

V Simpósio Regional • IPNI Brasil

BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES

Rio Verde - GO • 28 e 29 de Maio de 2013

**Estamos utilizando corretamente as
ferramentas da agricultura de precisão
como suporte para as BPUFs?**

Leandro M. Gimenez



Apresentação



MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

DETERMINAR O IMPACTO SOBRE CUSTOS DIRETOS E **INDIRETOS**

RESPONDER À QUESTÃO: COMO FAZER?

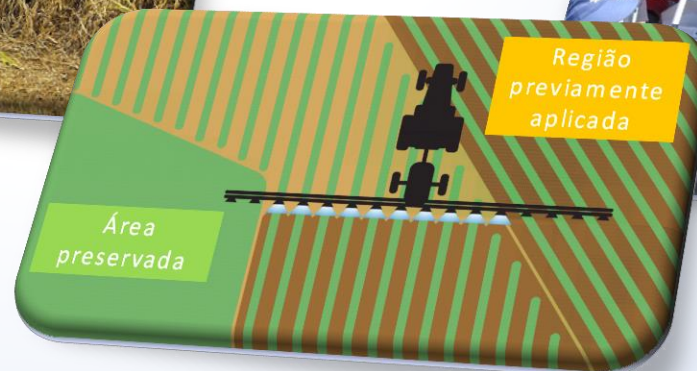
MANEJO DA VARIABILIDADE ESPACIAL

Retrospecto AP

- ✓ Chegada ao Brasil em 1996 através da indústria
- ✓ 1999 academia intensifica ações de pesquisa
- ✓ 2002 iniciativa privada oferece serviços
- ✓ 2008 regionalização de serviços e empresas
- ✓ 2012 “pacotes” de serviços
- ✓ 2013 resultados ambíguos

Construindo uma visão sobre Manejo da Variabilidade Espacial

Eletrônica embarcada em máquinas agrícolas



Construindo uma visão sobre Manejo da Variabilidade Espacial

- ✓ A percepção da variabilidade é inerente ao agricultor
- ✓ Aumento em escala impediu o tratamento localizado
- ✓ Novas ferramentas permitem melhorar a eficiência na utilização de máquinas agrícolas, caracterizar e corrigir ou conviver de modo sustentável com a variabilidade espacial
- ✓ Devemos utilizar estas ferramentas como **auxiliares ao processo de produção e nunca em detrimento à ciência agrônômica**

Manejo da Variabilidade Espacial

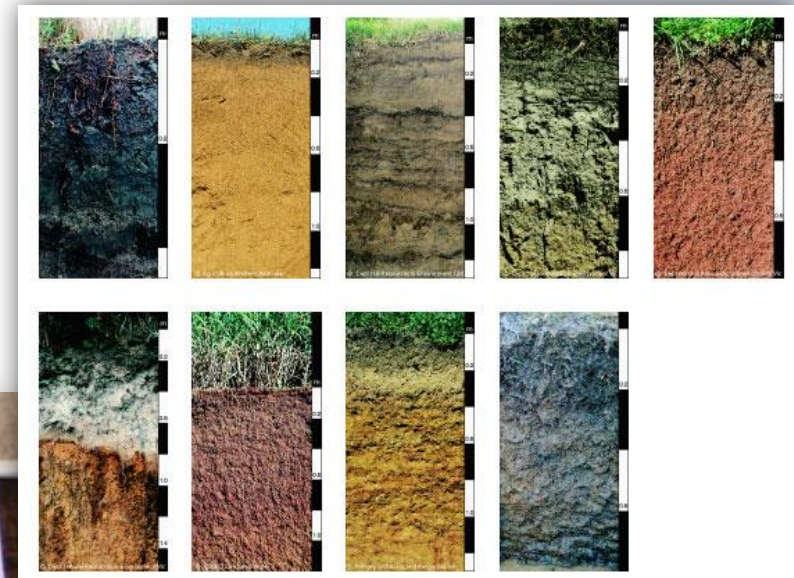
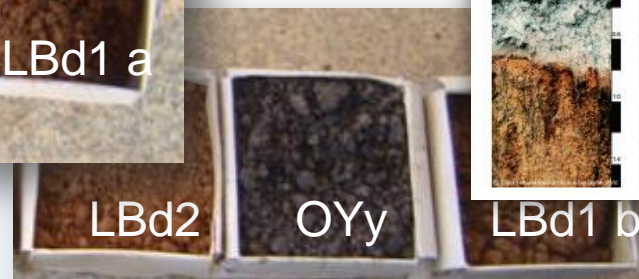
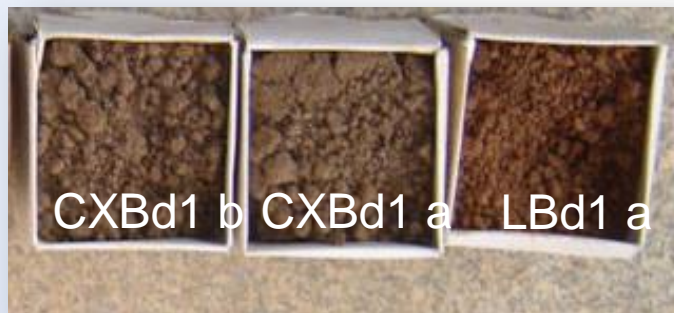
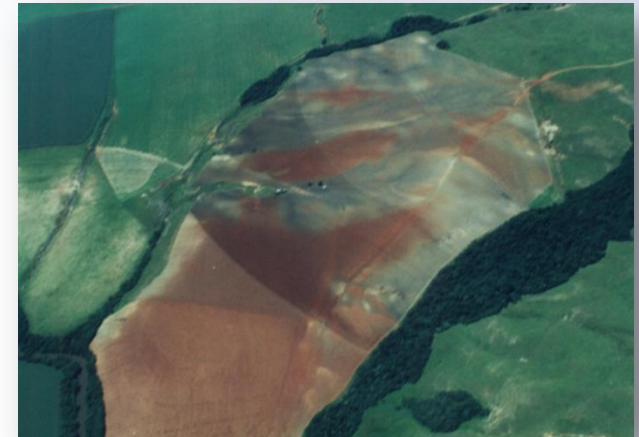
REQUISITOS

Existe?

Qual a distribuição espacial?

Oscila ao longo do tempo?

Qual a intensidade?



Relação Efeito - Causa

Caracterização da variabilidade

Vigor, Biomassa, Produtividade → **Efeito**

Ambiente → **Causa**

Água, nutrientes, impedimentos físicos, bióticos

Tratamento localizado

Fertilizantes e corretivos

Preparo do solo

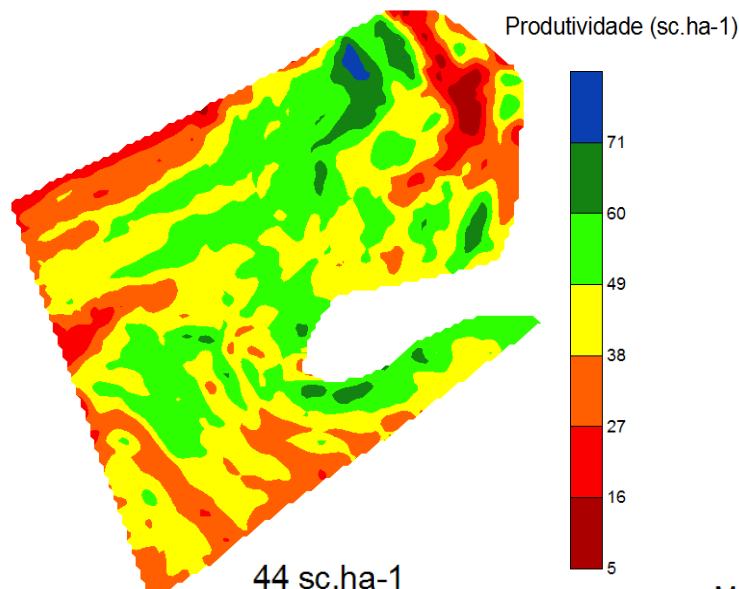
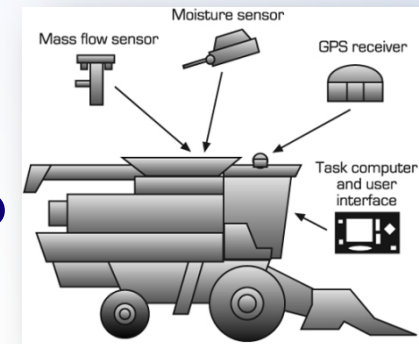
População de plantas

Qual o custo da variabilidade espacial?

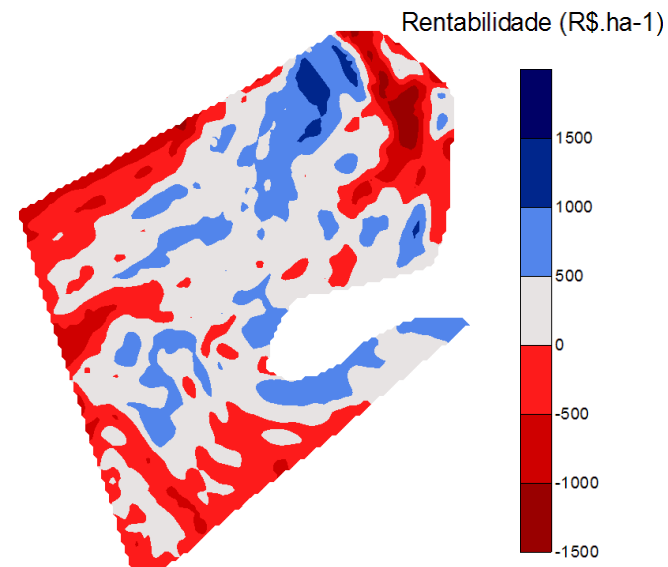
Mapa de produtividade

Resultado de todas as ações de manejo

Variabilidade do retorno econômico



Gimenez, L.M. (2012) – Fundação MT



Média = 131.6 R\$.ha-1
Custo Prod IMEA = 1690 R\$.ha-1, Vlr. venda 41.4 R\$.sc-1

Qual o custo da variabilidade espacial?

No MT coeficientes de variação para soja oscilando entre 7 e 30%, com média de 16%

Cultura	Produtividade Kg.ha ⁻¹	Kg.ha ⁻¹ em função do CV da Produt. (%)							
		5	10	15	20	25	30	35	40
Algodão	3600	180	360	540	720	900	1080	1260	1440
Milho	8000	400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200
Soja	3000	150	300	450	600	750	900	1050	1200

Qual o custo da variabilidade espacial?

