

# NOVAS TECNOLOGIAS DA ENGENHARIA PARA APROVEITAMENTO DO AMENDOIM

PATROCÍNIO



**CONFEA**  
Conselho Federal de Engenharia  
e Agronomia



**CREA-SP**  
CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA  
E AGRONOMIA DE SÃO PAULO



Associação Regional de Engenharia,  
Arquitetura e Agronomia de Jaboticabal



# **NOVAS TECNOLOGIAS DA ENGENHARIA PARA APROVEITAMENTO DO AMENDOIM**

PATROCÍNIO



# **CONFEA**

Conselho Federal de Engenharia  
e Agronomia

**Organização:** Daniele Gonçalves Jammal



Associação Regional de Engenharia,  
Arquitetura e Agronomia de Jaboticabal

## **AGRADECIMENTOS**

Este livro é fruto de um trabalho de fôlego de toda a equipe de colaboradores da Associação Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (AREA) Jaboticabal. Para não ser injustos não vamos citar de forma individual, mas agradecemos a todos os que contribuíram para que a publicação se tornasse realidade. Agradeço à minha família, pelo apoio, à diretoria da Associação e aos professores e pesquisadores da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP Jaboticabal) que abrilhantaram esta obra. E, em especial, ao patrocínio do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), que foi imprescindível para a viabilização do projeto.

*Eng Eletricista Pedro Alessandro Iughetti*  
*Presidente AREA JABOTICABAL*

**Realização:**

Associação Regional de Engenharia, Arquitetura e  
Agronomia de Jaboticabal (AREA)

**DIRETORIA**

**PRESIDENTE**

Pedro Alessandro Iughetti

**VICE-PRESIDENTE**

Gustavo Bissolli

**1.º SECRETÁRIO**

Guilherme Benedini Brusadin

**2.º SECRETÁRIO**

Marcos Valentim Donadon

**1.º TESOUREIRO**

Thiago Barbieri de Faria

**2.º TESOUREIRO**

Dagmar Fernando Pupin

**DIRETOR SOCIAL**

Terezinha F. Innocente Lamparelli

**DIRETOR DE PATRIMÔNIO**

Arthur Fernandes Machado

**DIRETOR DE ASSUNTOS INSTITUCIONAIS**

Leandro Ferreira Barbieri

— o —

**Capa, projeto gráfico e editoração eletrônica:**

Helio Gouvea

**Capa:** Fotomontagem

**Revisão:** Daniele Gonçalves Jammal

1.ª edição: dezembro de 2019



---

# SUMÁRIO

Capítulo	
Introdução .....	11
<i>Rouverson Pereira da Silva</i>	
1 – Agricultura Digital.....	13
<i>Rouverson Pereira da Silva</i>	
<i>Danilo Tedesco de Oliveira</i>	
<i>Antônio Maurício Loureiro Júnior</i>	
2 – Preparo do solo para a cultura do amendoim .....	18
<i>Armando Lopes de Brito Filho</i>	
<i>JarlysonBrunno Costa Souza</i>	
<i>Rouverson Pereira da Silva</i>	
3 - Semeadura mecanizada de amendoim .....	23
<i>Carla SegattoStrini Paixão</i>	
<i>Murilo Aparecido Voltarelli</i>	
<i>Eduardo Prisco Angelo</i>	
4 – Tecnologia e qualidade na semeadura do amendoim .....	36
<i>Jean Lucas Pereira Oliveira</i>	
<i>Rafael de Graaf Corrêa</i>	
<i>Francisca Edcarla de Araújo Nicolau</i>	
<i>Carlos Eduardo AngeliFurlani</i>	
<i>Rouverson Pereira da Silva</i>	
5 – Downforce na semeadura de amendoim.....	43
<i>Luan Pereira de Oliveira</i>	
<i>Rouverson Pereira da Silva</i>	
<i>Brenda Valeska Ortiz</i>	
<i>Bruno Patias Lena</i>	
<i>Luca Bondesan</i>	
<i>Guilherme TrimerMorata</i>	
5 – Noções básicas para projetos de mecanismo dosadores de sementes .....	48
<i>Murilo Aparecido Voltarelli</i>	
<i>Carla SegattoStrini Paixão</i>	
<i>Eduardo Prisco Angelo</i>	
7 – Inovações em colheita mecanizada .....	54
<i>Rouverson Pereira da Silva</i>	
<i>Alex Rangel Gonzaga</i>	
<i>Antônio Maurício Loureiro Júnior</i>	
8 – Sensoriamento remoto na cultura do amendoim.....	60
<i>Samira LunsHatun de Almeida</i>	
<i>Franciele Morlin Carneiro</i>	
<i>Rouverson Pereira da Silva</i>	
<i>Cristiano Zerbato</i>	







**CUIDAR,  
USAR E  
AMAR.**



Quando a gente ama, a gente cuida. E a manutenção preventiva é a maneira mais inteligente de cuidar do nosso patrimônio e da segurança das pessoas que o usam. São tantas construções e monumentos por todo o Brasil que mantêm viva a nossa história.

**A ENGENHARIA PRESERVA A NOSSA HERANÇA.**

**[WWW.CONFEA.ORG.BR](http://WWW.CONFEA.ORG.BR)**





---

# INTRODUÇÃO

Atualmente a agricultura encontra-se diante de uma nova revolução, a 4ª revolução agrícola, que tem sido chamada por Agricultura 4.0, termo este herdado da quarta revolução industrial, a Indústria 4.0.

Esta revolução nos coloca em um novo patamar de produção, com o surgimento a todo momento de novas tecnologias que, se inicialmente foram desenvolvidas para as cidades e indústrias, têm sido rapidamente levadas para a agricultura.

Desde a chamada Revolução Verde, ocorrida a partir da segunda metade do século 20, com o advento da mecanização agrícola, do melhoramento genético e do uso de fertilizantes e agrotóxicos, a agricultura não havia experimentado tantas mudanças como as que estamos assistindo agora.

É neste contexto que este livro se insere, procurando abordar temas relacionados a estas novas tecnologias desenvolvidas pela engenharia e que podem contribuir para o melhor desenvolvimento da cultura do amendoim. Neste livro, iniciamos com uma breve apresentação da Agricultura Digital e tratamos de questões relacionadas aos temas nos quais a Engenharia Agrícola tem contribuído para inserção da tecnologia no campo, como o preparo do solo, a semeadura, a colheita e o uso do sensoriamento remoto na cultura do amendoim.

Embora a cultura do amendoim não esteja na vanguarda da adoção de novas tecnologias, muitas das questões aqui abordadas encontram um grande potencial de aplicação nesta cultura e é exatamente isso que os autores procuram demonstrar nesta obra.

Longe de termos a pretensão de ser uma obra definitiva este livro vem com o intuito de contribuir para despertar o interesse de produtores e técnicos para permitir que a inserção da cultura do amendoim no âmbito da Agricultura 4.0 possa se dar de maneira mais rápida, contribuindo para a melhor gestão e possibilitando aos produtores melhor retorno econômico.

Boa leitura a todos!

*Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva*  
*Coordenador do PPg em Agronomia (Produção Vegetal)*  
*Unesp/Jaboticabal – SP*



---

# AGRICULTURA DIGITAL

*Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva  
M. Sc. Danilo Tedesco de Oliveira  
Antônio Maurício Loureiro Júnior*

## INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos a agricultura vem experimentando grandes mudanças, principalmente em função da disponibilização de novas tecnologias que, inicialmente desenvolvidas para as cidades e indústrias, têm sido rapidamente levadas para o campo. A adoção destas novas tecnologias aponta para o surgimento de uma nova forma de agricultura, agora chamada de Agricultura Digital ou Agricultura 4.0.

A Agricultura Digital consiste na integração dos processos agrícolas com as tecnologias da informação, utilizando algoritmos, quantidades massivas de dados adquiridos no campo por sensores, com o objetivo de aumentar a produtividade das lavouras e aprimorar a gestão das propriedades rurais.

Assim, no contexto da Agricultura Digital, as tecnologias de mapeamento, o monitoramento das atividades agrícolas e o estudo dos solos, tudo deve ser realizado de maneira integrada e, se possível, em tempo real, permitindo o gerenciamento rápido e eficaz por meio da tecnologia da informação, utilizando-se de equipamentos simples ou mais sofisticados.

Hoje em dia, praticamente todos os produtores rurais utilizam telefones celulares, o que permite a inserção destes produtores na era da Agricultura 4.0. Pesquisa realizada pelo SEBRAE (c2017) aponta que 96% dos produtores rurais utilizam telefones celulares e que 71% dos microempresários rurais e 85% dos proprietários de empresas de pequeno porte no campo usam smartphones para acessar a internet. Porém, quando o assunto é a gestão, apenas 25% dos produtores realizam o gerenciamento de seus negócios por meio de ferramentas digitais de gestão. Entretanto, esta mesma pesquisa revelou que 64% dos entrevistados utilizaria esses recursos para gerenciar suas empresas, desde que houvesse disponibilidade dessas ferramentas.

Quando se pensa na produção de amendoim, apesar de não termos dados de pesquisas semelhantes, cremos que o quadro não é muito diferente, embora já existam algumas tecnologias disponíveis para o monitoramento e a gestão dos processos produtivos. Mas antes de abordarmos o possível uso dessas tecnologias para a cultura do amendoim, convém listarmos alguns conceitos para que o leitor possa compreender melhor o universo do Agro 4.0.

## AGRICULTURA DIGITAL: CONCEITOS E DEFINIÇÕES

**Agricultura Digital:** também chamada de Agricultura 4.0, reúne tecnologias para otimizar as atividades do campo por meio de conectividade, sensoriamento remoto e outras ferramentas relacionadas à tecnologia da informação. A Agricultura Digital representa o encontro da Agricultura com as tecnologias da informação, Ciência de Dados e Engenharia de Controle e Automação.

**Agricultura de Precisão:** trata-se de um conjunto de ferramentas e tecnologias aplicadas para permitir um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variabilidade espacial e temporal da unidade produtiva e visa ao aumento de retorno econômico e à redução do

---

impacto ao ambiente (BRASIL, c2014).

**Agricultura de Prescrição:** agricultura baseada na internet das coisas (IoT), armazenamento em nuvem e análise de dados, que permite aos agricultores saber antecipadamente o que esperar e como tomar as melhores decisões para aumentar a qualidade e a produção, aumentando assim o lucro e abordando questões ambientais importantes, como a redução do uso de agrotóxico e economia dos recursos naturais (Adaptado de Krco&Pokric, c2016).

**Telemetria:** tecnologia que permite o sensoriamento e a comunicação de informações remotamente, permitindo o monitoramento de máquinas agrícolas à distância por meio da transmissão automática de dados via sinal GPRS – sinal de telefonia celular. As informações podem ser enviadas para qualquer dispositivo com acesso à internet (computador, tablet, celular).

**Unidades de Manejo:** termo genérico que está relacionado aos termos zona de manejo e classe de manejo (PEDROSO et al., 2009).

**Zonas de Manejo (ZM):** área espacialmente contígua à qual determinado tratamento pode ser aplicado (PEDROSO et al., 2009).

**Classe de Manejo (CM):** área sobre a qual um determinado tratamento pode ser aplicado (PEDROSO et al., 2009).

**Inovação:** implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas (OECD, 1997).

**Big data:** quantidade massiva de dados, cuja magnitude da dimensão não permite que sistemas de informática tradicionais possam processar os dados de maneira rápida e eficiente.

**Inteligência Artificial:** campo de pesquisa da Ciência da Computação amplamente definido, que é utilizado para designar sistemas artificiais que permitam simular a capacidade humana de raciocinar, perceber, tomar decisões e resolver problemas (JO et al., 2019).

**Aprendizado de Máquina (machinelearning - ML):** definido como o campo científico que dá às máquinas a capacidade de aprender sem serem estritamente programadas (LIAKOS et al., 2018). Um exemplo de uma técnica de ML são as Redes Neurais Artificiais.

Redes Neurais Artificiais: técnica de aprendizado de máquina que simula o funcionamento do cérebro humano, através da simulação de seus neurônios e de suas ligações. Elas apresentam uma inteligência emergente que tem aplicações em problemas complexos de diversas áreas (KOPILER et al., 2019).

**Aprendizado Profundo (Deep Learning):** a aprendizagem profunda (DL) é uma técnica moderna que, na maioria dos casos, é utilizada para o processamento de imagem, com grande potencial de aplicação no domínio da agricultura (KAMILARIS et al., 2018). Um exemplo de uma técnica de DL são as Redes Neurais Convolucionais.

**Redes Neurais Convolucionais:** técnica de aprendizado profundo para processamento de imagens, muito eficaz na classificação e identificação de padrões em imagens. Foi proposta pela primeira vez pelo professor YannLeCun e seus colegas da Universidade de Toronto, no Canadá (LECUN et al., 1998).

**Sistemas inteligentes:** conjunto de softwares que utilizam técnicas de inteligência artificial em suas operações, sendo capazes de fornecer informações para gerenciamento e tomadas de decisões de maneira rápida e precisa. (LUGER, 2004).

**Internet das Coisas (IOT):** o termo IOT vem do inglês (internet ofthings) e refere-se à “infraestrutura que integra a prestação de serviços de valor adicionado com capacidades de conexão física ou virtual de coisas com dispositivos baseados em tecnologias da informação e comunicação existentes e nas suas evoluções, com interoperabilidade” (BRASIL, c2019).

---

## POTENCIAL DE USO DA AGRICULTURA DIGITAL PARA A PRODUÇÃO DE AMENDOIM

Por envolver conhecimentos de diversas áreas, a Agricultura Digital baseia-se na multidisciplinaridade, ou seja, torna-se necessária a interação de diversos profissionais, das mais variadas expertises, para que se possa desenvolver novas tecnologias para análises de dados que sejam capazes de fornecer informações para gerenciamento.

Uma das questões centrais da Agricultura Digital é permitir que vários tipos de dados, obtidos de forma contínua por meio de sensores, que podem estar localizados em plantas, solo, plataformas orbitais e máquinas e implementos agrícolas, possam ser combinados com dados climáticos e de produção, armazenados de forma conjunta em centrais de processamentos de dados por meio da conectividade entre plataformas, analisados, para assim se converterem em informação, que permita ao produtor a tomada de decisão rápida e de maneira correta.

Um dos grandes entraves atualmente existentes para o completo desenvolvimento da Agricultura Digital no Brasil é a conectividade na área rural. A falta de conectividade no campo é um grande dificultador para o avanço tecnológico deste setor. No Brasil rural, mesmo em regiões que apresentam bom desenvolvimento tecnológico, ainda é muito comum a existência de grandes extensões de áreas com total ausência de sinal. Diversas regiões do país ainda apresentam somente a conexão 3G, enquanto outras que não dispõem nem desse tipo de conexão de internet. Embora seja imperioso buscar soluções em conectividade no campo, as operadoras de telefonia não têm interesse em instalar antenas nas áreas rurais, pois isso não é economicamente interessante para elas. Assim, as soluções para que o produtor rural possa usar a tecnologia em rede deverá partir da ação de empresas ligadas ao setor agrícola, de modo que se possa ter o desenvolvimento de plataformas integrada de comunicação móvel em banda larga e sensoriamento, viabilizando a adoção da Agricultura Digital, independentemente da posição geográfica e de estrutura das empresas e fazendas.

Para a cultura do amendoim no Brasil, o uso das tecnologias relacionadas à Agricultura Digital ainda é bem incipiente. Atualmente no Brasil, quando se fala em produção e amendoim, em termos de tecnologias utilizadas pelos produtores, ainda não chegamos na Agricultura 4.0. No contexto da Agricultura de Precisão (AP), alguns produtores têm utilizado sistemas de direcionamento automático (piloto automático) para a semeadura e para colheita, notadamente na operação de arranquio. Resultados de pesquisas realizadas demonstram a viabilidade dessa utilização, com benefícios para o produtor no que diz respeito ao aumento da produtividade e à diminuição das perdas na colheita mecanizada.

Talvez, por se tratar de uma cultura produzida principalmente em sistemas de sucessão à cana-de-açúcar, a adoção da AP tem sido um tanto quanto dificultada, pois os produtores não permanecem no mesmo campo por safras consecutivas, uma vez que, no Brasil, a cultura é produzida estrategicamente em áreas de reformas de canaviais e pastagens. Entretanto, outras técnicas que serão abordadas nos capítulos posteriores têm grande potencial de aplicação na produção de amendoim, tais como: sensoriamento do solo e das plantas, visando ao manejo de pragas e doenças, bem como à definição do momento ideal para a colheita, por meio da estimativa da maturação da cultura por meio de imagens aéreas.

Também apresentam grande potencial de aplicação as alternativas atualmente disponíveis para semeadura e aplicação de defensivos. Na Semeadura Mecanizada de Precisão (SMP), sensores e mecanismos são utilizados em conjunto para alcançar o objetivo final, que

---

é inserir a semente no sulco de forma a atingir a profundidade desejada e manter ótimo contato entre solo e semente. Um dos mecanismos disponíveis para esta finalidade é o mecanismo de força descendente (Downforce), que será tratado no capítulo 5.

No que tange à tecnologia de aplicação, as novas tecnologias tiveram um grande impulso a partir da evolução da Agricultura de Precisão e das aplicações à taxa variável. Atualmente o agricultor encontra diversas opções de produtos e serviços, como o uso de drones pulverizadores, sensores ópticos, sistemas para aeronaves com aplicações à taxa variável, pulverizadores equipados com sistema de telemetria e de posicionamento mais precisos, além de sistemas de monitoramento remoto com a adoção de smartphones.

Em relação à colheita mecanizada, de modo geral a tecnologia disponível nos arranqueadores e recolhedoras de amendoim não encontra grandes avanços, principalmente se compararmos com a colheita de outras culturas, como a soja e o algodão por exemplo. Algumas das tecnologias atualmente empregadas nessas culturas poderiam ser facilmente adaptadas para o recolhimento do amendoim, como por exemplo o uso de monitores de produtividade e de umidade durante a colheita. Os sistemas atualmente disponíveis para a colheita de cereais permitem que o operador visualize a produtividade e umidade da cultura em tempo real durante a colheita, além de permitir o controle de outras funções essenciais da máquina.

