

UTILIZAÇÃO DE DRONES APLICADOS À AGRICULTURA DE PRECISÃO

Palestrante: Eng. Vinícius Calou



XXI SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA

VI Exposição Especializada de Bovinos e Caprinos Leiteiros

XXI Feira de Produtos e de Serviços Agropecuários

Oficinas de Capacitação

06 a 08 de Julho 2017

III Galeria dos Garanhões

Centro de Eventos do Ceará
Pavilhão Leste - Fortaleza/CE

A água e o semiárido: uma nova postura



APRESENTAÇÃO

Utilização de Drones aplicados à agricultura de precisão



Eng. Agr. Vinícius Bitencourt Campos Calou

- Graduado em **Agronomia**, pela Universidade Federal do Ceará.
- Especialista em **Geoprocessamento** aplicado à análise ambiental e recursos hídricos em 2017, pela Universidade Estadual do Ceará.
- Mestrando em **Engenharia Agrícola**, com ênfase em Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto e Sensores.
- Desenvolve trabalhos utilizando Drones aplicados à agricultura de precisão, irrigação e drenagem, manejo de pragas e doenças, fertilidade do solo, inspeção de obras, reconstrução tridimensional e cartografia. Membro do Laboratório de Eletrônica e Máquinas Agrícolas - LEMA.

SUMÁRIO

Utilização de Drones aplicados à agricultura de precisão

- Histórico dos VANTs no mundo e no Brasil e classificações;
- Legislação brasileira aplicável aos VANTs;
- Princípios de aerolevanteamento;
- Tipos de drones e sensores;
- Processamento de modelo digital de superfície e de terreno;
- Drones e o futuro da agricultura de precisão;
- Aplicações de mapas feitos com drones;
- Aplicação prática: Estimativa da Biomassa de lavoura;
- Aplicação prática: Identificação de pragas e doenças;
- Aplicação prática: Monitoramento da quantidade de água na lavoura.

INTRODUÇÃO

A agricultura de precisão é considerada uma das maiores promessas para o desenvolvimento de tecnologias que contribuam para o sucesso das atividades agrícolas.

Os VANTs, neste contexto, estão sendo utilizados para o monitoramento das lavouras, estimativas de rendimento e de produtividade, identificação de pragas e doenças.



Fonte: droneng.com.br



Fonte: <http://o.aolcdn.com/>



Fonte: <http://www.ottoboni.agr.br/>

INTRODUÇÃO

Veículos Aéreos Não Tripulados - VANTs

Aeronaves que não possuem um piloto a bordo, podendo ser pilotadas remotamente por operadores humanos ou guiados por programas computacionais. São comumente chamados de “drones”, mas também podem assumir outras denominações, como no caso dos veículos de combate aéreo não tripulado – VCANTs, ou Remotely Piloted Aircraft – RPA (BRASIL, 2015).

Multirrotores



Fonte <http://www.associacaobrasileiradrones.org/wp>

Asa Fixa



Fonte: www.DroneEng.com.br

VCANTs



Fonte: <http://mundogeo.com/>

INTRODUÇÃO

- *UAV – Unmanned Aerial Vehicle*
- Multirrotores ou Asa fixa

A)



B)



Fonte: Dr. Drone

INTRODUÇÃO

PELICANO - SkyDrones



Fonte: SkyDrones



INTRODUÇÃO

SantosLab

Combate ao *Aedes aegypti*



Fonte: Calou (2015).

INTRODUÇÃO

XMrobots

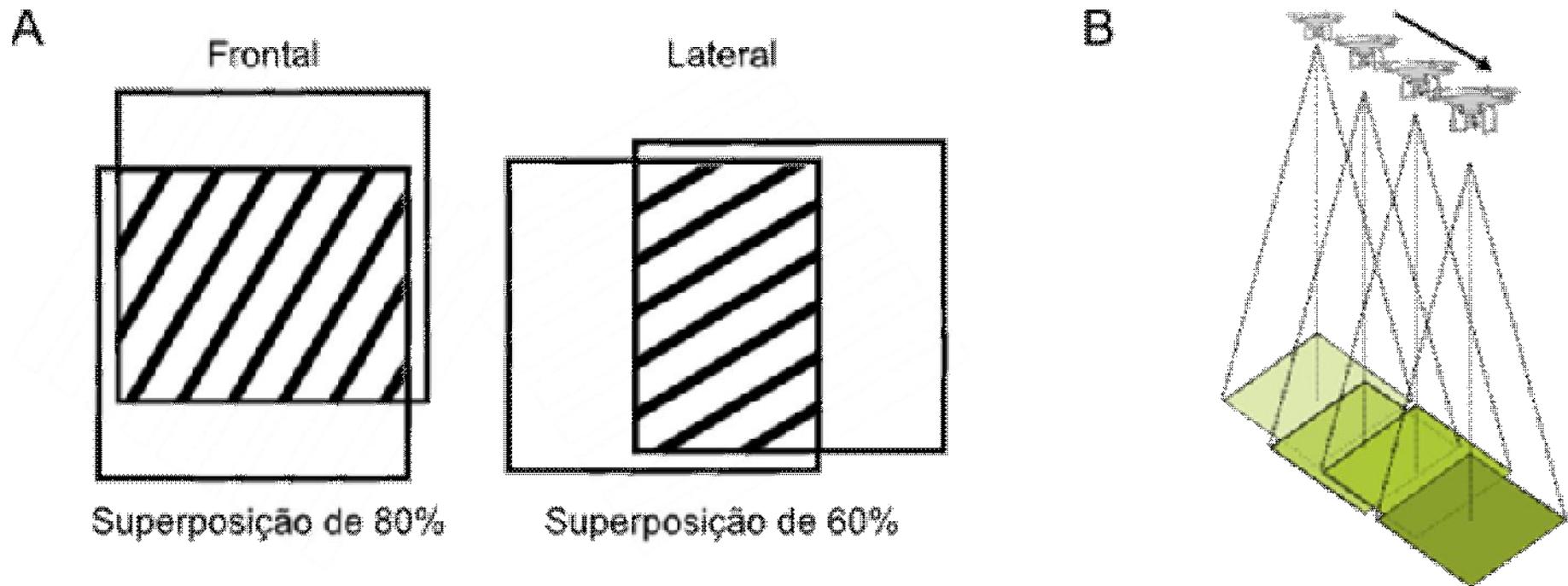
Pulverização agrícola



Fonte: Calou (2015).