O objetivo final é baixar o CV? Sim, o da rentabilidade global

Variabilidade do retorno econômico

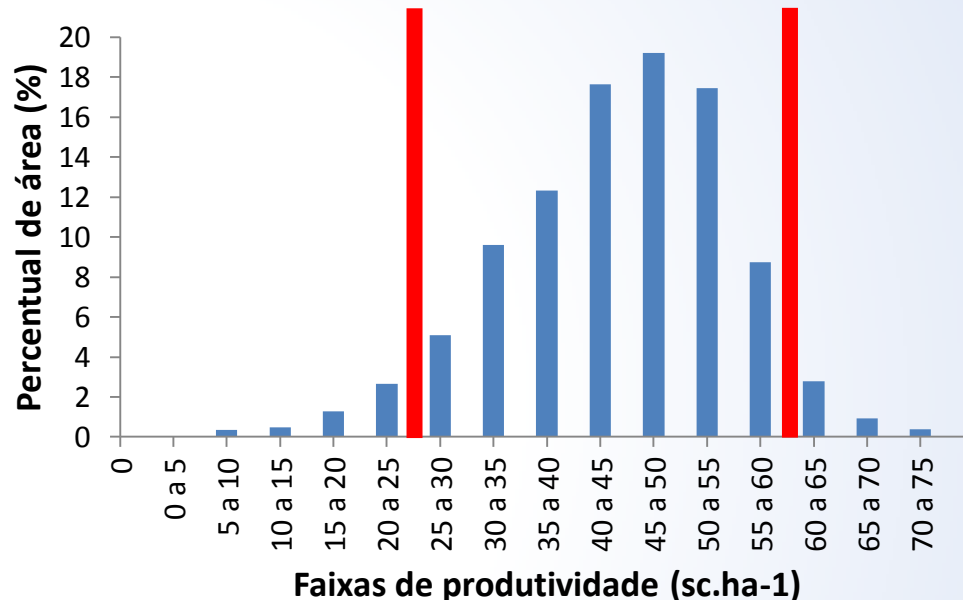
Cultura	Produtividade kg.ha ⁻¹	R\$.ha ⁻¹ em função do CV da Produt. (%)							
		5	10	15	20	25	30	35	40
Algodão	3588	408	816	1224	1632	2040	2448	2856	3264
Milho	7200	147	293	440	587	733	880	1027	1173
Soja	3000	113	225	338	450	563	675	788	900

Valores de venda: Algodão R\$34,0/@ em caroço, Milho R\$22,0/sc, Soja R\$45,0/sc.

Impacto Financeiro da Variabilidade Espacial

✓ 10% da área menos produtivo = 23,7 sc.ha⁻¹

✓ 10% da área mais produtivo = 60,4 sc.ha⁻¹



✓ Impacto da redução do fertilizante para produzir 23,7 sc.ha⁻¹ nos 10% menos produtivos = 26 R\$.ha⁻¹

✓ Impacto da elevação da produtividade em 1 sc.ha⁻¹ pela alocação do fertilizante nos 10% mais produtivos = 37,2 R\$.ha⁻¹

Uso de fertilizantes

Nutriente a aplicar

=

Nutriente demandado

-

Nutriente disponível

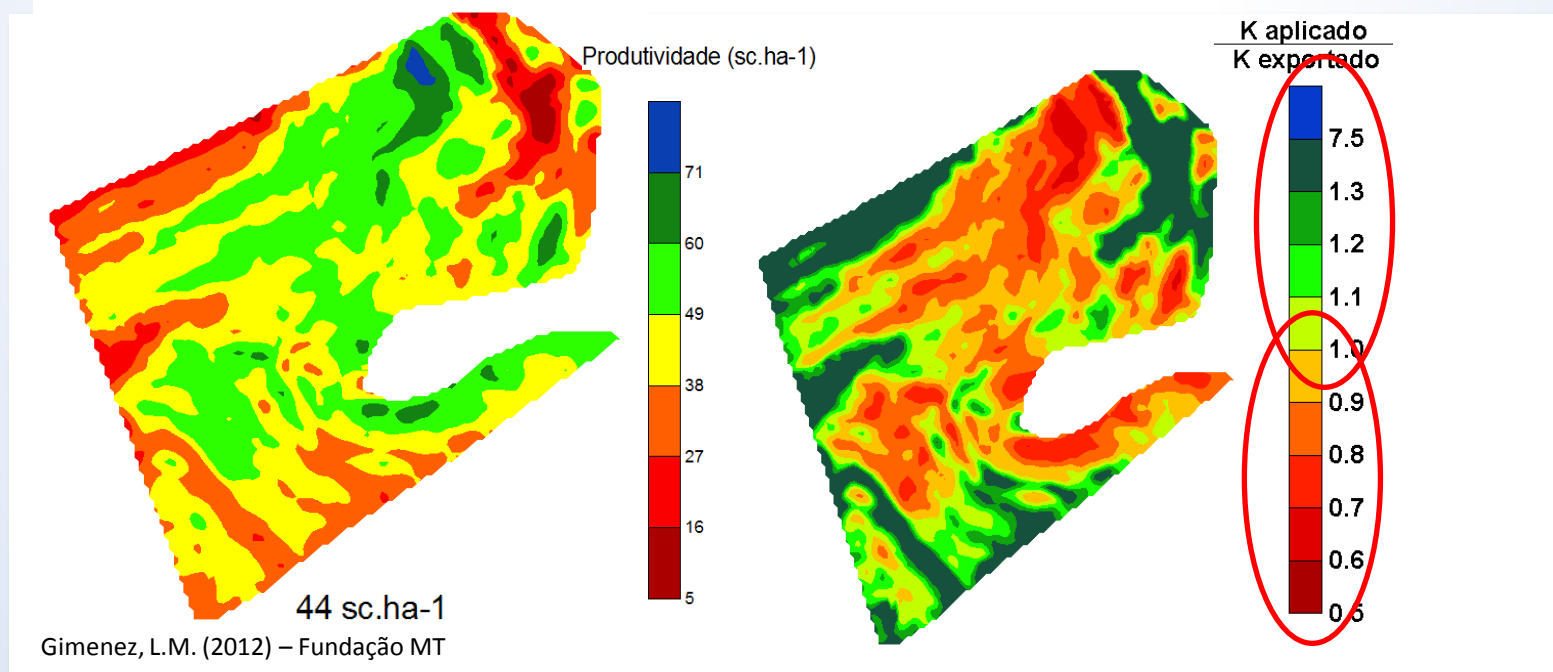


Qual a variabilidade espacial na eficiência dos nutrientes?

Aplicado ÷ Exportado

Porções que exportam mais do que recebem, tem **produção restringida**

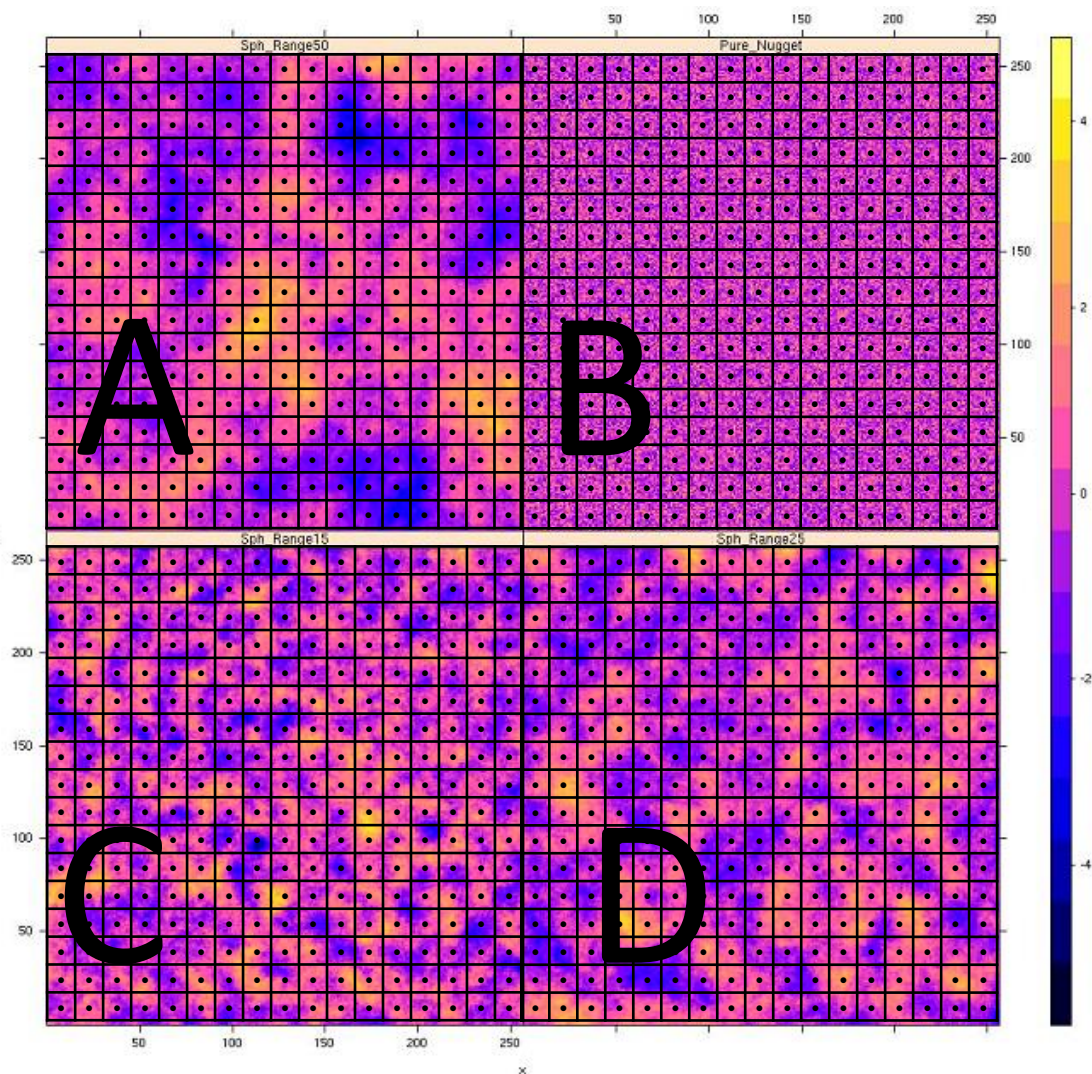
Áreas onde “sobra” nutriente, **outro fator limitante**



Como caracterizar a variabilidade espacial dos teores de nutrientes?