Outra tecnologia já disponível no mercado permite o ajuste da colhedora de forma interativa, o que facilita ao operador a solução de problemas encontrados durante a colheita, que por ser uma operação dinâmica, na qual as condições de mudança de cultura ou de colheita mudam o tempo todo, requer grande atenção por parte dos operadores. Desta forma, o ajuste interativo da colhedora possibilita o aumento da eficiência da máquina, uma vez que grande parte das recomendações de regulagens pode ser realizada automaticamente mediante o toque de um botão pelo operador. Para que isso ocorra, esse ajuste interativo é integrado ao computador de bordo da colhedora, permitindo que sejam identificados, por meio de fotografias tomadas durante a colheita, os problemas existentes, tais como a existência de grãos danificados, elevação do nível de perdas de grãos, excesso de impurezas dos grãos ou condições de palha. Assim o operador pode selecionar uma prioridade de regulagem de colheita dentre aquelas disponíveis: grãos danificados; perda de grãos; Limpeza dos grãos ou qualidade da palha (JOHN DEERE, c2019)

Um dos grandes problemas na colheita de amendoim é a determinação da maturidade das vagens, que normalmente é realizada por método destrutivo. No Brasil, pesquisas em Agricultura Digital desenvolvida pelo Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, têm procurado estimar a maturação das vagens da cultura do amendoim por meio de índices de vegetação obtidos por sensoriamento remoto, realizando a estimativa de maneira não destrutiva da maturação do amendoim por meio de Redes Neurais Artificiais. Os resultados têm sido promissores.

Outro problema sério enfrentado pelos produtores de amendoim, no qual as tecnologias de Agricultura Digital podem ajudar, são as perdas na colheita mecanizada. Diante da dificuldade para a determinação de perdas em campo e procurando facilitar o acesso dos produtores ao monitoramento das perdas, equipe do LAMMA desenvolveu um aplicativo para Smartphones, levando em consideração apenas a quantidade de vagens de 2 grãos presentes sobre ou sob o solo e possibilitando a estimativa da quantidade que está sendo perdida por hectare. Este aplicativo, denominado SAPECA (Sistema de Avaliação de Perdas na Colheita do Amendoim), visa a facilitar o monitoramento da colheita, permitindo que os produtores, por meio desse monitoramento, possam reduzir consideravelmente os níveis de perdas.



---

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da evolução tecnológica no campo, podemos afirmar que o futuro já chegou, por meio de uma agricultura realizada com alta tecnologia, que permite a gestão inteligente das propriedades rurais. Considerando que seria muito audacioso e pretencioso tentar prever o que acontecerá nas próximas décadas, no campo da produção agrícola, a única certeza que temos é que a Agricultura irá se reinventar e que as novas tecnologias irão revolucionar o campo. Quanto mais sensores e mais inteligência artificial forem aplicados à gestão agrícola, maior será a produtividade e menores os custos de produção. Portanto, Agricultura 4.0, aos produtores só resta se inserirem neste contexto, ou então serão profissionais ultrapassados.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agenda estratégica Agricultura de Precisão: 2014 – 2030**. Brasília, DF, c2014. Disponível: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/tecnologia-agropecuaria/agricultura-de-precisao-1/arquivos-de-agricultura-de-precisao/agenda-estrategica-do-setor-de-agricultura-de-precisao.pdf>. Acesso: 02 set. 2019.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto Nº 9.854, de 25 de junho de 2019: Plano Nacional de Internet das Coisas**. Brasília, DF, c2019. Disponível: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9854.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9854.htm). Acesso: 02 set. 2019.

JO et al. Quantitative Phase Imaging and Artificial Intelligence: A Review. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, v. 25, n. 1, 2019.

JOHN DEERE. Colheitadeira de grãos S550. Horizontina, RS, c2019. Disponível: <https://www.deere.com.br/pt/colheitadeiras/s%C3%A9rie-s/s550/>. Acesso: 02 set. 2019.

KOPIER, A.A.; SILVA, V.N.A.L.; OLIVEIRA, L.A.A.; LINDEN, R.; SILVA, L.R.A.A.; FONSECA, B.L. C. Redes Neurais Artificiais e suas aplicações no setor elétrico. **Revista de Engenharias da Faculdade Salesiana**, n. 9, 2019. p. 27-33.

KRČO, S.; POKRIĆ, B. **From Precision Agriculture to Prescription Agriculture**. c2016. IEEE. Disponível: <https://iot.ieee.org/newsletter/november-2016/from-precision-agriculture-to-prescription-agriculture.html>. Acesso: 22 nov. 2019.

LECUN, Y.; BOTTOU, L.; BENGIO, Y.; HAFFNER, P. Gradient-based learning applied to document recognition. **Proceedings of the IEEE**, v. 86, n.11, 1998. p. 2278-2324

LIAKOS, K.G. et al. Machine Learning in Agriculture: A Review. **Sensors**, v. 18, n. 8: 2674. 2018.

KAMILARIS, A.; PRENAFETA-BOLDÚ, F. A review of the use of convolutional neural networks in agriculture. **The Journal of Agricultural Science**, v.156, n.3, 2018. p. 312-322.

OECD. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. FINEP (trad.). Rio de Janeiro, RJ, c1997. Disponível: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manual-oslo.pdf>. Acesso: 23 nov. 2019.

PEDROSO, M. et al. A segmentation algorithm for the delineation of agricultural management zones. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 70, n.1, 2009. p.199-208.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Produtor rural está conectado à tecnologia da informação**. Brasília, DF, c2017. Disponível: <http://www.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/NA/produtor-rural-esta-conectado-a-tecnologia-da-informacao,41fbec958277d510VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso: 23 nov. 2019.

---

# PREPARO DO SOLO PARA A CULTURA DO AMENDOIM

*Armando Lopes de Brito Filho  
JarlysonBrunno Costa Souza  
Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva*

## INTRODUÇÃO

Desde o princípio da agricultura o preparo do solo é uma prática cultural essencial e, considerando-se as peculiaridades morfofisiológicas da planta de amendoim, que desenvolve seus frutos abaixo da superfície do solo, o preparo é fundamental para que se possa ter um solo friável, nivelado e livre de resíduos da cultura anterior.

O preparo do solo constitui numa manipulação física, química e biológica, objetivando-se atingir as condições adequadas para a germinação das sementes e, conseqüentemente o crescimento das plantas. De maneira geral, o preparo do solo pode ser classificado em inicial e periódico, em que o primeiro consiste no desmatamento e limpeza da área e o segundo é realizado periodicamente para implantação de alguma cultura.

O preparo periódico tem como objetivos a manutenção da fertilidade do solo, visando boas produtividades, preservação da matéria orgânica, eliminação de camadas compactadas, melhorando as condições de infiltração, aeração e desenvolvimento das raízes e evitando a ocorrência de erosão. O preparo periódico se divide em preparo primário, que tem como objetivo uma movimentação profunda do solo, e secundário, cuja finalidade é complementar o serviço realizado pela mobilização inicial do solo.

A cultura do amendoim, por ser uma cultura que produz frutos abaixo da superfície do solo, necessita de um ambiente que proporcione um bom crescimento radicular, o que é proporcionado pelo preparo do solo.

Na cultura do amendoim, principalmente no estado de São Paulo, onde o amendoim é cultivado em sucessão à cana-de-açúcar, muitas vezes é necessário promover, antes da realização do preparo periódico, a descompactação do solo, utilizando-se para isso os subsoladores.

Os subsoladores são implementos utilizados para desagregação de camadas compactadas do solo, o que facilita no desenvolvimento das raízes e na infiltração de água. A subsolagem é realizada em profundidade superior a 35 centímetros e, por este motivo, requer alta demanda de potência dos tratores nos quais os implementos são acoplados. Seus órgãos ativos são hastes que favorecem a penetração no solo e a quebra das camadas compactadas. A eficiência da subsolagem está correlacionada à umidade do solo, como também com textura e estrutura do solo, bem como com a cultura de interesse, variáveis importantes para escolha da profundidade de trabalho, distância entre as hastes, dimensão e formato das hastes.

Os sistemas de preparo periódico do solo, são enquadrados nas seguintes categorias:

- a) Preparo convencional, que resulta da combinação de duas ou mais operações;
- b) Preparo reduzido, que apresenta menor intensidade de movimentação do solo quando comparado ao convencional;

c) Semeadura direta (Plantio Direto), que advém da implantação de uma cultura sobre os restos culturais da cultura antecessora, sem a necessidade de revolvimento do solo.

#### PREPARO CONVENCIONAL

O preparo convencional normalmente é realizado em duas operações, sendo a primeira caracterizada pela mobilização do solo à profundidade de até 30 centímetros, enquanto a segunda é uma mobilização mais superficial, em torno de uns 15 centímetros, com o objetivo de nivelar e destorroar o solo. Na cultura do amendoim, em se tratando de preparo mecanizado, inicia-se normalmente com a aração, que pode ser com arado de discos ou aivecas, seguida de uma ou mais gradagens com grade leve. Em solos com camadas subsuperficiais compactadas, é recomendado o uso de subsolador antes ou após a aração.

O preparo do solo deve revolver adequadamente o solo, incorporando os restos culturais para favorecer a operação de sementeira e a emergência das plântulas. O modo e os equipamentos com os quais o preparo convencional pode ser realizado variam de local para local e até mesmo dentro de uma propriedade. Com isso a mobilização da camada superficial é realizada com implementos de órgãos ativos como: discos (lisos ou recortados), hastes e lâminas ou enxadas, cuja conformação se destina à erradicação de plantas daninhas e o revolvimento do solo.

Existem no mercado diversas máquinas e implementos agrícolas destinados à operação de preparo do solo, porém, a utilização de maneira inadequada destes equipamentos pode criar condições físicas no solo adversas ao desenvolvimento das culturas, como por exemplo, a erosão e a compactação.

Na formação do conjunto mecanizado com os tratores agrícolas, os equipamentos de preparo podem ser classificados como: de arrasto e montados. Os de arrastos são conduzidos pela barra de tração, enquanto os montados são acoplados no sistema hidráulico de três pontos. Os principais equipamentos de preparo convencional do solo são: arados de discos (Figura 1.a), arados de aivecas (Figura 1.b) e grades de discos (Figura 1.c).



(a)



(b)



(c)

Figura 1. Equipamentos de preparo do solo: a) arado de discos; b) arado de aivecas, c) grade de discos. Fotos dos autores.

#### ARADOS DE DISCOS

Assim como é expresso pelo nome, esse implemento tem como órgãos ativos os discos, que trabalham com movimento de rotação na superfície do solo e, com isso diminuem a influência de impactos sobre sua estrutura. Os discos cortam o solo, elevando-o e jogando-o lateralmente em função do giro do disco. Na sua composição, os arados possuem limpadores que estão localizados na parte interna dos discos, o que impede o acúmulo de solo neles, principalmente quando trabalham em solos mais argilosos. Outro ponto importante é a roda-guia, que influencia na regulagem da profundidade de trabalho, na estabilidade do arado e na diminuição de esforços provenientes da reação do solo sobre os discos.

---

Antes da operação tem-se que levar em consideração sempre as regulagens do implemento, para deixá-lo na condição ideal de trabalho, observando as contrapartidas da área que se irá trabalhar para escolha da melhor tomada de decisão.

### **ARADOS DE AIVECAS**

Os arados de aivecas são caracterizados por apresentarem uma superfície curva, denominada de aiveca, uma borda afiada (relha) e extensão inferior (rasto ou costaneira), as quais são fixadas em uma coluna. A aiveca tem como funcionalidade elevar e inverter a fatia de solo cortado pelo gume da ponta da relha. Como vantagem em relação aos arados de discos, tem-se a boa eficiência de trabalho, apresentando maior mobilização da área trabalhada. Porém, apresentam como desvantagem, em áreas com bastantes obstáculos (pedras, galhos, tocos), o fato de serem mais susceptíveis a danos no implemento.

### **GRADES DE DISCOS**

Embora possam ser utilizadas no preparo primário (grades pesadas), as grades normalmente são mais utilizadas para o preparo secundário do solo (grades leves), promovendo o nivelamento do terreno e o destorroamento dos agregados formados na operação anterior. Quando utilizadas no preparo secundário, deve-se ter um controle dessa operação, para não ficar realizando tráfegos indesejados do conjunto área, pois esse podem ocasionar a pulverização excessiva do solo, causando erosão e aumento dos custos da operação.

### **PREPARO REDUZIDO**

Um dos principais desafios dos produtores de amendoim no processo produtivo, é sem dúvidas, diminuir custos e aumentar sua lucratividade, tendo em vista que, maior parte da área cultivada é destinada para reforma de canaviais (BOLONHEZI et al., 2014), e praticada predominantemente por arrendatários, que estabelecem parcerias com as usinas e fornecedores de cana-de-açúcar.

O conceito de preparo reduzido ou cultivo mínimo é caracterizado pela minimização do número de operações em relação ao preparo convencional, visando reduzir as perdas de solo e água. O preparo reduzido engloba práticas conservacionistas que visam a menor mobilização do solo, de forma que grande parte da área esteja coberta com matéria orgânica de culturas anteriores, cobertura viva com plantas espontâneas ou cobertura verde. Os benefícios desta prática são: menor consumo de energia, aumento da concentração de matéria orgânica, melhoria das condições físicas e químicas do solo, bem como prevenção de erosão (EMBRAPA, 2010).

### **PLANTIO DIRETO**

A cultura do amendoim é cultivada principalmente em áreas de reforma de canaviais que, em geral, apresentam solos mais compactados por causa do alto índice de tráfego de máquinas durante o cultivo e a colheita da cana-de-açúcar. Em consequência, essas áreas geralmente apresentam aumento da resistência mecânica do solo à penetração, redução da porosidade, da permeabilidade e da disponibilidade de nutrientes e água, reduzindo o crescimento e o desenvolvimento radicular da cultura de cana-de-açúcar. Então, a cultura do amendoim, implantada em sucessão, torna-se uma alternativa com o Sistema Plantio Direto (LEONEL, et al., 2007). São vários os benefícios ambientais que um Sistema Plantio Direto proporciona. Um dos principais é a redução da erosão da camada superficial do solo por causa da boa quantidade de palha que fica disposta no solo. Os outros benefícios que esse

sistema pode trazer para o meio ambiente e para as culturas é a melhor eficiência do uso da água, pelo fato do sistema de plantio direto diminuir a erosão, o solo absorve mais água (HERMANI et al., 1999). Além disso, há redução das aplicações de herbicidas, diminuição da contaminação do lençol freático e dos cursos d'água. Mas, no caso do plantio direto de amendoim, também são expressivos os ganhos econômicos. Os produtores de amendoim chegam a economizar mais de 30% dos custos de produção mantendo o mesmo nível de produtividade do sistema de plantio com o preparo convencional (CARVALHO et al., 2014).

## INOVAÇÕES NO PREPARO DO SOLO

Dentre as novas tecnologias atualmente utilizadas por produtores de amendoim no Brasil, destaca-se o uso do equipamento denominado Rip Strip. Trata-se de um equipamento já bastante utilizado por produtores nos Estados Unidos e que vem ganhando espaço em regiões produtoras de amendoim do estado de São Paulo. O Rip Strip (Figura 2) tem por finalidade preparar o solo somente na linha de plantio do amendoim sobre a palhada e é constituído por disco de corte (1), discos dentados (2), hastes (3), discos corrugados (4), discos ondulados (5) e rolo destorroador/nivelador (6).



Figura 2. Constituição do rip strip. Fonte: BM Equipamentos Agrícolas (2019).

Os discos de corte, com diâmetro em torno de 26" têm por função cortar a palhada da cultura anterior. Na sequência, um par de discos, localizado nas laterais do disco de corte e deslocados para trás, removem a palhada da linha para posterior semeadura, formando uma faixa de mais ou menos 20 cm de largura. Este disco trabalha perpendicularmente ao solo e pode ser deslocado em até 45° em relação ao sentido do deslocamento do conjunto trator-equipamento, possibilitando ou não a retirada da palhada. As hastes, juntamente com as ponteiros, constituem os órgãos mobilizadores do solo e atuam à profundidade de 20 a 45 cm, dependendo da condição do solo. As hastes possuem um sistema de molas que atuam como mecanismo de segurança e garantem uma pressão de até 250 kgf. Para a semeadura do amendoim a haste deve atuar à profundidade de 20 a 25 cm, sendo recomendado o espaçamento de 90 cm entre hastes. Os discos corrugados podem trabalhar lado a lado ou ligeiramente à frente um do outro, dependendo da condição do solo e da palhada. Estes discos trabalham na área do solo mobilizado pela haste e possuem regulagem de angulação com finalidade de direcionar mais ou menos solo na linha de semeadura. Logo após os discos corrugados encontram-se os discos ondulados, que proporcionam o destorroamento provocado pela haste. Por fim, o equipamento conta com um rolo destorroador/nivelador, que completa a função de destorroamento dos discos ondulados, proporcionando também o nivelamento da faixa de solo preparada (BM EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS, 2019).

---

Como as áreas que são destinadas aos produtores de amendoim são liberadas muitas vezes em cima da hora pelas usinas, isto acaba se tornando um problema para os produtores, pois é preciso correr contra o tempo por causa do grande número de operações necessárias para o preparo convencional. O Rip Strip surge então como uma boa opção para otimizar o tempo com um sistema de baixo custo para o processo de preparo do solo no cultivo do amendoim.

Existem pesquisas realizadas na última década para as condições norte-americanas, utilizando com frequência o Rip Strip. Siri-Prieto et al. (2009) estudaram o uso deste implemento em comparação com a semeadura direta, em integração com pecuária, concluindo que o maior lucro foi obtido com o preparo em faixa (US\$ 462), em comparação à semeadura direta sobre pastagem (US\$ 41). Embora já existam pesquisas sobre a viabilidade do amendoim em manejo conservacionista, algumas questões ainda precisam ser melhor estudadas, tais como as perdas na colheita, o impacto da compactação do solo sobre o desenvolvimento das plantas, estabelecimento do estande inicial e níveis de aflatoxina.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de sistemas conservacionistas de solo para a cultura do amendoim pode ser uma bola alternativa para os produtores, contribuindo para que se possa ter maior retorno econômico, com obtenção de maiores produtividades e redução das perdas na colheita.

## REFERÊNCIAS

BM EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS. **Rip Strip**. Dumont, SP, c2019. Disponível: <http://www.kbm.ind.br/demais-equipamentos/item/13-rip-strip>. Acesso: 30 nov. 2019.

BOLONHEZI, D. et al. Conservation agriculture principles applied for brazilian peanut-crop system. In: World Congresson Conservation Agriculture, VI. **Proceedings...**, Winnipeg, Canadá, p.140-144, 2014. CD-Rom.

CARVALHO, T.L. et al. Genótipos de amendoim cultivados em semeadura direta e convencional sob regime hídrico do sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.8, n.6, p. 432-443. Fortaleza, CE, 2014

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja** – região central do Brasil - 2010. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2010.

LEONEL, C.D. et al. Influência da compactação do solo no crescimento radicular e na produtividade do amendoim. **Científica**, v.35, p. 51-60. Jaboticabal, SP, 2007.

SIRI-PRIETO, G. et al. Tillage requirements for integrating winter annualgrazing in peanut production: plantwater status and productivity. *Agronomy Journal*, v. 101, n. 6, p. 1400-1408. Madison, WI. 2009.

