



VIII SIMPÓSIO TECNOLOGIA DE
PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR

POTENCIAL DE USO DE VANTs PARA O SETOR SUCROENERGÉTICO

Eduardo Moré de Mattos
Arthur Vrechi

4tree agroflorestal





Arthur Vrechi

Engenheiro Florestal (ESALQ/USP)
Geotecnologias e Planejamento Florestal
*Especialização em Geoprocessamento (UNB - 2011) e
Gerenciamento de Projetos (FGV - 2015)*

Geotecnologias



Eduardo Moré de Mattos

Engenheiro Florestal (ESALQ/USP).
Ecofisiologia Florestal e Estatística
Mestrado em Ciências Florestais (ESALQ/USP - 2015)

Data Science



POTENCIAL

Expectativa



Realidade

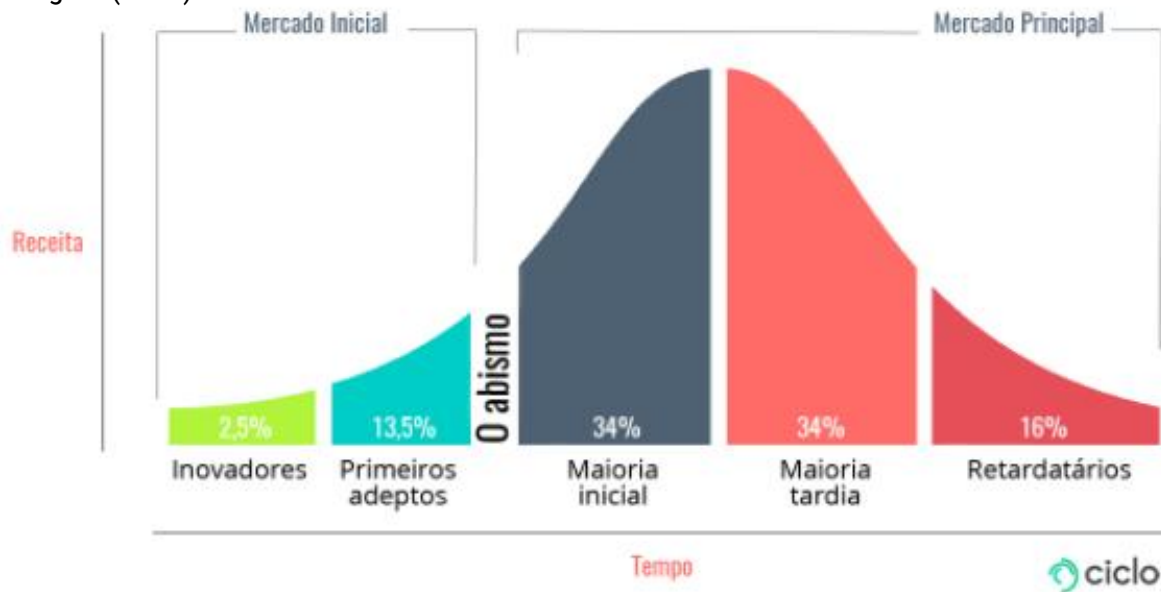
USO

“Hype Cycle” - Gartner



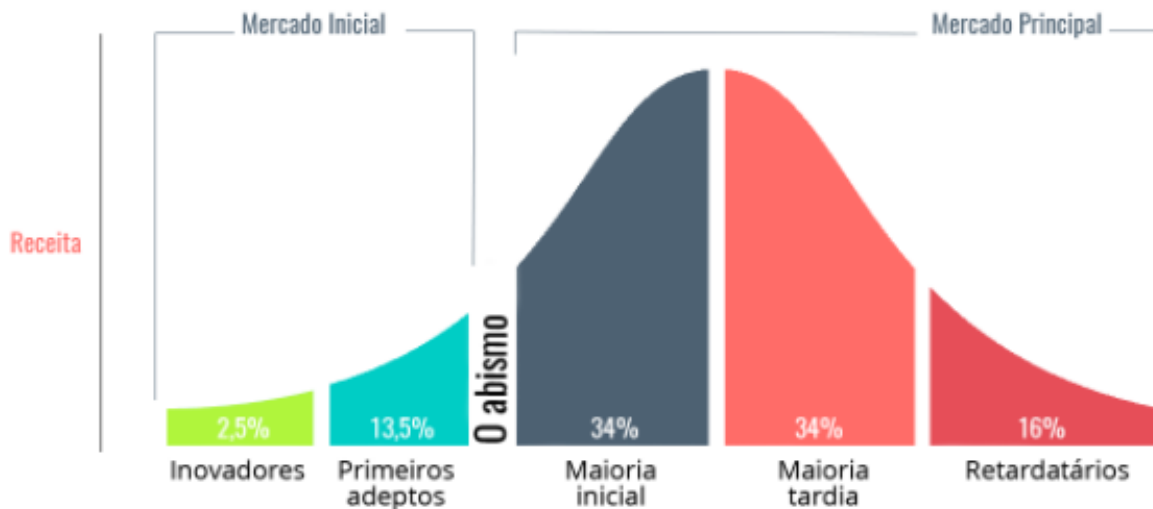
Difusão da Inovação

Rogers (1962)