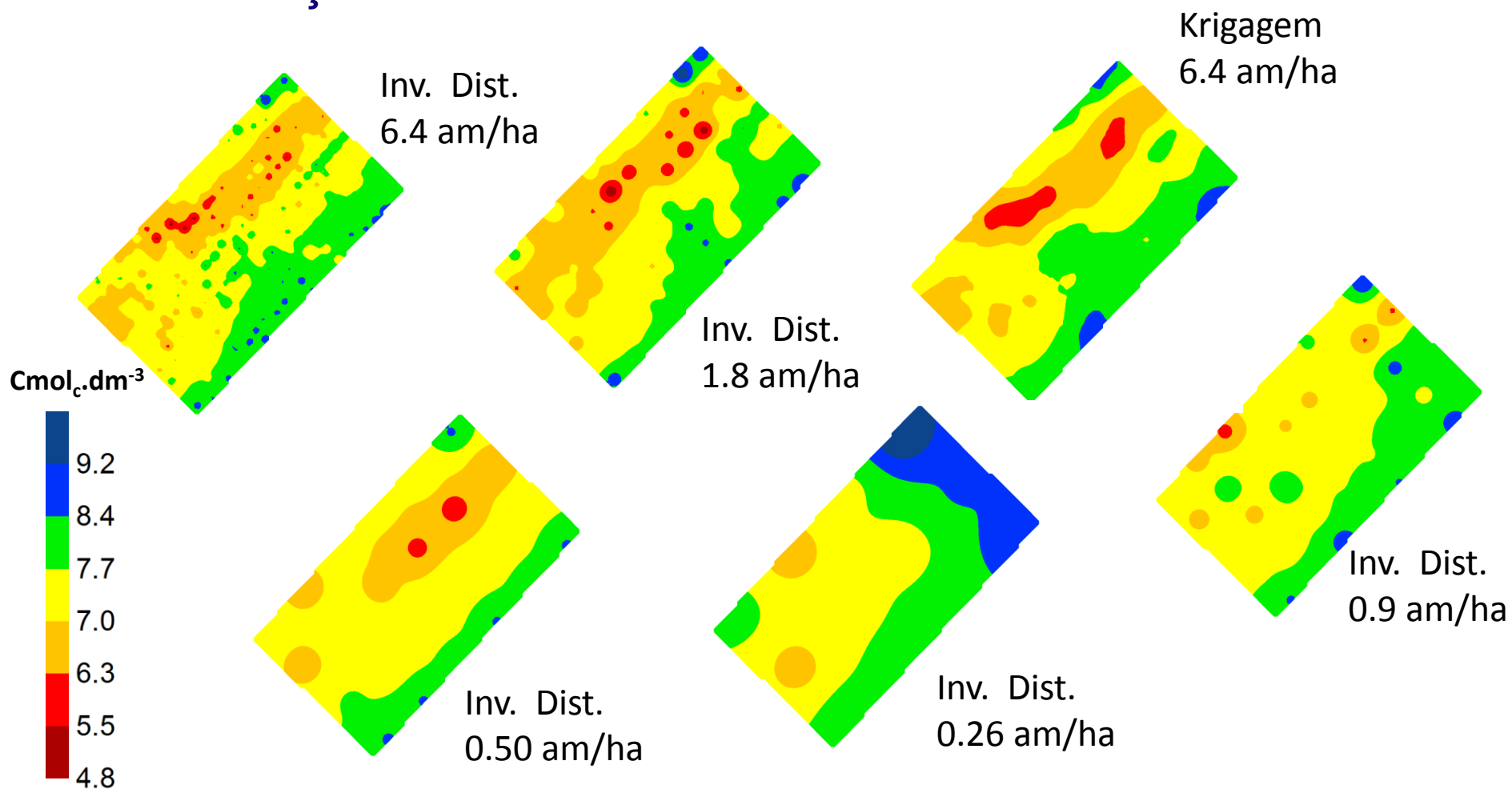
Amostragem sistemática em pontos

Capacidade de representar a variabilidade espacial é limitada pela densidade amostral, variabilidade induzida, erros na predição espacial



Como manejar a variabilidade espacial de nutrientes e corretivos?

- Limitações da amostragem em pontos
 - Definição da densidade amostral



Análise da eficiência agronômica do uso de nutrientes aplicados em taxa variável

Resultados de produtividade obtidos com a aplicação de KCl em cobertura, em solos com teores elevados de potássio (97 mg / dm^{-3}). Campo Verde-MT - 2005.

Descrição dos Tratamentos	Produtividade (sc/ha)
0 Kg/ha de K_2O - sem fungicida	31,1
0 Kg/ha de K_2O - com fungicida	75,6
130 Kg/ha de K_2O - sem fungicida	31,2
130 Kg/ha de K_2O - com fungicida	74,7
200 Kg/ha de K_2O - sem fungicida	33,3
200 Kg/ha de K_2O - com fungicida	74,8

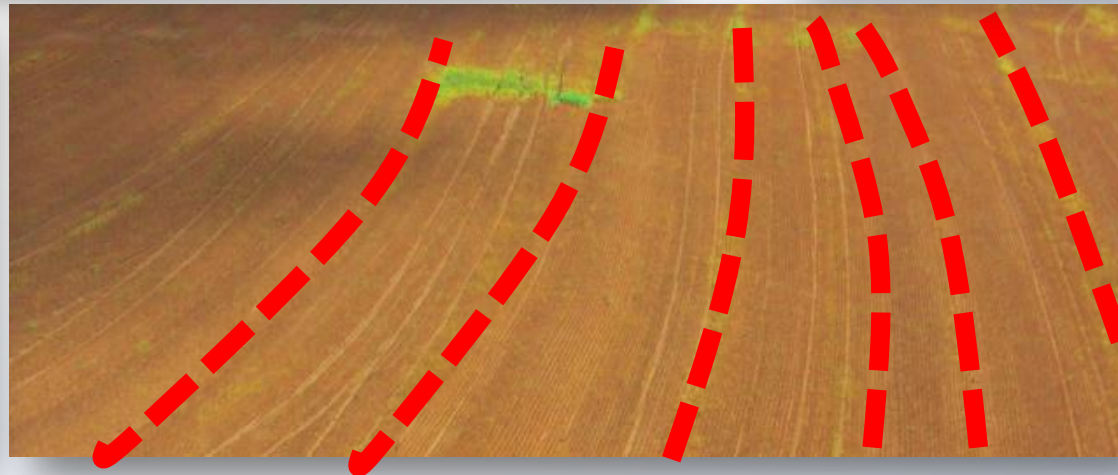
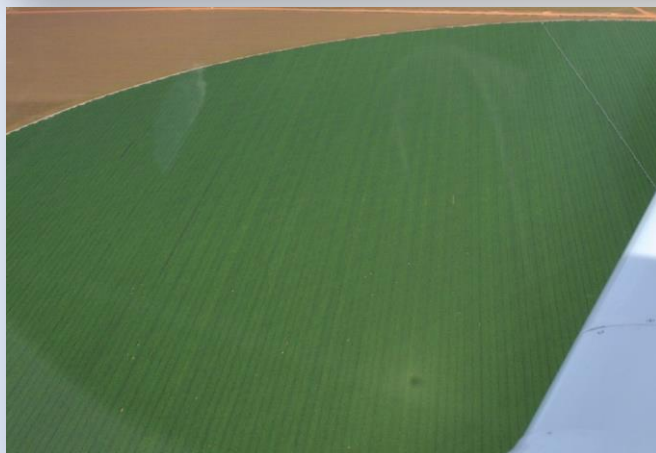
Fonte: PMA, Fundação MT - 2005

**Qual a resposta à adubação potássica?
Quantas safras fazendo “precisão”... e “economizando”
fertilizante sem que haja redução na produtividade?**

Como manejar a variabilidade espacial de nutrientes e corretivos?

Limitação da amostragem em pontos

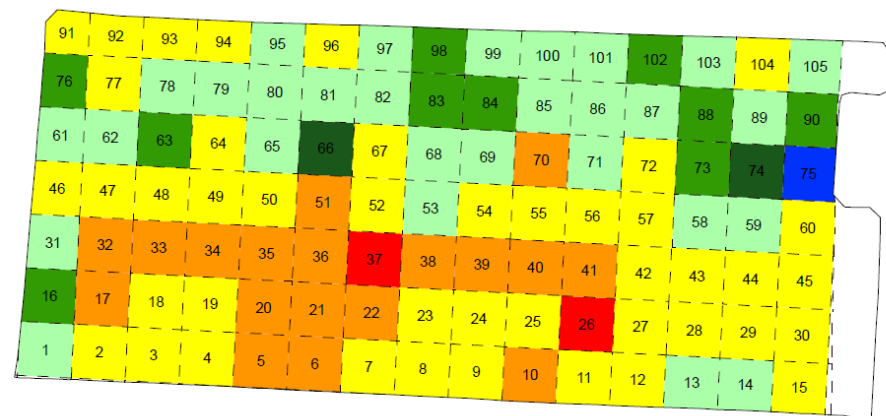
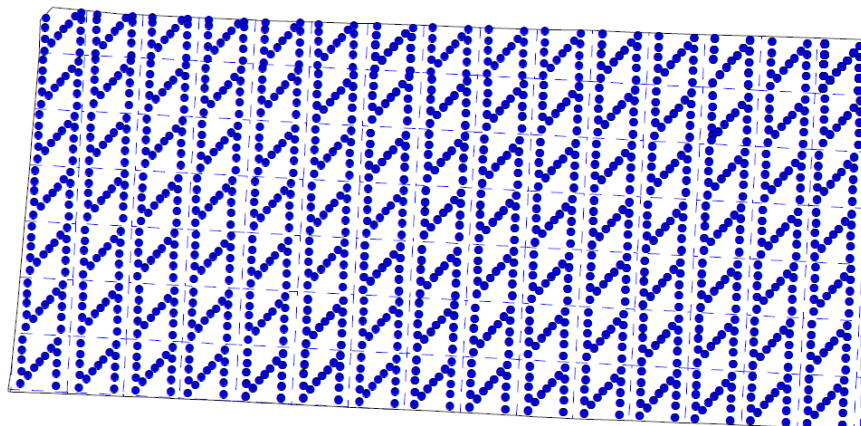
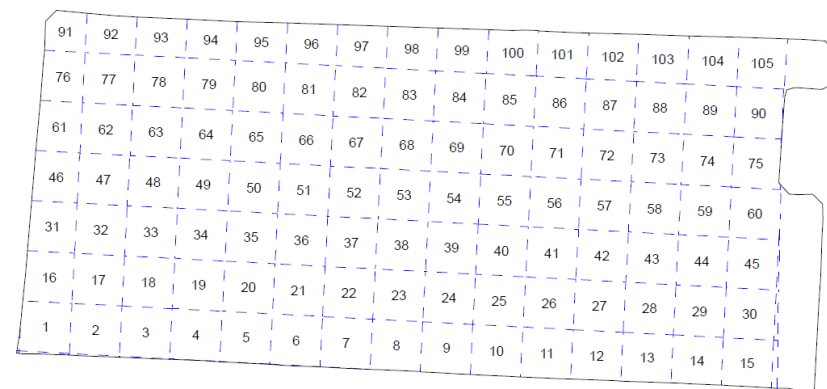
Variabilidade induzida nas operações mecanizadas



Como manejar a variabilidade espacial de nutrientes e corretivos?

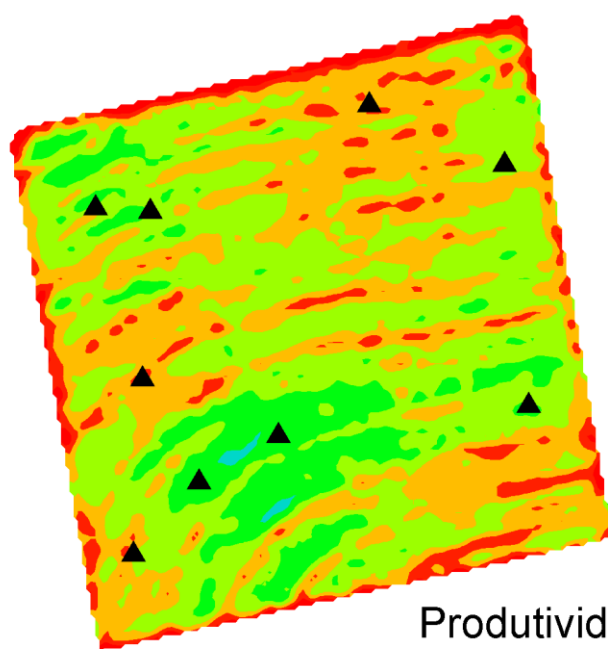
Amostragem sistemática em células

- ✓ Maior número de subamostras
- ✓ Maior tempo de coleta
- ✓ Menor densidade
- ✓ Menor frequência

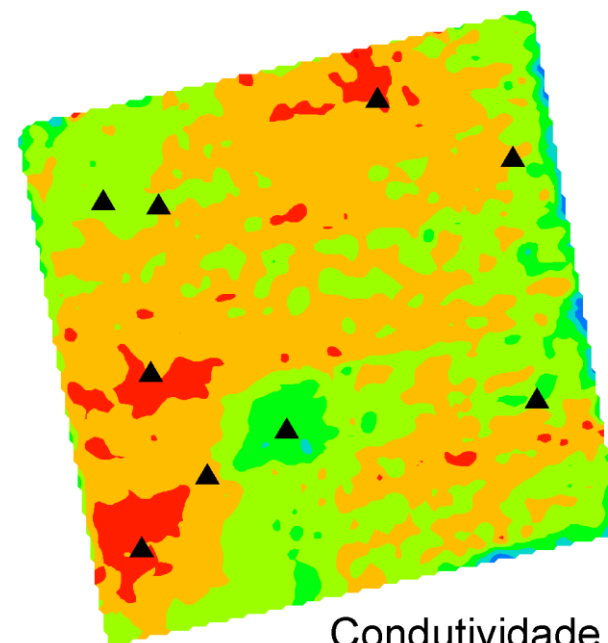
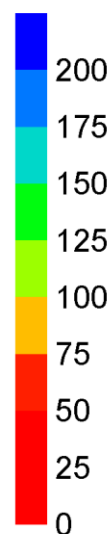


Como manejar a variabilidade espacial de nutrientes e corretivos?

