

**SIMPÓSIO IPNI
BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE
DE FERTILIZANTES (BPUFs)**

**USO ADEQUADO DO SISTEMA DE RECOMENDAÇÕES
VISANDO O MANEJO QUÍMICO DOS SOLOS DO
RIO GRANDE DO SUL**

**Ibanor Anghinoni
Departamento de Solos
FA/UFRGS**

FOCO: Boas práticas agrícolas visando o manejo químico dos solos do RS

1. Contextualização
2. Sistema de recomendação - RS
3. BPUFs na **elaboração e utilização** das recomendações
 - 3.1. Amostragem do solo
 - 3.2. Adequação dos métodos
 - 3.3. Metodologia de análise
 - 3.4. Calibração dos métodos
 - 3.5. Recomendações de adubação
4. Considerações (questionamentos)

1. Contextualização

Manejo químico da Fertilidade do solo

Conceito utilizado no RS e no Brasil

Capacidade do solo de fornecer às plantas nutrientes, em quantidades e proporções adequadas e de manter a ausência de elementos tóxicos para o seu desenvolvimento

Conceito químico-mineralista

Análise química do solo

Fonte de nutrientes

Boas as práticas agrícolas no manejo químico dos solos do RS

1. Manejo da lavoura e da propriedade

2. Sustentabilidade: - Rentabilidade

- Qualidade de vida da comunidade
- Ambiente da lavoura, da propriedade e de áreas contíguas
- Legislação ambiental

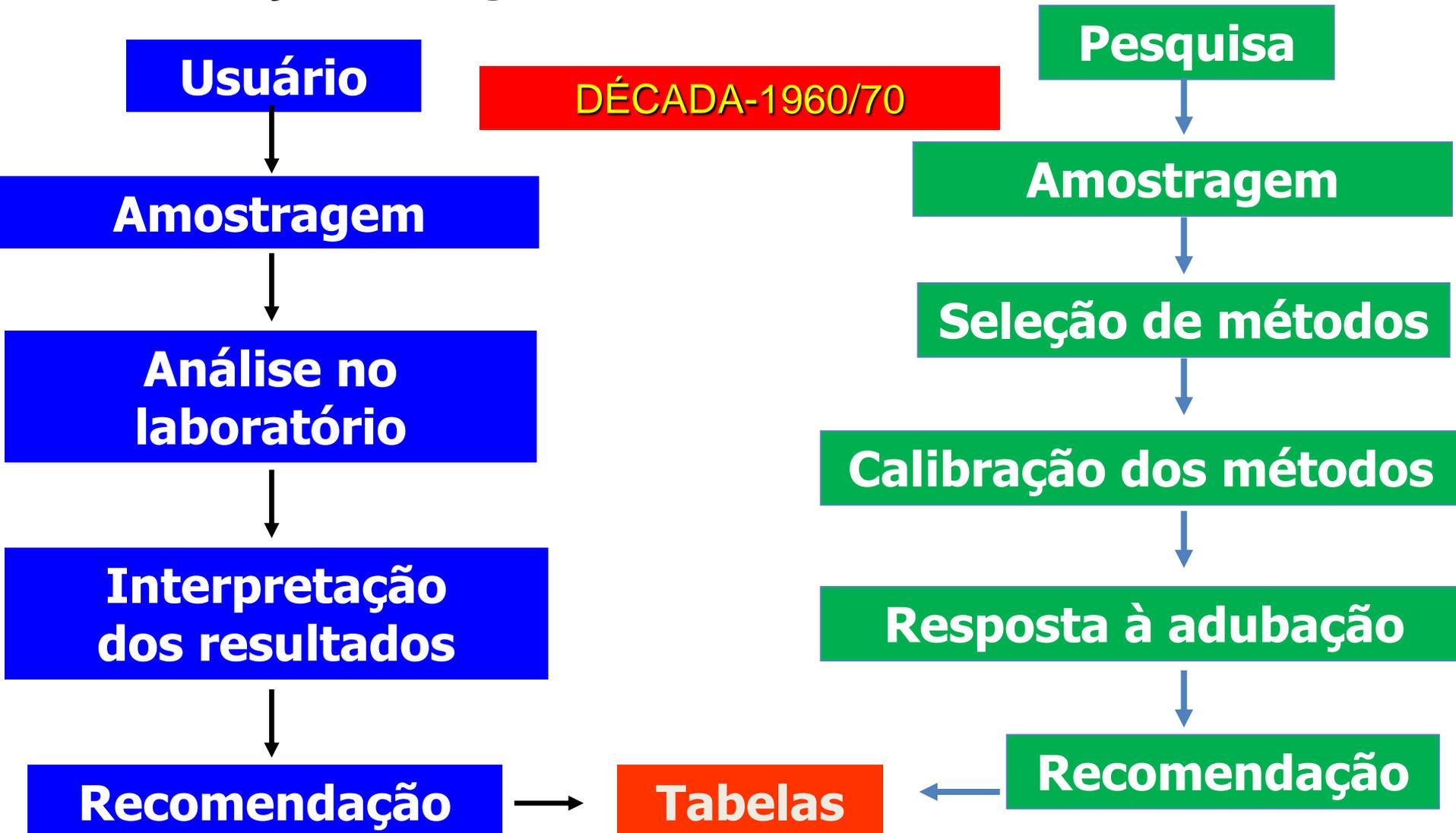
3. Manejo de nutrientes (conceito químico mineralista)