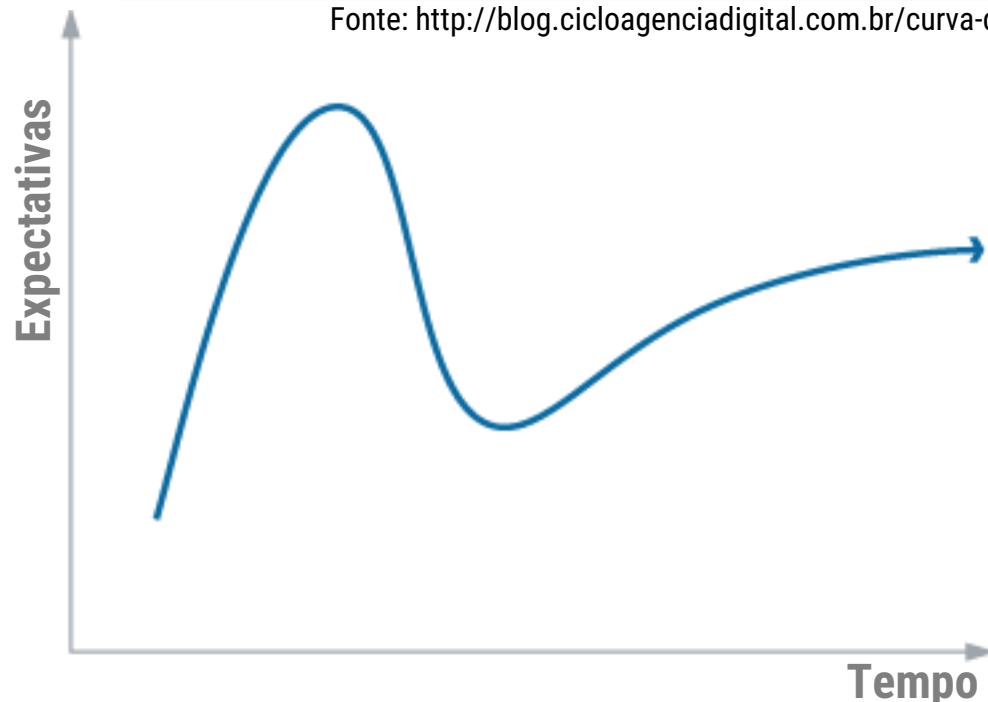


Fonte: <http://blog.cicloagenciadigital.com.br/curva-de-adocao/>

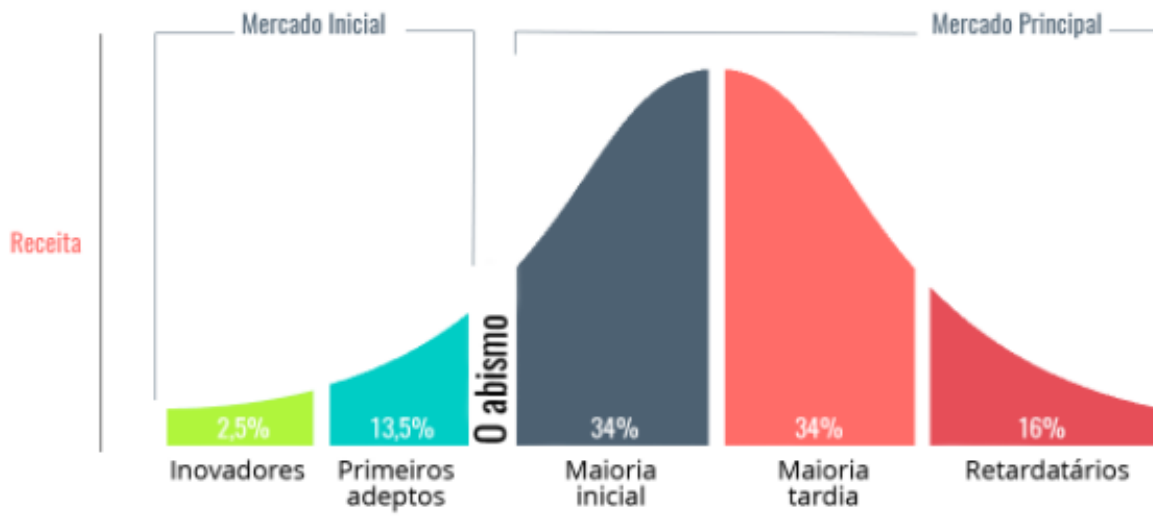
Unindo as teorias



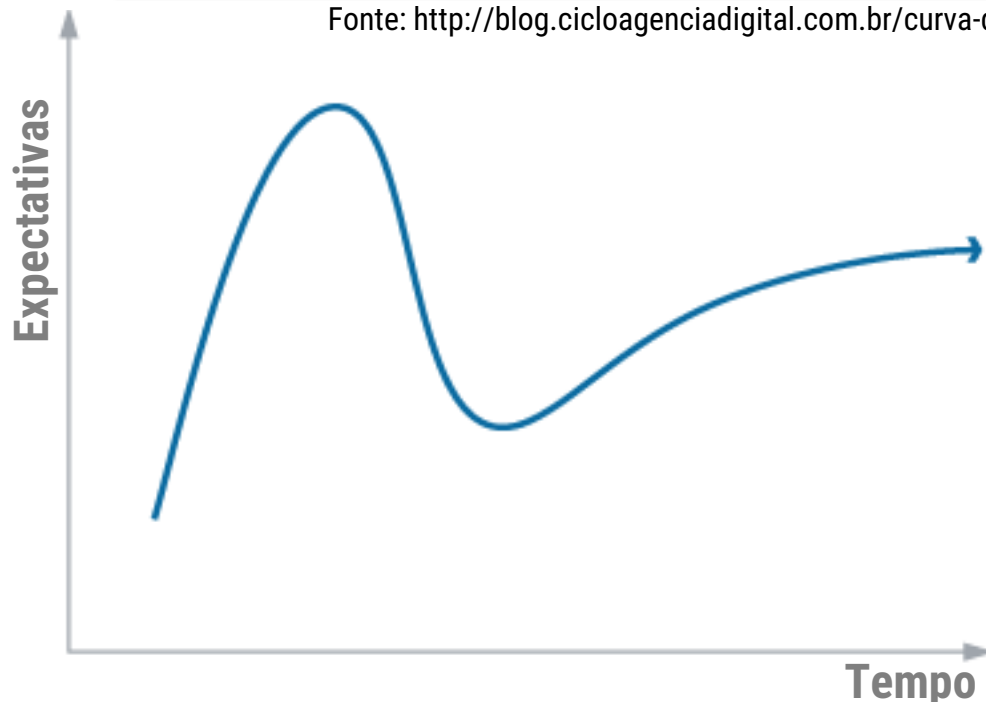
Fonte: <http://blog.cicloagenciadigital.com.br/curva-de-adocao/>



Unindo as teorias



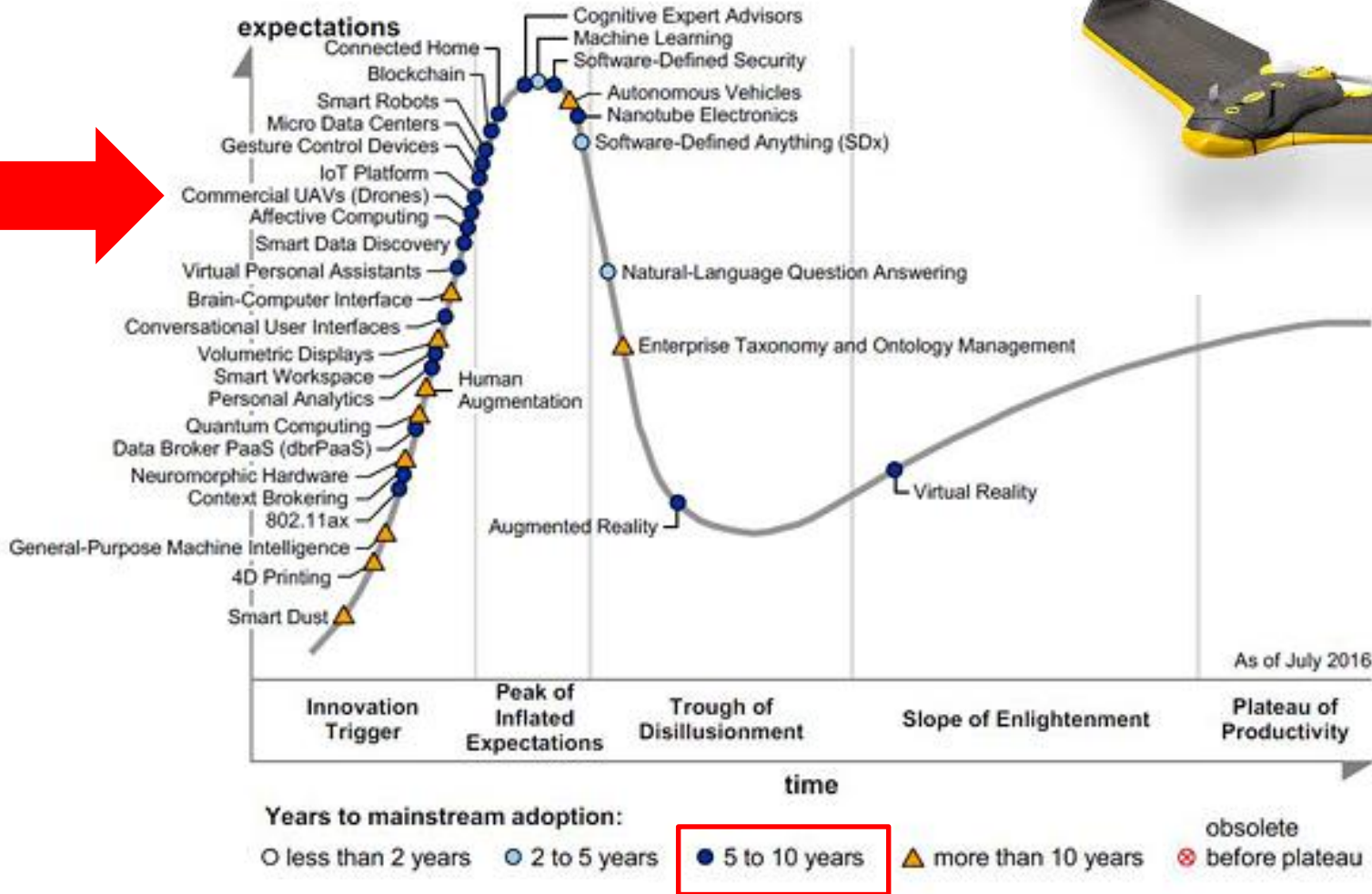
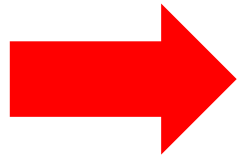
Fonte: <http://blog.cicloagenciadigital.com.br/curva-de-adocao/>



*NOVAS TECNOLOGIAS
SÃO INTRODUIZIDAS
POR MENOS DE 16 %
DO POTENCIAL DE
CONSUMIDORES*

*DURANTE A DIFUSÃO
DA TECNOLOGIA, HÁ
UMA LACUNA PARA
ACEITAÇÃO DO
GRANDE MERCADO*

“Hype Cycle” – VANT’s



Fonte: Gartner (Julho 2016)

Pesquisa de termo: últimos 5 anos

Google Trends Explorar



● Veículo aéreo não tripulado
Tipo de aeronave

| | | | |
|---|----------------|-----|----------------------------------|
| 1 | Ucrânia | 100 | <div style="width: 100%;"></div> |
| 2 | Rússia | 87 | <div style="width: 87%;"></div> |
| 3 | França | 72 | <div style="width: 72%;"></div> |
| 4 | Estados Unidos | 68 | <div style="width: 68%;"></div> |
| 5 | Austrália | 68 | <div style="width: 68%;"></div> |

Interesse ao longo do tempo ?



● O impacto dos drones

| SETOR DE NEGÓCIO | VALOR US\$* |
|------------------|-------------|
| INFRAESTRUTURA | 45.2 |
| TRANSPORTE | 13.0 |
| SEGUROS | 6.8 |
| MÍDIA | 8.8 |
| TELECOMUNICAÇÕES | 6.3 |
| AGRICULTURA | 32.4 |
| SEGURANÇA | 10.5 |
| MINERAÇÃO | 4.3 |

*EM BILHÕES

FONTE: PwC

Foto: Estadao

www.economia.estadao.com.br



www.draper.com

Drones buscam o mercado civil

Fabricantes brasileiros de vants esperam regulamentação da Anac para poder vendê-los para o uso comercial

12/05/2013 | 18h00

<http://link.estadao.com.br/>

Anac aprova uso de drones no Brasil 17

Do UOL, em São Paulo

02/05/2017 | 15h40 > Atualizada 02/05/2017 | 16h32

● Potencial

US\$ 400 bi

É a estimativa de faturamento que o mercado de vants para uso comercial e civil pode alcançar em quatro anos, segundo estudo bancado pelo governo britânico

12%

Deve ser o crescimento anual do mercado global de vants civis, de acordo com projeção do Departamento de Defesa dos Estados Unidos

www.tecnologia.uol.com.br



Entrega do futuro: Amazon registra patente para uma "colmeia" de drones

POR IGOR NAPOL | @gornapol - EM MERCADO - 24 JUN 2017 - 10H00



50 compartilhamentos

www.tecmundo.com.br

Regulamentação ANAC

Foco principal da Regulamentação



VANT
↓
RPA

As **RPA** estão divididas em três classes, de acordo com o peso máximo de decolagem, no qual devem ser considerados os pesos do equipamento, da bateria ou combustível, e da carga eventualmente transportada.

