

AGRICULTURA DE PRECISÃO

Nova Filosofia de Trabalho na Agricultura

Luciano Shozo Shiratsuchi

Pesquisador

Agricultura de Precisão e Sensoriamento Remoto

Embrapa Agrossilvipastoril

luciano.shiratsuchi@embrapa.br

Agosto 2012

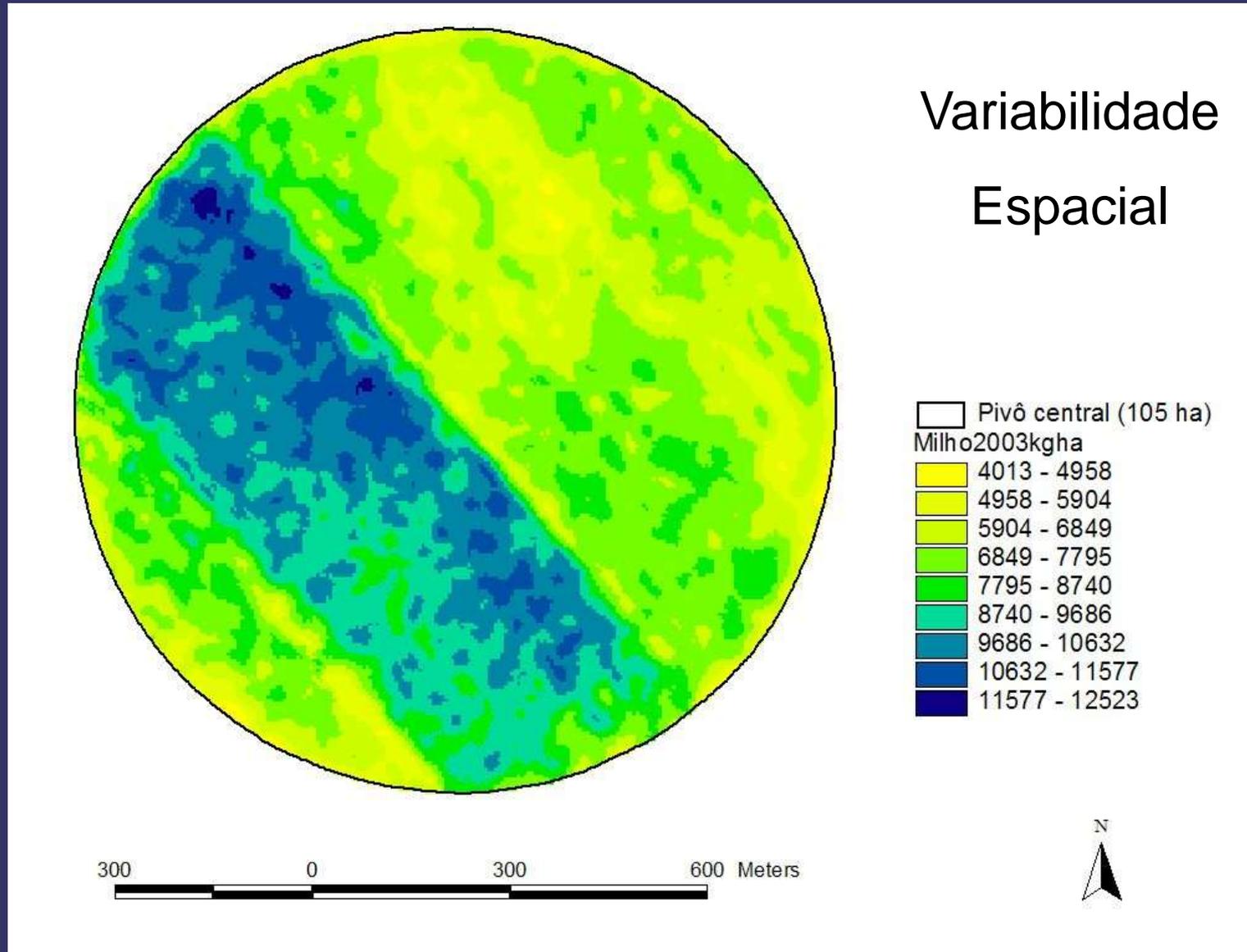
Sumário

- ✓ Antecedentes
- ✓ Considerações Gerais
- ✓ Histórico
- ✓ Ferramental Disponível
- ✓ Estado da Arte
- ✓ Estudo de Caso
- ✓ Projetos da Embrapa na área
- ✓ “Capacitação para geração de mapas temáticos”

Antecedentes

- ✓ 1994 – 1999 :USP – ESALQ : Agronomia
- ✓ 1997: Primeiro contato com AP
 - Fazenda Areiao sob supervisão de Luis Fernando
 - Colheita monitorada com balança de pesagem instalada no vagão da colhedora e GPS com correção diferencial via rádio frequência
- ✓ 1998: Estagiário da Dedini Açucar e Alcool: trabalhando com sensores Auteq para gerenciamento da frota de máquinas agrícolas
- ✓ 1999: Recém-formado contratado da ABASP trabalhando na área de feijão e milho doce.
- ✓ 2000 – 2002: Mestrado: USP – ESALQ: Fitotecnia
 - Trabalhando com mapeamento de plantas daninhas e sua correlação com a fertilidade do solo. Dr. Pedro Christoffoleti, Dr. José Paulo Molin, Dr. Lawrence Lass
- ✓ 2002 – 2008: Embrapa Cerrados
 - Pesquisador B
- ✓ 2008 – 2012: PhD: Universidade de Nebraska: Ciência do Solo
- ✓ 2012 – presente: Embrapa Agrossilvipastoril
 - Pesquisador A

Considerações Gerais



Considerações Gerais

OBJETIVOS

- ✓ Reconhecer a Variabilidade Espacial da área agrícola
- ✓ Conhecer a posição geográfica dos fatores medidos
- ✓ Gerenciar localizadamente as áreas agrícolas
- ✓ Não aplicar insumos pela média
- ✓ Otimizar a aplicação de insumos
- ✓ Aumentar a produtividade
- ✓ Reduzir custos de produção
- ✓ Diminuir a poluição ambiental

Histórico

✓ Primeiro mapa de aplicação localizada

- 1929 – Linsley & Bauer
- Confecção de mapa de aplicação de calcário
- Economia de 20 % do insumo aplicado
- Aumento de produtividade
- Otimização da absorção de micronutrientes



✓ Artigo clássico

- Fairfield Smith. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. *The Journal of Agricultural Science*, 28: 1-23. 1938.

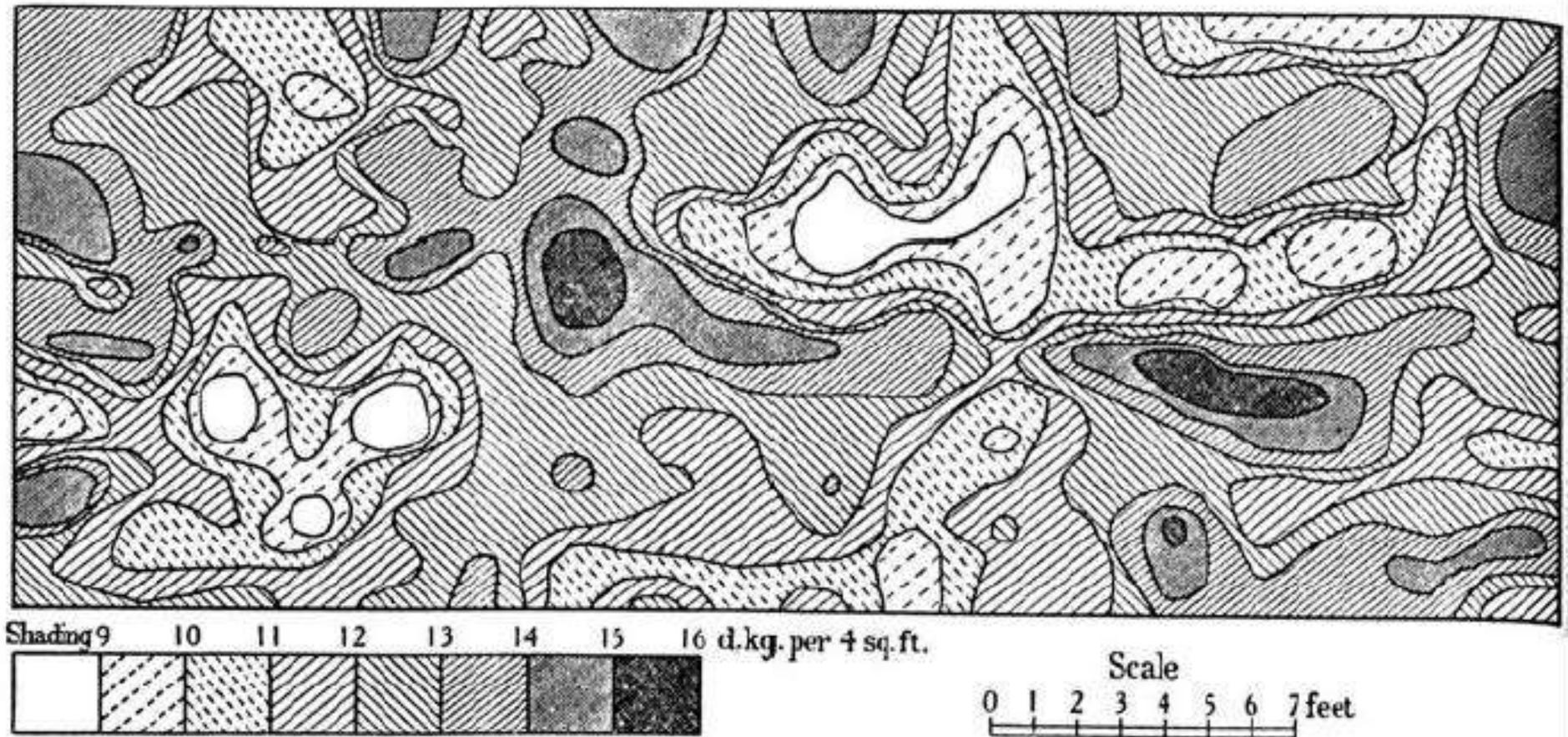
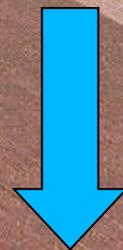


Fig. 1. Fertility contour map (based on moving averages for yield of grain from areas 2 ft. sq.)

✓ Revolução Verde - Esquecimento

- ✓ Surgimento de Computadores
- ✓ Microeletrônica embarcada
- ✓ Sistemas de posicionamento
- ✓ Sensores e softwares
- ✓ Máquinas agrícolas de alto rendimento



VIABILIZAÇÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO

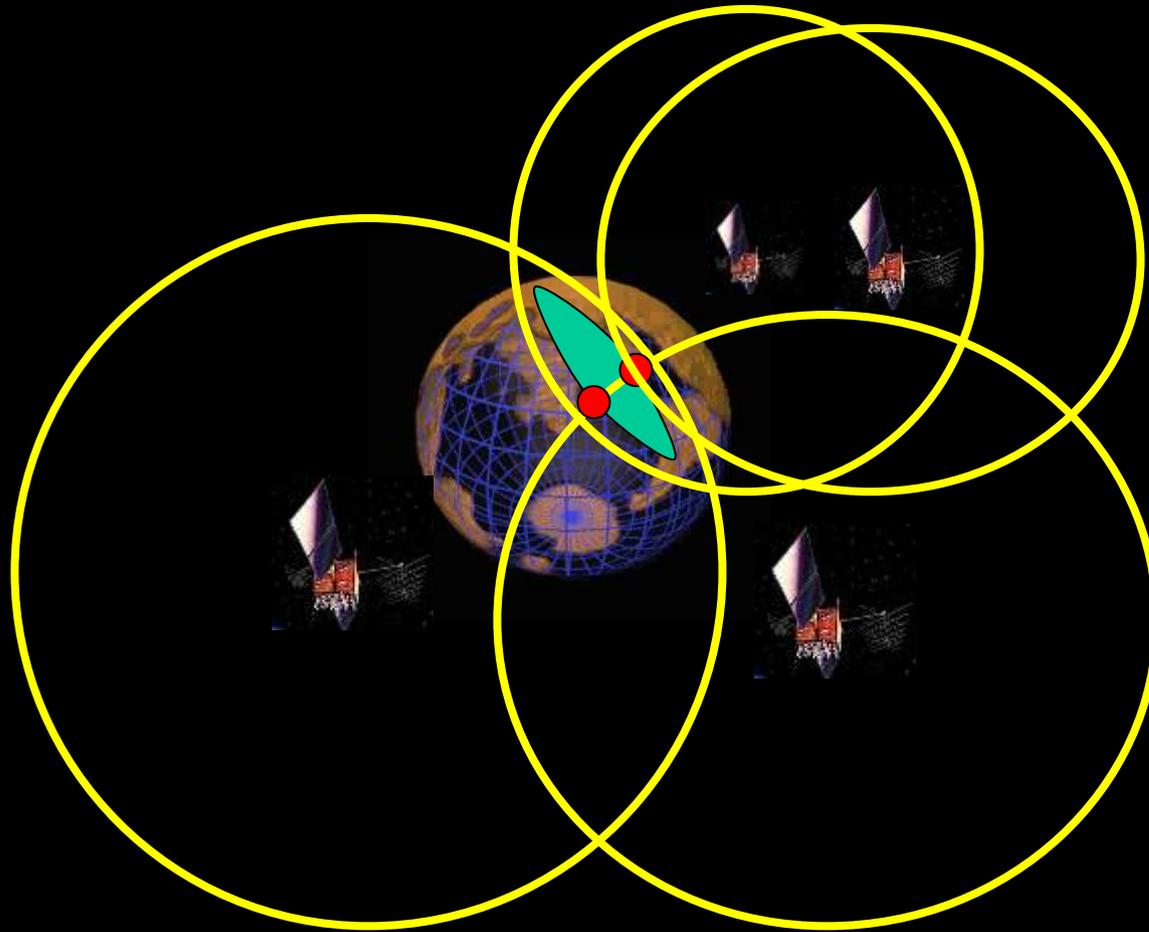
Ferramental disponível

- ✓ Sistema de Posicionamento Global - GPS

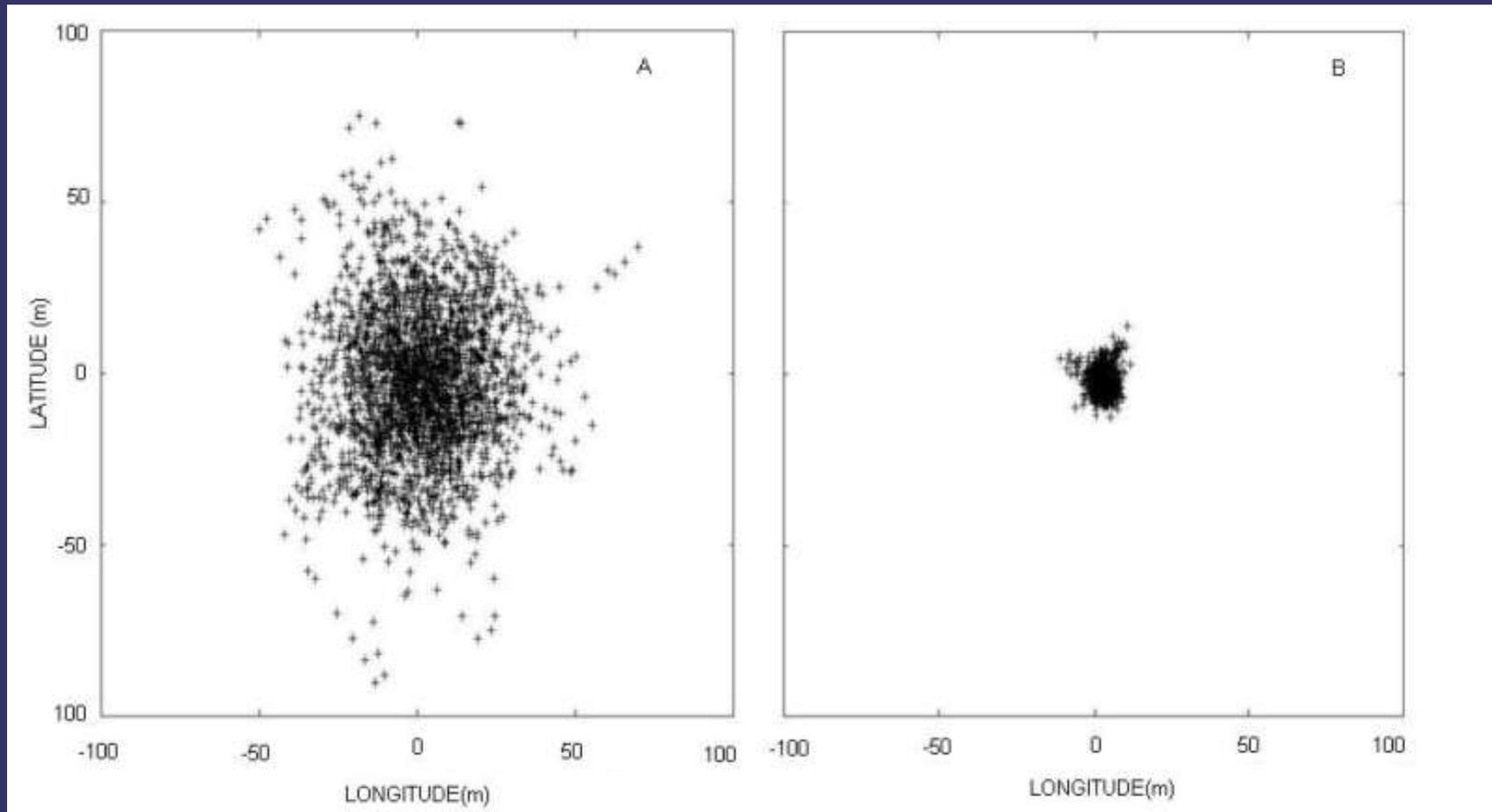


Inicialmente – criado para fins militares

GPS



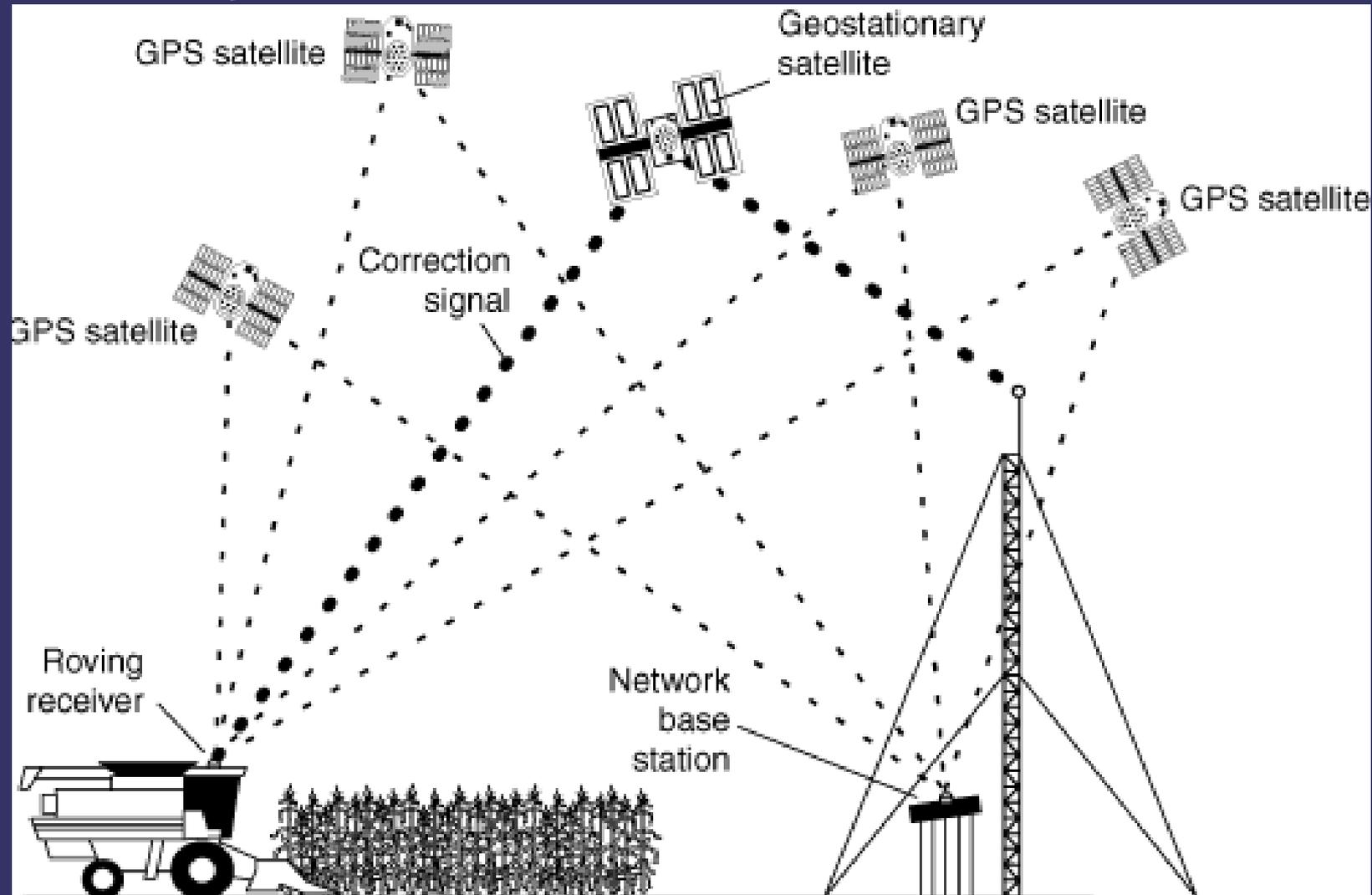
Abolição da S/A



1 – 3 de maio de 2000

Correção Diferencial

✓ Correção Diferencial



Novos Sistemas de Posicionamento

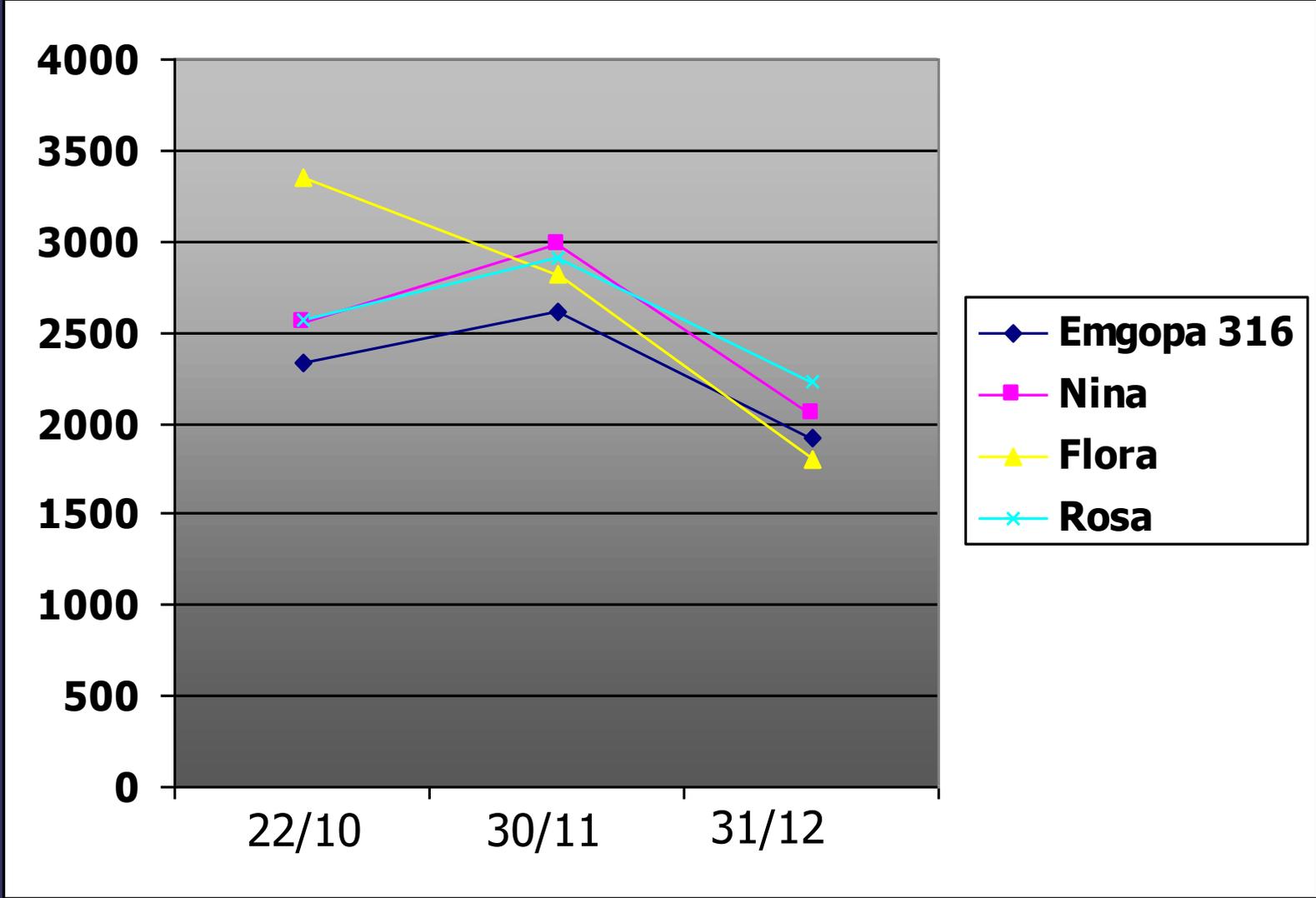
- ✓ WAAS – correção diferencial gratuita - EUA
- ✓ GPS com algoritmos de correção
- ✓ GPS - RTK
- ✓ Empresas com satélites próprios
- ✓ Precisões de 100 – 15 – 1 – 0,05 m
- ✓ Barateamento de receptores
 - R\$ 350 a R\$ 30.000

Guia de máquinas

- Gerenciamento de Máquinas Agrícolas - Aumentar janela de plantio
- Aumentar a acurácia da aplicação de insumos
- Reduzir desperdício



Fonte: Embrapa Cerrados



Fonte: Embrapa Cerrados

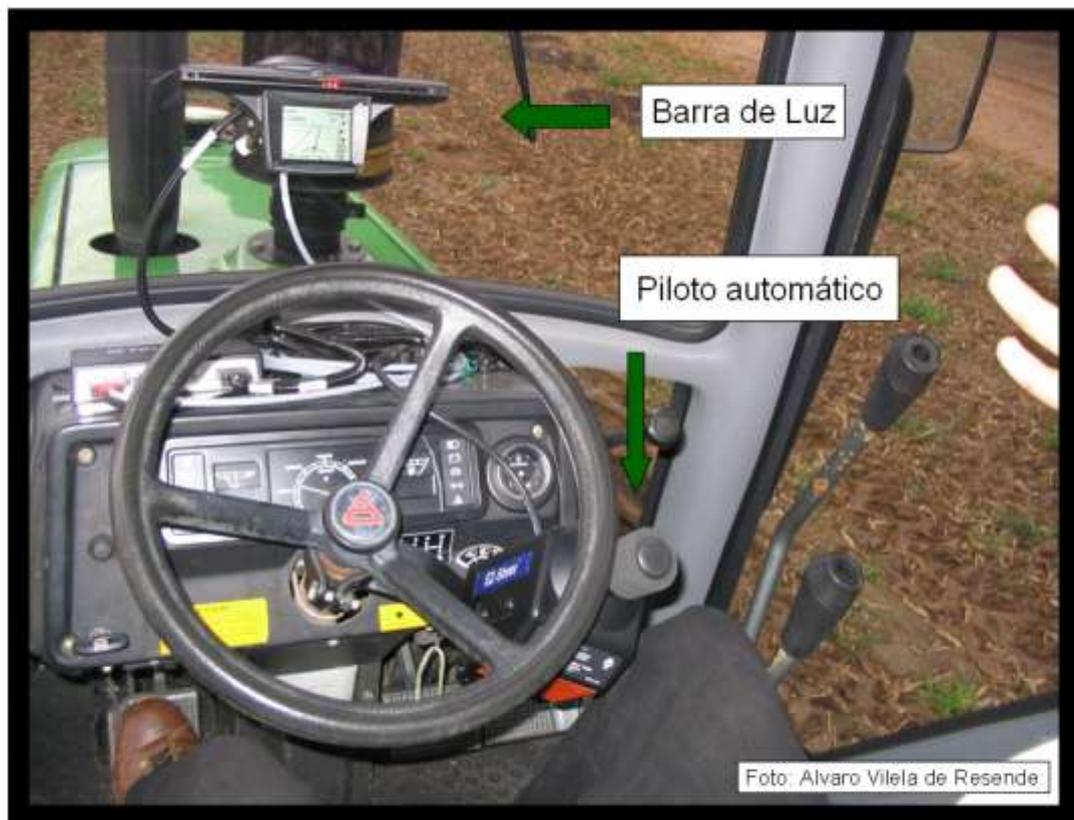
Guia de máquinas

- Aumentar a acurácia da aplicação de insumos
- Reduzir desperdício, 40% de todos autopropelidos nos EUA



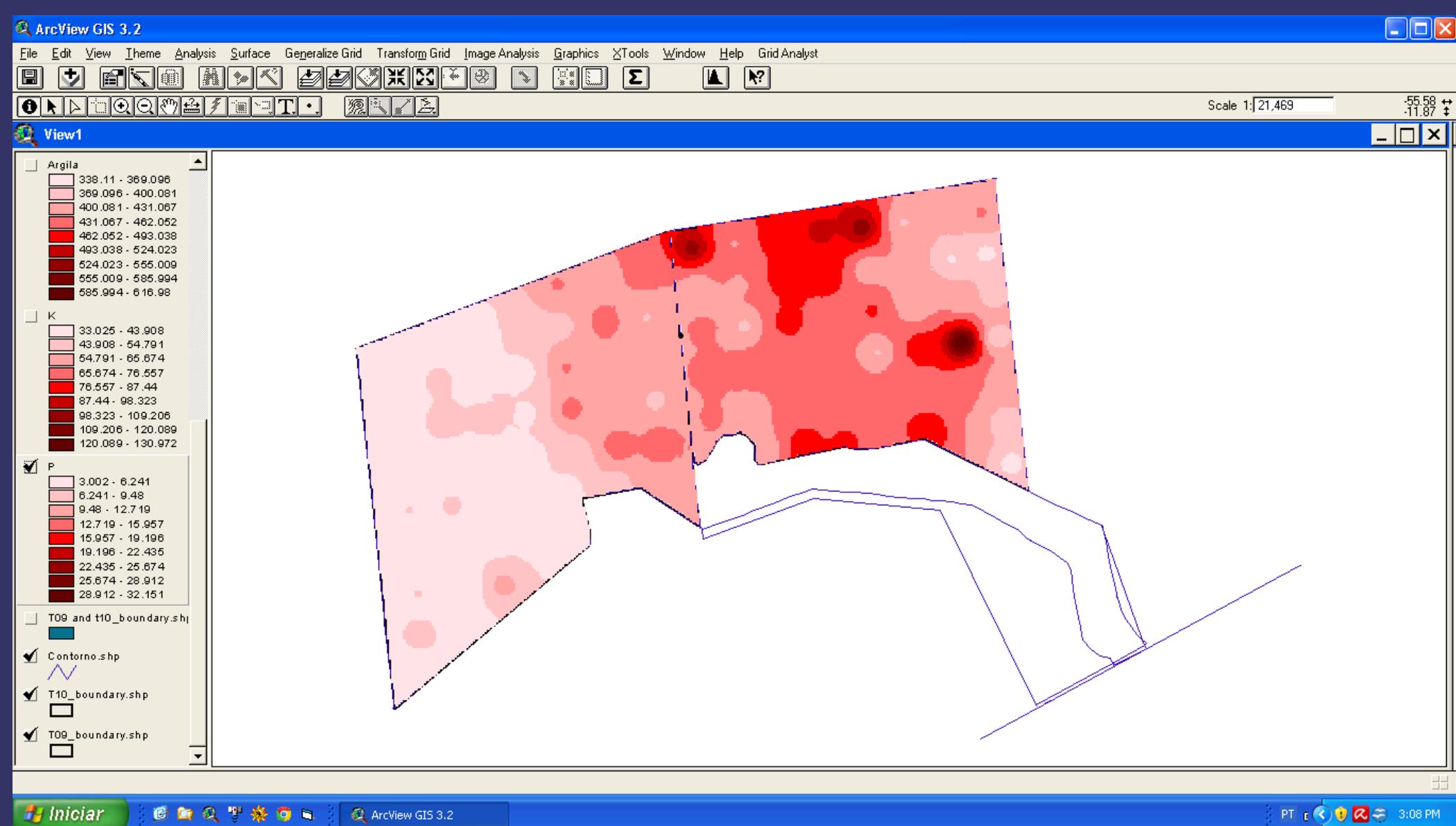
Guia de máquinas + Piloto automático

- Aumentar janela de plantio – Adubação Pré Plantio no Sulco
- Melhorar arrançamento espacial, otimizando arquitetura da planta - stand

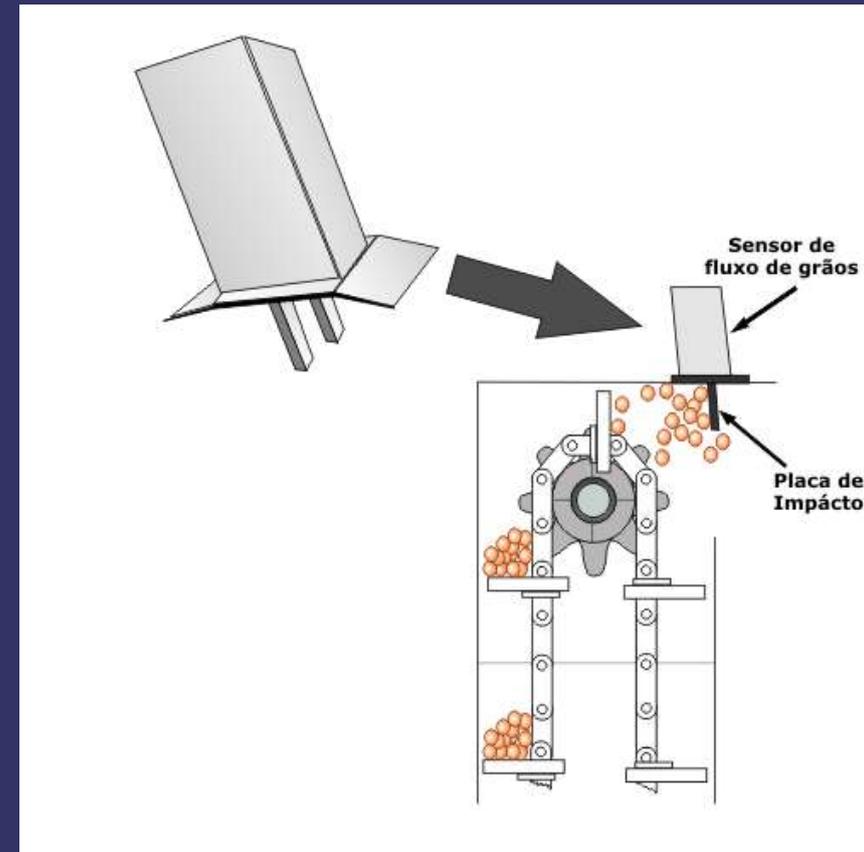
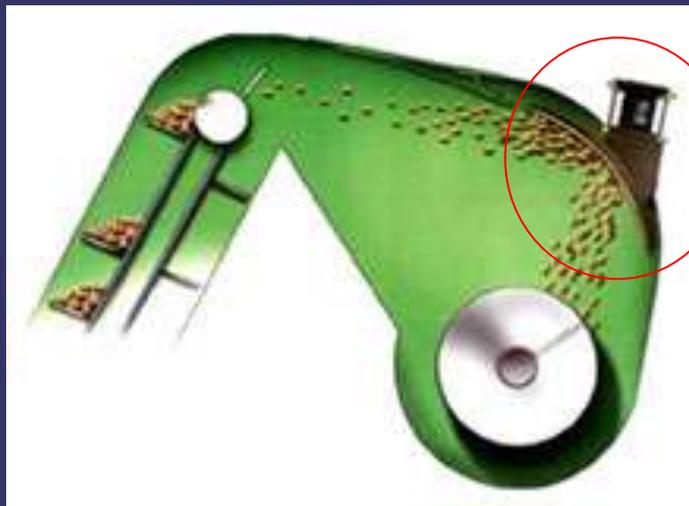