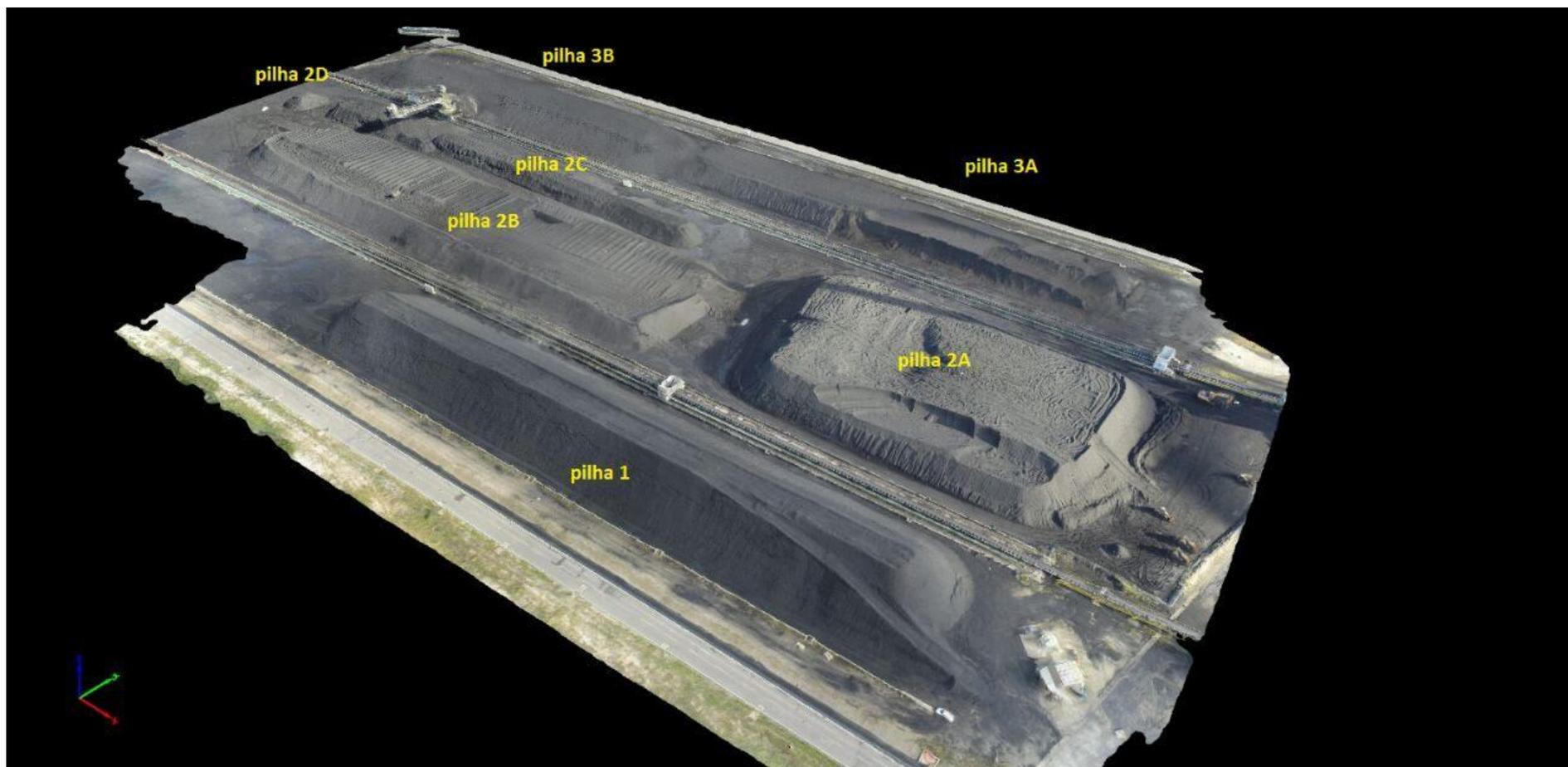
SUPERPOSIÇÃO DE IMAGENS

Construção de modelos tridimensionais a partir de informações bidimensionais, onde o princípio fotogramétrico é desenvolvido pela superposição de imagens (ROBERTSON; CIPOLLA, 2009). Os softwares fazem uso de algoritmos, como o **Structure From Motion** (SfM) (ULLMAN, 1979), que é capaz de reconhecer padrões em fotografias sobrepostas capturadas por uma câmera em movimento em torno de uma cena e alinhá-las.

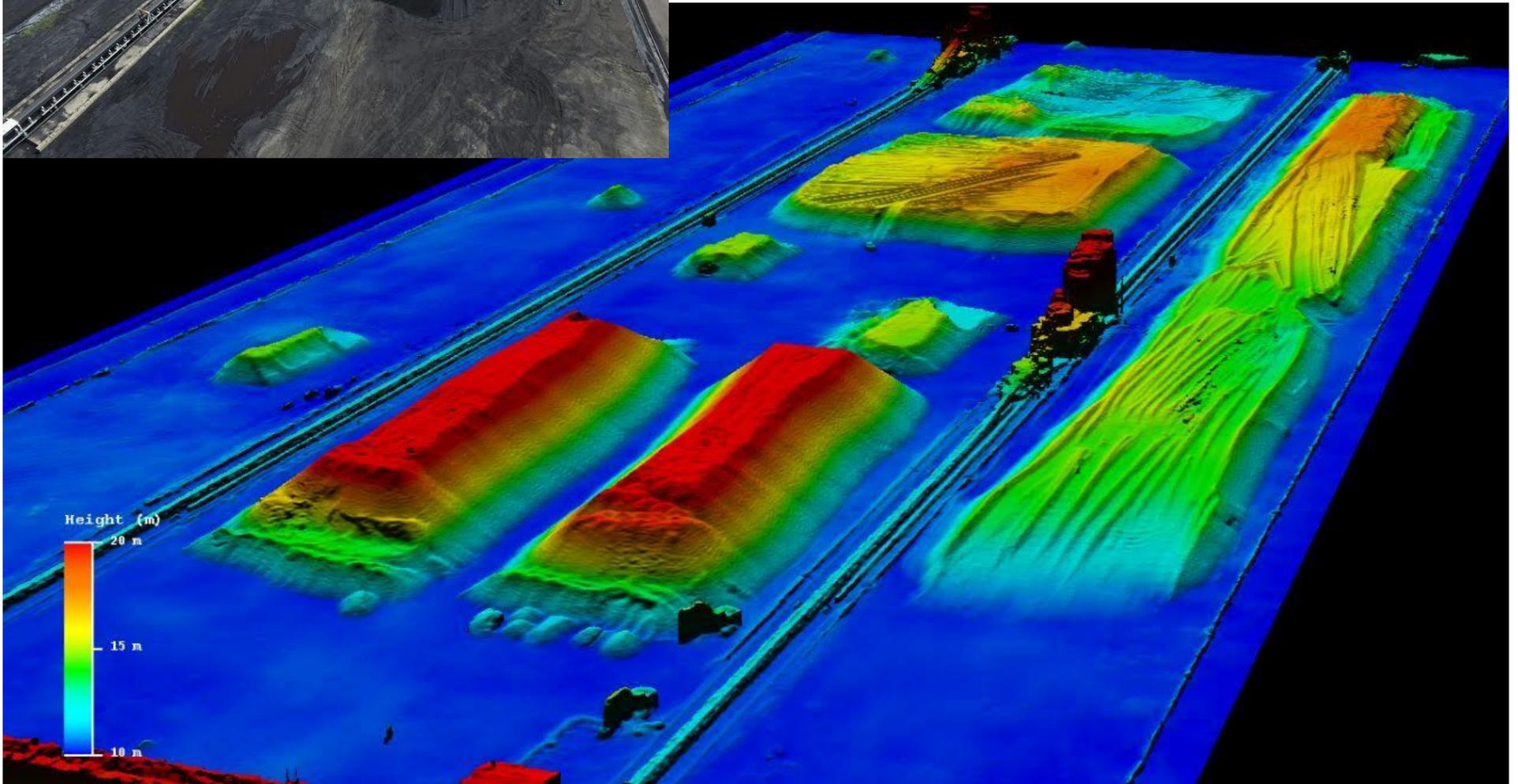


Fonte: Calou et al., (2015).

NUVEM DE PONTOS



MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO



INTRODUÇÃO

NOMENCLATURAS

- UAV – Unnamed Aerial Vehicle
- VANT – Veículo Aéreo Não Tripulado
- RPA – Remotely Piloted Aircraft
- VCANT – Veículo de Combate Aéreo Não Tripulado
- DRONE – Zangão

APLICAÇÕES GERAIS

- Controle do trânsito, contagem eficiente de veículos e apoio de equipes em solo em eventuais acidentes (DOHERTY, 2004; HAARBRINK; KOERS, 2006; PURI; VALAVANIS; KONTITSIS, 2007);
- Monitoramento, documentação, reconstrução de edificações históricas e sítios arqueológicos de difícil acesso (RUBIO et al., 2005; EISENBEISS; ZHANG, 2006; ÇABUK; DEVECI; ERGINCAN, 2007);
- Monitoramento da medição do fluxo de dióxido de carbono de erupções vulcânicas (MCGONIGLE et al., 2008; AMICIS et al., 2013);
- Identificação de incêndios e apoio no monitoramento de queimadas (CASBEER et al., 2005; RESTAS, 2006; MAZA et al., 2011; MERINO et al., 2012);
- Monitoramento do degelo no Himalaia (IMMERZEEL *et al.* 2014).

APLICAÇÕES NA AGRICULTURA

- Correlação entre o teor de nitrogênio em plantas de milho e um índice calculado a partir da reflectância das bandas verde e vermelha (NGRDI) (HUNT JR. *et al.* (2005);
- Grande potencial da associação de sensores multiespectrais e VANTs para a agricultura, destacando a alta resolução espacial alcançada e os custos relativamente menores em relação a outros métodos de aquisição de imagens aéreas (NEBIKER *et al.* 2008);
- Correlação entre a temperatura e o teor de umidade em plantações (BALUJA *et al.* 2012; ZARCO-TEJADA, GONZÁLEZ-DUGO, BERNI 2012; e BELLVERT *et al.* 2014);
- Monitoramento da erosão do solo a partir de um modelo digital de terreno (D'OLEIRE-OLTMANN *et al.* 2012);
- Utilização de um VANT associado a sensores multiespectrais e termais para a identificação de fungos em um plantio de oliveira (CALDERÓN *et al.* 2013);
- Utilização de técnicas de sensoriamento remoto em consórcio com os VANTs para buscar um método eficiente de estimativa da biomassa e da altura de plantas (BENDING, 2014).