- Dose – base na análise do solo - Recomendações

- Manejo da fertilidade: Modos, época, fontes, culturas - Programa do Simpósio

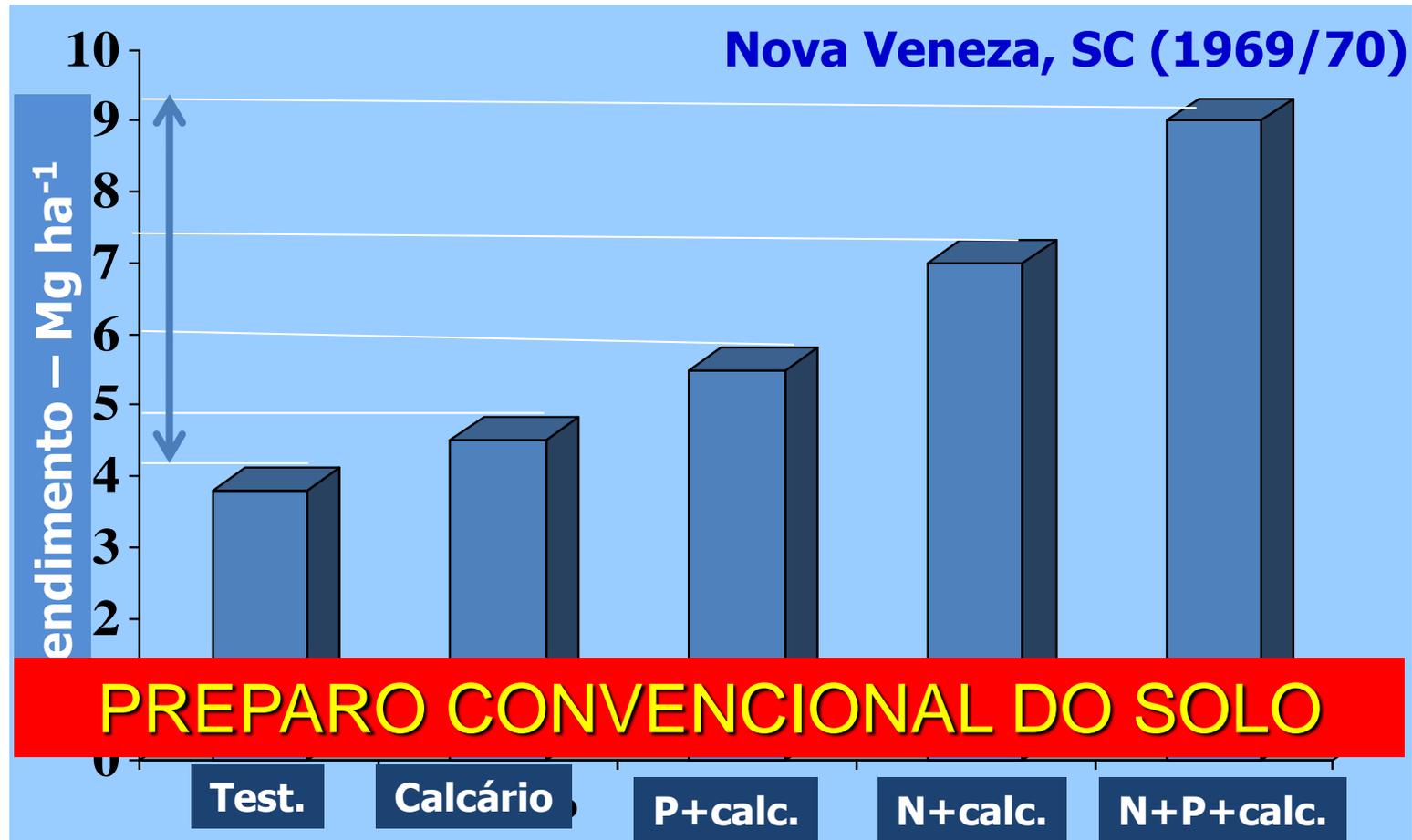
2. Sistema de recomendação - RS

Adubação e calagem com base em análise do solo



2. Sistema de recomendação - RS

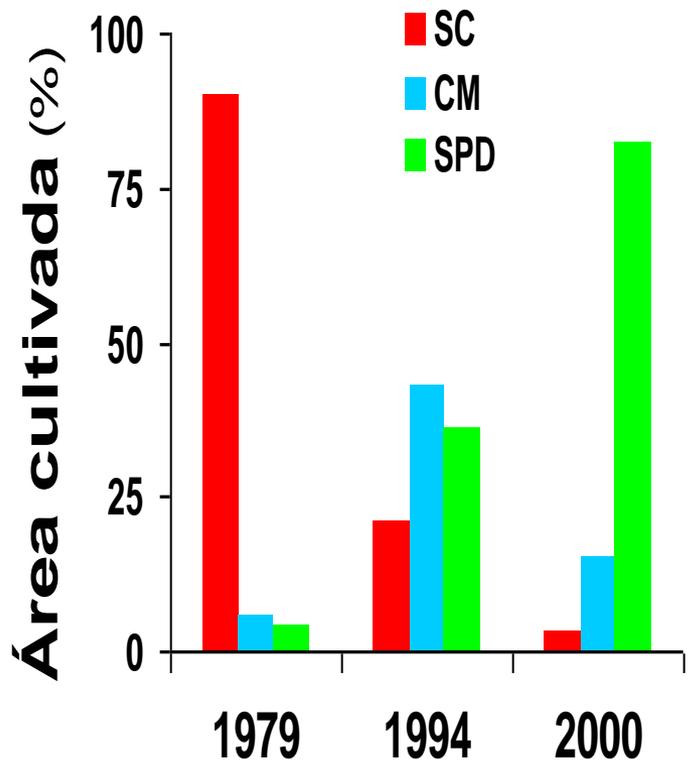
Resposta do milho à adubação e calagem