SIG

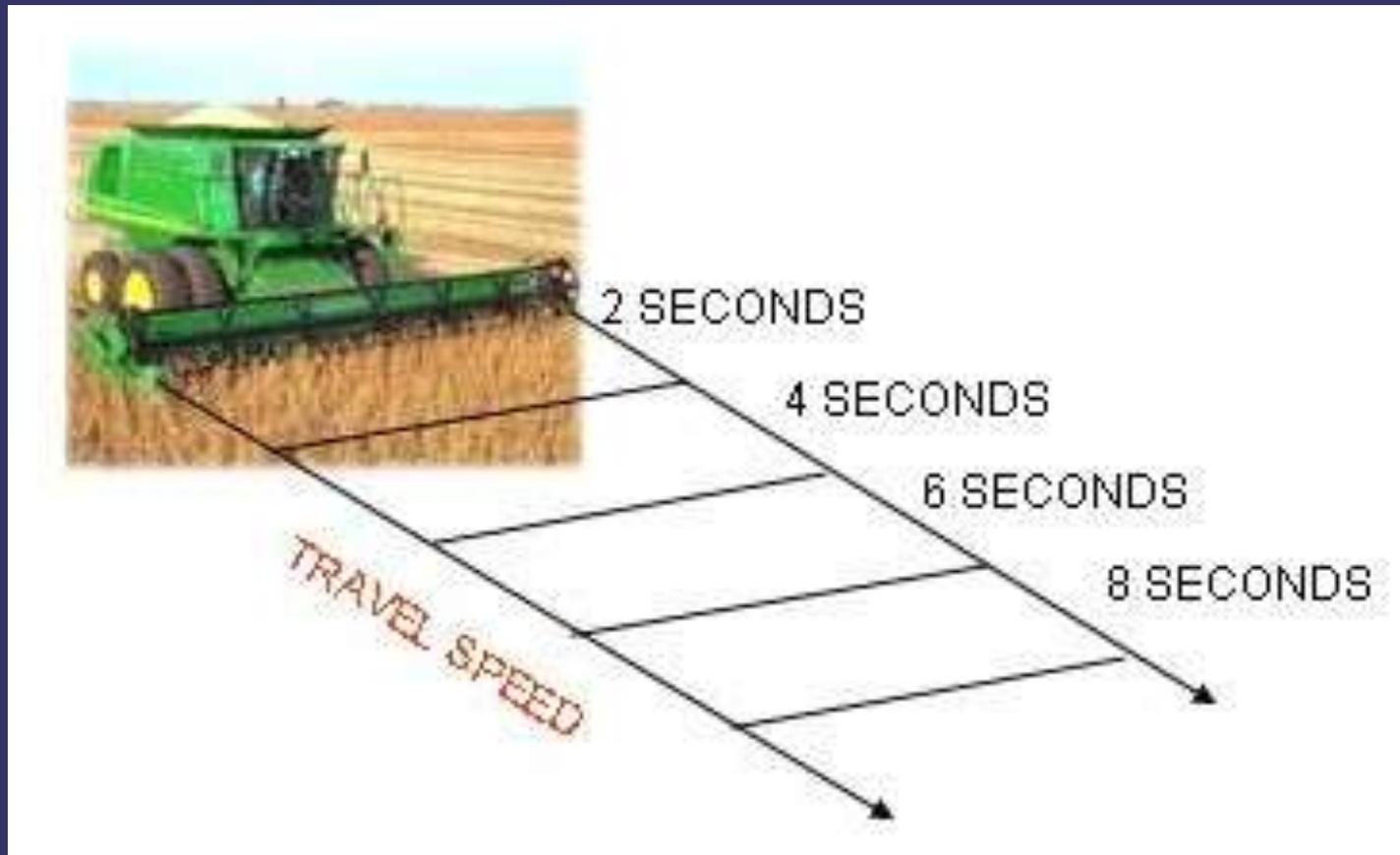
✓ Programas de Sistemas de Informações Geográficas



Sensores



Gravação sistemática de dados em formato texto





354 of 1722 selected

Attributes of Dryyieldid2001.shp

| Id | X | Y | Dry_yield |
|-----|--------------|--------------|-----------|
| 667 | -47.46544700 | -21.96638000 | 6.8900 |
| 668 | -47.46535100 | -21.96638000 | 6.9400 |
| 669 | -47.46525400 | -21.96638000 | 6.8500 |
| 670 | -47.46515700 | -21.96638000 | 7.8900 |
| 671 | -47.46506000 | -21.96638000 | 8.5800 |
| 672 | -47.46496300 | -21.96638000 | 7.1600 |
| 673 | -47.46486600 | -21.96638000 | 8.1500 |
| 674 | -47.46476900 | -21.96638000 | 8.2300 |
| 675 | -47.46467300 | -21.96638000 | 7.9100 |
| 676 | -47.46457600 | -21.96638000 | 8.6400 |
| 677 | -47.46447900 | -21.96638000 | 7.4100 |
| 678 | -47.46438200 | -21.96638000 | 7.7700 |
| 679 | -47.46428500 | -21.96638000 | 7.1900 |
| 680 | -47.46418800 | -21.96638000 | 8.0900 |
| 681 | -47.46409100 | -21.96638000 | 7.6600 |
| 682 | -47.46399500 | -21.96638000 | 7.7100 |
| 683 | -47.46389800 | -21.96638000 | 8.0200 |
| 684 | -47.46380100 | -21.96638000 | 7.9400 |
| 685 | -47.46370400 | -21.96638000 | 6.3100 |
| 686 | -47.46360700 | -21.96638000 | 6.2300 |
| 687 | -47.46351000 | -21.96638000 | 5.9200 |
| 688 | -47.46341300 | -21.96638000 | 6.1500 |
| 689 | -47.46331700 | -21.96638000 | 5.6000 |
| 690 | -47.46322000 | -21.96638000 | 7.0900 |
| 691 | -47.46312300 | -21.96638000 | 7.2100 |
| 692 | -47.46302600 | -21.96638000 | 5.8600 |

Attributes of Dryyieldid2001.shp

Fields: [Shape], [Id], [X], [Y], [Dry_yield]

Values: 6.96, 6.98, 6.99, 7, 7.01, 7.02

Update Values

[([Dry_yield] <= 7)

New Set, Add To Set, Select From Set

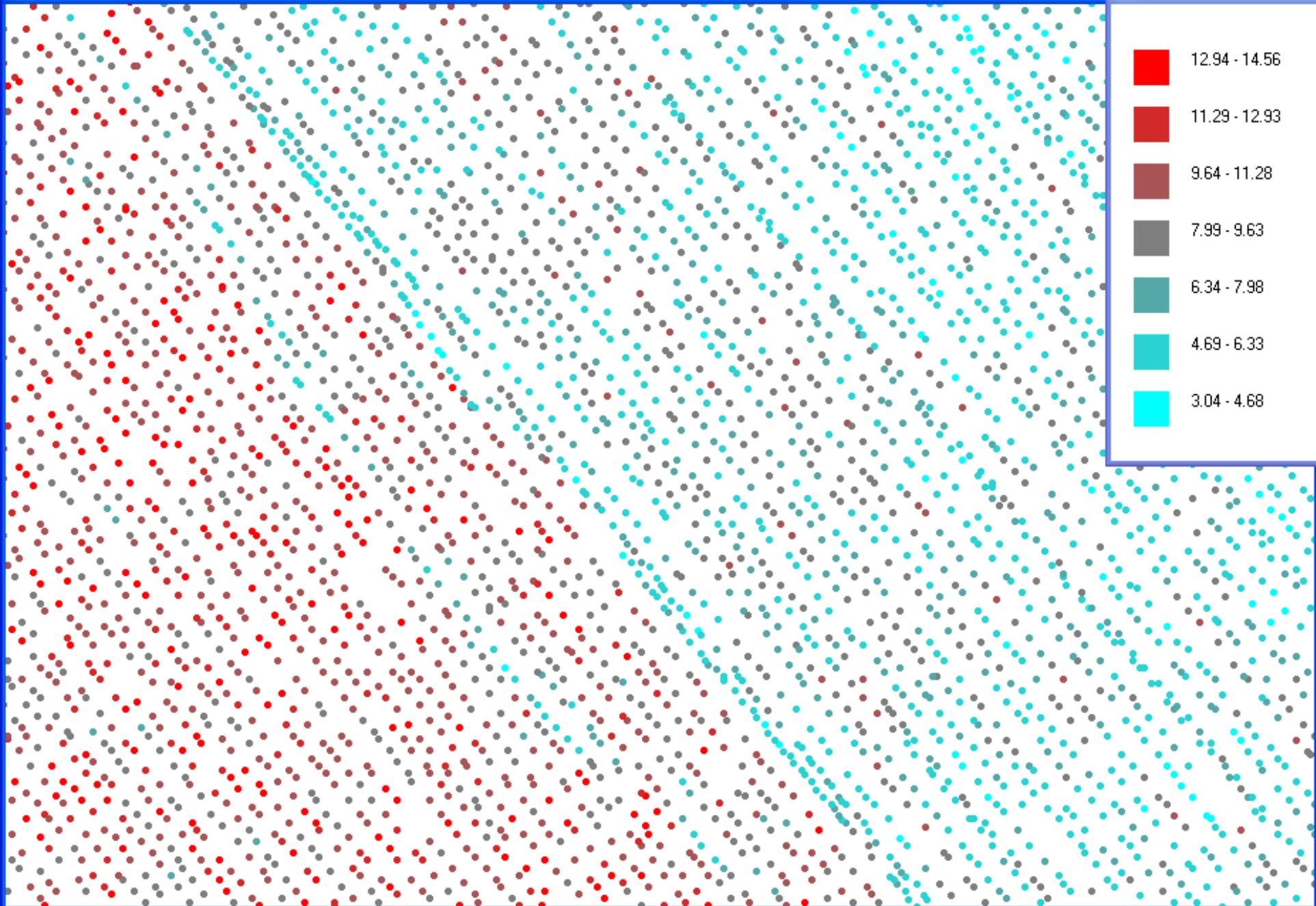
Legend Editor

Tools

Yield data point map - S11° 46.8162 W045° 40.1198

Yield values

| | | |
|---|---------------|------|
|  | 12.94 - 14.56 | t/ha |
|  | 11.29 - 12.93 | t/ha |
|  | 9.64 - 11.28 | t/ha |
|  | 7.99 - 9.63 | t/ha |
|  | 6.34 - 7.98 | t/ha |
|  | 4.69 - 6.33 | t/ha |
|  | 3.04 - 4.68 | t/ha |

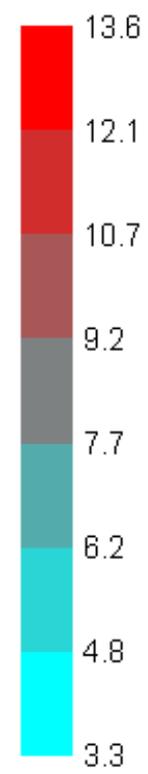
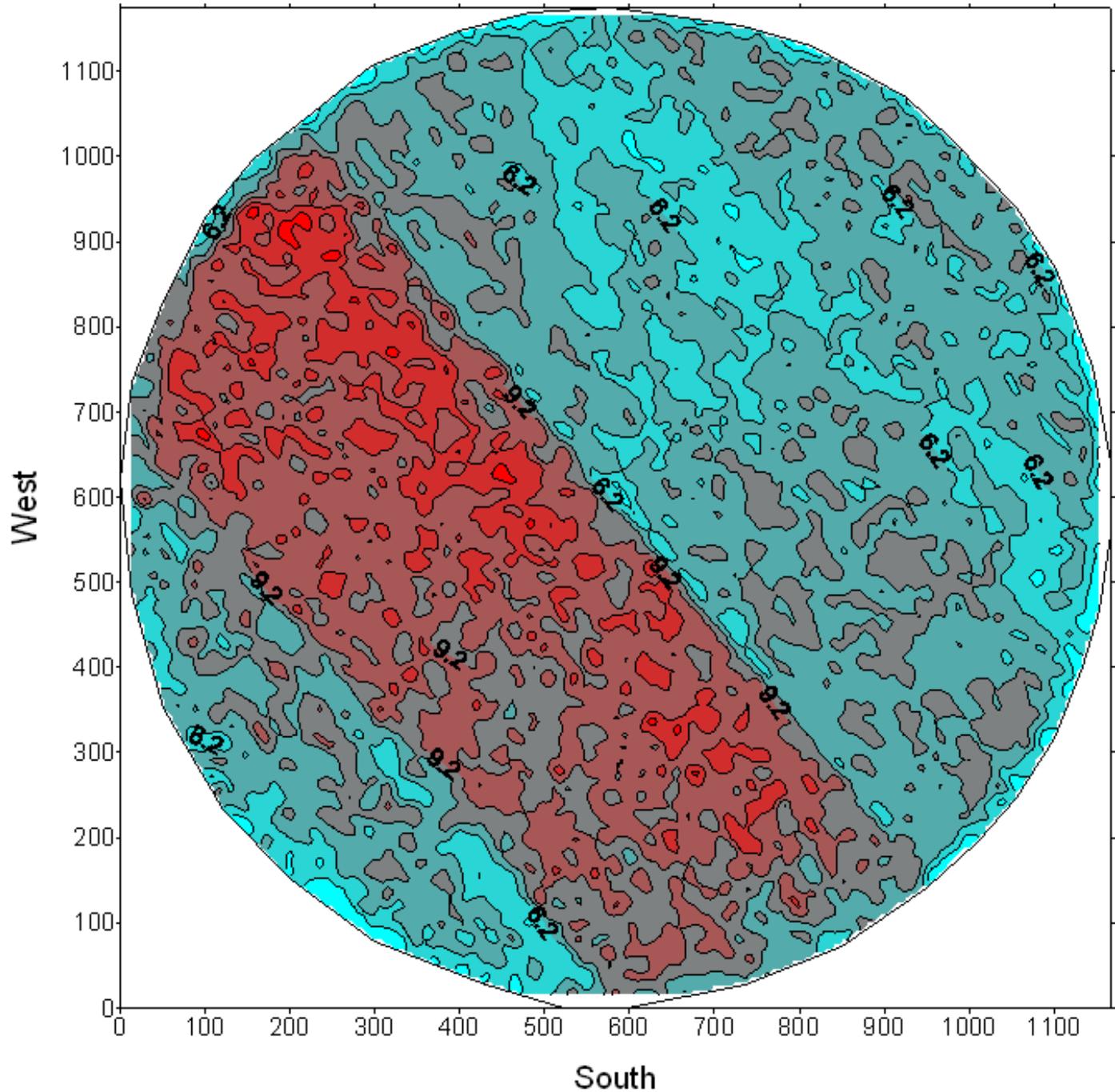




Yieldmap [T/ha]

20030001

Farm : Aguas Santas
Field : Pivo
Field area [ha] : 106.92
Date : 12/6/2003
Area harvested [ha] : 106.86
Crop weight (PS) [T] : 729.3
Crop weight (WB) [T] : 0
Avg. yield [T/ha] : 6.82
Min. yield [T/ha] : 3.3
Max. yield [T/ha] : 13.6
Avg. moisture [%] : 51
Price/tonne [R\$ /T] : 0

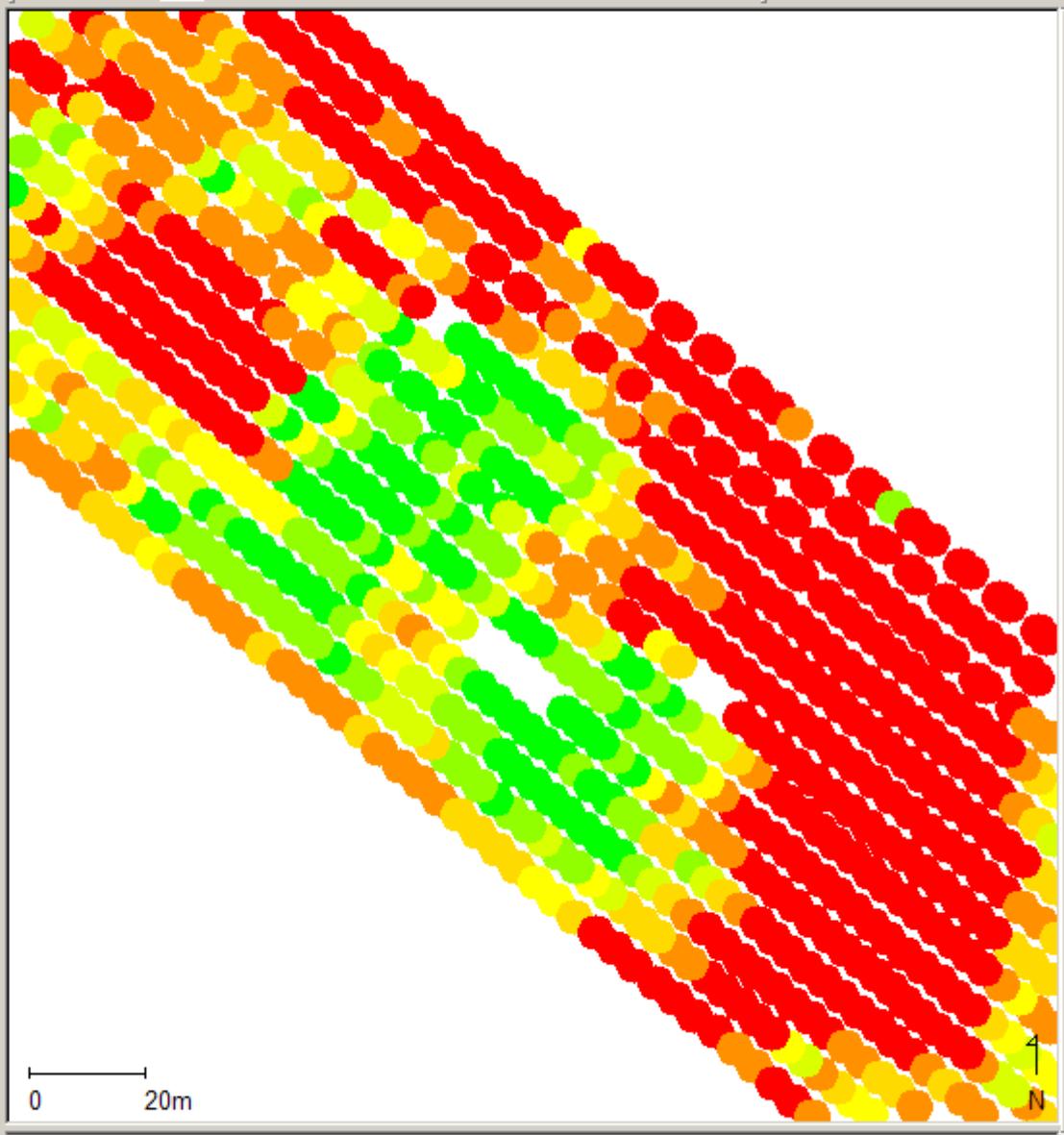
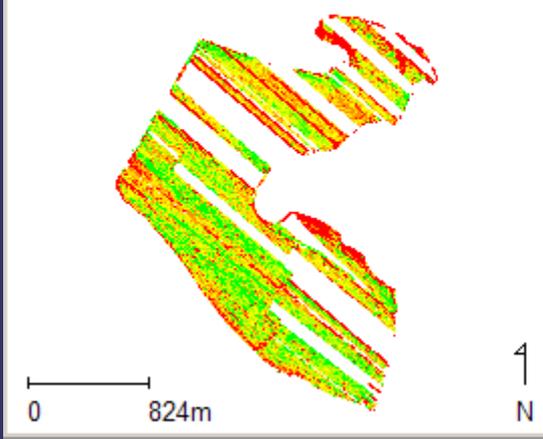




Navigation icons: Home, Back, Forward, Refresh, Print, Copy, Paste, Zoom In, Zoom Out, Full Screen, Help.

- MILHO
 - Harvest - 1
 - L1:A ()
- AREA 12
- AREA 1
- AREA-4
- CAPAOSEC
- ESCOLA
- PALUDO-
- PIVO
- POMAR
- 2006
 - Grain Harvest
 - MILHO
 - Harvest - 1
 - L1: ()
 - L1: ()

Create New Map >>
Add to Current Map >>



1 Harvest - 1 | MILHO | 2006 | F

Layer On

Yield Mass (Dry)

Transparency - 100 %

Yield Mass (Dry)
(tonne/ha)

| | |
|--------------|------------|
| 9.72 - 24.48 | (26.07 ha) |
| 9.26 - 9.72 | (27.05 ha) |
| 8.88 - 9.26 | (26.90 ha) |
| 8.47 - 8.88 | (26.75 ha) |
| 7.93 - 8.47 | (26.65 ha) |
| 6.87 - 7.93 | (26.19 ha) |

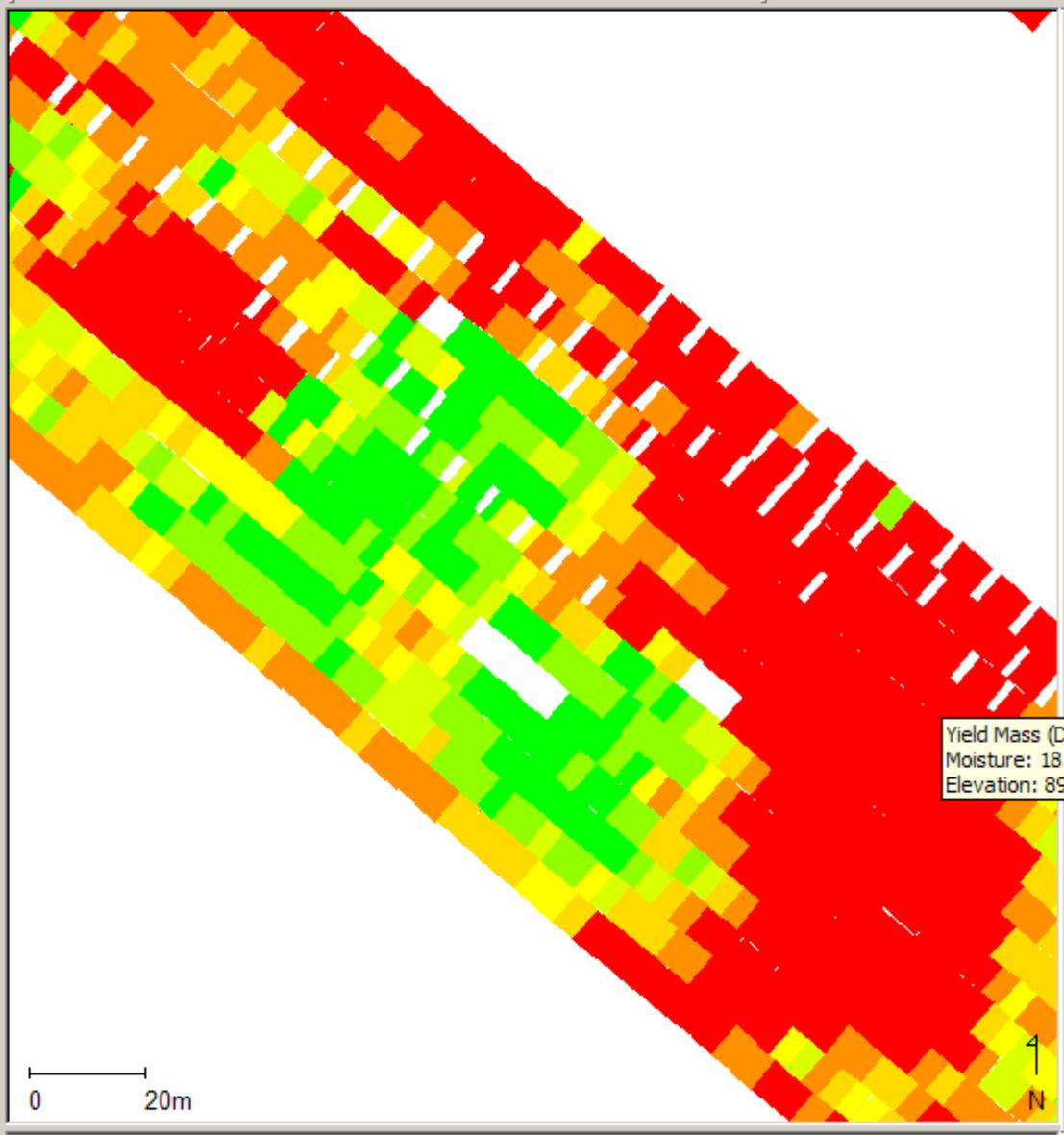
Summary | Map 1 | Map 2 | Map 3 | Map 4 | Map 5 | Map 6



Navigation icons: Home, Back, Forward, Refresh, Print, Copy, Paste, Zoom In, Zoom Out, Full Screen, Help.

- MILHO
 - Harvest - 1
 - L1:A (
- AREA 12
- AREA 1
- AREA-4
- CAPAOSEC
- ESCOLA
- PALUDO-
- PIVO
- POMAR
- 2006
 - Grain Harvest
 - MILHO
 - Harvest - 1
 - L1: (
 - L1: (

Main Monitor Calendar



1 Harvest - 1 | MILHO | 2006 | F

Layer On

Yield Mass (Dry)

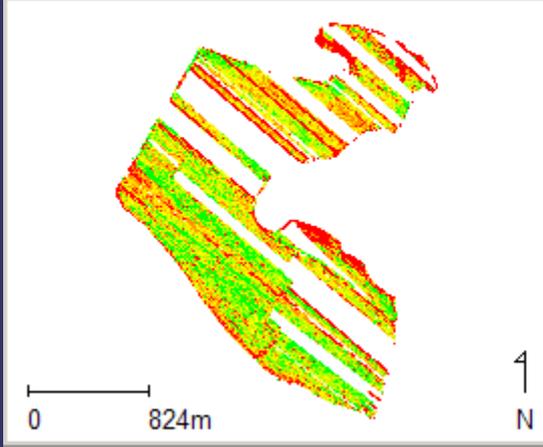
Transparency - 100 %

Yield Mass (Dry)
(tonne/ha)

| | |
|--------------|------------|
| 9.72 - 24.48 | (26.07 ha) |
| 9.26 - 9.72 | (27.05 ha) |
| 8.88 - 9.26 | (27.00 ha) |
| 8.47 - 8.88 | (26.90 ha) |
| 7.93 - 8.47 | (26.75 ha) |
| 6.87 - 7.93 | (26.65 ha) |
| 0.63 - 6.87 | (26.19 ha) |

Yield Mass (Dry): 5.192 tonne/ha
Moisture: 18.10 %
Elevation: 894.40 m

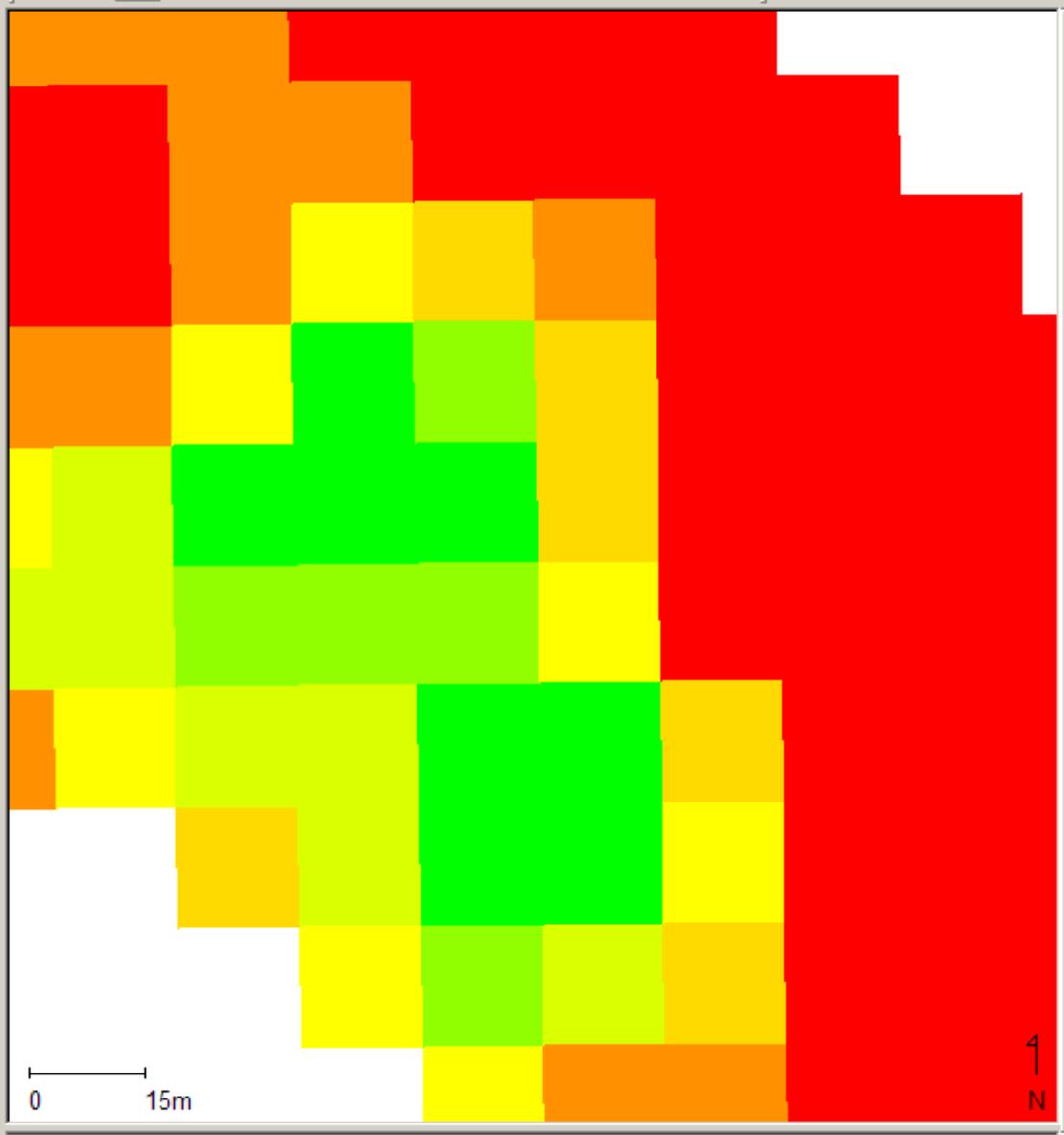
Create New Map >>
Add to Current Map >>





Navigation icons: Home, Back, Forward, Refresh, Print, Copy, Paste, Zoom In, Zoom Out, Full Screen, Help.

- MILHO
 - Harvest - 1
 - L1:A
- AREA 12
- AREA 1
- AREA-4
- CAPAOSEC
- ESCOLA
- PALUDO-
- PIVO
- POMAR
- 2006
 - Grain Harvest
 - MILHO
 - Harvest - 1
 - L1: C
 - L1: C



1 Harvest - 1 | MILHO | 2006 | F

Layer On

Yield Mass (Dry)

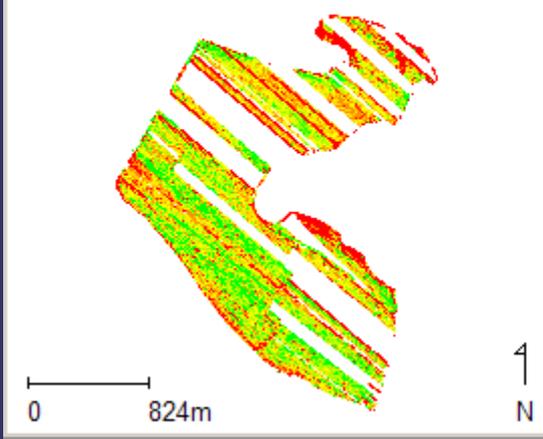
Transparency - 100 %

Yield Mass (Dry)
(tonne/ha)

| | |
|--------------|------------|
| 9.31 - 21.32 | (35.12 ha) |
| 8.93 - 9.31 | (35.16 ha) |
| 8.62 - 8.93 | (35.16 ha) |
| 8.28 - 8.62 | (35.16 ha) |
| 7.81 - 8.28 | (35.16 ha) |
| 6.88 - 7.81 | (35.16 ha) |
| 0.64 - 6.88 | (35.16 ha) |

Create New Map >>

Add to Current Map >>

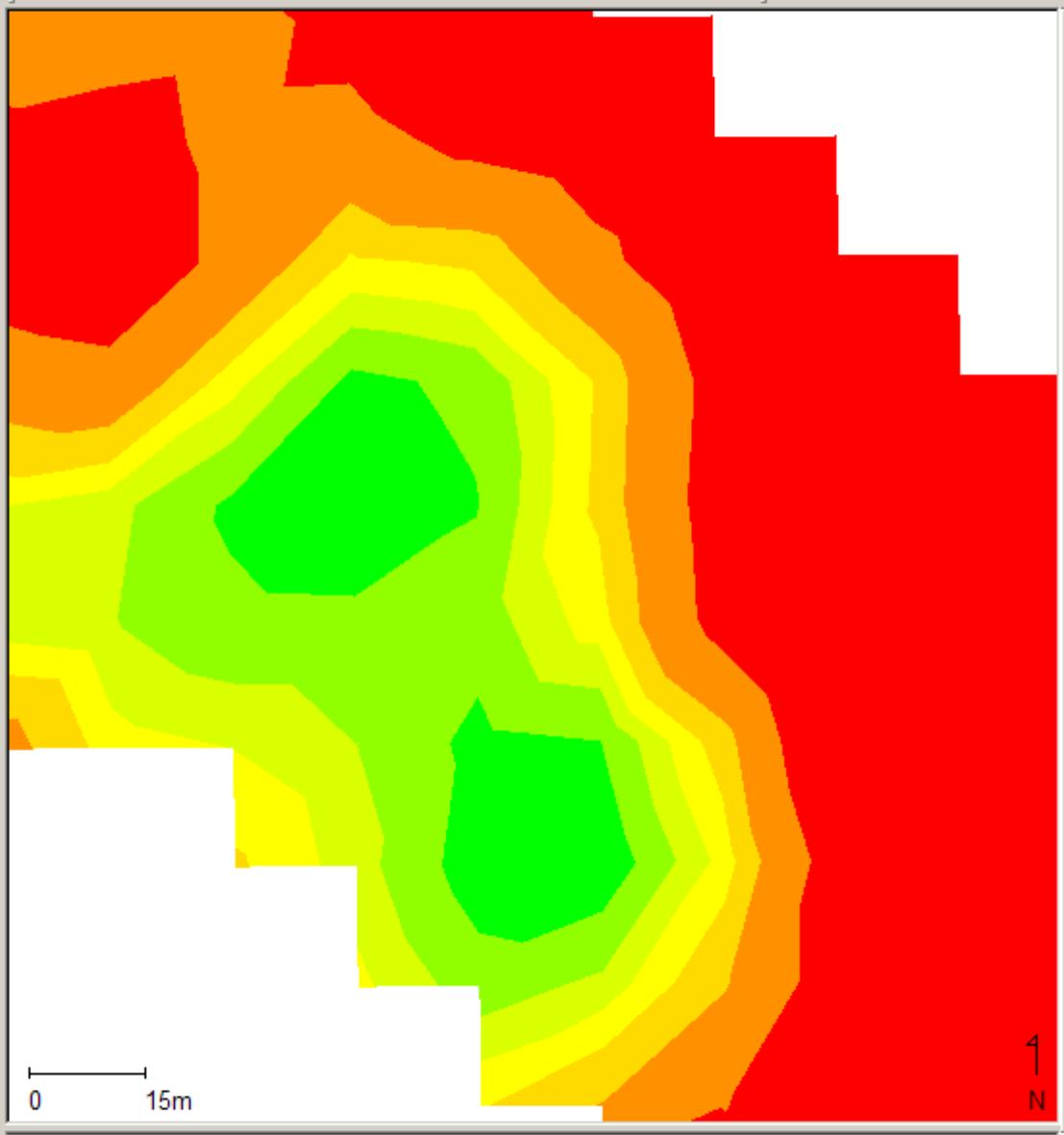




Navigation icons: Home, Back, Forward, Refresh, Print, Copy, Paste, Zoom In, Zoom Out, Full Screen, Help.