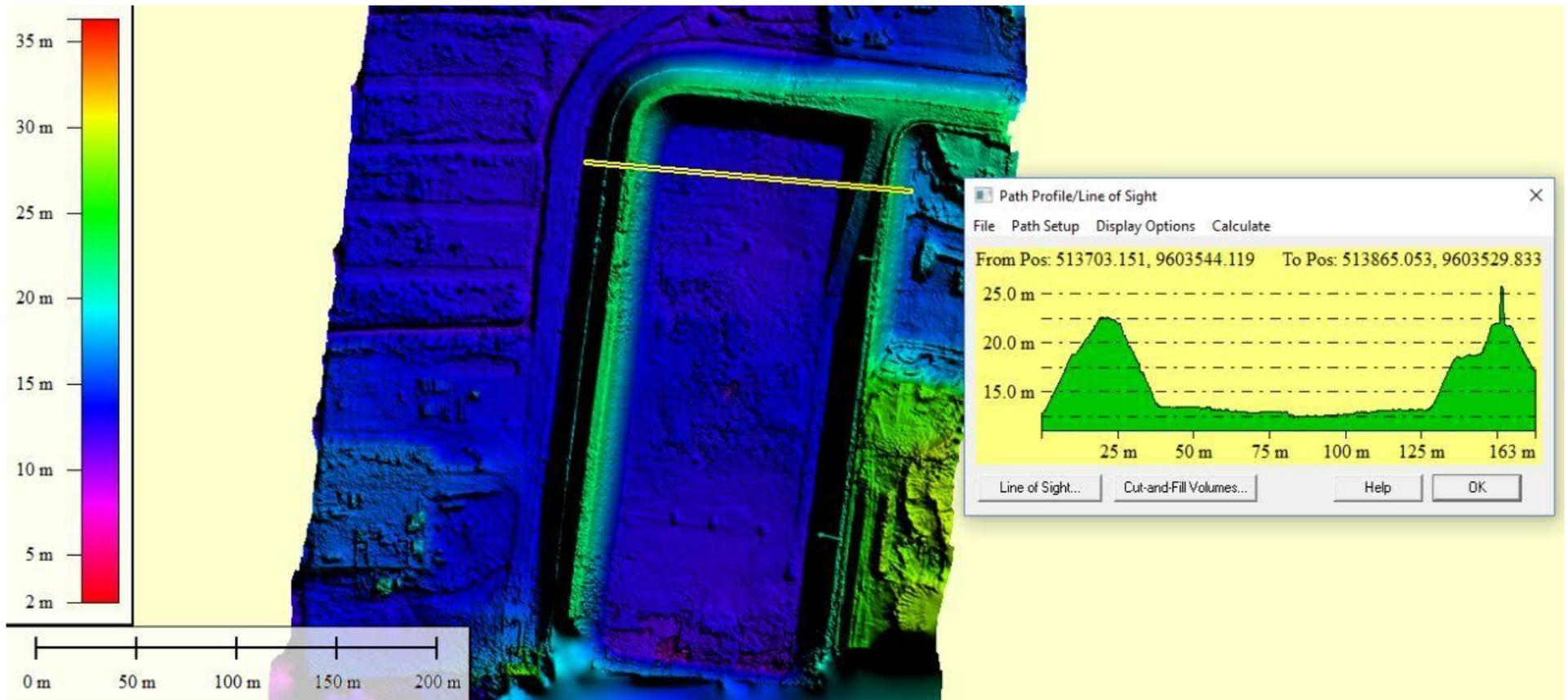
APLICAÇÕES NO BRASIL

- Modelagem digital do terreno e avaliação dos dados de alta resolução espacial (ALMEIDA et al., 2015);
- Planejamento urbano (ANTUNES; HOLLATZ, 2015);
- Detecção de defeitos em pavimentos (BRANCO; SEGANTINE, 2015);
- Estimativa da cobertura verde em pastagens (BRITO et al., 2015);
- Georreferenciamento utilizando fotogrametria aérea de VANTs (GOMES et al., 2015);
- Fiscalização do uso de recursos hídricos (SILVA et al., 2015);
- Estimativa da biomassa na cultura do milho (CALOU et al., 2016);
- Estimativa da altura de dossel em cultivos (CALOU et al., 2016);
- Utilização de VANTs em apoio a atividades de georreferenciamento de imóveis (CALOU et al., 2017).

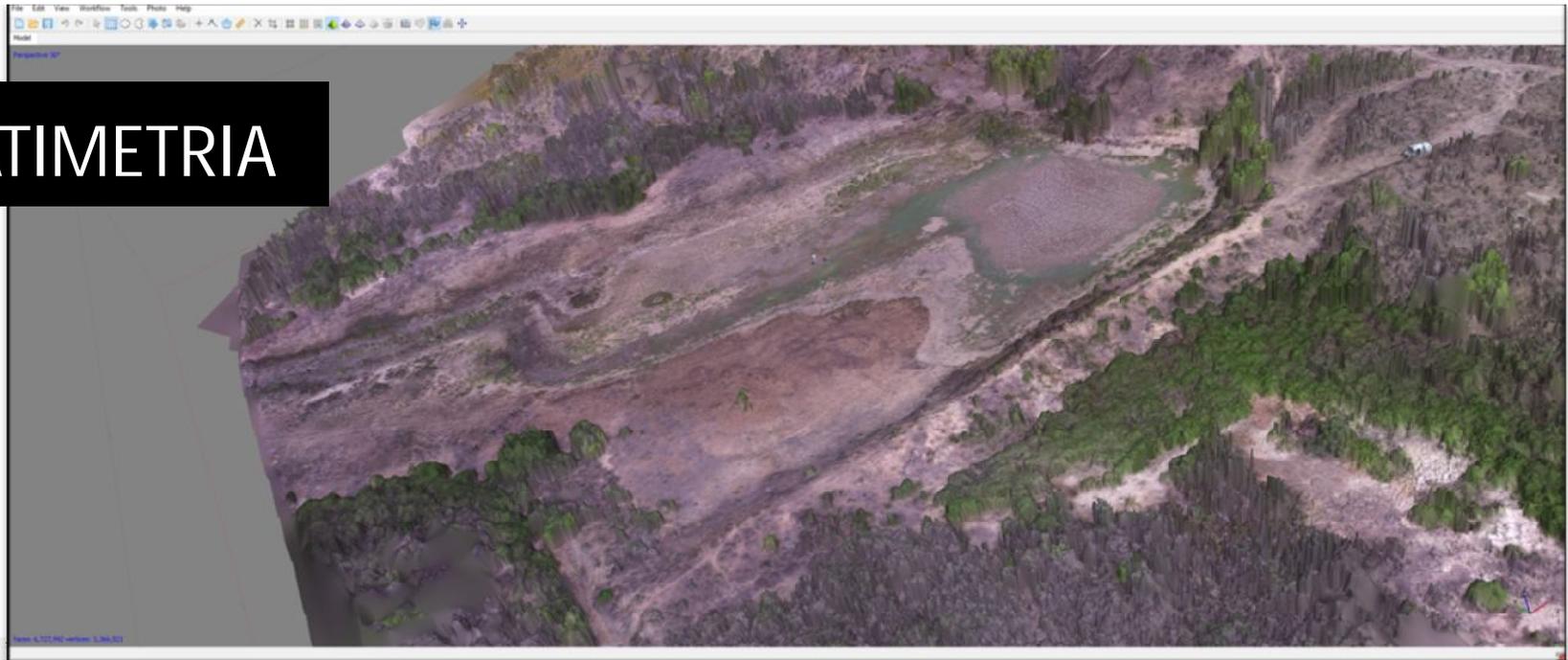
CONTAGEM DE PLANTAS



PERFIL TRANSVERSAL



BATIMETRIA



Fonte: Calou et al., (2015)

LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Utilização de Drones aplicados à agricultura de precisão



LEGISLAÇÃO

É de competência do DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo), Órgão do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), legislar acerca do espaço aéreo, com a portaria N°282/DGCEA, de 22 de dezembro de 2016.