Classe 1 – RPA: Peso máximo de decolagem maior que 150 kg

Classe 2 – RPA: Peso máximo de decolagem maior que 25 kg e até 150 kg

Classe 3 – RPA: Peso máximo de decolagem de até 25 kg

Regulamentação ANAC



VIII SIMPÓSIO
TECNOLOGIA DE
PRODUÇÃO DE
CANA-DE-AÇÚCAR



RBAC-E nº 94 (02 de maio de 2017)

Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil

Resumo da Regulamentação da ANAC

| | RPA Classe 1 | RPA Classe 2 | RPA Classe 3 | Aeromodelos |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|
| Registro da aeronave? | Sim | Sim | BVLOS: Sim VLOS: Sim ¹ | Sim ¹ |
| Aprovação ou autorização do projeto? | Sim | Sim ² | Apenas BVLOS ou acima de 400 pés ² | Não |
| Limite de idade para operação? | Sim | Sim | Sim | Não |
| Certificado médico? | Sim | Sim | Não | Não |
| Licença e habilitação? | Sim | Sim | Apenas para operações acima de 400 pés | Apenas para operações acima de 400 pés |
| Local de operação | A distância da aeronave não tripulada NÃO poderá ser inferior a 30 metros horizontais de pessoas não envolvidas e não anuentes com a operação. O limite de 30 metros não precisa ser observado caso haja uma barreira mecânica suficientemente forte para isolar e proteger as pessoas não envolvidas e não anuentes. Esse limite não é aplicável para operações por órgão de segurança pública, de polícia, de fiscalização tributária e aduaneira, de combate a vetores de transmissão de doenças, de defesa civil e/ou do corpo de bombeiros, ou operador a serviço de um destes. | | | |

A maioria das RPA's se enquadra na classe 3 (abaixo de 25 kg)

Requisitos extras para operações acima de 120 m ou além da linha de visada (CAER, CAVE, AEV)

Registro no SISANT (equip. acima 250 g) sistemas.anac.gov.br/sisant

Documentação



VIII SIMPÓSIO
TECNOLOGIA DE
PRODUÇÃO DE
CANA-DE-AÇÚCAR



Data de emissão: 3 de maio de 2017.

IS nº E94-003
Revisão A

APÊNDICE B – MODELO DE AVALIAÇÃO DE RISCO OPERACIONAL

Avaliação de Risco Operacional

Em cumprimento ao parágrafo [E94.103(f)(2) ou E94.103(g)(2)] do RBAC-E nº 94 da ANAC

Operador:

CPF ou CNPJ:

Aeronave(s): [incluir o cadastro ou o registro da(s) aeronave(s)]

Cenário operacional:

Aspectos gerais:

Legislação aplicável: [listar principalmente o CBA e as regras da ANAC, DECEA e Anatel]

O operador é obrigado a se manter em áreas distantes de terceiros? [Sim/Não]

Os pilotos e observadores devem passar por algum treinamento inicial ou periódico específico provido pela empresa? Se sim, especificar:

Em caso de acidente com lesões a pessoas, quem acionar? Como proceder?

Avaliação do risco: [ver o exemplo de preenchimento no corpo da IS]

| Situação 1 | Perda do link |
|----------------------------------------------|---------------|
| Probabilidade de ocorrência | |
| Severidade da ocorrência | |
| Risco | |
| Tolerabilidade | |
| Nível hierárquico de autorização da operação | |
| Medidas de mitigação do risco | |

**Responsabilidade da operação
Piloto (maior de 18 anos)**

**Cadastro + Manual de voo +
Outros documentos**

Avaliação de risco operacional

Seguro de danos à terceiros

**Documentação especial para
RPA's classes 1 e 2
(Licença e Habilitação e
Certificado Médico - ANAC)**

IS nº E94-003 (02 de maio de 2017)

- **ANAC**
(Agência Nacional de Aviação Civil)
- **ANATEL**
(Agência Nacional de Telecomunicações)
- **DECEA**
(Departamento de Controle do Espaço Aéreo)

Nomenclatura

- DRONE = “Zangão” / “Zunido”
- VANT – Veículo aéreo não tripulado
- RPA – Aeronave remotamente pilotada
- UAV – Unnamed aerial vehicle



Popular

DRONE

VANT

Técnico

MULTIROTOR

ASA FIXA

Científico

RPA / UAV

Aplicações e Operação



VIII SIMPÓSIO
TECNOLOGIA DE
PRODUÇÃO DE
CANA-DE-AÇÚCAR





Visão aérea + perspectiva



**Aeronave +
Sensores**

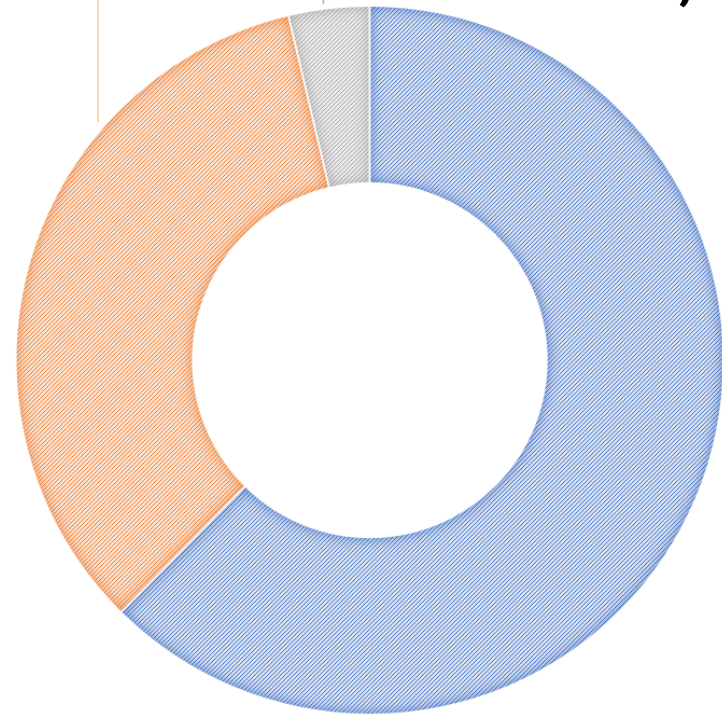
Operação



**Aeronave +
Sensores**

Serviço especializado
33,9%

Outros
3,7%



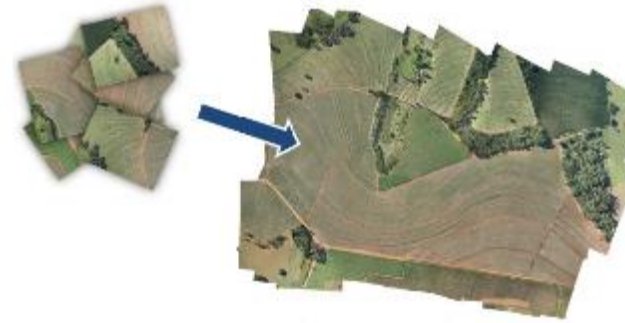
Equipamento Próprio
62,4%

Operação



**Aeronave +
Sensores**

Operação



**Aeronave +
Sensores**



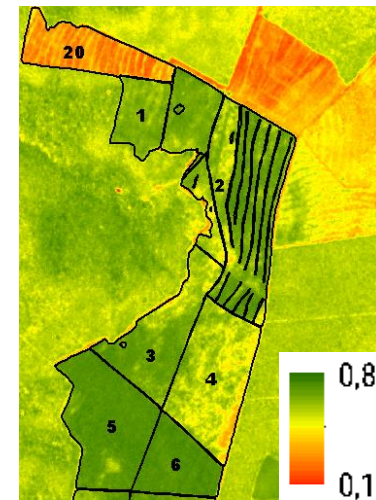
**Aquisição de
dados**



**Processamento
de imagens**



**Análises
(Resultados)**



ESCALA - QUALIDADE

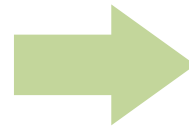
**Menor
Investimento**

**Médio
Investimento**

**Maior
Investimento**

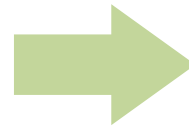
ESCALA - QUALIDADE

**Menor
Investimento**



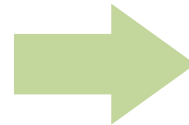
Aeronave de menor porte
Sensores simples
Poucos recursos opcionais

**Médio
Investimento**



Aeronave de peq/med porte
Sensores simples
Processamento de imagens
Produtos primários

**Maior
Investimento**



Aeronaves de médio porte
Sensores mais sofisticados
Processamento de imagens
Produtos primários e
secundários

Aplicações

- Peso
- Autonomia
- Resistência
- Sist. Decolagem / Pouso
- Sensibilidade espectral (Sensores)
- Assistência técnica

- Aerofotogrametria
- Hardware + Software
- Alta demanda computacional
- Ortomosaicos
- Modelos digitais de terreno e superfície

**Aeronave +
Sensores**



**Aquisição de
dados**



**Processamento
de imagens**



**Análises
(Resultados)**

- Logística / Acessos
- Área total
- Condições meteorológicas
- Sobreposição
- Altura e velocidade de voo
- Softwares de planejamento

- Geoprocessamento
- Extração de índices
- Elaboração de mapas
- Monitoramento (Qualidade)
- P&D
- Aplicações diversas

Aplicações



VIII SIMPÓSIO
TECNOLOGIA DE
PRODUÇÃO DE
CANA-DE-AÇÚCAR



Menor investimento



- **Imagens / Filmagens**
- **Ações de marketing**
- **Identificação visual de alvos**
- **Registro de ocorrências**
- **Verificação de divisas**
- **Planejamento de ocupação do solo**



Médio investimento

**Aeronave +
Sensores**



**Aquisição de
dados**



**Processamento
de imagens**

Médio investimento

Aeronave +
Sensores



Aquisição de
dados

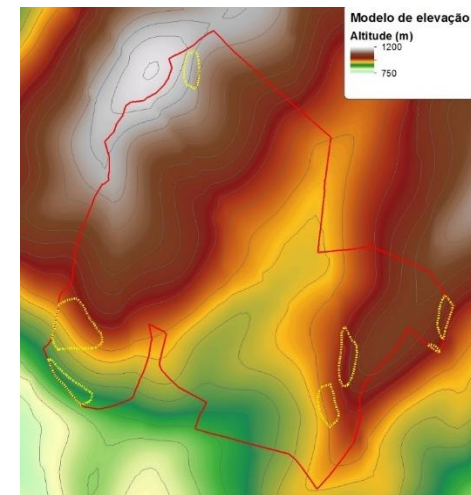


Processamento
de imagens

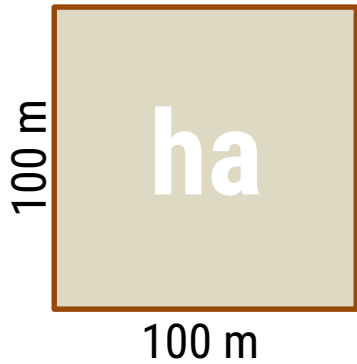
Ortomosaicos (Imagem + Área)



