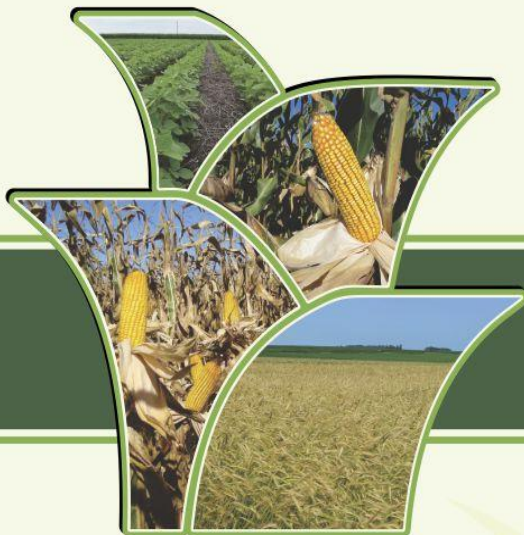




SIMPÓSIO INTERNACIONAL
IPNI Brasil • IPNI Cone Sul

BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES

Foz do Iguaçu - PR • 20 e 21/MAIO/2014

Ferramentas de agricultura de precisão para uso eficiente de fertilizantes

Leandro M. Gimenez



Fundação MT



MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA



DETERMINAR O IMPACTO SOBRE CUSTOS DIRETOS E INDIRETOS

ELETRÔNICA EMBARCADA, MANEJO DA VARIABILIDADE ESPACIAL

Retrospecto AP

- ✓ Chegada ao Brasil em 1996 através da indústria
- ✓ 1999 academia intensifica pesquisa
- ✓ 2002 iniciativa privada oferece serviços
- ✓ 2008 regionalização de serviços e empresas
- ✓ 2012 “pacotes” de serviços
- ✓ 2013 sensoriamento remoto através de VANTs
- ✓ 2014 dificuldades e incertezas persistem

Introdução

Eletrônica embarcada em máquinas agrícolas



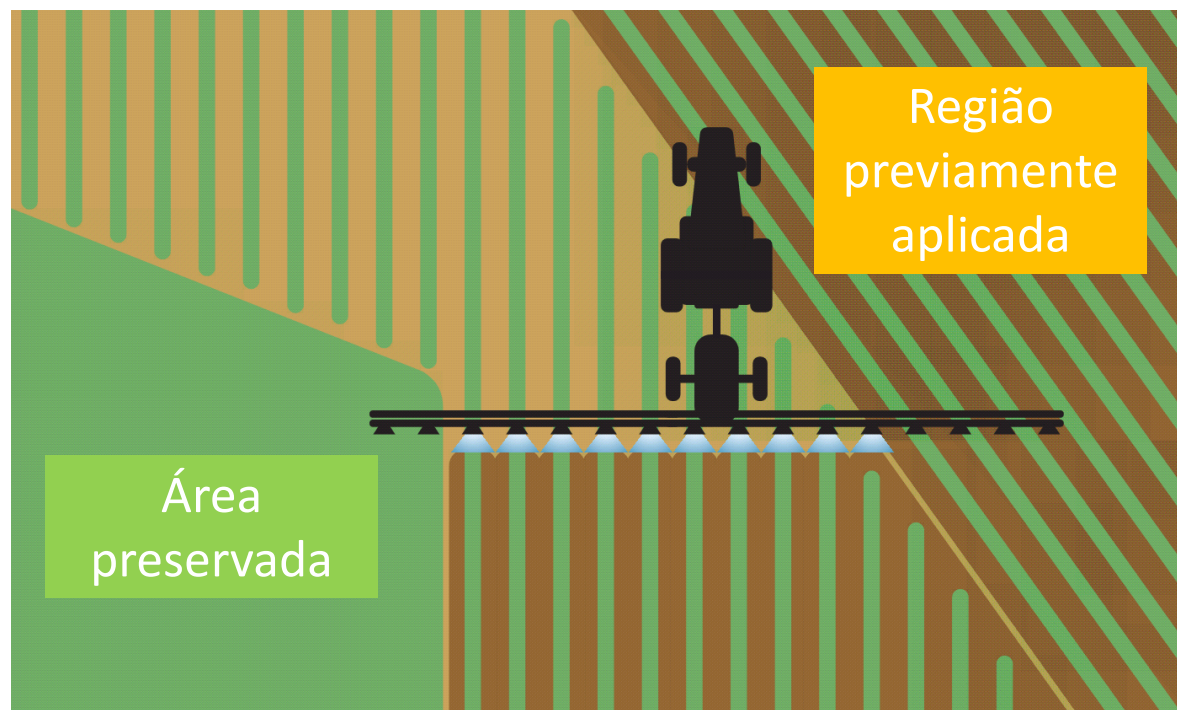
Sistemas para direcionamento de máquinas no campo: melhoria de sobreposição, falhas, horas trabalhadas, qualidade



Introdução

Eletrônica embarcada em máquinas agrícolas

- ✓ Controladores de seção
- ✓ Controladores de vazão



Manejo da Variabilidade Espacial

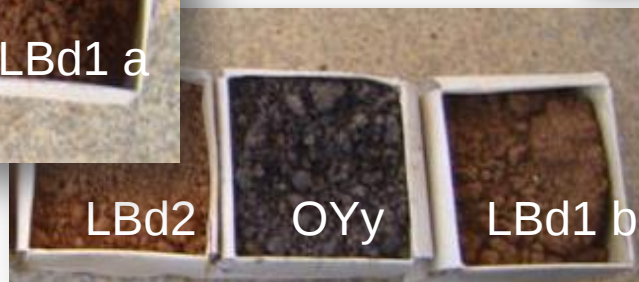
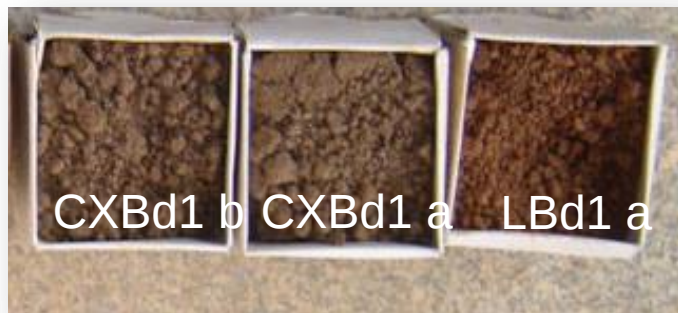
REQUISITOS

Existe?

Qual a distribuição espacial?

Oscila ao longo do tempo?

Qual a intensidade?



Introdução – Histórico

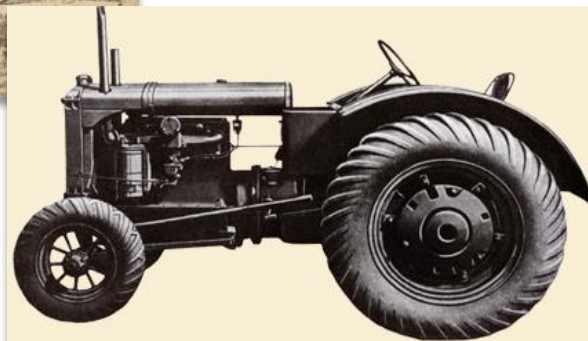
- ✓ Manejo da variabilidade espacial sempre presente
 - ✓ Cultivo manual



Introdução – Histórico

Aumento da população exigiu o desenvolvimento de ferramentas para elevar a produção e desocupar mão de obra para a indústria

Mecanização agrícola → Escala de Produção

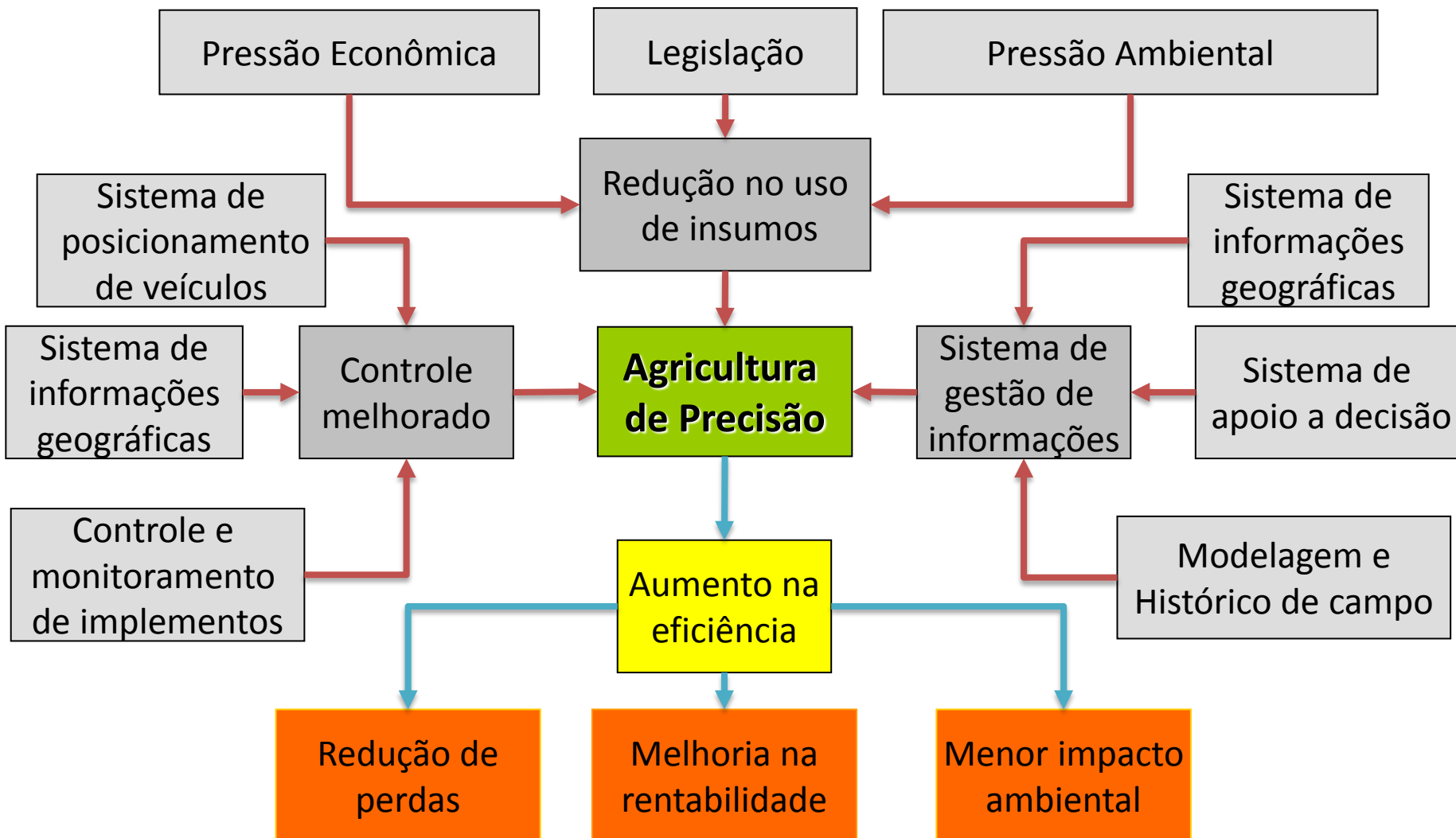


Introdução – Histórico

- ✓ Término das áreas para expansão!
- ✓ Intensificação dos sistemas de produção
 - ✓ Melhoramento Genético
 - ✓ Fertilizantes e Agrotóxicos
 - ✓ Biotecnologia
 - ✓ “Agricultura de Precisão”

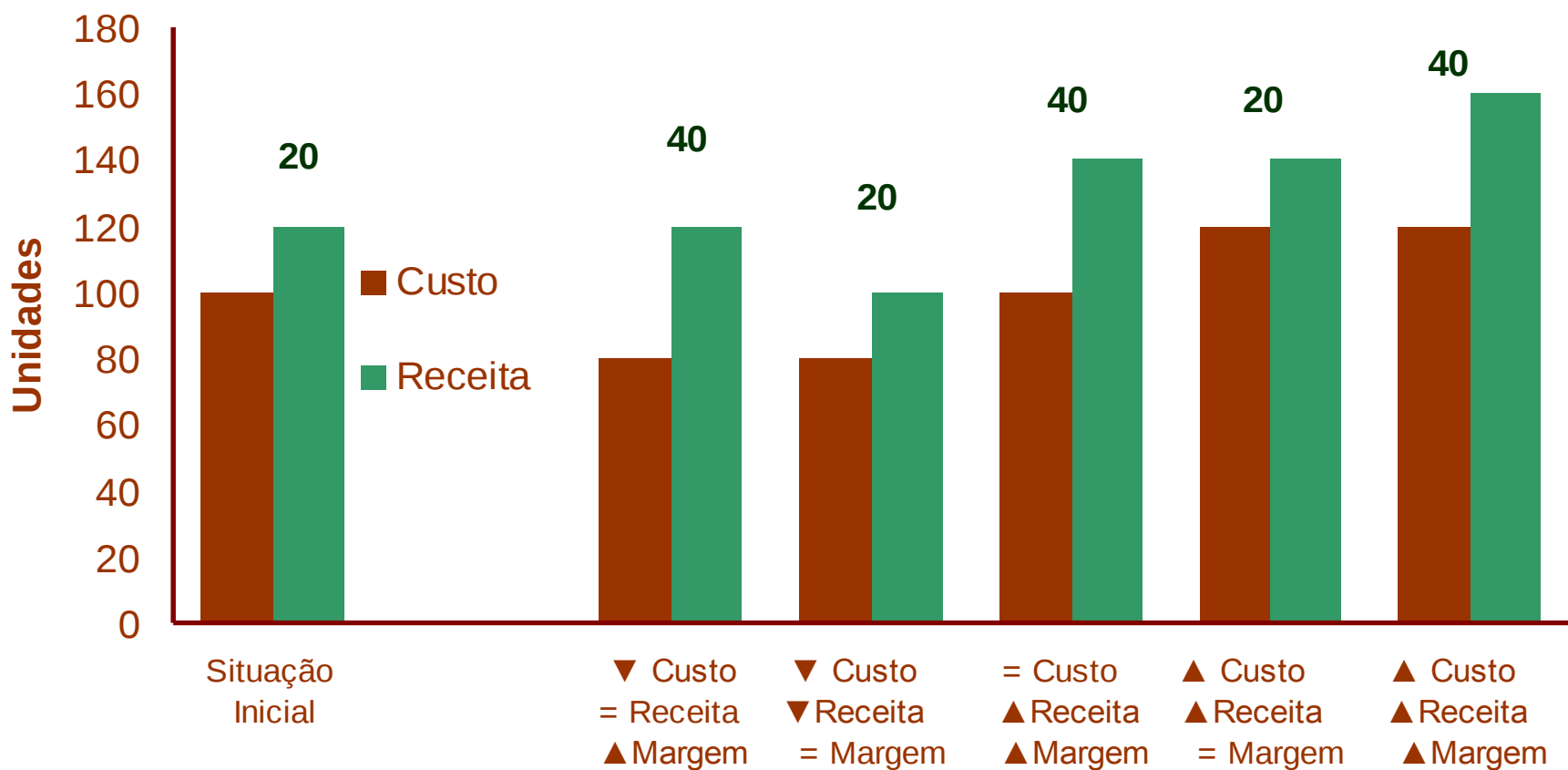


Fatores Estruturais e Resultantes

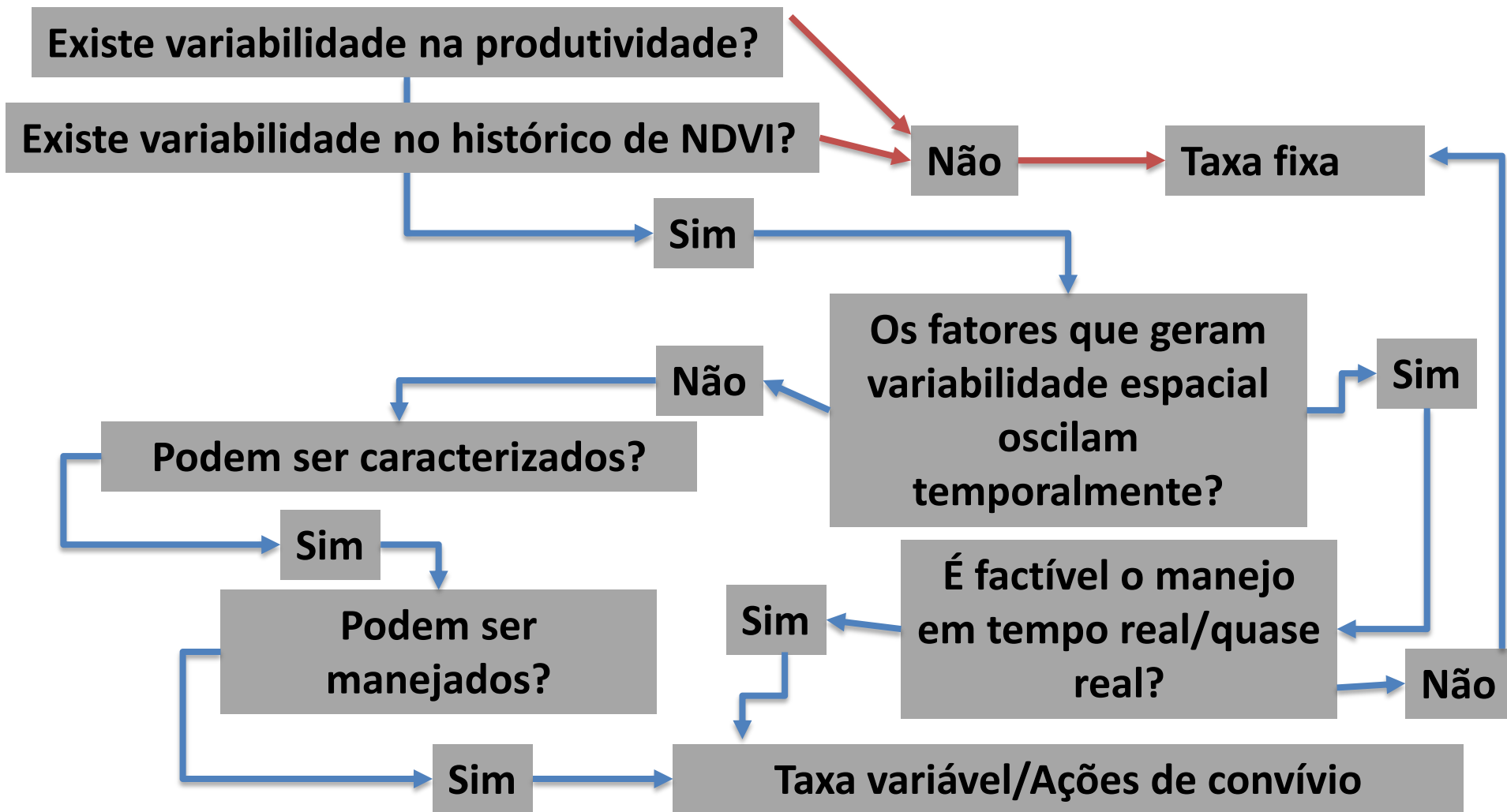


Manejo da Variabilidade Espacial

Panoramas de Rentabilidade



Árvore de Decisão para Manejo da Variabilidade Espacial



Tipos de Variabilidade Espacial

Induzida por operação agrícola

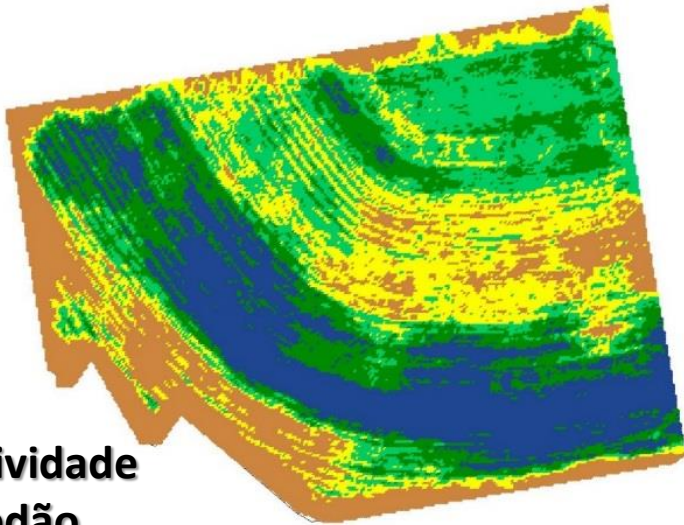


Processo natural

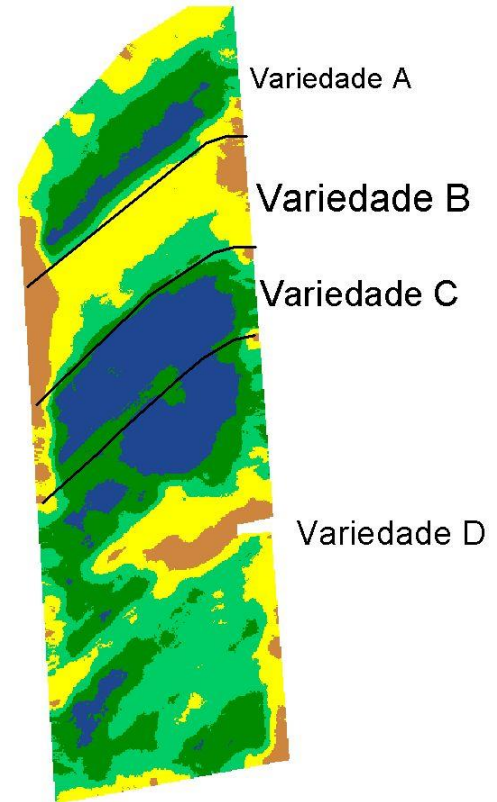
Variabilidade Espacial Induzida

Induzida por operação agrícola

**Produtividade
Algodão**



Produtividade de soja (sc/ha)
Marrom - 50,7
Amarelo - 57,2
Verde - 61,8
Verde escuro - 66,3
Azul - 71,1
Média - 62,7



Variabilidade Espacial Induzida

**Concentração de palha:
nutrientes,
impedimento mecânico**



CONTROLE DA VARIABILIDADE INDUZIDA

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

Agrotóxicos

Unidades de Manejo



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

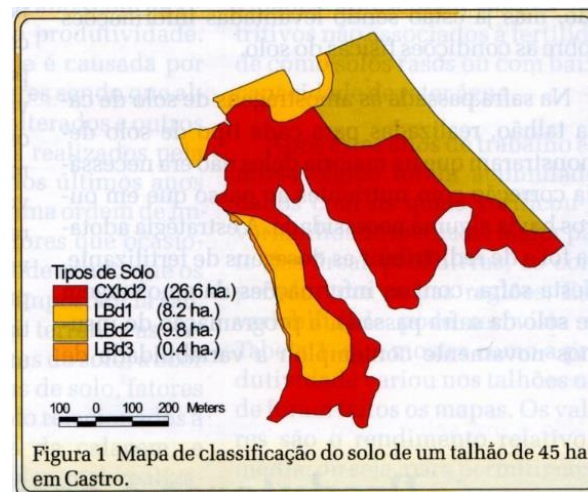


Tabela 3 – Produtividade e rentabilidade para três talhões e seus diferentes tipos de solo.