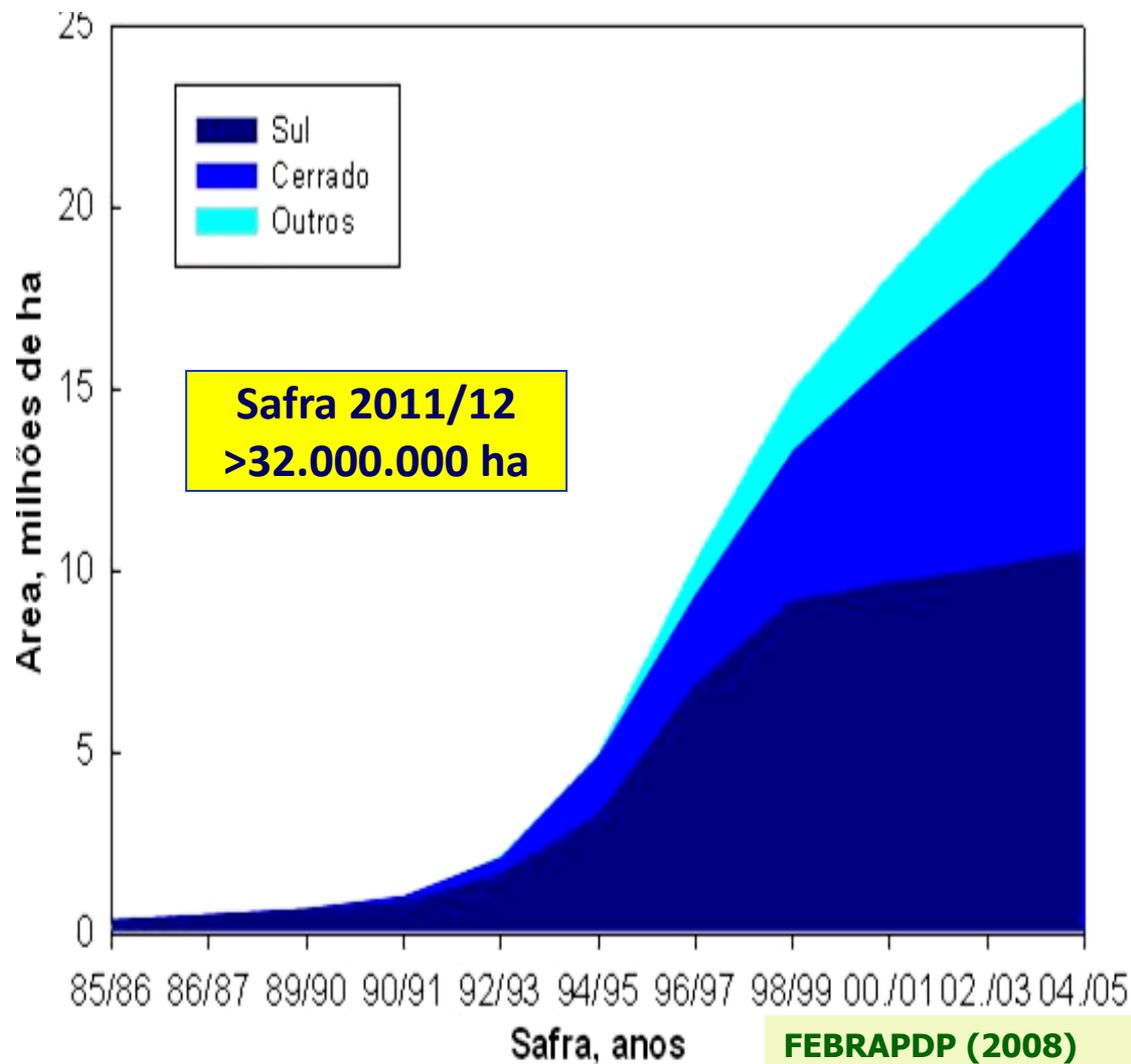
Fator nutricional

2. Sistema de recomendação- RS

Sistemas de manejo no RS



Plantio direto no Brasil



2. Sistema de recomendação - RS

Evolução da fertilidade com o manejo do solo

Indicador de fertilidade do solo	Preparo convenc.		Plantio direto	
	1967	1977	1985	2005 ⁽¹⁾
pH, água	4,7	5,3	5,3	6,3
Mat. orgânica, %	2,5	2,7	3,4	3,8