---

# SEMEADURA MECANIZADA DE AMENDOIM

*Profa. Dra. Carla Segatto Strini Paixão  
Prof. Dr. Murilo Aparecido Voltarelli  
Eduardo Prisco Angelo*

## INTRODUÇÃO

A produção paulista de amendoim é destaque no cenário nacional há décadas ao responder por quase 90% da produção de grãos. Essa liderança é fruto das diversas interações entre produtores, pesquisadores e instituições de ensino e pesquisa envolvidos desde a produção a campo até a comercialização do produto, que por ser autossuficiente, a produção nacional ganha espaço no mercado externo (IEA, c2019).

O avanço do amendoim paulista, retrata a importante participação das cooperativas de produtores, indústrias confeitadeiras e beneficiadores, por atuarem no mercado interno e externo. De acordo com Martins (2016), na última década, a retomada do comércio externo foi responsável por revelar que as mudanças tecnológicas trouxeram ganhos em qualidade e competitividade, junto com a possibilidade da participação do amendoim no cenário mundial.

De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, c2019), a estimativa da safra de 2015/2016 em área plantada de amendoim foi de 103,1 (mil ha) para o estado de São Paulo, e totalizou 110,3 (mil ha) no país. Logo, a produção de grãos no mesmo ano foi de 364,8 (mil t) no estado paulista, e 388,8 (mil t) no país. Por outro lado, a estimativa para a safra de 2018/2019 em área plantada foi cerca de 134,8 (mil ha) para o estado paulista e 141,8 (mil ha) para o país, a produção de grãos foi de 529,8 (mil t) e de 551,7 (mil t), respectivamente.

No decorrer dos anos, o aumento da área semeada de amendoim no país esteve associado, dentre os avanços técnico-científicos, com a qualidade da operação da semeadura mecanizada, cultivares com alto valor de mercado e aos sistemas conservacionistas de preparo do solo, que por sua vez, tornou possível a semeadura em larga escala, com a utilização de semeadoras precisas. A inserção deste tipo de máquina na cultura consolidou um processo uniforme, rápido e econômico, viabilizando e impulsionando a produção nacional, bem como potenciais ganhos em produtividade.

Atualmente, o constante crescimento da agricultura junto à tecnologia empregada no campo, ressalta a relevância do desenvolvimento de mecanismos para projeto de máquinas, automatização das semeadoras e, por fim, utilizando cultivares recomendadas, associando ao melhor desempenho do ambiente de produção (sistemas conservacionistas de preparo do solo), visando ao aumento de produtividade e a racionalização dos insumos agrícolas, para aumentar o volume de produção e de exportação de grãos, e destacar a importância da cultura para o agronegócio brasileiro e mundial.

Com isso, neste capítulo espera-se apresentar alguns fatores importantes para a semeadura mecanizada de amendoim, levando em consideração a máquina, a tecnologia empregada nos sistemas mecanizados, bem com o uso de cultivares aptas, e um sistema conservacionista de preparo do solo que vem sendo utilizado nas áreas de reformas de canais, ressaltando que todos esses fatores devem possuir sinergia para o ganho de produtividade baseado na operação de semeadura de amendoim.

---

## INOVAÇÕES PARA O PLANEJAMENTO DA SEMEADURA DE AMENDOIM

As inovações e a inserção de tecnologias no campo que hoje já são uma realidade no mercado de máquinas agrícolas, bem como em produção vegetal, nos sistemas de preparo do solo, melhoramento genético, dentre outros, são essenciais para garantir uma semeadura de qualidade, atingindo o estande Adequado de plantas e tornando a evolução do processo de semeadura cada vez mais sustentável e eficiente ano após ano.

Nesse tópico serão abordados dois itens, matéria-prima e ambiente de produção, essenciais para compor boa parte das tecnologias e biotecnologias empregadas, e que se associam de modo eficiente com a operação de semeadura mecanizada de amendoim, buscando aumento da qualidade do processo e o aumento da produtividade.

### **MATÉRIA-PRIMA**

Atualmente as cultivares de amendoim mais comumente semeadas, na região Sudeste do Brasil, são Granoleico, IAC 503, IAC OL3 e IAC 505. Cada uma delas possui características particulares e, quando somadas à semeadura de qualidade, estas características são fatores de sinergia para se atingir elevadas produtividades. Ao longo dos anos no Brasil, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) trabalhou intensivamente no melhoramento genético de cultivares de amendoim, com o intuito de aumentar a resistência a pragas e doenças, bem como atribuir características de elevado teor de ácido oleico.

A variedade Granoleico iniciou a sua primeira safra em 2013/2014 no Brasil, sendo uma cultivar desenvolvida na Argentina e que possui como característica principal o elevado teor do ácido oleico, sendo esta uma boa qualidade do grão para aumentar a vida útil de armazenamento dos produtos de sua origem. Esta cultivar foi registrada no Brasil entre os anos de 2010 e 2011 e tem como características:

Ciclo longo e crescimento indeterminado: 125-130 dias (em SP);

Maior tolerância à seca;

Apta para a mecanização agrícola;

Produtividade média: 5.000 kg/ha-1.

Ressalta-se que essa cultivar de amendoim, encontra-se em tendência de diminuição de áreas plantadas no Brasil, em virtude do carvão do amendoim, que é uma doença causada pelo fungo *Thecaphora frezii*. Ainda não há relatos dessa doença no Brasil, porém, a orientação geral dos órgãos de pesquisa, cooperativas e dos órgãos reguladores do país, é a prevenção desta doença.

Em uma conjectura cronológica próxima ao lançamento do amendoim Granoleico, em 2009, o IAC lançou a cultivar IAC 503, que possui as seguintes características (IAC, 2019):

Ciclo longo e crescimento indeterminado: 130-140 dias (em SP);

Moderadamente suscetível à mancha castanha;

Moderadamente resistente à mancha preta e ferrugem;

Apta para a mecanização agrícola;

Produtividade média: 4.500 kg ha<sup>-1</sup> e potencial: 6.500 kg ha<sup>-1</sup>.

Qualidade dos grãos: característica “Alto Oleico” (70 a 80 % de ácido oleico no óleo), propiciando prolongamento da “vida de prateleira” do produto.

Mercado preferencial: confeitaria; grãos alongados e de tamanho médio maior do que



---

de outros do padrão Runner, grãos predominantemente de calibres 38/42 a 40/50, especialmente indicado para elaboração de grãos branqueados (sem pele).

A variedade IAC OL3, foi levada ao público em 2013, possuindo como características (IAC, 2019):

Ciclo longo e de crescimento determinado: 125-130 dias (em SP);

Melhor adequação do ciclo para rotação com a cana;

Apta para a mecanização agrícola;

Suscetível a doenças foliares;

Produtividade média: 4.500 kg ha<sup>-1</sup> e potencial: 7.000 kg ha<sup>-1</sup>;

Qualidade dos grãos: possui a característica “Alto Oleico” (70 a 80 % de ácido oleico), propiciando prolongamento da “vida de prateleira” do produto, e

Mercado: grãos aptos para o mercado de confeitaria; tamanho médio de grãos, com predominância de calibres 38/42 e 40/50; teor de óleo moderado (na faixa do cv. Runner IAC 886).

A variedade IAC 505, foi lançada em 2017, e possui como características (IAC, 2019):

Ciclo longo e de crescimento indeterminado: 130-135 dias (em SP)

Moderadamente suscetível à mancha castanha, mancha preta e ferrugem;

Apta para a mecanização agrícola;

Produtividade média: 4.500 kg ha<sup>-1</sup> e potencial: 6.000 kg ha<sup>-1</sup>;

Qualidade dos grãos: possui a característica “Alto Oleico” (70 a 80 % de ácido oleico), propiciando prolongamento da “vida de prateleira” do produto, e

Mercado: grãos aptos para o mercado de confeitaria; tamanho médio de grãos na faixa de outros Runner, predominantemente de calibre 40/50; seu alto teor de óleo (49-50%) o qualifica também para o mercado de óleo comestível ou biocombustível.

A escolha da cultivar adequada ao que o mercado consumidor deseja é o primeiro passo para o sucesso. Então, faz-se necessário ter uma visão holística do ciclo de produção e da cadeia produtiva, para fazer a melhor escolha da cultivar. O próximo passo do processo é adquirir sementes certificadas e de qualidade para que os níveis de germinação, pureza e vigor estejam em atendimento ao valor mínimo necessário, para que possa ser garantida uma produtividade final aceitável. Após isso, entra a semeadura mecanizada, com a regulação das máquinas para que seja atendido o estande de plantas desejadas e, quanto maior for qualidade da semeadura, melhor será a distribuição longitudinal de sementes, o que pode ser um grande indicador para o sucesso no momento da colheita.

## **AMBIENTE DE PRODUÇÃO**

O ambiente de produção deve ser propício ao desenvolvimento das sementes, favorecendo a germinação e emergência destas da melhor maneira possível, estando à disposição água e nutrientes. Partindo desse princípio, os sistemas de preparo do solo, de forma convencional, às vezes não faz a junção de todos os fatores ideais para o desenvolvimento das plântulas e, por consequência, na maioria das vezes, são atingidos diretamente pelas gotículas de chuva e, posteriormente, resultam em erosão, na qual é a pior condição que pode ocorrer em um solo agrícola.

Para tentar alternativas inovadoras e que atendam ambientalmente um sistema mais sustentável, o preparo conservacionista do solo torna-se uma saída viável para as áreas de plantio de amendoim, uma vez que na região Sudeste, no estado de São Paulo, o mesmo

---

é semeado em áreas de reformas de canaviais, tendo como foco a diversificação de renda, após a retirada da cana-de-açúcar e agregando material vegetal no solo (massa verde) para melhorar suas características físicas e químicas ao longo do tempo.

O início das pesquisas sobre sistemas conservacionistas de preparo solo para amendoim sobre cana crua foi realizado pelo IAC em Ribeirão Preto, SP. Os resultados destes trabalhos apresentam que a nodulação é duas vezes maior, o teor de água do solo na zona de crescimento das vagens é maior e a produtividade de vagens não possui queda na semeadura direta do amendoim (BOLONHEZI et al., 2007). Por ser uma tendência atualmente, a colheita de cana-de-açúcar ser realizada por colhedoras o resíduo de palha na área irá existir em todo o ano de renovação do canavial, somado ao aporte ao longo dos anos, fazendo com que os produtores tenham o hábito de utilizar cada vez mais o preparo conservacionista do solo, visando à preservação do solo e reduzindo gasto com o preparo de solo em relação à forma convencional (arados e grades).

## **TECNOLOGIAS DAS MÁQUINAS PARA SEMEADURA DE AMENDOIM**

Alguns fatores afetam a produtividade das culturas agrícolas, dentre eles a regularidade na distribuição de plantas na linha de semeadura é o principal fator. Uma vez que, a competição por água, luz e nutrientes é intensificada com o acúmulo de plantas, influenciando negativamente no seu desenvolvimento e na produção individual. Em contrapartida, as eventuais falhas entre plantas na linha de semeadura podem favorecer o processo de erosão e o desenvolvimento de plantas invasoras.

Em vista disso, a dosagem e a distribuição de sementes pelas semeadoras são fatores determinantes para se obter alta produtividade (FRANCETTO et al., 2015). Para o amendoim, o tamanho da semente é crucial para que se obtenha sucesso na implantação da cultura, visto que, o tamanho é proporcional ao tamanho das células cotiledonares, logo, quanto maiores as células, maior seu poder germinativo (ZERBATO et al., 2015).

Em relação à escolha dos discos dosadores é sabido que, para uma boa acomodação das sementes no disco, os alvéolos devem ser maiores que as próprias sementes (para semeadoras mecânicas), uma vez que o amendoim pode sofrer injúrias mecânicas por exibir um tegumento delicado quando a casca é rompida. Isso implica diretamente na redução de vigor e no potencial de armazenamento da semente (BAUDET et al., 1978).

No que diz respeito à densidade de plantas, ZERBATO et al. (2015) apontam que uma semeadura de 14 sementes m<sup>-1</sup> possibilita população média em torno de 128.000 plantas ha<sup>-1</sup>, consolidando os estudos feitos por Godoy et al. (2014), em que ótimas produtividades puderam ser alcançadas com população média de 130.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Dentre os inúmeros fatores que qualificam a semeadura, o solo é um dos responsáveis por garantir um bom acondicionamento e fornecimento de água e nutrientes para o amendoim.

Nesse sentido, o uso de sistemas conservacionistas do solo possui sinergismo para o favorecimento da germinação das sementes. Godoy et al. (2014), recomendam a classe textural arenosa para o cultivo de amendoim devido à maior facilidade de desenvolvimento das vagens em subsuperfície.

Quanto à forma de distribuição das sementes no solo, as semeadoras são classificadas em dois modelos: semeadoras de precisão e de fluxo contínuo. A semeadora de precisão, modelo utilizado para a cultura do amendoim, tem a função de abrir o sulco, dosar e distribuir a semente e, logo em seguida, cobri-la com solo e compactá-lo para garantir o bom contato solo-semente (PANNING et al., 2000).

---

Toledo et al. (2009) ressaltam a importância do desempenho do conjunto mecanizado trator-semeadora, para se alcançar melhores resultados. Dessa forma, a força de tração necessária para a operação de semeadura de precisão, incluindo a resistência ao rolamento da máquina deve ser de 0,9 kN, com variação de 25% por linha durante a semeadura, e para o conjunto semeadora-adubadora é de 3,4 kN, com variação de 35% por linha, respectivamente (ASABE, 2006).

Logo, a potência disponível na barra de tração é diretamente proporcional à força de tração requerida e à velocidade de deslocamento do conjunto. Já, na avaliação de desempenho operacional de semeadura, a patinagem dos rodados motrizes é um fator que pode contribuir negativamente para a qualidade da operação, em razão das maiorias das semeadoras terem o dispositivo dosador/distribuidor mecânico, isto é, ligado aos rodados da máquina, operando por gravidade, ou seja, a patinagem pode fazer com que haja excesso ou falta de deposição de semente em determinado local.

Nas semeadoras de precisão automatizadas o acionamento dos mecanismos dosadores é realizado por meio de motores de comandos eletro-hidráulicos ou elétricos, minimizando essa fonte de variação, promovendo a diminuição das falhas de semeadura. Em relação ao consumo de combustível das semeadoras, Lopes et al. (2003) salientam que o consumo de tratores agrícolas é influenciado pela lastragem, carga imposta na barra de tração, tipo de pneu e pela velocidade de deslocamento.

## CONSTITUIÇÃO DAS SEMEADORAS-ADUBADORAS

### CHASSI

O chassi, ou barra porta-ferramentas é uma estrutura construída em aço, formando um quadro rígido responsável por oferecer suporte para os demais componentes das semeadoras. Este pode ser classificado em chassi pivotado, biarticulado e pantográfico. O chassi pivotado possui as barras principais ligadas apenas a um ponto de articulação, contudo, com os avanços tecnológicos, esse tipo de chassi está se tornando obsoleto. Por outro lado, o biarticulado possui o sistema pivotado e uma articulação a mais, que permite seguir as irregularidades do terreno. Por fim, o pantográfico (Figura 1) é constituído por um sistema paralelogramo, com duas barras articuladas. Esse sistema permite maior uniformidade no processo, pois acompanha as irregularidades do terreno.



Figura 1. Semeadora com chassi pantográfico. Fonte: John Deere (2019).

## RESERVATÓRIO / SUPORTE DE CARGAS

Responsável pelo armazenamento de fertilizantes e sementes, são constituídos de polietileno para melhor escoamento do produto. Atualmente as semeadoras modernas estão saindo de fábrica com apenas o reservatório para sementes, que são direcionadas por fluxo de ar até o mecanismo dosador (Figuras 2 e 3). Essa tecnologia faz com que haja aumento da capacidade de trabalho do conjunto mecanizado, evitando menores tempos de paradas para abastecimento.



*Figura 2.  
Reservatório  
de sementes  
centralizado.*

*Fonte:  
John Deere  
(2019).*



*Figura 3.  
Semeadora com  
reservatório de  
sementes nas  
linhas.*

*Fonte: Luan  
Pereira de  
Oliveira.*

## SISTEMA DE CORTE DA PALHADA

Este sistema, além de ser responsável pelo corte da palhada, é encarregado de facilitar a abertura dos sulcos para os fertilizantes e sementes. Os tipos de discos para o corte da palhada são o liso, o ondulado e o recortado (Figura 4). O disco liso pela menor área de contato com o solo, demanda menor força vertical, mas, por outro lado, o disco ondulado apresenta maior área de contato, demandando maior massa da semeadora. Por fim, o disco recortado provoca menor patinagem e embuchamento de material vegetal, além de demandar força intermediária em relação aos discos anteriores (EMBRAPA, 2011).



*Figura 4. Discos de corte de palhada. Fonte: Baldan (2019).*

## SISTEMA DE ABERTURA DE SULCO

Esse sistema é responsável pela abertura do sulco de deposição de fertilizantes e de sementes. Pode ser classificado em dois tipos, haste sulcadora (Figura 5) e discos sulcadora (Figura 6). A haste é indicada para o uso no Sistema Plantio Direto (SPD), uma vez que pode ajudar na quebra do encrostamento superficial e alcança maior profundidade na colocação

do adubo. Em contrapartida, os discos são utilizados em solos com resíduos, podendo ser simples ou duplos.



Figura 5. Sistema de abertura de sulco por hastes. Fonte: LS Tractor (2019).



Figura 6. Sistema de abertura de sulco por discos. Fonte: PlantiCenter (2019)

### SISTEMA DE DOSAGEM DE SEMENTES

O sistema de dosagem de sementes, atualmente, pode ser dividido em dois modelos: mecânico e pneumático. O sistema mecânico, basicamente, opera por gravidade, em que a semente atravessa o alvéolo do disco e passa pela parte inferior do distribuidor, o sistema é acionado por meio do rodado da semeadora (Figura 7). O sistema pneumático opera por meio da redução da pressão atmosférica do lado contrário das sementes, por um ventilador. A semente cai quando o fluxo de ar é cessado e, geralmente, esse tipo de mecanismo se encontra na posição vertical (Figura 8).

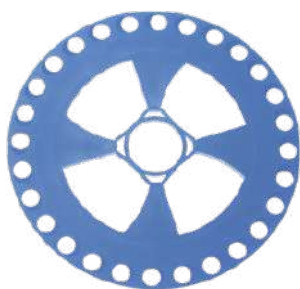


Figura 7. Sistema de dosagem mecânico. Fonte: J.Assy (2019).



Figura 8. Sistema de dosagem de sementes da PrecisionPlanting. Fonte: Luan Pereira de Oliveira.