Modelos Digitais (Relevo e Superfície)

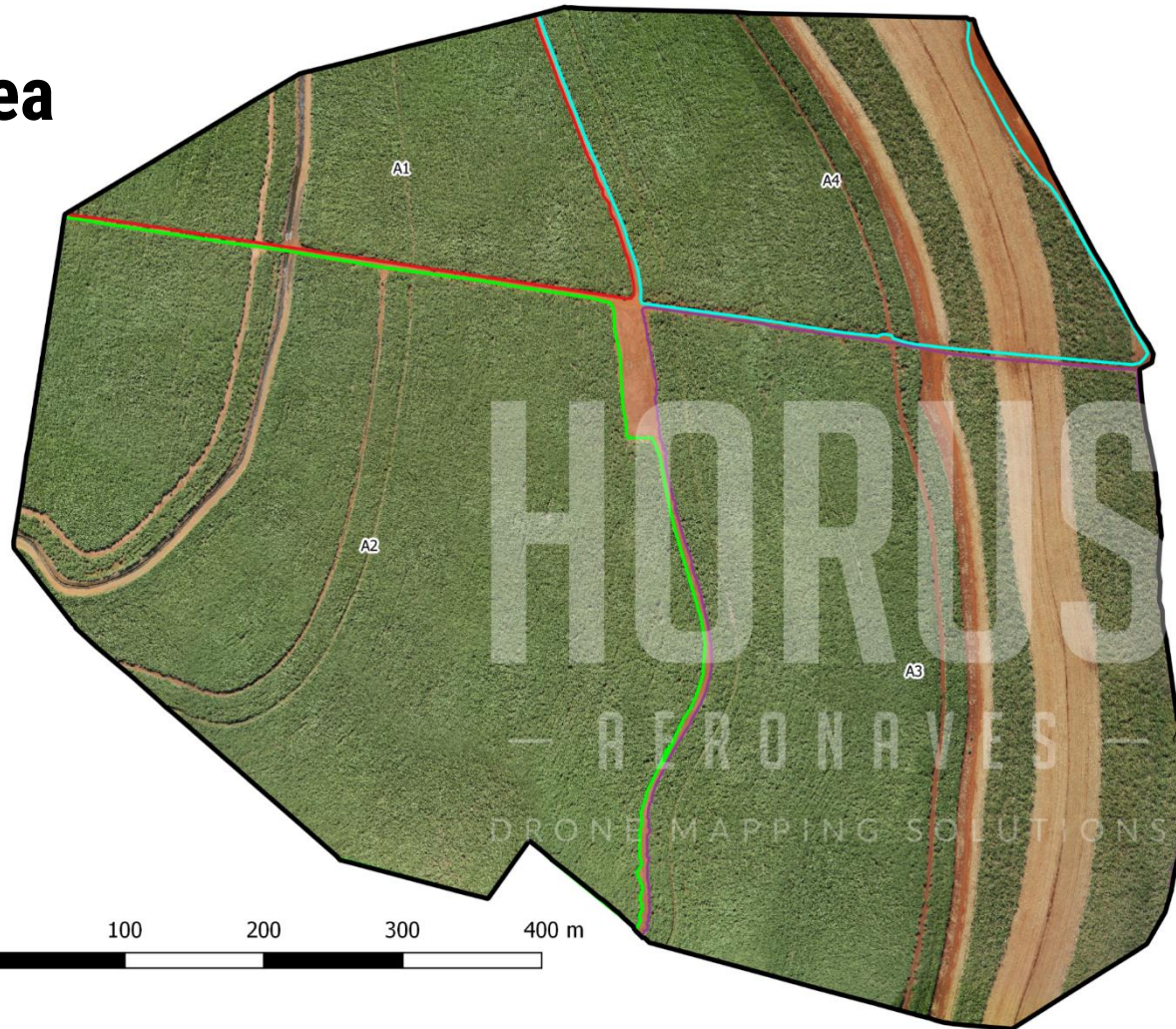


- Quantificação de área



Legenda

- ÁREA TOTAL
- Área 1
- Área 2
- Área3
- Área 4



Crédito: Thiago Tomé

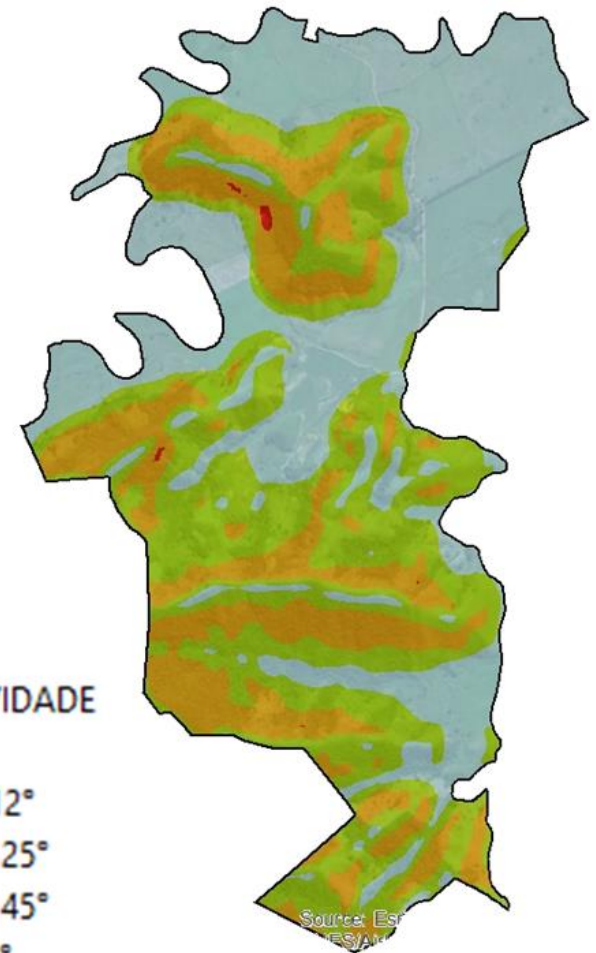


- **Aplicações ambientais**

Informações detalhadas de topografia



DECLIVIDADE





- **Preparo e conservação de solos
(Curvas de nível, talhamento, sentido de alinhamento, monitoramento de erosões)**
- **Logística (Estradas)**
- **Mecanização (Declividade)**

Maior investimento

**Aeronave +
Sensores**



**Aquisição de
dados**



**Processamento
de imagens**

Aplicações

Maior investimento

Aeronave +
Sensores



Aquisição de
dados



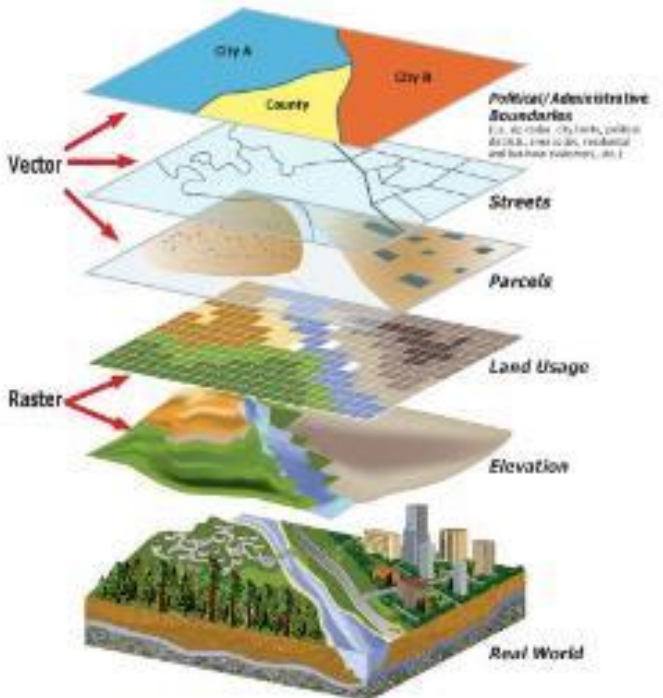
Processamento
de imagens

SISTEMAS / APLICAÇÕES
(INTEGRADORES)



FERRAMENTAS
(DADOS ESPACIAIS)

Análises
(Resultados)



Softwares auxiliares



VIII SIMPÓSIO
TECNOLOGIA DE
PRODUÇÃO DE
CANA-DE-AÇÚCAR



Distance: 0.7989 km
Prev: 522.46 m AZ: 67
Home: 462.94 m

Waypoints

| WP | Radius | Loiter | Radius | Default | Absolute | Alt | Verify | Height | Command | Lat | Long | Alt | Delete | Up | Down | Grad % | Dist | AZ |
|----|--------|--------|--------|---------|----------|-------------|-------------|--------|---------|-----|------|-----|--------|----|------|--------|-------|-----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35.0407928 | 117.8227898 | 100 | X | | | | X | | | 85.7 | 104.5 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35.0406786 | 117.8260410 | 100 | X | | | | X | | | 0.0 | 159.7 | 275 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -35.0417229 | 117.8251612 | 100 | X | | | | X | | | 0.0 | 141.2 | 215 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -35.0428395 | 117.8259873 | 100 | X | | | | X | | | 0.0 | 145.1 | 149 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -35.0427165 | 117.8274572 | 100 | X | | | | X | | | 0.0 | 134.5 | 84 |