Estabelecer relações de causa e efeito através de amostragens dirigidas



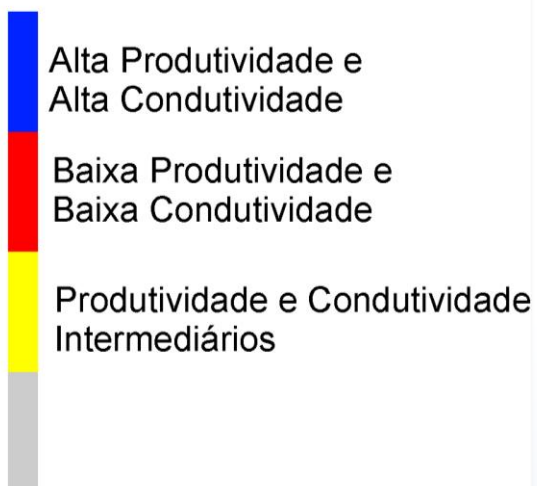
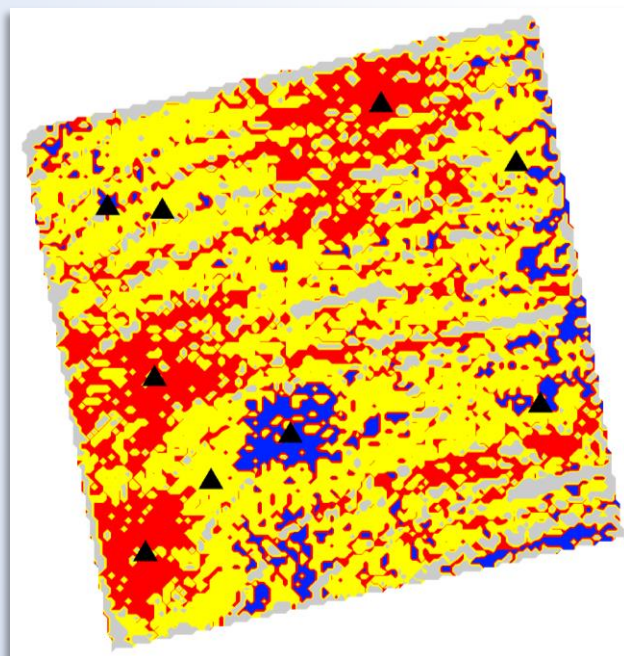
Produtividade
(média = 100)



Condutividade Elétrica
(média = 100)

Como manejar a variabilidade espacial de nutrientes e corretivos?

Estabelecer relações de causa e efeito através de amostragens dirigidas



Parâmetro	0 a 20 cm		
Argila (g.kg^{-1})	144	135	135
M.O (g.kg^{-1})	21,1	21,8	20,9
pH (CaCl)	5,5	5,3	5,5
Ca (cmol.dm^{-3})	2,4	2,3	2,6
Mg (cmol.dm^{-3})	0,9	0,8	0,9
K (mg.dm^{-3})	41	38	37
Al (cmol.dm^{-3})	0,0	0,0	0,0
CTC (cmolc.dm^{-3})	5,6	5,8	5,7
V%	59	55	64
m%	0	0	0
P (mg.dm^{-3})	26,6	27,6	29,4
S (mg.dm^{-3})	8,6	8,6	9,0
Zn (mg.dm^{-3})	7,7	9,0	8,1
Cu (mg.dm^{-3})	1,2	1,1	0,9
Mn (mg.dm^{-3})	12,7	21,5	13,6
B (mg.dm^{-3})	0,4	0,4	0,4

Quanto custa manejar a variabilidade espacial?

Serviços

Amostragem: R\$15 a R\$25/ha

Análise de rotina: R\$28/amostra

Exemplo: 1 amostra/3ha

$R\$75,0 + R\$28,0 = R\$103,0$

$R\$51,5/\text{ha}$ para intervalo 2 anos



Quanto custa manejar a variabilidade espacial?

Investimentos adicionais em máquinas

Operação	Custo op. (R\$.ha-1)*		Diferença R\$/ha
	Com AP	Sem AP	
Colheita	83,9	80,9	2,9
Semeadura	101,0	95,2	5,8
Aplicação fertilizantes	14,8	12,1	2,8
TOTAL	199,7	188,3	11,4

*Inclui custos fixos e variáveis para um conjunto mecanizado com capacidade de 1500 ha.

Quais as dificuldades práticas?

Recursos humanos

Operadores de máquinas, Agrônomos e Técnicos treinados

Prestadores de serviços

Diversidade de metodologias e valores

Amostradores automatizados

Diversidade de equipamentos para aplicação dos fertilizantes e baixa qualidade na aplicação

Mecanização agrícola

Qualidade dos equipamentos

Gestão das operações e produtos a serem aplicados

Como minimizar riscos na utilização da técnica?

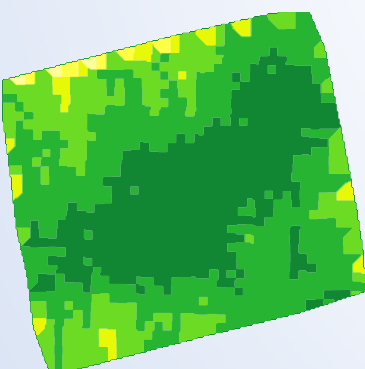
Realizar uma avaliação do sistema de produção

Histórico de abertura, operações e produtos

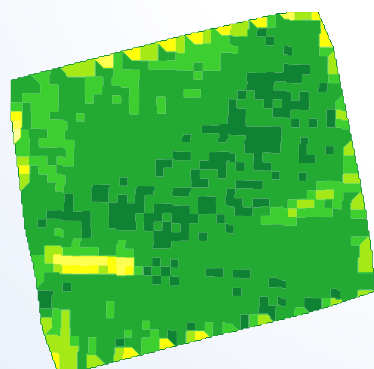
Relatos de produtores e funcionários

Vistorias a campo

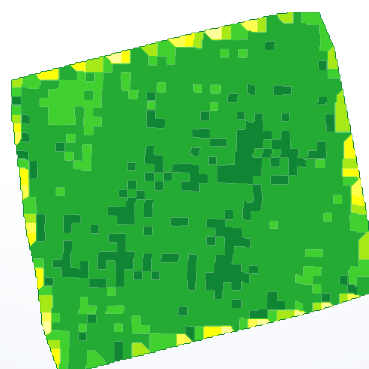
Levantamento dados disponíveis: imagens de satélite, mapas de altimetria, pedologia



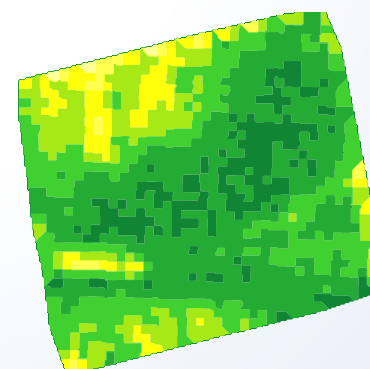
NDVI - 2008



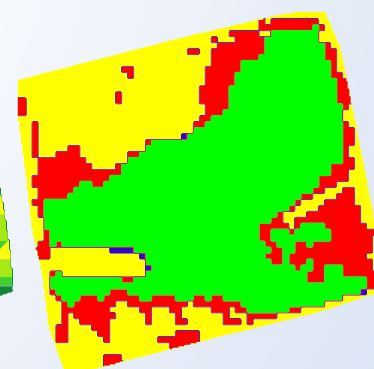
NDVI - 2008



NDVI - 2008



NDVI - 2008



Unidades

Como minimizar riscos na utilização da técnica?

Aplicações em Superfície

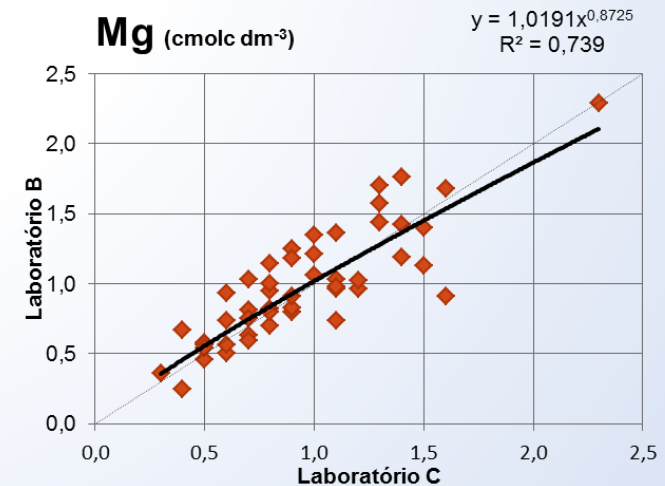
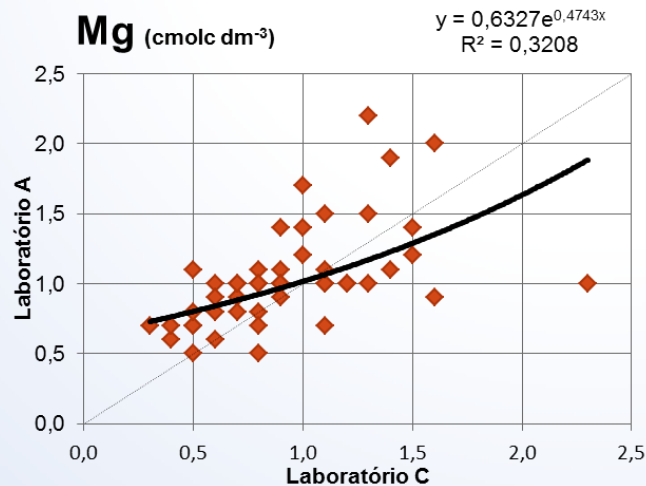
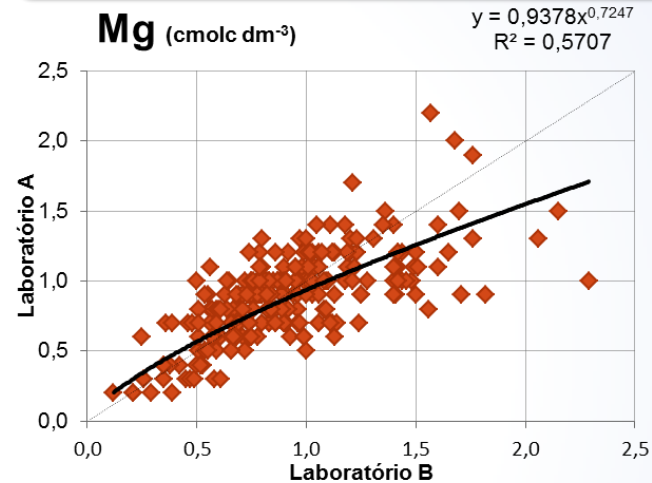
Estratificação dos teores de nutrientes – Ferramenta de coleta adequada?