---

## SISTEMA LIMITADOR DE PROFUNDIDADE

O limitador é responsável por controlar a profundidade da deposição das sementes. Esse sistema é constituído por duas rodas ligadas a linha de semeadura (Figura 9). A regulação do sistema pode ser feito por meio de alavancas.



Figura 9. Sistema limitador de profundidade com rodas duplas. Fonte: John Deere (2019).

## SISTEMA DE COMPACTAÇÃO DO SOLO

O sistema de compactação do solo é responsável por garantir o bom contato solo-semente. Geralmente o sistema é composto por duas rodas de formato em "V" com o intuito de realizar a compactação lateral, expulsando os possíveis bolsões de ar no solo (Figura 10). Para ajustes do ângulo de trabalho, as rodas possuem duas alavancas com molas, a primeira é responsável por ajustar o ângulo de trabalho, e a segunda é responsável pelo ajuste da pressão do fechamento lateral do sulco (SENAR, 2017).



Figura 10. Sistema de compactação de solo com rodas em 'V'. Fonte: CabisOnline (2019)

## MECANISMOS DE DISTRIBUIÇÃO DE FERTILIZANTES

Dentre os tipos de mecanismos de distribuição de fertilizantes, o sistema helicoidal (Figura 11) é comumente encontrado em semeadoras de precisão e a dosagem de adubo é determinada pela combinação de engrenagens na caixa de transmissão e pelo tipo de helicóide utilizado para semeadoras mecânicas (SENAR, 2017). Para semeadoras de precisão

---

automatizadas o acionamento é realizado por motores eletro-hidráulicos e elétricos, tornando a dosagem e distribuição do fertilizante mais assertiva em velocidades de trabalhos elevadas.



Figura 11. Mecanismo distribuidor de fertilizantes helicoidal. Fonte: FertiSystem (2019).

## AGRICULTURA DE PRECISÃO NA SEMEADURA DE AMENDOIM

A agricultura de precisão atualmente tornou-se a ferramenta de gestão mais eficaz (MOLIN et al., 2015) quando se deseja implementar sustentabilidade e qualidade na operação de semeadura mecanizada de amendoim. Esta ferramenta possibilita obter ganhos em produtividade, apenas colocando no solo a quantidade necessária de insumos (fertilizante e sementes) para uma boa germinação e emergência de plântulas, formando um estande final adequado. Na cultura do amendoim em específico, o uso desta tecnologia adentrou por volta de 2012 e, posteriormente, surgiram alguns trabalhos iniciais avaliando o erro de alinhamento entre as passadas com uso do piloto automático.

Atualmente, as semeadoras modernas estão saindo de fábricas com controladores automáticos de sessões para evitar que haja a sobreposição de sementes em locais anteriormente semeados, otimizando assim o sistema mecanizado de semeadura e também para evitar realizar a semeadura fora do projeto de planejamento para o 'plantio' fora dos talhões. Para a correta utilização do controle automático de sessão (corte de sessão), deve ser gerado um mapa previamente antes da semeadura, com o contorno dos talhões (georreferenciados) a serem semeados e, na sequência, deve ocorrer a operação de semeadura, dentro do talhão delimitado e no espaçamento determinado. O georreferenciamento do contorno dos talhões, bem como das linhas de semeadura, por meio do sistema GNSS, tendo como receptor uma antena GPS na cabine do trator, serve para detectar as linhas de semeadura e de contorno, para assim evitar erros entre as passadas.

Outro fator que pode ser levado em consideração para a semeadura de amendoim é a utilização do sistema de direcionamento automático (piloto automático), fazendo com que ocorra melhor alinhamento entre as passadas do conjunto mecanizado, resultando no maior aproveitamento da área. O sistema utilizado para manter o alinhamento entre as passadas é o RTK (Real Time Kinematic) ou posicionamento em tempo real, apresentando uma antena alocada na cabine do trator (rover), uma antena fixa no campo e, às vezes, uma base repetidora, para que o cálculo de correção dos erros do sinal de rádio enviado pelos satélites seja corrigido pela triangulação matemática, e, posteriormente, enviados à antena móvel (no trator) para a correção automática. Ressalta-se ainda que o sistema de direcionamento automático,

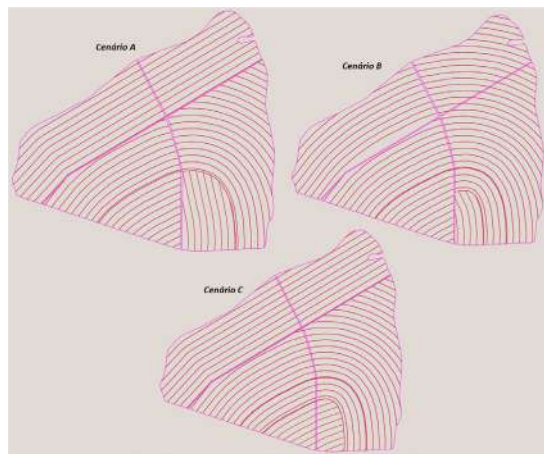
---

instalado no sistema hidráulico do trator, traz melhores resultados nas respostas para a correção do alinhamento entre as passadas ou a diminuição do erro de alinhamento, em relação aos demais tipos no mercado (Figura 12).



*Figura 12. Conjunto trator-semeadora com uso do piloto automático. Fonte: Oliveira, L.P.*

Existem também no mercado softwares agrícolas para se fazer o planejamento dos talhões para a semeadura mecanizada de amendoim, buscando assim o máximo aproveitamento da área a ser semeada e também, otimizar as linhas de semeadura, buscando maior eficiência do conjunto mecanizado. Estes softwares fazem o planejamento das linhas de semeadura, sendo o talhão identificado e georreferenciado em seu contorno, para evitar desperdícios durante a semeadura (Figura 13). A qualidade da semeadura se torna importante, pois após a realização deste planejamento e a execução do plantio nessas diretrizes, esse projeto também será utilizado na colheita de amendoim, agregando ainda mais valor ao ciclo imposto pela agricultura de precisão.



*Figura 13. Planejamento para a definição de projetos de talhões em função da direção das linhas de semeadura.*

Nesse sentido, torna-se também possível realizar a semeadura em taxa variada, aproveitando as partes melhores que os talhões têm a oferecer, de modo de que seja utilizado ao máximo o potencial para a produção. A semeadura em taxa variada consiste em alterar a quantidade de sementes e de fertilizantes à medida em que as condições de solo necessitam, ou seja, previamente é realizado um levantamento dos atributos do solo para mapeamento



---

das zonas de alto e baixo risco para semeadura.

O conhecimento da variabilidade espacial e temporal da área é de suma importância para utilizar as ferramentas da agricultura de precisão na semeadura mecanizada de amendoim. A variabilidade espacial se refere ao monitoramento das condições do solo, em cada talhão, de forma que o mesmo não seja considerado como homogêneo e que cada particularidade existente seja tratada de maneira específica espacialmente. Por outro lado, a variabilidade temporal ocorre safra a safra ou de um ano safra para o outro e assim por diante. Assim, se o produtor souber o histórico de produção das suas áreas, esta informação somada à variabilidade espacial, pode permitir a melhor definição das zonas de manejos de cada talhão, para aumentar a eficiência da semeadura em taxa variada.

Após ter o conhecimento da variabilidade espacial e temporal, podemos trabalhar com um conceito de gestão diferenciada de lavouras (MOLIN, A et al. 2015). Assim, podemos trabalhar com precisão na dosagem e distribuição de sementes e fertilizantes, adequando a maior densidade de plantas em locais que apresentam maior potencial de produção e, conseqüentemente, que tem disponíveis os melhores recursos agrônômicos do solo para o desenvolvimento das plantas.

Em contrapartida, também é possível fazermos uma racionalização do uso de sementes e fertilizantes na semeadura, colocando uma quantidade menor de semente/plantas em uma área em que o potencial de produção não seja atrativo ou que possa limitar o desenvolvimento das mesmas. Todo o levantamento das informações e/ou características do solo, devem ser trabalhadas antes da semeadura de amendoim, por meio de amostragens georreferenciadas, análise e interpretação dos resultados e direcionando os insights destas informações para a semeadura.

Para que a semeadura em taxa variável ocorra, a instrumentação das máquinas agrícolas torna-se essencial, com a utilização de sensores, controladores e atuadores hidráulicos, eletro-hidráulicos e elétricos, bem como um computador de bordo, onde o produtor possa inserir as configurações do estande de plantas, número de sementes por metro, massa de adubo por metro, número de sementes por metro, dentre outros. Todos estes itens devem ser associados a uma antena receptora GPS na cabine do trator ou na semeadora, para obtermos as coordenadas geodésicas para que possamos localizar os pontos espacialmente e utilizarmos a taxa variada na semeadura.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As inovações no processo de semeadura mecanizada de amendoim visam aumentar a racionalização e otimização do uso de insumos (sementes e adubos), dos métodos de preparo do solo e do cultivares altamente produtivas, bem como refletir de maneira sustentável nos aspectos ambientais e econômicos.

O grande avanço no processo de semeadura mecanizada está associado à implementação das técnicas de agricultura de precisão, ou seja, fazendo uso da instrumentação agrícola, por meio de sensores, que conseguem quantificar a quantidade de sementes dosadas e também o adubo, podendo atribuir de maneira específica onde haja as maiores necessidade desses insumos, visando o aumento racional da produtividade.

Os sistemas mecanizados trator-semeadora ou trator-semeadora-adubadora podem obter maior velocidade de trabalho, fazendo com que o produtor consiga atender ao pequeno espaço de tempo que possui para a realização da semeadura, a chamada “janela de plantio”, nos meses finais do ano, sendo um fator de aumento da capacidade de trabalho deste conjunto mecanizado. Associado a isso, a qualidade na distribuição de sementes e fertilizantes

---

não é prejudicada, uma vez que estes mecanismos dosadores não possuem sincronia com a roda motriz da semeadora.

Outro fator que pode ser destacado, em relação às inovações nas semeadoras ou semeadoras-adubadoras pode ser atrelado à elaboração de novos mecanismos dosadores de sementes, visando acomodar melhor as sementes no disco, fazendo com que a quantidade de sementes seja a mesma que a quantidade de furos, para que assim as falhas da semeadura sejam diminuídas cada vez mais e, conseqüentemente, resultará em maior uniformidade do estande de plantas.

## REFERÊNCIAS

ASABE. American Society of Agricultural and Biological Engineers. **ASAE D497.5 Agricultural Machinery Management Data**. In: ASABE Standards. St. Joseph, 2006 b. p.391-398.2006.

BAUDET, L.; POPINIGIS, F. & PESKE, S. Danificações mecânicas em sementes de soja transportadas por um sistema de elevador secador. **R. Bras. Armaz.**, Viçosa, 3(4): 29-38, 1978.

BOLONHEZI, D.; MUTTON, M.A.; MARTINS, A.L.M. Sistemas conservacionistas de manejo de solo para amendoim cultivado em sucessão à cana crua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42, 939 - 94, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. Cap.7, p.307-323. Disponível: <[http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946\\_regras\\_analise\\_sementes.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf)>.

CARNEIRO, A. M. P.; CINCOTTO, M. A. e JOHN, V. M. **A massa unitária da areia como parâmetro de análise das características de argamassas**. Ambiente Construído, v. 1, n. 2, p. 37-44. São Paulo. 1997.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília, DF, v. 1, n.1, c2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mecanização: Perguntas e respostas sobre o milho**. Brasília, DF, 2011, p. 39.

FRANCETTO, T. R.; DAGIOS, R. F.; LEINDECKER, J. A.; ALONÇO, A. S.; FERREIRA, M. F. Características dimensionais e ponderais das semeadoras adubadoras de precisão no Brasil. **Tecno-lógica**, Santa Cruz do Sul, v.19, n.3, p. 18-24, 2015

GODOY, I. J.; BOLONHEZI, D.; MICHELOTTO, M. D.; FINOTO, E. L.; KASAI, F. S.; FREITAS, R. S. **Amendoim, Arachishypogaea** L. In: Aguiar, A. T. E.; Gonçalves, C.; Pateriani, M. E. A. G. Z.; Tucci, M. L. S.; Castro, C. E. F. Boletim IAC 200: Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. 7.<sup>a</sup> Ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014, p. 22-27.

GONELI, A. L. D.; CORRÊA, P. C.; BOTELHO, F. M.; OLIVEIRA, G. H. H.; SANTOS, E. S. Propriedades físicas dos frutos de mamona durante a secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.33, p.148-155, 2008.

IAC – Instituto Agrônomo de Campinas. c2019. Disponível: <http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/graos/amendoim.php>. Acesso: 28 nov. 2019.

IEA – Instituto de Economia Agrícola. **Análises e indicadores do agronegócio**. São Paulo, v. 14, n. 4. c2019. Disponível: <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/AIA/AIA-23-2019.pdf>. Acesso: 26 nov. 2019.

---

LOPES, A.; FURLANI, C. E. A.; MELLO, J. G. S. **Protótipo de sistema instrumental para medição de consumo de combustível em tratores**. In: Congresso brasileiro de Informática aplicada à agropecuária e à indústria, 4, 2003. Porto Seguro: Sociedade Brasileira de Informática Aplicada à Agropecuária e à Industrial, Anais... Porto Seguro, 2003.

MARTINS, R; VICENTE, J.R. Inovação: Demandas na cadeia de produção do amendoim paulista. **Informações Econômicas**. São Paulo, v. 46, n. 4. 2016.

MOLIN, J.P.; AMARAL, L.R.; COLAÇO, A.F. **Agricultura de Precisão**. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 248p.

PANNING, J. W.; KOCHER, M.F.; SMITH, J.A.; KACHMAN, S.D. **Laboratory and field testing of seed spacing uniformity for sugarbeet planters**. Transactions of the ASAE, v. 16, n. 1, p.7, 2000.

SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Mecanização: operação e regulação de semeadoras–adubadoras de sementes graúdas**. / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: SENAR, 2017

TOLEDO, A.; TABILE, R. A.; GROTTA, D. C. C.; CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A. Desempenho de trator agrícola atuando com 5% de biodiesel em operação de semeadura. **Engenharia na Agricultura**, v. 17, n. 3, p. 205-2014. 2009.

ZERBATO, C.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; SANTOS, A.F.; ORMOND, A. T. S. Cartilha LAMMA: **Semeadura mecanizada de amendoim**. 1 ed. Jaboticabal. UNESP-FCAV, 2015, p. 37.

---

# TECNOLOGIA E QUALIDADE NA SEMEADURA DO AMENDOIM

*M. Sc. Jean Lucas Pereira Oliveira*  
*M. Sc. Rafael de Graaf Corrêa*  
*M. Sc. Francisca Edcarla de Araújo Nicolau*  
*Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani*  
*Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva*

## INTRODUÇÃO

A sementeira é uma das etapas mais importantes no processo produtivo que, se realizada de forma equivocada, pode gerar vários riscos no desenvolvimento das cultivares. No entanto, essa tarefa é mais complexa do que parece, devido ao fato de que a sementeira, após realizada, não pode ser corrigida, diferentemente da adubação ou pulverização que, quando mal realizadas, podem ser suplementadas com reaplicação.

Para se atingir a sementeira perfeita, ideal para o desenvolvimento da cultivar, sem competição entre plantas, desuniformidade de maturação e com o máximo capacidade operacional, apresentamos alguns recursos disponíveis nos pacotes tecnológicos disponíveis para outras culturas, tanto no Brasil quanto no exterior, que podem otimizar a implantação do amendoim no campo. A seguir, são apresentadas inovações tecnológicas que visam minimizar erros e maximizar a qualidade da operação de sementeira.

## PILOTO AUTOMÁTICO

Uma das tecnologias de agricultura de precisão mais utilizadas na cultura amendoim é o sistema de direcionamento automático (piloto automático). O motivo da sua alta aceitação se deve ao fato de o sistema trazer ganhos notáveis desde a primeira safra, com o aproveitamento máximo da área durante a operação de sementeira, e no caso do amendoim, com a redução das perdas de arranquio quando utilizado na sementeira e na colheita. Pesquisas mostram que a cada 2 cm de desvio entre as linhas de sementeira e de arranquio, 186 kg ha<sup>-1</sup> de amendoim são deixados sob o solo (ORTIZ et al., 2013). Outro estudo dessa vez realizado por Vellidis et al. (2013), mostra que semear e arrancar amendoim em diferentes graus de curvatura, utilizando piloto automático, proporcionaram maior produtividade que a operação sem piloto, sendo de 579 kg ha<sup>-1</sup> no primeiro ano e 451 kg ha<sup>-1</sup> no segundo ano, o que justifica o rápido *payback* da tecnologia.

No geral, o direcionamento automático das máquinas agrícolas apresenta outras vantagens, desde o melhor aproveitamento da área até a redução da compactação do solo, pois quando todas as máquinas e implementos estejam equipados com o sistema, é possível realizar o tráfego controlado de máquinas e evitar o pisoteio aleatório sobre a lavoura. No entanto, o controle de tráfego é interessante apenas por seu resultado a longo prazo, não sendo possível obter resultados da tecnologia em áreas onde não serão feitos sucessivos cultivos.

Os pilotos automáticos mais modernos já contam com recursos de manobras de cabeça autônomas, ganhando tempo na operação e permitindo que dentro do talhão o operador

---

se encarregue apenas de monitorar o funcionamento do trator e a qualidade da sementeira. Com o uso do piloto automático é possível aumentar a eficiência operacional, utilizando a sistematização das áreas para garantir maior capacidade operacional dos conjuntos mecanizados.

Para a sistematização do terreno, estudos topográficos são realizados buscando criar trajetos onde o conjunto mecanizado se torna mais eficiente, ou seja, capaz de realizar mais hectares por hora. Entre as operações mecanizadas, como a sementeira e o arranquio do amendoim, o piloto automático precisa seguir os trajetos de referência projetados nos sistemas de informações geográficas com a maior precisão possível.

Existem duas classes de sistemas de direcionamento automático: os elétricos e os eletro-hidráulicos. O piloto eletro-hidráulico é composto pelos componentes base de sistemas embarcados de agricultura de precisão (receptor GNSS – Sistema Global de Navegação por Satélite – e monitor) e adiciona-se ao conjunto um módulo de piloto automático. O sistema elétrico, além do kit básico, instala-se o módulo e o atuador elétrico acoplado à coluna de direção do trator, realizando o esterçamento do conjunto.

Independentemente da classe, ao utilizar sistema de direcionamento automático espera-se que a precisão entre as passadas seja sub-decimétrica, ou seja, se semeamos a 0,90 m, desejamos ter nas extremidades da sementeira espaçamento de linhas 0,80 e 1,00 m. Na prática buscamos bem mais que isso, até porque um desvio de 0,10 m no arranquio equivale a até 900 kg ha<sup>-1</sup> (Ortiz et al., 2013). O sinal gratuito do receptor GNSS tem precisão baixa (cerca de 0,20 m) e isso colocaria o arranquio em uma situação complicada. Por isso existem os sinais de correção, que podem ser via base própria ou por meio de assinatura de serviço.