Mission Planner



PhotoScan

3D Modeling and Mapping

Agisoft



QUANTUM GIS



DroneDeploy

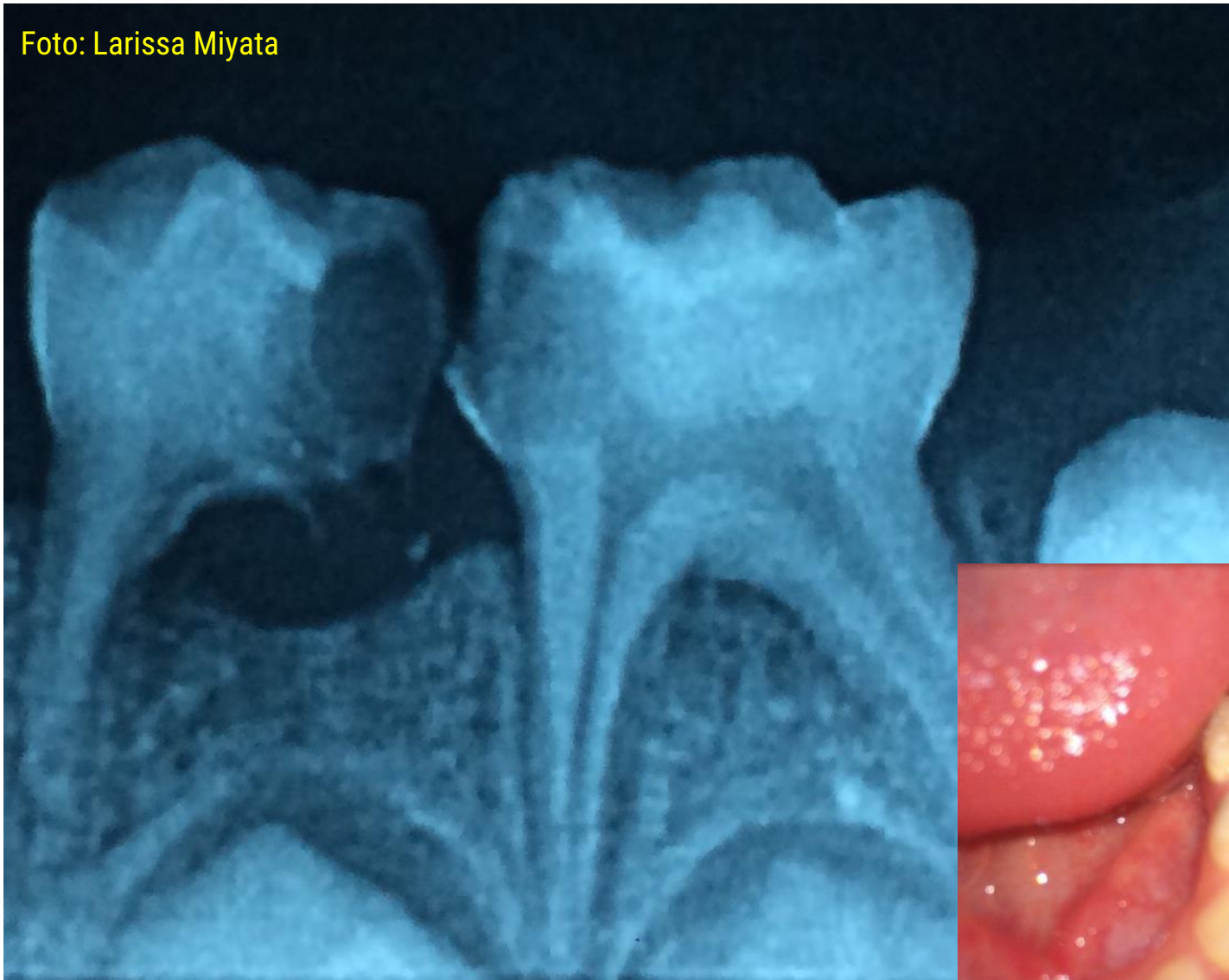
Sensores



VIII SIMPÓSIO
TECNOLOGIA DE
PRODUÇÃO DE
CANA-DE-AÇÚCAR



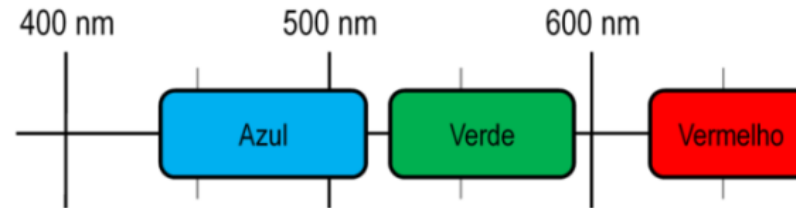
Foto: Larissa Miyata



Sensores



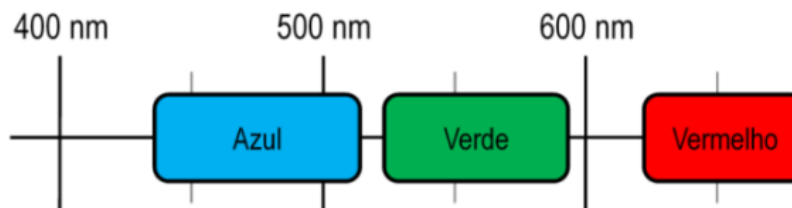
Câmeras RGB



Sensores



Câmeras RGB

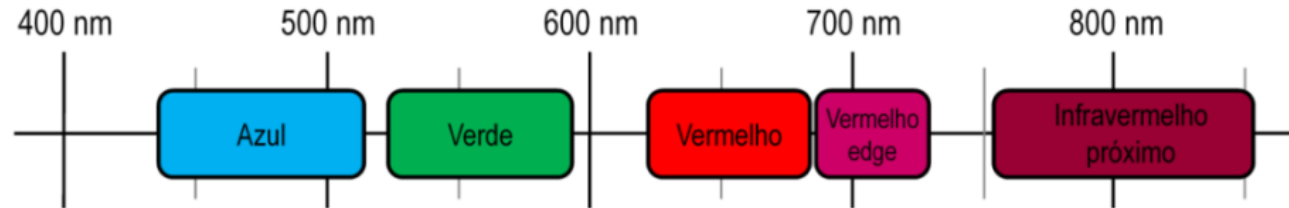


Crédito: Thiago Tomé

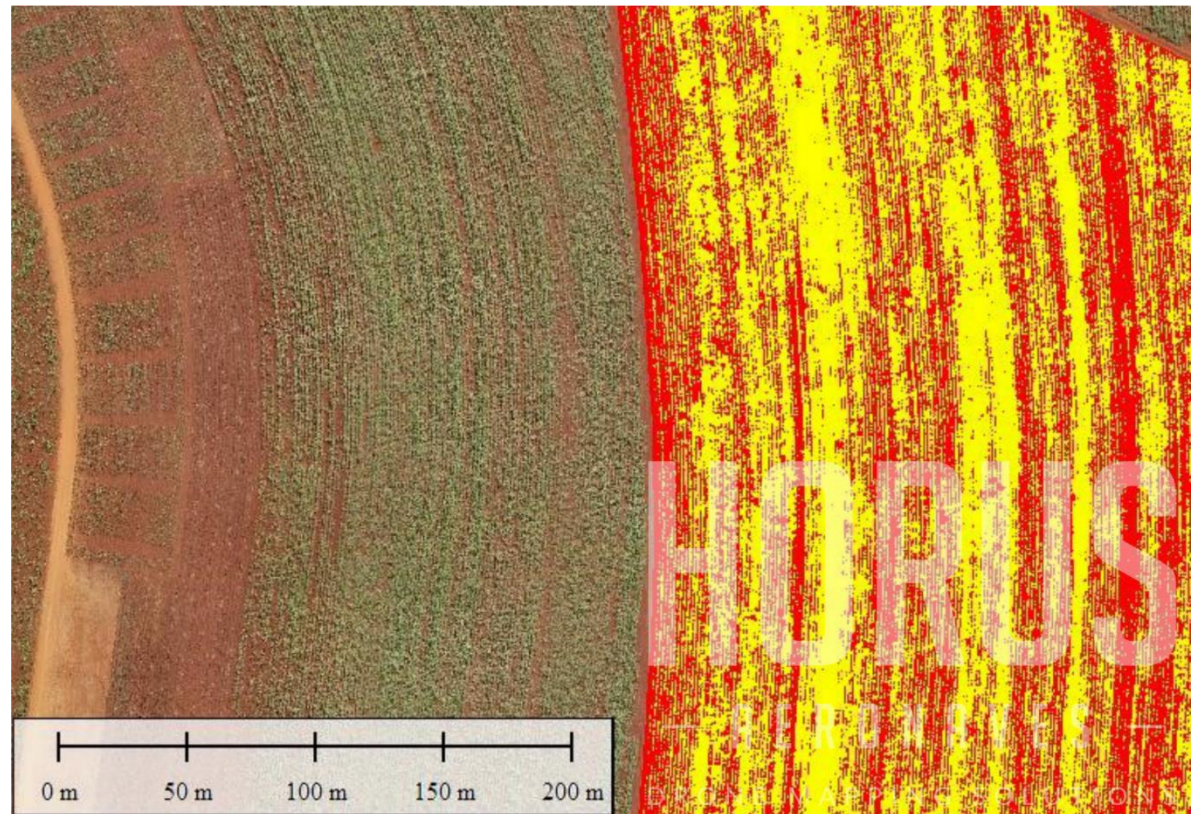
Sensores



Câmeras RGB



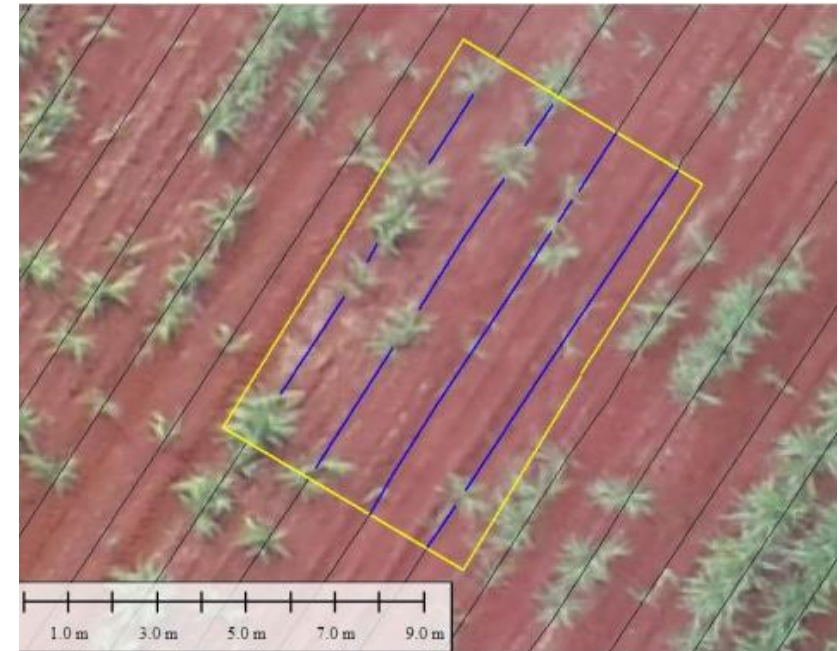
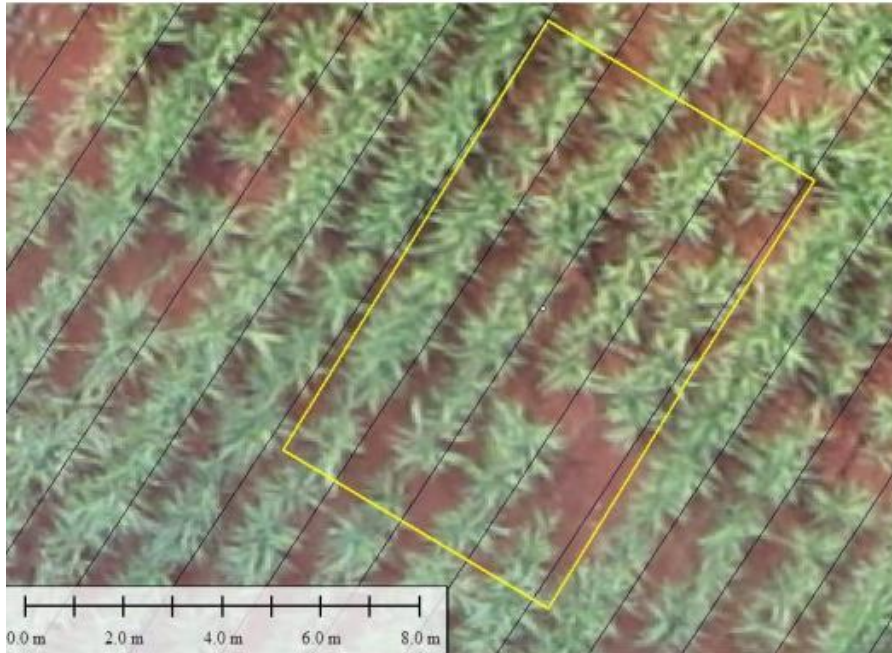
Sensores multiespectrais



Crédito: Thiago Tomé

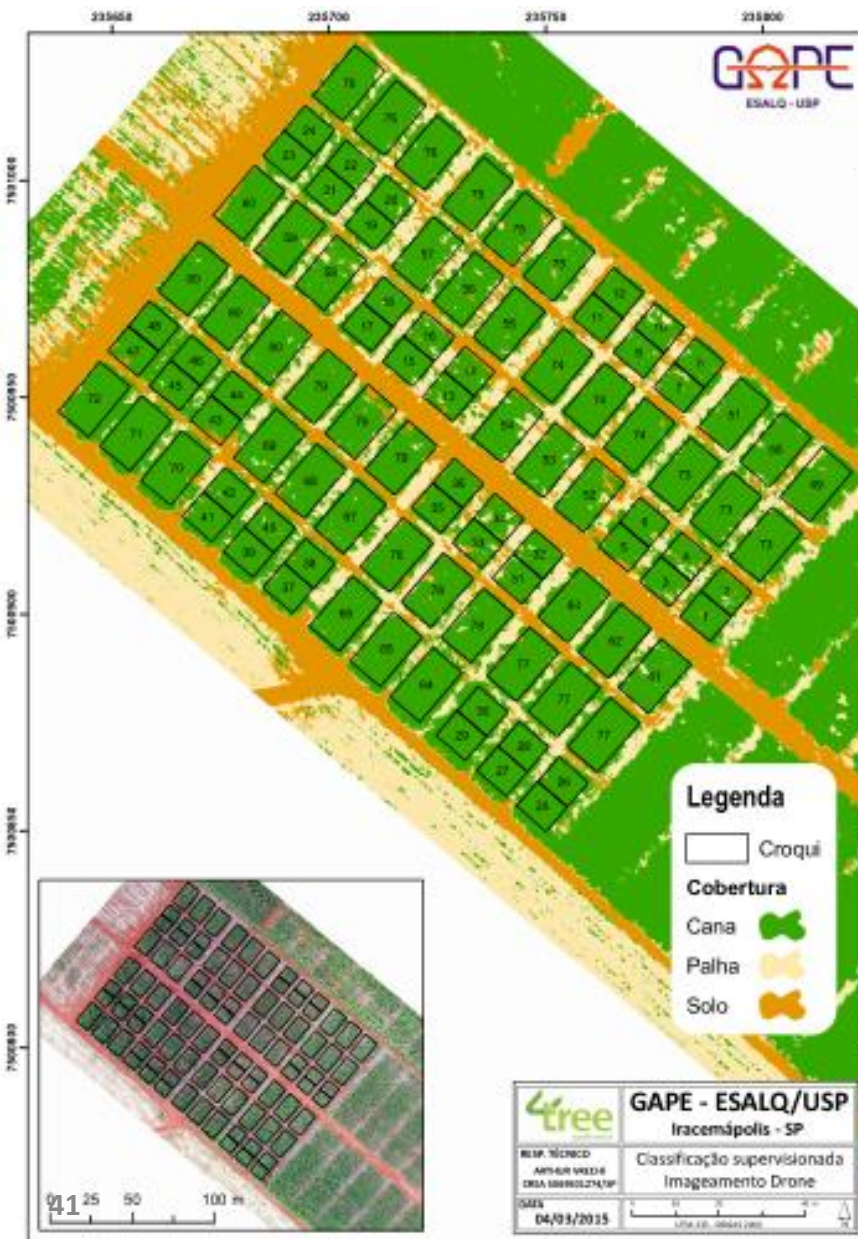
Aplicações (RGB)

- Identificação de linhas e falhas de plantio



Correa (2012)

Aplicações (RGB)



• Cobertura do solo

| Parcela | Área | | Cana | | Palha | | Solo | |
|---------|----------------|----------------|------|----------------|-------|----------------|------|--|
| | m ² | m ² | % | m ² | % | m ² | % | |
| 1 | 67,5 | 66,3 | 98,1 | 0,7 | 1,0 | 0,6 | 0,9 | |