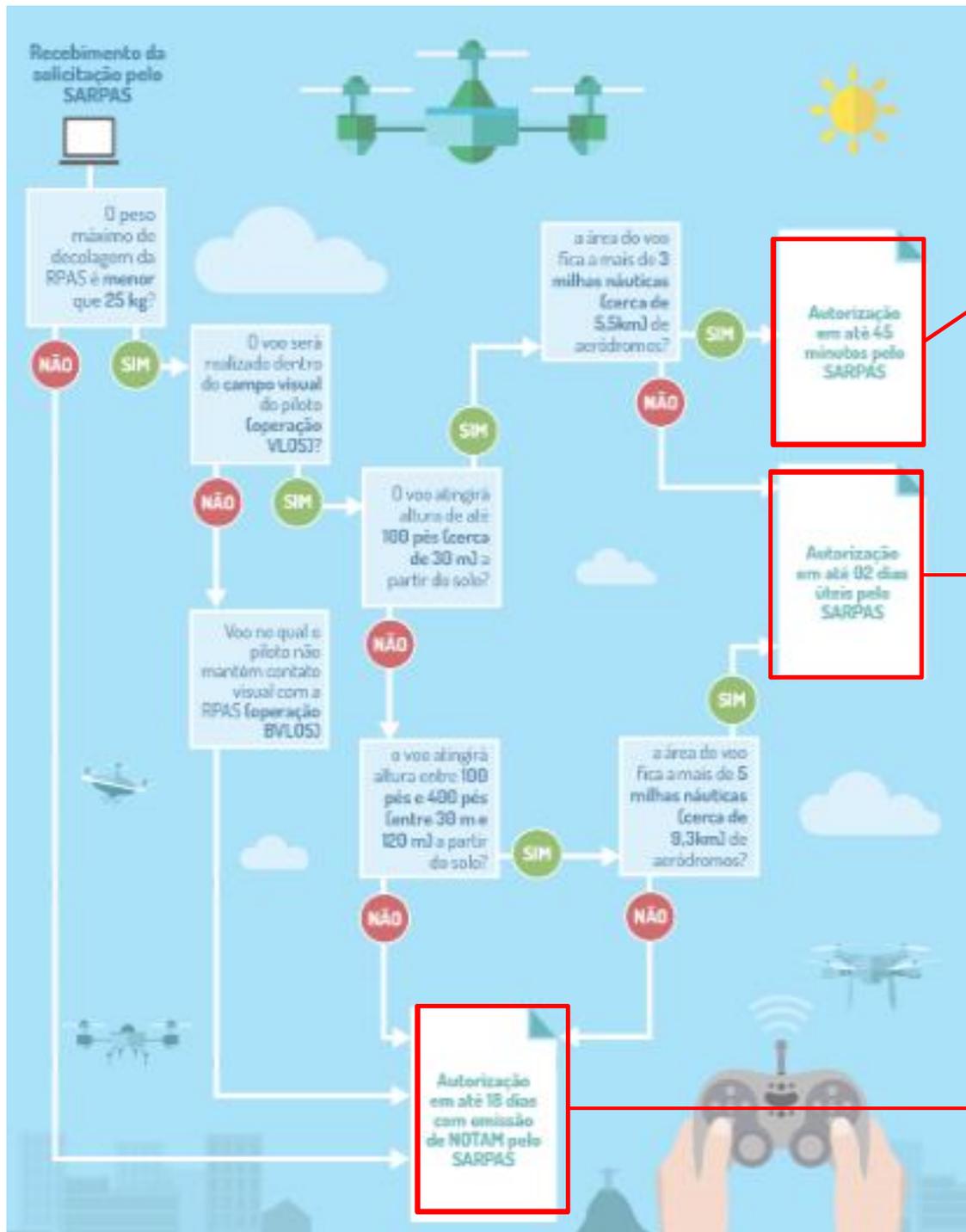


A plataforma SARPAS foi desenvolvida com o objetivo de facilitar o acesso ao espaço aéreo brasileiro para o uso dos VANTs. Observam-se algumas prerrogativas para este acesso como o cadastramento do piloto responsável e cadastramento e homologação do equipamento de voo.



**CADASTRO DO PILOTO
EQUIPAMENTO**

**SOLICITAÇÃO DE ACESSO
AO ESPAÇO AÉREO**



Autorização em até 45 minutos pelo SARPAS

Autorização em até 02 dias úteis pelo SARPAS

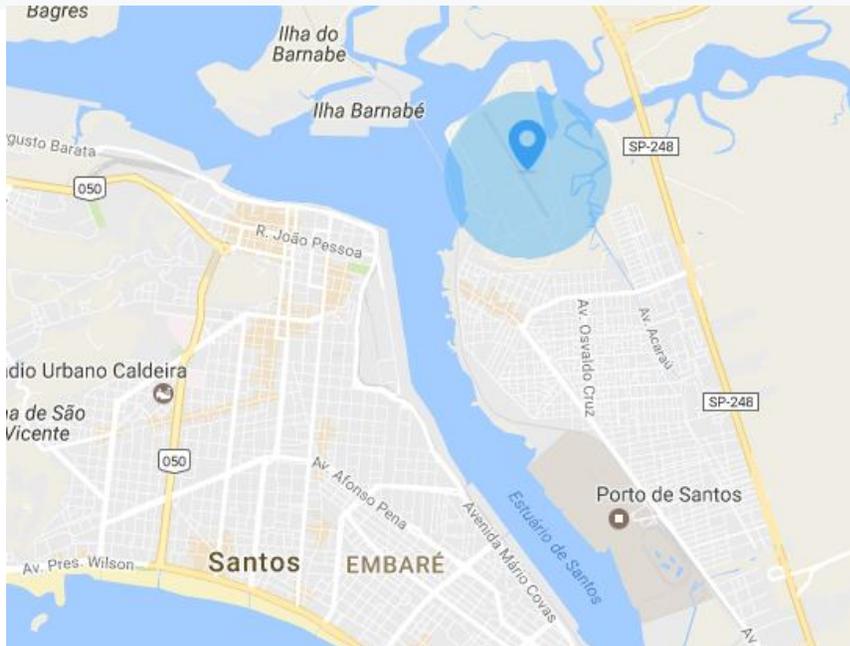
Autorização em até 18 dias com emissão de NOTAM pelo SARPAS

LEGISLAÇÃO

NO FLY ZONES

FLY SAFE NO FLY ZONES

Home / Fly Safe / No Fly Zones



SEGURANÇA

Tenha em mente o plano de **terminação de voo** em caso de emergência



Não sobrevoe áreas de segurança como quartéis, presídios, delegacias e infraestruturas críticas



Autorização

De posse do número de protocolo emitido pelo SARPAS, realize seu voo



Não voe próximo de aeroportos e heliportos

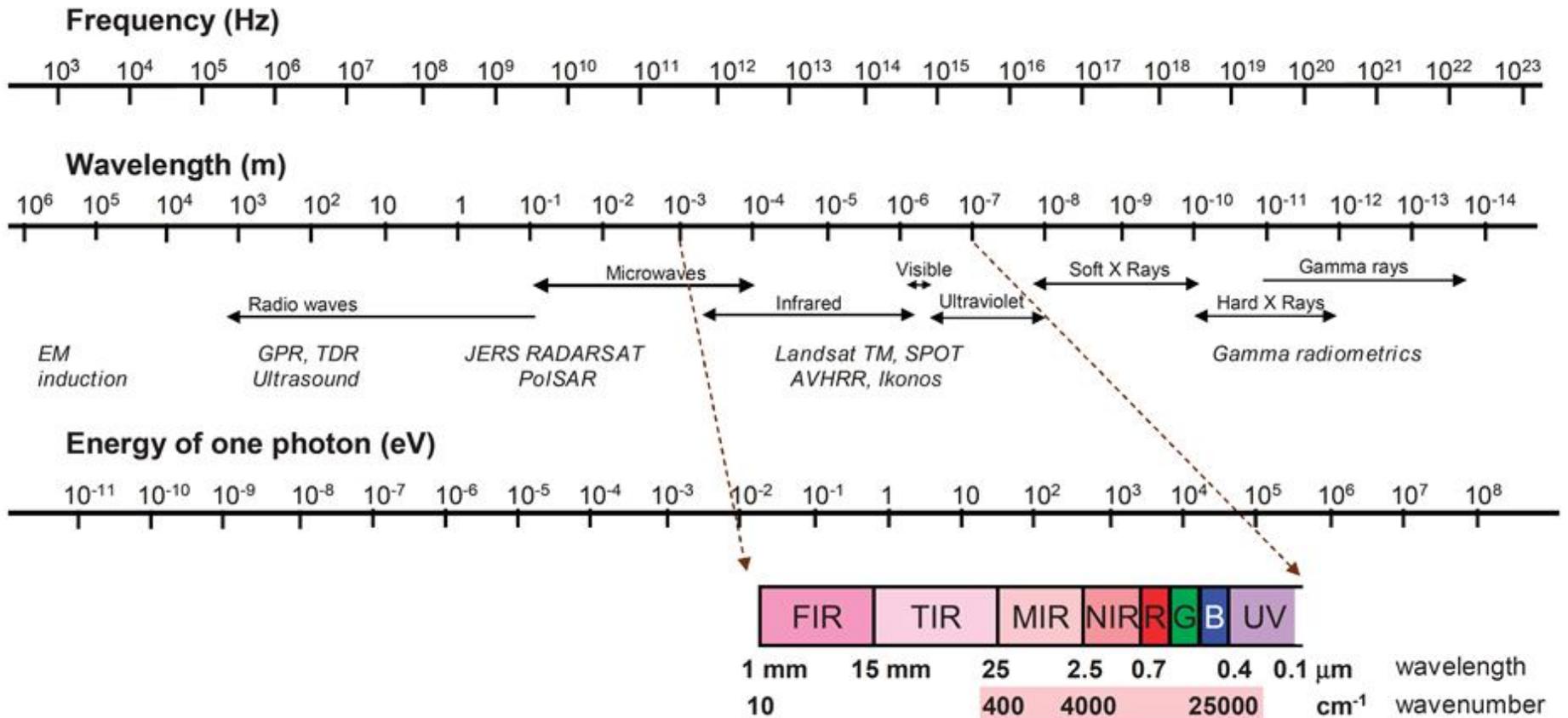


PRINCÍPIOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Utilização de Drones aplicados à agricultura de
precisão