- MILHO
 - Harvest - 1
 - L1:A
- AREA 12
- AREA 1
- AREA-4
- CAPA0SEC
- ESCOLA
- PALUDO-
- PIVO
- POMAR
- 2006
 - Grain Harvest
 - MILHO
 - Harvest - 1
 - L1: C
 - L1: C

Main Monitor Calendar

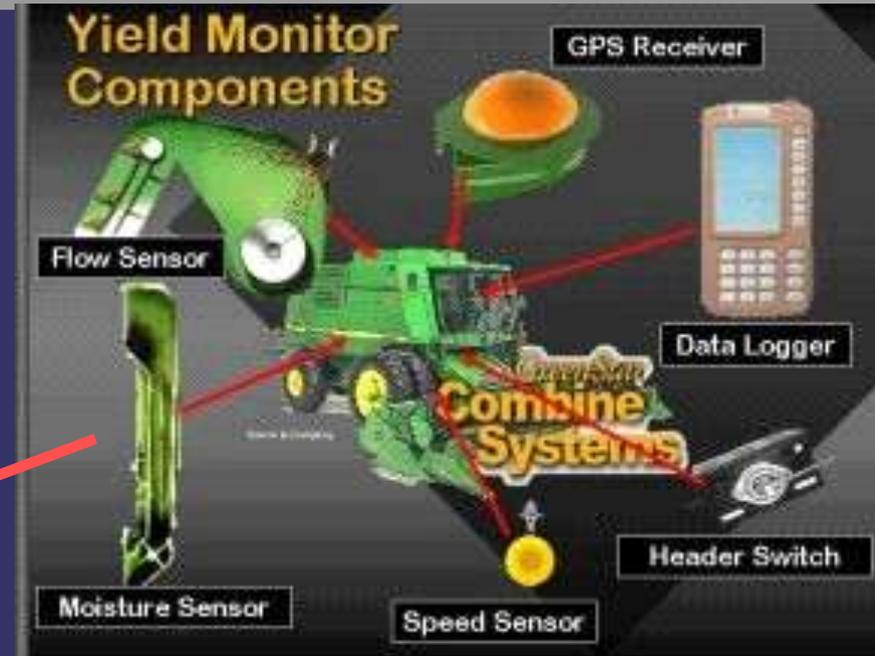
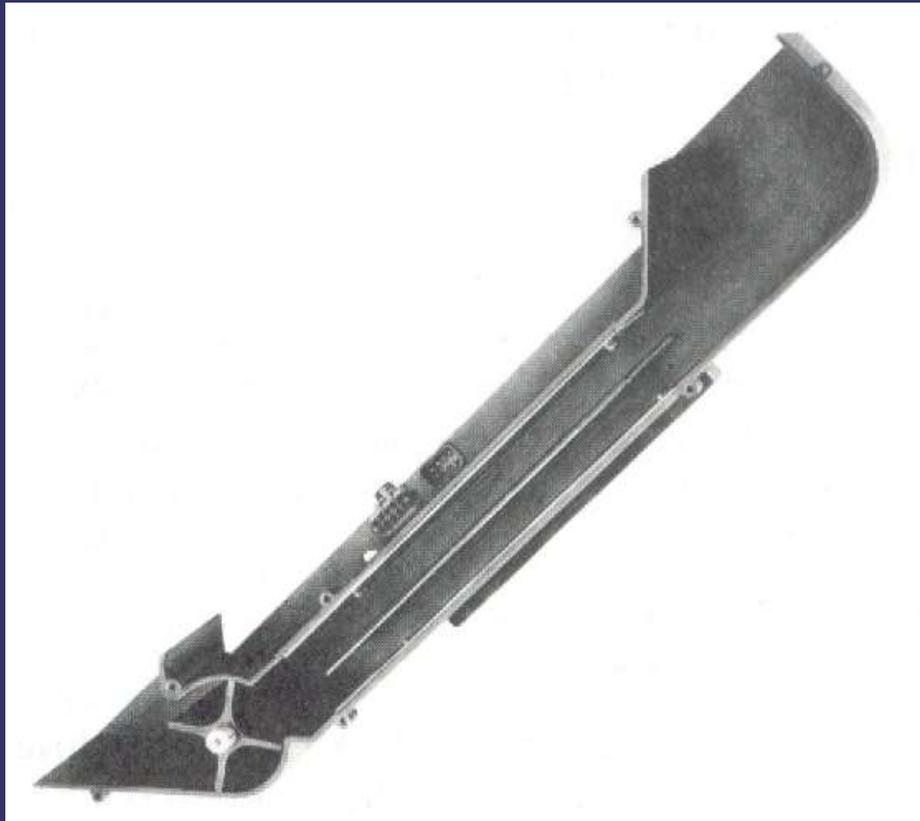


Create New Map >>

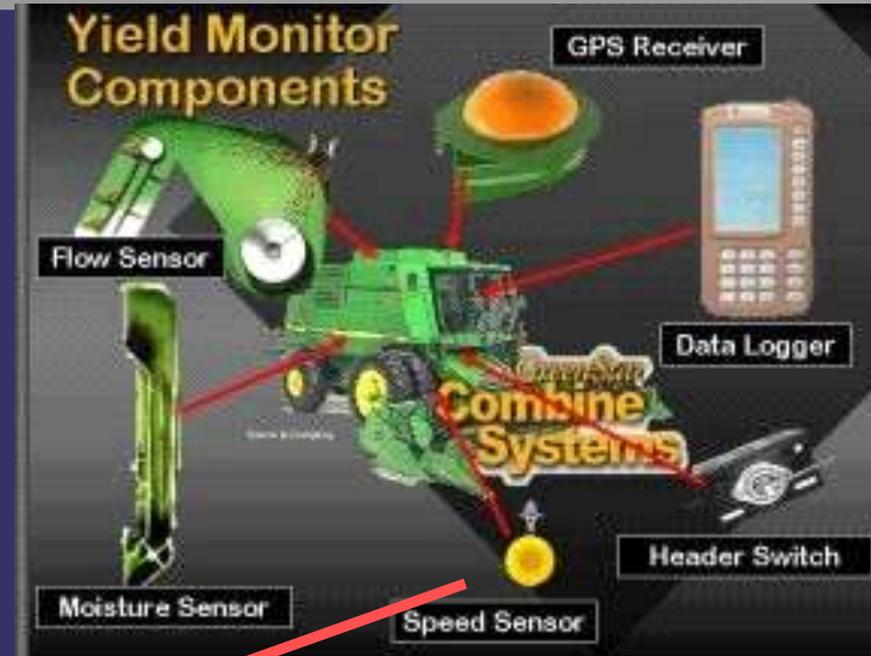
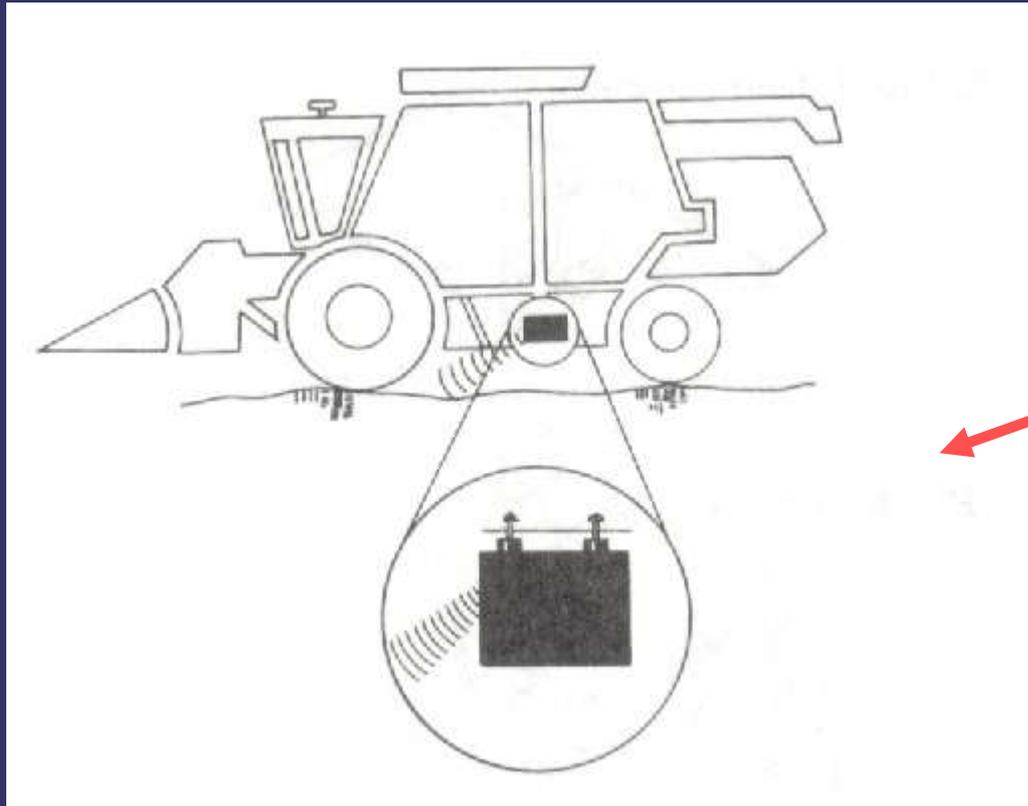
Add to Current Map >>

0 824m

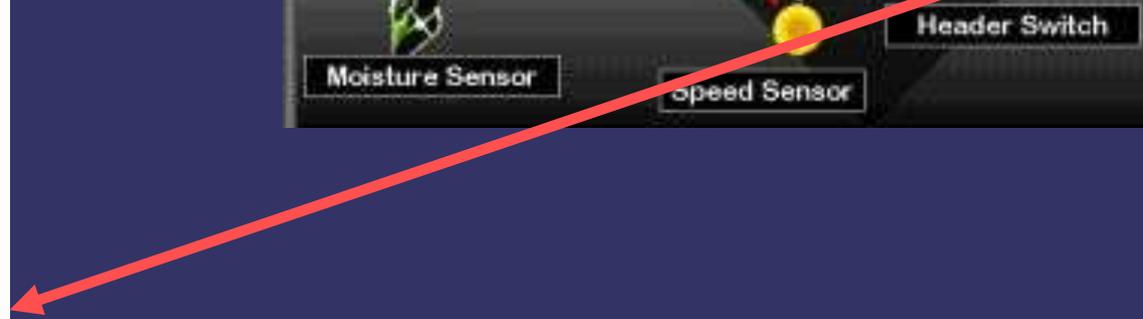
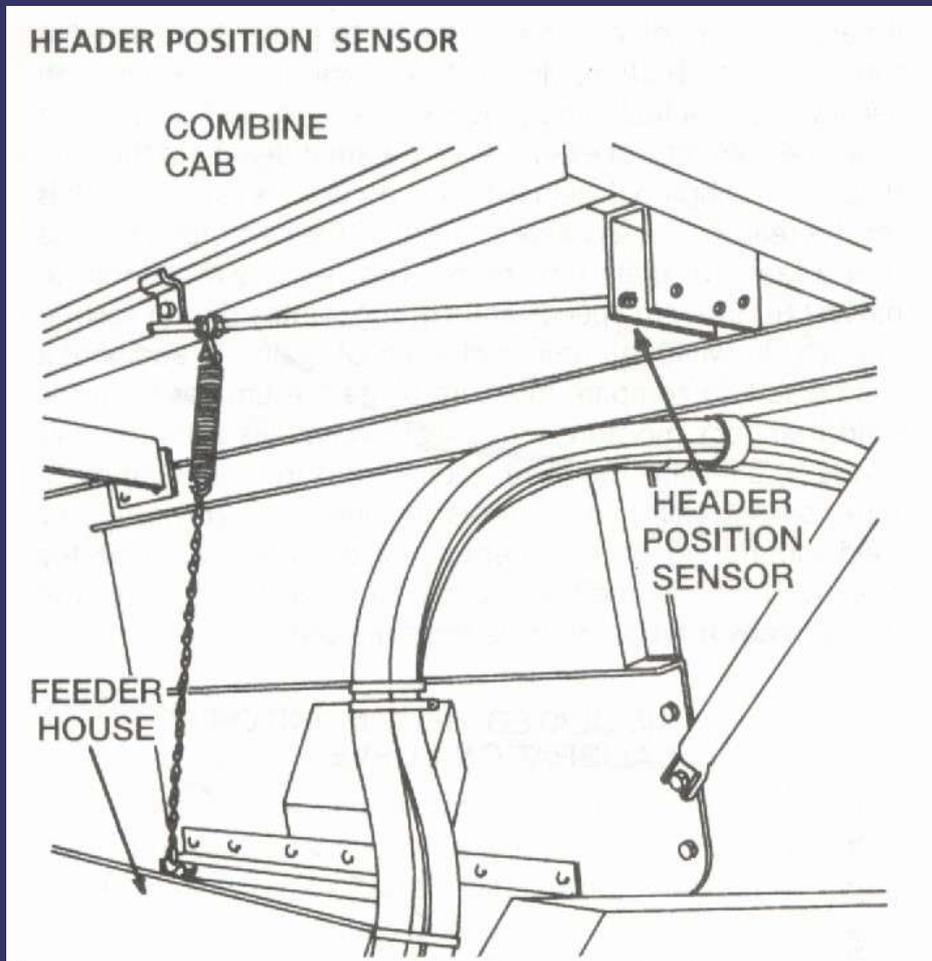
Sensores disponíveis no mapeamento de produtividade



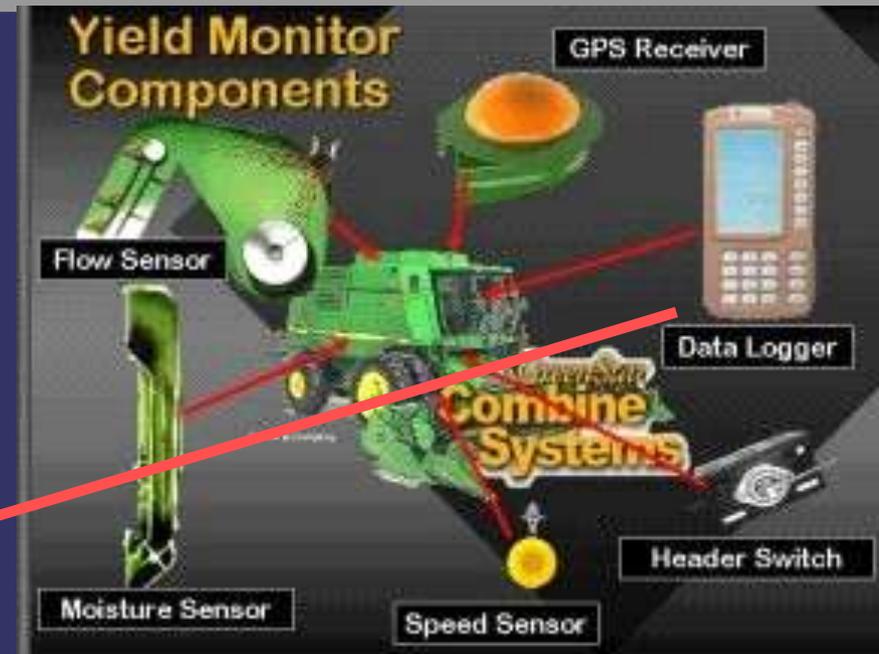
Sensores disponíveis no mapeamento de produtividade



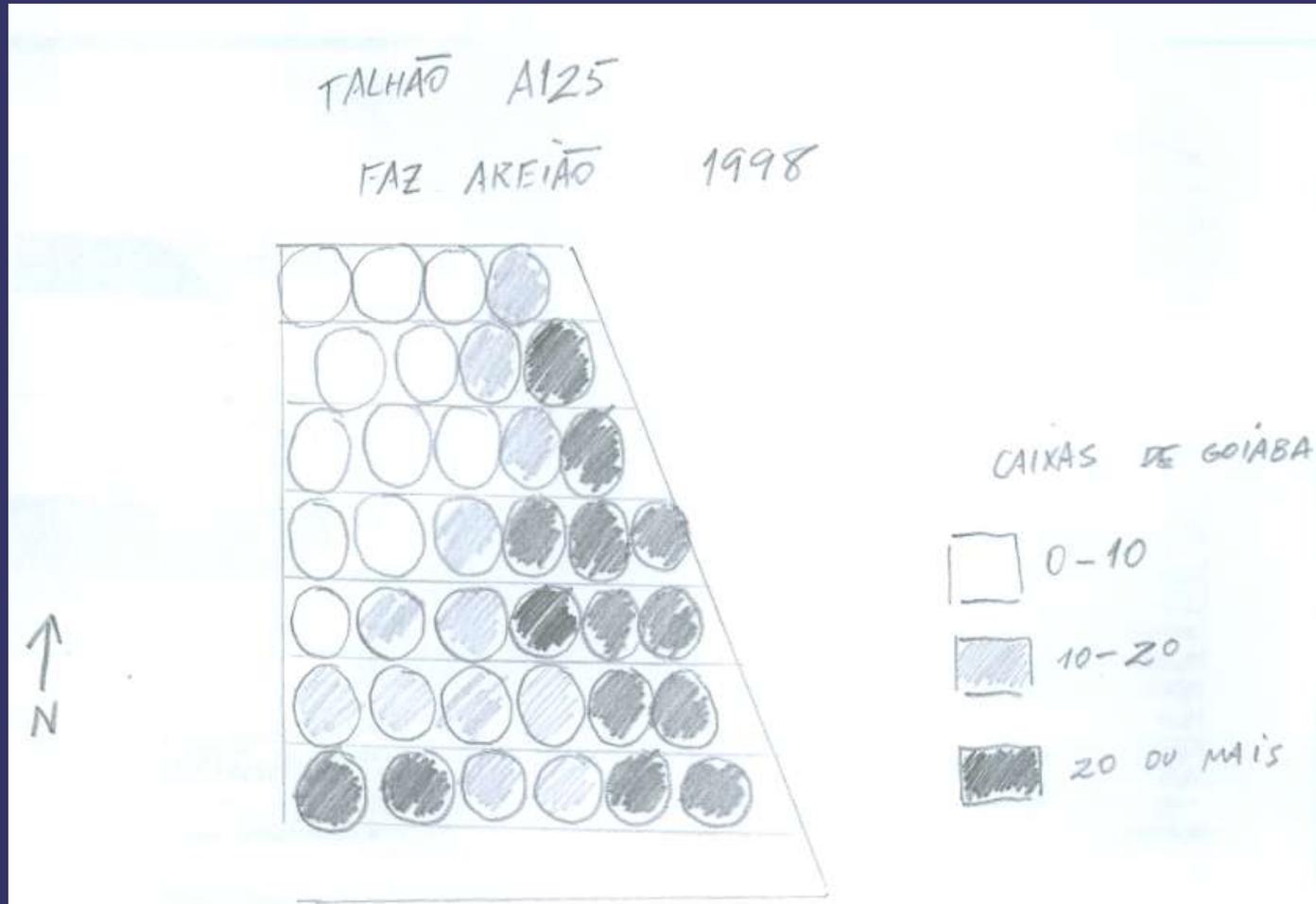
Sensores disponíveis no mapeamento de produtividade



Sensores disponíveis no mapeamento de produtividade



AGRICULTURA DE PRECISÃO EM PEQUENA PROPRIEDADE

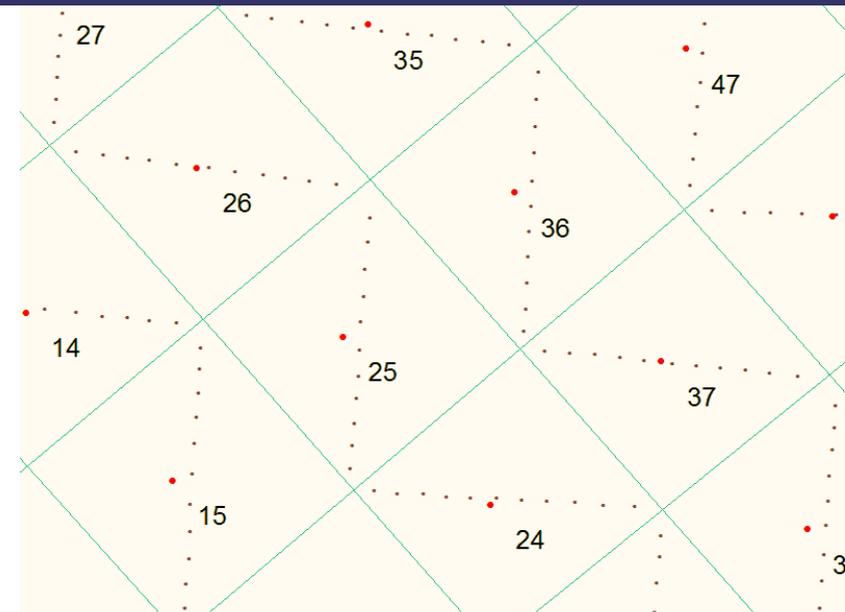
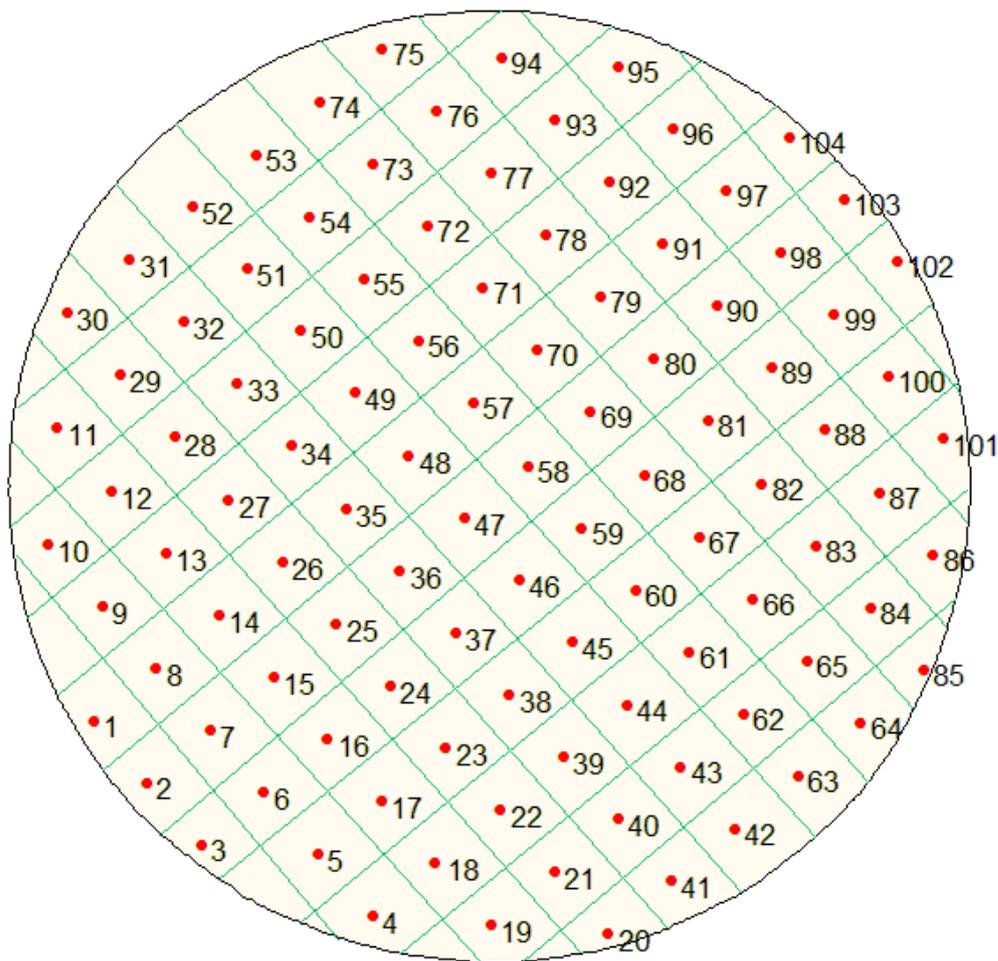


Goiabeira em Piracicaba

Lápis de construção na geração de 3 tonalidades para produtividade de goiaba por árvore

Estado da Arte

- ✓ Mapeamento da fertilidade do solo



Caminhamento dentro da grade amostral

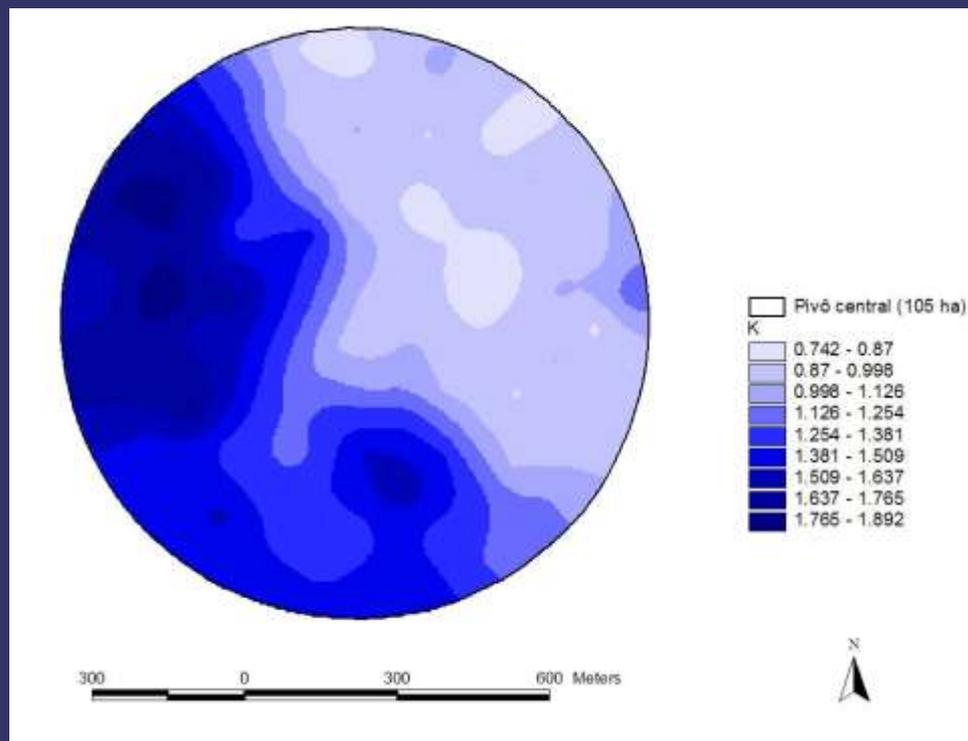


Cortesia: Agroexata

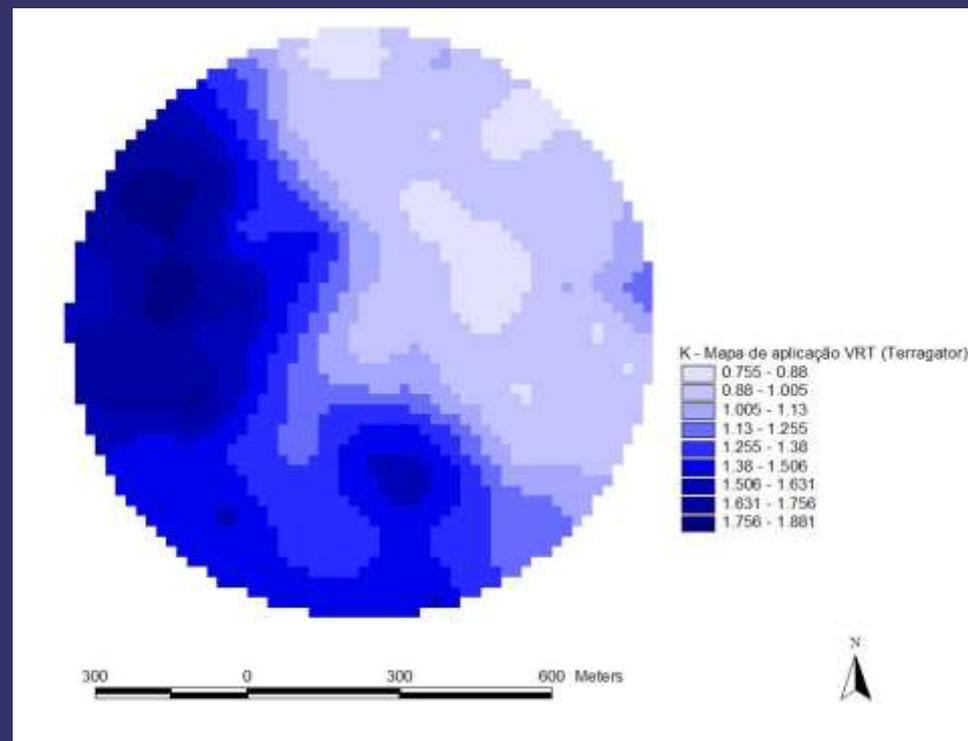
***Onde amostrar?
Quantas amostras por hectare?***