A correção via base própria é a correção por RTK (Real Time Kinematic) sistema que depende de se ter uma antena GNSS instalada sobre uma coordenada conhecida que recebe sinal dos mesmos satélites que o trator recebe, compara com a coordenada conhecida e gera uma fórmula de correção, que é transmitida por rádio ao trator. O alcance máximo da base RTK tem erro máximo 0,025 m entre as linhas projetada e executada. Já o RTX (Real Time eXtended) obtém erro máximo de 0,038 cm. Mesmo um operador com muita experiência dificilmente conseguiria um erro menor do que os erros que essas tecnologias apresentam, principalmente se as operações forem noturnas. Por isso se justifica o uso do piloto automático com sinal de correção RTK ou RTX, afim de obter o menor erro de paralelismo entre as passadas das máquinas agrícolas.

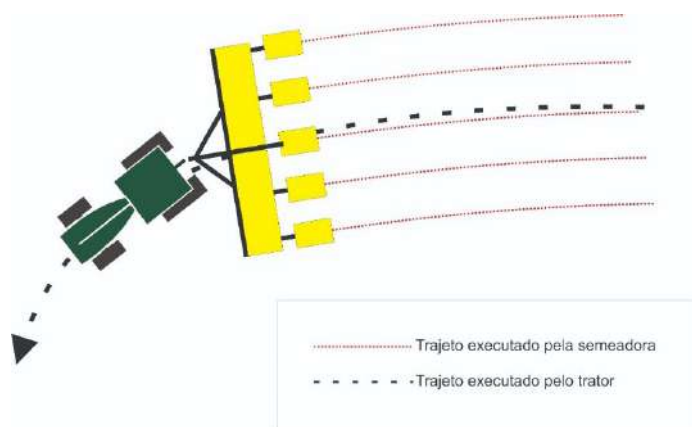
A precisão dos sistemas GNSS chegam a tanto, que para base de cálculo, na sementeira realizada manualmente ocorre erro médio de 0,010 m e já com piloto automático o erro médio do paralelismo entre as passadas é 0,060 m e isso reflete nas perdas invisíveis e totais do amendoim (Zerbato et al., 2019).

## **SISTEMAS DE DIRECIONAMENTO ATIVO E PASSIVO DE EQUIPAMENTOS TRACIONADOS**

A sementeira deve ser feita com o objetivo de permitir o bom andamento de todas as operações seguintes a ela, favoreça eficiência dessas operações. A declividade e os trajetos curvos de deslocamento interferem no paralelismo de equipamentos acoplados à barra de tração dos tratores, mesmo utilizando piloto automático. Então, se a sementeira for de arrasto, ela ainda pode sofrer desvio e não estar exatamente sobre a linha executada, na qual o arrancador supõe que haja uma linha de sementeira.

Isso ocorre pois em declividade a sementeira tende a deslizar para a parte mais baixa do terreno e o piloto automático é incapaz de identificar esse desvio para corrigi-lo. Então,

apenas o trator anda centralizado na linha de semeadura. Em trajetos curvos a situação é parecida, o trator anda sobre a linha projetada, porém, de acordo com o tamanho do cabeçalho da semeadora e com a intensidade da curva exercida, a semeadora tende a buscar o caminho mais curto e o piloto é incapaz de identificar essa situação (Figura 1).



*Figura 1: Trajeto percorrido pelo conjunto trator-semeadora em curvas.*

Para solucionar esse problema, existem dois sistemas complementares ao piloto automático que trabalham ativamente ou passivamente sobre o direcionamento do equipamento de arrasto, fazendo assim com que ele se desloque sobre a linha executada independentemente do trajeto ou da curvatura.

O sistema de direcionamento passivo de equipamentos de arrasto é suficiente para que tanto a operação de semeadura quanto o arranquio, ocorram de forma precisa, sem desvios. Para tanto, o sistema é composto pelos mesmos componentes que o piloto automático, no entanto, adiciona-se um receptor GNSS em um local conhecido do equipamento, fazendo com que o piloto automático direcione o trator para que necessariamente o equipamento fique sobre a linha executada.

A vantagem desse sistema é que qualquer semeadora suporta a tecnologia e, o único custo, é a adição do recurso no monitor do trator e a instalação do receptor sobre a semeadora. A desvantagem fica com o fato de o piloto automático priorizar o direcionamento da semeadora, fazendo com que o trator ocasionalmente saia da linha projetada e pisoteie áreas já semeadas.

O direcionamento ativo de equipamentos de arrasto tem atuadores que agem sobre o cabeçalho do equipamento, empurrando-o para a linha projetada ou esterçando os rodados do equipamento, fazendo o direcionamento. Por não possuírem tração, os rodados da semeadora, em algumas condições de solo, patinam e não são capazes de corrigir o deslocamento da máquina, fazendo com que o esterçamento de rodados não seja eficiente. Aponta-se como vantagem fato de que o trator e a semeadora acompanharão a linha projetada, reduzindo o pisoteio desnecessário da área e favorecendo sistemas de controle de tráfego. A desvantagem é que não são comuns semeadoras que permitam o esterçamento dos rodados, além de os atuadores representarem um custo adicional ao sistema.

Os sistemas de direcionamento passivos de equipamentos podem ser considerados os mais recomendados para a operação de semeadura do amendoim, pois a calibração é simples e intuitiva e, para bom funcionamento do sistema, depende somente da instalação do receptor da semeadora em superfície alta e livre de impedimentos, que podem causar refração.

---

## **SISTEMAS PARA MANTER O ESTANDE DE PLANTAS OPERANDO EM CURVAS**

Imagine um carro fazendo uma curva. Os pneus do lado de dentro da curva andam menos e os do lado de fora andam mais. Agora imagine a semeadora operando em curvas: o mesmo ocorre com as unidades de semeadura, mas, no entanto, os dosadores distribuem a mesma quantidade de sementes independente da distância percorrida por cada uma dessas unidades. O resultado desse problema, comum em regiões onde a semeadura em nível predomina, é que nas linhas de semeadura que percorreram espaço menor durante a curva, a densidade de plantas será maior, causando competição intraespecífica das plantas por luz e nutrientes, prejudicando a produtividade de todas elas. Já as linhas que percorreram maior distância durante a curva, poderiam ter recebido quantidade maior de sementes, aproveitando ao máximo a área e garantindo maior produtividade.

### **SISTEMAS DE TAXA VARIÁVEL**

A Semeadura a Taxa Variável é a técnica que permite a variação de deposição de sementes no solo e, conseqüentemente da população, de acordo com parâmetros técnicos da área, com objetivo de otimizar e potencializar a expressão das características genéticas da cultura.

Os sistemas de taxa variável de sementes mais comuns são aqueles que controlam por seções, ou seja, por grupos de linhas das semeadoras. No entanto, existem no mercado sistemas que realizam taxa variável linha por linha da semeadora, por meio de um motor elétrico instalado em cada unidade de semeadura, ou seja, os dosadores giram independentes entre si. Este sistema permite que a máquina possua vazão de sementes diferente em cada linha, para então distribuir sempre a mesma densidade de sementes, mesmo com a semeadora operando em curva, pois o monitor identifica o grau de curvatura do trajeto realizado e, automaticamente, calcula a quantidade de sementes necessária para aquela unidade de semeadura, enviando comandos para os motores elétricos acelerar ou desacelerar.

Por isso, sempre que possível deve-se optar por sistemas de taxa viável linha a linha para semeadoras, pois esse erro não apenas compromete a produtividade da lavoura, mas também é um exemplo de recurso mal distribuído durante a operação mecanizada.

### **PORQUE APLICAR EM TAXA VARIÁVEL?**

Com aplicação de taxas variáveis de sementes e adubo, o produtor dispõe de método assertivo para o ajuste da população de plantas e da quantidade de insumos de acordo com o potencial produtivo do talhão. Utilizar taxa variável é otimizar a distribuição dos recursos aplicados na lavoura, aplicando mais insumos onde a planta tem potencial de produzir mais e menos aonde ela tem baixo potencial produtivo, resultando em produtividades superiores às áreas que praticam o manejo tradicional.

Para aplicar em taxa variável é preciso identificar a variabilidade da lavoura, aplicando processos para classificar zonas com diferentes condições físico-químicas e prescrever insumos que irão levar a produção a um nível de ótimo econômico. Para que essas zonas sejam evidenciadas, faz-se necessário analisar a fertilidade do terreno de forma abrangente. No geral, utilizam-se coletas de solo georreferenciadas que permite criar mapas de aplicação.

Análises laboratoriais de solo são bastante onerosas e são necessárias muitas amostras para caracterizar a variabilidade espacial da lavoura. Por isso, e pelo fato de grande parte dos produtores de amendoim produzir em áreas diferentes ano a ano, o custo da análise de

---

solo não diluída pode inviabilizar a aplicação em taxa variável. No entanto, com o avanço das ciências agronômicas, já existem alternativas para serem trabalhadas conjuntamente, reduzindo a quantidade de análises de solo necessárias para se obter uma prescrição de taxa variável de qualidade.

Uma alternativa a esse problema é a análise do comportamento espectral das culturas, verificando com o uso de sensores terrestres, aéreos e orbitais, que indicam o vigor das plantas, possíveis deficiências de nutrientes e até ataques de pragas. Além desses sensores espectrais, existem sensores que medem a condutividade elétrica do solo, indicando a granulometria.

A vantagem do uso de sensores é que a utilização representa com bastante clareza a variabilidade da lavoura a ser trabalhada com a taxa variável, no entanto, um sintoma identificado pelo sensor pode ter várias possíveis causas, por isso usá-los não substitui a necessidade do acompanhamento técnico in loco.

Na cultura do amendoim, devido aos cultivos normalmente serem realizados em áreas diferentes ano a ano, o uso do sensoriamento é opção que pode permitir ao produtor aplicar insumos em taxa variável com pouco investimento em levantamento de dados que, nos anos seguintes, não terão utilidade.

## **SENSORES DE TUBO CONDUTOR**

O mecanismo dosador da semeadora-adubadora tem a função de conduzir as sementes armazenadas no reservatório, diretamente para o tubo condutor de sementes, de acordo com a população definida na regulagem. Para cada tipo de mecanismo dosador existe uma faixa ideal de velocidade de trabalho, pois o aumento da velocidade de deslocamento no momento da semeadura pode influenciar negativamente na qualidade do estande inicial de sementes (FURLANI et al. 2008).

Para verificar a quantidade de sementes que serão depositadas no solo, pode-se utilizar sensores ópticos analógicos, que utilizam tecnologia de radiação infravermelha. Esses sensores geram pulsos elétricos na saída do depósito de semente toda vez que uma semente obstrui o feixe de luz. Outra aplicação são os sensores DPS (Dispositivos de Proteção contra Surtos), isto é feito por meio da leitura da massa da semente, o que permite detectar quedas de duas sementes ao mesmo tempo, que gerariam deposição dupla. Esses sensores também desempenham importante papel variação da deposição que pode acontecer, além de informar sobre possível entupimento ou esvaziamento do reservatório.

Outra ferramenta que está sendo utilizada para manter a singularidade e para que a população da área seja correta são os SeedFirmers®, que colocam de forma suave as sementes no fundo do sulco. Na maioria dos modelos, o firmador de sementes desliza pelo sulco de semeadura, prendendo as sementes após a saída delas do tubo e firmando-as no fundo do sulco. Essa tecnologia evita que a semente não entre em contato com o solo e venha a ter problemas de germinação.

A singularidade, que é a efetividade de uma única semente para cada intervalo de espaçamento, tem grande influência no espaçamento e, conseqüentemente, na competição entre plantas e na densidade desejada.

O mecanismo mais comum para conduzir a semente do dosador até o sulco de semeadura é o tubo condutor de sementes, estrutura acanalada reta ou curva que impede que a semente seja depositada fora do sulco. Dentro dessa estrutura, a semente percorre até o sulco por gravidade e, com as vibrações da máquina e com a variação no tamanho das sementes,



---

elas podem ricochetear dentro do tubo, atrasando o tempo de descida de algumas sementes e acelerando o de outras. Este problema resulta em espaçamentos desuniformes dentro do sulco de semeadura.

A desuniformidade no espaçamento entre as sementes irá ocasionar competição entre as plantas impedindo-as de chegar ao seu máximo potencial produtivo. Por isso, lidar com essa situação requer um mecanismo para substituir o tubo condutor de sementes. Hoje, há no mercado dois sistemas que executam essa tarefa, são esses o Speed Tube da PrecisionPlanting e o BrushBelt da John Deere.

O Speed Tube substitui o tubo condutor por um elevador de taliscas para as sementes, transportando-as em velocidade controlada até o sulco de plantio. Esse elevador é propelido por motor elétrico que se acelera e desacelera sincronizado à velocidade de deslocamento da semeadora.

O BrushBelt é similar, porém, ao invés de possuir câmaras que atuam como um elevador de taliscas, possui escovas que compreendem as sementes e levam até o sulco de plantio, onde são liberadas.

Ambos os sistemas permitem a elevação da velocidade de semeadura, com a manutenção da singularidade dos espaçamentos, até 16 km h-1. No entanto, velocidades elevadas podem comprometer a qualidade de abertura e fechamento dos sulcos prejudicando a germinação das sementes. Na prática, produtores de soja e milho estão utilizando esses sistemas mantendo a velocidade de semeadura comumente utilizada, porém, com redução notável de espaçamentos falhos e duplos.

## **CONTROLADORES DE PROFUNDIDADE**

Para evitar o sombreamento entre plantas na linha de cultivo e ter uma lavoura mais uniforme, com todas as plantas no mesmo estágio, é necessário que a semeadura da cultura ocorra sempre em mesma profundidade. Na teoria, ao regular as rodas delimitadoras de profundidade da unidade semeadura, cria-se intervalo de profundidade de semeadura que vai de zero à profundidade limitada pelas rodas.

Essa variação ocorre devido à resistência à penetração dos discos sulcadores no solo, resistência essa que varia com a compactação, textura e umidade do solo. Além disso, a força exercida pela unidade semeadora sobre o solo varia de acordo com o nível de sementes no depósito. Esse segundo problema é o mais evidenciado, pois se torna visível em alguns cultivos o tempo pré-emergência maior no início da linha e ao final a emergência mais precoce.

As semeadoras modernas possuem recursos que aumentam a pressão sobre a unidade semeadora tentando manter sempre a profundidade programada. Para isso acontecer, o sistema é composto por um sistema de pistão pneumático ou hidráulico, que se alonga quando o solo está mais firme ou quando a força exercida pela unidade semeadora diminui.

## **CONTROLE AUTOMÁTICO DE SEÇÕES**

O controle automático de seções é um sistema que tem como objetivo interromper a aplicação de fertilizantes ou sementes em uma ou mais linhas da semeadora, que está sobrepondo uma área já semeada ou uma área onde de acordo com prescrição não se faz necessária a aplicação de sementes e ou fertilizantes.

Os locais de sobreposição são definidos pelo próprio monitor da máquina e de seu sistema GNSS que, conhecendo a geometria da máquina, sabe a localização de cada uma das unidades semeadoras. Já os pontos de desligamento por prescrição geralmente são criados antes do início da semeadura, demarcando os limites do talhão ou informando-os no mapa.

---

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de tecnologias, como as descritas neste capítulo, faz com que a semeadura possa ser realizada de forma mais rápida, com mais precisão e menos funcionários em campo. Pensando em leis trabalhistas, jornada de trabalho, o custo de investimento com a aquisição de tecnologias se paga em pouco tempo. O amendoim, atualmente, ainda tem histórico de cultivo por pequenos e médios produtores. Mesmo assim, é cada vez mais difícil encontrar trabalhadores para desempenhar atividades nas lavouras.

O investimento nessa tecnologia reflete na qualidade de semeadura, na uniformidade da profundidade e posteriormente na produção da lavoura. O uso das tecnologias substitui o trabalho braçal e otimiza o sistema de produção.

## REFERÊNCIAS

FURLANI, C.E A. et al. Semeadora-adubadora: exigências em função do preparo do solo, da pressão de inflação do pneu e da velocidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.2, p. 345- 352, 2008

ORTIZ, B. V. et al. Evaluation of agronomic and economic benefits of using RTK-GPS-based auto-steer guidance systems for peanut digging operations. **Precision Agriculture**, v.14, p. 357-375, 2013.

Revista Globo Rural. Disponível: [encurtador.com.br/frvy7](http://encurtador.com.br/frvy7). Acesso 21 de novembro de 2019.

VELLIDIS, G. Using RTK-based GPS guidance for planting and inverting peanuts. In: J.V. Stafford (Ed.), Precision Agriculture 2013 – **Proceedings of the 9th European Conference on Precision Agriculture (9ECPA)**, Lleida, Spain, 2013.

ZERBATO, C.et al. Quality of mechanical peanut sowing and digging using autopilot. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.8, p.630-637, 2019.

---

# DOWNFORCE NA SEMEADURA DE AMENDOIM

*M. Sc. Luan Pereira de Oliveira  
Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva  
Dra. Brenda Valeska Ortiz  
Bruno Patias Lena  
Luca Bondesan  
Guilherme Trimer Morata*

## INTRODUÇÃO

A cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) possui grande importância econômica no cenário agrícola mundial, tendo como maiores produtores China, Índia, Nigéria e Estados Unidos (USDA, 2018). No Brasil estima-se que a produção 2017/2018 foi de 501,8 mil toneladas de grãos, com produtividade média de 3.679 kg ha<sup>-1</sup>, o que representa um aumento de 59,4% em relação à safra 2012/2013 (CONAB, c2013; CONAB, c2018). Tal crescimento na produção se deu devido ao avanço tecnológico, principalmente pelo avanço na mecanização para a cultura nas operações de semeadura e colheita.

Quando se fala em qualidade de semeadura, alguns fatores devem ser observados e são fundamentais para a germinação e emergência das sementes, devendo estar presentes adequadamente: calor, umidade e oxigênio (ORTOLANI et al. 1986). Segundo Grotta et al. (2008) outro fator deve ser adicionado além dos três acima citados, que é a profundidade de semeadura.

Dentre as últimas tecnologias disponibilizadas para o incremento da qualidade da semeadura, destaca-se o Downforce que consiste na aplicação de cargas verticais na unidade de semeadura para manutenção da homogeneidade na deposição das sementes, por meio do controle de profundidade, sendo ele automático ou não. O modo automático ajusta a quantidade de força de elevação de acordo com as necessidades de força descendente de cada linha, enquanto que no modo manual, a força descendente e de elevação são definidas pelo operador (PRECISION PLANTING, c2018).