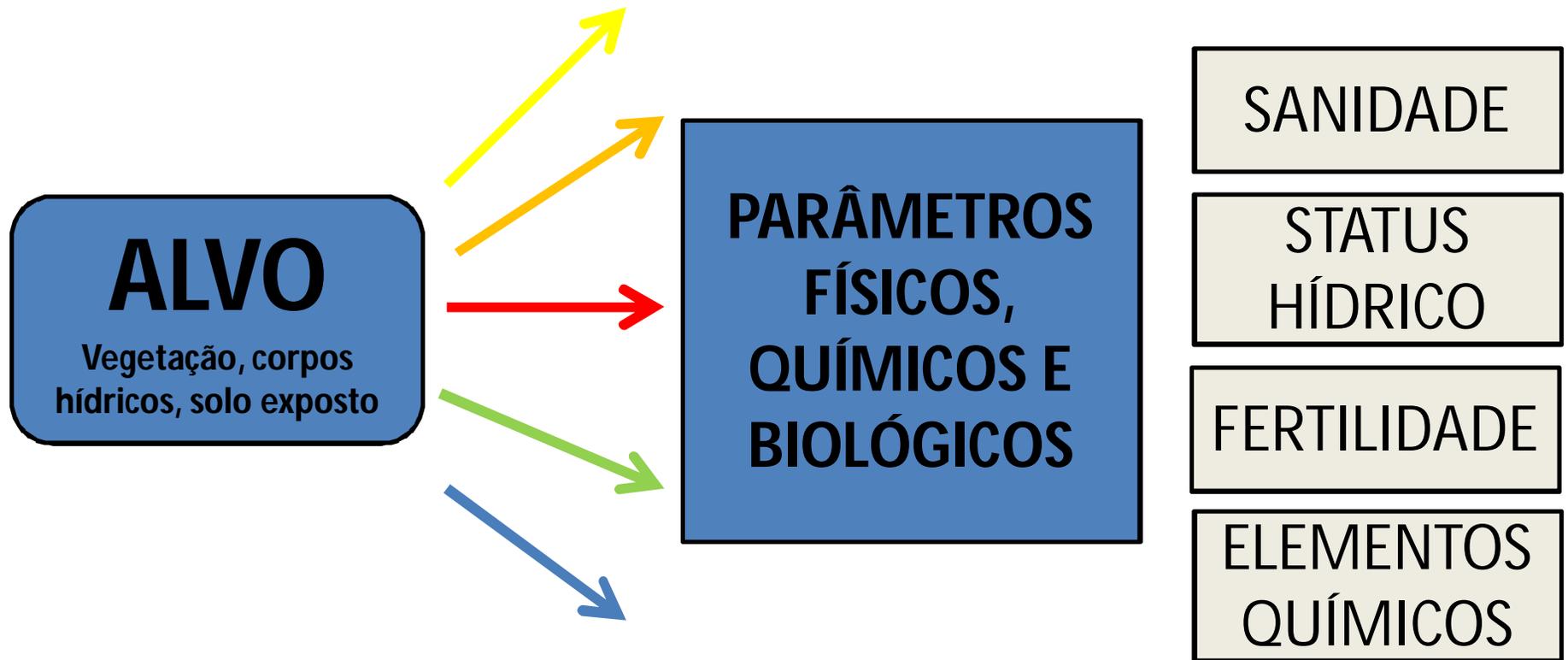


ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO



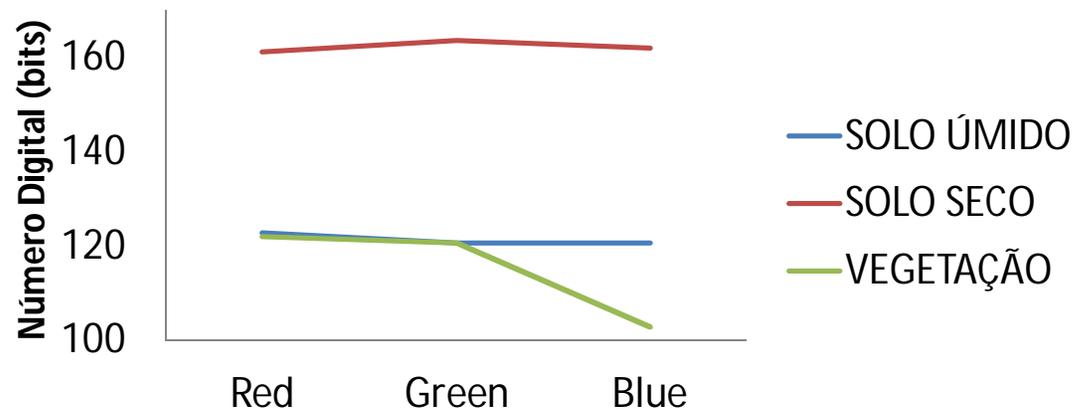
Muitos pesquisadores buscaram demonstrar a relação entre a reflectância da luz dos vegetais (alvos) e os parâmetros biofísicos destes, como índice de área foliar, biomassa ou status hídrico.

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

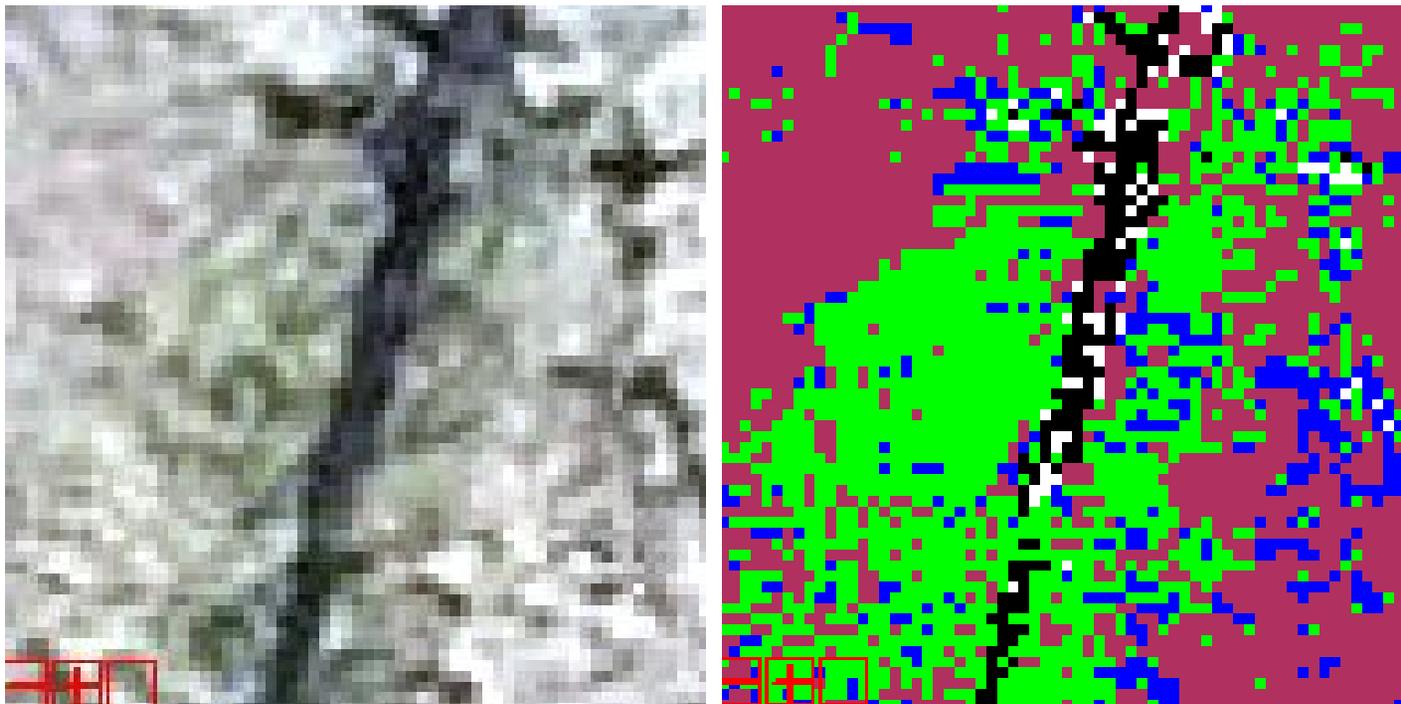
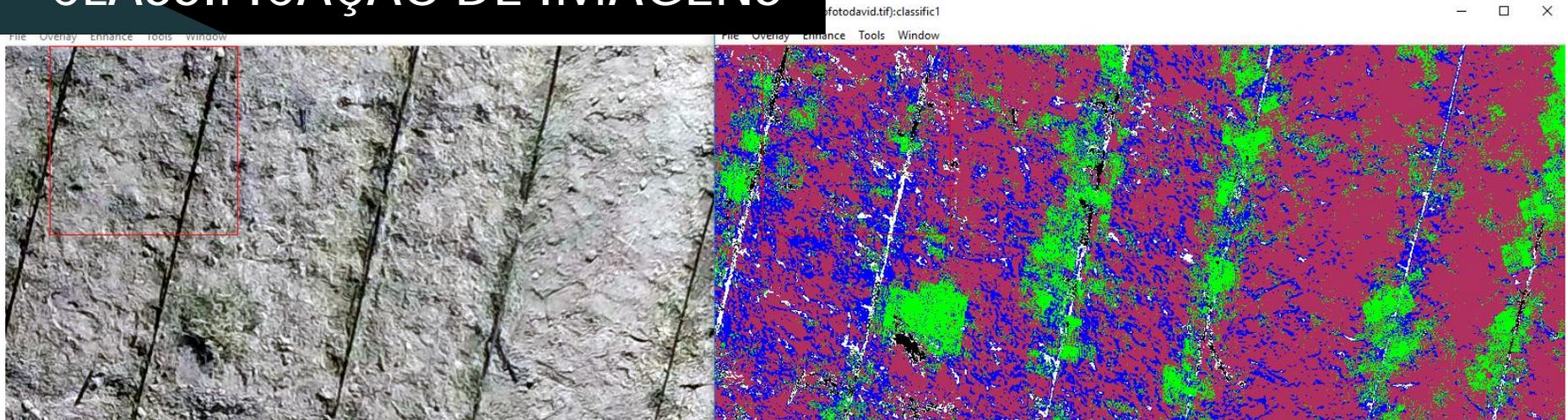


SENSORES EMBARCADOS

Pancromáticos – RGB



CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS



Fonte: Calou et al., (2015).