Prof.	pH _{CaCl2}	P	K	Ca	Mg	Al	MO	SB	CTC	V%
0-2,5	5,5	19,8	0,37	5,4	1,5	0,0	4,1	7,3	10,6	69
2,5-5,0	5,2	13,7	0,27	3,8	1,2	0,0	4,0	5,3	10,3	51
5,0-7,5	4,6	12,4	0,21	2,4	0,8	0,3	3,8	3,4	9,8	35
7,5-10	4,5	8,4	0,14	1,9	0,7	0,3	3,5	2,7	9,5	29
10-12,5	4,5	3,9	0,12	1,7	0,6	0,4	3,7	2,4	9,6	25
12,5-15	4,4	1,7	0,12	1,1	0,5	0,4	3,0	1,7	8,2	21
15-17,5	4,3	1,4	0,10	0,6	0,3	0,4	2,4	1,0	6,4	16
17,5-20	4,3	0,6	0,10	0,4	0,2	0,5	2,2	0,7	6,2	11
0-20	4,7	7,6	0,19	2,3	0,9	0,2	3,4	3,4	9,2	37

Como minimizar riscos na utilização da técnica?

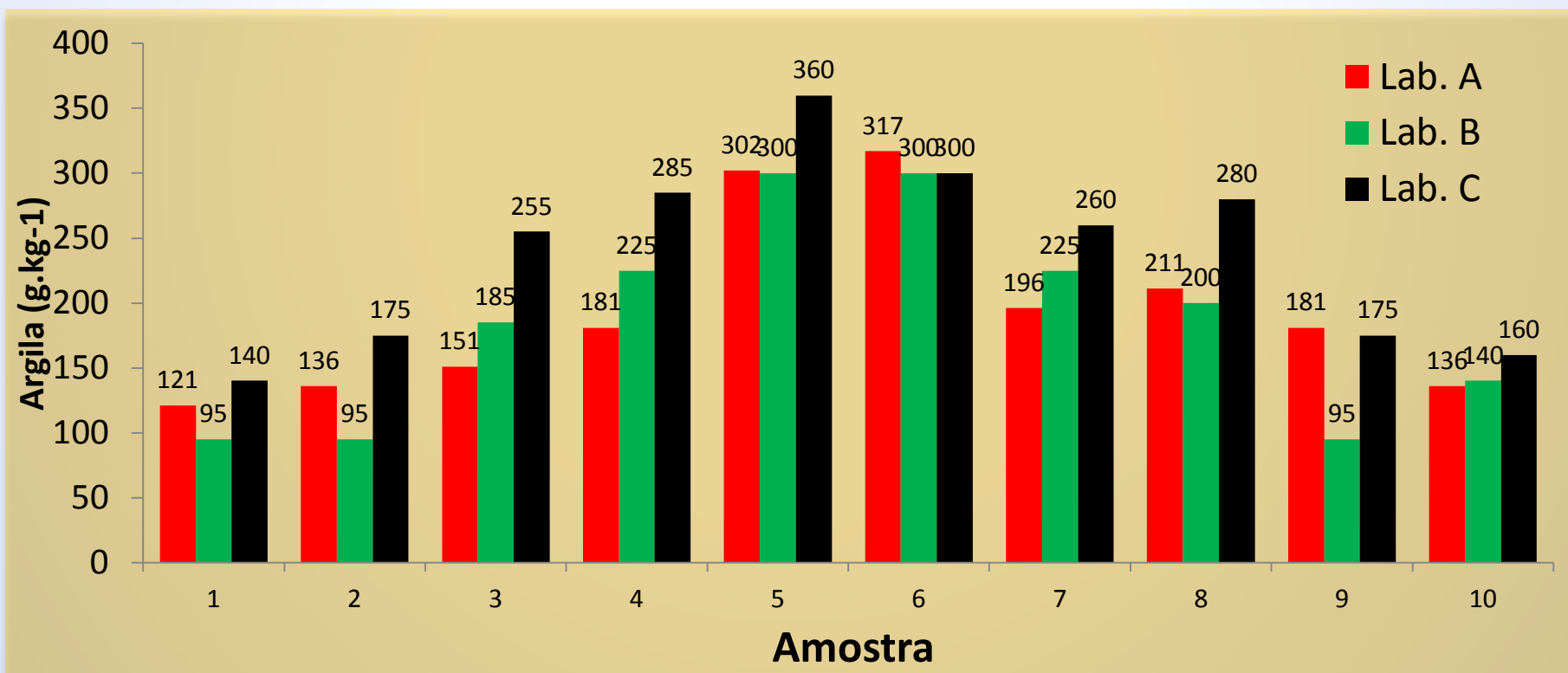
Qualidade dos resultados analíticos

Magnésio



Como minimizar riscos na utilização da técnica?

Qualidade dos resultados analíticos



Como minimizar riscos na utilização da técnica?



“Jogar a Lanço” ou Aplicar em Superfície?

Como minimizar riscos na utilização da técnica?



CENTRO

5 m

10 m

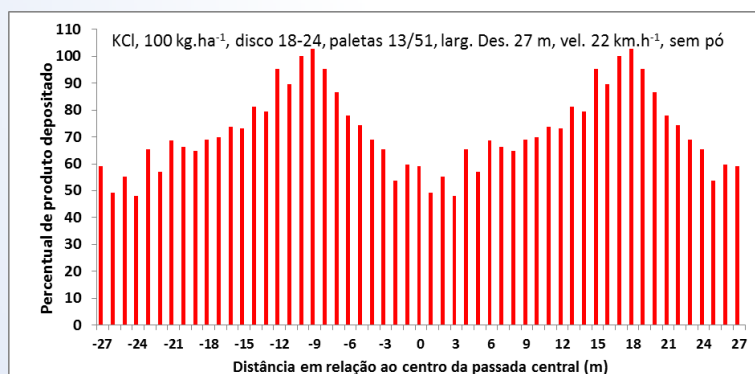
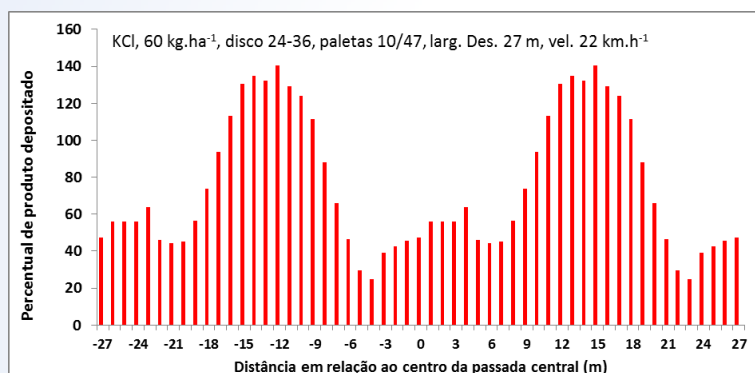
15 m

Como minimizar riscos na utilização da técnica?



Como minimizar riscos na utilização da técnica?

Diversas tentativas de ajuste



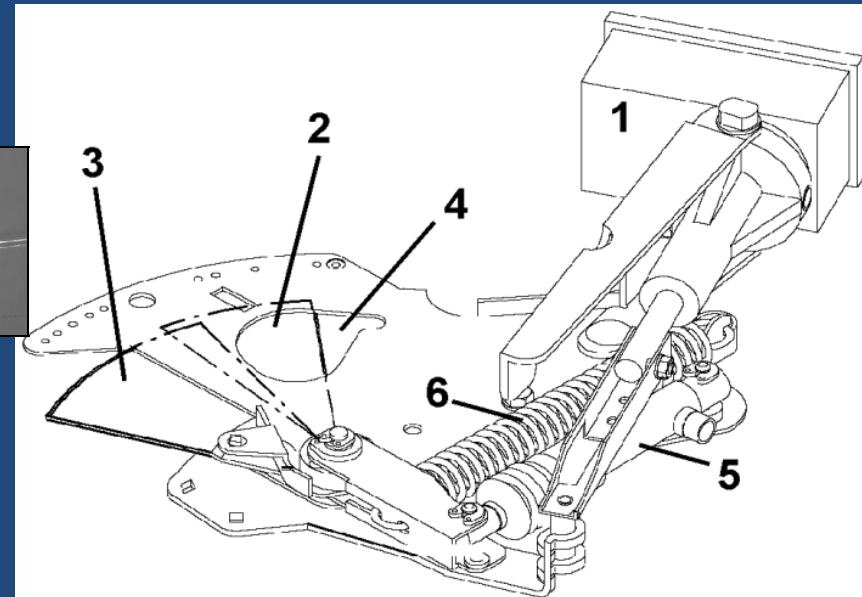
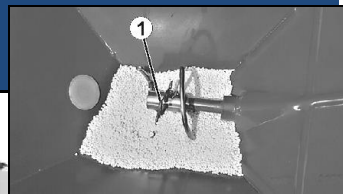
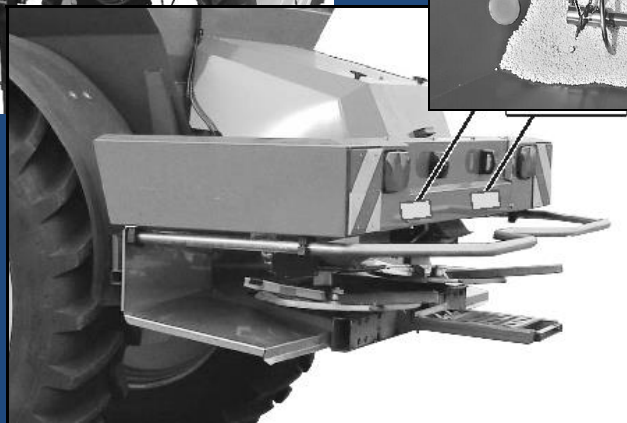
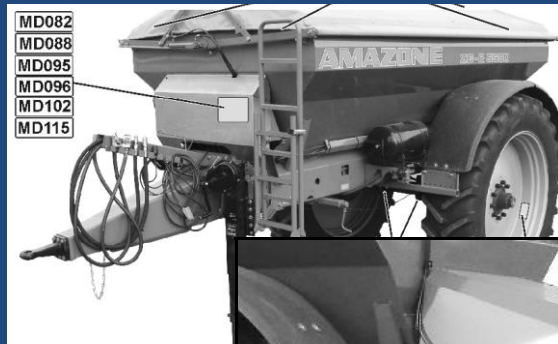
Gimenez, L. M. – Fundação MT 2012