A resistência do solo está diretamente relacionada à distribuição sua granulométrica, o que remete à necessidade de utilizar diferentes cargas na unidade de semeadura em diferentes texturas de solo (HARTGE et al., 2016), e, portanto, entende-se a necessidade da avaliação do mecanismo automático de força descendente para entender a capacidade do implemento em manter a profundidade em várias condições de campo (STRASSER, 2017).

Em um trabalho desenvolvido em 2019 na Estação Experimental de Wiregrass, na cidade de Headland, Alabama, EUA, partindo do pressuposto de que os modos manual e automático do mecanismo Downforce da semeadora são afetados pela distribuição granulométrica do solo, quanto ao alcance da profundidade observada na cultura, e que quanto mais alta é a carga vertical na unidade de semeadura maior será a profundidade, buscamos verificar se diferentes configurações de pressão do mecanismo hidráulico da semeadora influenciam a profundidade observada da cultura do amendoim, utilizando para isso três profundidades de

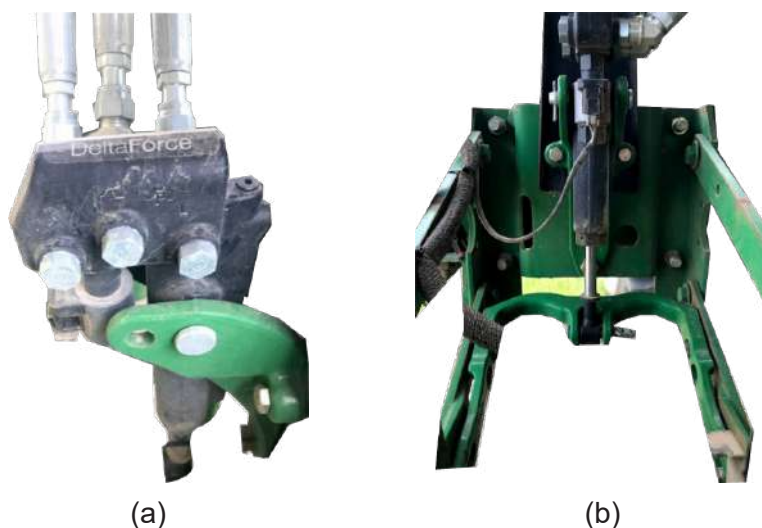
semeadura e duas texturas de solo.

O experimento foi desenvolvido em solo caracterizado como Ultisolofhumidclimates (USDA, 2014), sendo as áreas selecionadas por meio da textura, avaliada por meio de análise de Condutividade Elétrica (CE) utilizando-se um medidor de CE Veris® e análise textural do solo por meio de amostragem, sendo posteriormente os solos classificados como:

**Solo 1 (S1):** Textura Franco-Argilo-Arenosa

**Solo 2 (S2):** Textura Arenosa

Foram semeadas duas áreas com sementes de amendoim da variedade Georgia 06, com população de 215.000 plantas por hectare, espaçadas em 0,90m. Para a semeadura, utilizou-se um conjunto trator-semeadora com trator John Deere 6145R 4x2 TODA, equipado com motor John Deere PowerTech™ PVS 6.8L, com potência de aproximadamente 107 kW e semeadora John Deere MaxEmerge Plus com 4 unidades de semeadura, ambos equipados com Monitor 20/20 3ª geração da empresa PrecisionPlanting, e mecanismo de pressão hidráulico Delta Force® (Figura1) da mesma empresa. O trator manteve-se em velocidade média de 7 km h<sup>-1</sup> durante o experimento.



*Figura 1. Mecanismo DeltaForce® utilizado no experimento: a) visão do ponto de alimentação do mecanismo; b) pistão hidráulico que pressiona a unidade de semeadura contra o solo.*

Para o presente experimento utilizou-se apenas as configurações manual e automática no mecanismo Delta Force®, sendo avaliados, para cada tipo de solo, três forças descendentes em modo manual e automático (DF1, DF2 e DF3) e duas profundidades desejadas de semeadura (PD1, PD2 e PD3) (Tabela 1). As forças descendentes foram determinadas no computador de bordo e as profundidades desejadas de semeadura por meio do ajuste das rodas limitadoras de profundidade.

A Profundidade de Semeadura Observada (PSO) foi avaliada 15 dias após a semeadura por meio da remoção de um terço das plantas presentes na parcela. Antes da remoção foram marcadas com caneta a região do caule que mantinha contato com o perfil superficial do solo e, posteriormente, mensurou-se a distância entre a superfície do solo e a inserção da raiz pivotante (Figura 2).

Tabela 1 - Delineamento Experimental utilizado na semeadura de algodão

Solo	Downforce (N)	Profundidade Desejada (cm)
1 - Textura Franco-Argilo-Arenosa	DF1 - 556 N (Manual)	PD1 - 5,0
		PD2 - 6,3
		PD2 - 7,6
	DF2 - 1112 N (Manual)	PD1 - 5,0
		PD2 - 6,3
		PD2 - 7,6
	DF3 - 535 N (Automático)	PD1 - 5,0
		PD2 - 6,3
		PD2 - 7,6
1 - Textura Arenosa	DF1 - 556 N (Manual)	PD1 - 5,0
		PD2 - 6,3
		PD2 - 7,6
	DF2 - 1112 N (Manual)	PD1 - 5,0
		PD2 - 6,3
		PD2 - 7,6
	DF3 - 535 N (Automático)	PD1 - 5,0
		PD2 - 6,3
		PD2 - 7,6

DF1, DF2, DF3: M: Modo Manual; A: Modo Automático; Downforce 1, 2, e 3; PD1, PD2 e PD3: Profundidade Desejada 1, 2 e 3



Figura 2: Marcação nas plantas de amendoim e inserção da raiz pivotante em relação ao caule.

## RESULTADOS OBTIDOS

A média para a profundidade de semeadura observada (PSO) foi, como esperado, maior nos tratamentos de maior profundidade desejada (PD). As médias de PSO foram menores que a profundidade desejada mais próximas da profundidade desejada, tanto no solo 1 quanto no solo 2, porém, no solo 2 a PSO se aproximou mais da profundidade desejada, apresentando valores 14%, 19% e 18% menores que a PD para os downforces de 556 N (DF1), 1112N (DF2) e 535 N (DF3), respectivamente. Para o solo 1 estes valores foram de 27%, 26% e 33% menores que a PD para DF1, DF2 e DF3, respectivamente. Não houve interação entre os tratamentos para a variável analisada nos tratamentos em ambos os solos.

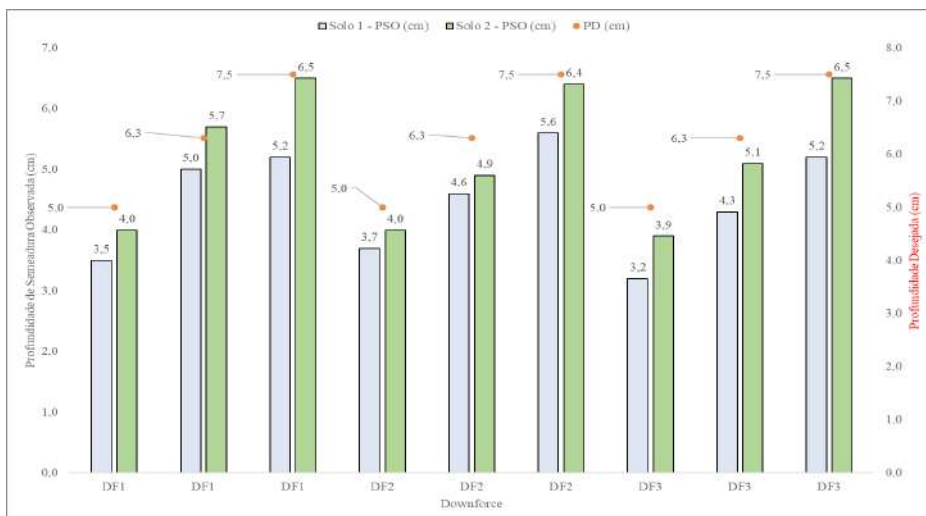


Figura 3. Médias para a profundidade de semeadura observadas nos dois solos. PSO: Profundidade de semeadura observada; PD: profundidade desejada.

Pela Tabela 1, verificamos que no solo 1, de textura franco-argilo-arenosa, houve diferença entre as forças descendentes em modo manual e automático para a PSO, sendo este solo com a distribuição granulométrica mais agregada em relação ao solo arenoso (solo 2). Este resultado nos leva a aceitar a hipótese de que o mecanismo de força descendente (Downforce) é afetado pela distribuição granulométrica do solo, tendo em vista que o mesmo não apresentou diferença para a mesma variável em solo arenoso, que apresenta textura menos agregada. Sendo o modo automático um mecanismo que se autorregula de acordo com a carga necessária para penetrar o solo, a presença de torrões menos friáveis também pode influenciar o alcance da profundidade. Strasser (2017) verificou que o mecanismo não consegue manter carga suficiente para penetrar o solo e abrir o sulco durante a operação em solos com maiores resistências mecânicas à penetração.

Quanto aos resultados de PSO nas Profundidades Desejadas, observou-se que, as unidades de semeadura não foram capazes de alcançar as profundidades propostas em ambos os solos, o que pode estar relacionado à alta demanda de profundidade para a implementação da cultura do amendoim. Como esperado, as PSO's diferiram entre si nas três profundidades desejadas em ambos os solos, resultado que se auto explica devido à limitação da profundidade da unidade de semeadura para as determinadas profundidades.

Tabela 4: Teste de Tukey para a Profundidade de Semeadura Observada em diferentes Forças Descendentes do Mecanismo Downforce e Profundidades Desejadas.

TRATAMENTO		PSO (Cm)	
		SOLO 1	SOLO 2
Downforce	DF1 (556 N) (M)	4,6 a	5,4 a
	DF2 (1112 N) (M)	4,6 a	5,3 a
	DF3 (535 N) (A)	4,2 b	5,1 a
Profundidade Desejada	PD1 (5,0 cm)	3,4 c	4,0 c
	PD2 (6,3 cm)	4,6 b	5,2 b
	PD3 (7,6 cm)	5,3 a	6,6 a

PSO: Profundidade de Semeadura Observada; DF1, DF2 e DF3: Downforce 1, 2 e 3, respectivamente; M: Modo Manual; A: Modo Automático.

---

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o experimento realizado, podemos concluir que os modos de operação do mecanismo downforce diferem entre si em solos franco-argilo-arenosos e que o incremento de carga vertical não influencia a profundidade de sementes de amendoim. Além disso, existe diferença entre a profundidade desejada e a profundidade observada, sendo que os valores desta variável situam-se sempre abaixo da profundidade desejada.

## REFERÊNCIAS

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira - grãos**. Brasília. c.2013. Décimo segundo levantamento. Online. Disponível::<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso: 10 maio. 2018.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira - grãos**. Brasília. c2018. Oitavo levantamento. Online. Disponível::<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso: 10 maio. 2018.

GROTTA,D.C.C et al.Influência da profundidade de semeadura e da compactação do solo sobre a semente na produtividade do amendoim. **Ciência&Agrotecnologia**, Lavras. 32(2): 547-552.2008.

HARTGE K. et al. **Essential Soil Physics**.Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart, 391p.2016.

ORTOLANI,A.F. et al. Influência da profundidade de semeadura e da compactação do solo na emergência e desenvolvimento do sorgo granífero. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20., São Paulo. Anais... Botucatu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1986. p. 21.1986.

PRECISION PLANTING. **Deltaforce operator's guide for gen 3 20|20 displays**. c2018.Available:<https://cloud.precisionplanting.com/pubs/?view=1xA3Q9ceKbJmJBKNJ-VinwQaeXw3Q3Fbn>. [Accessed: Oct 14, 2019].

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to Soil Taxonomy**, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC. c2014. Available: [https://www.nrcs.usda.gov/wps/PA\\_NRCSCconsumption/download?cid=stelprdb1252094&ext=pdf](https://www.nrcs.usda.gov/wps/PA_NRCSCconsumption/download?cid=stelprdb1252094&ext=pdf). [Accessed: Nov 12, 2019].

STRASSER, R.S.**Development of a test stand for the evaluation of row crop planter automatic downforce systems and the evaluation of a row crop planter electronic drive singulation seed meter**.Dissertação (Mestrado) – College of Engineering, Kansas State University, Manhattan. Kansas, 101p.2017.

# NOÇÕES BÁSICAS PARA PROJETOS DE MECANISMO DOSADORES DE SEMENTES

Prof. Dr. Murilo Aparecido Voltarelli  
Profa. Dra. Carla Segatto Strini Paixão  
Eduardo Prisco Angelo

## INTRODUÇÃO

Os mecanismos dosadores de sementes são essenciais para manter a uniformidade da distribuição de sementes no sulco de semeadura. Com isso, o correto preenchimento dos alvéolos (orifícios) deve ser feito de maneira eficaz, pois, se houver falhas, o estande inicial e final de plantas será prejudicado.

Existem no mercado semeadoras e semeadoras-adubadoras, que utilizam dosadores mecânicos (de discos horizontais) e dosadores pneumáticos (de discos são verticais), que fazem a sucção das sementes por meio de um vácuo gerado e, cada um deles necessita de estudo e planejamento prévio para o melhor acomodamento das sementes.

Para elaborar um mecanismo dosador de sementes, seja para semeadoras mecânicas, seja para as pneumáticas, deve-se atentar às características das sementes que são bem particulares para cada cultivar. Porém, é de comum uso agrícola usufruir muitas das vezes de um único disco para a semeadura de várias cultivares e, portanto, os discos na maioria das vezes devem possuir um padrão, sendo na muitas vezes generalizados, o que pode prejudicar a melhor eficiência da relação disco-sementes.

Quando se pensa em discos para semeadura, as características a serem das sementes a serem observadas são, de maneira geral, a largura, o comprimento e a espessura, uma vez que as sementes de amendoim possuem um formato irregular, se distanciando de um formato com circularidade definida. Assim, a maior dimensão maior deverá servir como base para a elaboração de alvéolos para a construção de discos para semeadora mecânica, devendo os orifícios apresentar tamanho superior de 10 a 20%, em relação à maior dimensão das sementes (Figura 1.a). Por outro lado, para a elaboração de disco para semeadoras pneumáticas, esse requisito não é necessário e, sim, os orifícios devem ser menores que a sementes para que esta fique aderida ao mesmo na medida em que o vácuo as succiona (Figura 1.b).

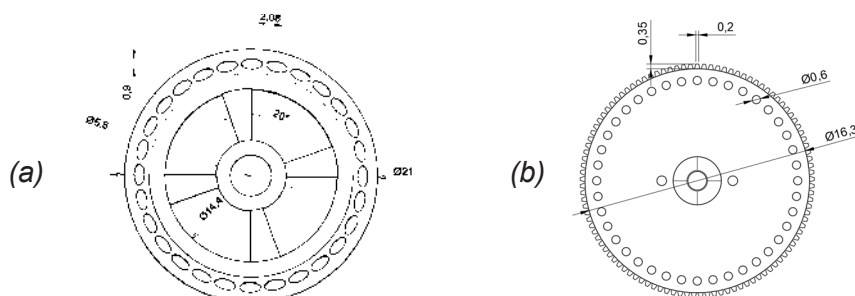


Figura 16. Disco dosador de sementes para: a) semeadora mecânica; b) semeadora pneumática. Fonte: Angelo, E.P.

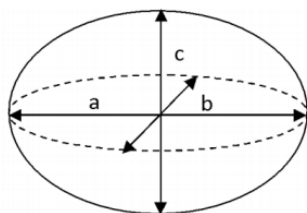


De modo geral, o espaçamento entre alvéolos, formatos e dimensões dos alvéolos, espessura do disco, profundidade do alvéolo, número de alvéolos por disco, inclinação dos alvéolos, são alguns dos fatores essenciais para se projetar um disco dosador de sementes. Atualmente, o uso de softwares, a exemplo do AutoCAD®, podem contribuir para o projeto dos mecanismos dosadores de sementes, de modo que vários protótipos podem ser elaborados e, posteriormente, testados em ensaios de laboratório ou de campo (GAZZOLA et al., 2019).

Algumas características das sementes devem ser levadas em consideração e quantificadas para obtermos um melhor entendimento de sua forma e formato para projetarmos os discos dosadores, sendo elas:

## DIMENSÕES LINEARES DAS SEMENTES

As dimensões lineares das sementes (Figura 2) podem ser determinadas com auxílio de um paquímetro analógico ou digital, de resolução 0,01 mm. Estas medidas são básicas e iniciais para se projetar um disco dosador para semeadoras, baseando-se nas características básica das sementes.



a = comprimento (mm);  
b = largura (mm), e,  
c = espessura (mm).

Fonte: ARAÚJO et. al (2014)

Figura 2. Desenho esquemático dos grãos de amendoim considerados esferoides triaxiais.

### Diâmetro da esfera equivalente

A utilização do diâmetro da esfera equivalente está inserida na teoria que, para qualquer partícula de formato irregular existe uma partícula hipotética esférica de mesmo volume. O diâmetro dessa esfera hipotética é um diâmetro equivalente da partícula real e é chamado de diâmetro da esfera de volume equivalente. De acordo com MOHSENIN (1986) tem-se o diâmetro da esfera equivalente, dado pela equação 1.

$$D_g = \frac{abc}{3} \quad (1)$$

Em que,

$D_g$  = diâmetro geométrico (mm);

a = comprimento da semente (mm);

b = largura da semente (mm), e,

c = espessura da semente (mm).

### Volume da Semente

O volume das sementes é a medida que quantifica o espaço por ela ocupada, aplicando-se, comumente, a objetos que possuem três dimensões (comprimento, largura e espessura). Determina-se o volume da semente pela equação 2, proposta por MOHSENIN (1986).

$$V_g = \frac{\pi (abc)}{6} \quad (2)$$

---

Em que,

Vg = volume geométrico (mm<sup>3</sup>);  
a = comprimento da semente (mm);  
b = largura da semente (mm), e,  
c = espessura da semente (mm).

### **Esfericidades das Sementes**

A quantificação da esfericidade das sementes pode ser calculada com a utilização de suas dimensões lineares, de acordo com a equação 3, proposta por MOHSENIN (1986). Essa variável representa a forma das sementes, ou seja, o quanto a mesma se afasta da forma esférica perfeita, assumindo outro formato qualquer.

$$\emptyset = \left[ \frac{(abc)^{1/3}}{a} \right] 100 \quad (3)$$

Em que,

$\emptyset$  = esfericidade da semente (%);  
a = comprimento da semente (mm);  
b = largura da semente (mm), e,  
c = espessura da semente (mm).