SENSORES EMBARCADOS

Multiespectrais

SEQUOIA



RedEdge[®]
by MicaSense



TETRACAM

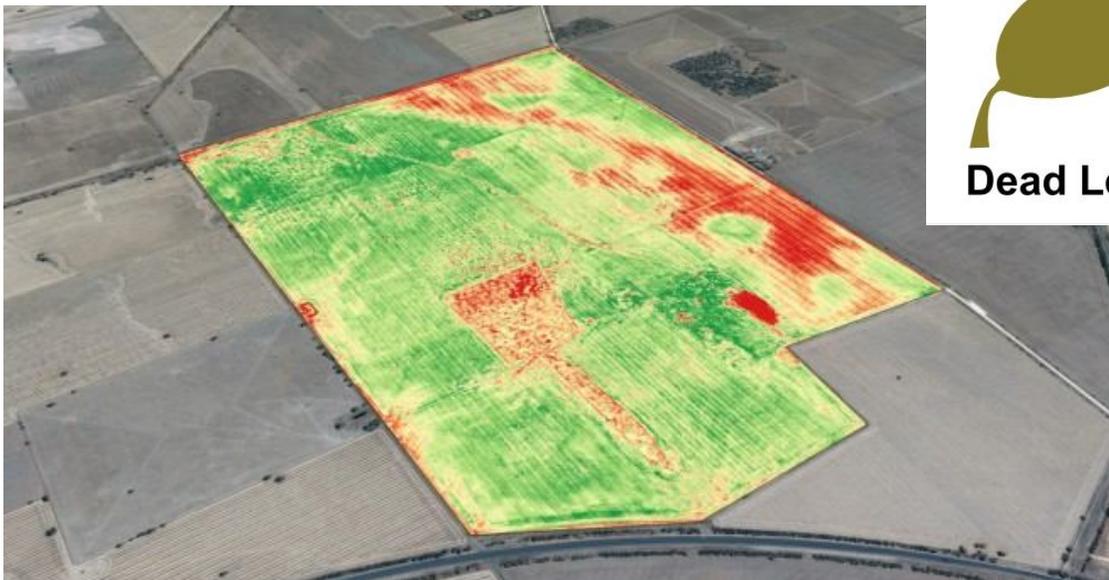
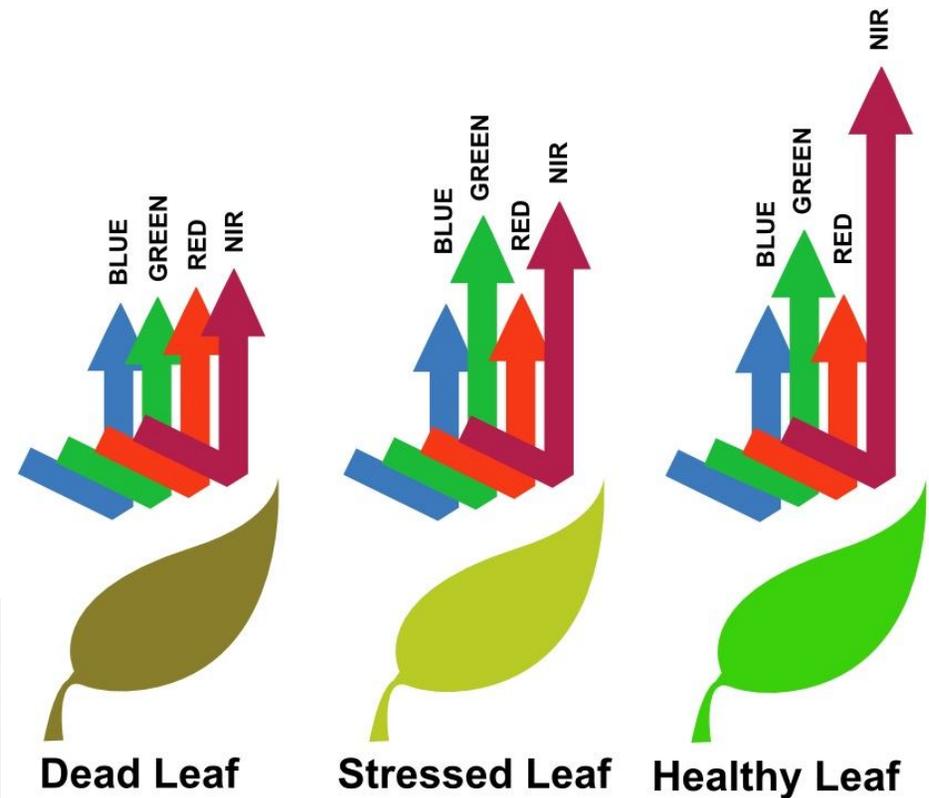


RIKOLA HYPERSPECTRAL

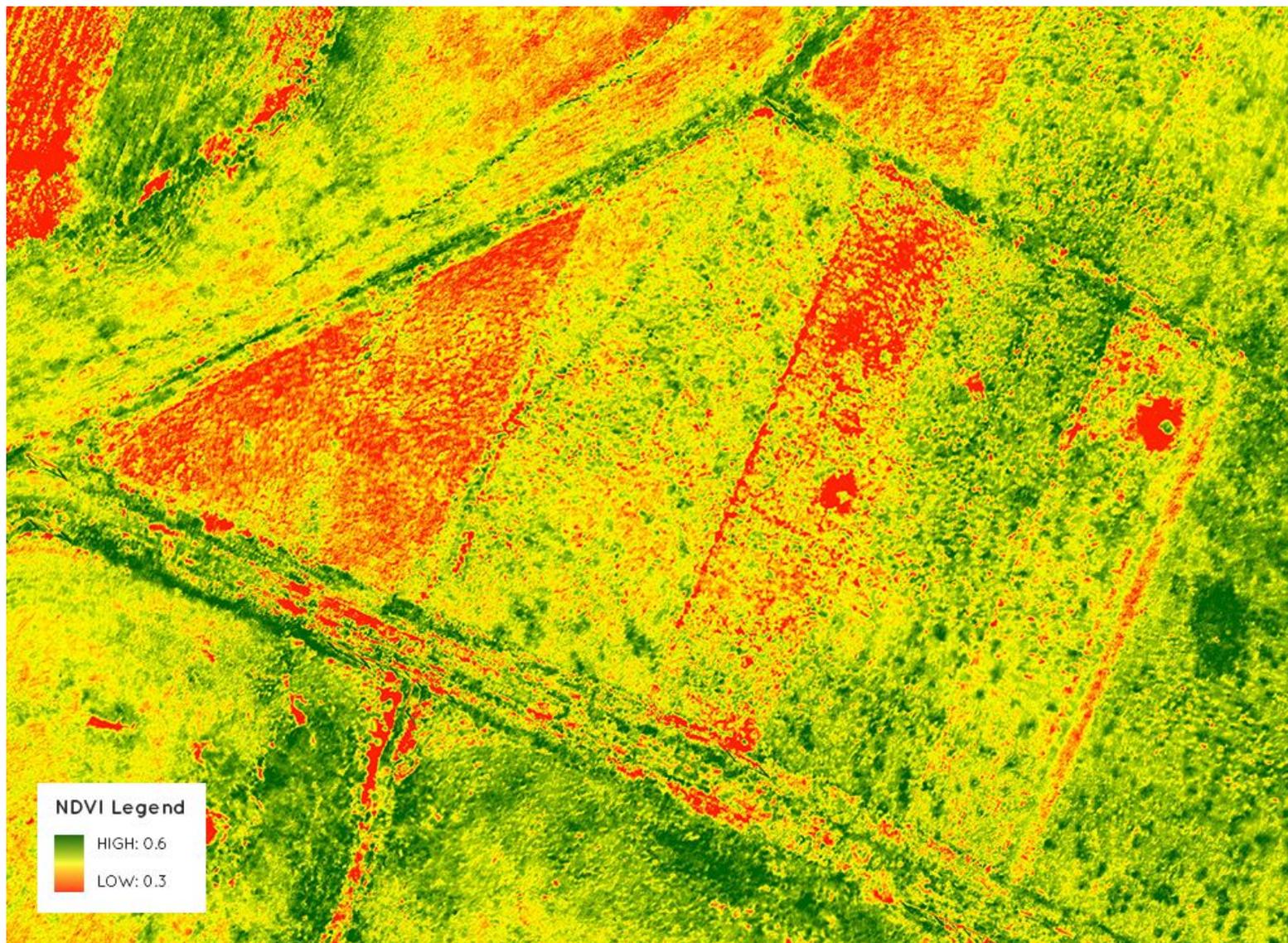


ÍNDICES DE VEGETAÇÃO

$$\text{NDVI} = \frac{\rho_{\text{nir}} - \rho_{\text{red}}}{\rho_{\text{nir}} + \rho_{\text{red}}}$$