Cloreto de potássio

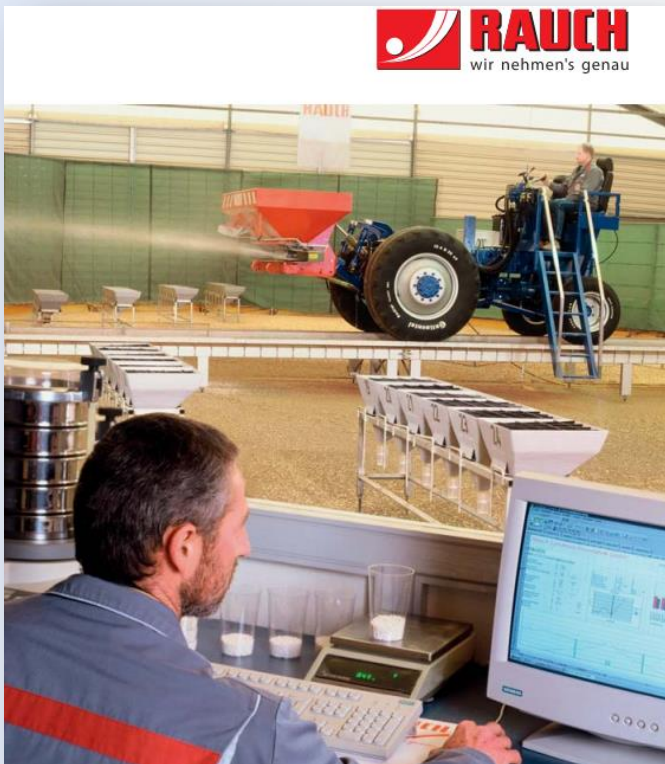
Valores de coeficientes de variação médios para as distribuições

Largura (m)	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1.7	1.4	2.4	1.9	1.3	1.5
4	1.8	1.4	1.2	0.9	1.8	2.4
5	1.3	2.4	2.4	2.9	2.3	3.0
6	1.6	6.3	2.8	5.7	6.6	3.3
7	3.2	6.0	3.5	6.4	4.8	4.4
8	5.4	3.5	5.9	4.5	7.3	3.4
9	10.2	4.3	9.0	7.1	7.1	4.8
10	16.7	5.8	9.6	11.0	6.7	7.0
11	21.2	7.6	9.9	20.0	9.3	9.9
12	21.6	8.4	9.7	25.6	12.3	8.0
13	18.0	9.9	8.7	25.6	12.0	3.7
14	12.8	8.9	8.5	20.0	8.8	8.5
15	7.4	8.9	7.5	10.9	9.1	16.5
16	7.3	10.4	7.3	4.5	12.0	24.6
17	10.2	13.3	7.9	14.1	14.6	30.8
18	13.8	14.6	8.3	24.6	19.9	35.5
19	17.3	15.5	9.5	33.5	24.3	38.1
20	20.1	14.5	10.9	40.8	27.1	39.3
21	21.9	13.3	13.4	47.0	29.7	38.9
22	22.7	11.4	15.1	51.3	31.5	37.2
23	22.7	11.3	18.1	54.1	32.6	34.4
24	22.0	11.4	20.7	55.1	31.8	30.6
25	21.1	14.0	23.6	54.7	30.5	26.2
26	20.5	17.4	26.6	52.6	28.1	21.4
27	21.0	21.4	29.1	49.2	25.4	17.3
28	22.7	25.4	31.9	45.0	22.7	14.8
29	25.7	29.1	34.4	40.5	19.9	15.6
30	29.4	32.7	37.3	35.8	17.9	18.7

Como minimizar riscos na utilização da técnica?



Como minimizar riscos na utilização da técnica?



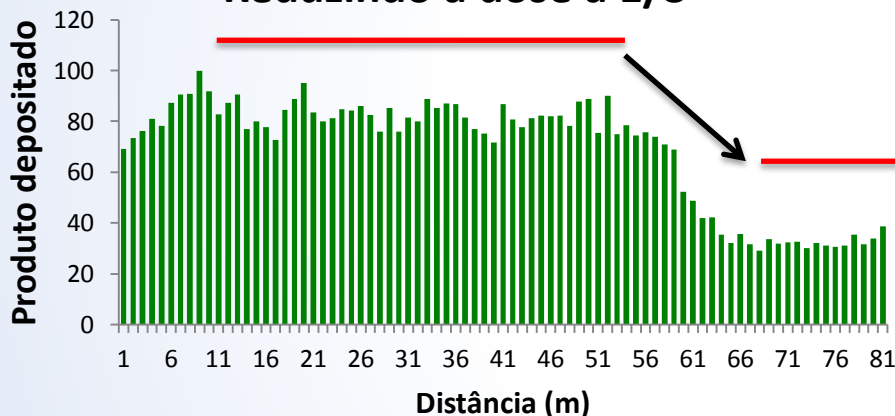
Como minimizar riscos na utilização da técnica?

Equipamentos com dosador do tipo esteira

Taxa variável

Controle da vazão

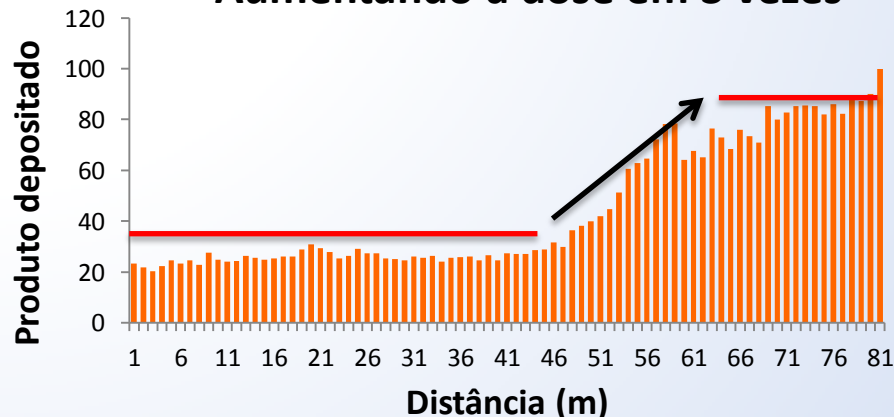
Reduzindo a dose a 1/3



67m – 59m = 8m
Operando a 20 km.h⁻¹ = 22 m
4 segundos, 106 m²

72m – 47m = 25m
Operando a 20 km.h⁻¹ = 71 m
12 segundos, 312m²

Aumentando a dose em 3 vezes



Uso indevido do fertilizante

ENTRADAS

Comprimento talhão	1500 m
Largura talhão	600 m
Largura barra pulverização	25 m
Dose aplicada	250 kg.ha ⁻¹
Valor do produto	1300 R\$/t
Produto lançado além da distância média	15 %

SAÍDAS

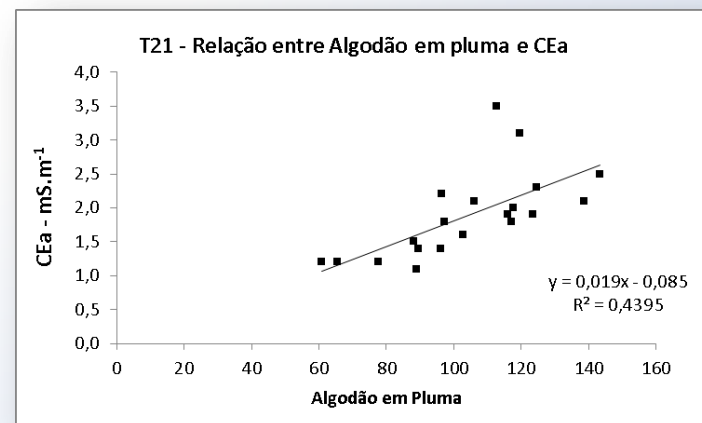
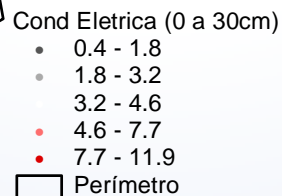
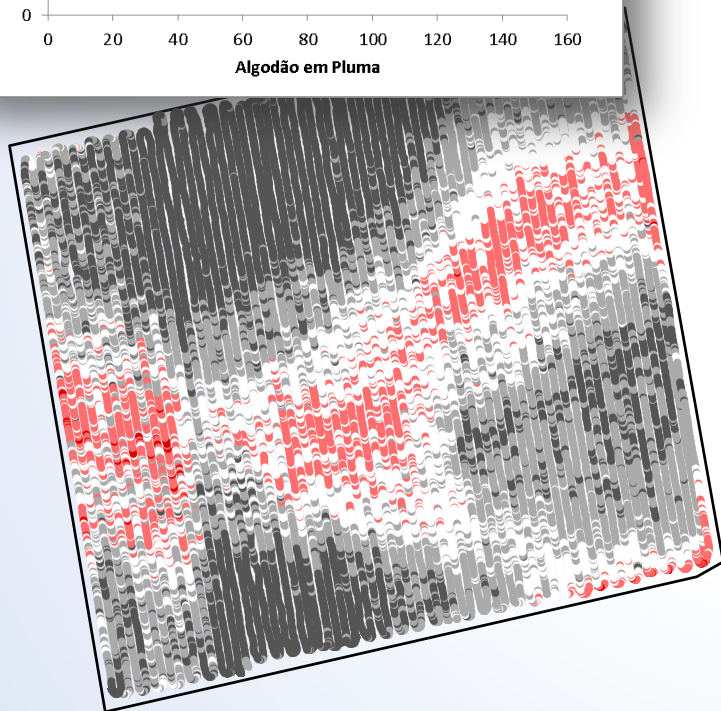
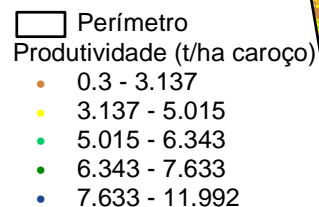
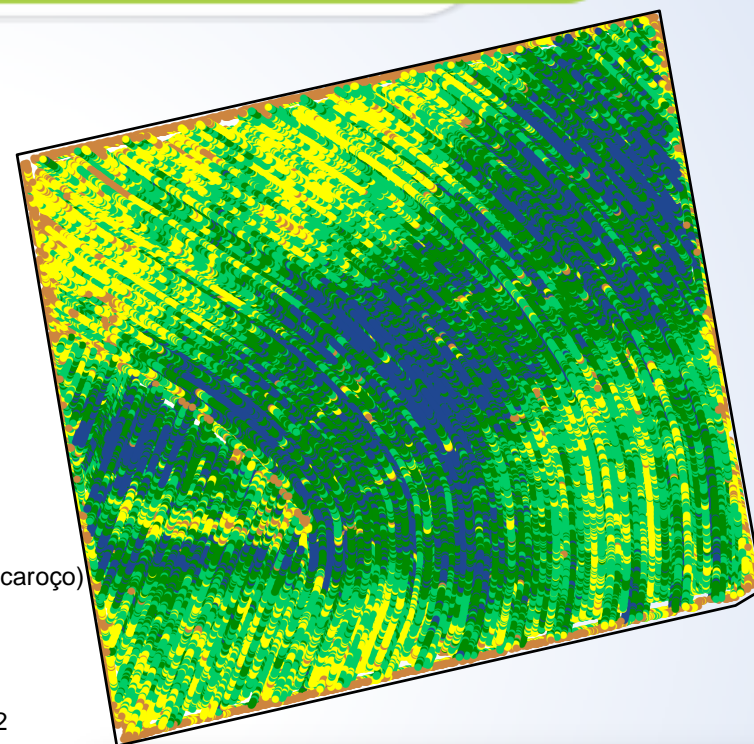
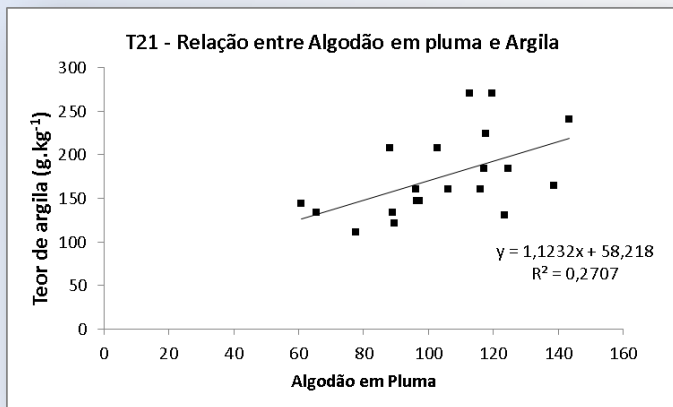
Área do talhão	90 ha
Perímetro	4200 m
Área borda	5,3 ha
Produto jogado no carreador	197 kg
Produto jogado no carreador	0,88 %
Valor desperdiçado	2,8 R\$/ha
Para cada 1000ha em 5 anos	14.219 R\$
Para cada 5000ha em 5 anos	71.094 R\$

Como minimizar riscos na utilização da técnica?