P-Mehlich 1, mg dm ⁻³	2	12	7	15
K-Mehlich 1, mg dm ⁻³	55	75	70	230

⁽¹⁾Amostragem 0-0 cm

Adaptado de Nicolodi (2007)

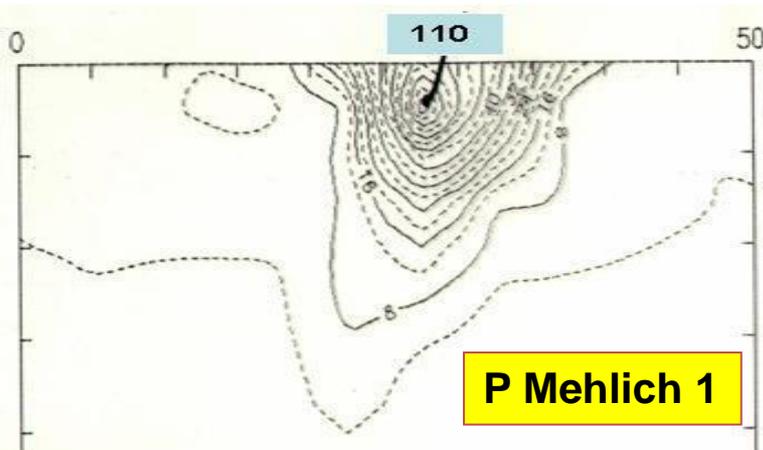
ADEQUADO: pH \geq 6,0; Mat. org. \geq 5,0%; P \geq 6,0 mg dm⁻³ ; K \geq 90 mg dm⁻³

DESAFIO BPUFs???

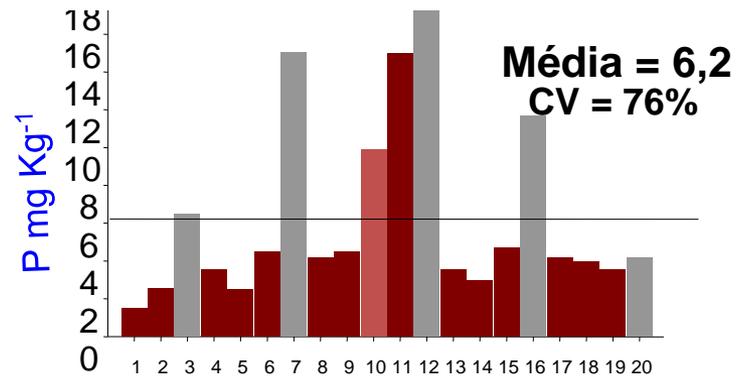
3. BPUFs na elaboração e utilização das recomendações