MAPA NDVI



Fonte: <http://www.thedronesmag.com>

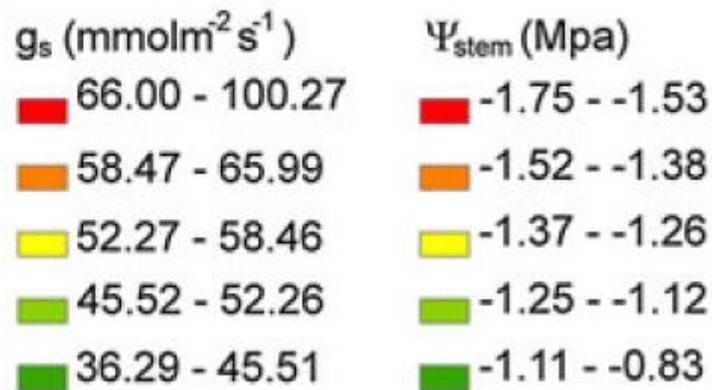
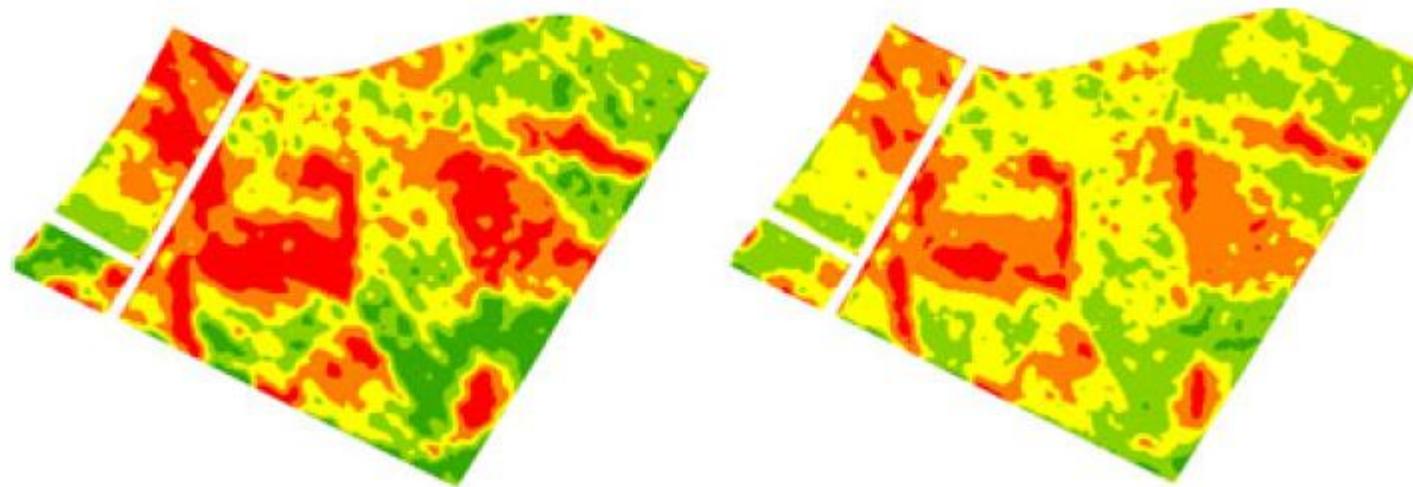
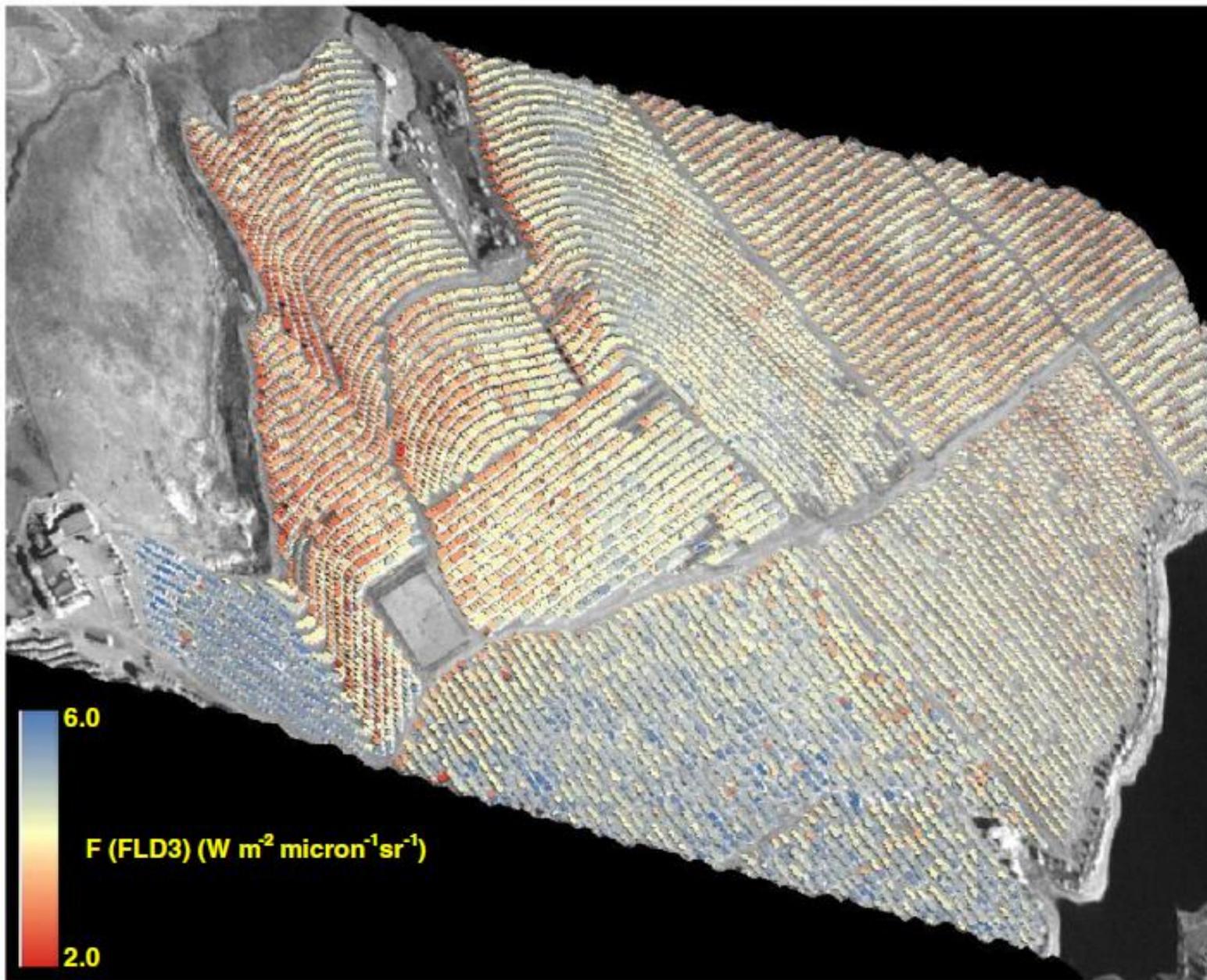


Fig. 4 Water potential (Ψ_{stem}) and stomatal conductance (g_s) maps at veraison obtained through NDVI index computed from 10-cm image resolution acquired by UAV

MAPA TERMAL

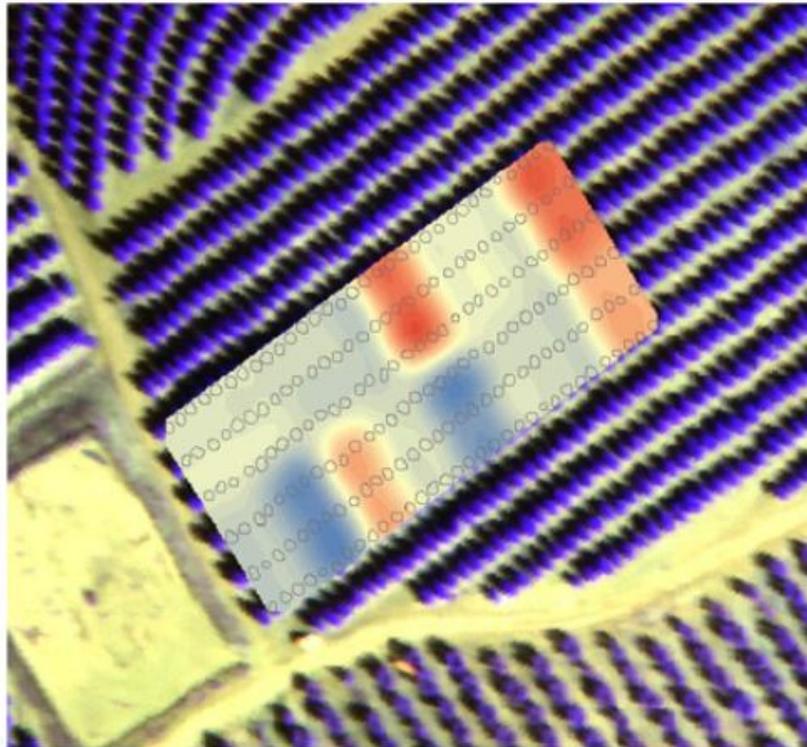


POTENCIAL MATRICIAL

F (FLD3) ($\text{W m}^{-2} \text{ micron}^{-1} \text{ sr}^{-1}$)