### **Circularidade da Semente**

A circularidade corresponde à distância 't' (erro) entre duas circunferências de mesmo centro, dentro do qual deve estar compreendido o contorno em uma dada seção das sementes. Em outras palavras, são os erros de forma definidos como o grau de variação das superfícies reais com em relação aos sólidos geométricos que os definem. A circularidade é obtida pela seguinte equação 4 (MOHSENIN, 1986).

$$Cr = \left( \frac{b}{a} \right) 100 \quad (4)$$

Em que,

Cr = circularidade (%);  
a = comprimento da semente (mm), e,  
b = largura da semente (mm).

### **Área Projetada da Semente**

Com a utilização das dimensões lineares das sementes, pode ser determinada a área projetada da semente de acordo com a equação 5 proposta por Goneli et al. (2008). A área projetada é a visualização 2D (bidimensional) de uma esfera ideal, em um plano de projeção.

$$Ap = \left( \frac{\pi a b}{4} \right) \quad (5)$$

Em que,

Ap = área projetada da semente (mm<sup>2</sup>);  
b = largura da semente (mm), e,  
c = espessura da semente (mm).

---

### Excentricidade

A excentricidade da semente pode ser determinada pela equação 6, proposta por MOHSENIN (1986), e pode ser definida como qualquer defasagem da força normal, que atua deslocada a certa distância do seu centro geométrico.

$$E = \sqrt{1 - \left(\frac{B}{a}\right)^2} \quad (6)$$

Em que,

$B = (bc)^{1/2}$ ;

$a$  = comprimento da semente (mm);

$b$  = largura da semente (mm), e,

$c$  = espessura da semente (mm).

### Massa específica unitária

A massa específica unitária pode ser definida como a relação entre a massa natural do objeto e o seu volume. Esta difere da massa específica real, que representa a massa absoluta, sem considerar a presença dos vazios. A massa unitária pode ser definida também como a quantidade de massa possível de ser acomodada em um volume unitário (CARNEIRO et al., 1997). Conforme proposto por MOHSENIN (1986), a razão entre massa e o volume das sementes é dada pela equação 7.

$$\rho_u = \frac{Mg}{Vg} \quad (7)$$

Em que,

$\rho_u$  = massa específica unitária (g mm<sup>3</sup>);

$mg$  = massa da semente (g), e,

$Vg$  = volume da semente (mm<sup>3</sup>).

### Teor de água das sementes

O teor de umidade das sementes representa a quantidade de água por unidade de massa da semente seca. O teor de água das sementes (TA), para cada variedade, deve ser quantificado de acordo com a metodologia de BRASIL (2009) (eq. 8).

$$\% (TA) = \frac{100 (Pa)}{p} \quad (8)$$

Em que,

$Pa$  = massa das sementes úmidas;

$p$  = massa das sementes secas;

Na Tabela 1 são apresentados os valores de uma análise de sementes de amendoim visando à elaboração de projetos de discos dosadores.

Tabela 1. Parâmetros das dimensões das sementes de uma variedade de amendoim.

Parâmetros	Média	$\sigma$	C.V.	Mediana	A	Cs	Ck	p-Valor
Comprimento	16,356	1,164	7,04	16,495	7,99	0,28	0,5	0,01A
Largura	10,635	0,653	6,14	10,645	3,71	-0,33	-0,22	0,01A
Espessura	8,952	0,789	8,82	8,84	5,06	0,51	0,08	0,01A
Ø da esfera	525,18	70,73	13,47	522,91	452,46	0,36	0,27	0,01A
Volume	824,96	111,09	13,47	821,38	710,73	0,36	0,27	0,01A
Esfericidade	70,465	4,343	6,16	70,465	25,222	0,03	-0,42	0,05A
Circularidade	64,607	5,749	8,9	65,001	36,18	-0,12	-0,13	0,09A
Área projetada	138,16	13,32	9,64	138,69	81,45	0,05	-0,08	0,10N
Excentricidade	0,588	0,082	13,99	0,599	0,624	-1,07	2,41	0,01A
Massa	1,054	0,143	13,57	1,039	0,893	0,47	0,36	0,01A

Média geral (mm);  $\sigma$  (mm): Desvio padrão; C.V. (%): Coeficiente de variação; A: Amplitude; Cs: Coeficiente de assimetria; Ck: Coeficiente de curtose;; p-Valor: Valor da distribuição da probabilidade pelo teste de normalidade de Ryan-Joiner ( $p > 0,05$ ); N: Distribuição normal de probabilidade; A: Distribuição não normal de probabilidade.

Todos os parâmetros avaliados não puderam ser descritos pela função densidade de probabilidade normal de acordo com o teste de Ryan-Joiner, apresentando distribuições não normais para o conjunto de dados. Em exceção, a área projetada da semente da variedade, apresentou distribuição normal, o que pode ser comprovado pelos baixos valores do coeficiente de assimetria (0,05) e de achatamento (-0,08), bem como os valores próximos a zero caracterizando uma distribuição mais homogênea do conjunto de dados.

Dentre os parâmetros lineares o comprimento das sementes obteve maior média e desvio padrão (16,536 e 1,164 mm), logo a espessura obteve menor média e maior coeficiente de variação (8,952 mm e 8,82%, respectivamente). Contudo, os coeficientes de variação não ultrapassaram 10%, indicando que houve baixas dispersões de dados durante a análise (PIMENTEL-GOMES & GARCIA, 2002). Por outro lado, dentre os parâmetros físicos o volume da semente obteve maior média e desvio padrão (824,96 e 111,09 mm<sup>3</sup>), a excentricidade obteve menor média e maior coeficiente de variação (0,588 mm e 13,99%).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Descritos os índices de caracterização das sementes, a prioridade para ser levada em consideração para iniciar os trabalhos com um projeto de discos deve ser baseada na maior dimensão, como forma de acomodar melhor as sementes. Há de ressaltar que, para cada tipo de projeto de disco (para semeadora mecânica ou pneumática), os caminhos a serem seguidos são diferentes, então é importante definir qual protótipo será inovado ou aperfeiçoado.

## REFERÊNCIAS

SECEX. Secretaria de Comércio Exterior. Sistema ComexStat. Brasília: ME/SECEX, 2018. Disponível: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso: 22 mar. 2019.

MOLIN, J. P. Desafios da agricultura brasileira a partir da agricultura de precisão. In: SIMPÓSIO SOBRE ROTAÇÃO SOJA/MILHO NO PLANTIO DIRETO, 3., 2002, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Potafós, 2002.

GAZZOLA, J.; VOLTARELLI, M.A.; FRANCIETTO, T. R. **AutoCAD: Ferramentas Essenciais Para Projetos Aplicados às Ciências Agrárias**. 1 Ed. Jaboticabal, Associação Bra-

---

sileira de Engenharia Agrícola, 2019. 149p.

MOHSEIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Publishers, 1986. 841p.

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

# INOVAÇÕES EM COLHEITA MECANIZADA

*Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva  
Alex Rangel Gonzaga  
Antônio Maurício Loureiro Júnior*

## INTRODUÇÃO

O amendoim é uma cultura de grande importância socioeconômica para o estado de São Paulo, sendo a região de Jaboticabal o maior produtor da oleaginosa. Segundo dados levantados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, c2019), para a safra 2019/2020 há previsão de plantio de pouco mais de 156 mil hectares, com produção de 575 mil toneladas, sendo que, a região de Jaboticabal representa 15% de toda a área prevista para plantio, seguida pela região de Tupã, Presidente Prudente, Marília, São José do Rio Preto, entre outros (IEA, c2019). Isso faculta que o estado de São Paulo é o principal produtor da oleaginosa, respondendo por 90% de toda a área plantada do Brasil no estado.

Por apresentar as vagens no interior do solo e sendo estas um produto de alto valor agregado, de interesse econômico, a cultura requer atenção por parte dos produtores, demandando planejamento para a obtenção de bons resultados produtivos e financeiros.

A colheita de amendoim é realizada, pelo menos, em duas fases distintas, denominadas de arranquio e recolhimento. Caso ocorra chuva após o arranquio, se faz a operação de levantamento das plantas para que as ramas não fiquem aderidas ao solo, dificultando a ação da recolhedora.

A determinação do grau de maturação normalmente é realizada por meio do método Hull Scrape, que consiste em raspar o exocarpo de duzentas vagens desenvolvidas, expondo a coloração do mesocarpo e colocando as vagens em uma tabela de classificação para comparação (Figura 1).



*Figura 1. Metodologia Hull Scrape para maturação do amendoim.*

Após o arranquio, o amendoim fica com as vagens expostas ao sol por um período de um a três dias, a depender das condições climáticas, visando a secagem das vagens. Este período é denominado de “cura” e este processo é de extrema importância devido à umidade presente no momento de arranquio ser de 35% a 45%. Após o arranquio, ocorre a operação

do recolhimento, cuja umidade ideal para a operação situa-se entre 18% a 24%.

## ARRANQUIO-ENLEIRAMENTO

O arranquio é a primeira etapa da colheita, sendo realizado com o equipamento denominado arrancador, que simultaneamente realiza o arranquio e o enleiramento da cultura, por meio de lâminas cortadoras que penetram o solo abaixo das vagens da planta, com a finalidade cortar as raízes e proporcionar melhor condição ao redor das vagens. Nas máquinas, as plantas são conduzidas por esteiras, caindo sobre o dispositivo que realiza a inversão e o enleiramento das plantas na superfície do solo.

Basicamente são encontrados dois tipos de arrancadores-invertedores: os montados, que são tracionados por meio do sistema hidráulico de três pontos de um trator e os de arasto, que são tracionados por meio da barra de tração. Existem no mercado diversas opções para arrancador-invertedor, classificados de acordo com a capacidade de arranquio em: 2x1 (arranquio de duas fileiras da cultura formando uma leira), 4x2 (quatro fileiras x duas leiras), 6x3 (seis fileiras x três leiras) e 8x4 (oito fileiras x quatro leiras). No Brasil, o modelo mais utilizado é o 2x1, embora nos últimos anos tenha crescido a adoção por parte dos produtores de arrancadores 4x2.

Os arrancadores podem ser acionados pela tomada de potência (TDP) ou pelo sistema hidráulico auxiliar (válvulas de controle remoto – VCR). Quando acionado pela TDP, isso ocorre por meio do eixo cardã, que aciona a caixa redutora, mudando a direção do movimento e diminuindo a rotação. Esta caixa redutora comanda um sistema de polias e correias, movimentando a esteira e os rolos enleiradores.

## RECOLHIMENTO

O recolhimento é realizado após a secagem e é caracterizado pelo recolhimento das leiras e pela a trilha das vagens, por meio de recolhedoras-trilhadoras, que podem ser acionadas e tracionadas por trator (Figura 2.a) ou autopropelidas (Figura 2.b).



Figura 2. Recolhedora-trilhadora de amendoim: a) tracionada; b) autopropelida.

Fonte: MIAC Máquinas agrícolas

Durante o recolhimento, as vagens são separadas das ramas e conduzidas ao tanque graneleiro, onde são retidas até a operação de transbordagem em caminhões que transportarão o amendoim a unidades beneficiadoras. A recolhedora é composta por unidades de recolhimento, trilha, limpeza e de transporte e armazenamento, podendo ser axiais ou tangenciais, sendo esta classificação dada pelo sistema de trilha da máquina, bem similar ao processo que ocorre nas colhedoras de grãos.

Para as recolhedoras axiais, o recolhimento é realizado pela unidade de recolhimento,

na qual um cilindro recolhedor recolhe as leiras de amendoim por meio da ação dos dedos recolhedores. Um cilindro condutor direciona as leiras para o centro da máquina, promovendo a alimentação. Este cilindro pode ser constituído por um condutor transversal de rosca sem fim (caracol) ou por um rolo-estrela. Do cilindro condutor, as plantas são encaminhadas ao cilindro condicionador que, finalmente, direciona-as para a unidade de trilha.

Na unidade de trilha, as ramas de amendoim passam envolvendo o cilindro de trilha e, pela ação dos pinos, os grãos são separados das ramas e caem sobre a peneira vibratória. O material não grão é conduzido para a parte traseira da recolhedora, sendo então eliminado para fora da máquina.

Os pinos podem ser configurados em três posições (Figura 5): pinos a  $+45^\circ$  (A), pinos a  $0^\circ$  (B) e pinos a  $-45^\circ$  (C). Pinos a  $+45^\circ$  fornecem menor tempo de trilha, pois o material passa mais rápido pelo sistema; pinos a  $0^\circ$  corresponde a velocidade de trilha ideal para lavouras em boas condições de umidade e palha; pinos a  $-45^\circ$  fornecem maior tempo de trilha, o material passará mais devagar pelo sistema.

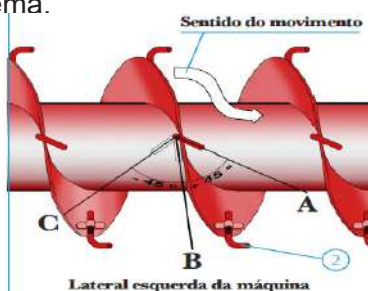


Figura 3. Unidade de trilha. Fonte: MIAC Máquinas Agrícolas.

Na unidade de limpeza, a peneira vibratória irá separar as vagens das impurezas minerais e vegetais mais pesadas, enquanto o ventilador succionará as partículas leves de impurezas, deixando que apenas as vagens limpas se desloquem para o depósito localizado na parte traseira da máquina.

A unidade de transporte e armazenamento é composta por um tubo condutor de rosca sem fim, localizado após a peneira, que irá conduzir as vagens até ao elevador de canecas. Este elevador é responsável por levar as vagens até à caçamba graneleira. O transbordamento das vagens é realizado acionando o levante da caçamba.

## NOVAS TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS

A adoção de novas tecnologias para o processo de colheita mecanizada em amendoim ainda é muito baixa, se comparado a outras culturas. O baixo investimento em pesquisas reflete no baixo potencial tecnológico adotado.

Recentemente no Brasil, o lançamento da recolhedora automotriz representou um salto tecnológico, gerando a possibilidade de utilização de tecnologias já disponíveis no mercado em outras culturas, como a soja por exemplo. Dentre essas tecnologias com potencial para aplicação quase que imediata na colheita de amendoim, destacam-se o mapeamento da produtividade, o uso de piloto automático, a telemetria e a visão computacional.

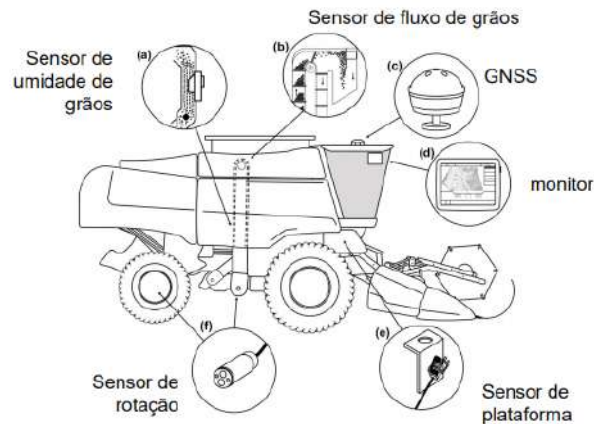
O uso de sensores para gerar mapas de produtividade, por exemplo, é uma tecnologia já disponível a certo tempo no mercado, que poderia ser implementada para a colheita de amendoim. Saber a variabilidade existente na lavoura e os pontos em que houve menor ou maior produtividade possibilita ao produtor a gestão de colheitas futuras. Embora o amendoim



na região da Alta Mogiana em São Paulo ter como característica o cultivo em áreas diferentes a cada ano, os mapas de produtividade podem permitir aos produtores visualizar e entender melhor a operação de colheita, permitindo que sejam gerados mapas de lucratividade das lavouras.

Para gerar os mapas detalhados é preciso obter dados com qualidade, com pontos que sejam representativos. Para isso é preciso conhecer a quantidade de grãos colhidos naquele ponto, o tamanho da área que o ponto representa, sua posição e a umidade. Os equipamentos atuais obtêm em torno de 500 a 1300 pontos por hectare, cada ponto terá uma área de 8 m<sup>2</sup> a 25 m<sup>2</sup>.

É possível observar na Figura 4, alguns equipamentos necessários para a geração de mapas de produtividade. Existem algumas opções como, por exemplo, para sensor de fluxo de grãos, que podem apresentar sensores de placa de impacto (gravimétrico), sensores óptico (volumétrico) e sensor de umidade de grãos (capacitância). Para a instalação desses sensores, devem de ser avaliadas a melhor localização de instalação, ou seja, aquela na qual o equipamento responderá com maior acurácia de acordo com a cultura trabalhada. Deve-se atentar a inclinação da máquina no momento da retirada da amostra, para que a inclinação não interfira no resultado, necessitando de isolar este efeito.



*Figura 4. Equipamentos necessários para geração de mapas de produtividade*  
*Fonte: Molin, J.P. (2017)*

Além do uso de sensores para gerar mapas de produtividades, há o uso de sensores para verificar o tamanho, formato do grão e umidade que podem permitir o ajuste da melhor regulagem para a realização da trilha.

Outra tecnologia amplamente utilizada nas colhedoras de cereais é a utilização sensores que verificam a inclinação do terreno, ajustando a velocidade do ventilador, a inclinação, a abertura e o fechamento das peneiras, minimizando perdas e aumentando a eficiência de limpeza.

O uso de projetos de “plantio” (semeadura), associado ao uso de piloto automático no momento do arranquio, permite explorar mais a área e diminuir os erros de paralelismo, sendo uma tecnologia de grande importância para ser associadas ao processo de produção.

A adoção de telemetria permite com que os dados gerados pelos sensores sejam enviados em tempo real para servidor, permitindo o monitoramento e acompanhamento das operações agrícolas, facilitando as tomadas de decisões, melhorando a qualidade das operações agrícolas mecanizadas, refletindo na redução de custos.

## VISÃO COMPUTACIONAL NA COLHEITA DE AMENDOIM

Outro assunto que vem sendo amplamente pesquisado trata-se de visão computacional. Diversos estudos estão sendo propostos para realizar tarefas de estimativas de produtividade de culturas a partir da identificação de regiões de interesse em imagens (ex. características morfológicas).

Para a cultura do amendoim, ainda não há publicações de resultados de pesquisas em campo com essa temática. No entanto, pesquisadores do Rouverson Silva Research-Group, pertencentes ao Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) da Unesp – Jaboticabal, estão realizando pesquisas para o desenvolvimento de um sistema inteligente, baseado em aprendizado profundo (deep learning), que seja capaz de prever a produtividade do amendoim em imagens adquiridas durante o processo de colheita. Os primeiros resultados indicam que é possível realizar a identificar as vagens nas imagens, e também, classificá-las de acordo com o número de sementes presentes em cada vagens. Exemplo do resultado pode ser observado na Figura 5.