3.1. Amostragem do solo (SPD)

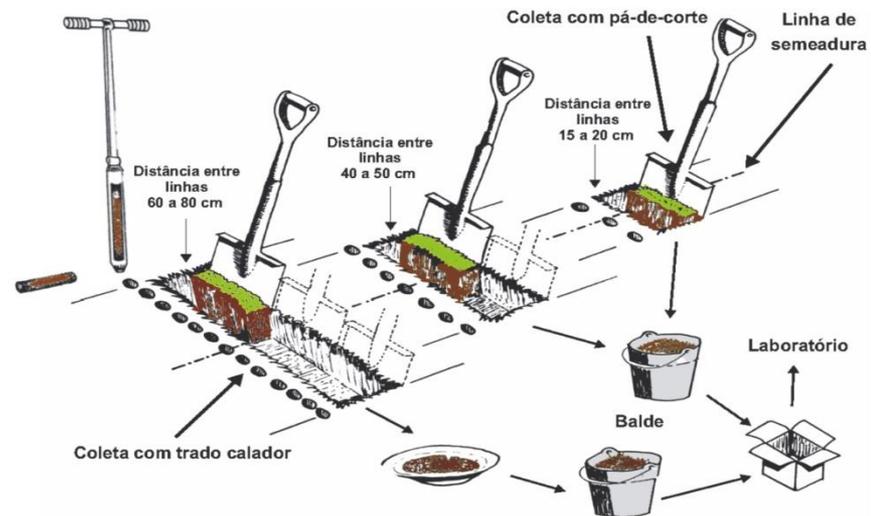
Variabilidade horizontal



P Mehlich 1



Monólitos de 5 cm



Amostra representativa

3.1. Amostragem do solo

Variabilidade vertical

QUEBRA DE PARADIGMA

Sá (1993): no plantio direto deixa de existir a camada arável, dando lugar à outra enriquecida com resíduos orgânicos, alterando a dinâmica da matéria orgânica do solo e a ciclagem de nutrientes.

P > Ca = Mat. org. > Mg > K



1. Amostragem do solo

Variabilidade vertical vs estado de fertilidade

AJUSTE: 0 a 10 cm
CQFS RS/SC (1997) em Santa Maria RS,
em relação ao preparo convencional e
a vontade (convicção) da grande maioria dos presentes

	CQFS RS/SC (1997)	Nolla (2003)	Nicolodi (2003)	Vieira (2011)
Camada (cm)	Ajuste 0 – 10cm	Qualquer	Qualquer	Melhor
Indicação	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 - 20
Tempo em PD	≤ 5 anos	7 anos	4 – 9 anos	> 15 anos

DESAFIO BPUFs???

3.2. Adequação dos métodos

a. Método de calagem: Índice SMP – Fórmula (pH, mat. org. e Al) **ADEQUADO !**
Critérios: pHágua, Sat. base e Sat. Al

b. Método disponibilidade de N: **SUFICIENTE ?**
Critérios: Teor de mat. org. total (estável)
Cultura anterior
Produt. almejada

Sistemas conservacionistas: **FRAÇÃO LÁBIL ?**

3.2. Adequação dos métodos

c. Método P disponível (Mehlich 1)

SUFICIENTE ?

Critérios:

- Grupos texturais (argila):
1 = 0 - 20; 2 = 21- 40; 3 = 41-60; e 4 >60%
- Teores críticos: 6; 9; 12 e 21 mg L⁻¹
- Faixas diferenciadas para a mesma classe de argila
- Mesma recomendações para a mesma classe em diferentes grupos de argila

Alternativas:

- Resina: Ganho pequeno = insuficiente para justificar a troca
- Mehlich 3: Ganho pequeno – vantagem = extração múltipla
- P remanescente: considera poder tampão = fuga da determinação de argila

3.2. Adequação dos métodos

d. Método de K disponível (Mehlich 1)

ADEQUADO ?

Critérios:

Classes de $CTC_{pH\ 7,0}$:

Baixa = < 5,0; Média = 5,0 – 15; Alta > 15 $cmol_c\ kg^{-1}$

Teores críticos: 45; 60; 90 $mg\ kg^{-1}$

Faixas diferenciadas para a mesma classe de $CTC_{pH\ 7,0}$

Mesmas recomendações para mesma classe de $CTC_{pH\ 7,0}$

**EXCESSÃO – ARROZ IRRIGADO: diferentes recomendações para
mesma classe de K em diferentes classes de $CTC_{pH\ 7,0}$**

3.2. Adequação dos métodos

e. Método de Ca e Mg trocável (KCl 1,0 mol L⁻¹) **ADEQUADO !**

Critérios: Deficiente: Ca < 2,0; Mg < 0,5 cmol_c dm⁻³

f. Método de S disponível (CaHPO₄ 500 mg L⁻¹) **SUFICIENTE ?**

Critérios: Deficiente: S < 5,0 ou 10 mg dm⁻³

g. Métodos Micronutrientes : Critérios: teor crítico

B = 0,3 ug dm⁻³ (Água quente)

Cu = 0,5 ug dm⁻³

Mn = 5,0 ug dm⁻³

Zn = 0,5 ug dm⁻³

(Mehlich 1
HCl 0,1 mol L⁻¹)

SUFICIENTE ?