| 2 | 67,5 | 62,2 | 92,2 | 2,9 | 4,2 | 2,4 | 3,6 | |
| 3 | 67,5 | 61,2 | 90,7 | 4,5 | 6,6 | 1,9 | 2,7 | |
| 4 | 67,5 | 57,8 | 85,6 | 7,7 | 11,4 | 2,0 | 3,0 | |
| 5 | 67,5 | 61,0 | 90,4 | 2,1 | 3,1 | 4,4 | 6,5 | |
| 6 | 67,5 | 64,8 | 96,0 | 2,3 | 3,3 | 0,5 | 0,7 | |
| 7 | 67,5 | 60,1 | 89,0 | 4,8 | 7,2 | 2,6 | 3,8 | |
| 8 | 67,5 | 62,7 | 92,9 | 3,5 | 5,1 | 1,3 | 1,9 | |
| 9 | 67,5 | 64,2 | 95,1 | 2,5 | 3,6 | 0,9 | 1,3 | |
| 10 | 67,5 | 57,1 | 84,5 | 9,7 | 14,4 | 0,7 | 1,1 | |
| 11 | 67,5 | 66,4 | 98,4 | 0,2 | 0,3 | 0,9 | 1,3 | |
| 12 | 67,5 | 64,9 | 96,2 | 0,4 | 0,7 | 2,1 | 3,2 | |
| 13 | 67,5 | 62,3 | 92,3 | 3,7 | 5,5 | 1,5 | 2,2 | |
| 14 | 67,5 | 57,2 | 84,8 | 3,6 | 5,3 | 6,7 | 10,0 | |
| 15 | 67,5 | 65,5 | 97,0 | 1,9 | 2,8 | 0,2 | 0,2 | |
| 16 | 67,5 | 56,7 | 84,1 | 6,7 | 10,0 | 4,0 | 6,0 | |
| 17 | 67,5 | 66,7 | 98,9 | 0,4 | 0,6 | 0,4 | 0,5 | |
| 18 | 67,5 | 63,9 | 94,6 | 1,9 | 2,8 | 1,8 | 2,6 | |
| 19 | 67,5 | 66,2 | 98,1 | 1,2 | 1,8 | 0,1 | 0,1 | |
| 20 | 67,5 | 63,5 | 94,0 | 4,0 | 6,0 | 0,0 | 0,0 | |

