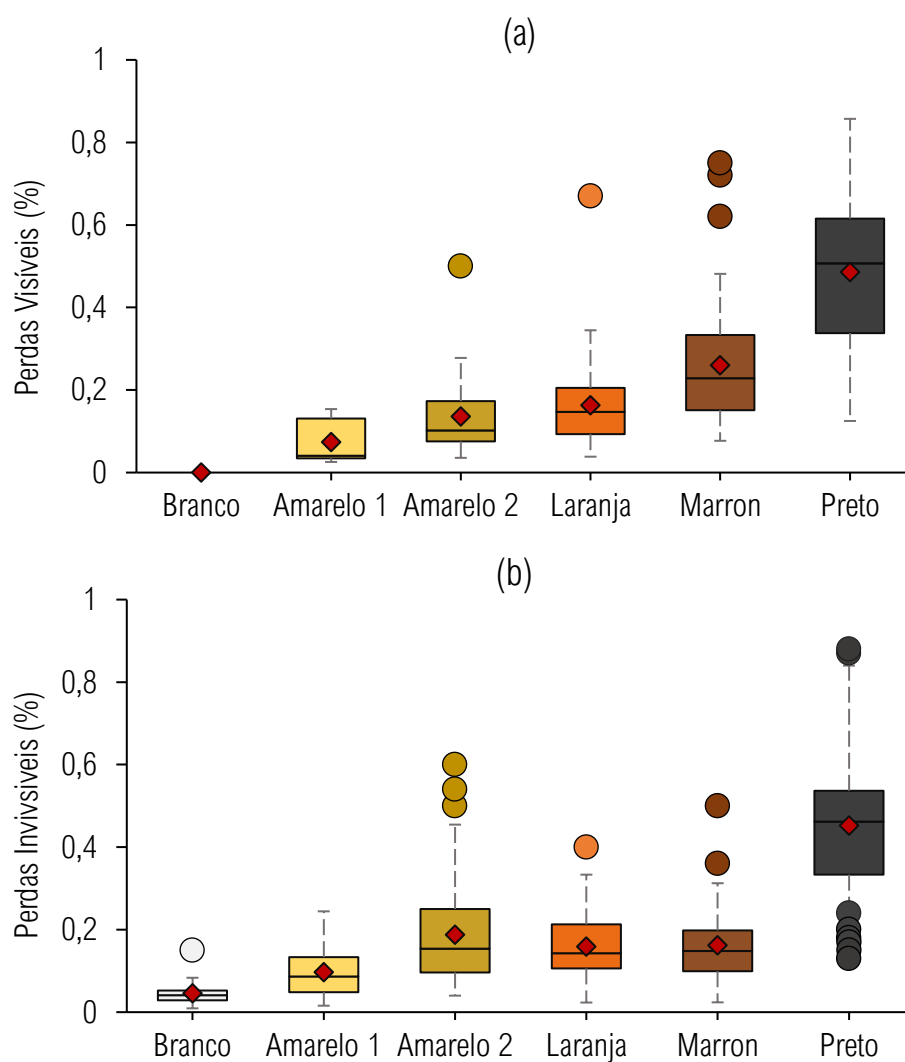


Figura 10. Coloração das perdas coletadas. Visíveis (a); Invisíveis (b).

5. Conclusão

Podemos concluir que a força de desprendimento não variou expressivamente entre as classes de maturação, e, portanto, não influencia diretamente na operação de arranquio mecanizado.

Para trabalhos futuros deve-se considerar aspectos físico-químicos do solo e a incidência de patógenos, também aprimoração do banco de dados e metodologia.