Fe = 5,0 ug dm⁻³ (KCl 1,0 mol L⁻¹)

3.3. Metodologia de análises

Análise de P disponível

- a. Método colorimétrico = variabilidade alta **SUFICIENTE ?**
- b. Espectroscopia de plasma (ICP) **ADEQUADO !**

Análise do teor de argila

- a. Método dos tubos com densímetro **SUFICIENTE ?**

Subestimação em solos estruturados: naturais ou de manejos conservacionistas (SPD) de longo prazo

3.4. Calibração de análises

TEORES CRÍTICOS DE FÓSFORO - SPD

90 % Rend. máximo – Soja, trigo e milho (20 ensaios)

Camada cm	Classe textural (argila %)			Média
	< 40 (3 e 4)	40 – 60 (2)	> 60 (1)	
	----- mg kg ⁻¹ -----			
0 – 20	19	17	8	17
0 – 10	31	20	10	20
CQFS (2004)	17	12	6	14

Schlindwein & Gianello (2004)

3.5. Recomendações de adubação

Fósforo

**Adubação corretiva +
manutenção – diferentes
culturas**

**Adubação para elevar
o teor de P ao nível crítico
(90% do RR) 20 exp. em PD**

Faixa de interpret.	CQFS RS/SC (2004)				Schl. & Gian. (2004) –Soja: 4 t/ha		
	Corret.	Trigo 3 t/ha	Soja 4 t/ha	Milho 8 t/ha	T3-4 0-40%	T2 40-60%	T1 > 60%
M. Baixo	120	165	180	225	135	160	195
Baixo	60	105	120	165	70	90	110
Médio	30	75	90	135	30	30	35
Alto	0	M	M	M	M	M	M
M. alto	0	R	R	R	R	R	R

3.5. Recomendações de adubação

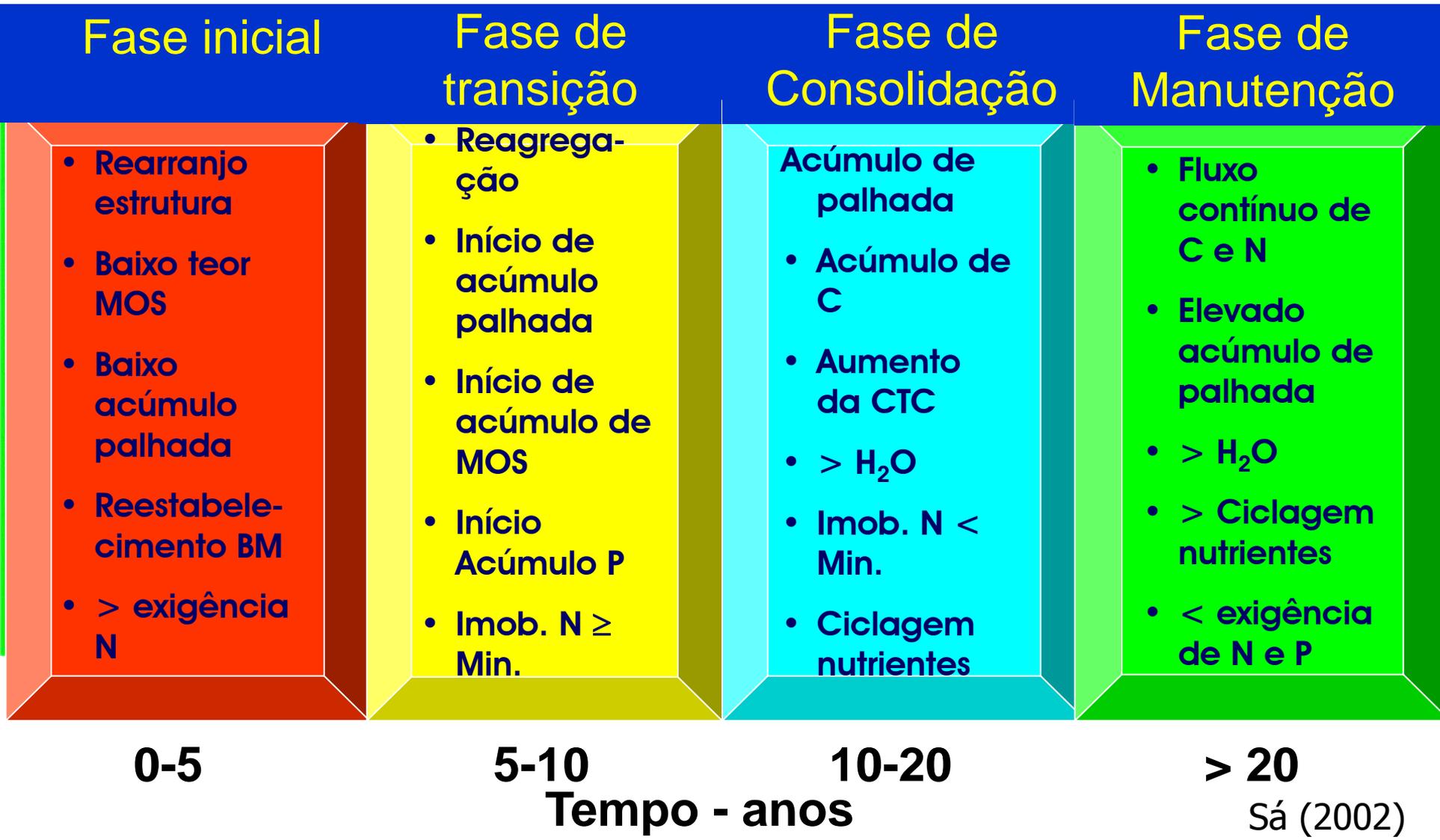
Recomendações de potássio em função da CTC_{pH 7,0}