- **Mapeamento**



- **Pulverização localizada**

Capacidade = 8 L

Faixa aplicação = 4-5 m



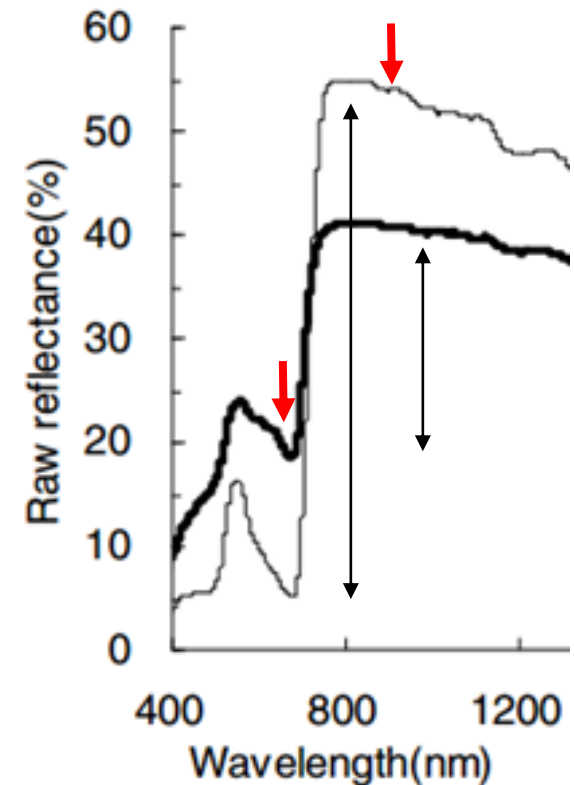
- **Índices de Vegetação**

- **Vigor Vegetativo (Produtividade)**
- **Sanidade da vegetação (Estresses bióticos e abióticos)**
- **Detecção de pragas e doenças**
- **Detecção de ervas daninhas**
- **Diferenciação de culturas / variedades / solos**
- **Entre outros**

ÍNDICES DE VEGETAÇÃO



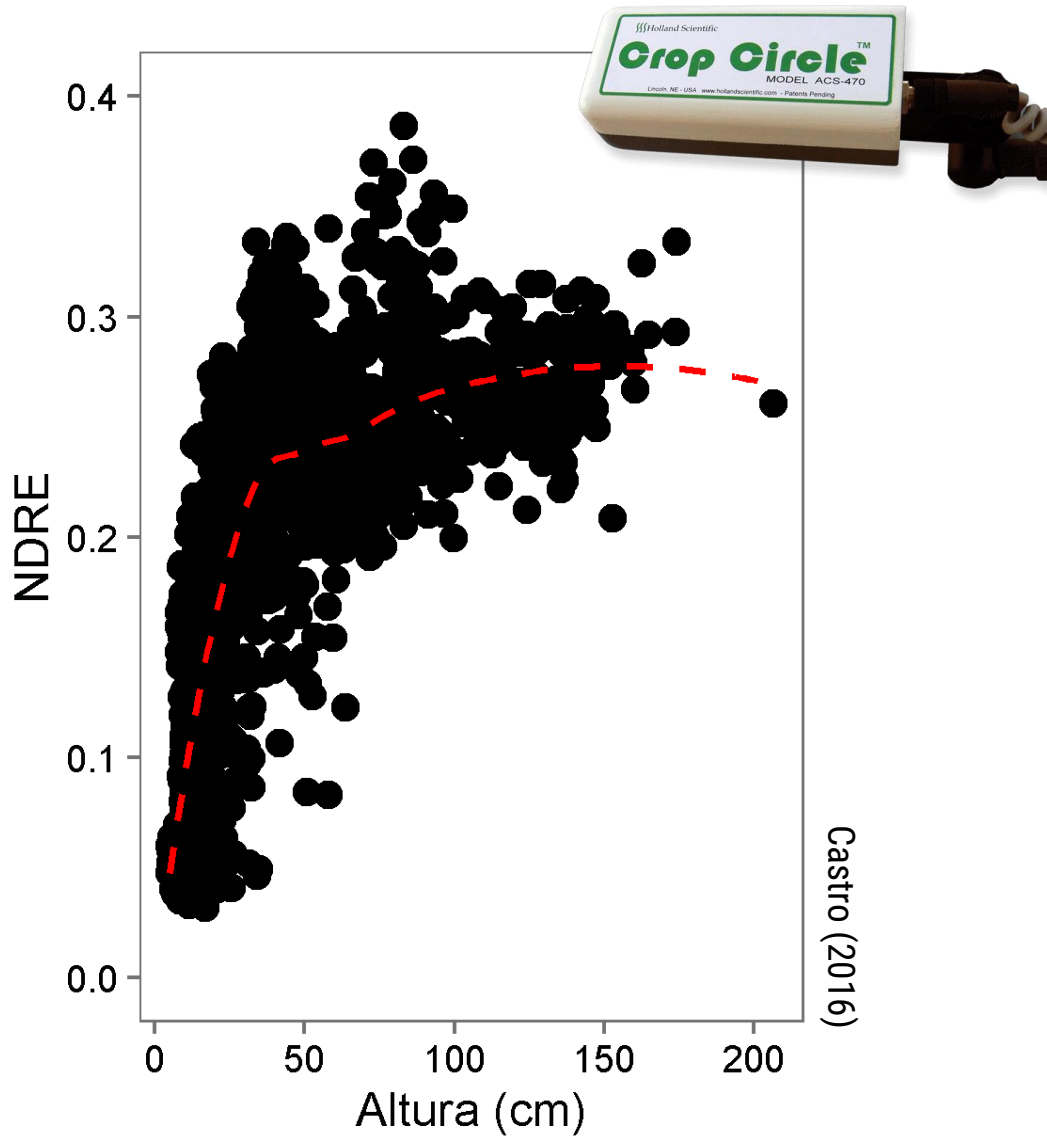
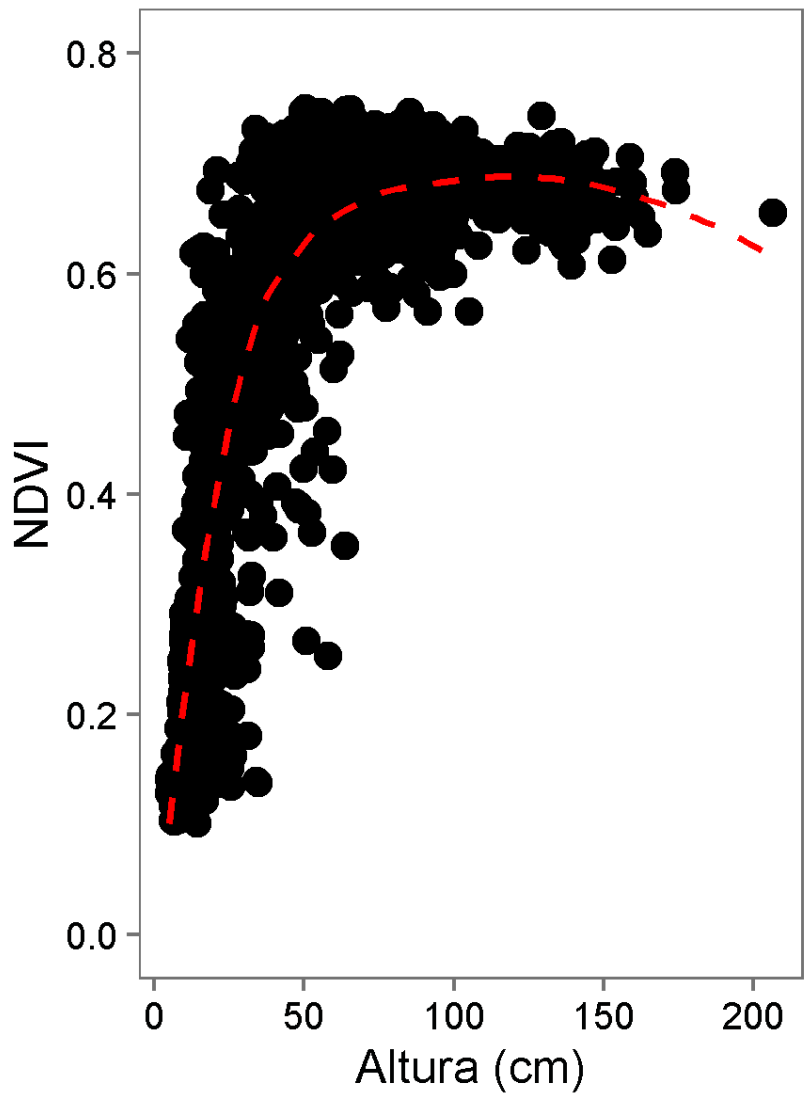
$$NDVI = \frac{(IVP - \text{Vermelho})}{(IVP + \text{Vermelho})}$$



ÍNDICES DE VEGETAÇÃO



VIII SIMPÓSIO
TECNOLOGIA DE
PRODUÇÃO DE
CANA-DE-AÇÚCAR



NDVI

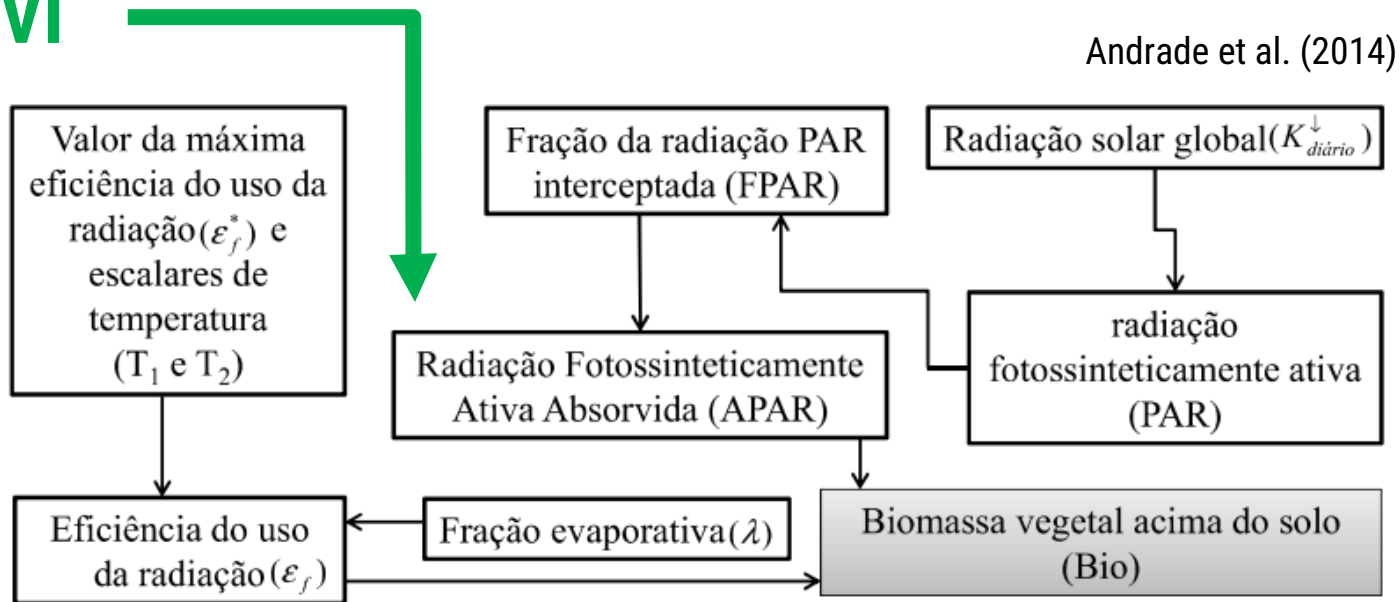


Figura 4 - Fluxograma da estimativa de biomassa vegetal acima do solo.