5.2-

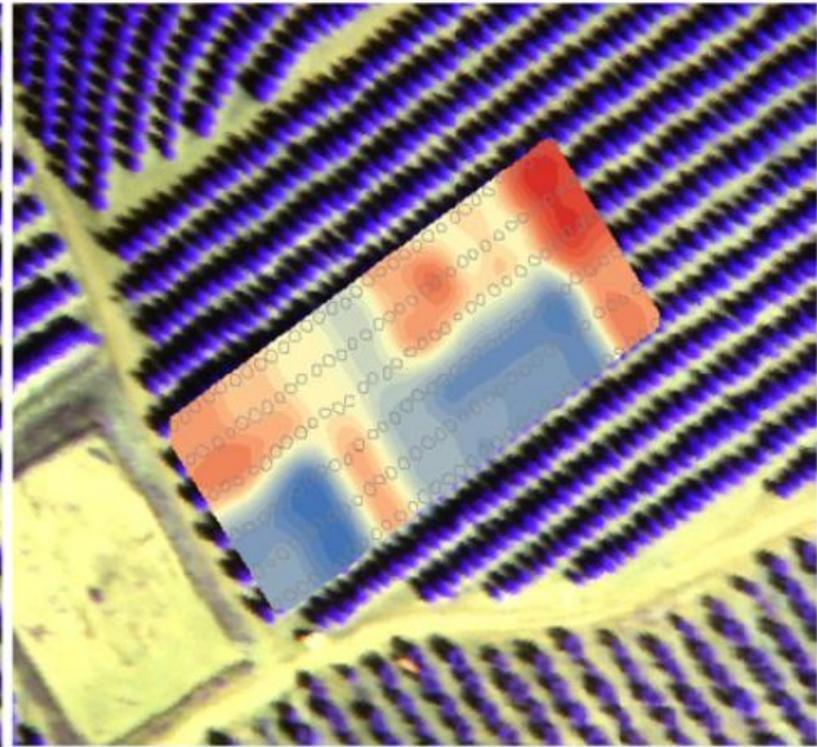
3.7-



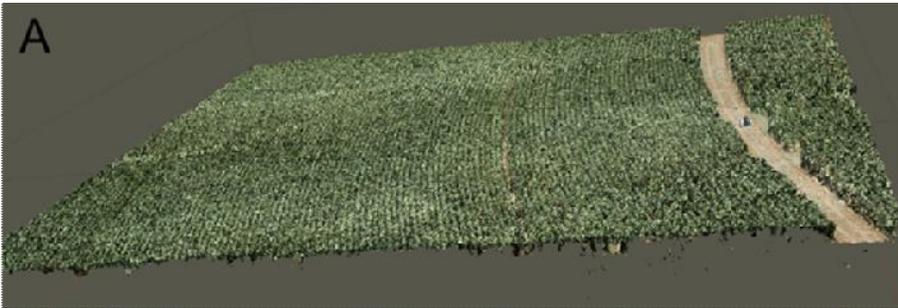
Ψ (MPa)

-0.5

-1.4



ESTIMATIVA DE BIOMASSA



Processamento 1) Phantom 2; Câmera Ricoh GRENIS 18,3; sobrevoos a 60 metros de altura;



Processamento 2) Phantom 2; Câmera GoPro Hero 4 Silver; sobrevoos a 60 metros de altura;

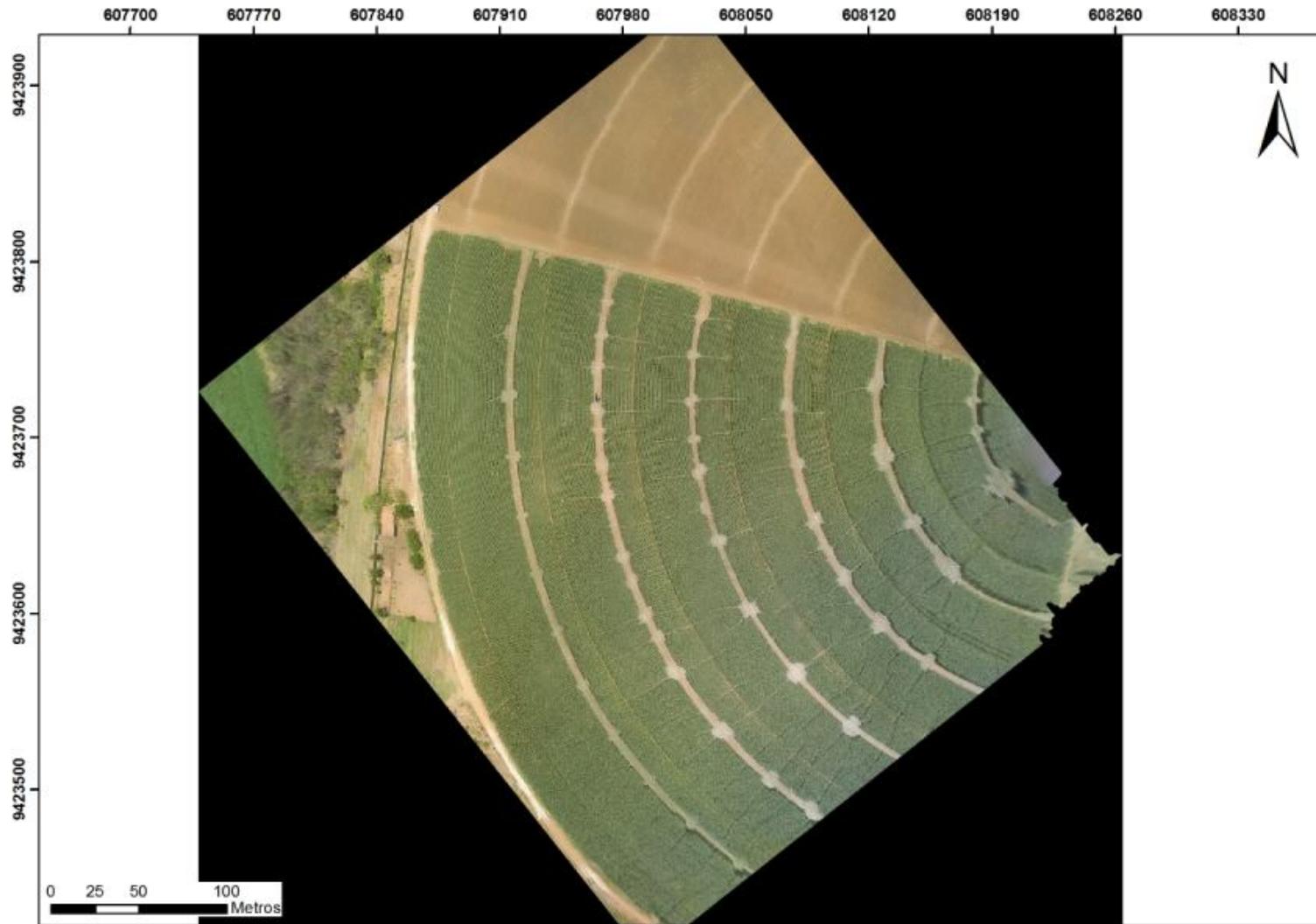


Processamento 3) Phantom 2; Câmera GoPro Hero 4 Silver; sobrevoos a 30 metros de altura.

Fonte: Calou (2015).

MILHO AG 1051

Ortofoto georreferenciada proveniente do Processamento 2 (Phantom 2 + GoPro Hero 4 Silver), área de cultivo de milho, Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil, 2015.



Fonte: Autor (2015).

MODELO TRIDIMENSIONAL



Fonte: Calou et al., (2015).

ESTIMATIVA DE BIOMASSA

TABELA 6. Resultados obtidos referentes aos dados da nuvem de pontos para o cálculo da biomassa fresca. Results obtained regarding the cloud point data for calculating the fresh biomass.

Voo	Volume estimado (m ³)	Área de voo (m ²)	GSD (m/pixel)	Massa estimada (t)	Biomassa estimada (kg m ⁻²)
<u>1</u>	17800,85	10775,90	0,04055	23,58	2,21
<u>2</u>	20351,78	10017,40	0,10303	26,96	2,72
<u>3</u>	23988,85	10910,20	0,04793	31,77	2,97

GSD – *Ground Sampling Distance*; Massa estimada – Obtida pela multiplicação da densidade do milho pelo volume encontrado a partir da nuvem de pontos.

AGRADECIMENTOS



PhotoScan

3D Modeling and Mapping

Agisoft



XXI SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA

VI Exposição Especializada de Bovinos e Caprinos Leiteiros

Oficinas de Capacitação

III Galeria dos Garanhões

XXI Feira de Produtos e de Serviços Agropecuários

06 a 08 de Julho 2017

Centro de Eventos do Ceará
Pavilhão Leste - Fortaleza/CE



A água e o semiárido: uma nova postura