6. Referências

- Almeida, G. R., Bhering, L. L., Lamas, F. M., Ribeiro, I. A., & Silveira, R. F. (2018). Desempenho operacional e perdas na colheita de amendoim com diferentes sistemas de trilha. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(10), 674-679.
- Arunyanark, A., Tanprasert, P., Tipayawong, N., Chintapakorn, Y. (2019). Physicochemical changes during peanut pod maturation. *Food Science and Technology International*, 25(1), 76-84.
- Braghieri, J. G., de Castro, G. S. A., Toledo, L. C., & Gomes, R. L. F. (2020). Mechanical harvesting of peanut: evaluation of different machine settings and its effects on harvest efficiency and pod quality. *Biosystems Engineering*, 194, 89-98.
- Chapin, J. & Thomas, J., (2005) “Efeito de Tratamentos com Fungicidas, Maturidade da Vagem e Saúde da Vagem na Força da Peg de Amendoim”, *Peanut Science* 32(2), p.119-125. doi: [https://doi.org/10.3146/0095-3679\(2005\)32\[119:EOFTPM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3146/0095-3679(2005)32[119:EOFTPM]2.0.CO;2)
- Colvin, B.C., Tseng, Y.-C., Tillman, B.L., Rowland, D.L., Erickson, J.E., Culbreath, A.K. (2018). Consideration of peg strength and disease severity in peanut harvest decisions in the southeastern United States. *Peanut Science*, 45(2), 287-304.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2022/2023, maio/2023. Brasília: Conab, 2023. Disponível: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>, Acesso em: 10/05/2023
- Embrapa Algodão Sistema de Produção^{2ª} edição, 7ISSN 1678-8710; Fev/2014. Disponível em : https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3803&p_r_p_-996514994_topicId=3445 ; Acesso em: 20/05/2023
- França, P. N. de O., Carrega, W. C. ., & de Faria, R. T. . (2020). Amendoim submetido a níveis de irrigação. *South American Sciences*, 1(2), e2098. <https://doi.org/10.17648/sas.v1i2.98>
- Agronomy Journal. (2022). The best moment to carry out the selective harvest of coffee fruits. João de Deus Godinho, Jarlyson Brunno Costa Souza, Rouverson Pereira Silva, Tiago de Oliveira Tavares, Watus Cleigson Alves da Costa, Bruno Rocca de Oliveira, & David Clay (Associate Editor). *Agronomy Journal*, <https://doi.org/10.1002/agj2.21175>.
- Htoon, W., Kaewpradit, W., Vorasoot, N., Toomsan, B., Akkasaeng, C., Puppala, N., Wongkaew, S., Jogloy, S. (2019). Relationships between Nutrient Uptake and Nitrogen Fixation with Aflatoxin Contamination in Peanut under Terminal Drought. *Agronomy*, 9(8), 419. <https://doi.org/10.3390/agronomy9080419>
- INCE, A.; GUZEL E. Effects of gynophore breaking resistance on losses in mechanized peanut harvesting. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CROP HARVESTING AND PROCESSING, 2003, Louisville, Kentucky. ProceedingsÉ St Joseph: ASABE. 2003. p. 1103.

Kasap, A., Karayel, D., & Ertek, A. (2019). The effect of additives on peanut harvesting losses and the force required for detachment. *Journal of Agricultural Machinery Science*, 15(3), 242-248.

Khisa, S.M., Bakhsh, A., Zhao, D., Yu, J., Wang, X. (2017). Pod detachment force and its relationship with peanut maturity. *Journal of Food Engineering*, 200, 56-62.

LIMA, J.A.N.S., ALVES, R.S., ESCARELA, V.A.C., NASCIMENTO, G.P., NASCIMENTO, E.M.S., CHIODEROLI, C.A. "Perdas quantitativas no arranquio mecanizado de amendoim no Pontal do Triângulo Mineiro". In: XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA, Campinas, SP, Brasil.

LOURENZANI, W. L. Capacitação gerencial de agricultores familiares: uma proposta metodológica de extensão rural. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, Lavras, v.8, n.3, p.313-322, 2006.

Macedo, E. F. A., Vasconcelos, J. C., & Alves, G. A. F. (Ano 2007). Viabilidade econômica da cultura da mamona no município de Itaetê, Chapada Diamantina-BA. SEAGRI/EBDA/INCRA

Martins, R., & Vicente, J. R. (2010). DEMANDAS POR INOVAÇÃO NO AMENDOIM PAULISTA1. *Economia*, 28, 2Administradora.

Meneses, Mariana Dias. (2023). Coffee classification according to its detachment force: a decision tree-based approach (Dissertação de mestrado). UNESP FCAV. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/242933>

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

Prasad, K., Dey, S.S., Barman, K. (2020). Physiological and biochemical changes during maturation of peanut pods. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(1), 429-438.

Sampaio, R. M., & Fredo, C. E. (2021). Características socioeconômicas e tecnologias na agricultura: um estudo da produção paulista de amendoim a partir do Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA) 2016/17. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 59

SANTOS, E.P., SILVA, R.P., BERTONHA, R.S., NORONHA, R.H.F., ZERBATO, C. "Produtividade e perdas de amendoim em cinco diferentes datas de arranquio". *Revista Ciência Agronômica*, v. 44, n. 4, p. 695-702, 2013. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. Disponível em: www.ccarevista.ufc.br.

SANTOS, E. P. et al. Perdas na colheita mecanizada de amendoim. In: CONGRESO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERÍA AGRÍCOLA, 9., 2010, Vitória. Anais..., Vitória: SBEA, 2010.

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. Expansão e Renovação de Canavial. Piracicaba: Editora CP 2, 2007, p. 85-116.

Souza, Jarlyson Brunno Costa. (2021). Técnicas de agricultura digital para predição da maturação do amendoim (Dissertação de mestrado). UNESP FCAV. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/215995>

Troeger, J. M., Williams, E. J., & Butler, J. L. (1976). Factors Affecting Peanut Peg Attachment Force. *Peanut Science*, 3(1), 37-40. <https://doi.org/10.3146/i0095-3679-3-1-9>