Adubação corretiva + manutenção – diferentes culturas de coxilha (1º cultivo)	Adubação para expectativa de resposta Muito alta de arroz irrigado a potássio
--	--

Faixa de interpret.	CQFS RS/SC (2004)				SOSBAI (2011)	
	Corret.	Trigo 3 t/ha	Soja 4 t/ha	Milho 8 t/ha	CTC _{pH 7,0} <15 cmolc dm ⁻³	CTC _{pH 7,0} >15 cmolc dm ⁻³
M. Baixo	120	165	180	225	--	--
Baixo	60	105	120	165	105	125
Médio	30	75	90	135	85	105
Alto	0	M	M	M	65	85
M. alto	0	R	R	R	R	R

3.5. Recomendações de adubação

Evolução do SPD e ciclagem de nutrientes



3.5. Recomendações de adubação

Ciclagem e reciclagem de nutrientes em ILP e plantio direto

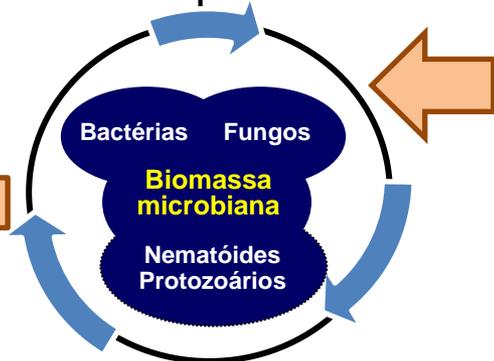


Palhada residual pós pastejo

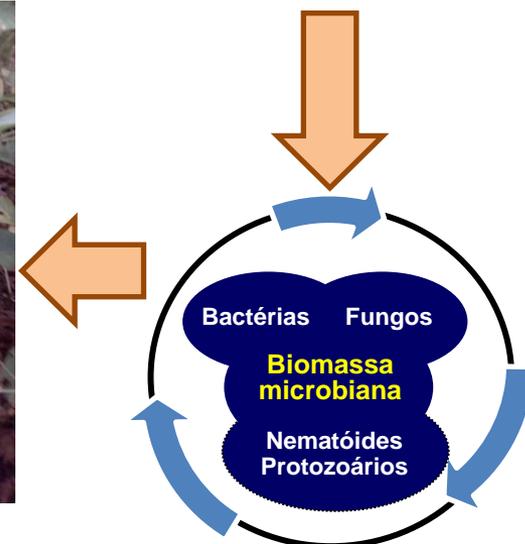


Urina e esterco

Soja: Saída - grãos
Res.- palhada



Atividade biológica



Atividade biológica

3.5. Recomendações de adubação

Alteração das recomendações (ILP-PD) Dois ciclos soja-bovinos de corte Ciclagem e reciclagem de nutrientes