	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.

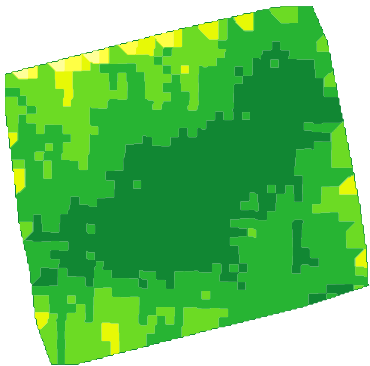
** Considerando apenas os custos variáveis/desembolso para a safra 2005/2006, R\$1993.00/ha para Milho e R\$ 984.00/ha para Soja.

Unidade de manejo

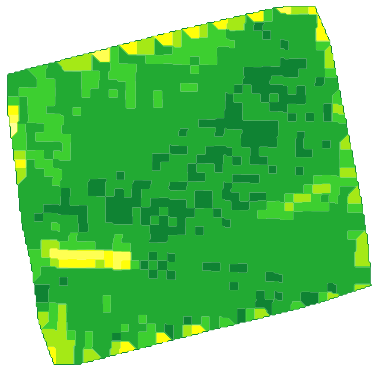
Região em um campo que apresenta uma combinação de fatores restritivos à produtividade relativamente uniforme, e para a qual doses uniformes de insumos podem ser utilizadas

Histórico de uso das áreas e Informações de Apoio

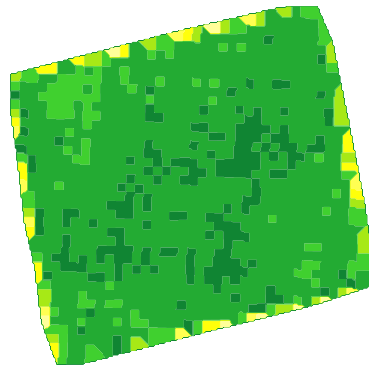
- ✓ Realizar uma avaliação do sistema de produção
 - ✓ Histórico de abertura, culturas, operações, produtos
 - ✓ Relatos de produtores e funcionários
 - ✓ Levantamento dados disponíveis: **imagens de satélite**, mapas de altimetria, pedologia
 - ✓ Vistorias a campo



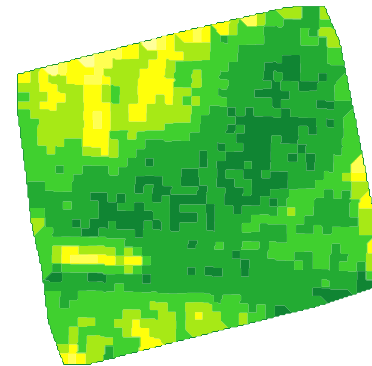
NDVI - 2008



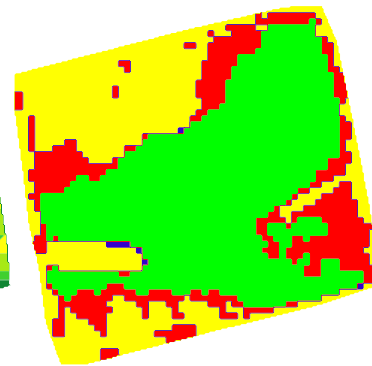
NDVI - 2008



NDVI - 2008



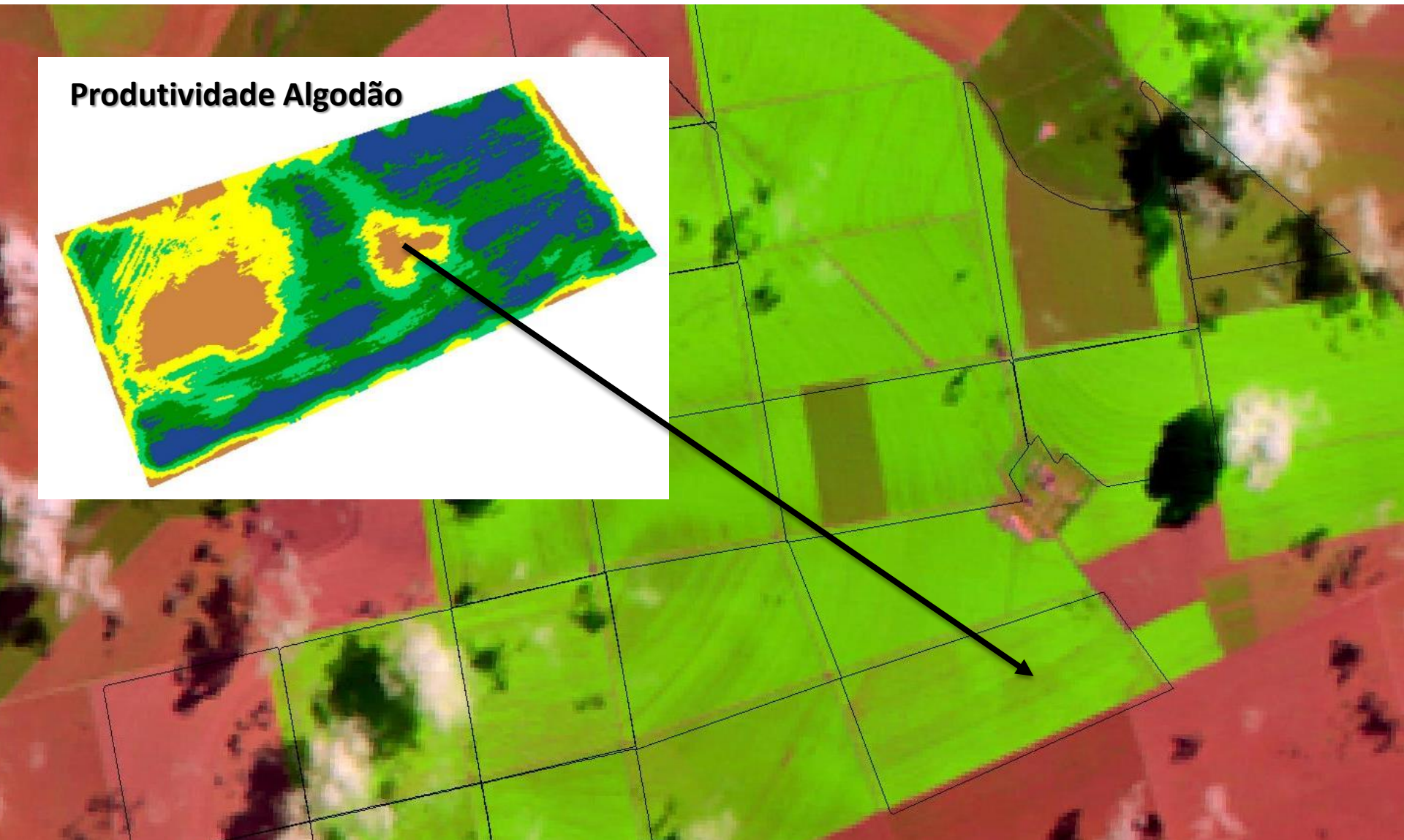
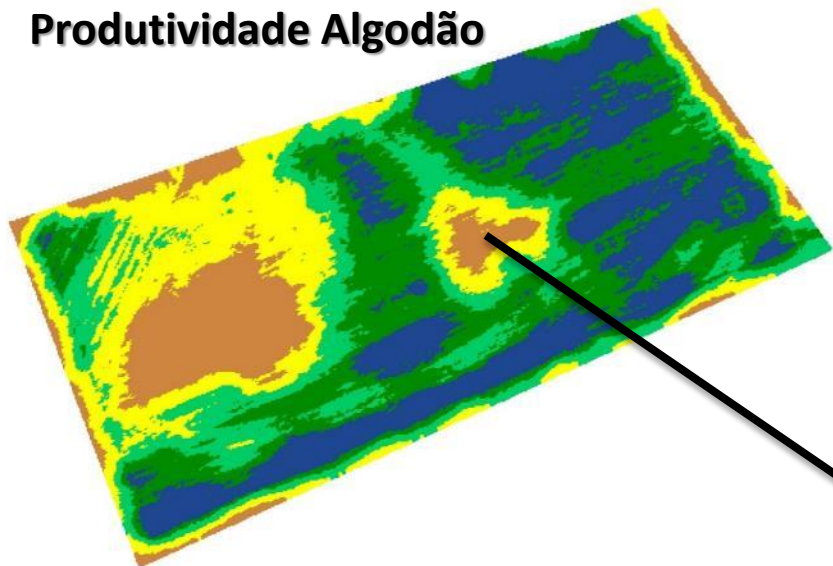
NDVI - 2008



Unidades

Ferramentas – Imagens

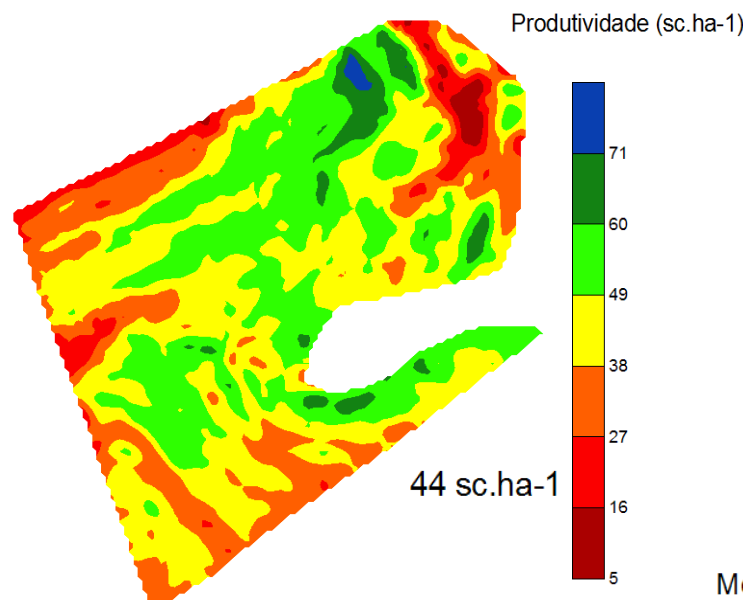
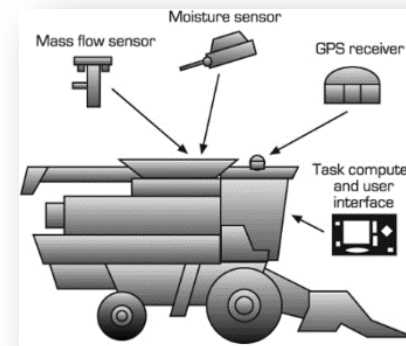
Produtividade Algodão



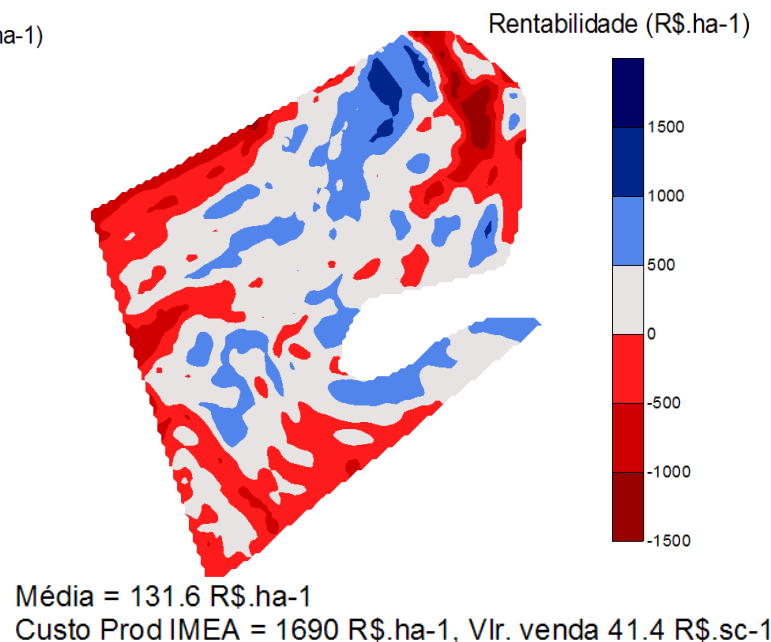
Ferramentas – Mapa de Produtividade

Mapa de produtividade

Resultado de todas as ações de manejo
Variabilidade da rentabilidade



Gimenez, L.M. (2012) – Fundação MT



Qual o custo da variabilidade espacial?

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

Variabilidade do retorno econômico

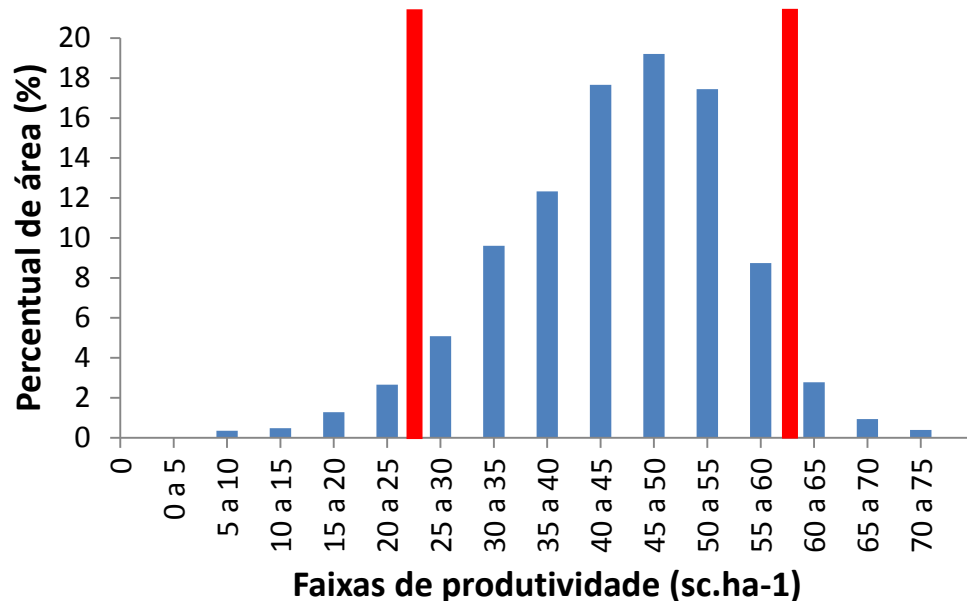
Cultura	Produtividade kg.ha ⁻¹	R\$.ha ⁻¹ em função do CV da Produt. (%)							
		5	10	15	20	25	30	35	40
Algodão	3588	408	816	1224	1632	2040	2448	2856	3264
Milho	7200	147	293	440	587	733	880	1027	1173
Soja	3000	113	225	338	450	563	675	788	900

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

Manejo nutricional com uso de mapas de produtividade

**Nutriente a
aplicar**

=

**Nutriente
demandado**

-

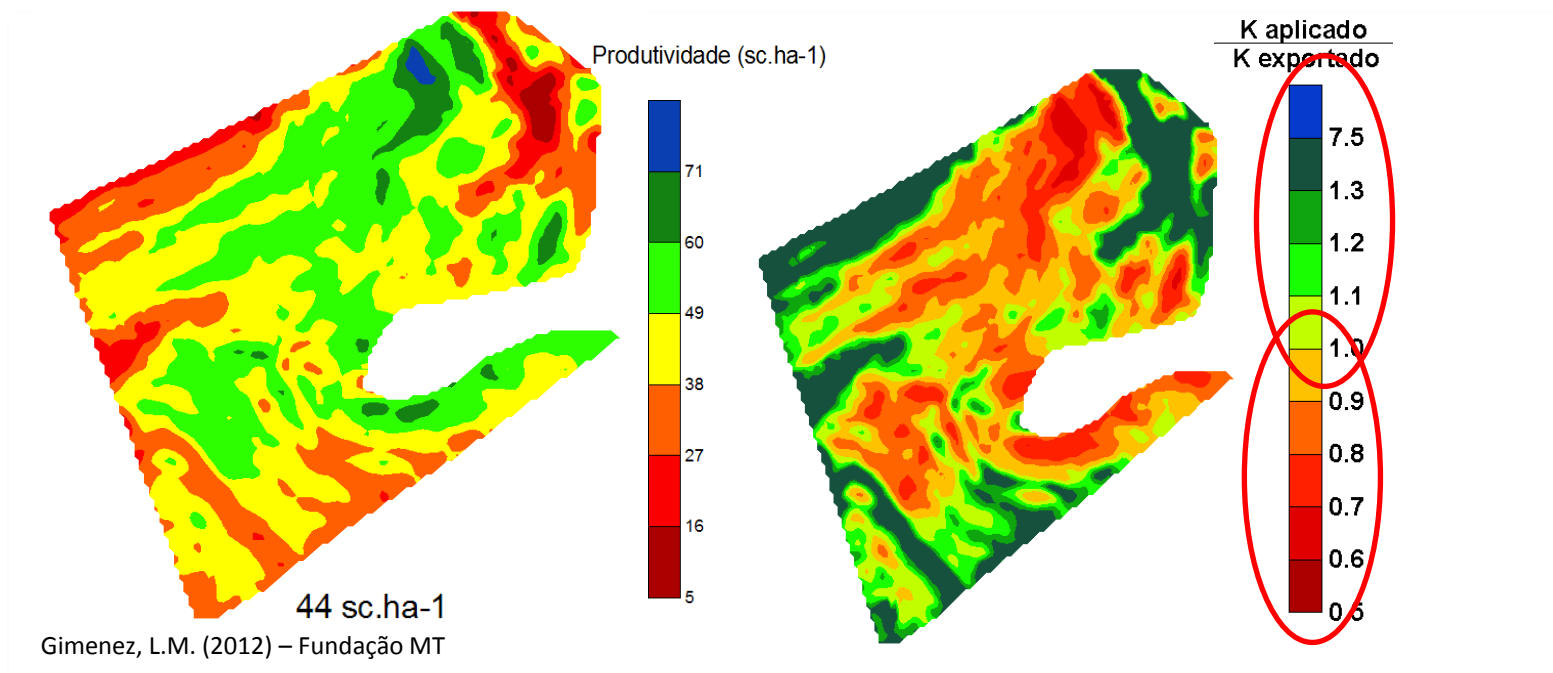
**Nutriente
disponível**



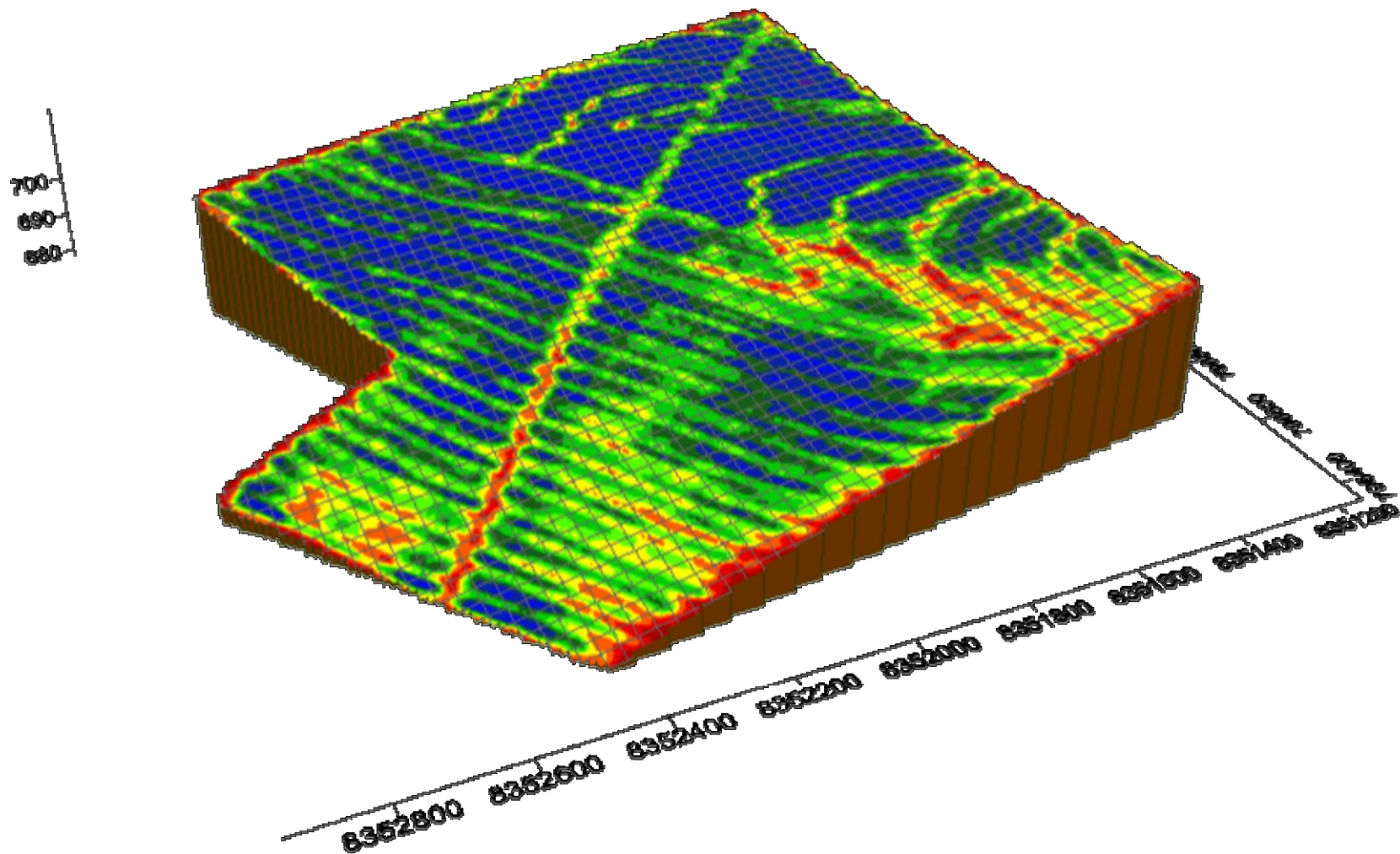
Variabilidade espacial na utilização do nutriente pela cultura