Mapa Diagnóstico - Tratamento

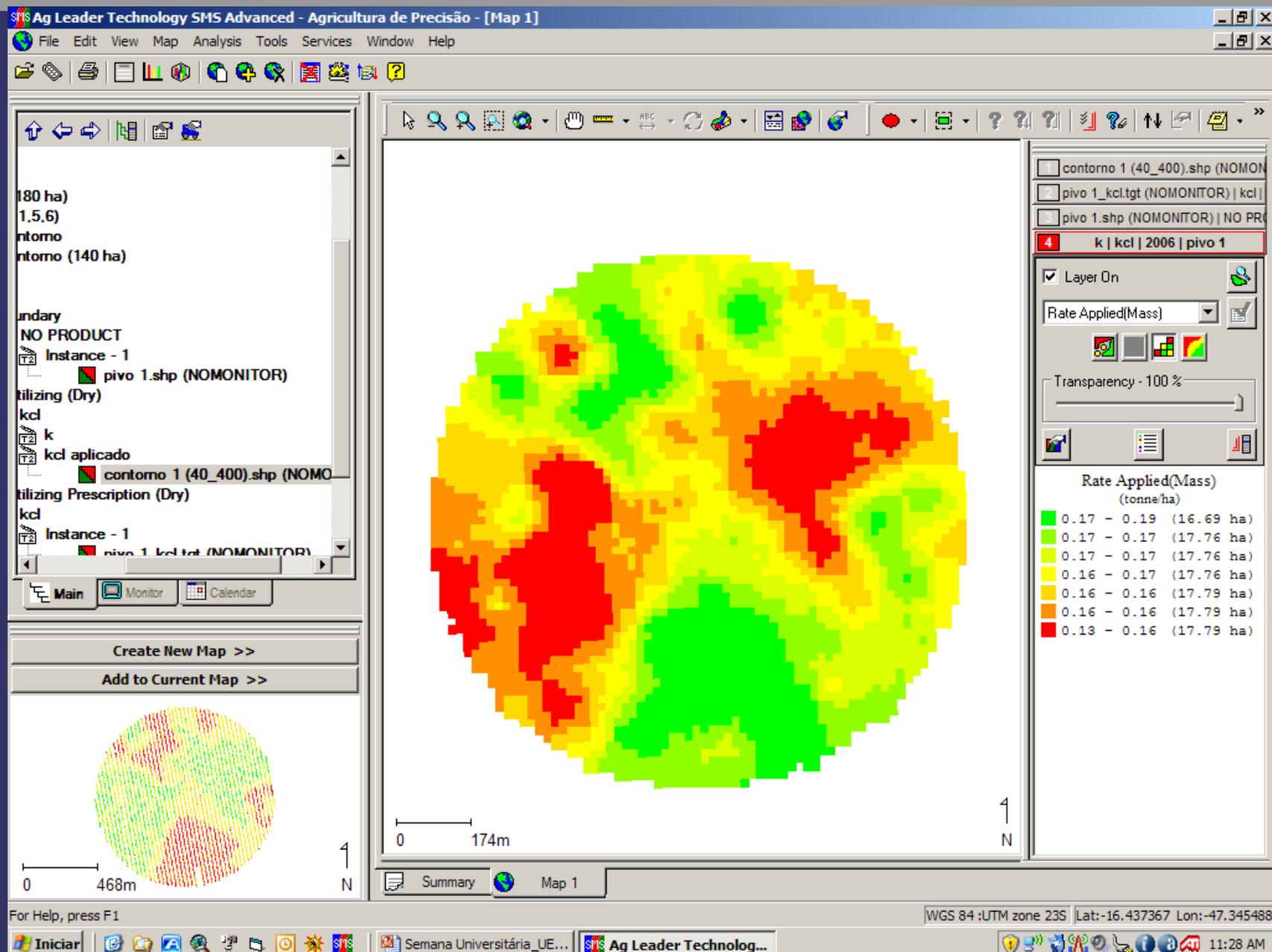


Mapa de K

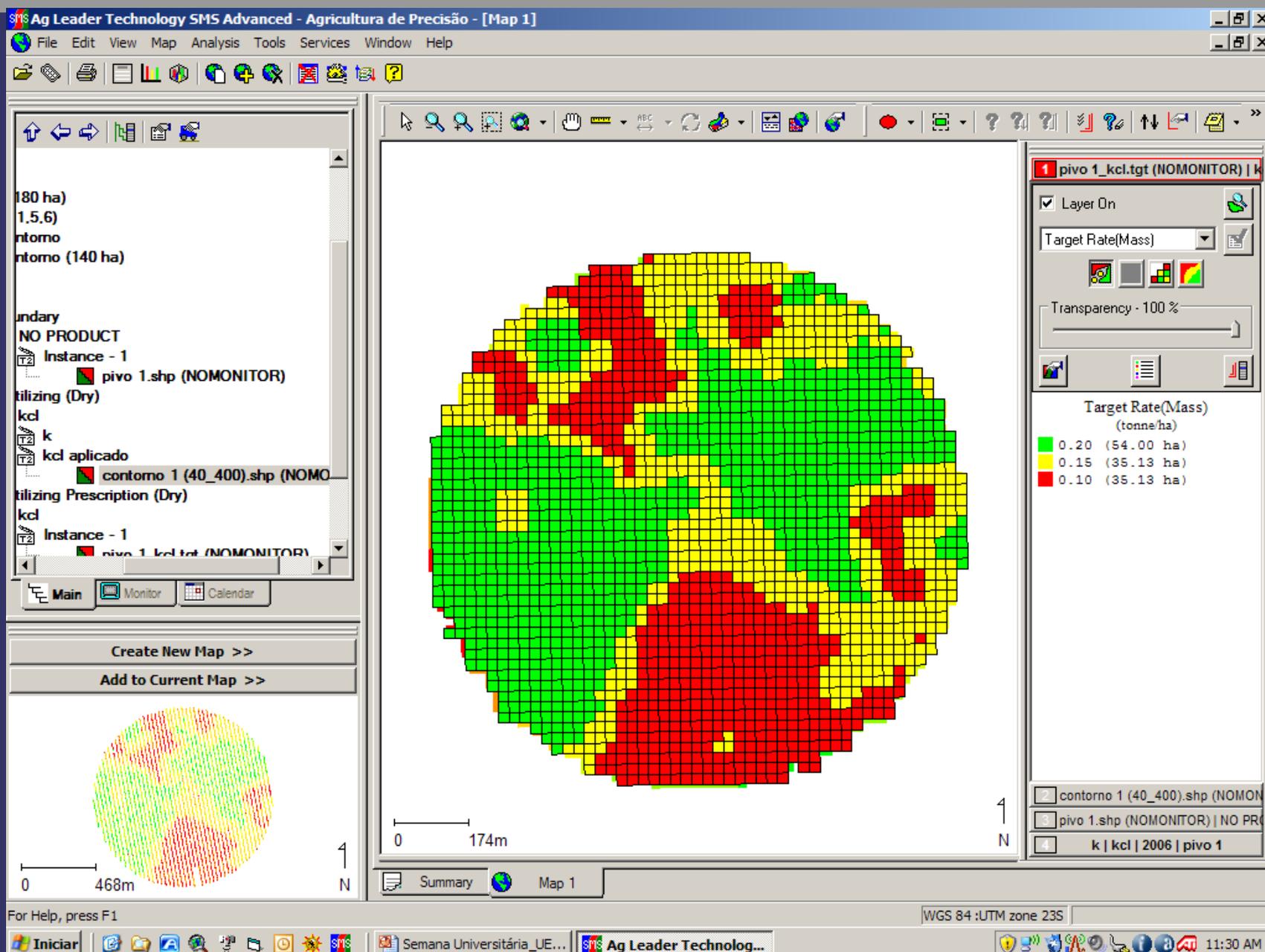


Mapa de tratamento

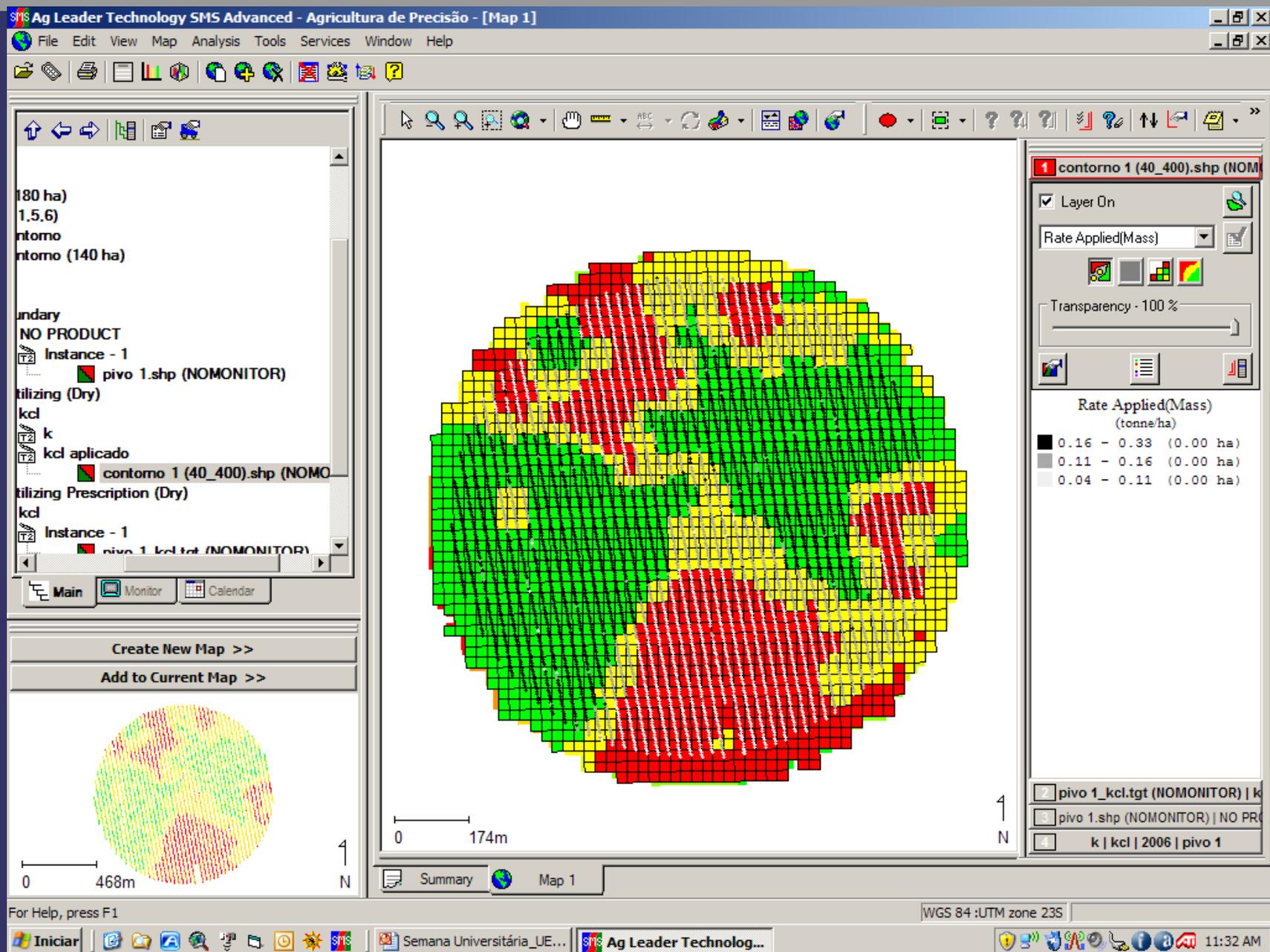
Mapa do teor de potássio no solo



Mapa de doses recomendadas de potássio no solo



Mapa de doses aplicadas de potássio no solo





180 ha
1.5.6)
ntomo
ntomo (140 ha)

oundary
NO PRODUCT

Instance - 1
pivo 1.shp (NOMONITOR)

tilizing (Dry)

kcl

k

kcl aplicado

contorno 1 (40_400).shp (NOMO

tilizing Prescription (Dry)

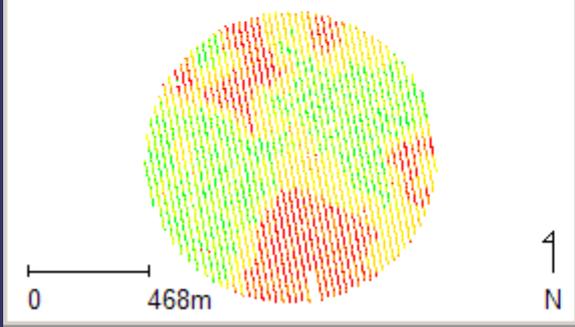
kcl

Instance - 1
pivo 1.kcl.tgt (NOMONITOR)

Main Monitor Calendar

Create New Map >>

Add to Current Map >>



contorno 1 (40_400).shp (NOM

Layer On

Rate Applied(Mass)

Transparency - 100 %

Rate Applied(Mass)
(tonne/ha)

| | |
|-------------|-----------|
| 0.16 - 0.33 | (0.00 ha) |
| 0.11 - 0.16 | (0.00 ha) |
| 0.04 - 0.11 | (0.00 ha) |

2 pivo 1_kcl.tgt (NOMONITOR) | k

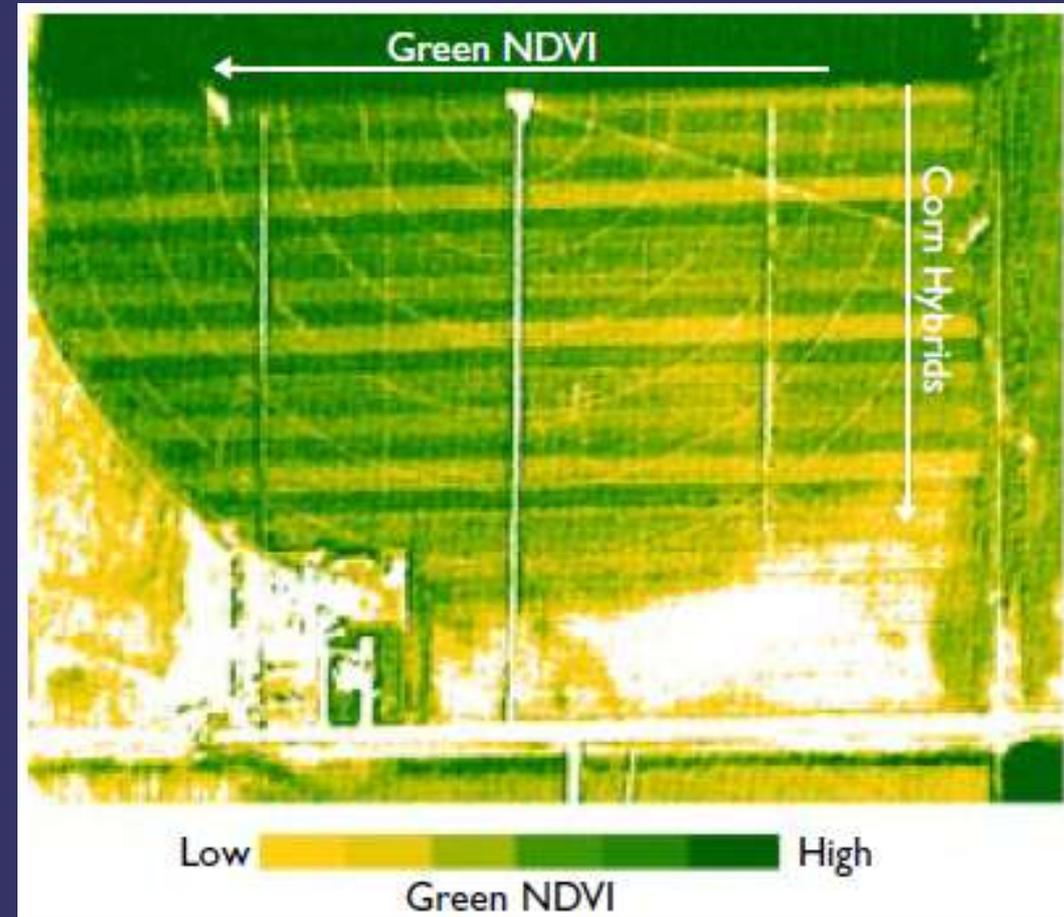
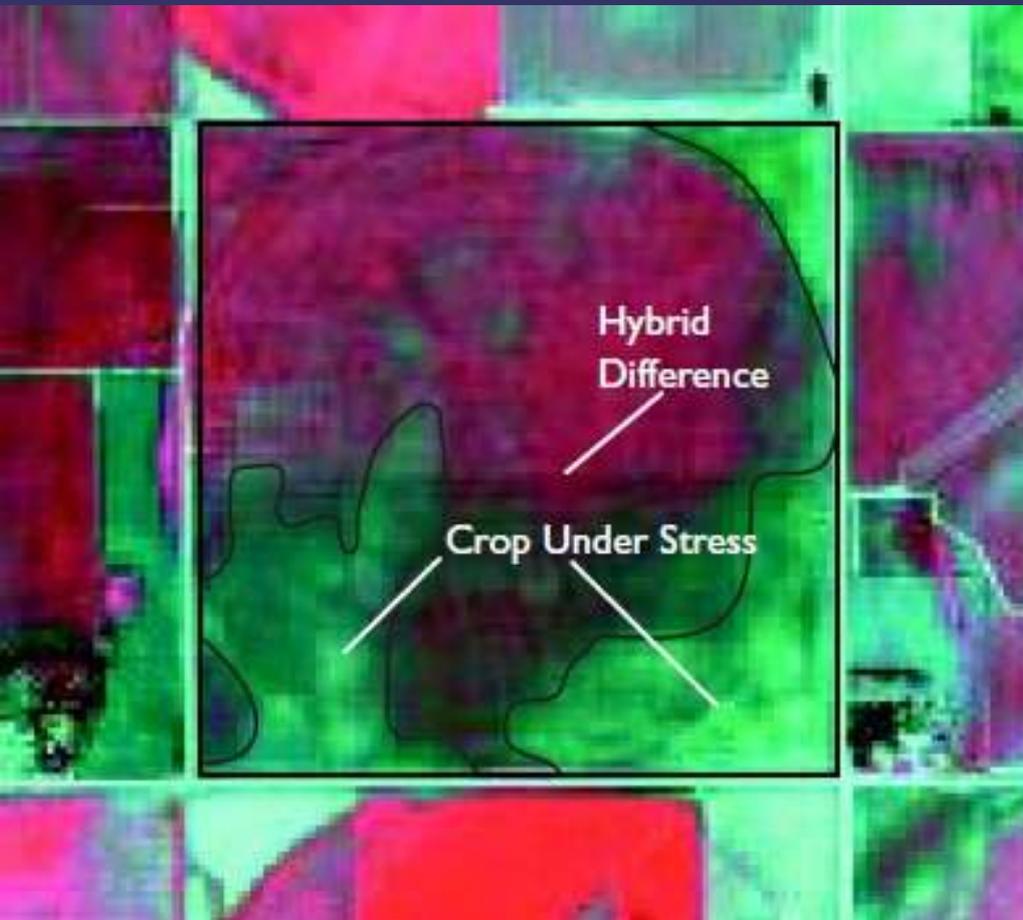
3 pivo 1.shp (NOMONITOR) | NO PR

4 k | kcl | 2006 | pivo 1

Summary Map 1

Use cursor to move the map

Sensoriamento Remoto



Sistemas para sensoriamento remoto

Table I. Selected aerial imagery data sources.

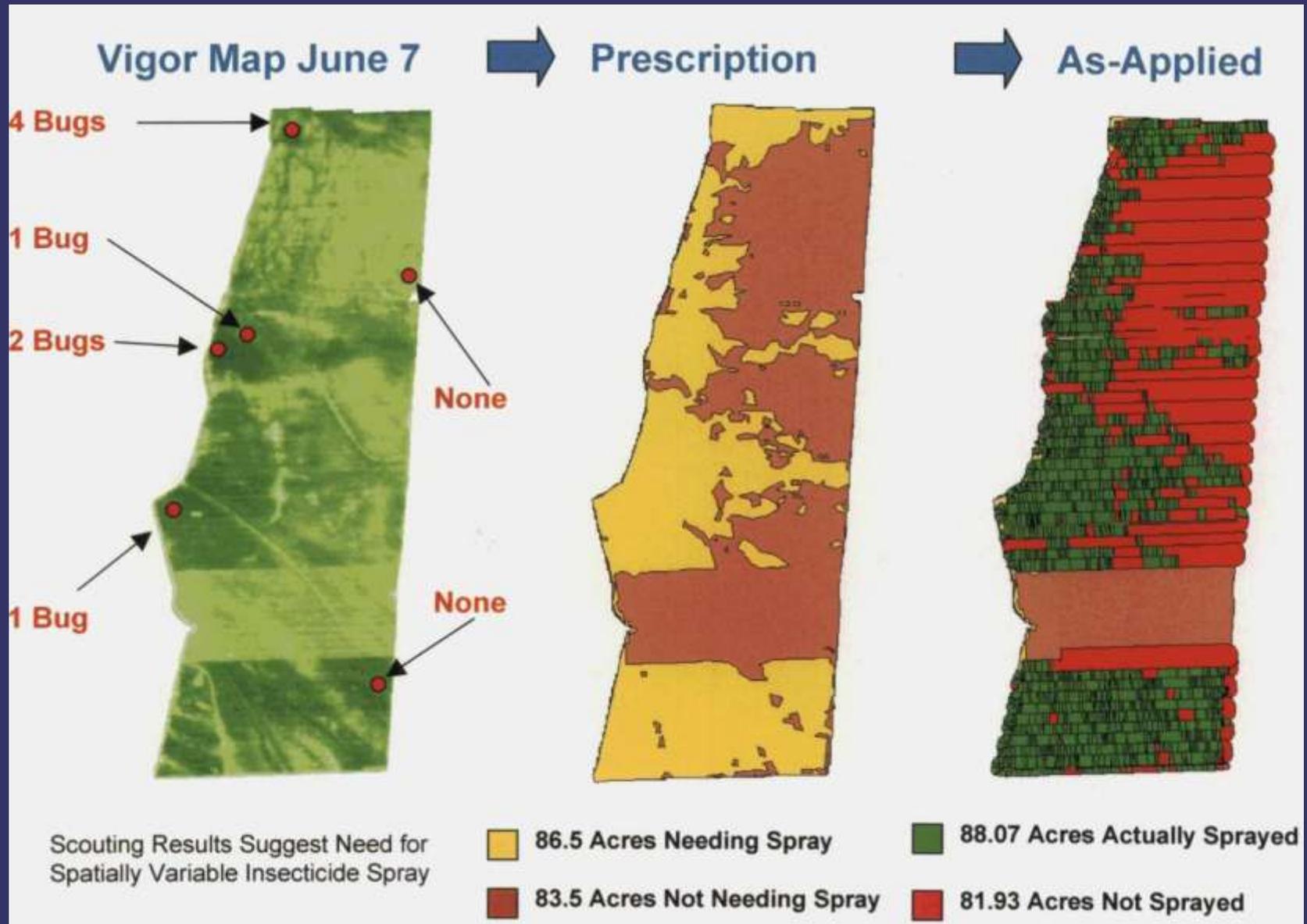
| Service/Detector | Type | Spectral Range | Number of Bands | Band Width |
|---------------------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------|
| Duncan Tech | Multi-spectral | 400-1100 nm | 3-5 | 40-65 nm |
| ADAR | Multi-spectral | 450-860 nm | 4 | 50-110 nm |
| AISA | Hyper-spectral | 400-900 nm | Up to 288 | 3-10 nm |
| CASI | Hyper-spectral | 400-1000 nm | 288 | 1.9 nm |
| 35 mm color film | Broadband | 400-700 nm | 3 | 100 nm |
| 35 mm color infrared film | Broadband | 500-900 nm | 3 | 2 @ 100 nm 1 @ 200 nm |
| Black and white film | Panchromatic | 400-700 nm | 1 | 300 nm |

Table II. Selected satellite imagery data sources.

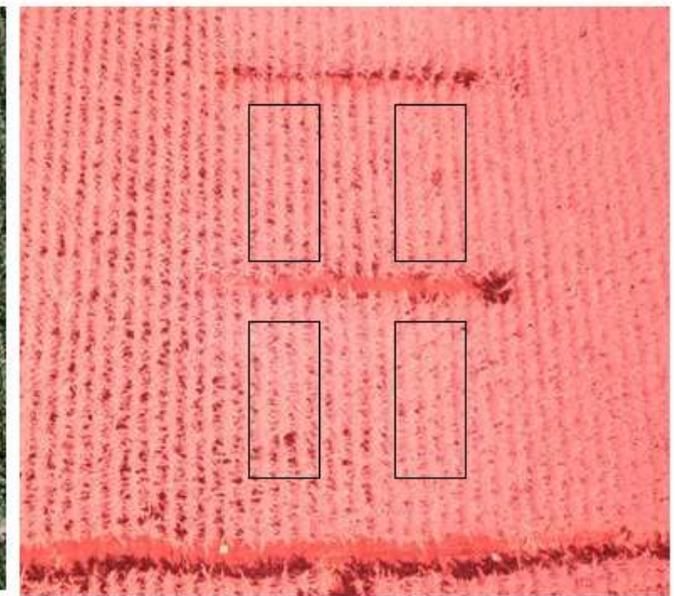
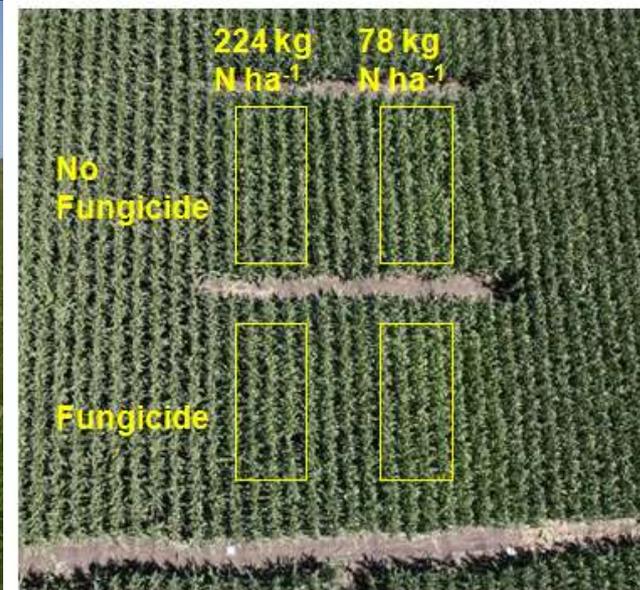
| Service | Type | Spectral Range | Number of Bands | Spatial Resolution | Revisit |
|-----------|----------------|----------------|-----------------|--------------------|----------|
| AVHRR | Multi-spectral | 580-1250 nm | 5 | 1 km | Daily |
| SeaWiFS | Multi-spectral | 402-885 nm | 8 | 1 km | Daily |
| Landsat | Multi-spectral | 450-1250 nm | 7 + Pan* | 30 m | 16 Days |
| Spot | Multi-spectral | 500-890 nm | 4 + Pan | 20 m | 26 Days |
| IRS | Multi-spectral | 450-900 nm | 4 | 72 m | 22 Days |
| IKONOS | Multi-spectral | 445-853 nm | 4 + Pan | 4 m (1 m Pan) | 2-3 Days |
| QuickBird | Multi-spectral | 450-900 nm | 4 + Pan | 2.5 m (0.6 m Pan) | 2-5 Days |

*Pan refers to panchromatic (black and white) images.

VRT usando sensoriamento remoto



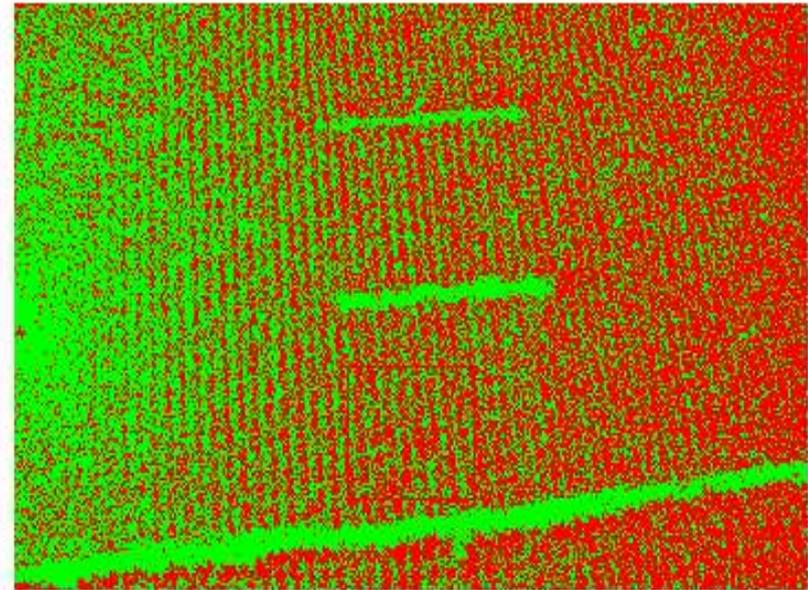
Veículos aéreos não tripulados - VANTS



Duas bandas diferentes do espectro – VIS / NIR



Máscara para remoção de efeitos reflexivos e de solo exposto



 Green leaves

 Shadow

Classificação dos alvos em diferentes bandas

File Statistics Report

File

Filename: [Memory1] (3888x2592x3)
Region: Region #1 [Red] 166830 points

| Band | Min | Max | Mean | Stdev |
|------|-----|-----|-----------|-----------|
| 1 | 0 | 255 | 83.452551 | 63.625675 |
| 2 | 0 | 255 | 96.184499 | 65.555668 |
| 3 | 0 | 246 | 68.915711 | 56.865833 |

File Statistics Report

File

Filename: [Memory1] (3888x2592x3)
Region: Region #2 [Green] 156648 points

| Band | Min | Max | Mean | Stdev |
|------|-----|-----|------------|-----------|
| 1 | 0 | 255 | 85.160857 | 60.825625 |
| 2 | 0 | 255 | 100.736530 | 63.206617 |
| 3 | 0 | 243 | 65.505356 | 56.481961 |

File Statistics Report

File

Filename: [Memory1] (3888x2592x3)
Region: Region #3 [Blue] 154198 points

| Band | Min | Max | Mean | Stdev |
|------|-----|-----|-----------|-----------|
| 1 | 0 | 250 | 84.523496 | 62.520889 |
| 2 | 0 | 255 | 97.353221 | 64.423301 |
| 3 | 0 | 239 | 69.320562 | 55.821650 |

File Statistics Report

File

Filename: [Memory1] (3888x2592x3)
Region: Region #4 [Yellow] 146560 points

| Band | Min | Max | Mean | Stdev |
|------|-----|-----|------------|-----------|
| 1 | 0 | 255 | 85.618211 | 58.421123 |
| 2 | 3 | 255 | 100.375703 | 60.532511 |
| 3 | 0 | 252 | 66.816314 | 54.583946 |

File Statistics Report

File

Filename: C:\Documents and Settings\shiratsuchi\Desktop\red_r
Region: Region #1 [Red] 166830 points

| Band | Min | Max | Mean | Stdev |
|------|-----|-----|-----------|-----------|
| 1 | 0 | 255 | 73.155374 | 73.173010 |

File Statistics Report

File

Filename: C:\Documents and Settings\shiratsuchi\Desktop\red_r
Region: Region #2 [Green] 156648 points

| Band | Min | Max | Mean | Stdev |
|------|-----|-----|-----------|-----------|
| 1 | 0 | 255 | 74.140749 | 71.379120 |

File Statistics Report

File

Filename: C:\Documents and Settings\shiratsuchi\Desktop\red_r
Region: Region #3 [Blue] 154198 points

| Band | Min | Max | Mean | Stdev |
|------|-----|-----|-----------|-----------|
| 1 | 0 | 250 | 75.209205 | 71.581117 |

File Statistics Report

File

Filename: C:\Documents and Settings\shiratsuchi\Desktop\red_r
Region: Region #4 [Yellow] 146560 points

| Band | Min | Max | Mean | Stdev |
|------|-----|-----|-----------|-----------|
| 1 | 0 | 255 | 74.918402 | 69.112533 |

NIR 880 masked – DV ≤ 119



Máquinas para aplicação localizada



Fonte: Agroexata

Máquinas para aplicação localizada



ADUBADORAS JACTO UNIPOINT 3000 NPK CANAVIEIRO

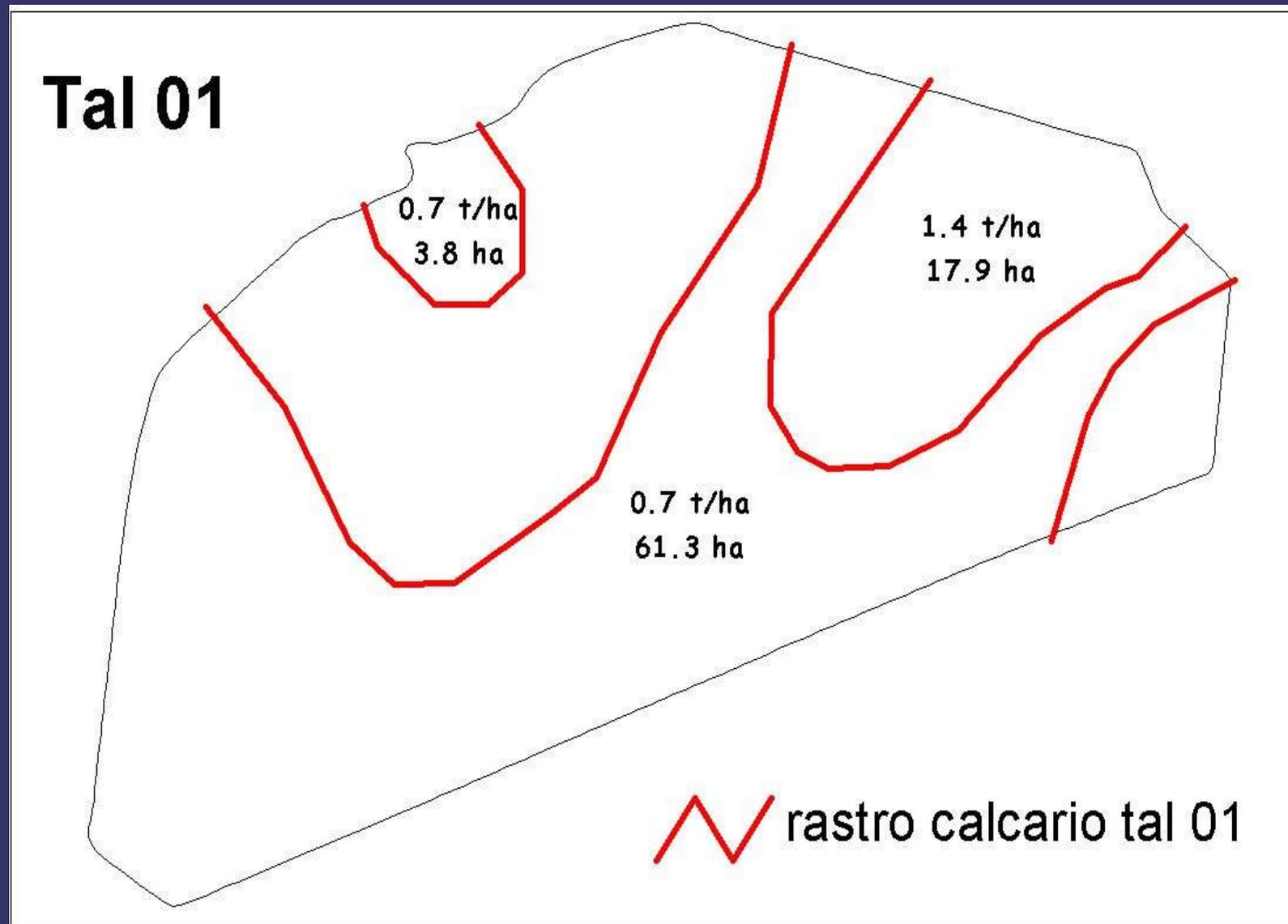


- O equipamento faz a aplicação de adubo sólido granulado e foi desenvolvido para o setor canavieiro, com tecnologia Jacto. Esta adubadora, Uniport NPK, alia alta qualidade de aplicação com elevada produtividade.
- A capacidade de carga de 3000 kg gera uma grande autonomia aumentando a produção diária do equipamento. O sistema de distribuição de fertilizantes através de fluxo de ar tem elevada uniformidade e coloca o adubo na linha de plantio. Um controlador eletrônico ajusta sistema de adubação para cada tipo de adubo e através de simples toques nos botões deste controlador o operador seleciona a dose de aplicação desejada.