1º modelo pneumático nacional disponível para comercialização no Brasil este ano



Como minimizar riscos na utilização da técnica?



Gimenez, L.M. (2012) – Fundação MT

Como manejar a variabilidade espacial de nutrientes e corretivos?



Circular Técnica
nº 039
Fevereiro/2006

Aumento da rentabilidade através do gerenciamento localizado

✓ Engº Agrº Leandro M. Gimenez
Fundação ABC / Mecanização Agrícola
mecaniza@fundacaoabc.org.br

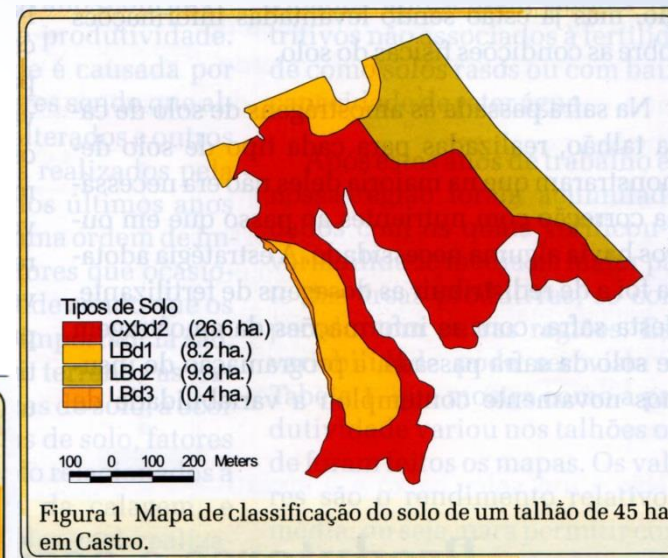
✓ Téc. Agric. Wagner P. G. dos Anjos
Fundação ABC / Mecanização Agrícola
wagner@fundacaoabc.org.br

Tabela 3 – Produtividade e rentabilidade para três talhões e seus diferentes tipos de solo.

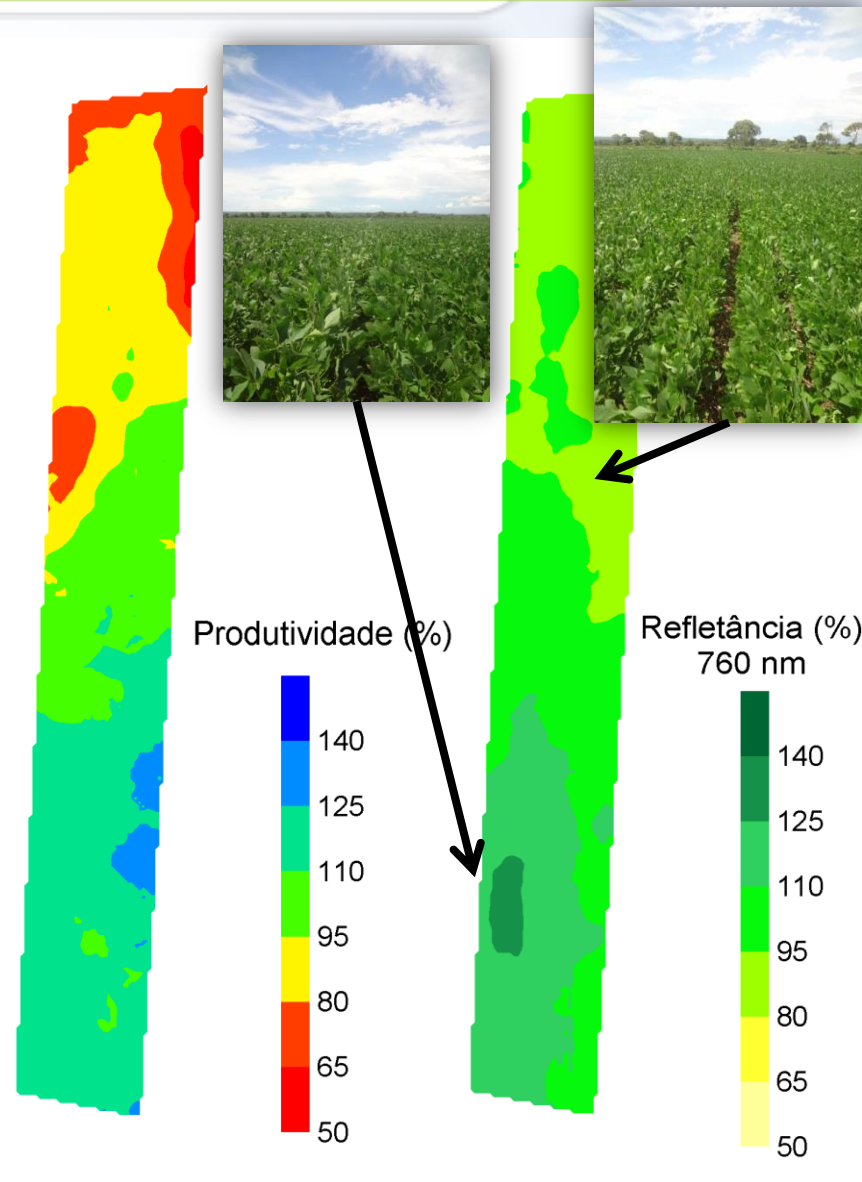
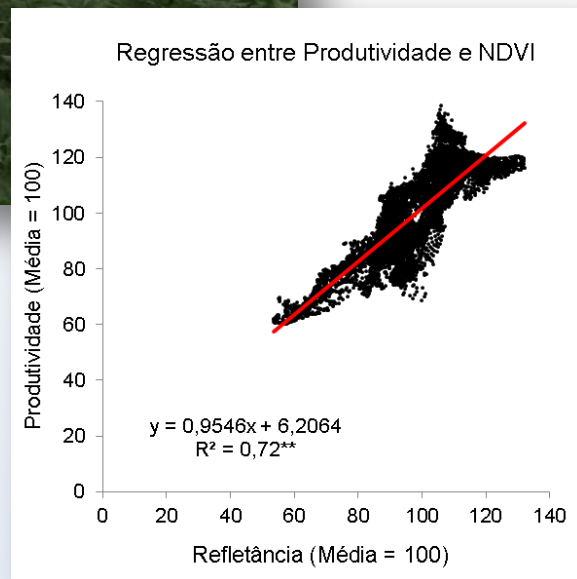
	Solo	Área ha	Produtividade kg/ha	Receita *	Renda Bruta ** R\$/ha		Diferença
Talhão 1 Milho	CXbd2	26,6	8666	2167	174	-291	
	LBd2	9,8	8770	2193	200	-265	
	LBd1	8,2	9828	2457	464	0	
Talhão 2 Milho	CXbd1	6,4	9104	2276	283	0	
	CXbd2	12,6	7916	1979	-14	-297	
	LBd2	3,9	8237	2059	66	-217	
Talhão 3 Soja	Oys	36,5	2735	1276	292	-47	
	GMdh	11,6	2836	1323	339	0	
	CXbd1	10,9	2687	1254	270	-70	

* Valores utilizados: R\$15,00/sc milho e R\$28,00/sc soja.

** Considerando apenas os custos variáveis/desembolso para a safra 2005/2006, R\$1993.00/ha para Milho e R\$ 984.00/ha para Soja.

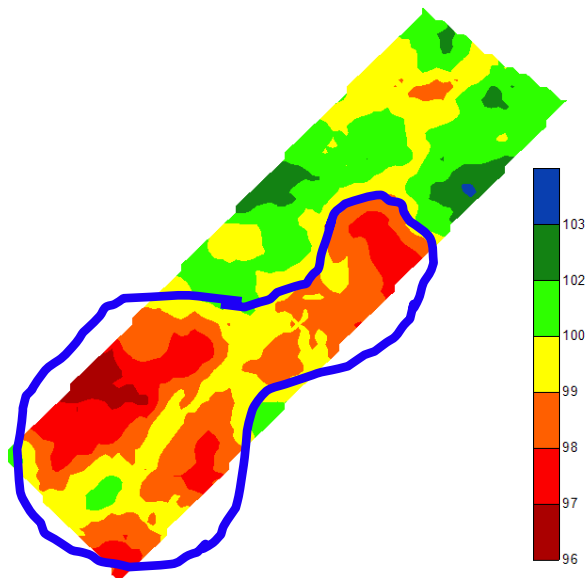


Como minimizar riscos na utilização da técnica?

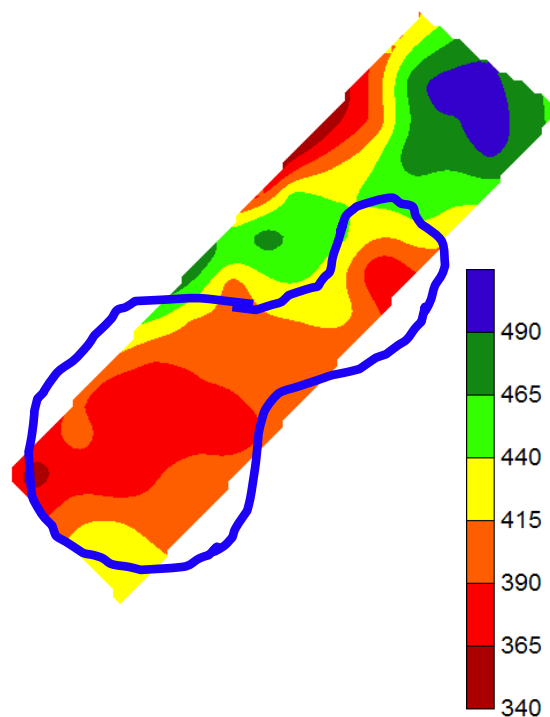


Como minimizar riscos na utilização da técnica?