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

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



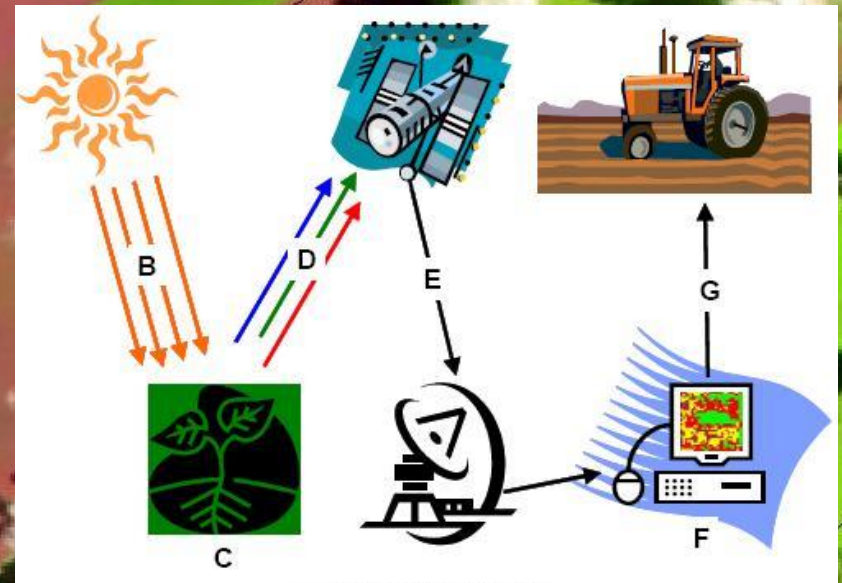
Produtividade e Posição no relevo



Ferramentas – Imagens

Sensores remotos à bordo de aviões e satélites

- Resolução temporal e espacial em função da necessidade
- Muito relevantes para traçar diretrizes de manejo da variabilidade
- Para manejo durante a safra restrições: Tempo de ação



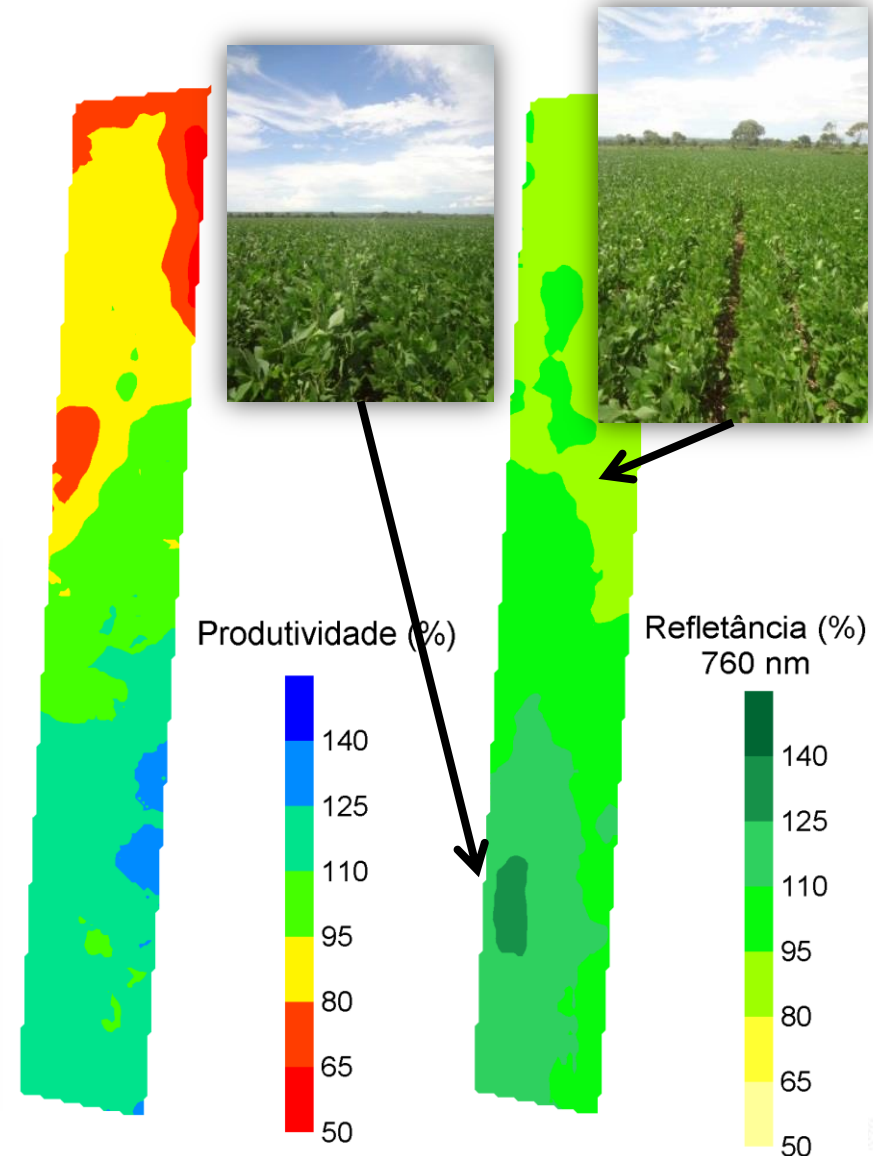
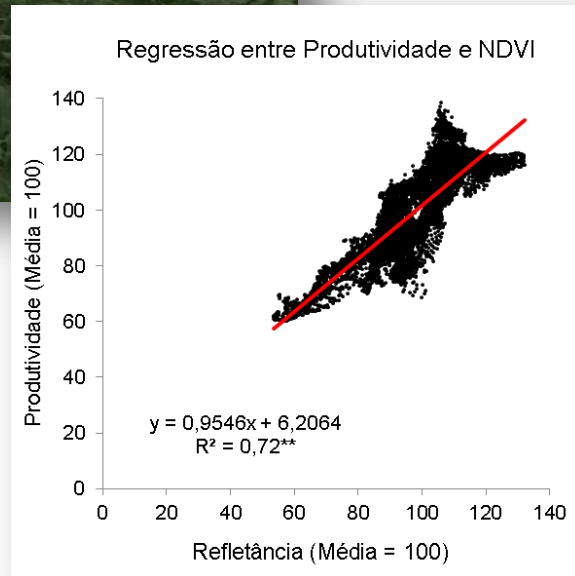


Ferramentas – Sensores de Refletância

Obter informações do vigor das plantas através de índices de vegetação



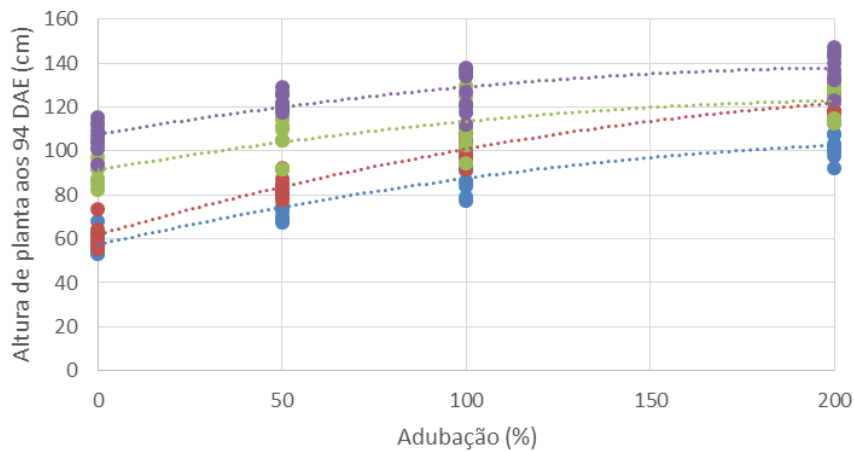
Ferramentas – Sensores de Refletância



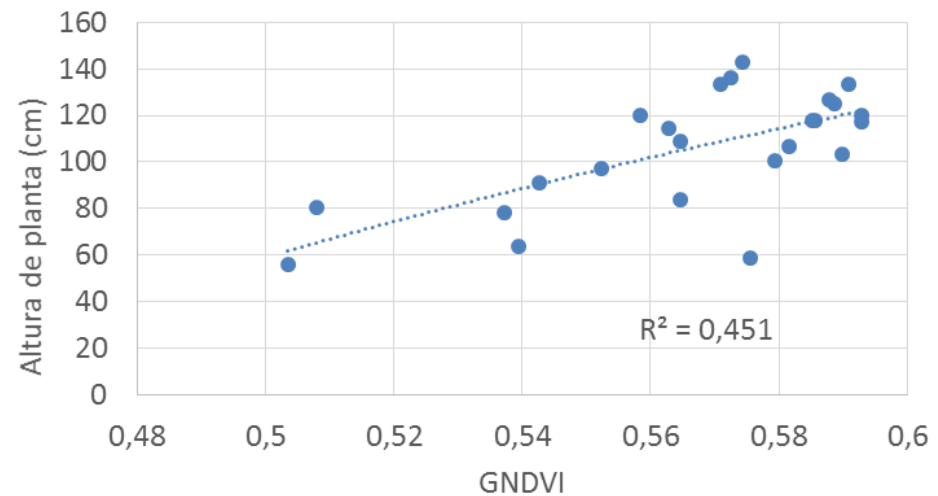
Ferramentas – Sensores de Refletância

Algodão – Experimento em campo

Adubação x Altura de Planta 94 DAE

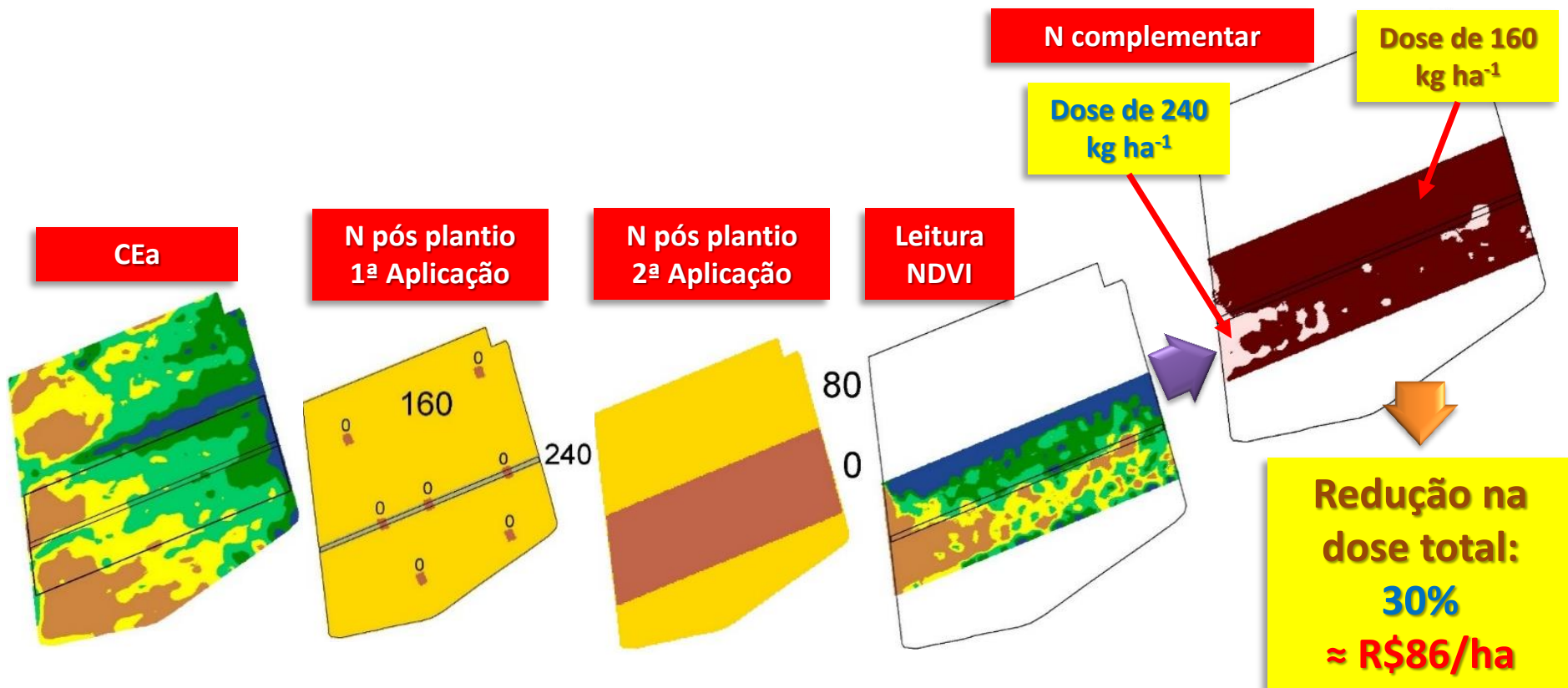


Altura de Planta x GNDVI



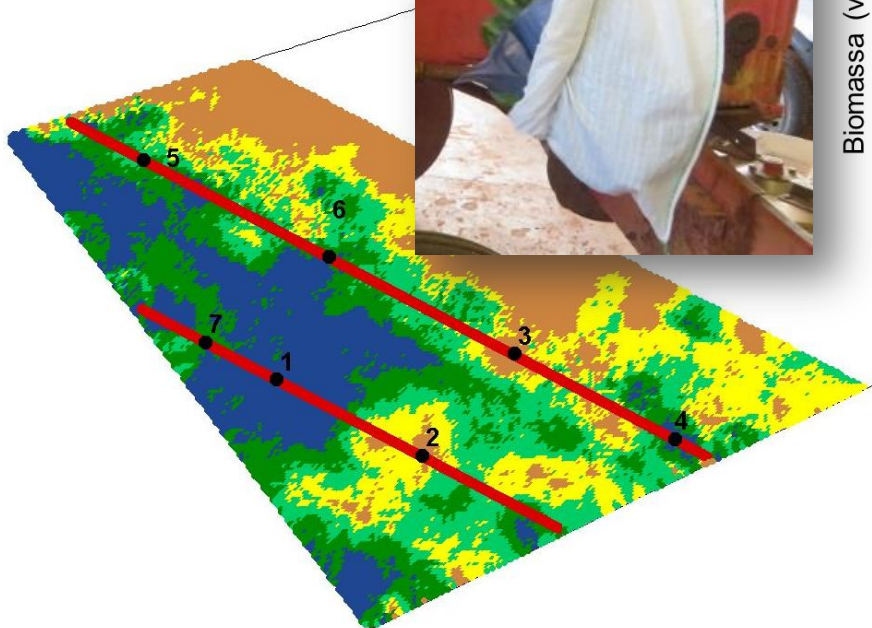
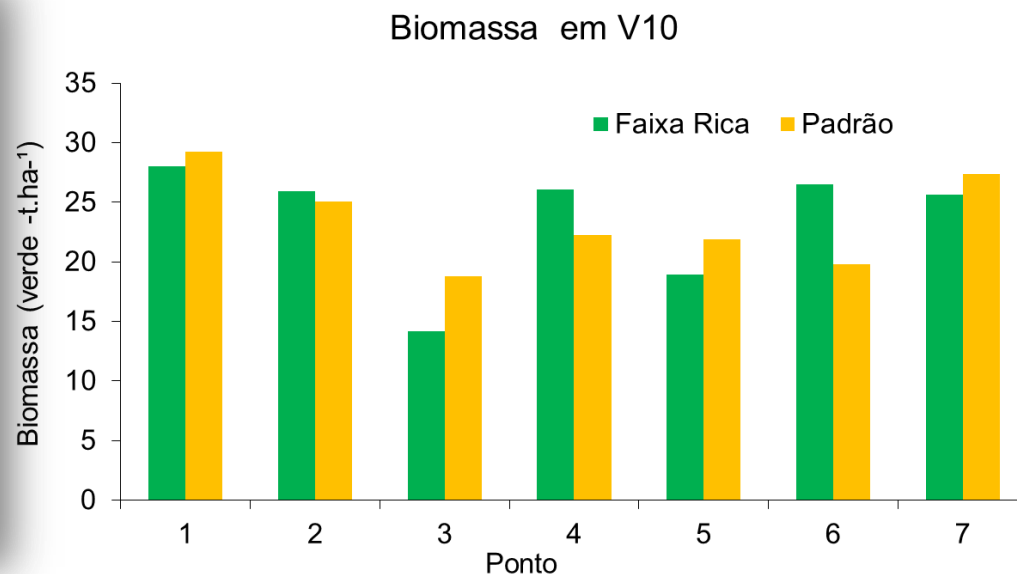
Ferramentas – Sensores de Refletância

- Experimento **em campo**
 - Primavera do Leste



Ferramentas – Sensores de Refletância

✓ Experimento em campo



CORRELAÇÕES	NDVI 2014	CEa	Milho 2013
CEa	0,52		
Milho 2013	0,71	0,90	1,00
Biomassa 2014	0,75	0,60	0,76

Ferramentas – Sensores de Refletância

✓ Experimento em campo

✓ Serra Petrovina

Redução na
dose total:

15%

≈ R\$35/ha

NDVI - Milho V10

70 kg/ha de N cobertura em V4

100 kg/ha de N dose total planejada

30 kg/ha onde necessário, em V10

Faixas sem limitação de N

Dose complementar

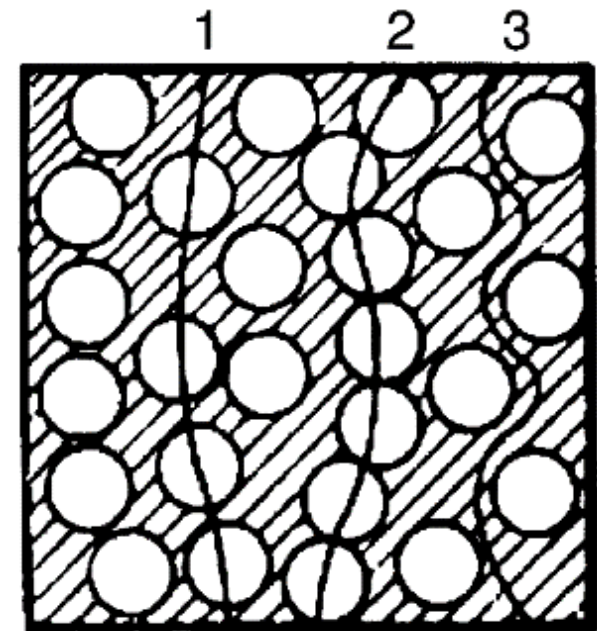
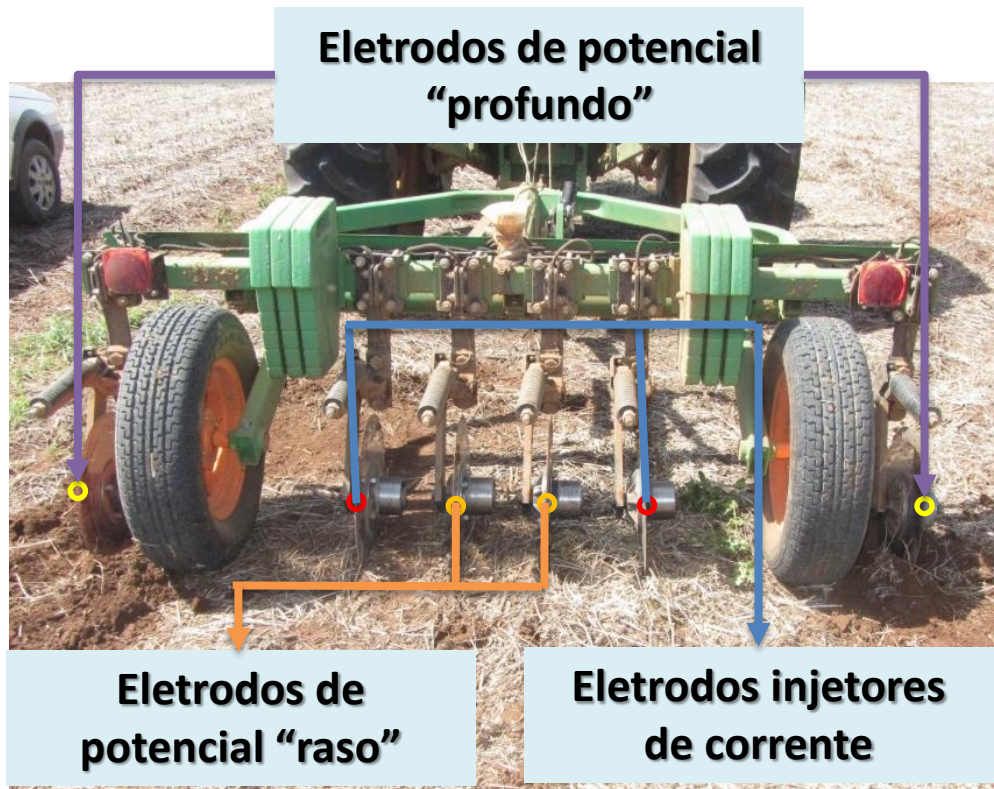
30 kg/ha de N cobertura em V10, total de 100 kg/ha