Produção

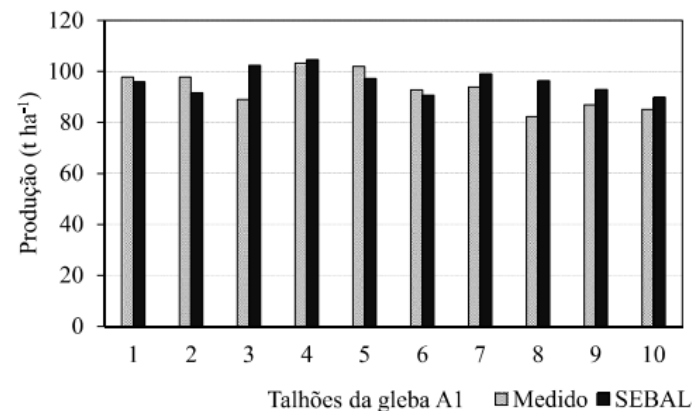
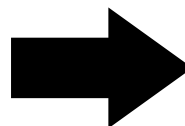


Figura 5 - Valores comparativos entre a produção de cana-de-açúcar medida e a estimada por meio da aplicação do SEBAL para os talhões da gleba A1.

Estratégias



VIII SIMPÓSIO
TECNOLOGIA DE
PRODUÇÃO DE
CANA-DE-AÇÚCAR



- **Equipamento próprio +
Estrutura de processamento de dados**
- **Equipamento próprio +
Processamento de dados terceirizados**
- **Contratação de serviço
(aluguel equipamento / sobrevoo / processamento / análise)**
- **Serviços na nuvem - Aplicações
(Produtos secundários - Análises)**

Escolhendo o modelo



Valor

de R\$ 3 mil >>>> R\$ 300 mil

**Capacidade
de imageamento**

de 10 ha/dia >>>> 40 mil ha/dia

Duração da bateria, resistência ao vento, estrutura, alcance do rádio

Escolhendo o modelo



Valor

de R\$ 3 mil >>>> R\$ 300 mil

**Capacidade
de imageamento**

de 10 ha/dia >>>> 40 mil ha/dia

Duração da bateria, resistência ao vento, estrutura, alcance do rádio

Extras:

GPS RTK, câmera NIR, qualidade da câmera, baterias extras, acessórios, treinamento

Riscos/Segurança:

Homologação ANAC, sistema de retorno automático, rastreador, redundância de motores, material, manutenção, peças reposição

Escolhendo o modelo



VIII SIMPÓSIO
TECNOLOGIA DE
PRODUÇÃO DE
CANA-DE-AÇÚCAR



Treinamentos R\$ 1.500,00

Acessórios R\$ 5.000,00

(Baterias extas, Adaptadores, Mochilas, suportes, etc.)

**Licenças
Softwares** R\$ 20.000,00

**Sensores
multiespectrais** R\$ 30.000,00

**Processamento
(Terceirizado)** R\$ 1,00 a 16,00 /ha
(Qualidade dos sensores, tipos de produtos desejados)

Outras fontes



LANDSAT
30 m



RAPIDEYE
6,5 m



WORLD VIEW
0,5 m

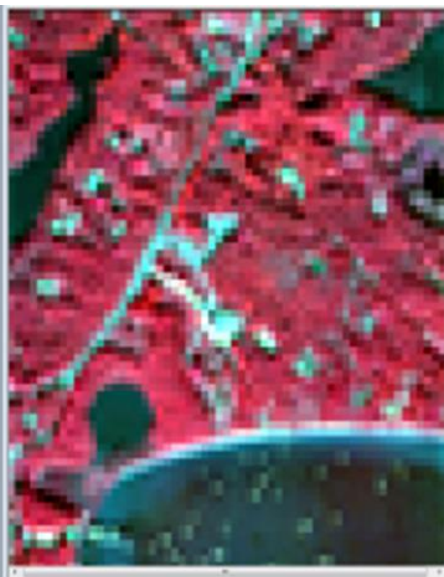


VANT
3 - 10 cm

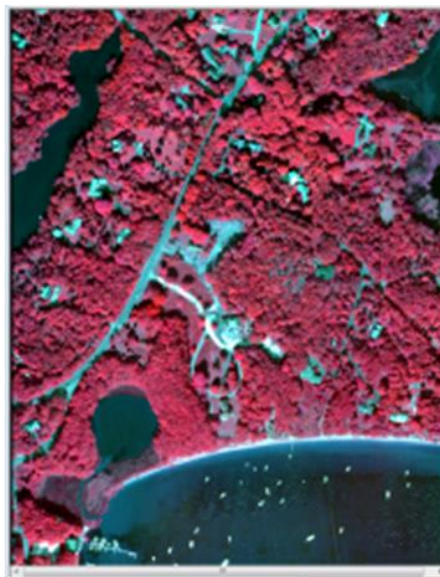
Outras fontes



LANDSAT
30 m



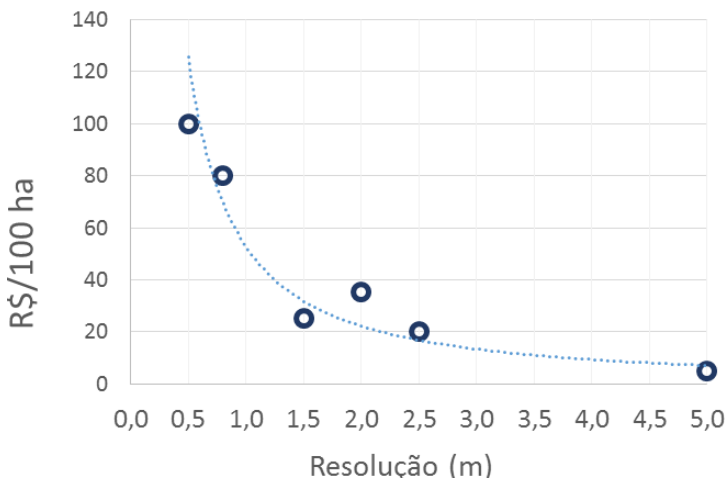
RAPIDEYE
6,5 m



WORLD VIEW
0,5 m



VANT
3 - 10 cm



RAPIDEYE
Resolução: 6,5m
R\$ 0,05 / ha

DRONE(NDVI)
Resolução: 0,1m
R\$ 5,00 – 7,00 / ha

Outras fontes



VIII SIMPÓSIO
TECNOLOGIA DE
PRODUÇÃO DE
CANA-DE-AÇÚCAR



| Satélite | LANDSAT 8 | RESOURCESAT 2 | CBERS 4 | Sentinel-2 |
|------------|-----------|---------------|--------------|------------|
| Fonte | EUA | Índia | Brasil/China | Europa |
| Lançamento | Fev/2013 | Abr/2011 | Dez/2014 | Junho/2015 |
| Resolução | 30 m | 23,5 m | 20 m | 10 m |
| Revisita | 16 dias | 24 dias | 24 dias 26 | 5 dias |

ACESSO GRATUITO



- **Qual a área total que pretende-se levantar?**
- **Qual a periodicidade com que as imagens precisam ser adquiridas?**
- **Quais produtos são esperados?**



- **Qual a área total que pretende-se levantar?**
- **Qual a periodicidade com que as imagens precisam ser adquiridas?**
- **Quais produtos são esperados?**

DIMENSIONAMENTO + BENEFÍCIO/CUSTO

- **Popularização**
- **Foco na qualidade dos produtos gerados**
- **Maior número de produtos oferecidos**
- **Refinamento espectral**
- **Integração com outros sistemas / sensores**
- **Automação**

- **Popularização**
- **Foco na qualidade dos produtos gerados**
- **Maior número de produtos oferecidos**
- **Refinamento espectral**
- **Integração com outros sistemas / sensores**
- **Automação**



(Bandas de análise termal -> inspeção de sistemas elétricos, hidráulicos, estresse, etc.)

- **Assimilação da tecnologia (Entendimento)**
- **Transferência de informações (Aplicações/Limitações)**
- **Consumidores x Fornecedores (Desenvolvimento)**
- **Aceitação tecnologia vs. Bom senso**

POTENCIAL DE USO DE VANTs PARA O SETOR SUCROENERGÉTICO

QUAL O

POTENCIAL DE USO DE VANTs PARA O SETOR SUCROENERGÉTICO ?

QUAL O

POTENCIAL DE USO DE VANTs PARA O SETOR SUCROENERGÉTICO ?

9.000.000 ha e crescendo...

OBRIGADO!



VIII SIMPÓSIO
TECNOLOGIA DE
PRODUÇÃO DE
CANA-DE-AÇÚCAR



arthur@4tree.com.br (19) 9-9970-4738
eduardo@4tree.com.br (19) 9-9405-2323