Manejo	Pastejo (Pasto + escreta)	Soja	Total
	----- kg ha ⁻¹ -----		
	----- Nitrogênio (N) -----		
Sem pastejo	81	59	140
Bom pastejo	79	57	136
	----- P ₂ O ₅ -----		
Sem pastejo	17,0	15,6	32,6
Bom pastejo	20,3	12,8	33,1
	----- K ₂ O -----		
Sem pastejo	86	91	177
Bom pastejo	122	82	204

Fonte: Assmann (2013)

4. CONSIDERAÇÕES (questionamentos)

1. As Boas Práticas no manejo químico dos solos consistem em adequar as recomendações ao sistema dominante de manejo do solo (plantio direto) e em perspectiva (integração lavoura-pecuária).
2. Necessidade de (re)definir a camada diagnóstica, os teores críticos e as faixas de interpretação de resultados!
3. Vale ainda utilizar o teor de matéria orgânica (estabilizada) para recomendar nitrogênio – como principal critério ?
4. Vale ainda estudar, com a mesma abordagem, métodos de análises de fósforo para a rotina?
5. Necessidade de alterar as recomendações de fósforo em função do teor de argila e de potássio em função da CTC) do solo em plantio direto!
6. Adubação de cultura ➡ Adubação de solo ➡ Adubação de sistema
AGRICULTURA DE INSUMO ➡ AGRICULTURA DE PROCESSOS

**SIMPÓSIO IPNI
BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE
DE FERTILIZANTE (BPUFs)**

**USO ADEQUADO DO SISTEMA DE RECOMENDAÇÕES
VISANDO O MANEJO QUÍMICO DOS SOLOS DO
RIO GRANDE DO SUL**

OBRIGADO PELA ATENÇÃO
ibanghi@ufrgs.br

3.2. Adequação dos métodos

Correlação de métodos para fósforo disponível – 1969/81

Ano e autores dos trabalhos	Solos	Estado	Variação explicada pelos métodos ($r^2 \times 100$)				
			Mehlich 1	Bray 1	Bray 2	Olsen	Resina
			-----%-----				
1969 Vanderberg	9	RS	41	56	-	62*	-
1972 Cajuste	5	RS	51	80*	-	75	-
1972 Anghinoni & Bohnen	40	RS	67	-	69	76*	-
1973 Fole & Gimm	1	RS	62	-	64	-	70*
1974 Magalhães e Braga	4	RS	63	-	-	-	74*
1978 Biasi	5	SC	64	74	-	93*	-
1981 Galrão & Volkweiss	9	RS	76	76	-	80*	-

Mehlich 1 = HCl 0,05 mol/L + H₂SO₄ 0,025 mol/L; Bray 1 = NH₄ F 0,03 mol/L + HCl 0,05 mol/L;
Bray 2 = NH₄F 0,1 mol/L + HCl 0,05 mol/L; Olsen = NaHCO₃ 0,5 mol/L pH 8,5; Resina de troca aniônica.

Anghinoni (1984)

3.2. Adequação dos métodos

Correlação de métodos para fósforo disponível – 1991/03

Autor	Ano	Solos	UF	Variação explicada pelos métodos ($r^2 \times 100$)			
				Mehlich-1	Resina	Mehlich-3	Difusão
				-----%-----			
Rein	1991	22	RS	60	42	-	65*
Salet et al.	1994	5	RS	74	83*	-	-
Miola et al.	1994	6	RS	85	89*	-	-
Miola	1995	20	RS	67	82*	-	-
Braida et al.	1996	10	RS	70	86*	-	-
Silva *	1996	11	RS	68	74*	-	-
Kroth	1998	20	RS	66	80*	62	-
Kroth (FN)	1998	6	RS	40	59*	-	-
Miola	1999	6	RS	85	84	-	75
Gatiboni	2003	1	RS	16 a 99	13 a 99	-	-
Schindwein	2003	18	RS	43 a 70	44 a 81	34 a 68	

3.2. Adequação dos métodos

Correlação de métodos para fósforo disponível – 2005/10

Autor	Ano	Solos	UF	Variação explicada pelos métodos ($r^2 \times 100$)				
				Mehlich-1	Resina	Mehlich ⁻³	Bray 1	Bray 2
				-----%-----				
Bortolon	2005	20	RS	58*	57	53	-	-
Gonçalves ⁽¹⁾	2008	5	RS	83	88*	81	-	-
Silva	2008	16	RS	45	70*	48	25	44
Bortolon et al.	2009	6	RS	88	-	91*	-	-
Almeida (FN) ⁽²⁾	2010	1	SC	18	83	91*	-	-

⁽¹⁾Arroz; ⁽²⁾FN – fosfato natural

Rogeri (2012)

NOVA ABORDAGEM? NOVOS PRINCÍPIOS ?