0 kg/ha de N cobertura em V10, total de 70 kg/ha

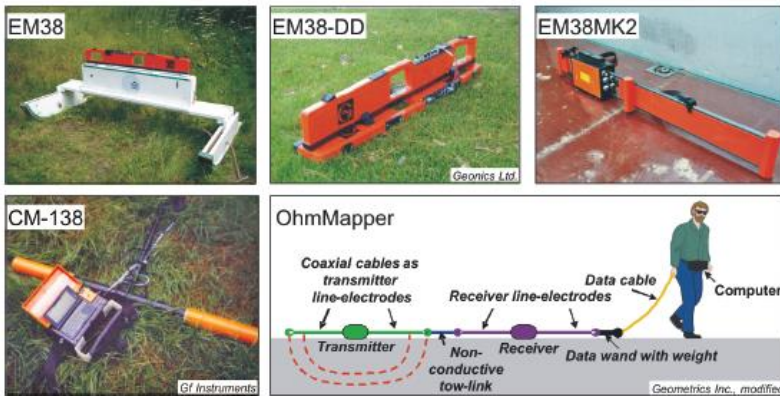
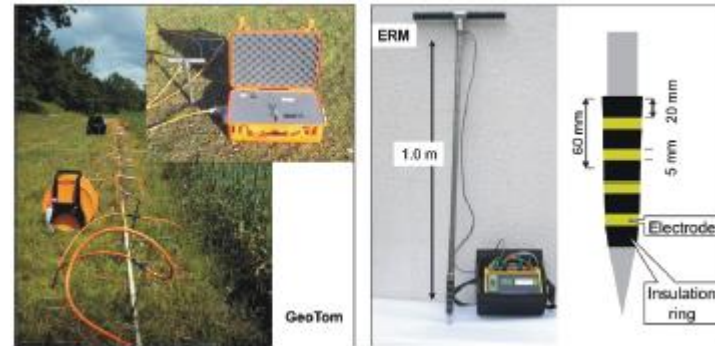
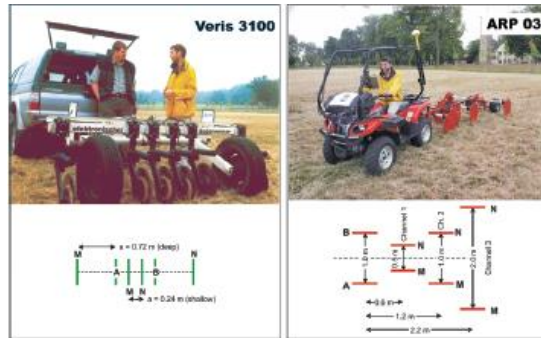


Condutividade Elétrica Aparente do Solo

**Passagem da
corrente elétrica
pelo solo**



Condutividade Elétrica Aparente do Solo



Condutividade Elétrica Aparente do Solo

Resultados para a correlação de Pearson entre atributos do solo e a CEa em função da condição de umidade

Umidade Elevada			Umidade Baixa		
Atributos	r	p-valor	Atributos	r	p-valor
Silte	0,56	<0,0001	Poros entre 0,03 e 0,05 mm*	0,53	<0,0001
Macroporosidade	-0,49	<0,0001	SR	0,52	<0,0001
Poros entre 0,03 e 0,05 mm*	0,49	<0,0001	RP	0,49	<0,0001
RP	0,42	<0,0001	Poros entre 0,05 e 0,1 mm*	-0,47	<0,0001
Poros > 0,1 mm*	-0,36	0,0010	Silte	0,44	<0,0001
Poros entre 0,05 e 0,1 mm*	-0,35	0,0013	Macroporosidade	-0,40	0,0002
Microporosidade	0,27	0,0166	Umidade vol.	0,39	0,0004
Poros < 0,03 mm*	-0,24	0,0340	Microporosidade	0,36	0,0012
PT	-0,15	0,1961	Poros < 0,03 mm*	-0,34	0,0020
SR	0,14	0,2122	Poros > 0,1 mm*	-0,25	0,0276
Areia	-0,12	0,2702	Areia	-0,21	0,0660
Ds	0,11	0,3444	Argila	0,08	0,4714
Argila	-0,03	0,7932	Ds	-0,06	0,5989
Umidade vol.	-0,02	0,8448	PT	0,01	0,9278

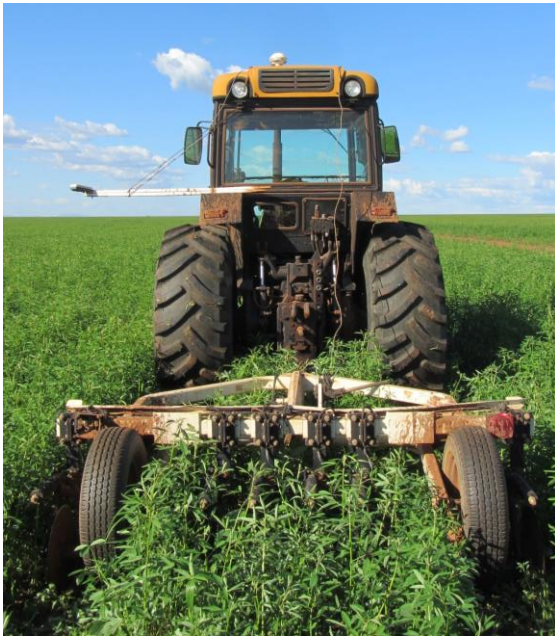
*Percentual da PT com poros de diâmetro equivalente ao intervalo considerado

Gimenez, 2013

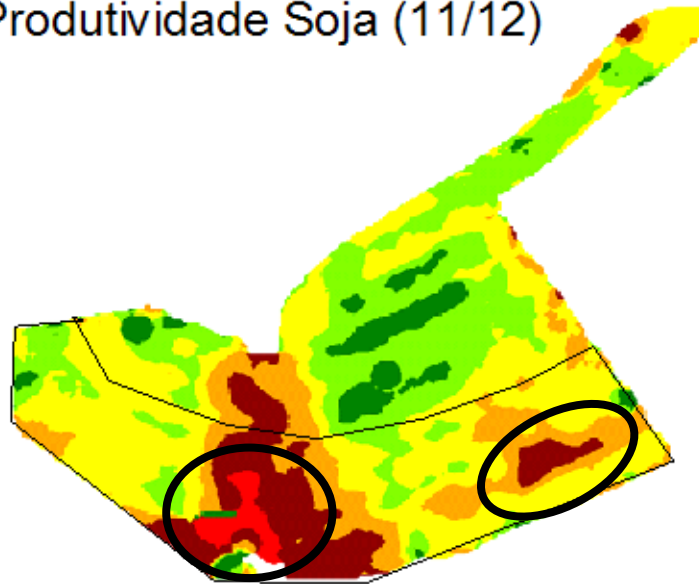
Condutividade Elétrica Aparente do Solo



Condutividade Elétrica Aparente do Solo



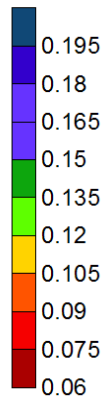
Produtividade Soja (11/12)



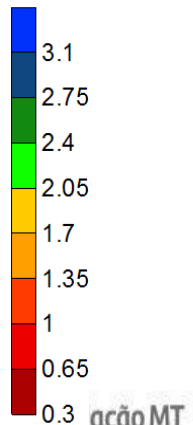
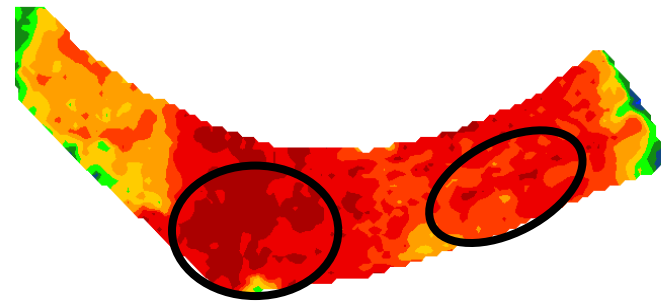
NDVI - Crotalaria 2012



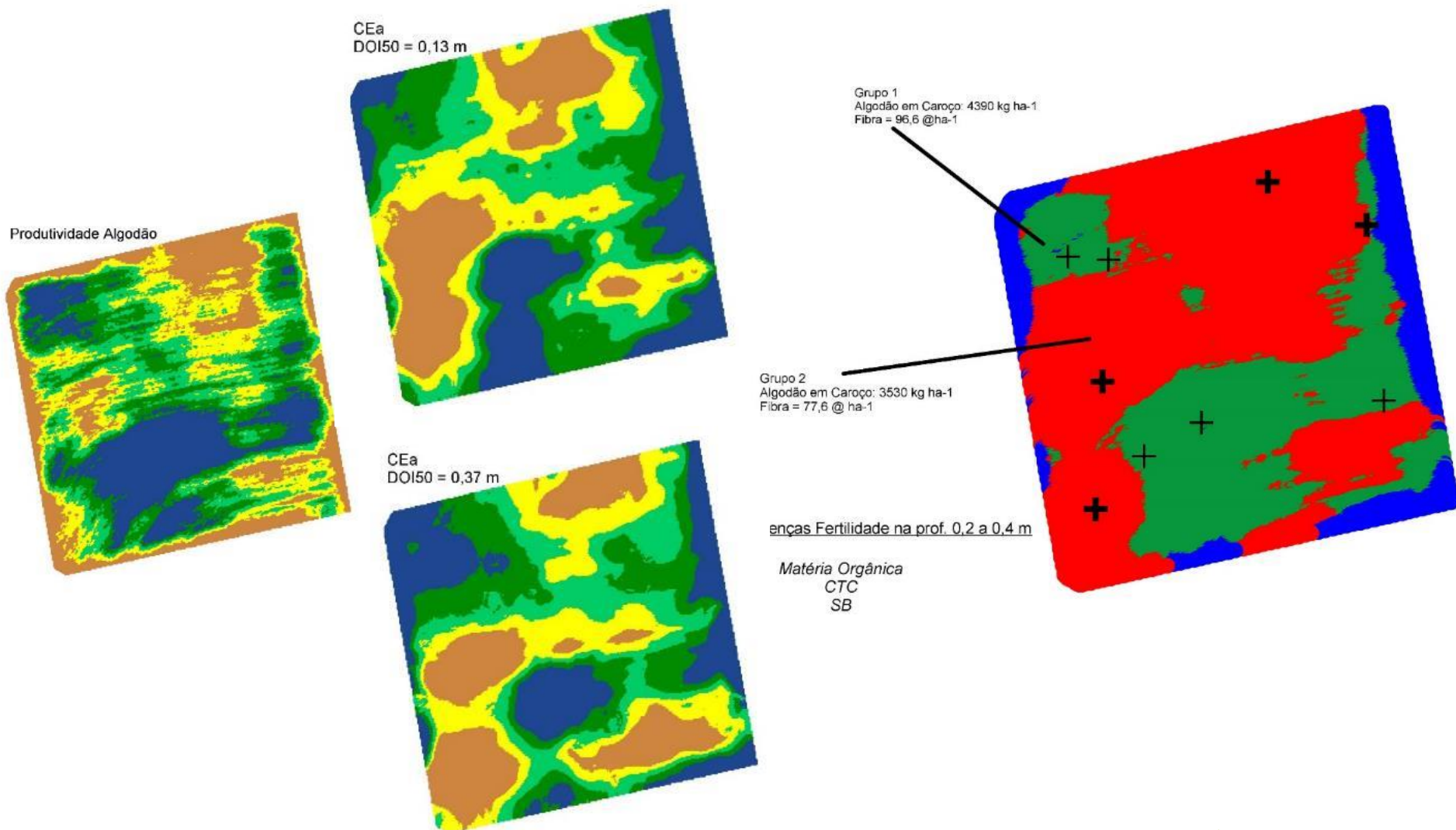
**Aduar cobertura
verde?**



Condutividade Elétrica
(mS.m-1)

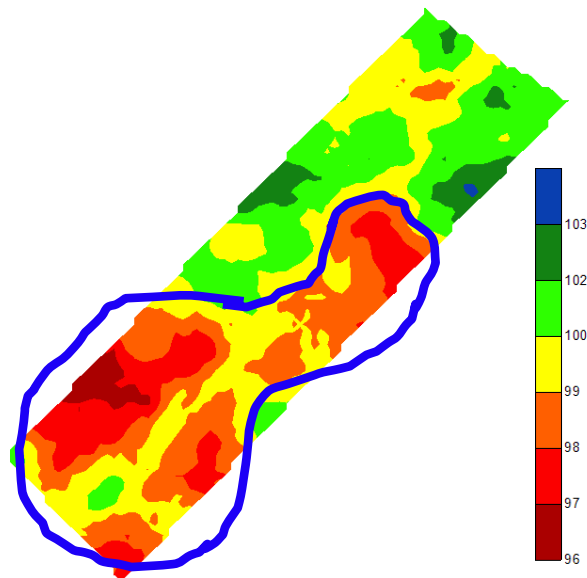


Condutividade Elétrica Aparente do Solo

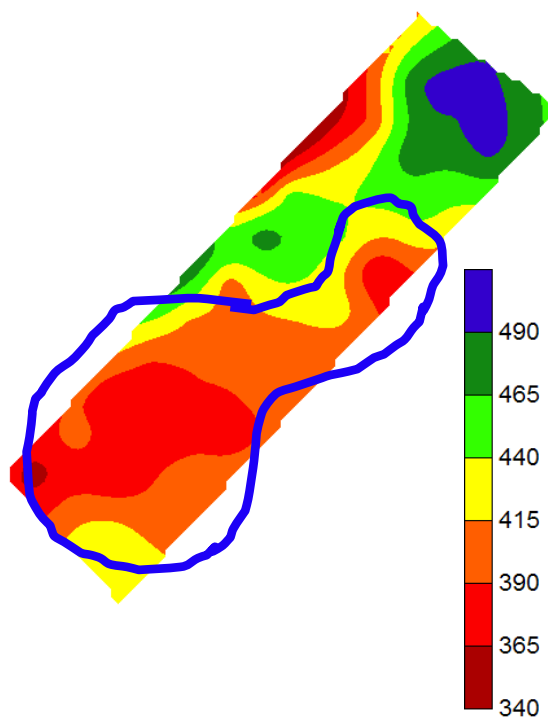


Condutividade Elétrica Aparente do Solo

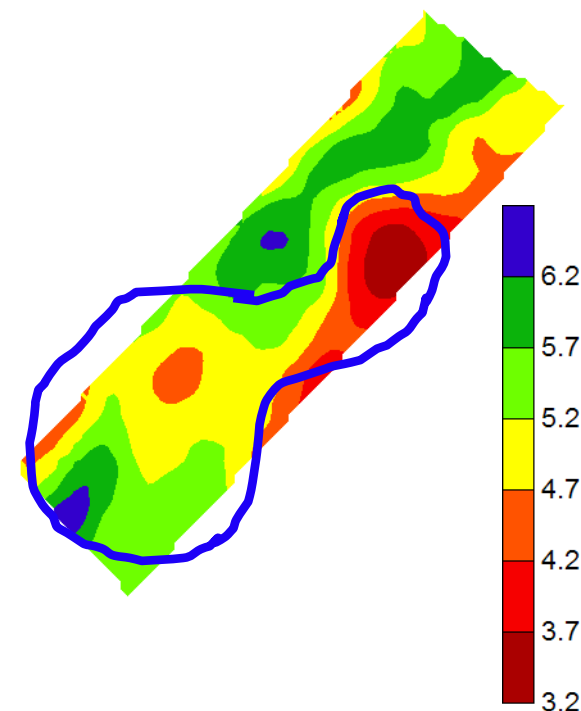
Milho 2011/2012
Rendimento Relativo (%)



Argila (g.kg⁻¹)
0.1 a 0.2 m



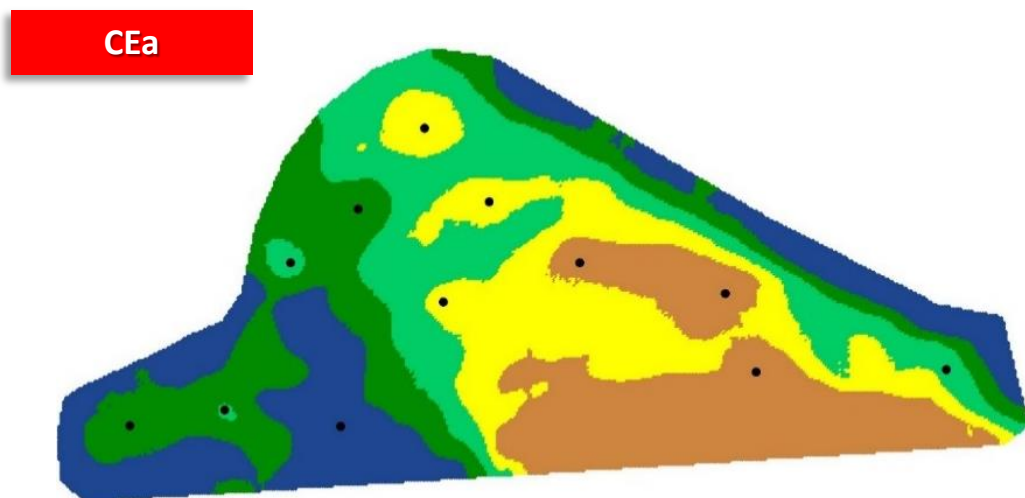
Condutividade Elétrica
Prof. - 0 a 0.3 m



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

Amostragem Dirigida pela CEa

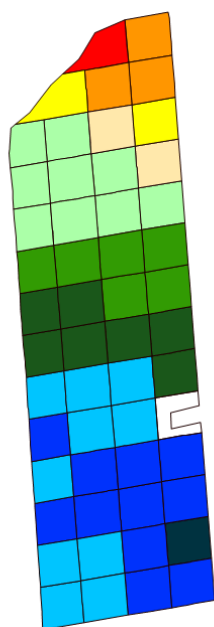
- ✓ Correlações entre CEa e parâmetros do solo – T₁₁



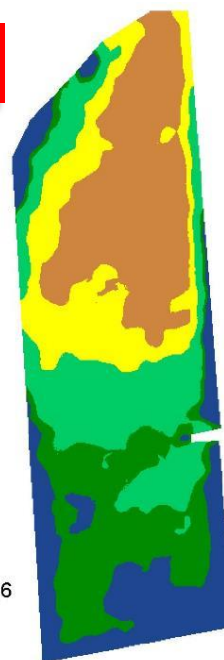
CEa	
	r
Argila 20 a 30 cm	0,83
Mg 30 a 40 cm	0,73
Argila 50 a 60 cm	0,72
Argila 0 a 10 cm	0,72
K 0 a 10 cm	0,63
Silte 0 a 10 cm	0,62
Soma de bases 30 a 40 cm	0,59
Fósforo 10 a 20 cm	-0,49
Areia fina 50 a 60 cm	-0,61
Areia fina 20 a 30 cm	-0,63
m% 30 a 40 cm	-0,67
Alumínio 30 a 40 cm	-0,70
Areia total 0 a 10 cm	-0,72
Areia fina 0 a 10 cm	-0,77
Areia total 50 a 60 cm	-0,79
Areia total 20 a 30 cm	-0,85

Amostragem Dirigida pela CEa

✓ Correlações entre CEa e parâmetros do solo – T261

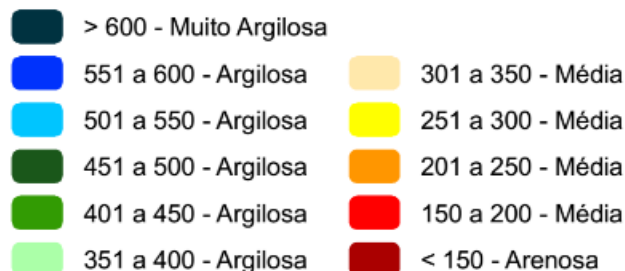


CEa



b)CEa (mS/m)