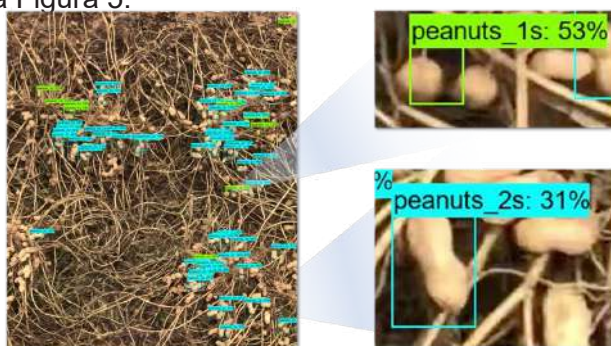


Figura 5. Identificação e classificação de vagens de amendoim em condições de campo.

Esta pesquisa é pioneira ao propor um método para reconhecimento de vagens de amendoim em imagens, contribuindo com inovação no campo de estudo de colheita mecanizada para cultura do amendoim. A estimativa dos mapas de produtividade realizadas por esta tecnologia, poderá ser utilizada para melhor gerenciamento de safras futuras, permitindo melhores regulagens das recolhedoras, bem como, minimizando as perdas na colheita.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora na colheita de amendoim existam alguns obstáculos, como a ocorrência de poeira, massa verde, elevada umidade, dentre outros, que podem vir a prejudicar o uso de sensores, pesquisas estão sendo realizadas para melhorar o processo de limpeza e trilha, para que se faça possível o uso desses equipamentos, gerando, por meio da tecnologia, melhores produtividades, redução de perdas e de custos e agregando valor à cadeia produtiva do amendoim.

## REFERÊNCIAS

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira - grãos**. Brasília. c2019. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.7, n.2,. Disponível::<<https://www.conab.gov.br/info-a>

---

gro/safras/graos>. Acesso: 10 nov. 2019.

DAWELBEIT, M. I. **Comparison of four peanuth arvesting systems in irrigated clays of Sudan**. Applied Engineering in Agriculture. Vol 7, n. 1, 1991.

FEREZIN, E.; SILVA, R. P.; SANTOS, A. F.; ZERBATO, C. **Development of an electro hydraulic drive system for the vibrating convey or belt of the peanutdigger-inverter**. PlosOne, v. 13, n. 10, 2018.

IEA – INSTITUTODE ECONOMIA APLICADA. **Previsão e estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo: Ano agrícola 2019/20 – Intençãode Plantio**. c2019. Disponível: <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14720>. Acesso: 21/11/2019.

MOLIN, J. P. **Mapeamento da produtividade das culturas**. Anotações de Aula, ESALQ, USP, 2017.

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

# SENSORIAMENTO REMOTO NA CULTURA DO AMENDOIM

Samira LunsHatun de Almeida  
Franciele Morlin Carneiro  
Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva  
Prof. Dr. Cristiano Zerbato

## INTRODUÇÃO AO SENSORIAMENTO REMOTO

Capaz de obter informações de um alvo sem o contato direto com o mesmo, o Sensoriamento Remoto tem-se mostrado uma importante ferramenta para o estudo da superfície terrestre. Com aplicação nas mais diversas áreas, o sensoriamento remoto contribui positivamente em estudos geológicos, florestais, oceanográficos, meteorológicos, agrícolas, entre outros.

No setor agrícola, o Sensoriamento Remoto permite identificar alterações no comportamento fisiológico da planta, sendo essa uma importante ferramenta na análise do vigor da vegetação. Isso é possível devido ao comportamento da planta diante da radiação eletromagnética, podendo a mesma ser absorvida para utilização em processos fisiológicos, transmitida ou refletida. Alterações na planta, em decorrência de déficit hídrico e nutricional ou da presença de pragas e doenças, são detectadas por meio de alterações neste comportamento da planta, denominado comportamento espectral (Figura 1).

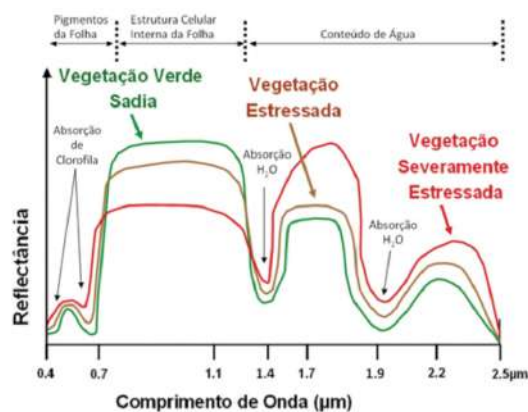


Figura 1. Comparação das curvas espectrais da vegetação sadia e estressada (diagrama esquemático). Fonte: Souza Filho et al. (2008).

As aplicações do Sensoriamento Remoto para o estudo da vegetação são diversas. Além do estudo com base no comportamento espectral da vegetação, essa ciência permite realizar estimativas de biomassa, previsões de produtividade e, inclusive, quantificar áreas cultivadas por meio do mapeamento do uso e ocupação do solo. Todas essas aplicações tornam o Sensoriamento Remoto uma ciência muito procurada e, cada vez mais, adotada por

profissionais da área agrônômica e por produtores rurais, bem como por setores governamentais, devido à facilidade de se trabalhar com áreas muito extensas.

Por possuir métodos de coleta de dados de forma não destrutiva, o Sensoriamento Remoto torna-se uma alternativa para muitas avaliações de campo, que até então exigiam amostras destrutivas da vegetação. Outra grande vantagem dessa ciência é que alguns de seus sensores são capazes de imagear grandes áreas e em períodos fixos de revisita. Isso é fundamental para o estudo das culturas ao longo de seu ciclo e permite extrair dados nas diferentes etapas de desenvolvimento da mesma.

Tratando-se da cultura do amendoim, cultivada em grande maioria no Estado de São Paulo, o Sensoriamento Remoto surge com a possibilidade de solucionar grandes desafios enfrentados pelos produtores deste grão. Dentre as vantagens da adoção dessa ciência, destaca-se a identificação de estresses e suas causas. O Sensoriamento Remoto é uma importante ferramenta para o monitoramento de áreas agrícolas, pode, dentre outros aspectos, auxiliar na tomada de decisão sobre o momento ideal da colheita, buscando maximizar a produção e reduzir as perdas na operação.

Os dados de Sensoriamento Remoto podem ser obtidos a partir de diferentes níveis de coleta: orbital, suborbital ou aéreo e terrestre (Figura 2). Estes níveis representam a plataforma no qual os sensores, imageadores ou não, estão acoplados. A seguir serão descritos cada um destes níveis de coleta, assim como suas aplicações e vantagens.

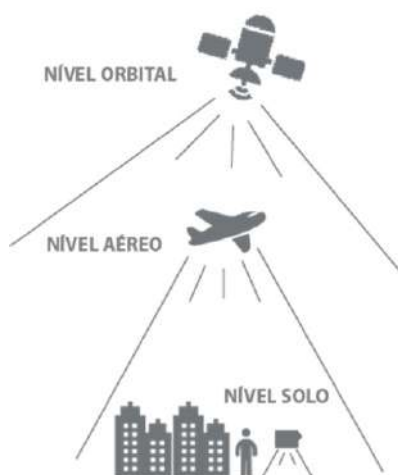


Figura 2. Níveis de coleta no sensoriamento remoto. Fonte: Barros, 2018.

## NÍVEIS DE COLETA

### Orbital

O sensoriamento remoto orbital é aquele cujo os sensores utilizados para captar informação encontram-se a bordo de satélites. Este tipo de imageamento começou de fato a ser aplicado em 1972, com o lançamento do satélite Earth-1, que posteriormente foi chamado de Landsat-1. Atualmente, o Landsat está na sua oitava versão e, juntamente com outros satélites como o Sentinel, CBERS, entre outros, estão revolucionando o estudo da superfície terrestre. Estes satélites tem a grande vantagem de disponibilizarem suas imagens gratuitamente.

Na agricultura, o sensoriamento remoto orbital tem contribuído para importantes estu-

---

dos que incluem o período ótimo de plantio, previsões de produtividade, mapeamento de área cultivada, entre outros. Por algumas dessas plataformas disponibilizarem seus dados de forma gratuita, o sensoriamento remoto orbital se torna uma ciência acessível ao produtor rural e cada vez mais adotada.

Dentre as principais vantagens deste nível de coleta está a capacidade de imageamento de grandes áreas, e, além disso, o fato de imagear a área em intervalos de tempo regulares, que variam de um satélite para outro. O Landsat-8, por exemplo, passa em um mesmo ponto do globo terrestre a cada 16 dias, enquanto o Sentinel 2 o faz a cada 5 dias. Além disso, os sensores a bordo destes satélites apresentam diferentes resoluções espaciais, ou seja, diferentes capacidades em detectar os objetos na superfície terrestre, permitindo, o Sentinel-2 uma melhor detecção do que o Landsat-8. Ainda assim, ambos são muito utilizados, e a escolha deles depende das necessidades do usuário e da finalidade do imageamento.

Existem outras plataformas orbitais que disponibilizam dados com resolução espacial de poucos metros ou até mesmo centímetros. Entretanto, não são de acesso livre e acabam ficando mais restritas ao uso científico ou, no setor agrícola, a grandes empresas. Diante dos custos da aquisição das imagens destes sensores, quando necessário uma melhor resolução espacial no campo, adota-se a utilização de aeronaves remotamente pilotadas.

Um grande fator limitante do nível de coleta orbital é a presença de nuvens no momento de captura da imagem. Isso porque as nuvens podem sobrepor a área de interesse, impedindo a visualização, ou até mesmo sombreando a área, o que prejudica o estudo do comportamento espectral da vegetação naquele local.

Na cultura do amendoim, as plataformas orbitais, assim como as suborbitais e terrestres, estão sendo cada vez mais utilizadas. Estudo realizado por Santos (2019) analisou a previsão da maturação, com o intuito de detectar o momento ideal para a colheita do amendoim. Isso porque, é de suma importância que as vagens apresentem a maturação adequada para reduzir as perdas durante o arranquio, sendo estas informações possíveis de serem obtidas por meio do imageamento por sensoriamento remoto orbital.

### **Suborbital**

O sensoriamento remoto suborbital, também denominado aéreo, tem como principais plataformas de coleta de dados as aeronaves remotamente pilotadas (RPA), sejam elas de asa fixa ou multirotor, e também os aviões, ou balões. Apesar de muito utilizados nos primórdios do Sensoriamento Remoto, os balões foram substituídos por aviões, e estes atualmente deram lugar aos RPAs, também chamados drones ou Vants (Veículos aéreos não tripulados).

Por sobrevoarem áreas a menores altitudes, os RPAs possibilitam o imageamento de menores áreas quando comparados às plataformas orbitais. Ainda assim, em alguns casos, como por exemplo o estudo de lavouras, este nível de coleta permite atingir ótimos resultados, principalmente devido ao fato de possuírem melhor resolução espacial, podendo atingir pixels de até 2 cm. Resoluções como essa facilitam a identificação de alterações na lavoura e, conseqüentemente, a tomada de decisão.

Dentro das aeronaves remotamente pilotadas, existem as de asa fixa e os multirotores (Figura 3). Os multirotores possuem quatro ou mais rotores e têm como principal fonte de alimentação as baterias. Já as RPAs de asa fixa comumente utilizam motores a combustão. Apesar de serem mais fáceis de serem manuseados, os multirotores à bateria apresentam menor autonomia de voo quando comparados aos RPAs de asa fixa, o que confere ao RPAs de asa fixa maior capacidade de recobrimento de área.

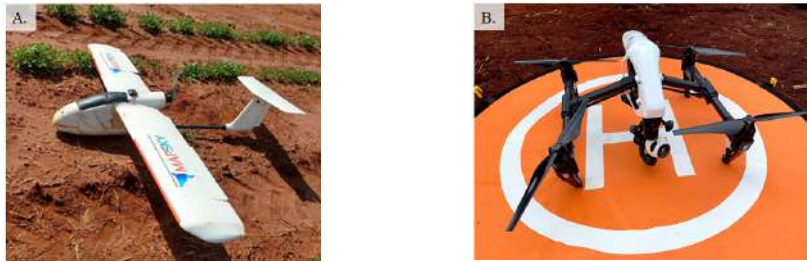


Figura 3. Aeronave Remotamente Pilotada (RPA) com asas fixas (A) e rotativas (B).

Além de alta resolução espacial, os RPAs têm como vantagem em relação às plataformas orbitais, a capacidade de serem utilizados de acordo com as necessidades de imageamento, sem a definição de dias fixos para o seu uso, como acontece com os satélites. Tratando-se das culturas anuais, isso é importante por permitir que todas as etapas fenológicas da cultura, mesmo que a etapa seja curta, sejam obtidas.

Por possuírem sensores passivos acoplados, nestas aeronaves o imageamento só pode ser realizado na presença de radiação solar. Isso porque estes sensores não emitem radiação e dependem, portanto, da resposta do alvo à radiação solar para capturar informações. Dessa forma, estes voos só podem ser realizados durante o dia.

Muitas pesquisas com a cultura do amendoim têm sido realizadas, com a finalidade de monitorar os estádios de crescimento da cultura, o tempo ótimo para o uso dos sensores aéreos, a estimativa da maturação das vagens e a altura de voo, dentre outras. Como exemplos, no campo da pesquisa científica, tem-se os trabalhos de Balota & Oakes (2017), que utilizaram RPAs para a seleção de cultivares de amendoim resistentes à seca, e de Balota & Oakes (2016), que usaram as técnicas do Sensoriamento Remoto por meio das aeronaves para estimar produtividade em função do estresse hídrico, doenças, e seleção de variedades.

### Terrestre

O sensoriamento remoto terrestre ou proximal, em sua grande maioria, é realizado por meio de sensores ópticos ativos ou também chamados sensores de dosséis. Estes sensores são classificados como terrestres por estarem próximos ao alvo, com até 20 m de distância do sensor em relação ao alvo (Figura 4.a). Este tipo de sensoriamento pode ser realizado com o sensor acoplado em diferentes plataformas, como por exemplo, bicicletas, motocicletas, tratores ou então, de forma manual (Figuras 4.b a 4.d).



Figura 4. Sensoriamento remoto terrestre\* (a) e uso de diferentes plataformas para o sensoriamento remoto terrestre: b) por meio de bicicleta ;c) de forma manual; d) tratorizado.

\*Fonte: <http://geoden.uff.br/modulo-2-sensoriamento/>.

Os sensores terrestres são de fácil instalação e aquisição de dados. A coleta dos dados

---

pode ser feita conforme a necessidade do pesquisador ou do produtor, uma vez que não existem data e hora fixas para a coleta, como ocorre nos sensores a bordo de satélites. Dessa forma, torna-se importante para o monitoramento dos estádios de crescimento da cultura – principalmente as anuais e de ciclo curto, como o amendoim, como também para o vigor da planta e para identificar sintomas da presença de pragas e doenças, antes que essas atinjam o nível de dano econômico.

Outra importante vantagem de sensores terrestres é sofrer baixa interferência da presença de nuvens na área amostrada, fator que é limitante nos outros níveis de coleta de dados de Sensoriamento Remoto. O fato de sensores terrestres, como CropCircle, OptRX e GreenSeeker serem ativos, ou seja, emitirem a própria radiação, não dependendo de fontes externas como o sol, faz com que estes sensores possam ser utilizados na ausência do sol, sem limitação de horário. Entretanto, por estes sensores estarem próximos ao alvo, os mesmos possuem menor capacidade de recobrimento, exigindo assim alta demanda de mão de obra.

Ainda são escassos os estudos da cultura do amendoim com base no sensoriamento remoto terrestre. Ainda assim, pesquisas vêm sendo realizadas e demonstram a importância destes sensores. Carneiro et al. (2019) monitorando a variabilidade temporal desta cultura, verificaram que os sensores ópticos terrestres possuem grande potencial para a detecção da variabilidade, além de verificar que os índices de vegetação estão associados às características biofísicas da planta principalmente a biomassa, largura de dossel e índice de clorofila. Zerbato et al. (2016), correlacionaram as características biofísicas do amendoim com o NDVI e observaram que este índice de vegetação pode ser utilizado para população de plantas, estimativa da produtividade e cobertura vegetal.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sensoriamento remoto é uma ciência que tem garantido importantes avanços para a agricultura. Na cultura do amendoim, estes avanços têm contribuído significativamente para o monitoramento da lavoura, detectando a variabilidade temporal e espacial do cultivo; análise do vigor da planta, assim como a estimativa da produtividade e da maturação, aspectos de suma importância para a cultura do amendoim.

## REFERÊNCIAS

BALOTA, M. Exploratory use of a UAV platform for variety selection in peanut. In **Autonomous Air and Ground Sensing Systems for Agricultural Optimization and Phenotyping**. v. 9866, p. 98660F. International Society for Optics and Photonics.2016.

BALOTA, M. UAV remote sensing for phenotyping drought tolerance in peanuts. In **Autonomous Air and Ground Sensing Systems for Agricultural Optimization and Phenotyping II**. v. 10218, p. 102180C. International Society for Optics and Photonics.2017.

CARNEIRO, F. M.et al. Correlations among vegetation indices and peanut traits during different crop development stages. **Engenharia Agrícola**. v.39(SPE), p. 33-40.2019.

SANTOS, A. F. **Método não destrutivo para predição da maturação de amendoim (Arachishypogaea L.) utilizando Sensoriamento Remoto**. 2019. 107 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia (produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista (unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, Jaboticabal, 2019. Disponível: <<https://repo->



---

itorio.unesp.br/handle/11449/190827>. Acesso: 29 nov. 2019.

SOUZA FILHO et al. Detecção de exsudações de hidrocarbonetos por geobotânica esensoriamento remoto multi-temporal: estudo de caso no Remanso do Fogo (MG). *Revista Brasileira de Geociências*. v. 38, n. 2 – suplemento. p.228-243. 2008

ZERBATO, C. et al. Agronomic characteristics associated with the normalized difference vegetation index (NDVI) in the peanut crop. ***Australian Journal of Crop Science***. v.10, n. 5, p. 758.2016.



# **A AGRONOMIA TRANSFORMA DO GRÃO À SUA REFEIÇÃO**

A capacidade de transformar os elementos e modificar a natureza é o que nos faz humanos. Da terra, a agronomia é capaz de produzir mais, com mais segurança e menos impacto ao meio ambiente, transformando as nossas vidas para melhor.

**Para seus negócios no campo, contrate um engenheiro agrônomo.**

[www.confea.org.br](http://www.confea.org.br)

**CONFEA**  
Conselho Federal de Engenharia  
e Agronomia



**CREA**  
Conselhos Regionais de Engenharia  
e Agronomia



**MUTUA**  
CAIXA DE ASSISTÊNCIA DOS PROFISSIONAIS DO CREA