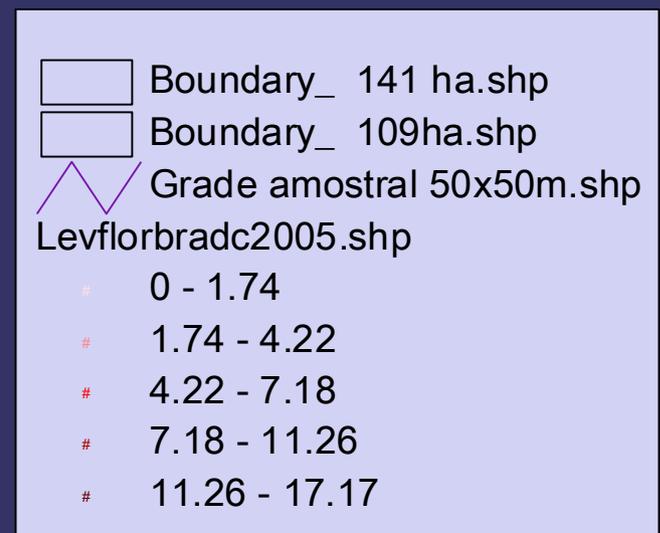
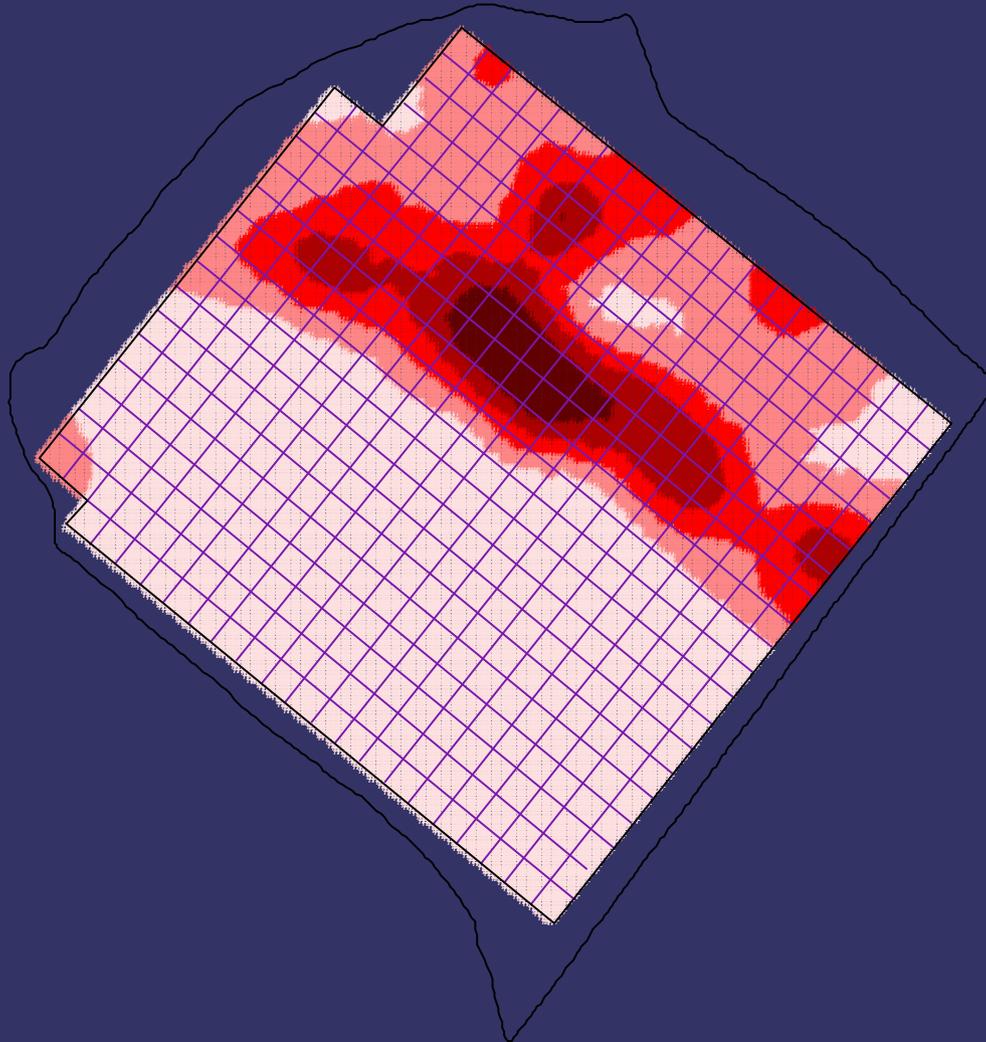
Máquinas para aplicação localizada



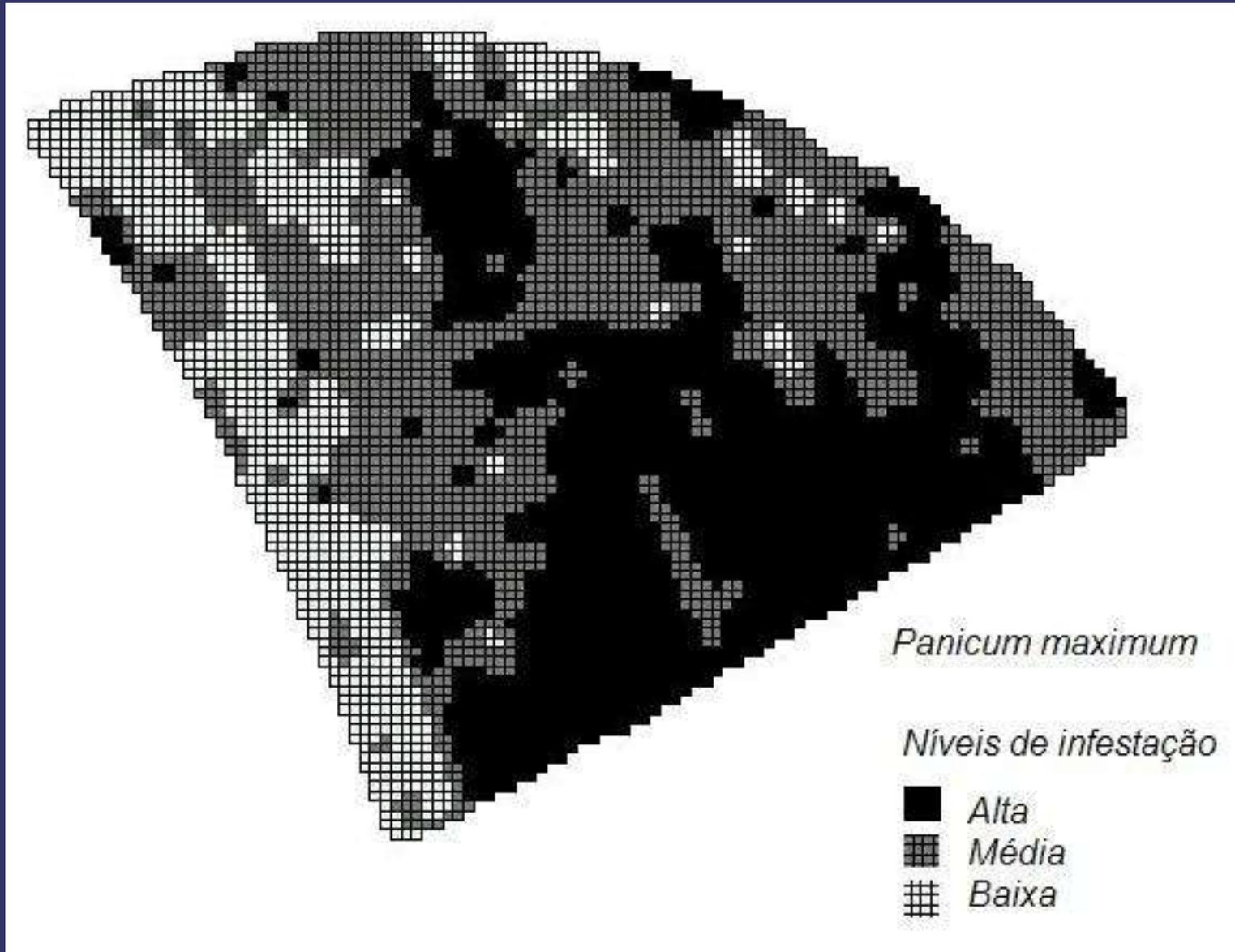
Sistema de rastros



Mapeamento de Plantas Daninhas



Mapeamento de Plantas Daninhas



Mapeamento de Pragas



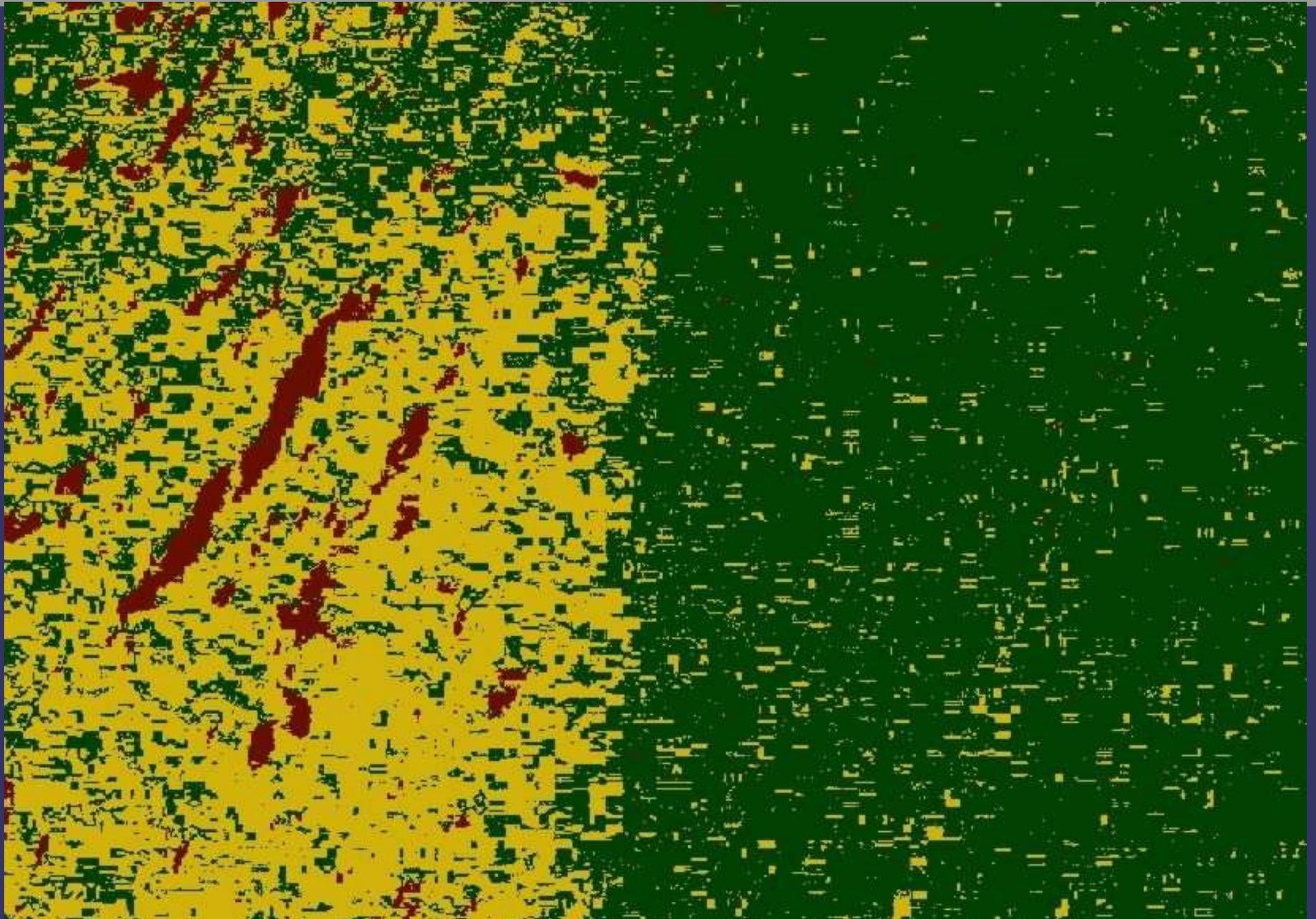
Área atacada

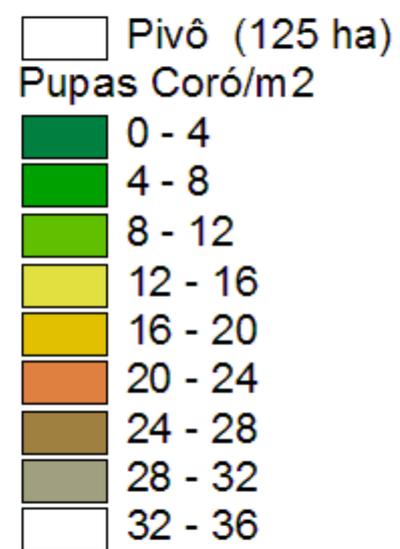
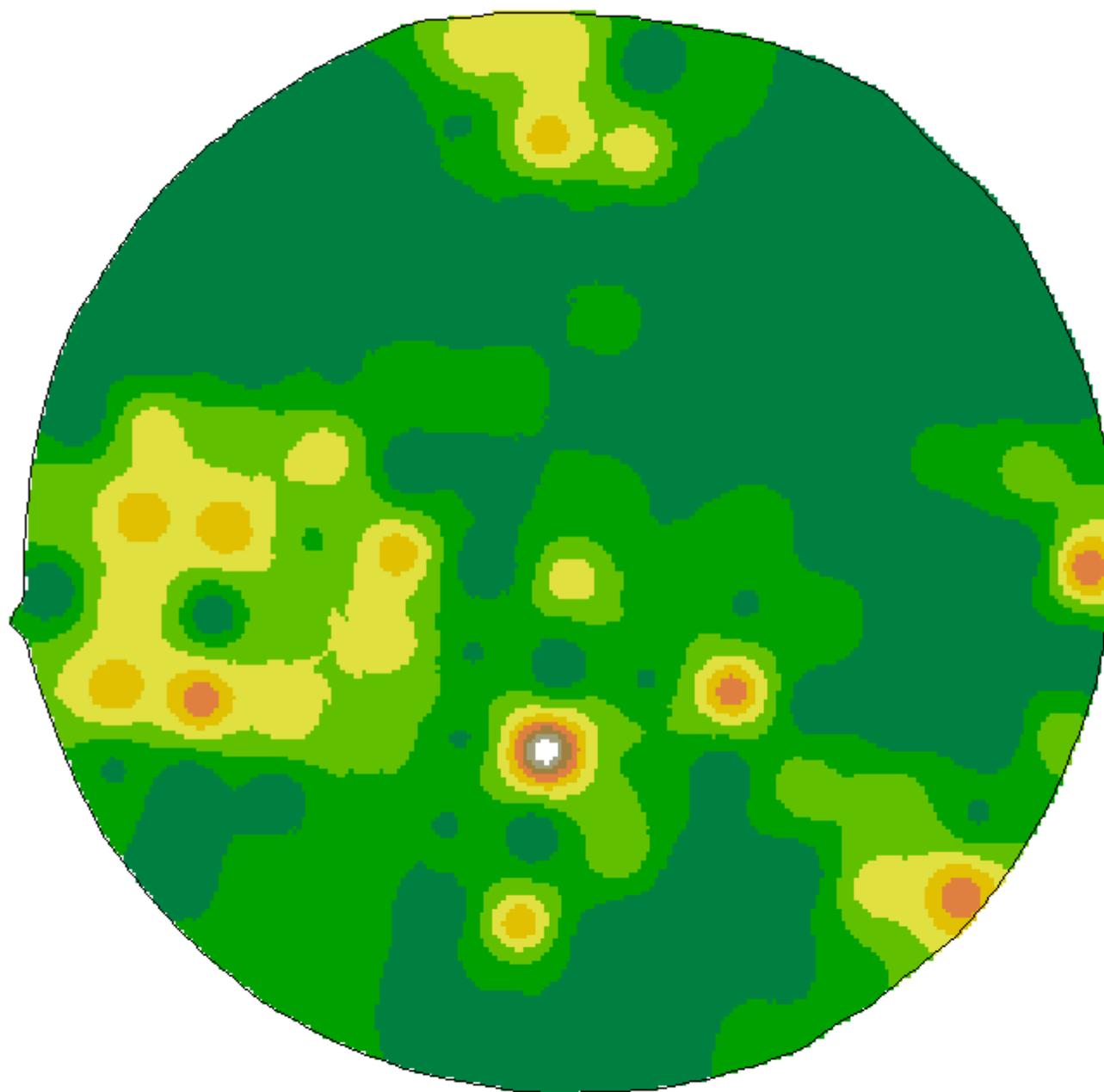
Área Sadia



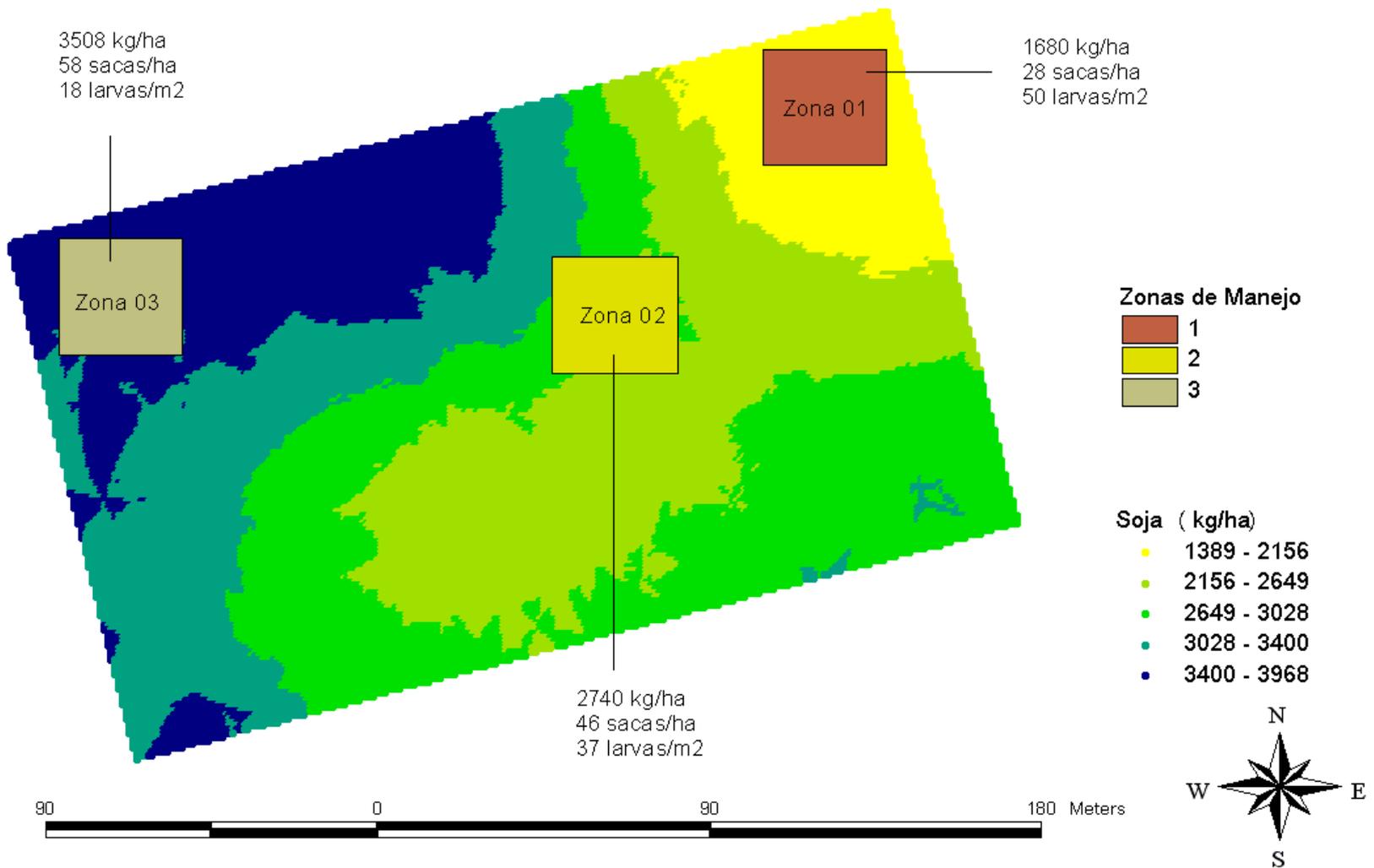
Área atacada

Área Sadia



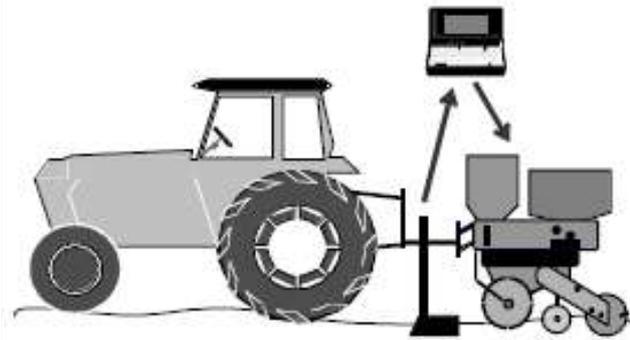


Produtividade da Soja

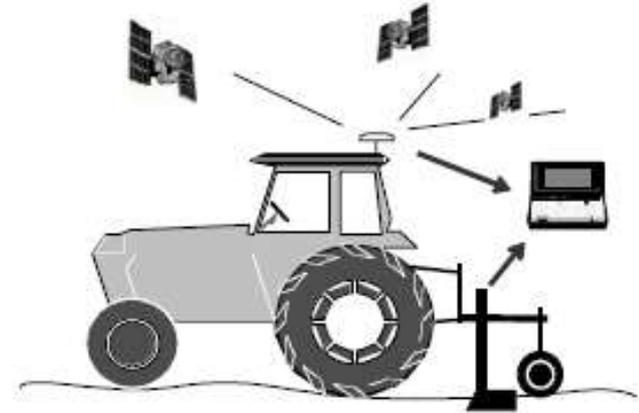


INTERVALO

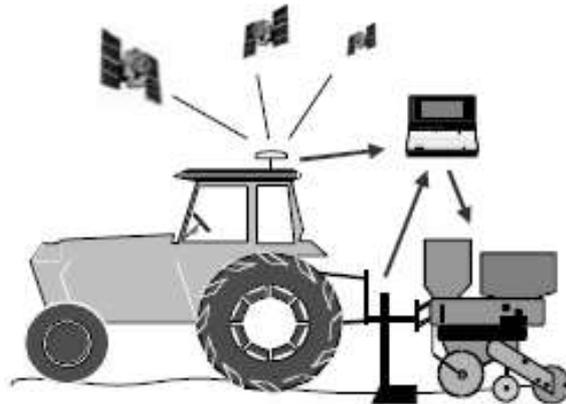
Utilização de sensores na AP



Aplicação em Tempo real



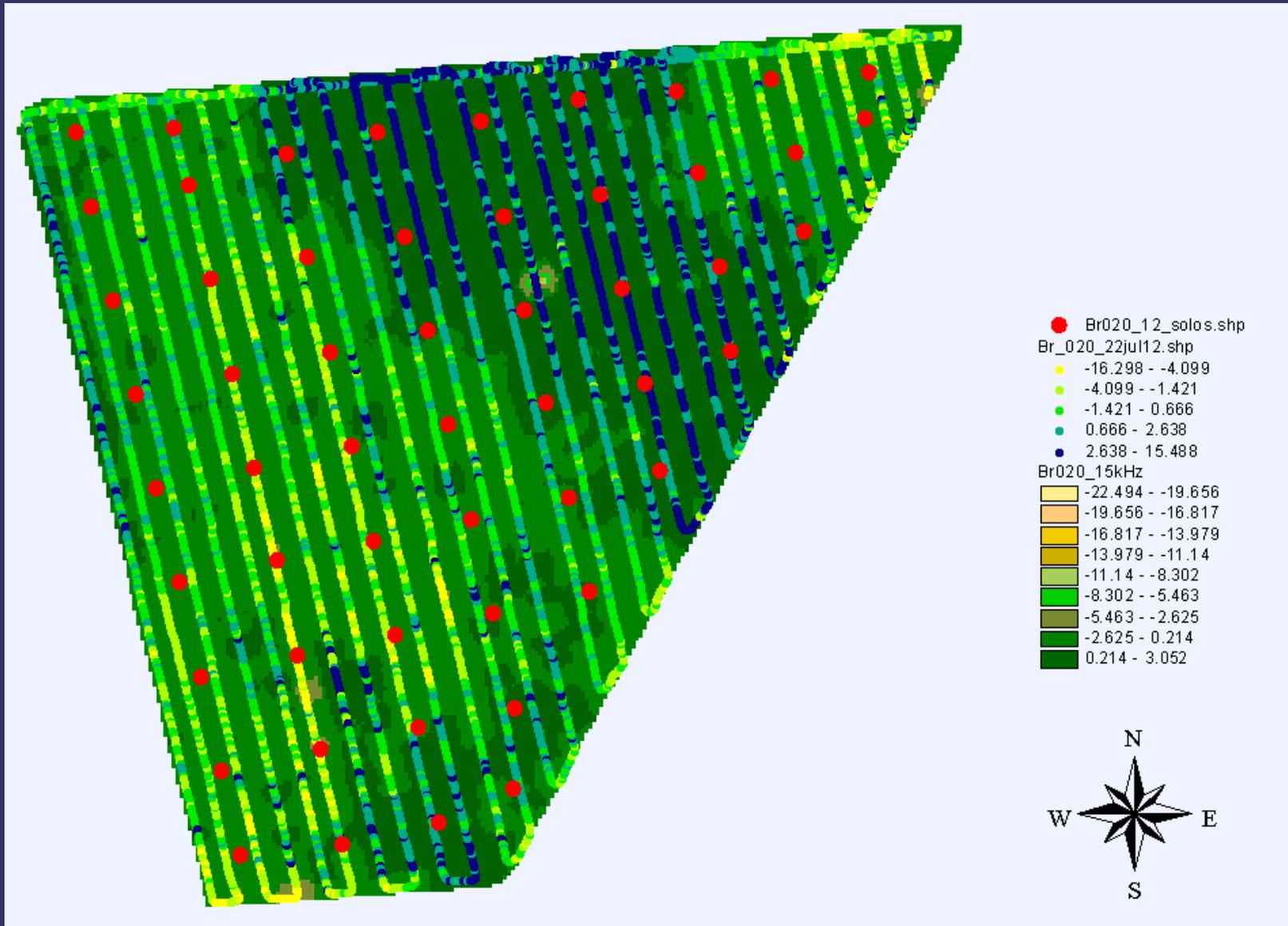
Aplicação baseada em Mapas



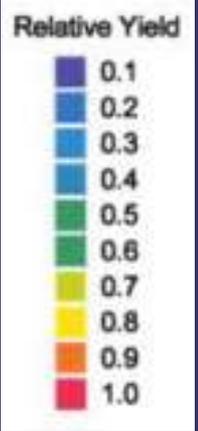
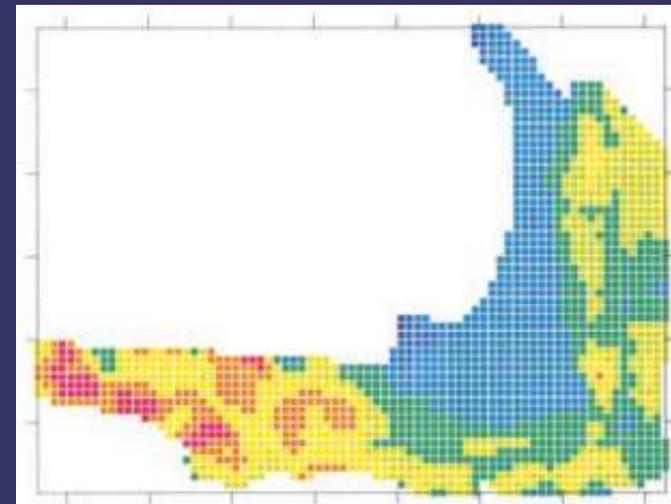
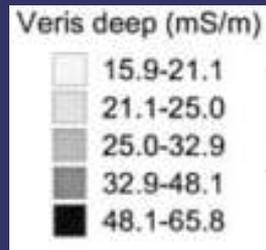
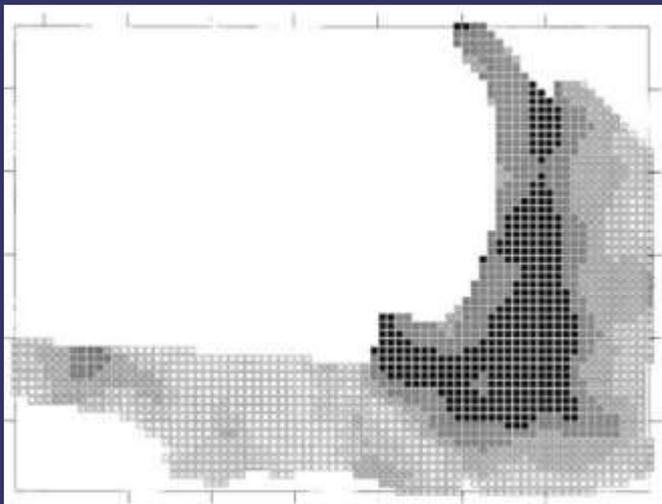
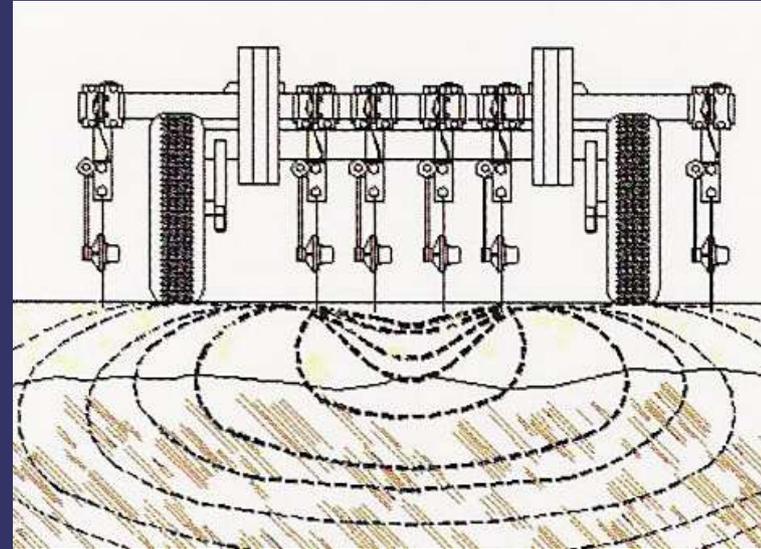
Aplicação integrada

Tempo real + Mapas

Por que usar sensores??



Veris



Sensores para mapeamento da compactação do solo



Célula de Carga
UC - Davis



Lâminas
UNL - Nebraska

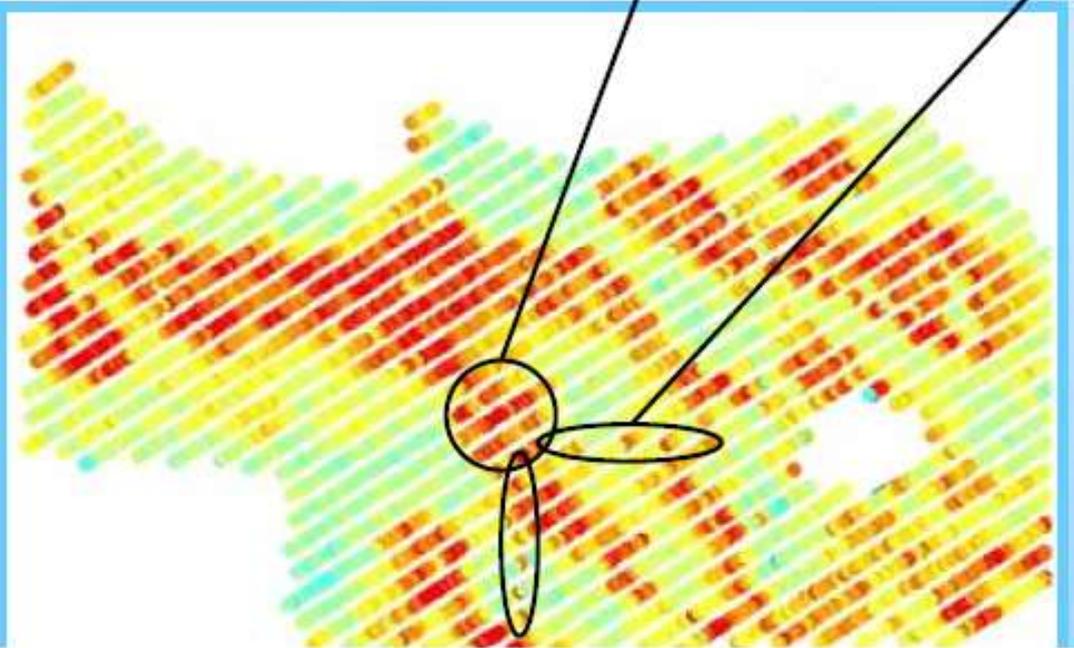


Célula de carga
Purdue

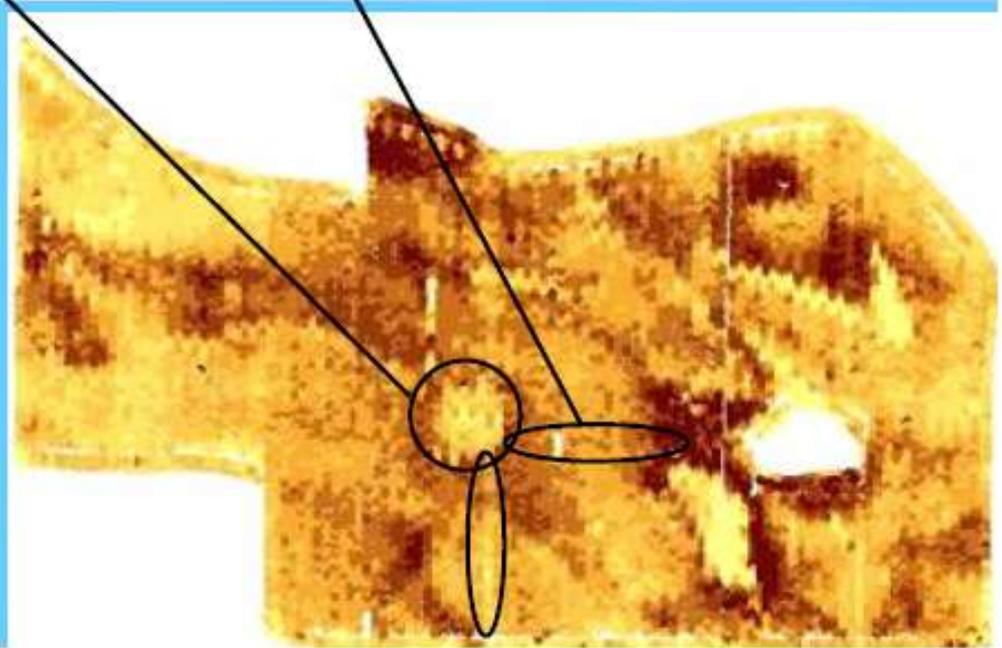
Compactação do Solo

Áreas compactadas

Estradas

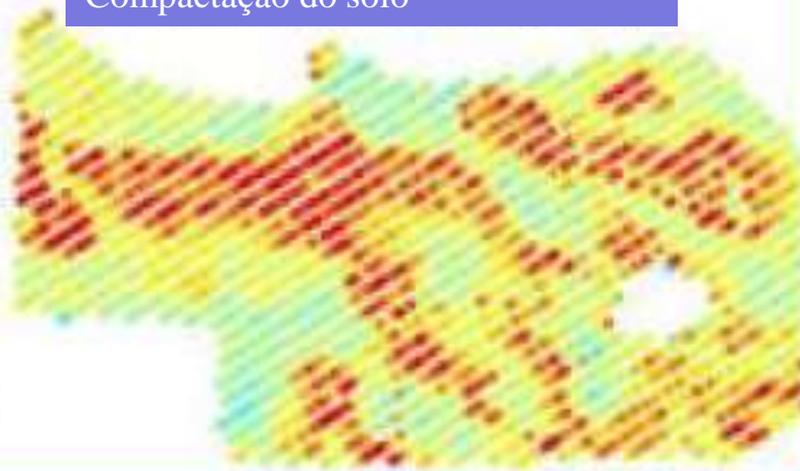
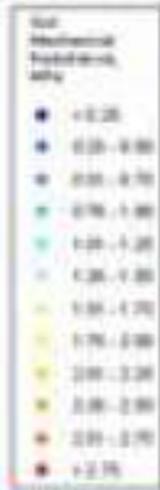


Medições de resistência mecânica do solo
Perfil de 20 a 30 cm

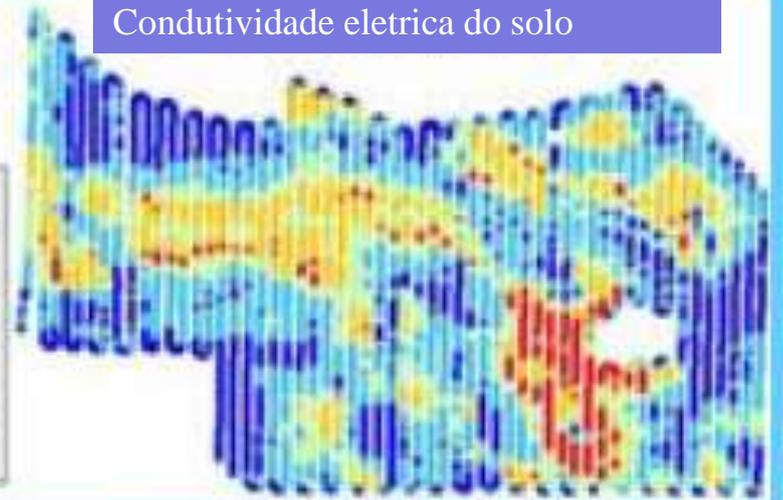


Mapa de produtividade

Compactação do solo



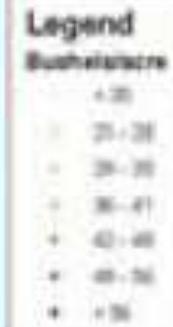
Condutividade elétrica do solo



Milho 2000



Soja 2002



?????