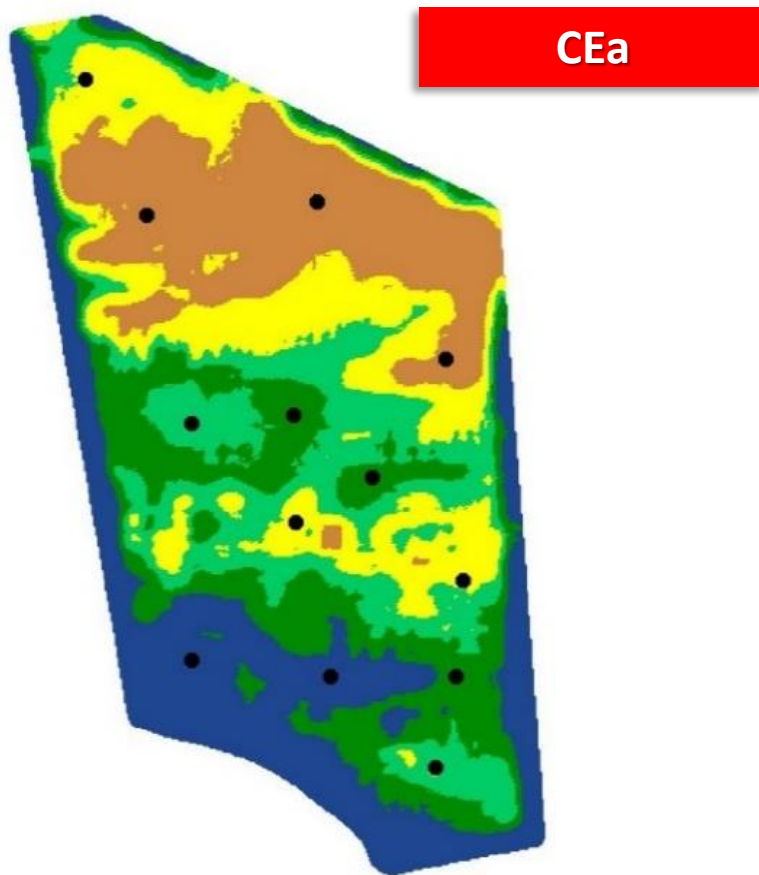
Marrom - 1,5
Amarelo - 1,9
Verde - 2,9
Verde Escuro - 3,6
Azul - 4,2



CEa	
	r
Fósforo 0 a 10 cm	0,80
Argila 50 a 60 cm	0,78
Fósforo 30 a 40 cm	0,78
Ca 10 a 20 cm	0,78
CTC 10 a 20 cm	0,78
CTC 0 a 10 cm	0,76
Soma de Bases 10 a 20 cm	0,76
Argila 20 a 30 cm	0,76
Argila 0 a 10 cm	0,75
Soma de Bases 0 a 10 cm	0,74
Mat. Orgânica 0 a 10 cm	0,73
Potássio 30 a 40 cm	0,73
Ca 0 a 10 cm	0,71
Mg 10 a 20 cm	0,68
V% 0 a 10 cm	0,58
Areia grossa 0 a 10 cm	-0,59
M% 0 a 10 cm	-0,61
Areia total 0 a 10 cm	-0,77
Areia total 20 a 30 cm	-0,78
Areia total 50 a 60 cm	-0,79
Areia fina 0 a 10 cm	-0,81
Areia fina 20 a 30 cm	-0,82
Areia fina 50 a 60 cm	-0,84

Amostragem Dirigida pela CEa

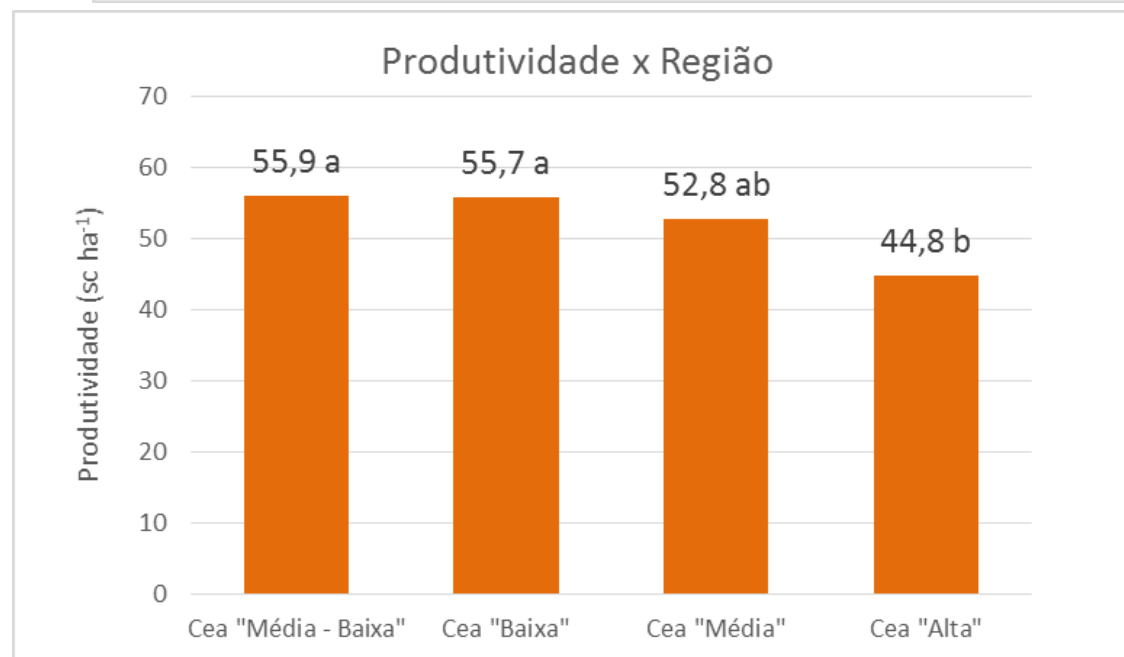
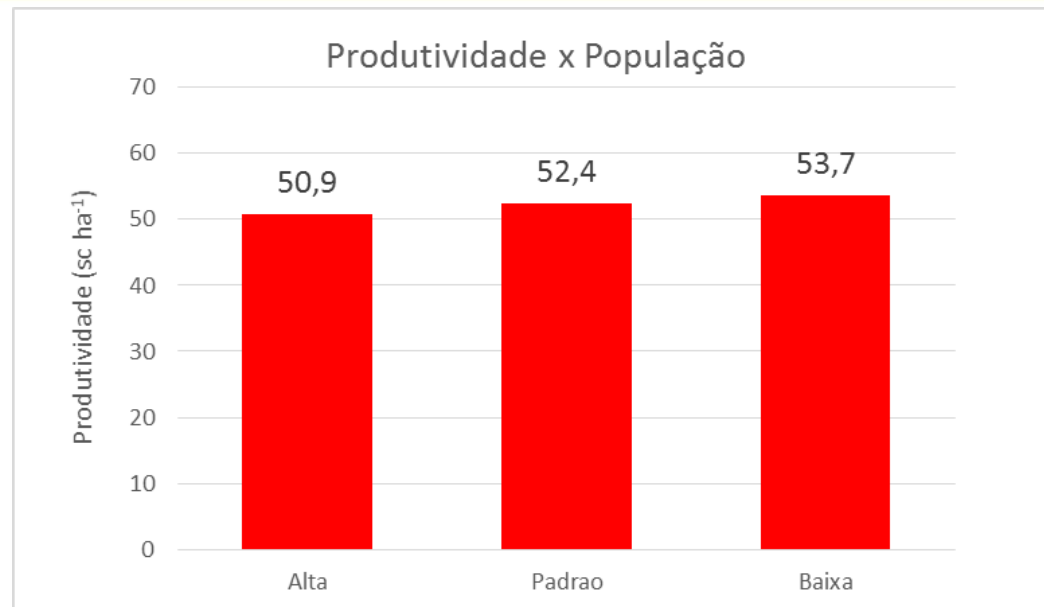
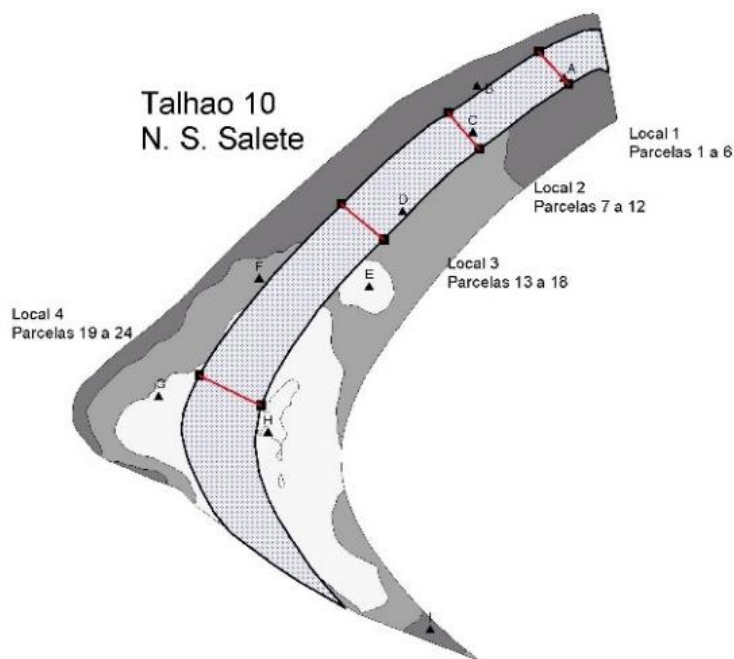
- ✓ Correlações entre CEa e parâmetros do solo – T212



NDVI	
	r
CTC 0 a 10 cm	0,61
Al 30 a 40 cm	0,60
H+Al 10 a 20 cm	0,57
M% 30 a 40 cm	0,57
S 30 a 40 cm	0,49
Alumínio 0 a 10 cm	0,46
M% 0 a 10 cm	0,43
H+Al 0 a 10 cm	0,43
Areia grossa 0 a 10 cm	0,40
Silte 0 a 10 cm	-0,51
V% 10 a 20 cm	-0,51
Mat. Orgânica 10 a 20 cm	-0,50
Argila 50 a 60 cm	-0,49
Mg 10 a 20 cm	-0,46
Silte 20 a 30 cm	-0,43

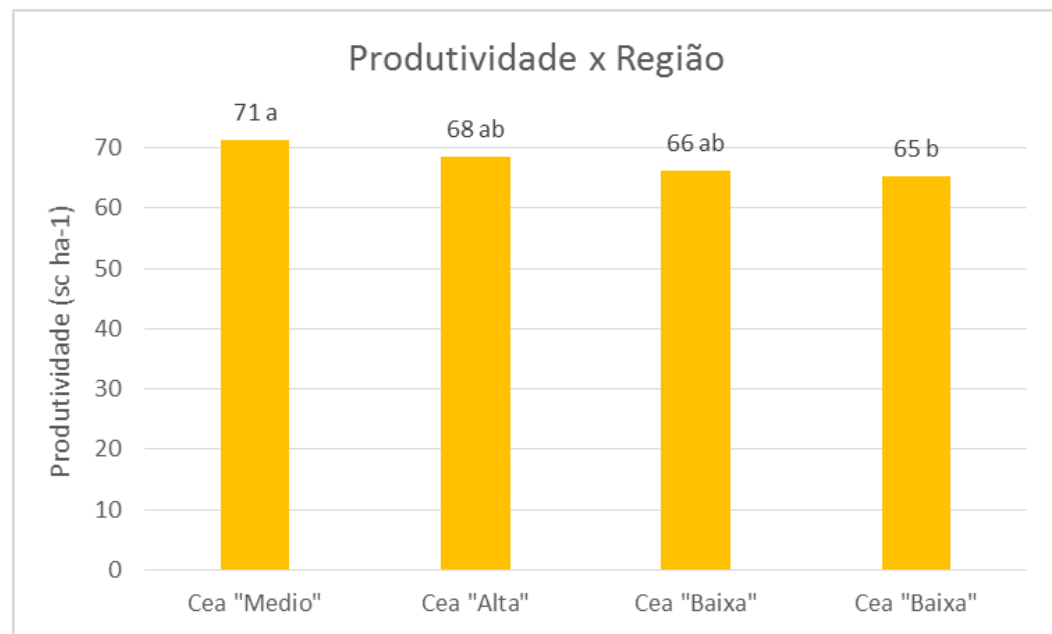
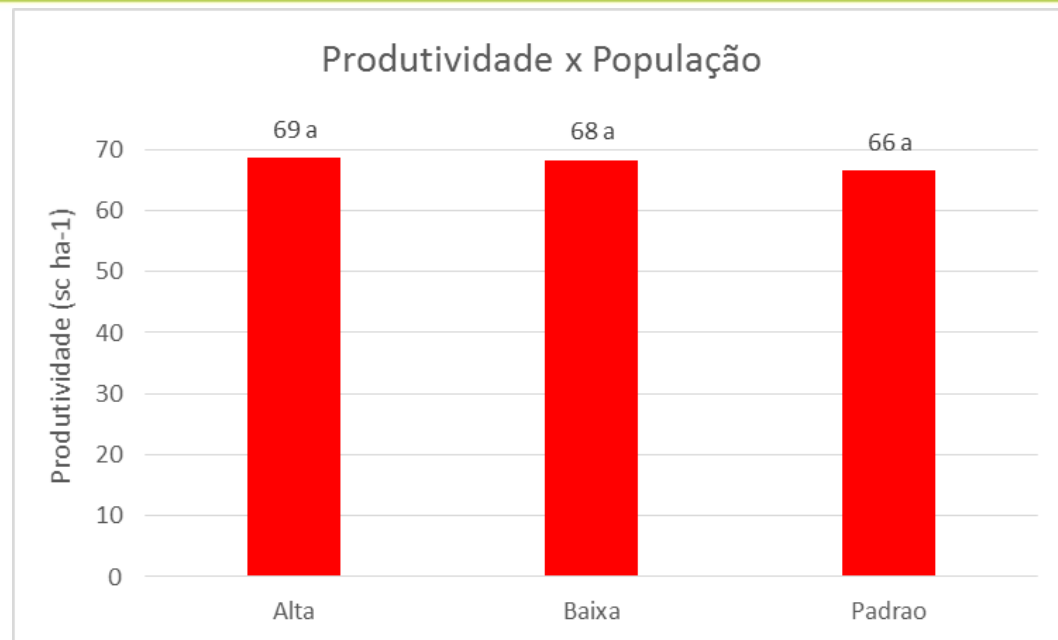
Resultados de Experimentos – Unidades f(CEa)

- População de plantas de soja em taxa variada
 - Efeito não significativo da interação ou população
 - Efeito **significativo do local**



Resultados de Experimentos – Unidades f(CEa)

- ✓ População de plantas de soja em taxa variada
 - ✓ Efeito não significativo da interação ou população
- ✓ Efeito **significativo do local**



Resultados de Experimentos – f(produtividade)

- ✓ Experimento: população de plantas, adubação, região – T53

TMG 1179 semeada em
26/10/2013

Adubação:

Antecipada em superfície, 250
kg ha⁻¹ de SSimples + 200 kg
ha⁻¹ Kcl + 50 kg ha⁻¹ MAP

População (0,45 m):

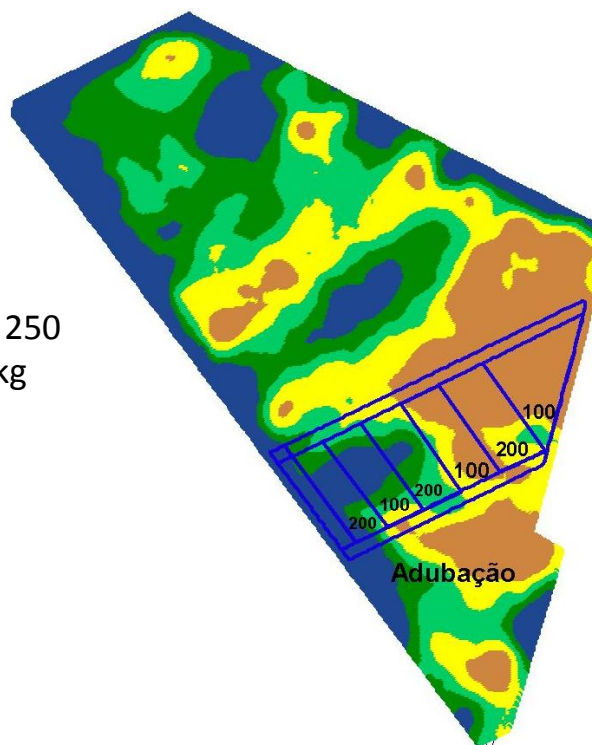
16 sem/m, 11 sem/m, 21
sem/m

Granulometria:

Arenoso, 16% de argila

Obs:

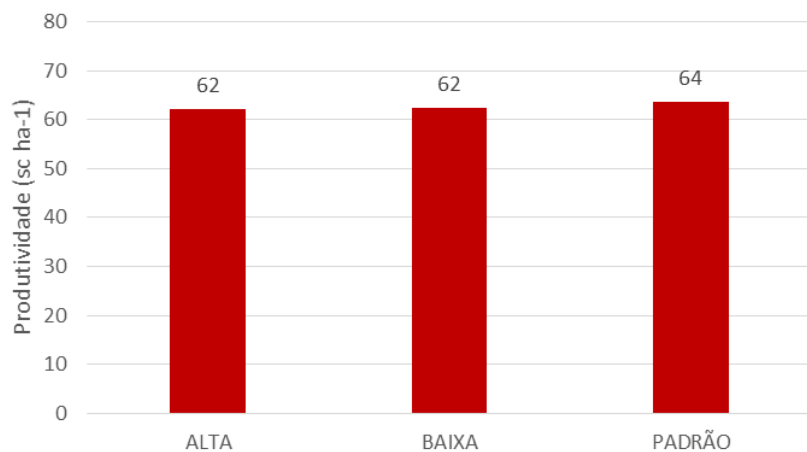
Manchas de operações
anteriores



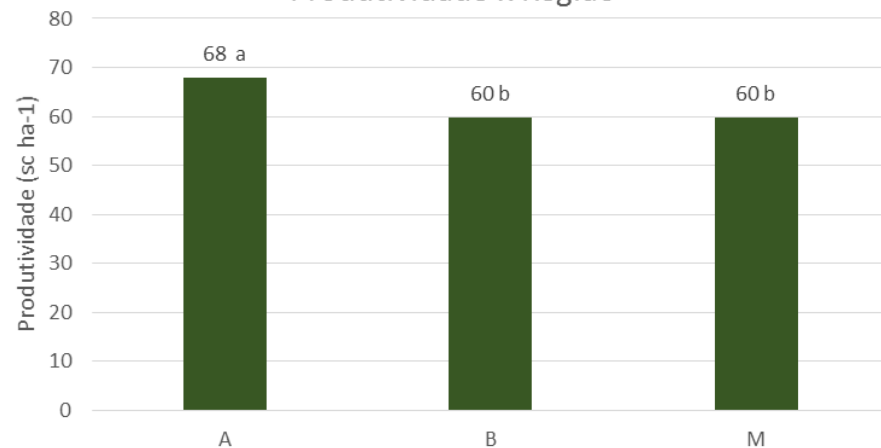
Causa de Variação	Prob > F
População	0,9263
Região	0,0003
Adubação	0,1903
Interação Pop x Região	0,4745
Interação Pop x Adubação	0,7971
Interação Região x Adubação	0,9315
Interação Pop. x Reg. x Adubação	0,8891

Resultados de Experimentos – f(produtividade)