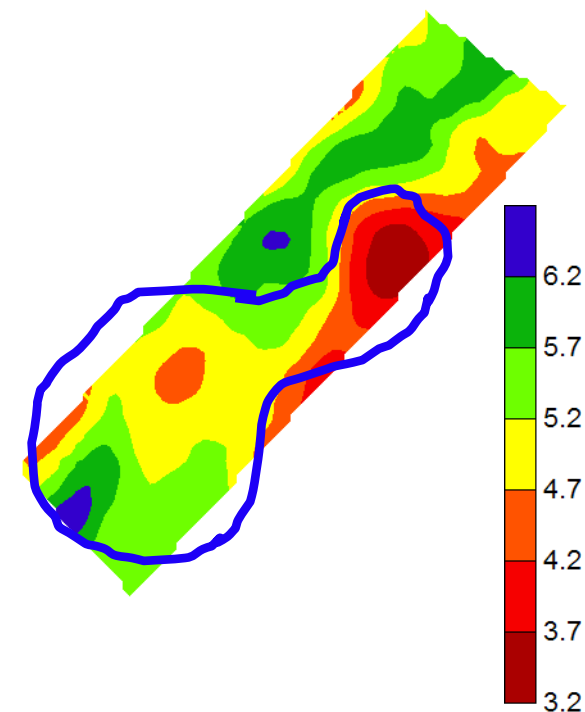
Milho 2011/2012
Rendimento Relativo (%)



Argila (g.kg-1)
0.1 a 0.2 m



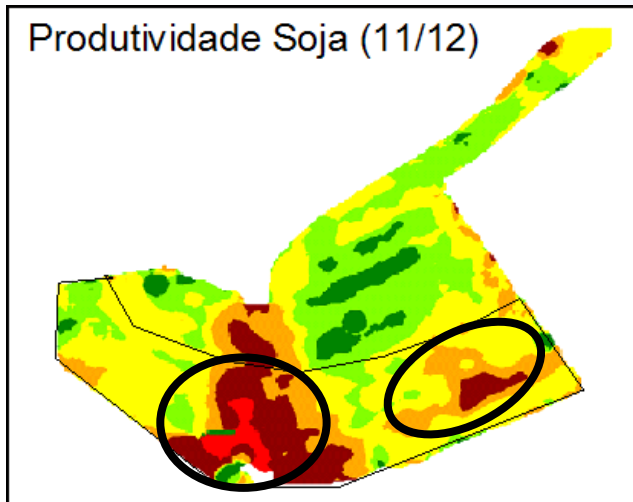
Condutividade Elétrica
Prof. - 0 a 0.3 m



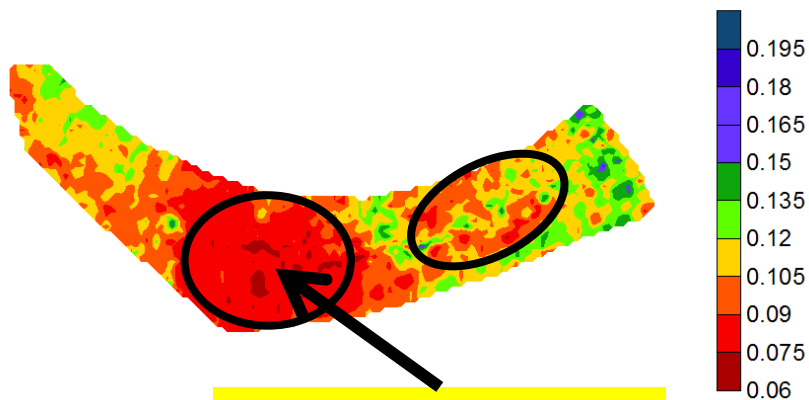
Gestão da água disponível: impedimentos físicos e químicos, população de plantas em taxa variável, herbicidas pré/residuais...

Unidades de manejo

Como minimizar riscos na utilização da técnica?



NDVI - Crotalaria 2012



Adubar cobertura verde?

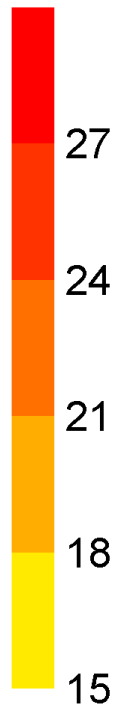
Condutividade Elétrica (mS.m-1)



Quando nutrientes não limitam



Argila (%)



Positivo

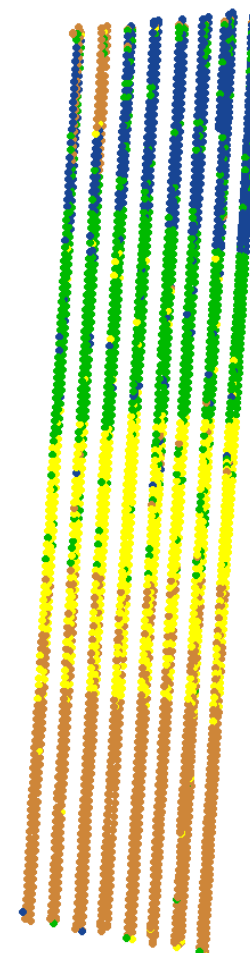
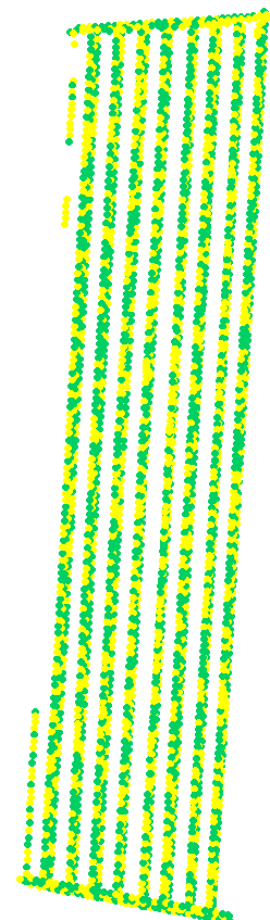
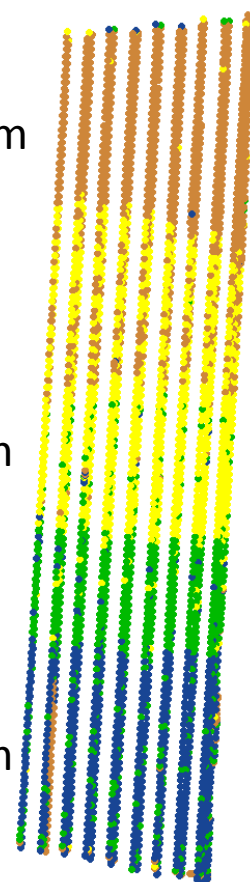
Padrão

Negativo

10 sem/m

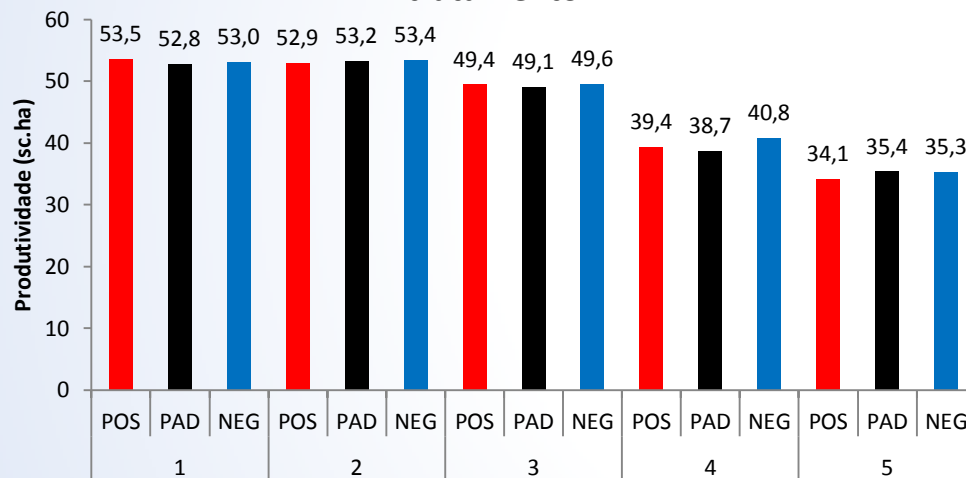
15 sem/m

20 sem/m



Resultados - Faixas

Valores de produtividade em função do ambiente e tratamento

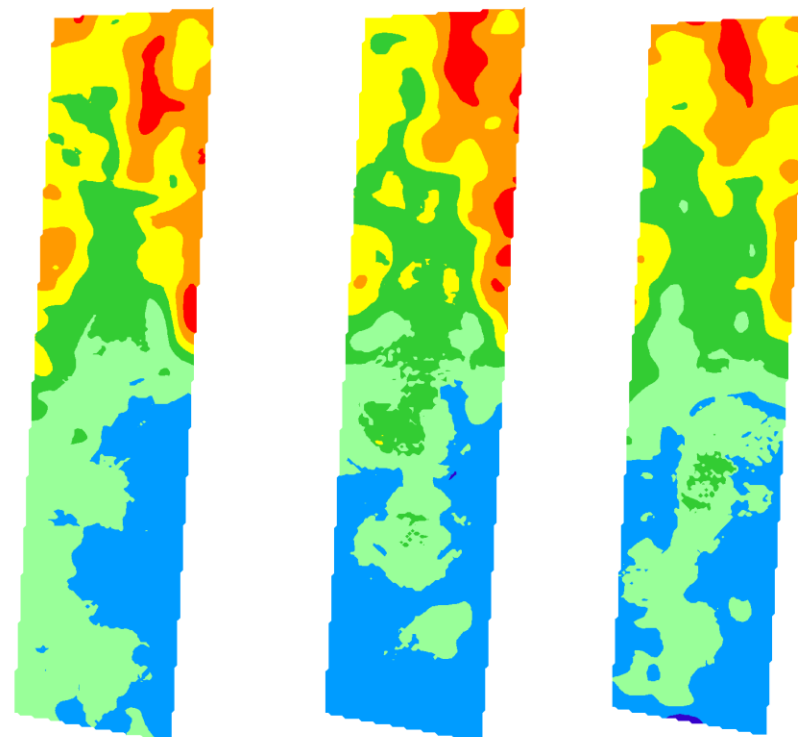


PADRÃO 44,5 sc.ha
 POSITIVO 44,6 sc.ha
 NEGATIVO 45 sc.ha

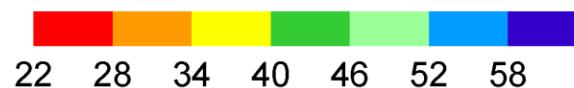
PADRÃO

POSITIVO

NEGATIVO



Produtividade (sc.ha)



Finalizando

Estamos utilizando corretamente as ferramentas da agricultura de precisão como suporte para as BPUFs?

- BPUFs estão sendo parcialmente atendidas havendo necessidade de melhoria
 - 4Cs:Fonte, Momento, Local, Dose
- Técnica intensiva no uso de informação;
 - Há diversos resultados na pesquisa, entretanto como a variabilidade não se processa da mesma maneira nos diversos sistemas de produção, é necessário investir em programas de educação e difusão.

Finalizando

- ✓ Avaliar presença de variabilidade: sistema de produção, histórico
- ✓ Utilizar a abordagem de amostragem contínua evitando amostragem esparsa a menos que dirigida
- ✓ Causas: nutrientes, fatores abióticos, bióticos
- ✓ Máquina como fonte de informação
- ✓ Priorizar áreas com maior controle operacional e monitorar em detalhe, aprendizado é seguro
- ✓ Qualidade nas operações mecanizadas é crítica

Obrigado



Leandro M. Gimenez

leandrogimenez@fundacaomt.com.br

(66)3439 - 4100