Veris. 3100

2005

Veris MSP

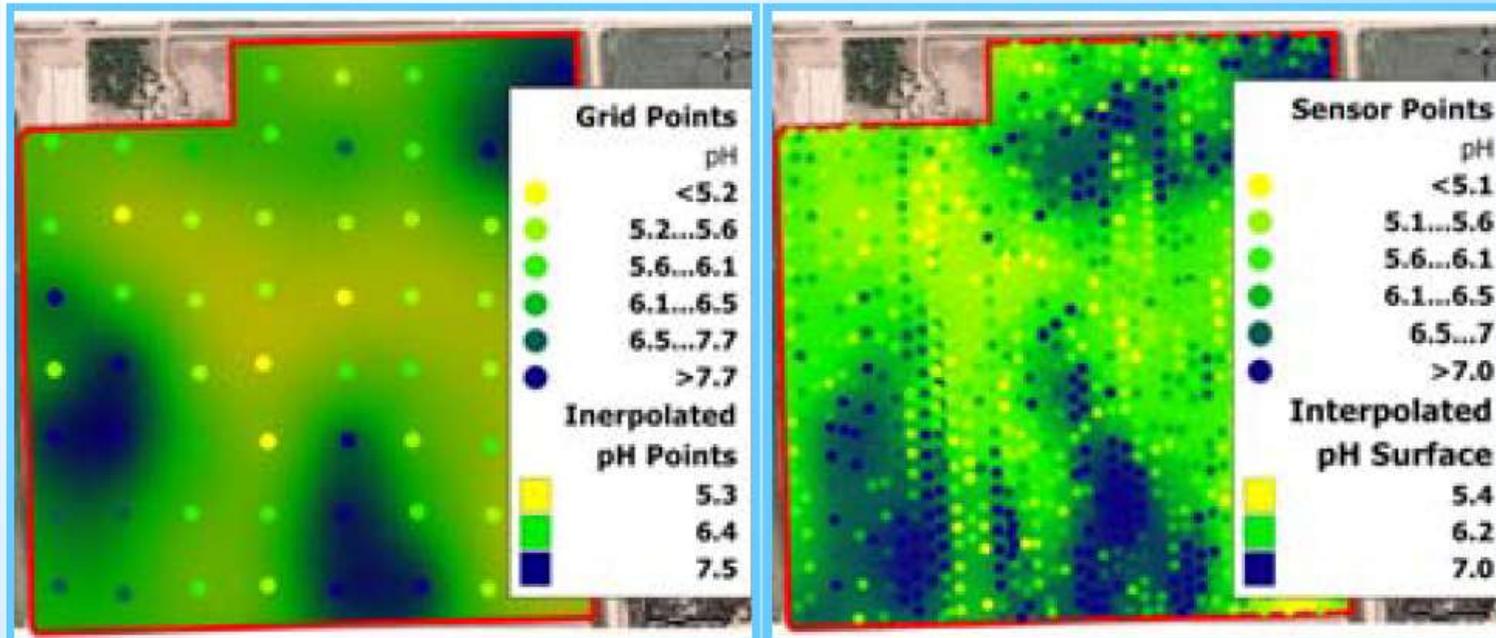




Mapa de pH realizado com grade amostral de solo e pelo sensor



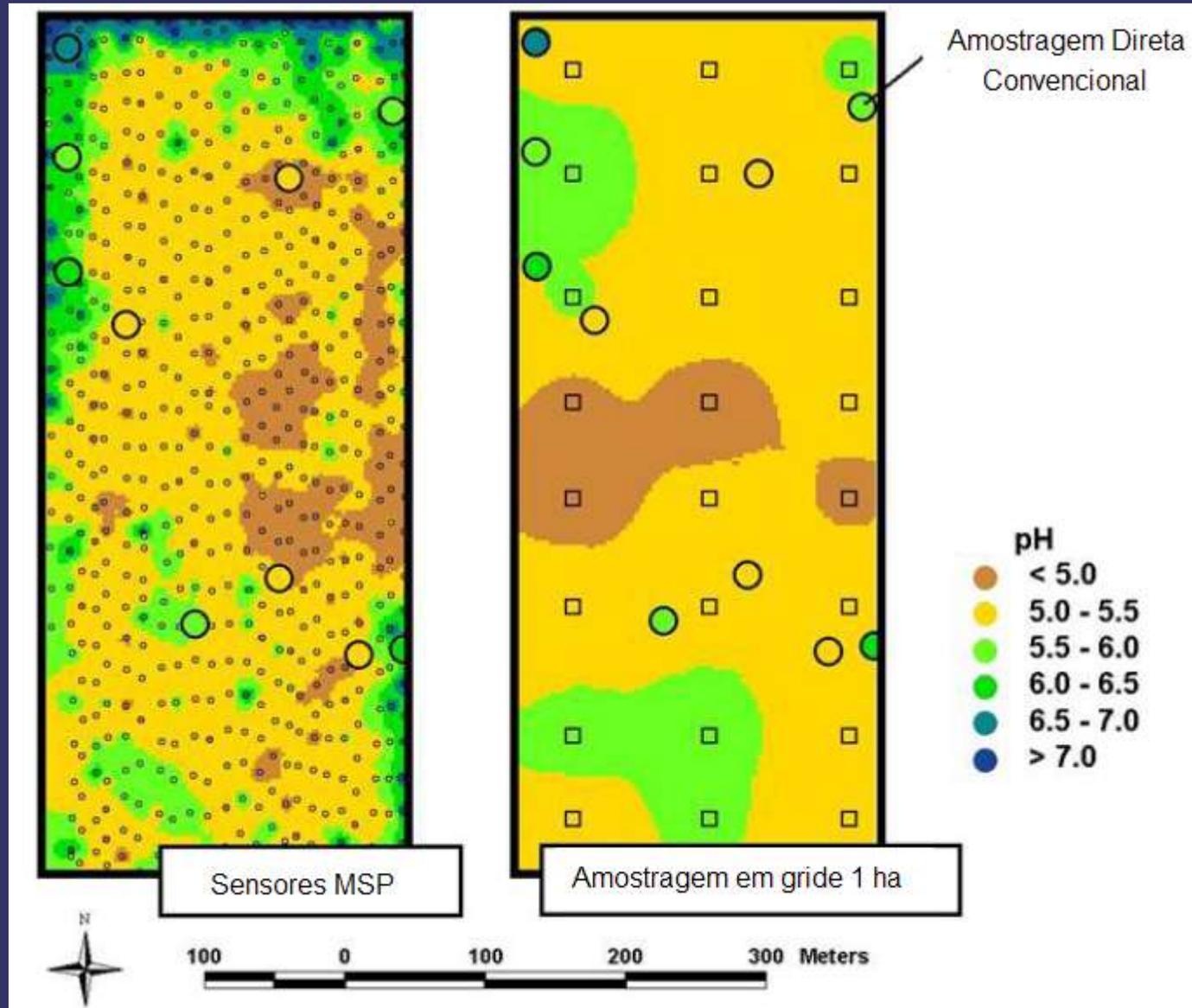
Lunz Field



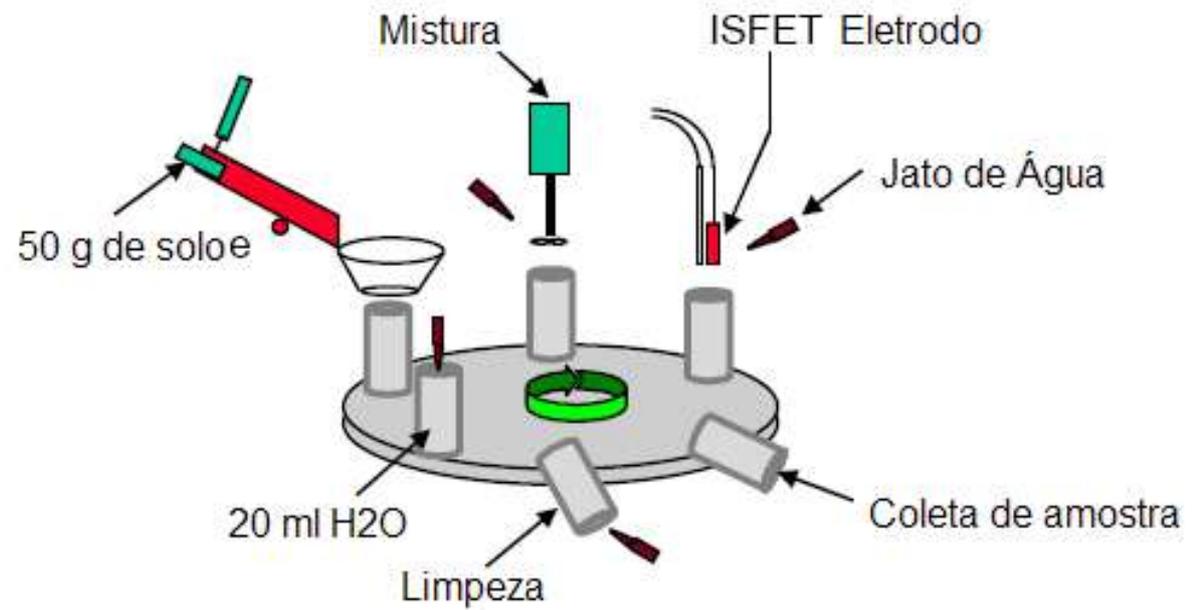
**Grid-Based
Map**

**Sensor-Based
Map**

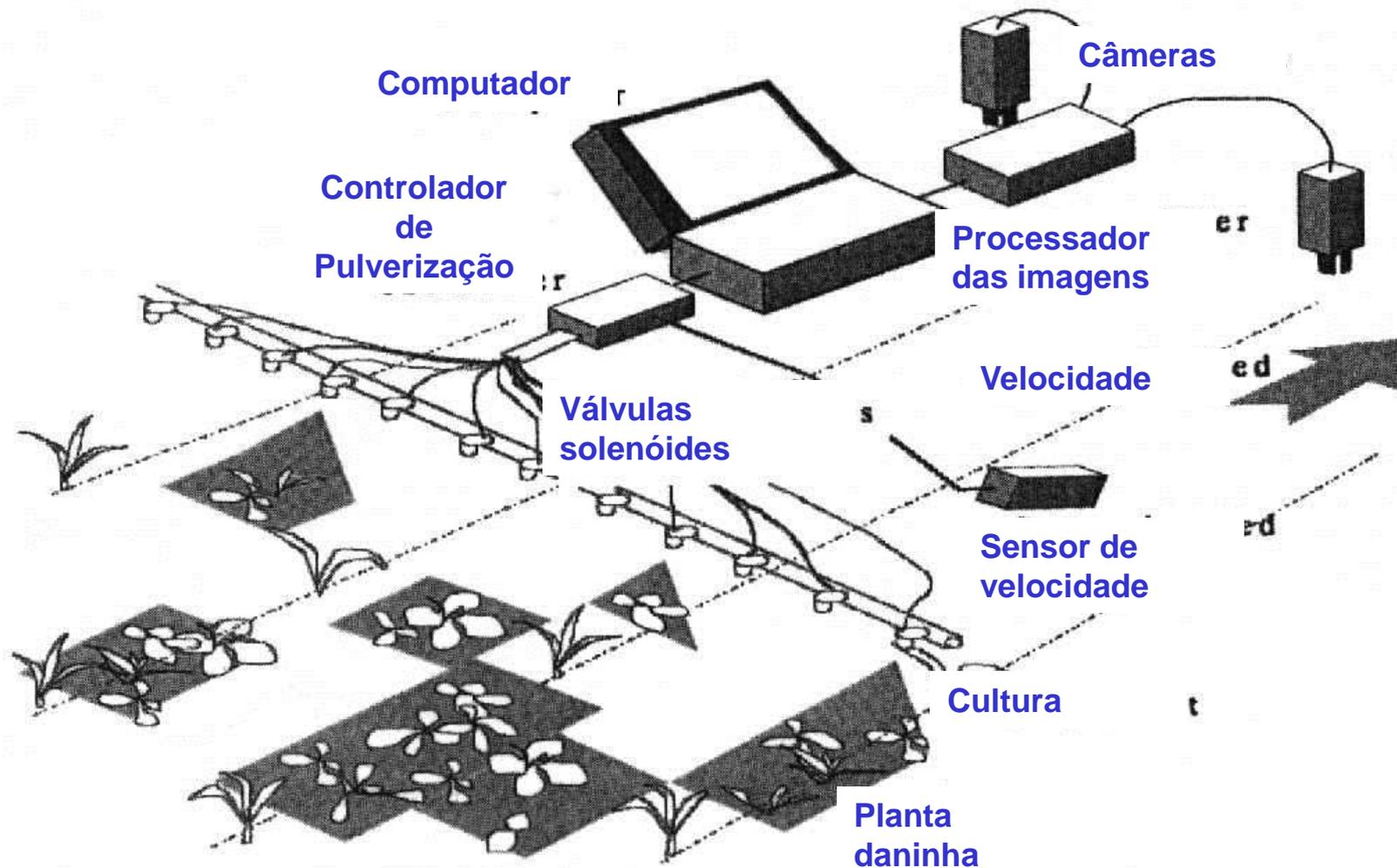
Comparação de formas de mapeamentos



Princípio de funcionamento do Veris MSP



Plantas Daninhas



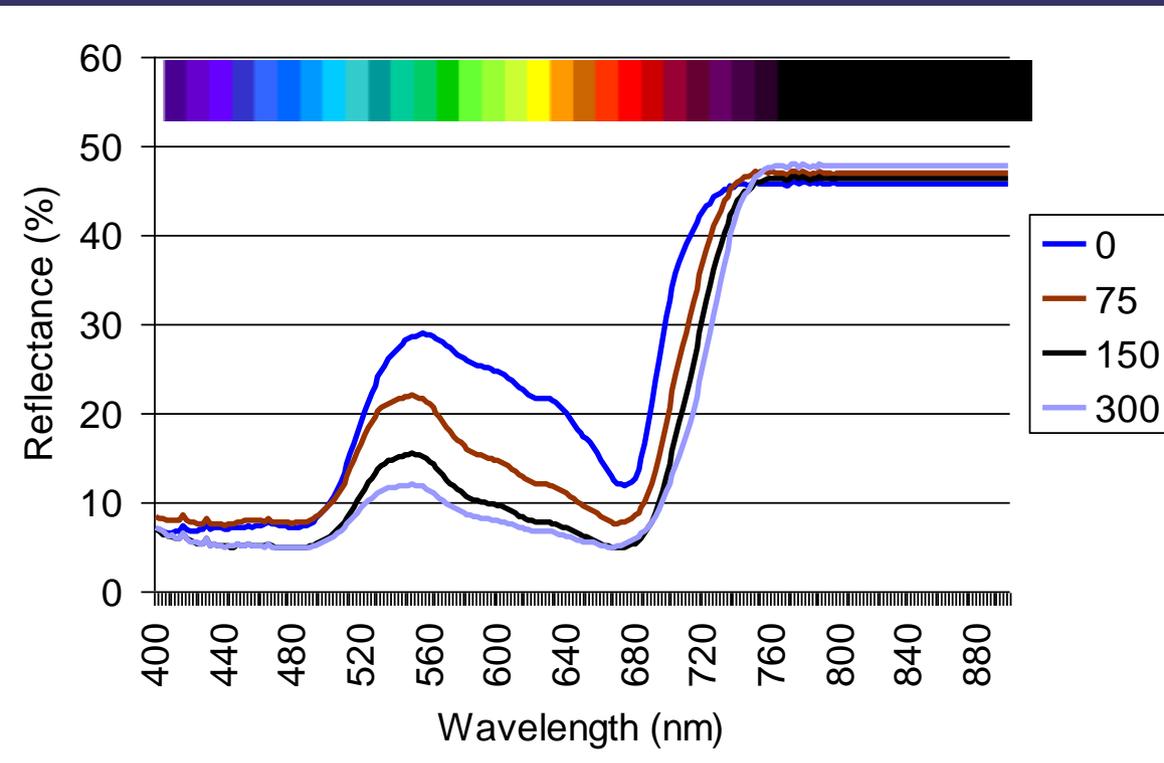
Cortesia: L. Tian - Illinois

Protótipo experimental



BASE PARA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM TAXAS VARIÁVEIS

Chlorophyll meter - SPAD



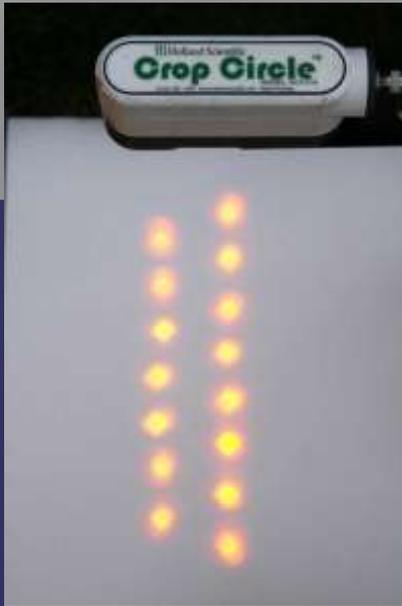
Índice de Suficiência de N (ISN)

ISN = VI alvo / VI referência

ISN é uma normalização que integra efeitos de híbridos, estrutura do dossel, clima.

(Schepers et al., 1992)

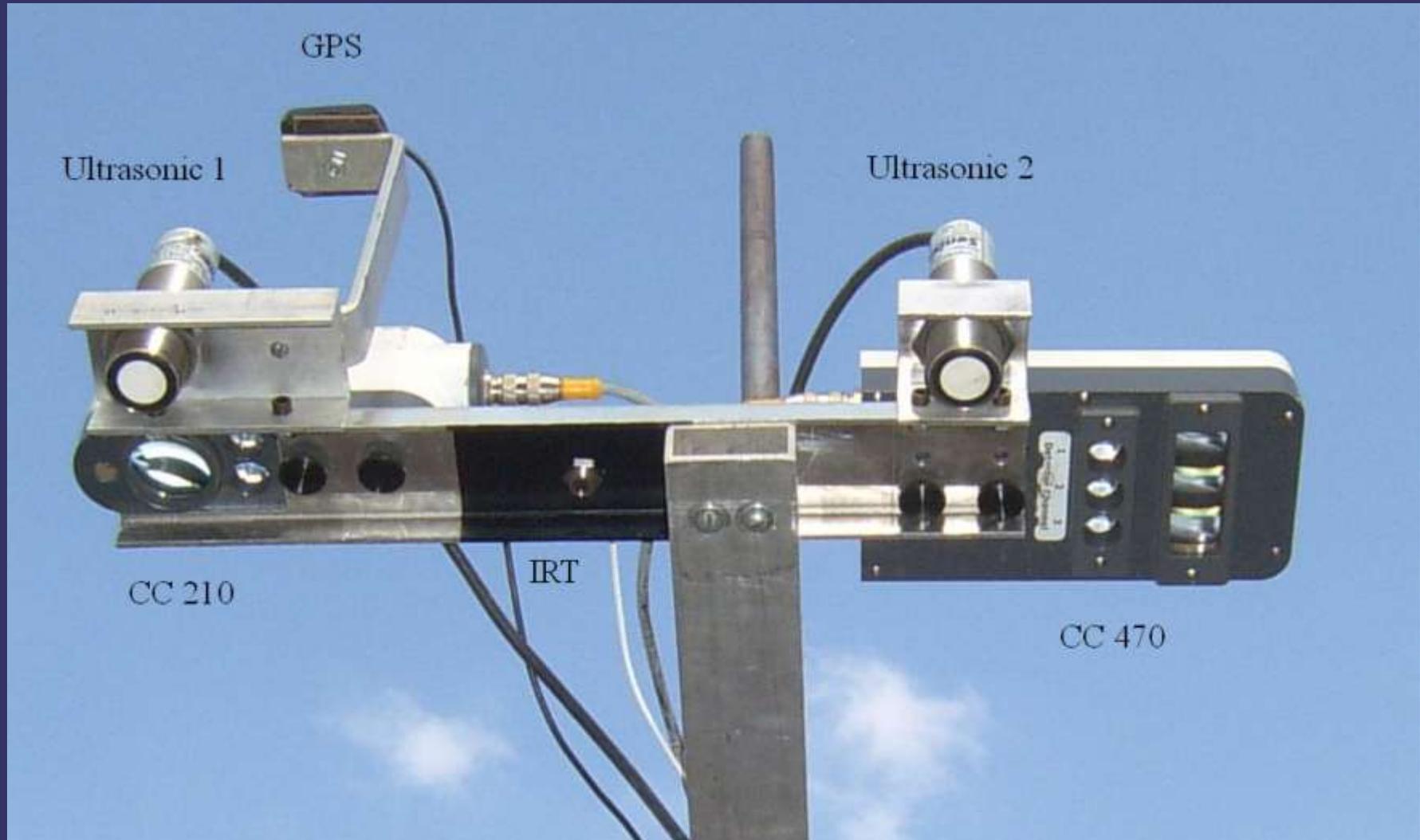
ACTIVE CANOPY SENSORS



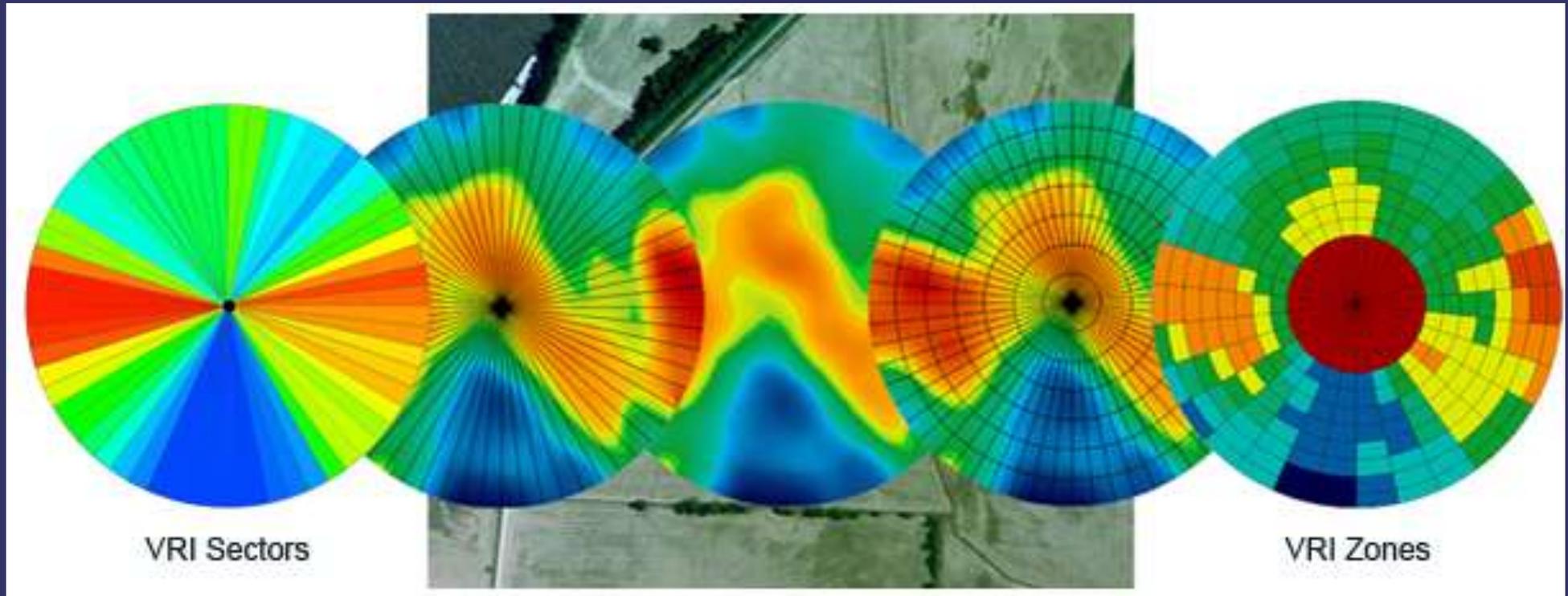
Holland Scientific – Lincoln, Nebraska
Trimble (Ntech)
Yara
Topcom



FUSÃO DE MÚLTIPLOS SENSORES



IRRIGAÇÃO DE PRECISÃO



- Variação de lâmina de irrigação
- Economia de água e energia
- Rapidez
- Utilização de insumos em taxas variáveis (herbicidas, fertilizantes, fungicidas)

POR QUE AP DEVE SER PRIORIDADE POR PRODUTORES?

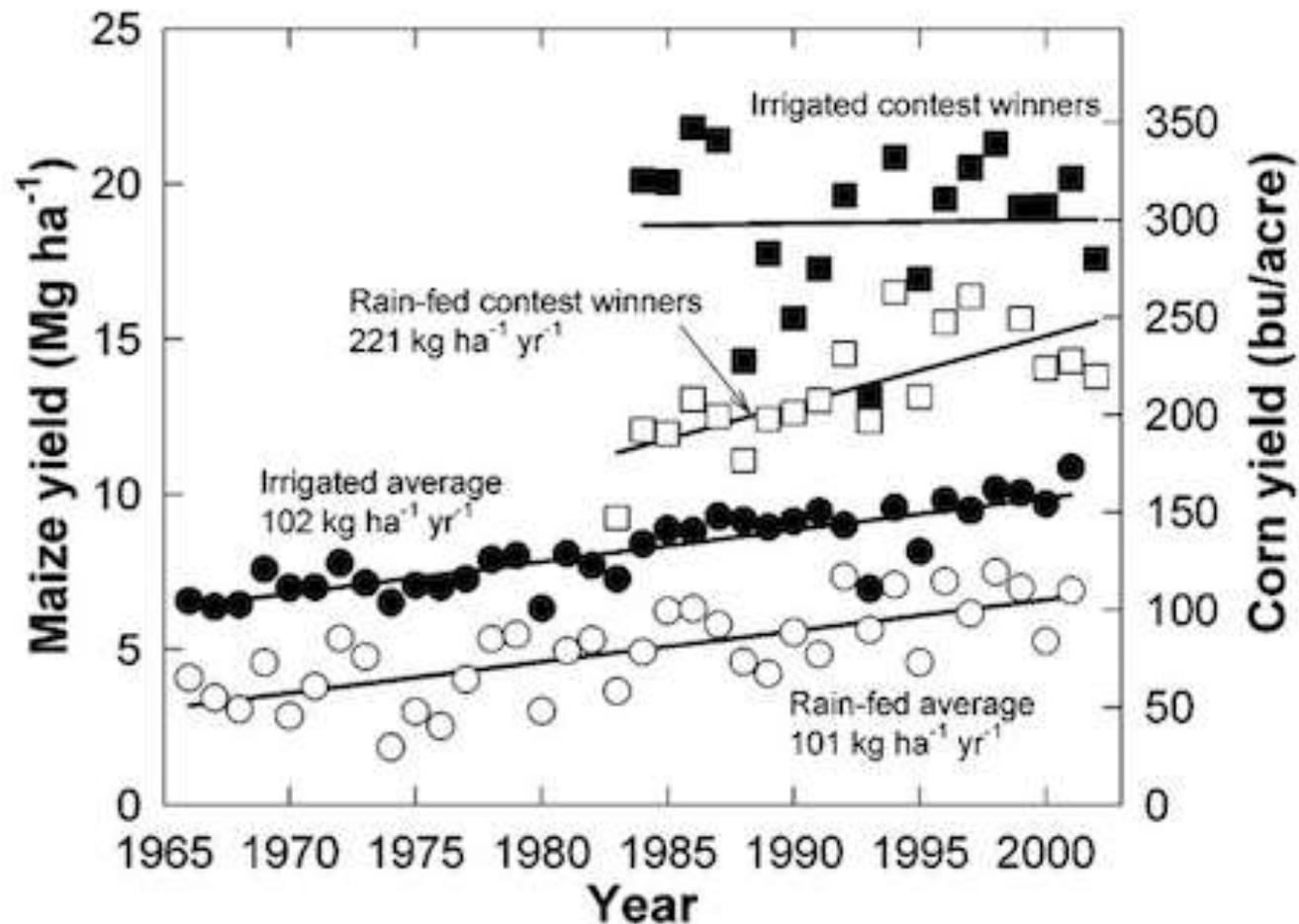
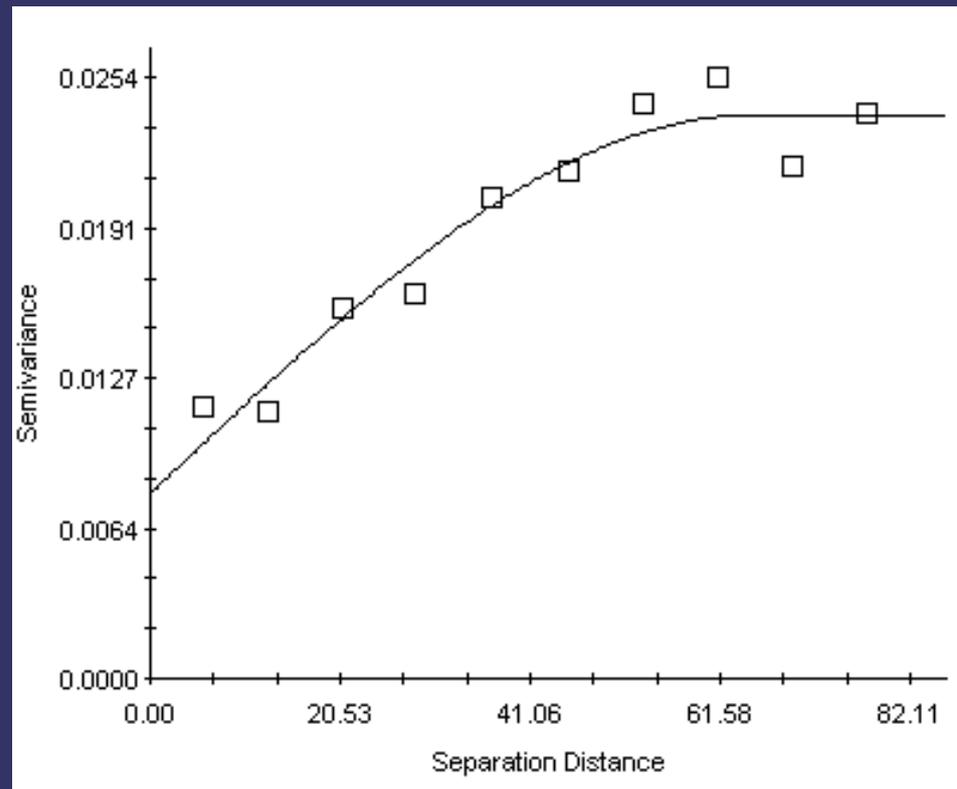
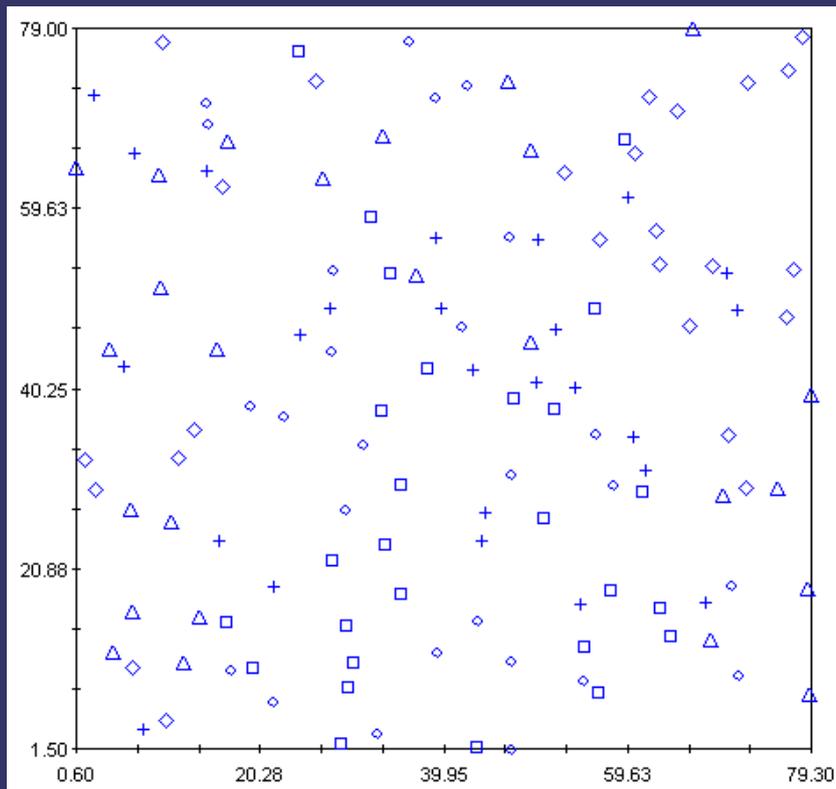


Figure 6 Yield trends in yield contests sanctioned by the National Corn Growers Association for irrigated and rain-fed maize systems in Nebraska and average farm yields in Nebraska for irrigated and rain-fed maize production.

- Teto de produtividade já atingido?
- Impacto do melhoramento genético foi somente adaptação à stress?
- Manejo x Melhoramento?

FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS

- Geoestatística
- Modelos de crescimento de culturas (DSSAT, Hybrid Maize, etc.)
- Análise de Componentes Principais



Estudo de Caso 1

AREA CONVENCIONAL

| | |
|---------------------------|-----------------------|
| •Área de plantio de soja: | 7000 ha |
| •Adubação | US\$ 380/ha |
| •Herbicidas | US\$ 180/ha |
| •Inseticidas | US\$ 50/ha |
| TOTAL | US\$ 4.270.000 |

AREA COM APLICAÇÃO LOCALIZADA AGRICULTURA DE PRECISÃO

- ✓ Área: 7000 ha
- ✓ Economias esperadas
- ✓ Adubação: Fórmula variável (10%) US\$342/ha
- ✓ Herbicidas: Mistura de produtos (15%) US\$153/ha
- ✓ Inseticidas: Spot treatment (10%) US\$45/ha

- ✓ TOTAL US\$3.780.000

Diferença entre AP e Conv



US\$ 490.000

Estudo de Caso 2

- ✓ Área: 4000 ha
- ✓ Aplicação em taxas variáveis de K
 - ✓ Cloreto de potássio: US\$ 332 /tonelada
 - ✓ Custo com AP
 - Coleta de solo: US\$ 2/ha
 - Laboratório de solos: US\$ 3/ha
 - Consultoria e custos indiretos: US\$ US\$ 7/ha
 - Total: US\$ 12/ha
- ✓ Taxa fixa: 198 kg/ha KCL totalizando US\$ 262.000,00
- ✓ AP: 80 kg/ha KCL, totalizando US\$ 106.000,00

KCL uniforme x taxas variáveis

- ✓ DIFERENÇA entre K em taxas variáveis e em dose uniforme:

US\$156.000,00
(Economia de 40% de KCL)

Adquiriu um aplicador em taxas variáveis da Stara, modelo Brutus 12000

US\$ 35.500

Equipou 6 colhedoras com sistema de mapeamento da produtividade:

US\$15.000

Equipou 3 pulverizadores autopropelidos com sistema de controle de seção e taxas variáveis de líquidos

US\$10.000



Estatísticas - 2010

BRASIL

- ✓ VRT ~ 1.000.000 ha (30% PD no Cerrado)
- ✓ Monitores de produtividade ~ 400 unidades
- ✓ Lucratividade ~US\$ 50 / ha

EUA

- ✓ VRT ~ 55 % da área de soja e milho
- ✓ Monitores de produtividade ~ 60% da frota de colhedoras
- ✓ Lucratividade ~ US\$ 60 / ha

Argentina

- ✓ VRT ~ 500.000 ha
- ✓ Monitores de produtividade ~ 800 unidades
- ✓ Lucratividade ~US\$ 35 / ha

Equipe de Agricultura de Precisão



PESQUISADORES

Álvaro Vilela Resende

Charles Martins de Oliveira

João de Deus G. Santos

José Roberto Antoniol Fontes

Lineu N. Rodrigues

Luciano Shozo Shiratsuchi

Marcos Aurélio C. de Sá

Marina de Fátima Vilela

ÁREA

Fertilidade do solo

Entomologia

Fertilidade do solo

Manejo Integrado de Plantas daninhas

Irrigação

Agricultura de Precisão

Manejo e Conservação de Solo e Água

Geoprocessamento

Atribuições

Orçamento

Cronologia

Cronologia

Memorial

Projetos

Cronologia

Projetos

Estoques e Laboratórios

Áreas de atuação





✓ PROJETOS

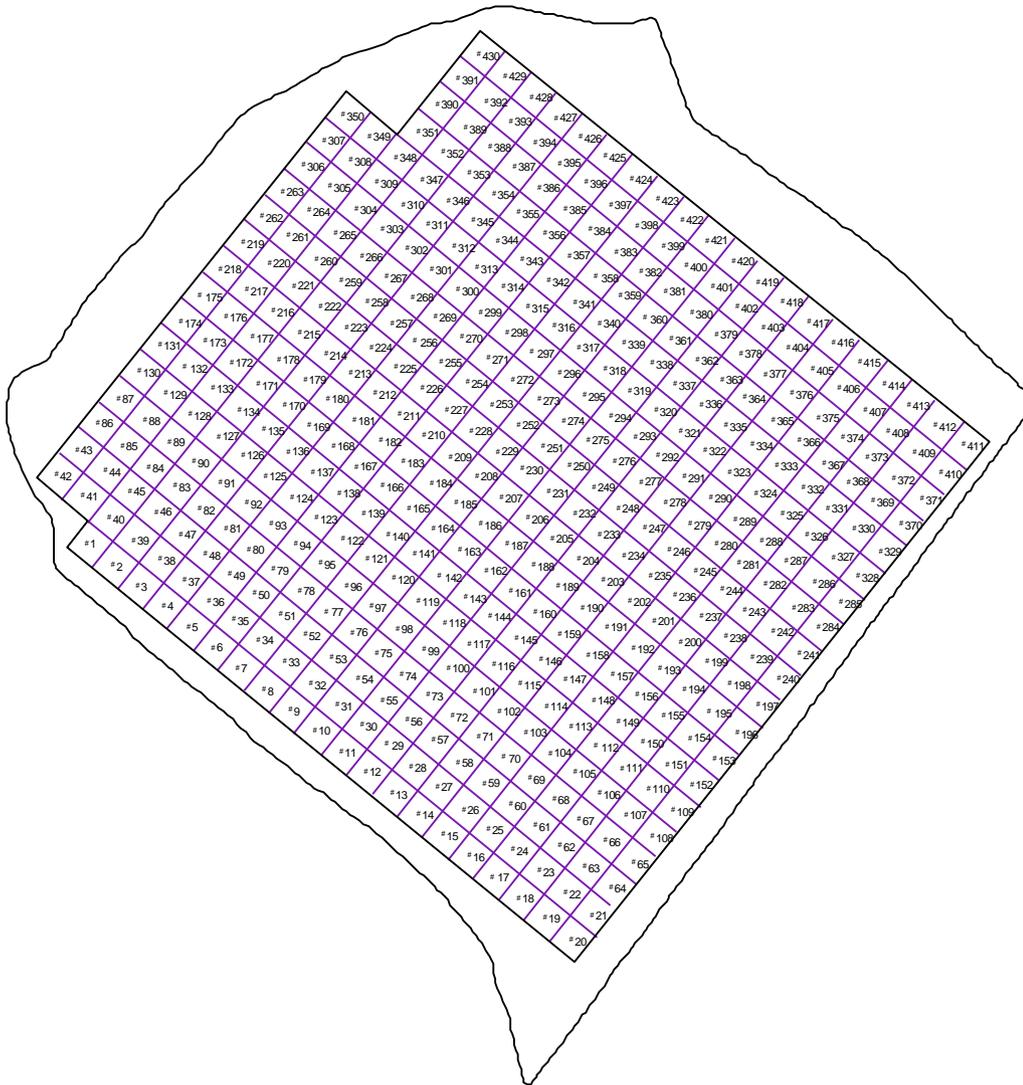
MP1 (01.02.5.01.02) “Rede de conhecimento em Agricultura de Precisão para condições dos Cerrados e dos Campos Gerais”

MP3 (03.04.0.01.60) “Áreas Piloto de Agricultura de Precisão em Sistemas Agrícolas do Cerrado”

✓ PULICAÇÕES DA EQUIPE: 28

✓ ORGANIZAÇÃO DE EVENTOS : 08

Abordagem Geral – MP1



Abordagem de Mapeamento

Grade Amostral (50x50m)

Fertilidade do solo

Plantas daninhas

Estande de plantas

Manejo de pragas

Manejo de plantas daninhas

Software desenvolvido utilizando k-means para discriminação de zonas homogêneas

Sistema AESP: Módulo Kmeans

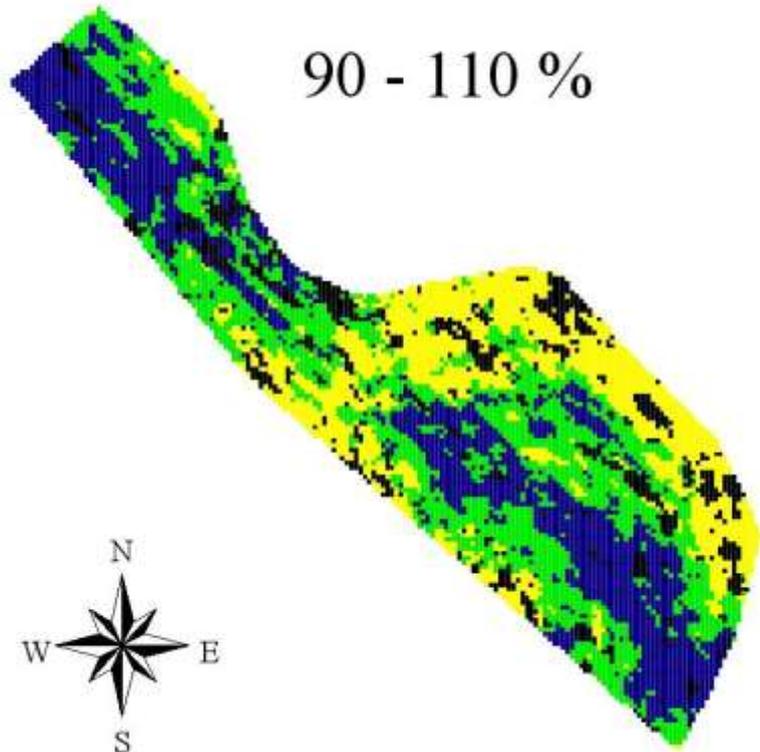
CRÉDITOS:
Cássio Denner Noronha Vinhal
Leonardo Ribeiro Queiros
Luciano Shozo Shiratsuchi

dados de origem (csv ou odbc)

nº de clusters desejado

| | | | | | |
|----|----------------------|----|----------------------|----|----------------------|
| c0 | <input type="text"/> | c4 | <input type="text"/> | c8 | <input type="text"/> |
| c1 | <input type="text"/> | c5 | <input type="text"/> | c9 | <input type="text"/> |
| c2 | <input type="text"/> | c6 | <input type="text"/> | | |
| c3 | <input type="text"/> | c7 | <input type="text"/> | | |

90 - 110 %

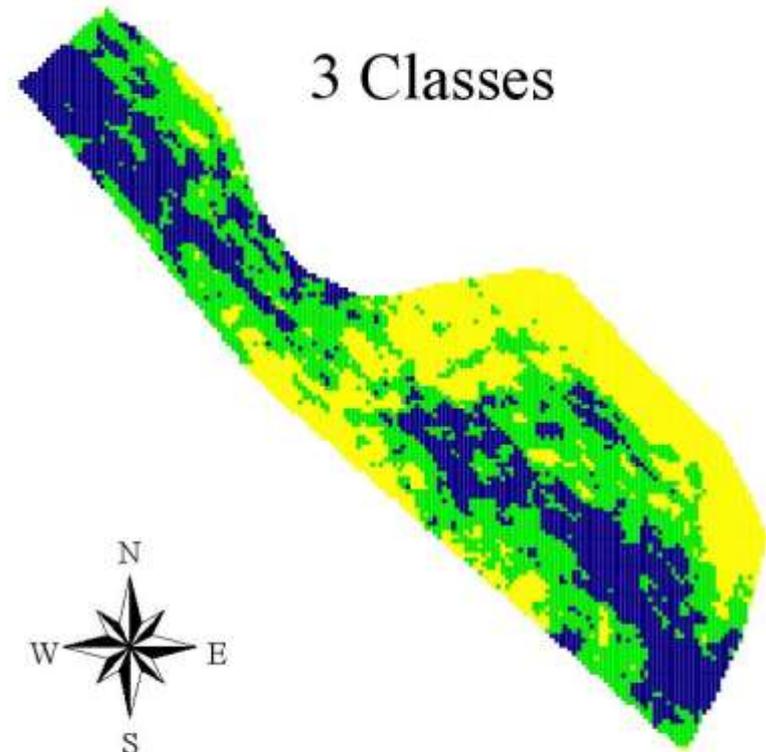


300 0 300 Meters



- PROD. ALTA
- PROD. MÉDIA
- PROD. BAIXA
- PROD. INCONSISTENTE

3 Classes



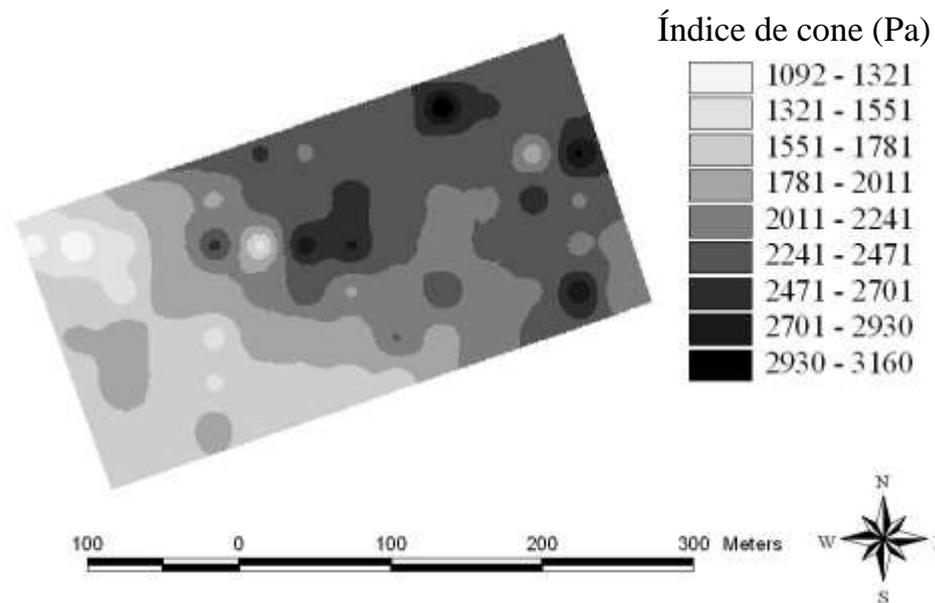
300 0 300 Meters



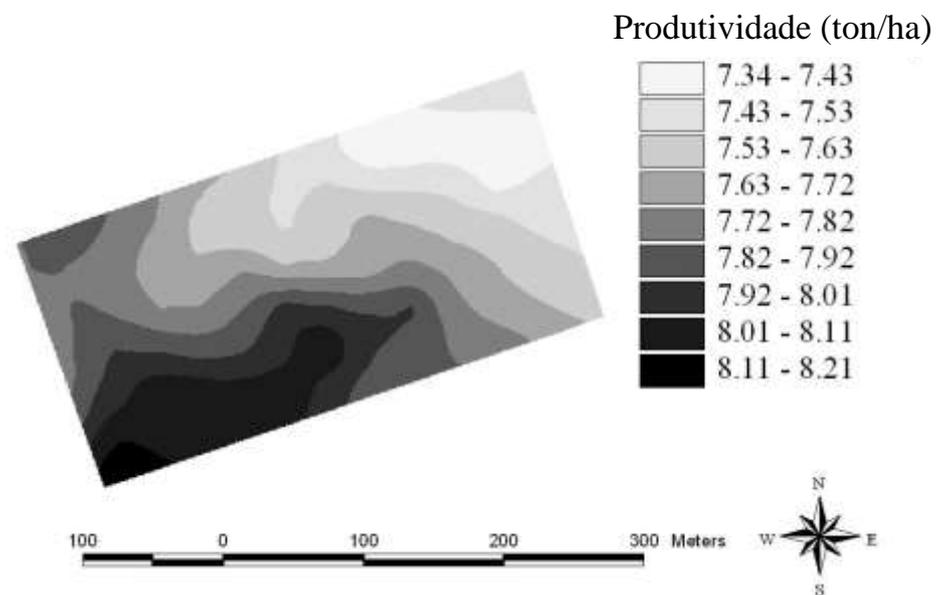
- PROD. ALTA - C2
- PROD. MÉDIA - C1
- PROD. BAIXA - C0

MAPEAMENTO DA COMPACTAÇÃO DO SOLO

(a)

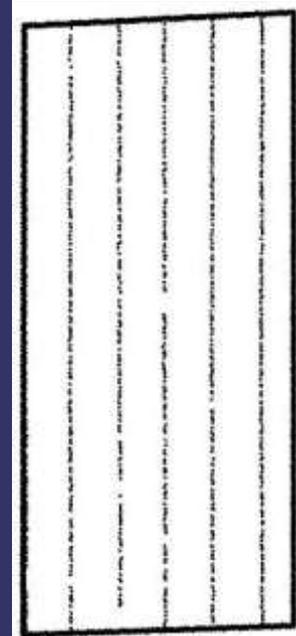


(b)



Como aumentar o rendimento da colheita monitorada??

Simulação com 4, 6, 8 e 10 passadas de 5,6 m



Kriging??

RENDIMENTO DE MONITORAMENTO DE COLHEITA DE 600%

95%

89%

> 85%

73%

76%

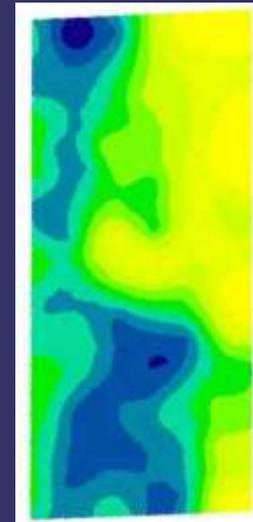
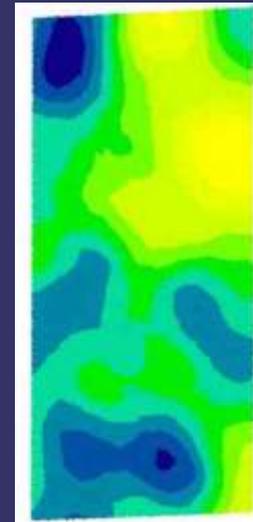
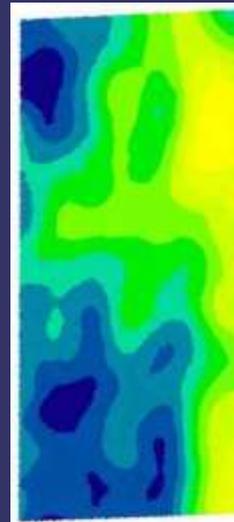
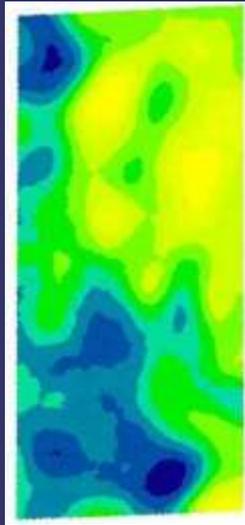
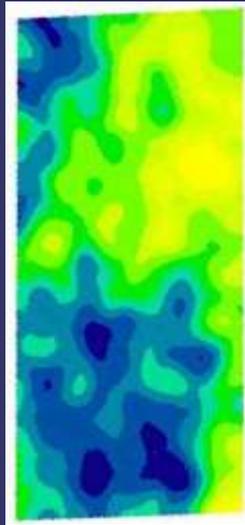
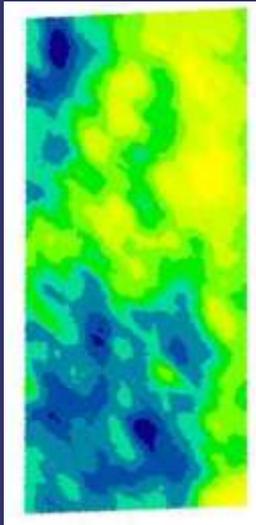
2

4

6

8

10

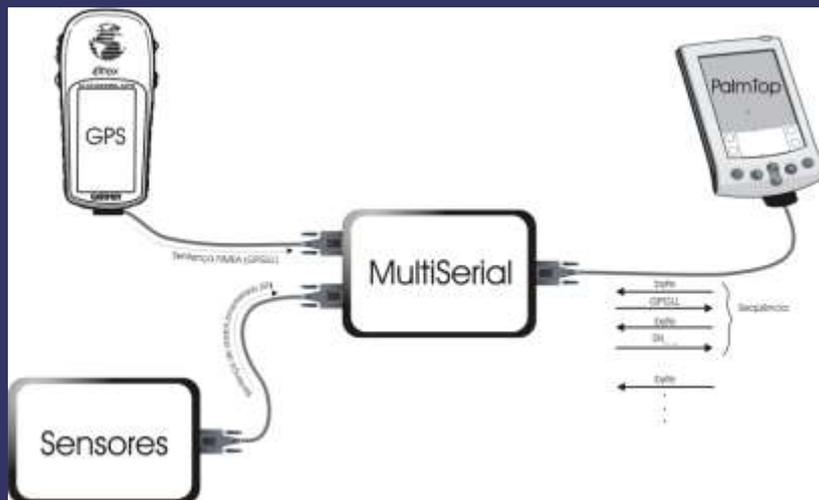


Produtividade (Kg/ha)



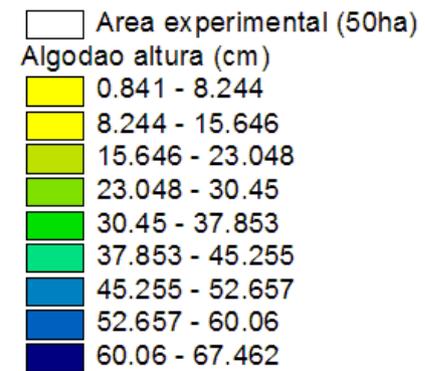
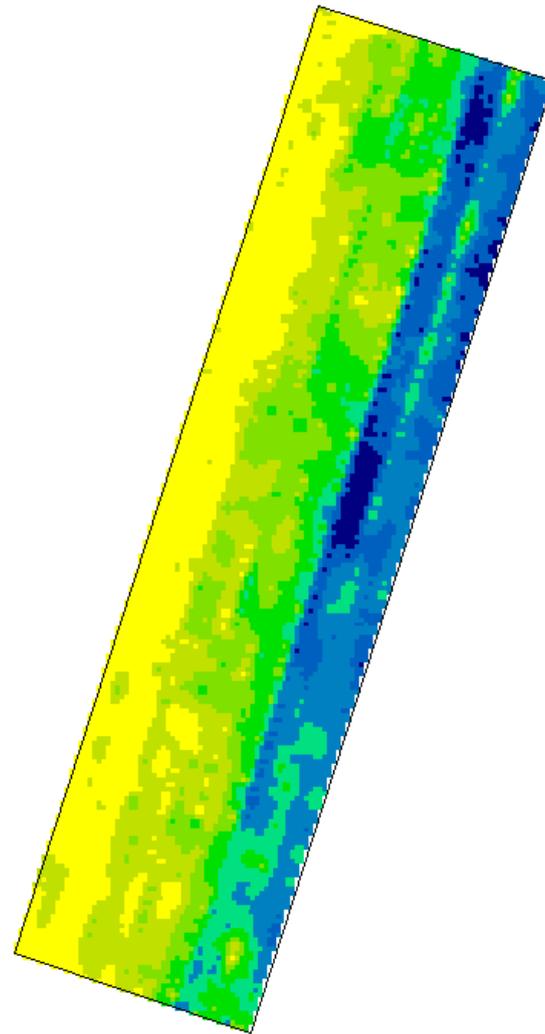
Sensor de Altura

Embrapa Cerrados / EEE - UFG



Sensor de Altura

Embrapa Cerrados / EEE - UFG



Exemplo de sistema de produção em sucessão



Capacitação em amostragem georreferenciada

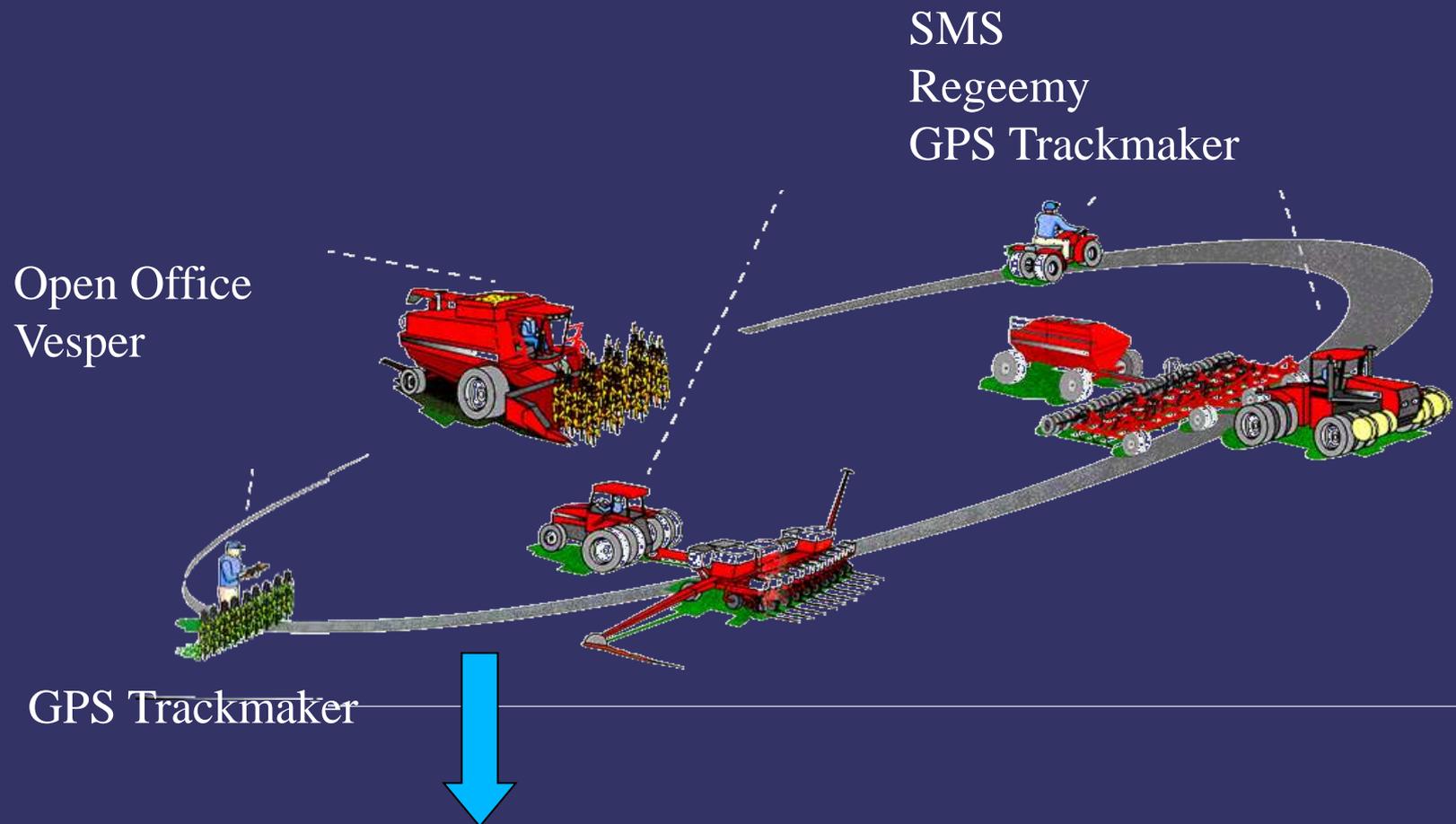
✓ Considerações Gerais

- Conceito de Tecnologia
- Tudo que é novo ou complexo tem resistência das pessoas, principalmente para “os que sabem muito”
- AP já tem 20 anos, mas o ferramental ainda deve ser dominado pelo usuário (técnico) e a ciência deve se adaptar a trabalhar em maiores patamares de produtividade e sustentabilidade.

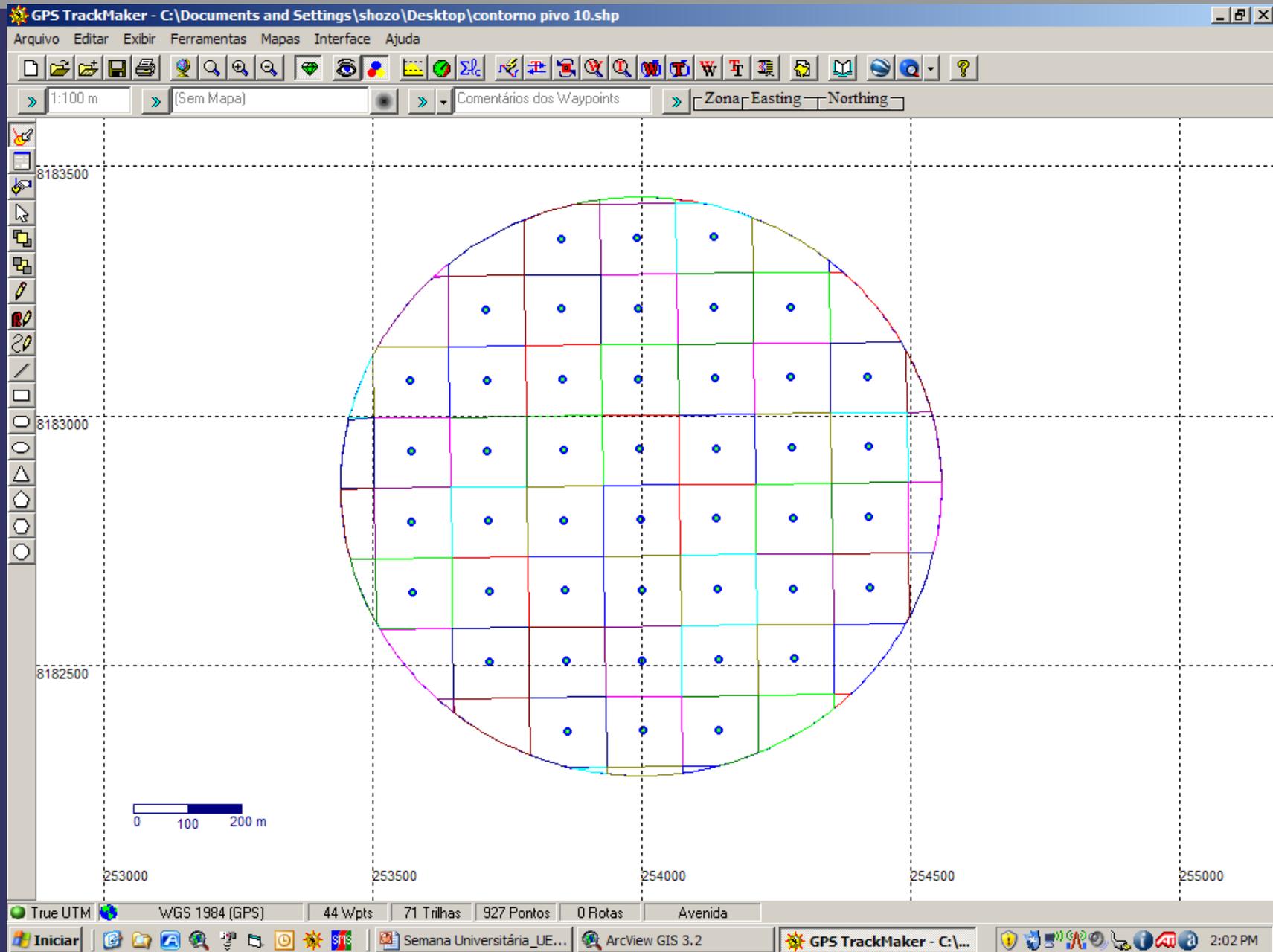
✓ Softwares gratuitos utilizados

- GPS Trackmaker
- Open Office – Calc
- Vesper
- Wayp2shp (freeware)
- Google earth (freeware)