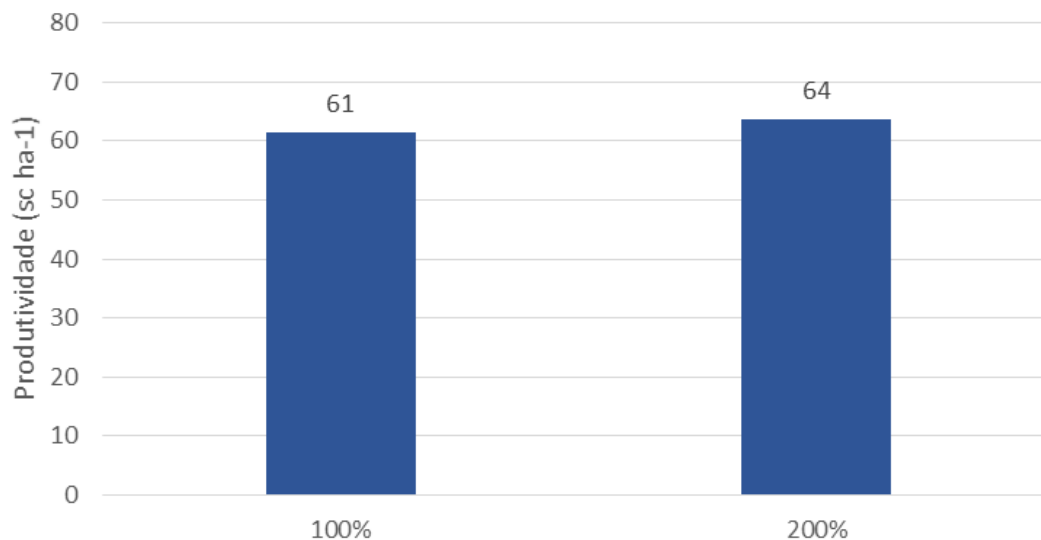
Produtividade x População



Produtividade x Região



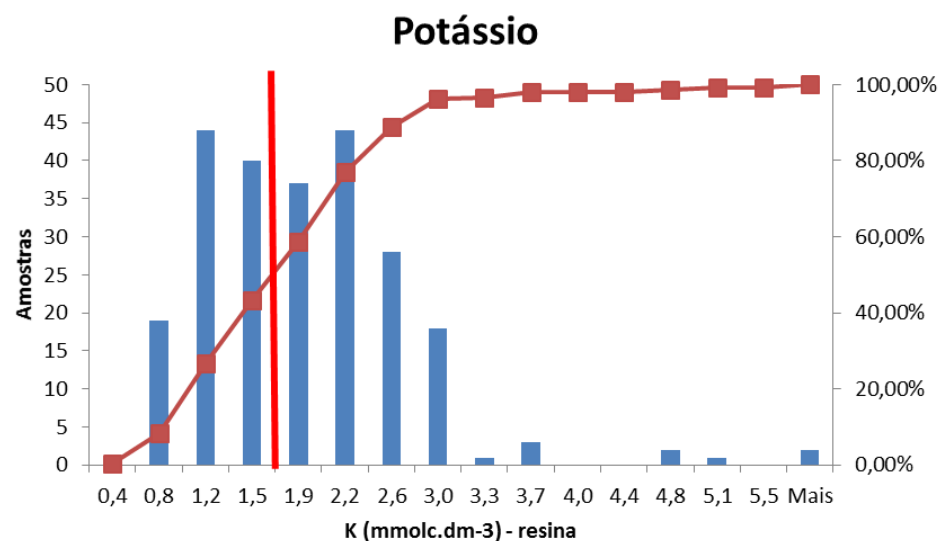
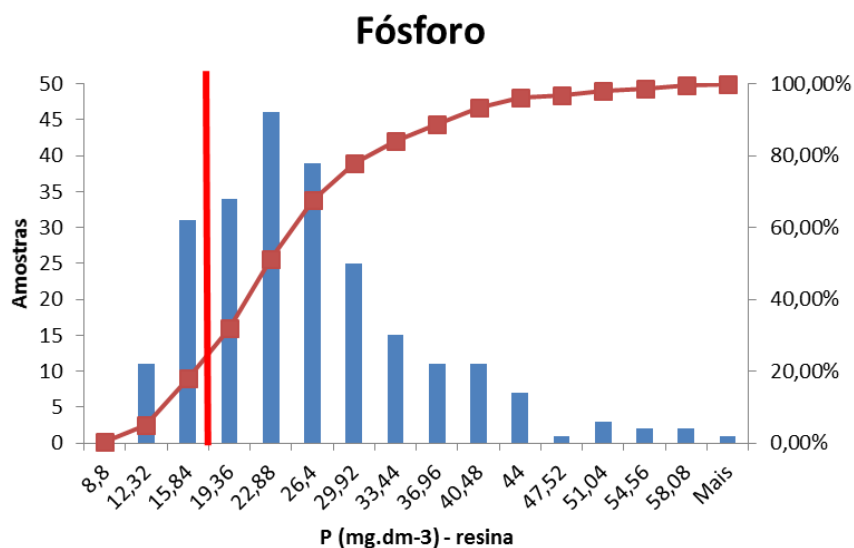
Produtividade x Adubação



Amostragem Dirigida – f(CEa)

Resultados amostragem dirigida – o a 20 cm

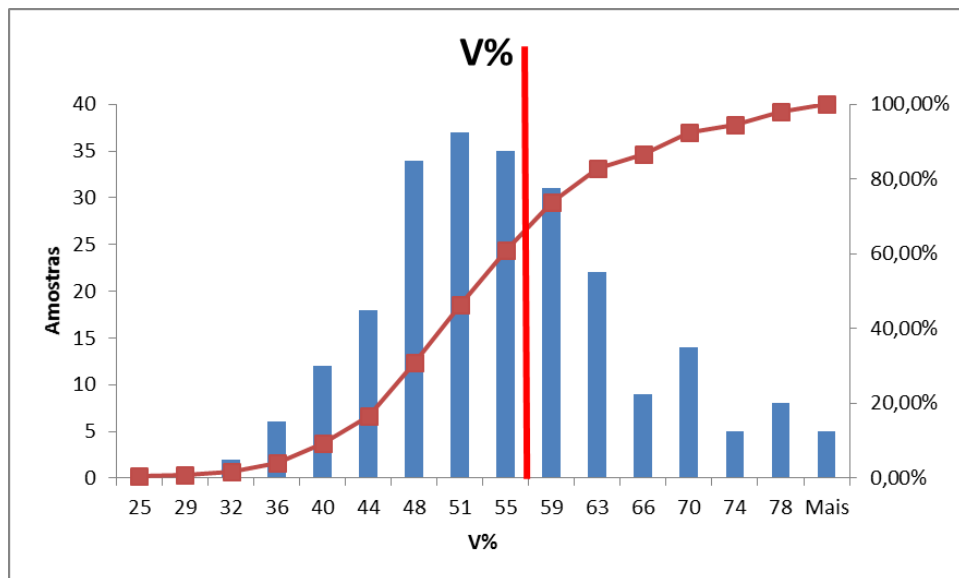
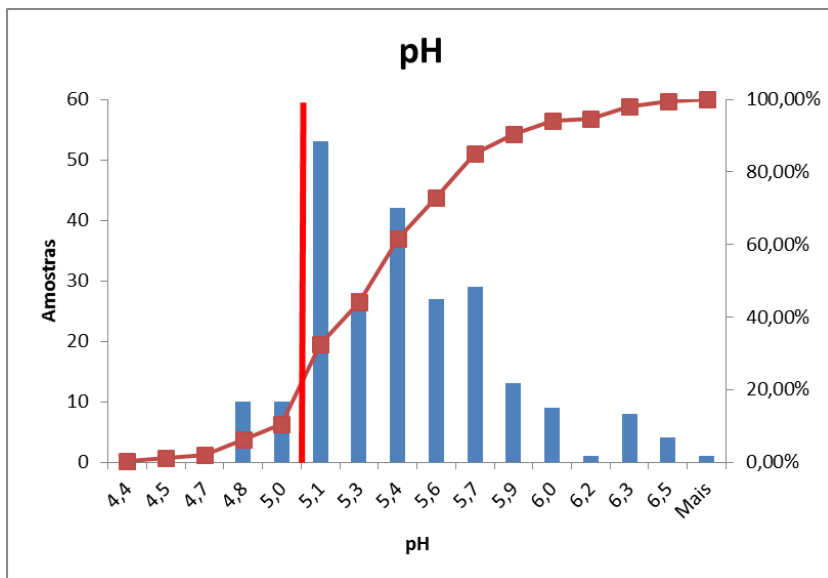
120 amostras em 9 Talhões



Amostragem Dirigida – f(CEa)

Resultados amostragem dirigida – o a 20 cm

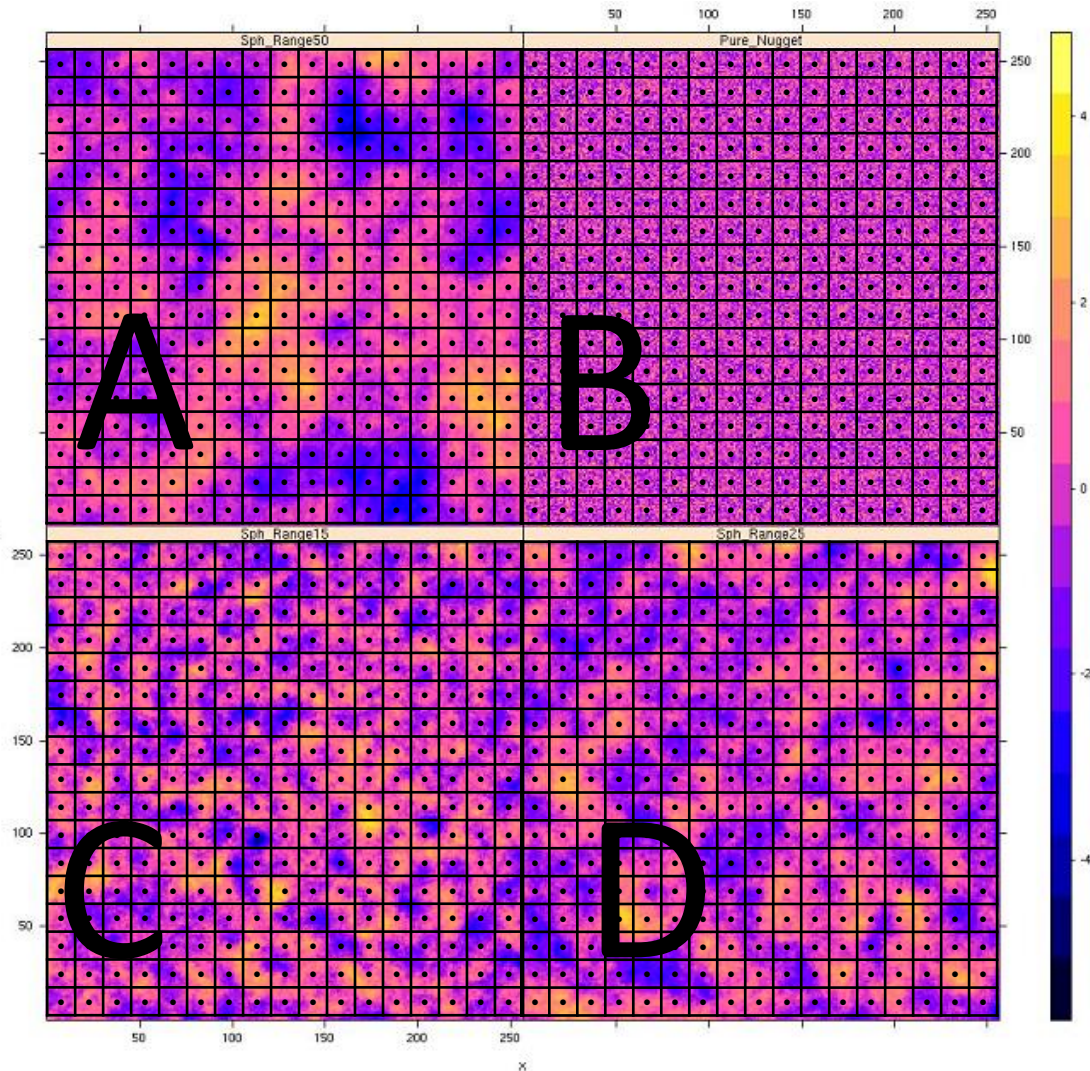
120 amostras em 9 Talhões



Amostragem localizada para manejo de nutrientes

Amostragem sistemática em pontos

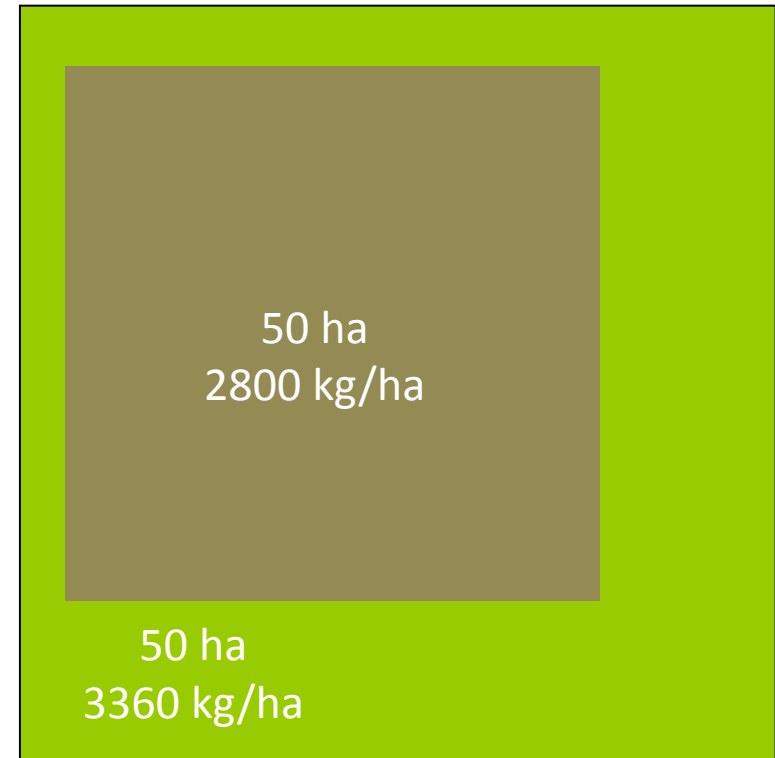
Capacidade de
representar a
variabilidade espacial é
limitada pela densidade
amostral, variabilidade
induzida, erros na
predição espacial



Amostragem localizada para manejo de nutrientes

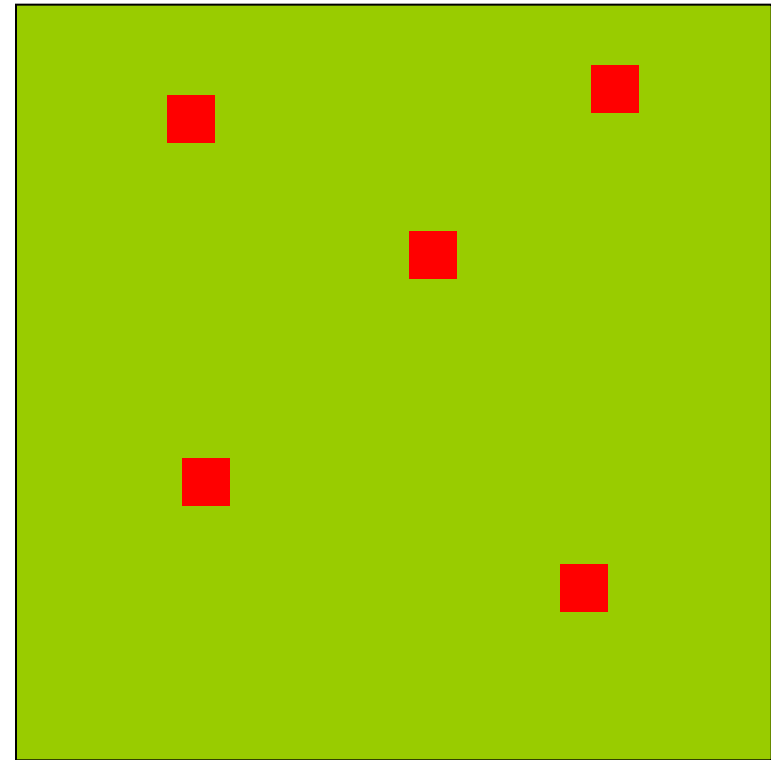
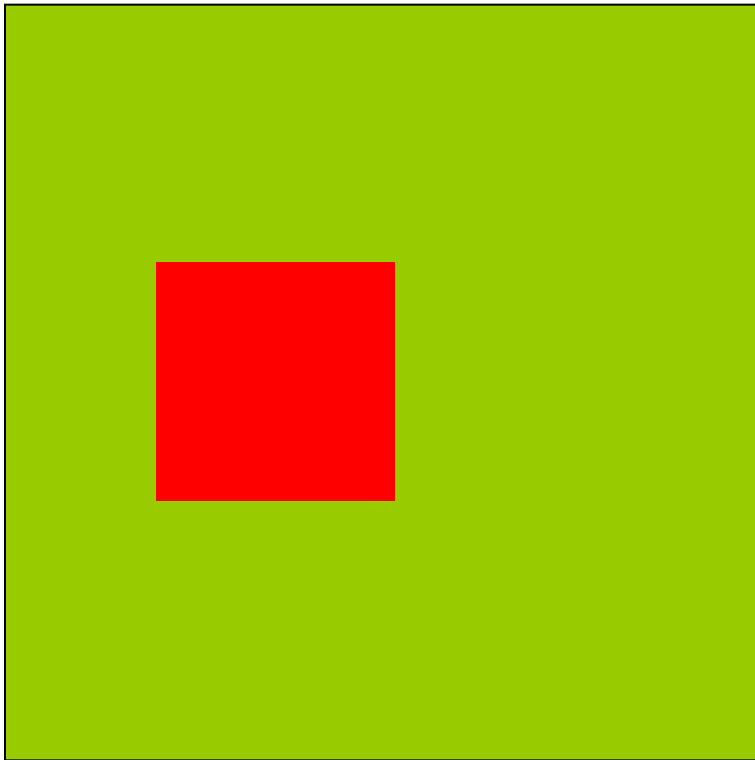


Intensidade **ALTA**
Abrangência **BAIXA**
Média = 3080 kg.ha⁻¹



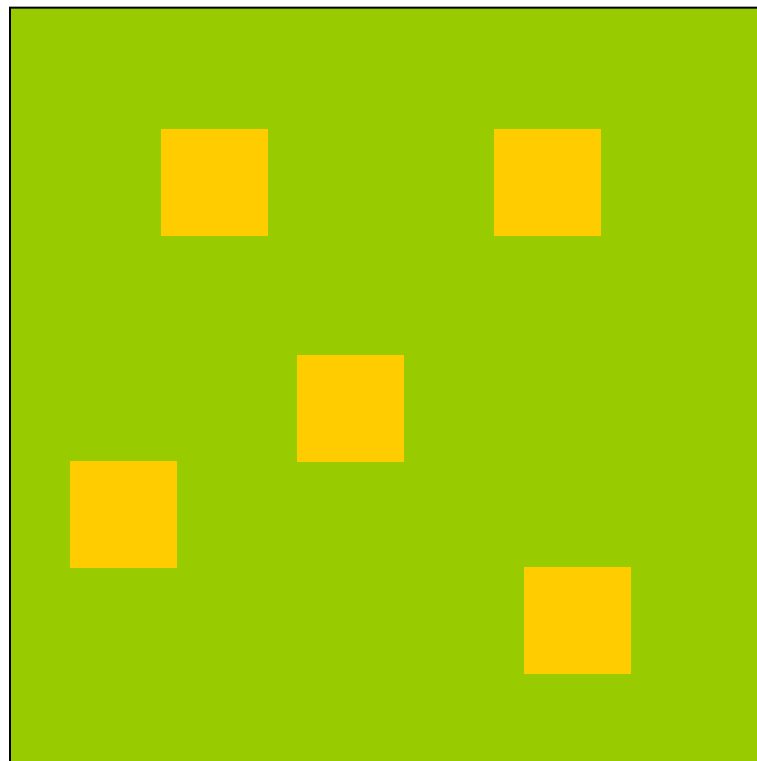
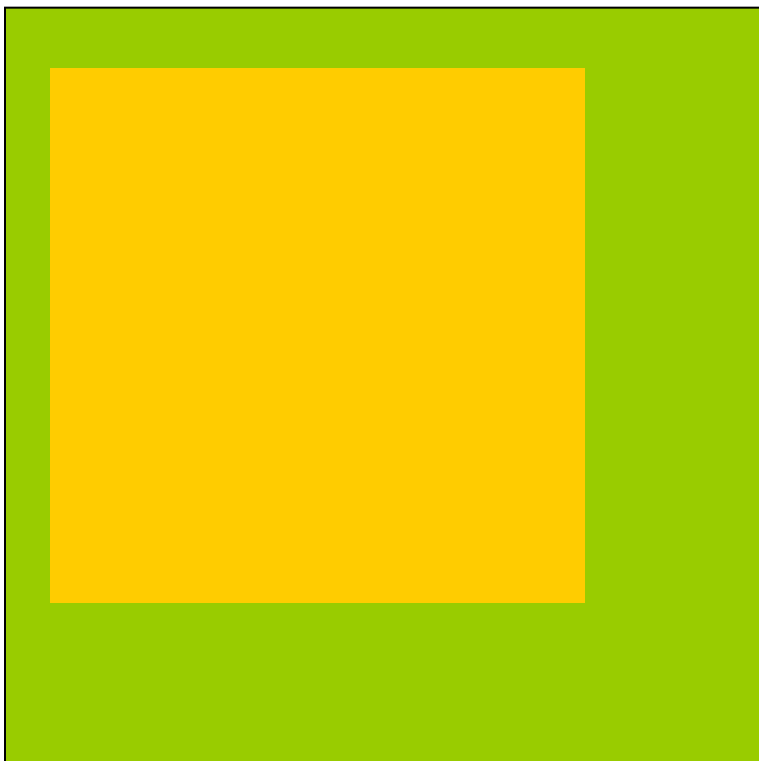
Intensidade **BAIXA**
Abrangência **ALTA**
Média = 3080 kg.ha⁻¹

Amostragem localizada para manejo de nutrientes



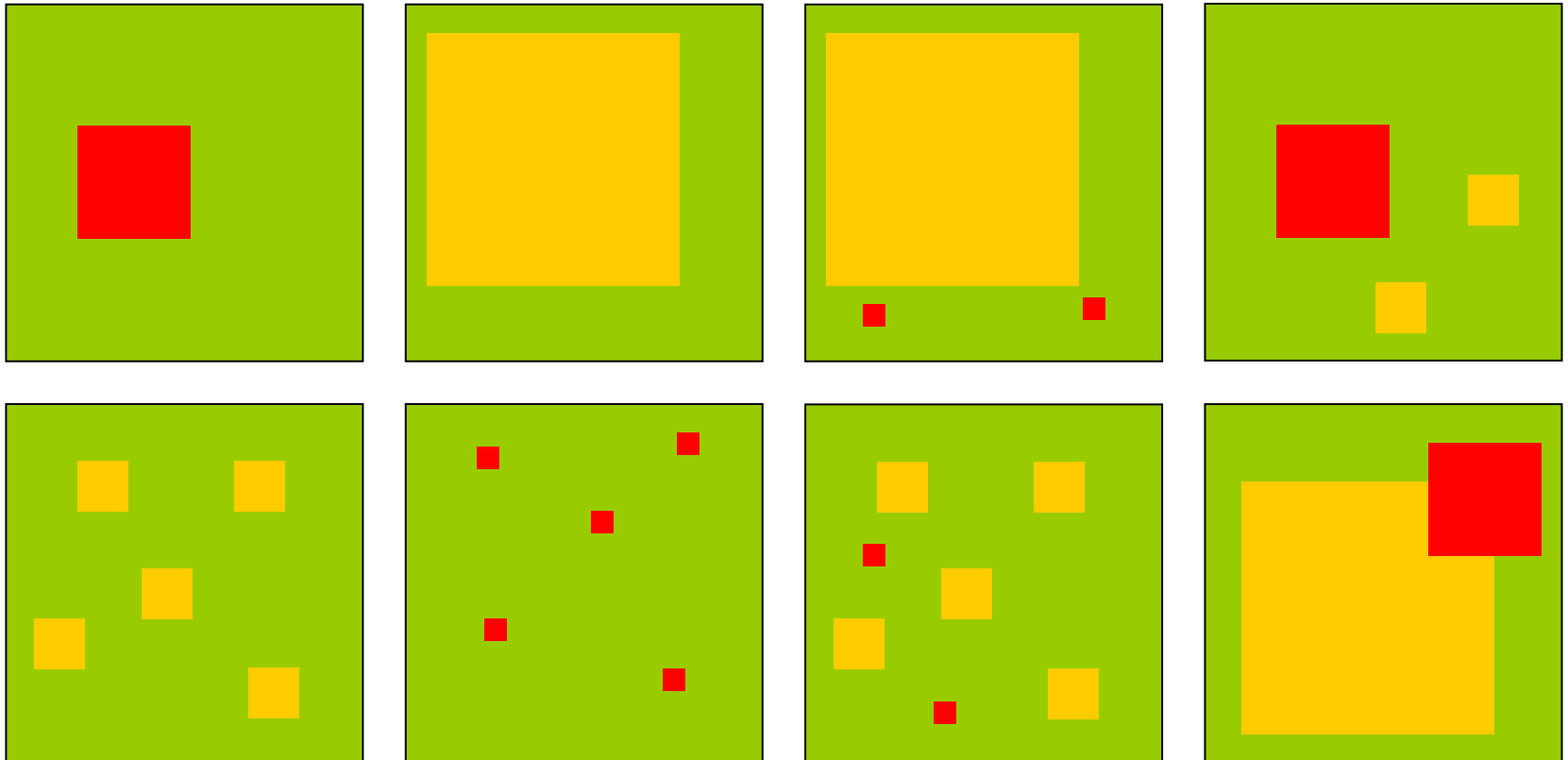
Necessário: Alta densidade de amostragem

Amostragem localizada para manejo de nutrientes

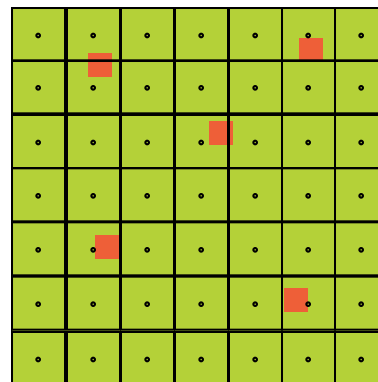
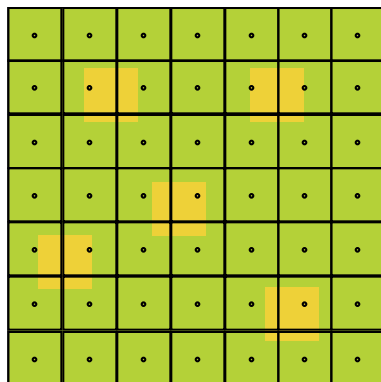
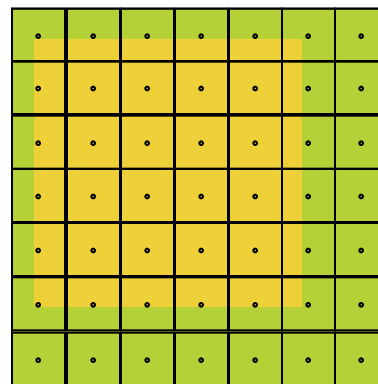
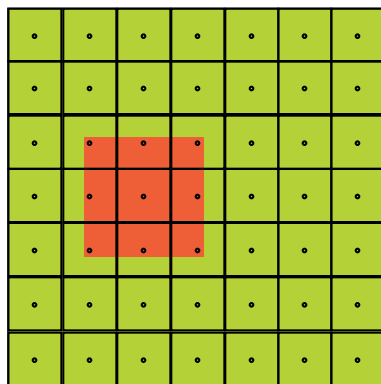


Necessário: Densidade de amostragem e sensibilidade do instrumento

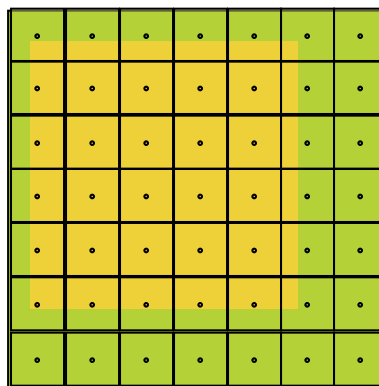
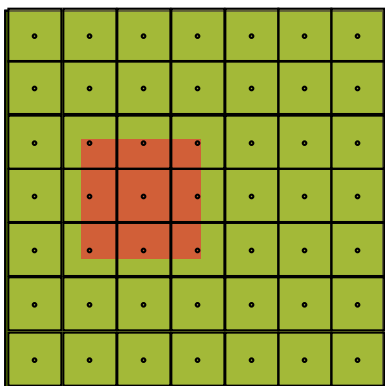
Amostragem localizada para manejo de nutrientes



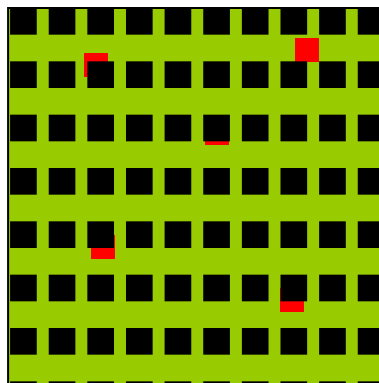
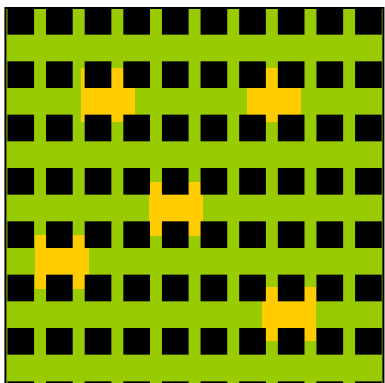
Amostragem localizada para manejo de nutrientes



Amostragem localizada para manejo de nutrientes



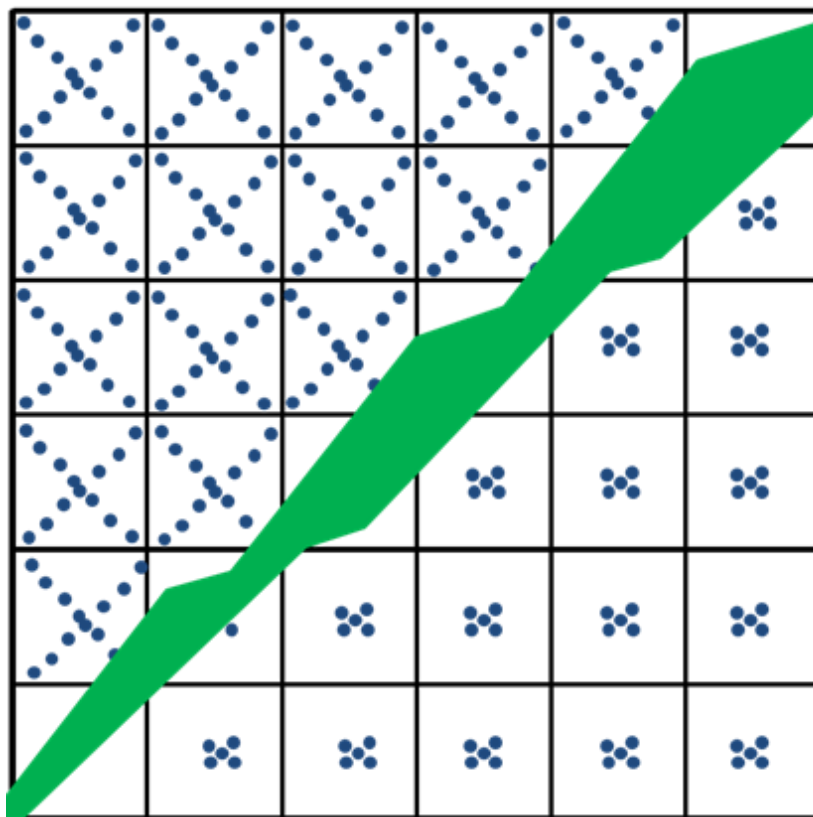
Amostragem
esparsa



Amostragem densa
sensoriamento

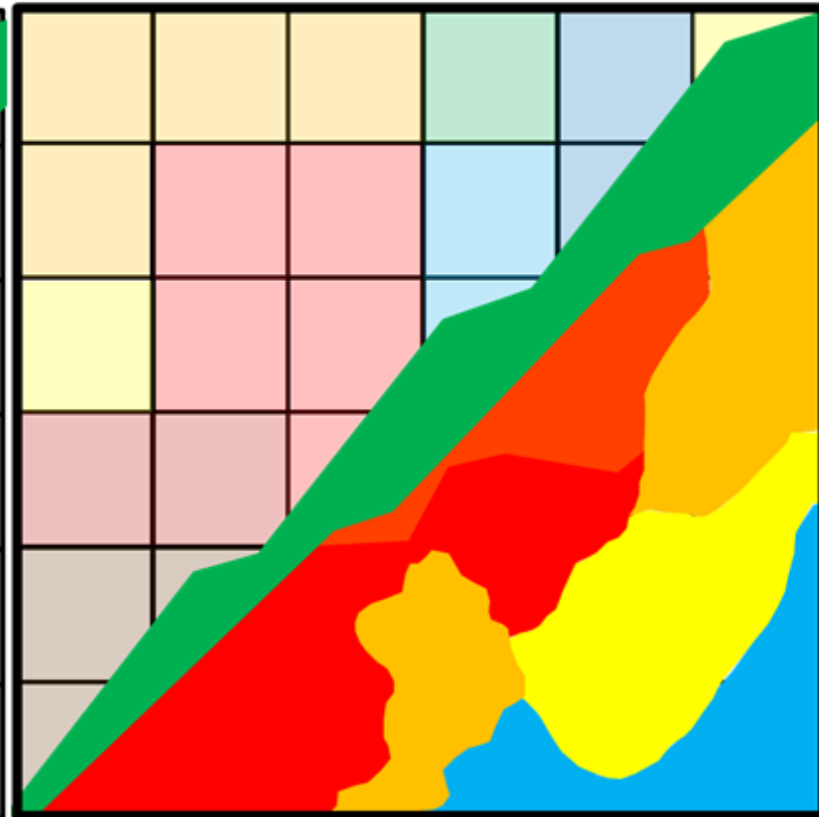
Amostragem localizada para manejo de nutrientes

Amostragem em células



Amostragem em pontos

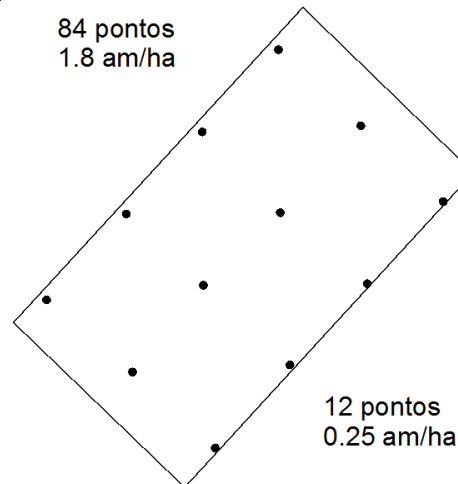
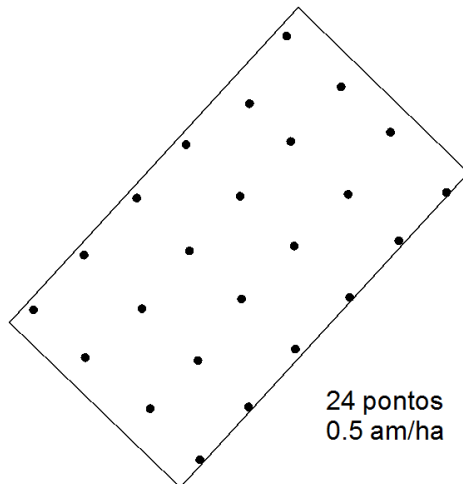
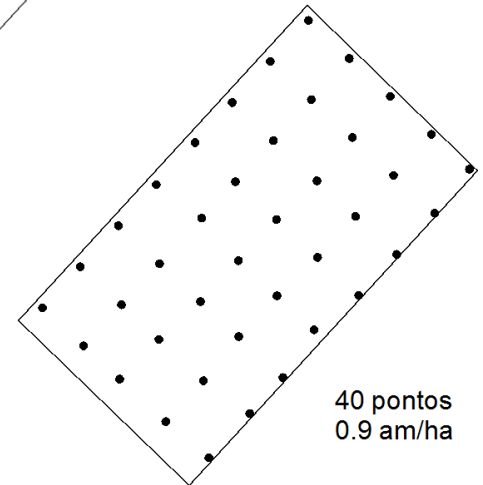
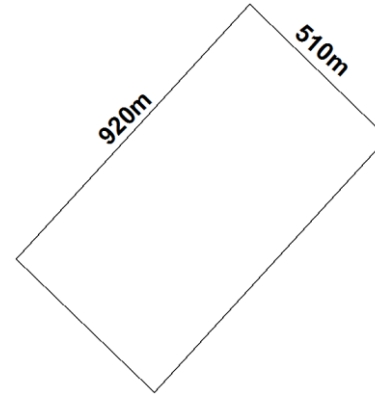
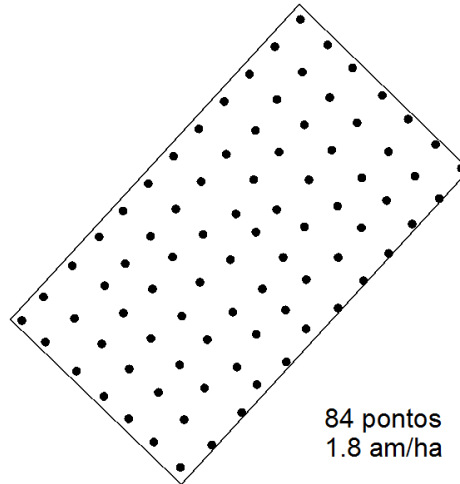
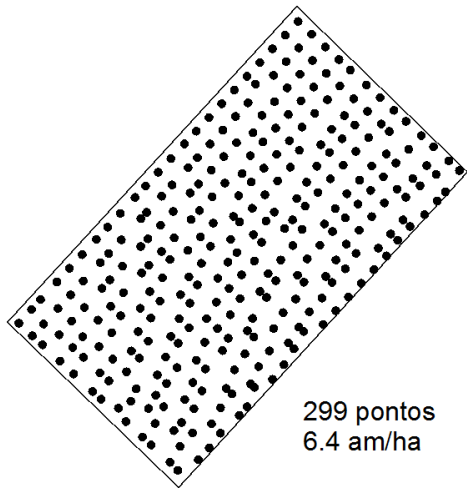
Mapa = valor da amostra



Mapa = estimativa

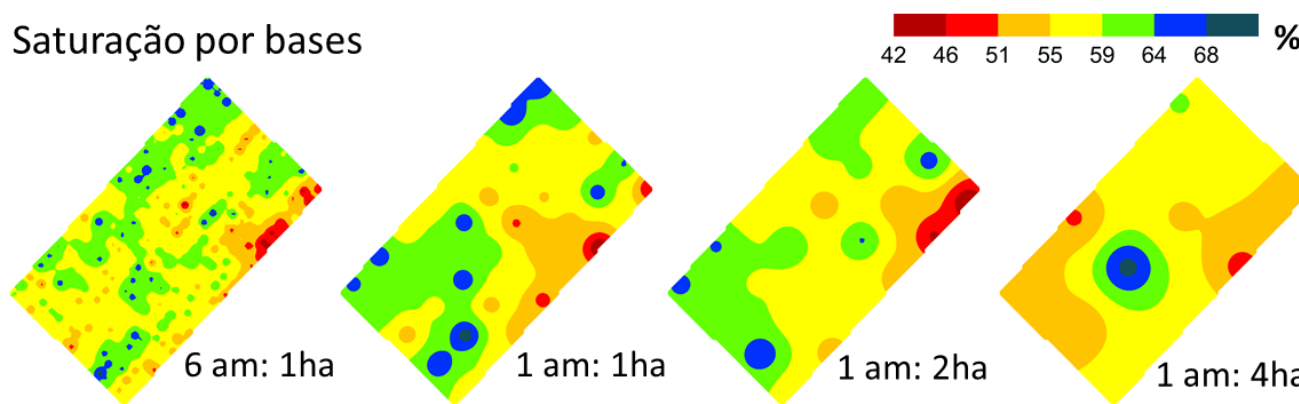
Estudo de caso: lavoura no Mato Grosso

Densidade de amostragem

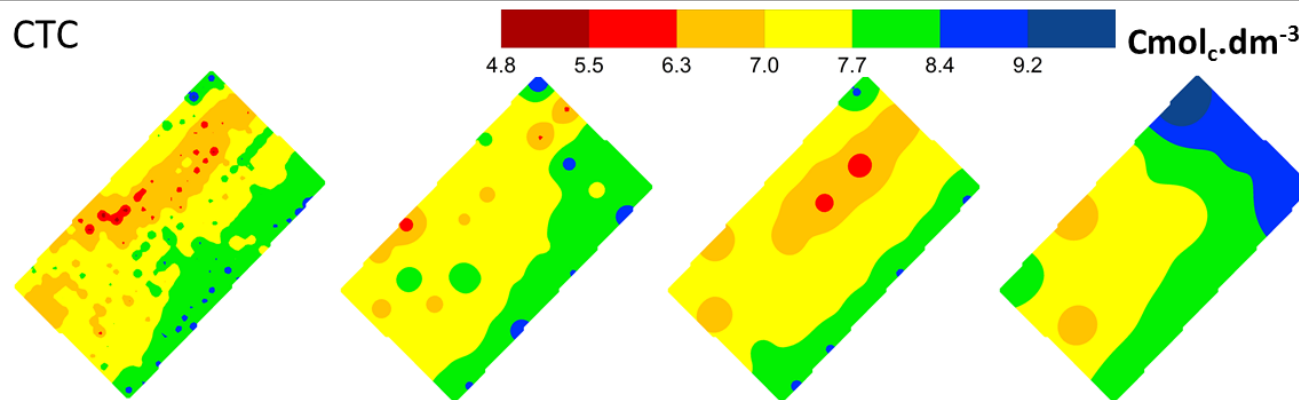


Estudo de caso: lavoura no Mato Grosso

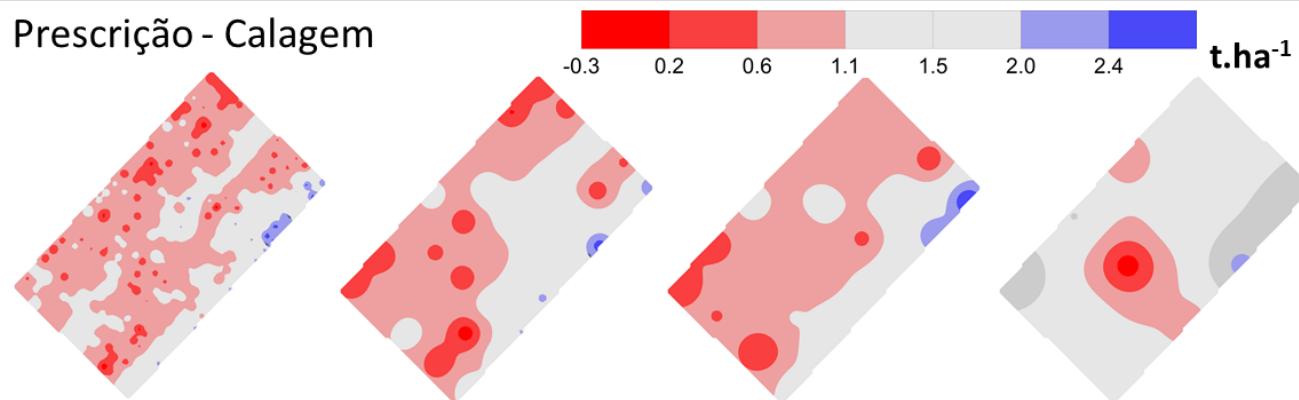
Saturação por bases



CTC



Prescrição - Calagem

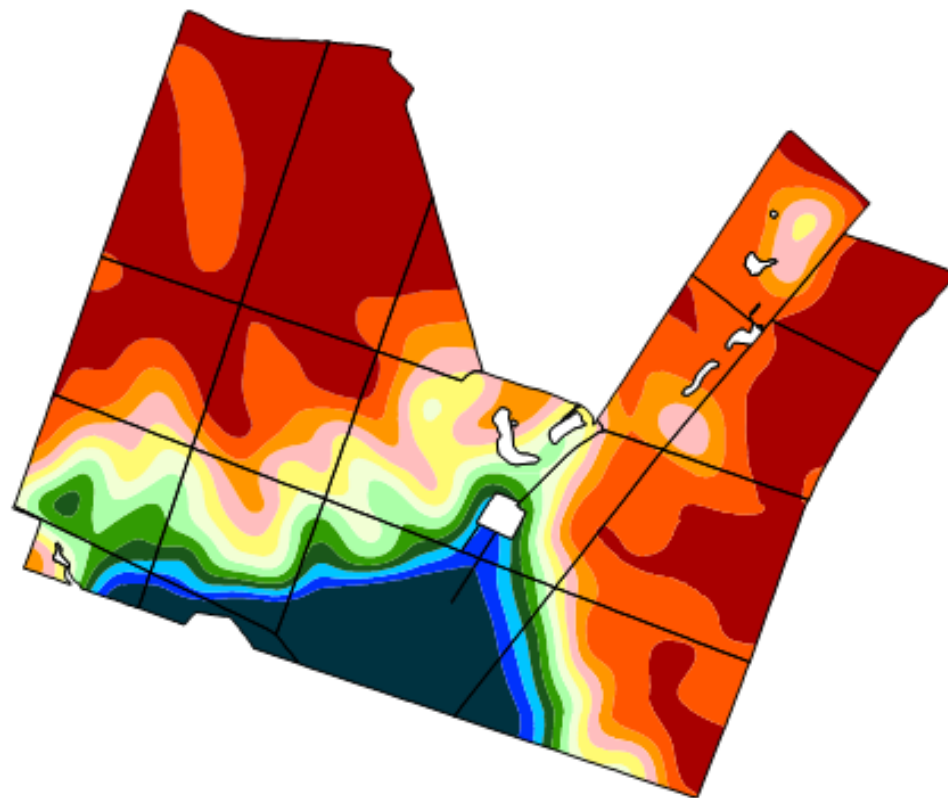


**1 amostra para
2 hectares**

**Adequado para
a maioria das
condições**

Amostragem para Granulometria

- ✓ Em pontos, com menor densidade;
- ✓ Apenas uma vez;
- ✓ Subdivisão das áreas em função da capacidade de reter água e nutrientes;
- ✓ Manejo de população de plantas, cultivares, nutrição e correção.