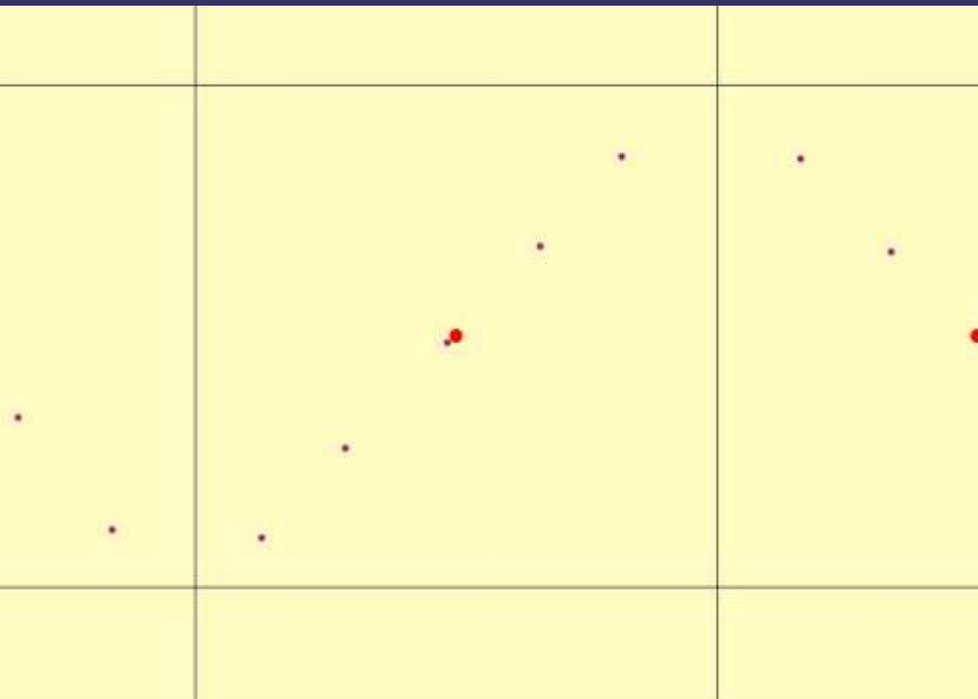
Processos



Grade amostral

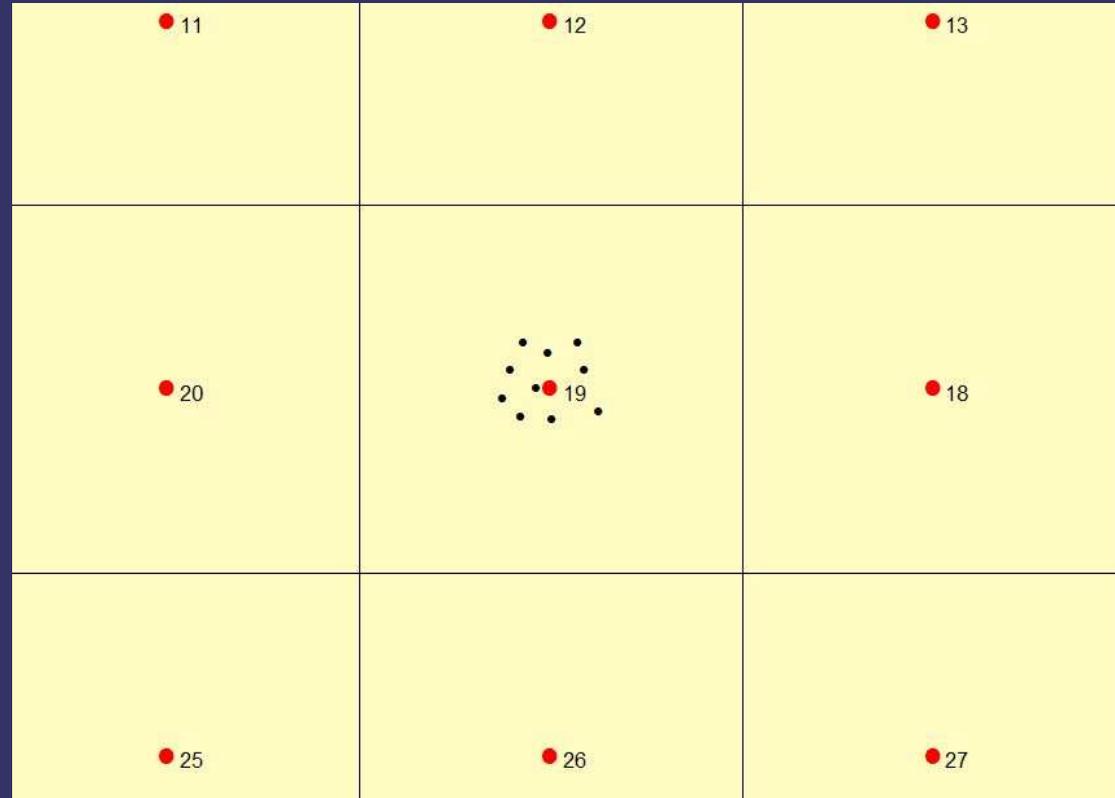


Grades amostrais

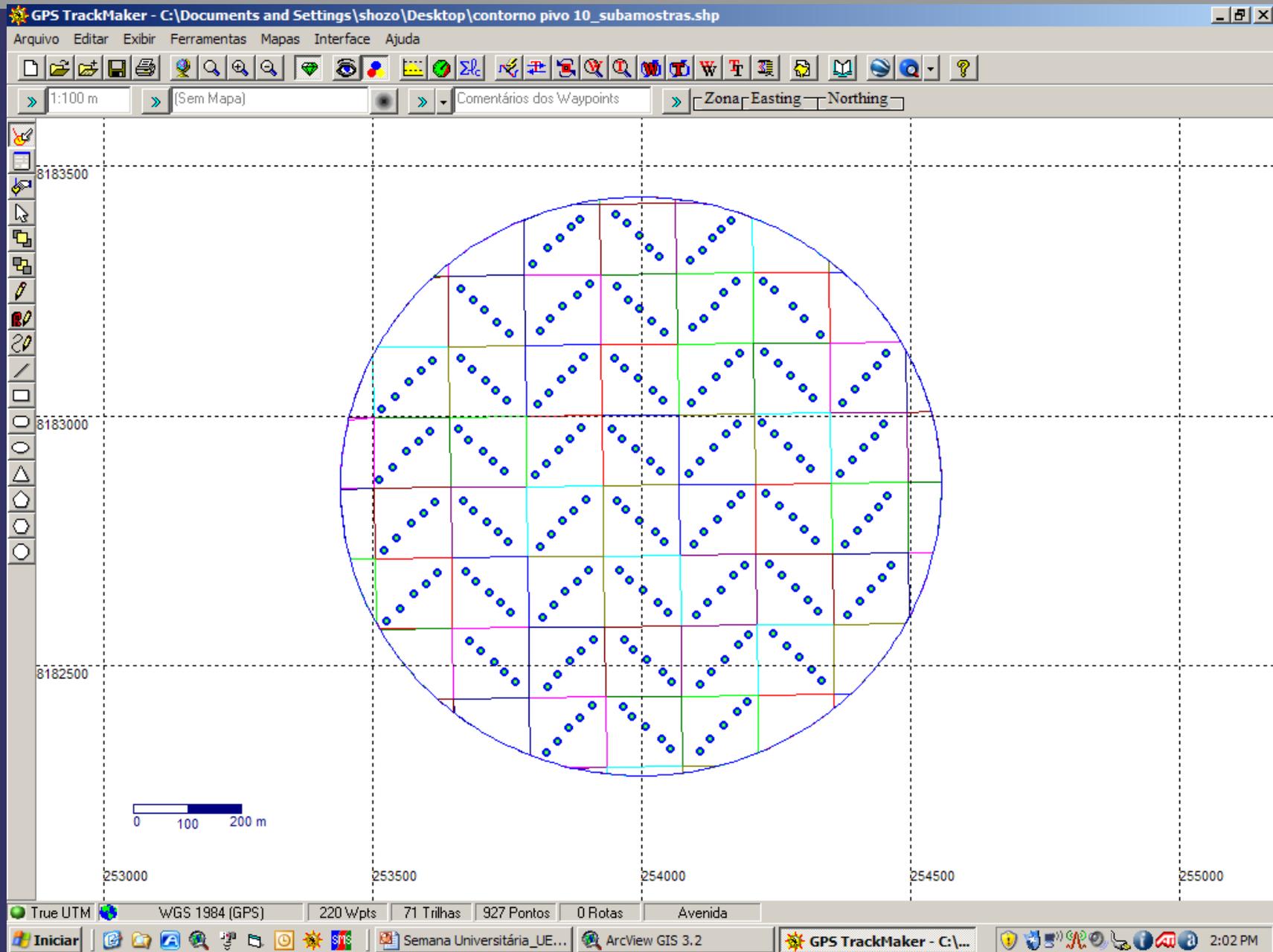


Amostragem em diagonal

Amostragem em grade
Grid Sampling



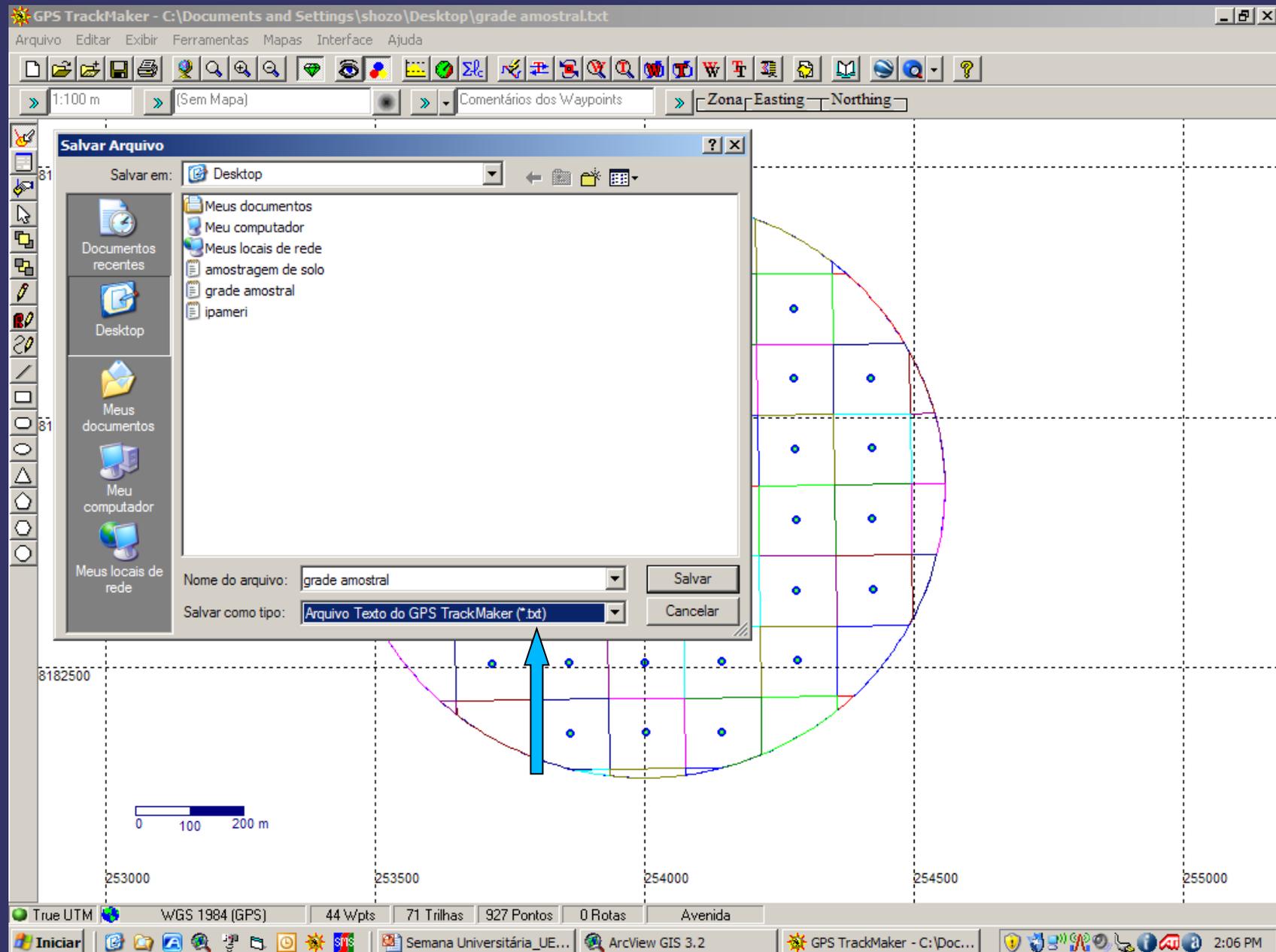
Subamostras



Gravando dados do GPS Trackmaker como texto

The screenshot shows the GPS TrackMaker application window. The title bar reads "GPS TrackMaker - C:\Documents and Settings\shozo\Desktop\contorno pivo 10.shp". The menu bar includes "Arquivo", "Editar", "Exibir", "Ferramentas", "Mapas", "Interface", and "Ajuda". The "Arquivo" menu is open, with "Salvar Arquivo Como..." selected. A blue arrow points from this menu item to the "points" field in the coordinate display area. The main map area shows a grid of points within a circular boundary, overlaid on a coordinate grid. The status bar at the bottom displays "True UTM", "WGS 1984 (GPS)", "44 Wpts", "71 Trilhas", "927 Pontos", "0 Rotas", and "Avenida". The taskbar at the bottom shows the Windows taskbar with the "Iniciar" button and several open applications, including "Semana Universitária_UE...", "ArcView GIS 3.2", and "GPS TrackMaker - G:\...", along with the system clock showing "2:05 PM".

GPS Trackmaker como texto: amostragem de solo.txt



Trabalhando com planilhas

```
grade amostral - Bloco de notas
Arquivo  Editar  Formatar  Exibir  Ajuda

Version,212

WGS 1984 (GPS),217, 6378137, 298.257223563, 0, 0, 0
USER GRID,0,0,0,0,0

w,utm,wpt 1,23K,253853.487,8183351.229,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 2,23K,253995.049,8183352.839,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 3,23K,254136.717,8183354.449,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 4,23K,254279.985,8183215.256,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 5,23K,254138.318,8183213.646,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 6,23K,253996.650,8183212.036,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 7,23K,253855.089,8183210.425,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 8,23K,253713.422,8183208.813,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 9,23K,253573.358,8183066.396,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 10,23K,253715.025,8183068.009,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 11,23K,253856.692,8183069.622,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 12,23K,253998.358,8183071.233,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 13,23K,254139.918,8183072.843,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 14,23K,254281.584,8183074.452,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 15,23K,254423.251,8183076.061,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 16,23K,254424.849,8182935.258,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 17,23K,254283.184,8182933.649,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 18,23K,254141.518,8182932.040,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 19,23K,253999.960,8182930.430,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 20,23K,253858.294,8182928.818,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 21,23K,253716.628,8182927.206,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 22,23K,253574.962,8182925.592,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 23,23K,253576.566,8182784.789,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 24,23K,253718.231,8182786.402,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 25,23K,253859.896,8182788.015,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 26,23K,254001.561,8182789.627,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 27,23K,254143.119,8182791.236,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 28,23K,254284.783,8182792.846,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 29,23K,254426.448,8182794.455,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 30,23K,254428.045,8182653.763,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 31,23K,254286.382,8182652.154,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 32,23K,254144.718,8182650.544,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 33,23K,254003.161,8182648.934,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 34,23K,253861.497,8182647.322,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 35,23K,253719.833,8182645.709,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 36,23K,253578.169,8182644.096,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 37,23K,253721.437,8182504.906,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 38,23K,253863.100,8182506.519,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 39,23K,254004.763,8182508.131,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 40,23K,254146.319,8182509.740,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
w,utm,wpt 41,23K,254287.982,8182511.350,,00/00/00,00:00:00,0,2,48,0
```

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | |

Assistente de importação de texto - etapa 2 de 3

Esta tela permite que você defina os delimitadores contidos em seus dados. Você pode ver como seu texto é afetado na visualização abaixo.

Delimitadores:

Tabulação Ponto e vírgula Virgula Considerar delimitadores consecutivos como um só

Espaço Outros:

Qualificador de texto:

Visualização dos dados

| | | | | | | | | | | |
|---|-----|-------|-----|------------|-------------|--|----------|----------|---|---|
| w | atm | Wpt 1 | 23K | 253853.487 | 8183351.229 | | 00/00/00 | 00:00:00 | 0 | 2 |
| w | atm | Wpt 2 | 23K | 253995.049 | 8183352.839 | | 00/00/00 | 00:00:00 | 0 | 2 |
| w | atm | Wpt 3 | 23K | 254136.717 | 8183354.449 | | 00/00/00 | 00:00:00 | 0 | 2 |
| w | atm | Wpt 4 | 23K | 254279.985 | 8183215.256 | | 00/00/00 | 00:00:00 | 0 | 2 |
| w | atm | Wpt 5 | 23K | 254138.318 | 8183213.646 | | 00/00/00 | 00:00:00 | 0 | 2 |

Cancelar < Voltar Avançar > Concluir

Ponto de Partida

Microsoft Office Online

- Conectar ao Microsoft Office Online
- Obter as últimas notícias sobre o uso do produto Excel
- Atualizar automaticamente esta lista com base na web

Mais...

Pesquisa:

Exemplo: "Imprimir mais de uma cópia"

Abrir

- solos
- resultados de análises que serão entregues pivo 03
- Pivo 3
- Edemar Joaquim Corazza Tabela_Solos_43622 a 43678_P
- Mais...
- Criar uma nova pasta de trabalho...

Formatando dados

Microsoft Excel - grade amostral

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Digite uma pergunta

A1 Version

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|----|-----------|-----|---------|----------|----------|---------|---|----------|---------|---|---|----|---|---|---|
| 1 | Version | 212 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | WGS 1984 | 217 | 6378137 | 298.2572 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 4 | USER GRID | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | w | utm | Wpt 1 | 23K | 253853.5 | 8183351 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 7 | w | utm | Wpt 2 | 23K | 253995 | 8183353 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 8 | w | utm | Wpt 3 | 23K | 254136.7 | 8183354 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 9 | w | utm | Wpt 4 | 23K | 254280 | 8183215 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 10 | w | utm | Wpt 5 | 23K | 254138.3 | 8183214 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 11 | w | utm | Wpt 6 | 23K | 253996.7 | 8183212 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 12 | w | utm | Wpt 7 | 23K | 253855.1 | 8183210 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 13 | w | utm | Wpt 8 | 23K | 253713.4 | 8183209 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 14 | w | utm | Wpt 9 | 23K | 253573.4 | 8183066 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 15 | w | utm | Wpt 10 | 23K | 253715 | 8183068 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 16 | w | utm | Wpt 11 | 23K | 253856.7 | 8183070 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 17 | w | utm | Wpt 12 | 23K | 253998.4 | 8183071 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 18 | w | utm | Wpt 13 | 23K | 254139.9 | 8183073 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 19 | w | utm | Wpt 14 | 23K | 254281.6 | 8183074 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 20 | w | utm | Wpt 15 | 23K | 254423.3 | 8183076 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 21 | w | utm | Wpt 16 | 23K | 254424.8 | 8182935 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 22 | w | utm | Wpt 17 | 23K | 254283.2 | 8182934 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 23 | w | utm | Wpt 18 | 23K | 254141.5 | 8182932 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 24 | w | utm | Wpt 19 | 23K | 254000 | 8182930 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 25 | w | utm | Wpt 20 | 23K | 253858.3 | 8182929 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 26 | w | utm | Wpt 21 | 23K | 253716.6 | 8182927 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 27 | w | utm | Wpt 22 | 23K | 253575 | 8182926 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 28 | w | utm | Wpt 23 | 23K | 253576.6 | 8182785 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 29 | w | utm | Wpt 24 | 23K | 253718.2 | 8182786 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 30 | w | utm | Wpt 25 | 23K | 253859.9 | 8182788 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |
| 31 | w | utm | Wpt 26 | 23K | 254001.6 | 8182790 | | 00/00/00 | 0:00:00 | 0 | 2 | 48 | 0 | | |

Tabulando os dados com os resultados de análises de solo

Microsoft Excel - Pasta2

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Digite uma pergunta

A1 f_x Longitude

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|----|-----------------|------------------|----------|-------------|----------------------|----------------------|-------------|-------------|--------------|-------|------|---|
| 1 | Longitude | Latitude | pH CaCl2 | M.O. dag/Kç | P mg/dm ³ | K mg/dm ³ | Ca cmolc/dr | Mg cmolc/dr | CTCt cmolc/d | V % | m % | |
| 2 | 250165.78597889 | 8180129.92404877 | 5.00 | 5.10 | 16.30 | 114.00 | 2.70 | 0.60 | 8.60 | 42.00 | 0.00 | |
| 3 | 250034.12629669 | 8180181.87547684 | 4.80 | 5.30 | 14.70 | 94.00 | 2.10 | 0.40 | 9.00 | 30.00 | 4.00 | |
| 4 | 249902.42826511 | 8180233.84567769 | 4.80 | 5.10 | 26.00 | 103.00 | 2.40 | 0.50 | 9.00 | 36.00 | 0.00 | |
| 5 | 249823.07777486 | 8180416.65452434 | 5.40 | 4.60 | 11.70 | 125.00 | 3.60 | 1.20 | 8.60 | 59.00 | 0.00 | |
| 6 | 249954.75895111 | 8180364.68443063 | 5.20 | 5.40 | 7.20 | 143.00 | 3.50 | 1.00 | 10.00 | 49.00 | 0.00 | |
| 7 | 250086.41888278 | 8180312.73220072 | 5.00 | 5.10 | 8.40 | 124.00 | 2.50 | 0.60 | 8.80 | 39.00 | 0.00 | |
| 8 | 250218.07915331 | 8180260.77926348 | 4.90 | 4.90 | 7.30 | 109.00 | 2.20 | 0.50 | 8.40 | 36.00 | 0.00 | |
| 9 | 250349.73761340 | 8180208.82670110 | 4.70 | 5.10 | 6.70 | 99.00 | 1.60 | 0.30 | 8.60 | 26.00 | 8.00 | |
| 10 | 250533.69147675 | 8180287.72761624 | 5.00 | 4.40 | 6.90 | 78.00 | 2.50 | 0.50 | 8.30 | 39.00 | 0.00 | |
| 11 | 250402.03208934 | 8180339.68239515 | 5.00 | 5.30 | 6.60 | 113.00 | 2.70 | 0.70 | 9.50 | 39.00 | 0.00 | |
| 12 | 250270.37282331 | 8180391.65528512 | 5.00 | 4.90 | 7.70 | 96.00 | 2.70 | 0.60 | 8.50 | 41.00 | 0.00 | |
| 13 | 250138.71197718 | 8180443.60862454 | 4.90 | 4.90 | 15.80 | 138.00 | 2.30 | 0.60 | 8.90 | 37.00 | 0.00 | |
| 14 | 250007.05146997 | 8180495.56125666 | 5.40 | 5.10 | 9.00 | 161.00 | 3.00 | 1.10 | 8.30 | 54.00 | 0.00 | |
| 15 | 249875.38916511 | 8180547.51315681 | 5.20 | 4.90 | 9.20 | 164.00 | 3.00 | 0.90 | 8.30 | 52.00 | 0.00 | |
| 16 | 249743.72698110 | 8180599.48316834 | 5.00 | 4.60 | 10.70 | 135.00 | 2.80 | 0.70 | 8.60 | 44.00 | 0.00 | |
| 17 | 249796.01929323 | 8180730.34286171 | 5.30 | 4.90 | 11.40 | 148.00 | 3.40 | 0.90 | 8.70 | 54.00 | 0.00 | |
| 18 | 249927.68183461 | 8180678.39126648 | 5.20 | 4.80 | 7.70 | 173.00 | 3.00 | 0.90 | 8.80 | 49.00 | 0.00 | |
| 19 | 250059.34472774 | 8180626.43785714 | 5.00 | 5.10 | 7.70 | 135.00 | 2.90 | 0.50 | 8.80 | 42.00 | 0.00 | |
| 20 | 250191.00581046 | 8180574.48482284 | 4.90 | 4.60 | 15.60 | 117.00 | 2.20 | 0.50 | 8.30 | 36.00 | 0.00 | |
| 21 | 250322.66744970 | 8180522.51226280 | 5.00 | 4.90 | 4.90 | 122.00 | 2.20 | 0.50 | 8.40 | 36.00 | 0.00 | |
| 22 | 250454.34653284 | 8180470.53808593 | 4.90 | 5.10 | 8.40 | 100.00 | 1.80 | 0.40 | 8.40 | 30.00 | 0.00 | |
| 23 | 250586.00649577 | 8180418.58290485 | 5.00 | 4.30 | 15.60 | 65.00 | 2.40 | 0.40 | 7.50 | 40.00 | 0.00 | |
| 24 | 250638.32224083 | 8180549.43907493 | 5.00 | 4.10 | 9.80 | 84.00 | 2.20 | 0.40 | 6.90 | 41.00 | 0.00 | |
| 25 | 250506.66170240 | 8180601.39465814 | 5.00 | 4.60 | 13.90 | 114.00 | 2.60 | 0.50 | 8.00 | 43.00 | 0.00 | |
| 26 | 250375.00127282 | 8180653.36945943 | 5.00 | 4.80 | 12.90 | 117.00 | 2.70 | 0.50 | 8.30 | 42.00 | 0.00 | |
| 27 | 250243.31981643 | 8180705.34330644 | 4.90 | 4.60 | 13.00 | 128.00 | 2.40 | 0.50 | 8.30 | 39.00 | 0.00 | |
| 28 | 250111.65815840 | 8180757.29674297 | 5.00 | 4.80 | 9.90 | 107.00 | 2.50 | 0.60 | 8.50 | 40.00 | 0.00 | |
| 29 | 249979.99469001 | 8180809.25055459 | 5.00 | 4.80 | 9.20 | 136.00 | 2.70 | 0.60 | 8.10 | 44.00 | 0.00 | |
| 30 | 249848.33156062 | 8180861.20365911 | 5.20 | 4.60 | 10.20 | 134.00 | 2.90 | 0.70 | 8.20 | 48.00 | 0.00 | |
| 31 | 249900.64456696 | 8180992.06423080 | 5.00 | 4.30 | 17.90 | 147.00 | 2.20 | 0.70 | 8.10 | 41.00 | 0.00 | |

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|----|-----------------|------------------|----------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|---------------|-------|------|---|
| 1 | Longitude | Latitude | pH CaCl2 | M.O. dag/Kç | P mg/dm3 | K mg/dm3 | Ca cmolc/dr | Mg cmolc/dr | CTCt cmolc/dV | % | m % | |
| 2 | 250165.78597889 | 8180129.92404877 | 5.00 | 5.10 | 16.30 | 114.00 | 2.70 | 0.60 | 8.60 | 42.00 | 0.00 | |
| 3 | 250034.12629669 | 8180181.87547684 | 4.80 | 5.30 | 14.70 | 94.00 | 2.10 | 0.40 | 9.00 | 30.00 | 4.00 | |
| 4 | 249902.42826511 | 8180233.84567769 | 4.80 | 5.10 | 26.00 | 103.00 | 2.40 | 0.50 | 9.00 | 36.00 | 0.00 | |
| 5 | 249823.07777486 | 8180416. | | | | | | | | 59.00 | 0.00 | |
| 6 | 249954.75895111 | 8180364. | | | | | | | | 49.00 | 0.00 | |
| 7 | 250086.41888278 | 8180312. | | | | | | | | 39.00 | 0.00 | |
| 8 | 250218.07915331 | 8180260. | | | | | | | | 36.00 | 0.00 | |
| 9 | 250349.73761340 | 8180208. | | | | | | | | 26.00 | 8.00 | |
| 10 | 250533.69147675 | 8180287. | | | | | | | | 39.00 | 0.00 | |
| 11 | 250402.03208934 | 8180339. | | | | | | | | 39.00 | 0.00 | |
| 12 | 250270.37282331 | 8180391. | | | | | | | | 41.00 | 0.00 | |
| 13 | 250138.71197718 | 8180443. | | | | | | | | 37.00 | 0.00 | |
| 14 | 250007.05146997 | 8180495. | | | | | | | | 54.00 | 0.00 | |
| 15 | 249875.38916511 | 8180547. | | | | | | | | 52.00 | 0.00 | |
| 16 | 249743.72698110 | 8180599. | | | | | | | | 44.00 | 0.00 | |
| 17 | 249796.01929323 | 8180730. | | | | | | | | 54.00 | 0.00 | |
| 18 | 249927.68183461 | 8180678. | | | | | | | | 49.00 | 0.00 | |
| 19 | 250059.34472774 | 8180626. | | | | | | | | 42.00 | 0.00 | |
| 20 | 250191.00581046 | 8180574. | | | | | | | | 36.00 | 0.00 | |
| 21 | 250322.66744970 | 8180522. | | | | | | | | 36.00 | 0.00 | |
| 22 | 250454.34653284 | 8180470. | | | | | | | | 30.00 | 0.00 | |
| 23 | 250586.00649577 | 8180418. | | | | | | | | 40.00 | 0.00 | |
| 24 | 250638.32224083 | 8180549. | | | | | | | | 41.00 | 0.00 | |
| 25 | 250506.66170240 | 8180601. | | | | | | | | 43.00 | 0.00 | |
| 26 | 250375.00127282 | 8180653. | | | | | | | | 42.00 | 0.00 | |
| 27 | 250243.31981643 | 8180705.34330644 | 4.90 | 4.60 | 13.00 | 111.00 | 2.40 | 0.50 | 8.30 | 39.00 | 0.00 | |
| 28 | 250111.65815840 | 8180757.29674297 | 5.00 | 4.80 | 9.90 | 110.00 | 2.50 | 0.60 | 8.50 | 40.00 | 0.00 | |
| 29 | 249979.99469001 | 8180809.25055459 | 5.00 | 4.80 | 9.20 | 110.00 | 2.70 | 0.60 | 8.10 | 44.00 | 0.00 | |
| 30 | 249848.33156062 | 8180861.20365911 | 5.20 | 4.60 | 10.20 | 110.00 | 2.90 | 0.70 | 8.20 | 48.00 | 0.00 | |
| 31 | 249900.64456696 | 8180992.06423080 | 5.00 | 4.30 | 17.90 | 110.00 | 2.20 | 0.70 | 8.10 | 41.00 | 0.00 | |
| 32 | 250032.30827152 | 8180940.11072401 | 5.20 | 4.90 | 14.60 | 110.00 | 2.80 | 0.90 | 8.60 | 47.00 | 0.00 | |
| 33 | 250163.97231514 | 8180888.15651015 | 5.20 | 4.80 | 6.50 | 110.00 | 2.70 | 0.90 | 8.50 | 46.00 | 0.00 | |
| 34 | 250295.63456126 | 8180836.20156444 | 5.00 | 4.60 | 9.10 | 110.00 | 2.30 | 0.60 | 8.30 | 39.00 | 0.00 | |
| 35 | 250427.29758130 | 8180784.20827460 | 5.00 | 4.60 | 9.70 | 115.00 | 2.10 | 0.50 | 8.00 | 36.00 | 0.00 | |

Salvar como

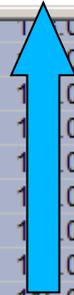
Salvar em: Desktop

- Meus documentos
- Meu computador
- Meus locais de rede
- solos.prn

Nome do arquivo: solos.prn

Salvar como tipo: Texto formatado (separado por espaços)

Salvar Cancelar



Tópicos Slides

82

83

84

85

86

87

88

VESPER ©MMII ACPA

Run Kriging Program Save Control File Register Exit

Files Kriging Variogram

Directory: c:\

Analysis Title: Kriging analysis

File Name: THAXYZ.TXT

Data file

C:\Arquivos de programas\Vesper\data\THAXYZ.TXT

No. columns: 3

X Column: 1 Data Column: 3

Y Column: 2

File Preview:

```
x,y,z
50.16571,38.60503,6.73180134
51.81264,38.41478,5.38031385
53.48674,37.77423,4.83549547
```

Kriged Output File: kriged.txt View Output

Report File: report.txt Output File Conversion

Parameter File: parameter.txt

Layout do slide

Aplicar layout de slide:

Layouts de texto

Layouts de conteúdo

Layouts de texto e conteúdo

Mostrar ao inserir novos slides

Tópicos **Slides**

83

84

85

86

87

88

89

Variogram Model

Data File

Variogram Calculation
 No. lags
 Lag tolerance (% of lags)
 Define max distance

Model

 Weighting

Fitting Control Panel
 Iteration RMSE AIC
 Nugget
 C1
 A1

Layout do slide

Aplicar layout de slide:

Layouts de texto

Layouts de conteúdo

Layouts de texto e conteúdo

Mostrar ao inserir novos slides

Vesper1.6

File Edit View State Window Help

VESPER - Unregistered Version © ACPA MMII

Kriging point 3212 of 10000

Running

Layout do slide

Aplicar layout de slide:

Layouts de texto

Layouts de conteúdo

Layouts de texto e conteúdo

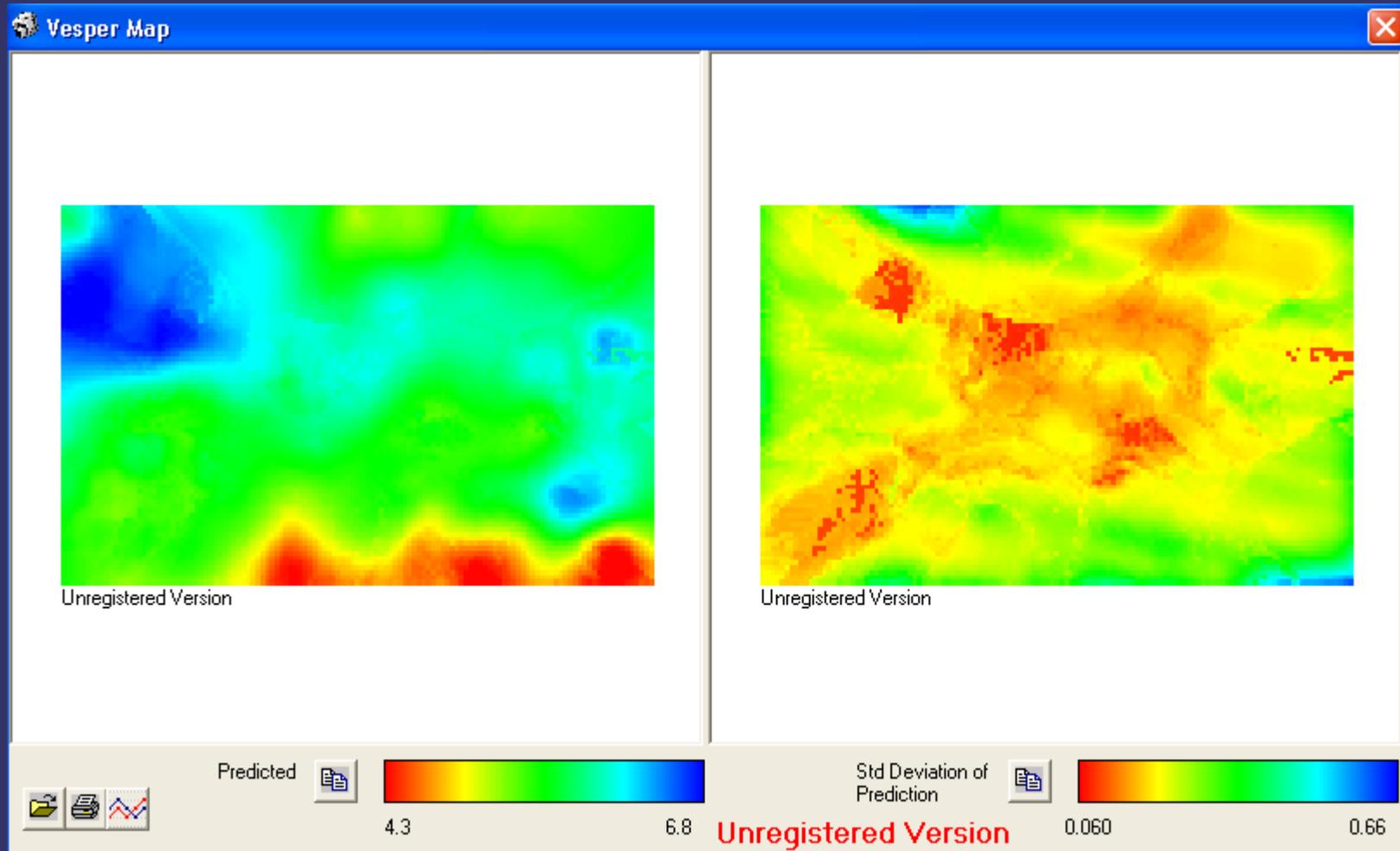
Mostrar ao inserir novos slides

Clique para adicionar anotações

Desenhar AutoFormas

Slide 90 de 90 Design padrão Português (Brasil)

Mapa de P gerado no Vesper



Resultado da interpolação

- ✓ Arquivo txt:
- ✓ K_kriged.txt (potássio estimado pela interpolação por krigagem)
- ✓ Para exportar em formato shp para as diversas máquinas com controladores VRT utilizar o software wayp2shp
- ✓ Se o sistema aceitar em formato dbf IV utilizar o excel ou o open office.

Sumário

- ✓ Visão geral básica da variabilidade espacial e como abordar usando ferramentas da AP
- ✓ Estado da arte da AP: enfoque forte no manejo da fertilidade do solo
- ✓ Sensores para obtenção de amostragem intensa aumentando a confiabilidade dos mapas e reduzindo custos com laboratórios
- ✓ Estudos de Caso
- ✓ Projetos da Embrapa na área
- ✓ Mini-capacitação para geração de mapas georreferenciados.

Projetos em andamento

- ✓ MP1: Grandes Desafios Nacionais
 - Desenvolvimento de um algoritmo baseado em sensores para a recomendação da adubação nitrogenada em taxas variáveis
 - Uso de sensores e fotografias aéreas no diagnóstico e manejo da adubação nitrogenada de cobertura no milho



Futuras Ações

- ✓ Pesquisa
 - Integração de sensores de solo e planta
 - Sensoriamento remoto de baixa altitude
 - Mapeamento e Zoneamento para geração de banco de dados para produtores
- ✓ Transferência de tecnologia
 - Dias de campo em áreas de pesquisa
 - Curso de AP para a realidade do MT

“Destruam as cidades e conservem os campos, e as cidades ressurgirão.

Destruam os campos e conservem as cidades, e estas sucumbirão”

Abraham Lincoln

Muito Obrigado!

luciano.shiratsuchi@embrapa.br