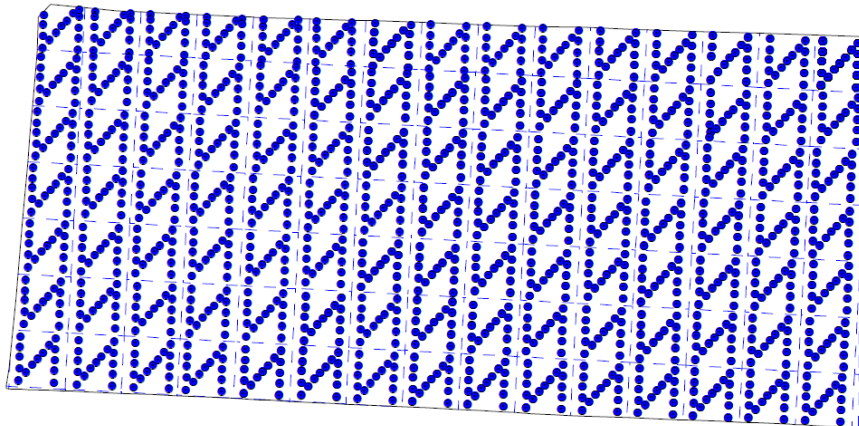
Escala:
1:50.000



Alternativa à amostragem em pontos

Amostragem sistemática em células

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



91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Cuidados na Caracterização da Variabilidade

Aplicações em Superfície

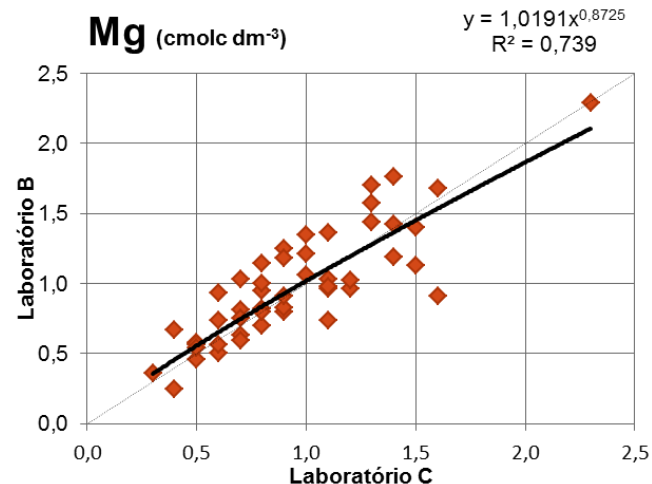
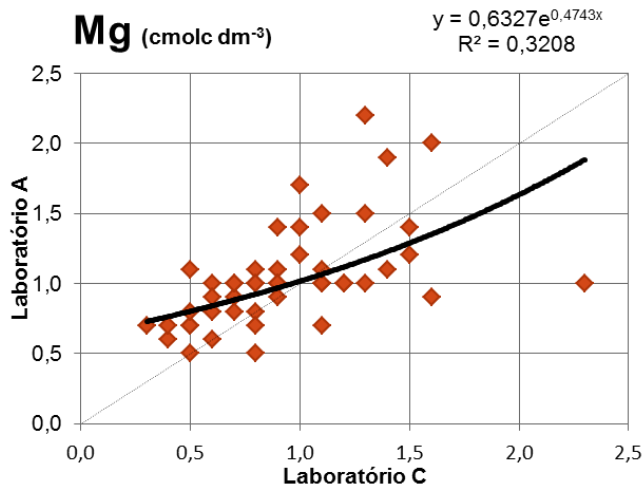
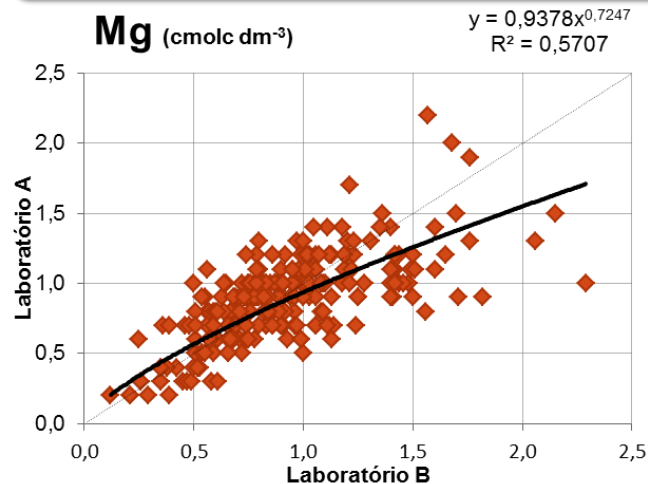
Estratificação dos teores de nutrientes – **Ferramenta de coleta adequada?**

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

Cuidados na Caracterização da Variabilidade

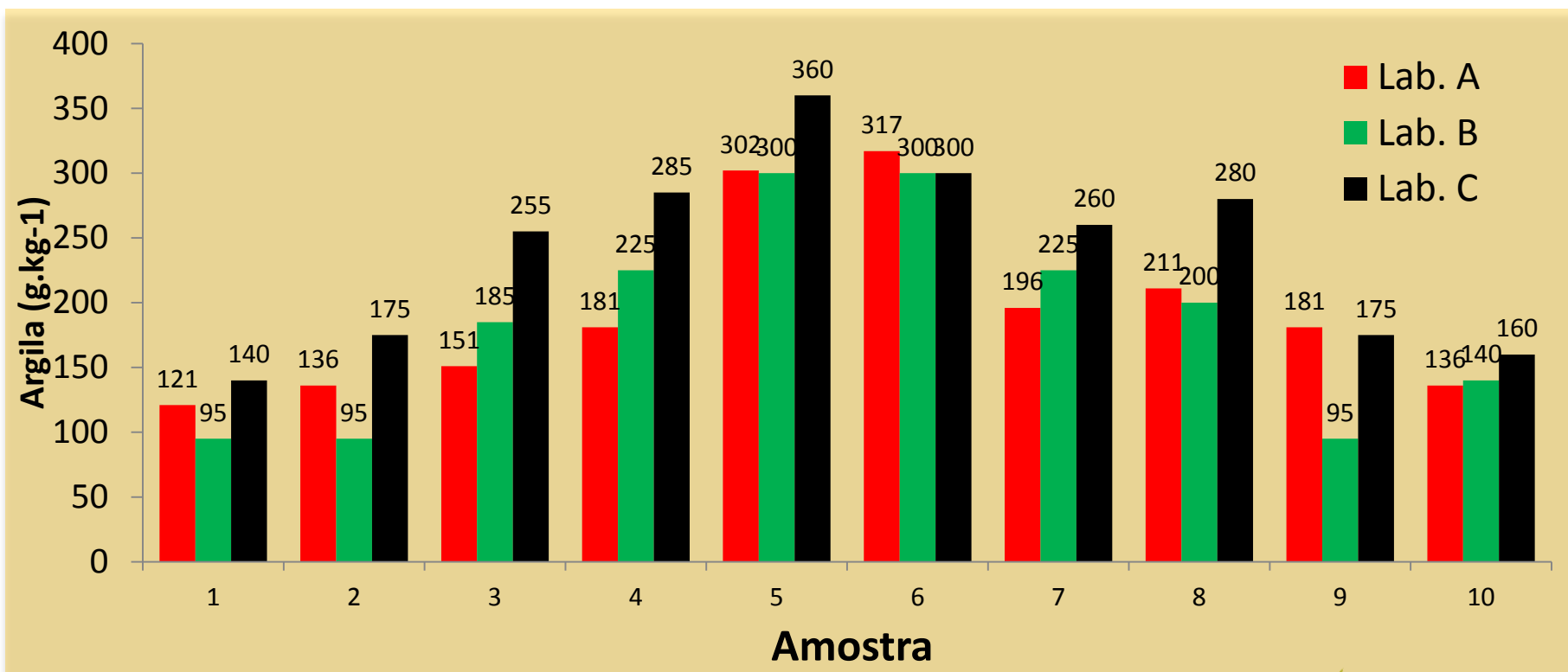
Qualidade dos resultados analíticos

Magnésio



Cuidados na Caracterização da Variabilidade

Qualidade dos resultados analíticos



Cuidados na Aplicação de Fertilizantes

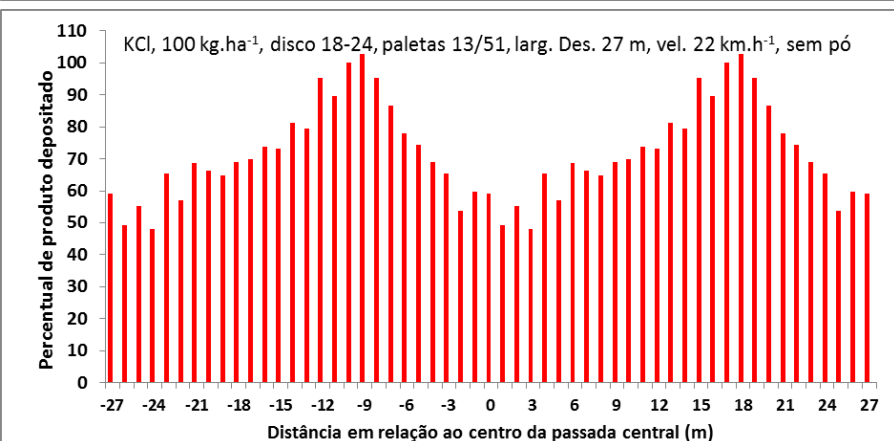
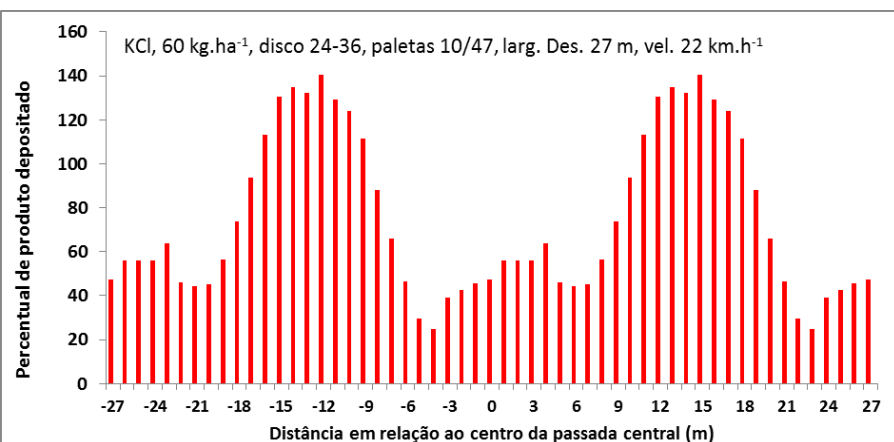


“Jogar a Lanço” ou Aplicar em Superfície?

Cuidados na Aplicação de Fertilizantes



- Aplicação de fertilizantes em superfície

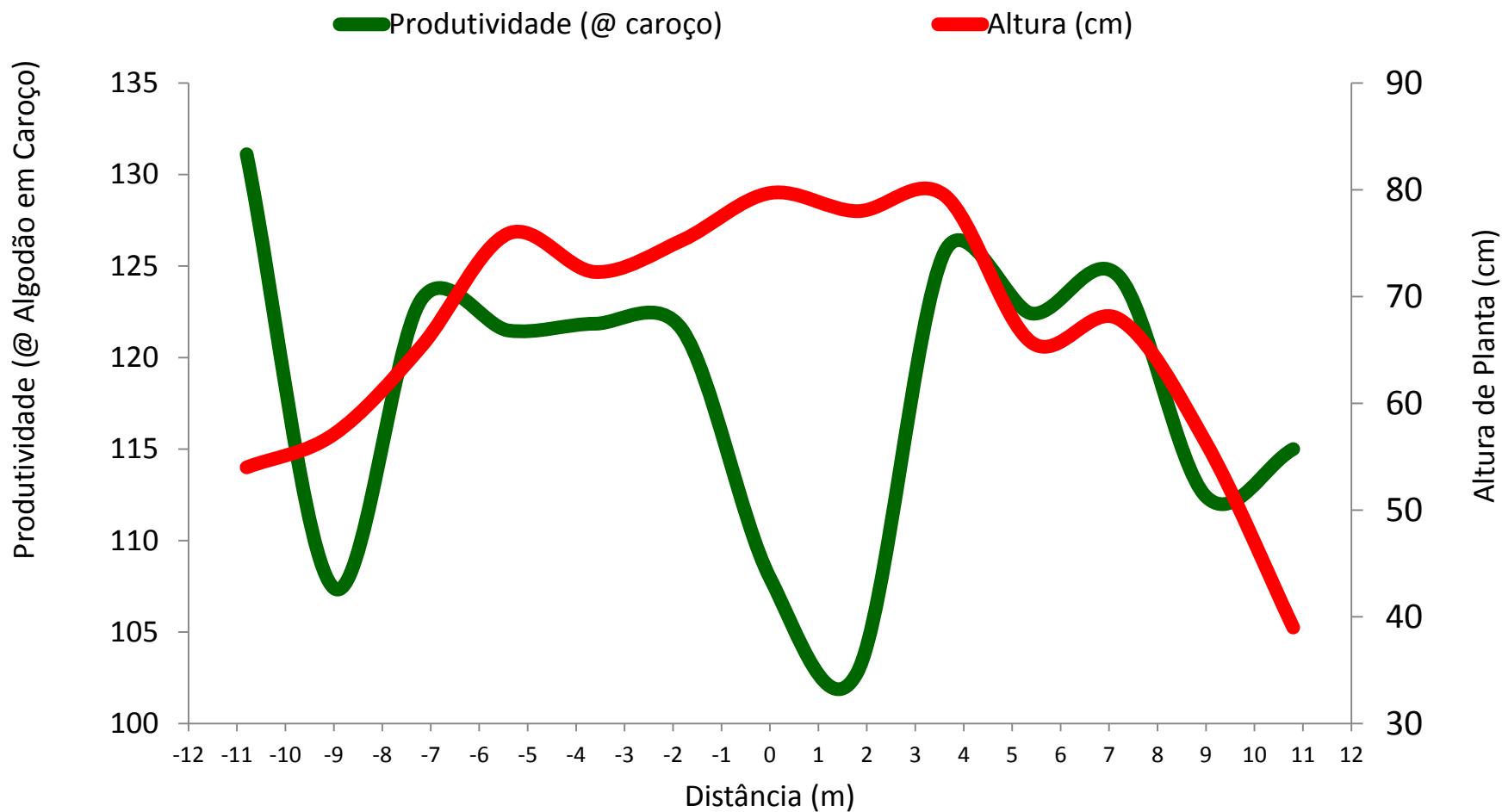


Cloreto de potássio

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

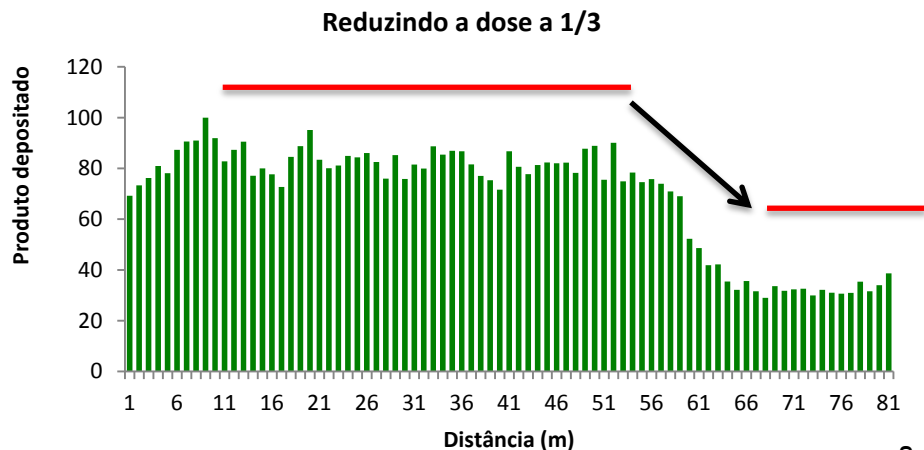
Cuidados na Aplicação de Fertilizantes



Equipamentos para aplicação em taxa variada

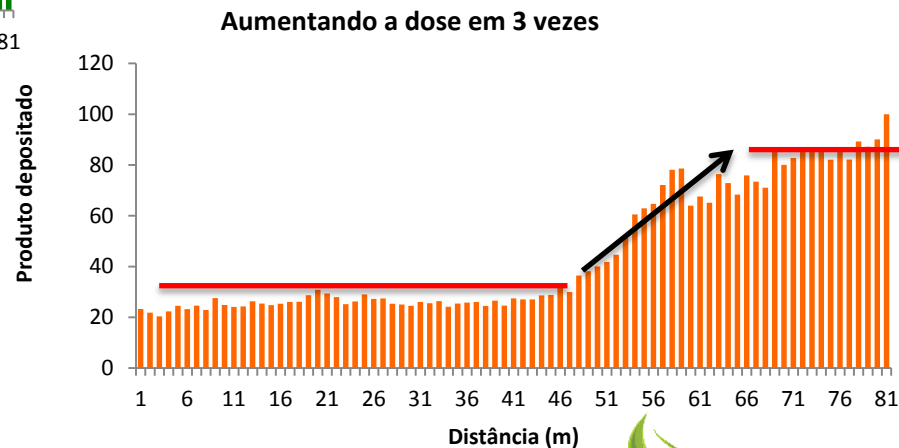
Equipamentos com dosador do tipo esteira

Taxa variável ou controle de vazão para taxa fixa



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



Aplicar fertilizante com qualidade utilizando distribuidor centrífugo com alta capacidade?

RAUCH
wir nehmen's genau



Bogballe



Vicon



Sulky / Cemagref

Equipamentos com largura útil definida

Equipamentos pneumáticos

Equipamentos do tipo “cocho/queda livre”



Fatores Limitantes

Recursos humanos

Operadores de máquinas, Agrônomos e Técnicos treinados

Prestadores de serviços

Diversidade de metodologias e valores

Equipamentos amostradores automatizados

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

Mecanização agrícola

Facilidade no manuseio

Qualidade dos equipamentos

Gestão das operações e inserção no sistema de produção

Árvore de Decisão para Manejo da Variabilidade Espacial



Considerações finais

Aplicação	Ferramentas
Manejo Acidez, potencial de produção	Amostragem sistemática estratificada para química e granulometria
Manejo de P e K	Mapa de colheita/Extração amostragem dirigida
Manejo de N	Refletância
População de plantas milho	Condutividade elétrica
Herbicidas e regulador de Crescimento	Refletância e ou condutividade elétrica
Produção de palha	Sensor de refletância e ou condutividade elétrica

Considerações finais

- ✓ Avaliar presença de variabilidade: sistema de produção, histórico;
- ✓ Estabelecer relação causa-efeito;
- ✓ Qualidade nas operações mecanizadas;
- ✓ Utilizar a abordagem de amostragem contínua evitando amostragem esparsa a menos que dirigida;
- ✓ Manter visão ampla, as causas podem ser diversas: nutrientes, fatores abióticos, bióticos;
- ✓ Máquina como fonte de informação;
- ✓ Priorizar áreas com maior controle operacional e monitorar em detalhe, aprendizado é seguro

Obrigado

Leandro M. Gimenez

leandrogimenez@fundacaomt.com.br

(66)3439 - 4100