

Potencial de acúmulo de matéria orgânica em sistemas conservacionistas de manejo na Região Sul do Brasil

Cimélio Bayer - UDESC ✓

João Mielniczuk - UFRGS

Thomé Lovato - UFSM

Manejo de Solos no Sul do Brasil

- **1ª Etapa:** Fertilização e correção acidez
- **2ª Etapa:** Programas de Conservação
- **3ª Etapa:** Solução problemas 2ª Geração
 - » Fertilização e correção acidez
 - » Doenças
 - » Pragas
 - » ...

Objetivos

- Degradação e recuperação de solos agrícolas;
- Fatores que afetam o acúmulo de MO no solo em sistemas conservacionistas de manejo;
- Sensibilidade de frações orgânicas ao manejo;
- Efeito da MO sobre propriedades do solo;
- Manejo do solo e o sequestro de C-CO₂.

Degradação de solos agrícolas

Radiação solar

Chuva

Sistemas de cultura

- Pousio
- Baixo aporte resíduo

Preparos de solo

- Grande revolvimento
- Queima resíduos

Solo descoberto

Solo

↑ T°C

↓ MO

↓ Biomassa
e atividade
microbiana

↓ Nutrientes

↓ produtividade

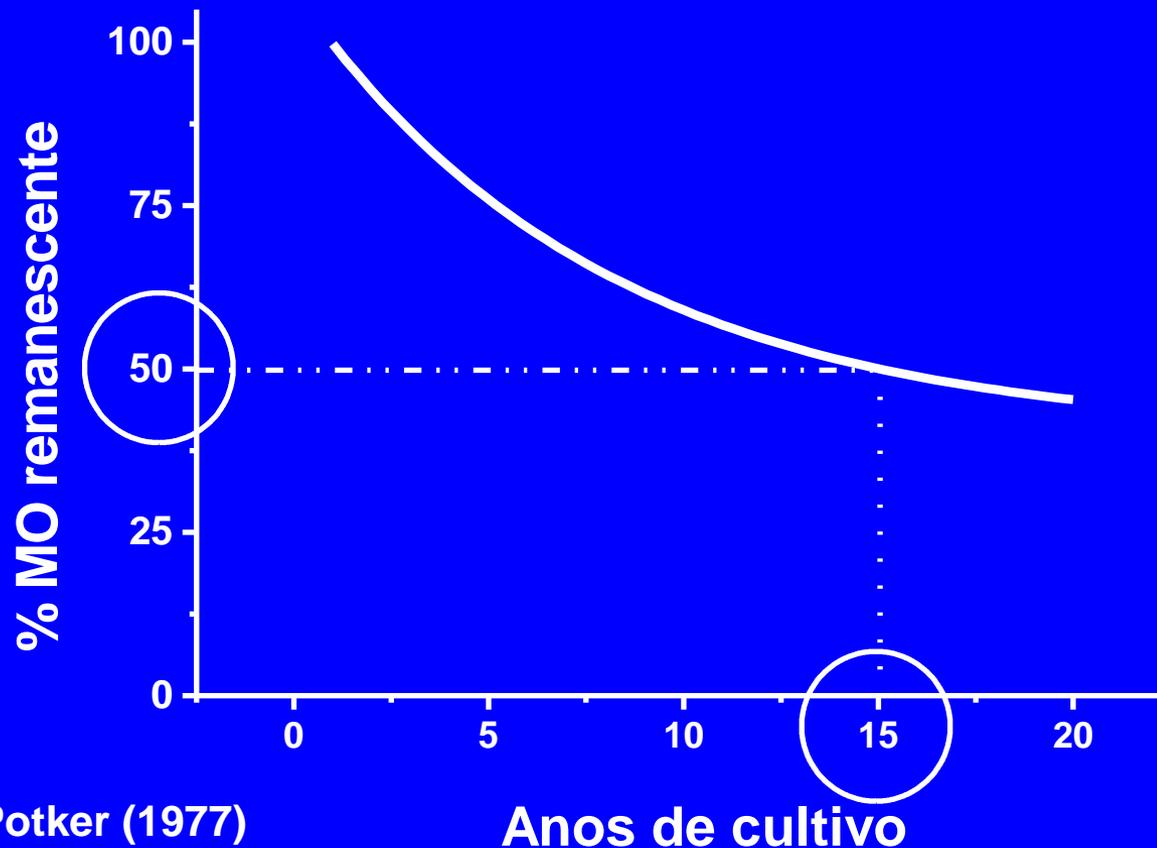
Desagregação

↓ Infiltração

↓ Retenção

Erosão

Sistema Tradicional Manejo VS MO Rediãõ Sul



Sistemas conservacionistas de manejo

Cobertura do solo

-Sistemas cultura intensivos
(nº culturas/ano)

-Alto aporte de fitomassa
(culturas de cobertura)

-Redução do revolvimento
do solo

-Não queima de resíduos

Conteúdo de MO no solo

- $C \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = \frac{A \cdot K_1}{K_2} \text{ (t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}\text{)}$
- $K_2 \text{ (ano}^{-1}\text{)}$
- *onde:*
- *C=conteúdo de CO no solo;*
- *A=taxa anual de adição de C ao solo*
- *K₁=coeficiente de humificação*
- *K₂=taxa de decomposição da MO no solo*

Fatores que afetam o acúmulo de MO

-Adição de resíduos vegetais

$$C = \frac{A \cdot K_1}{k_2}$$

k_2

- Preparo do solo
- Textura e mineralogia do solo
- Condições climáticas

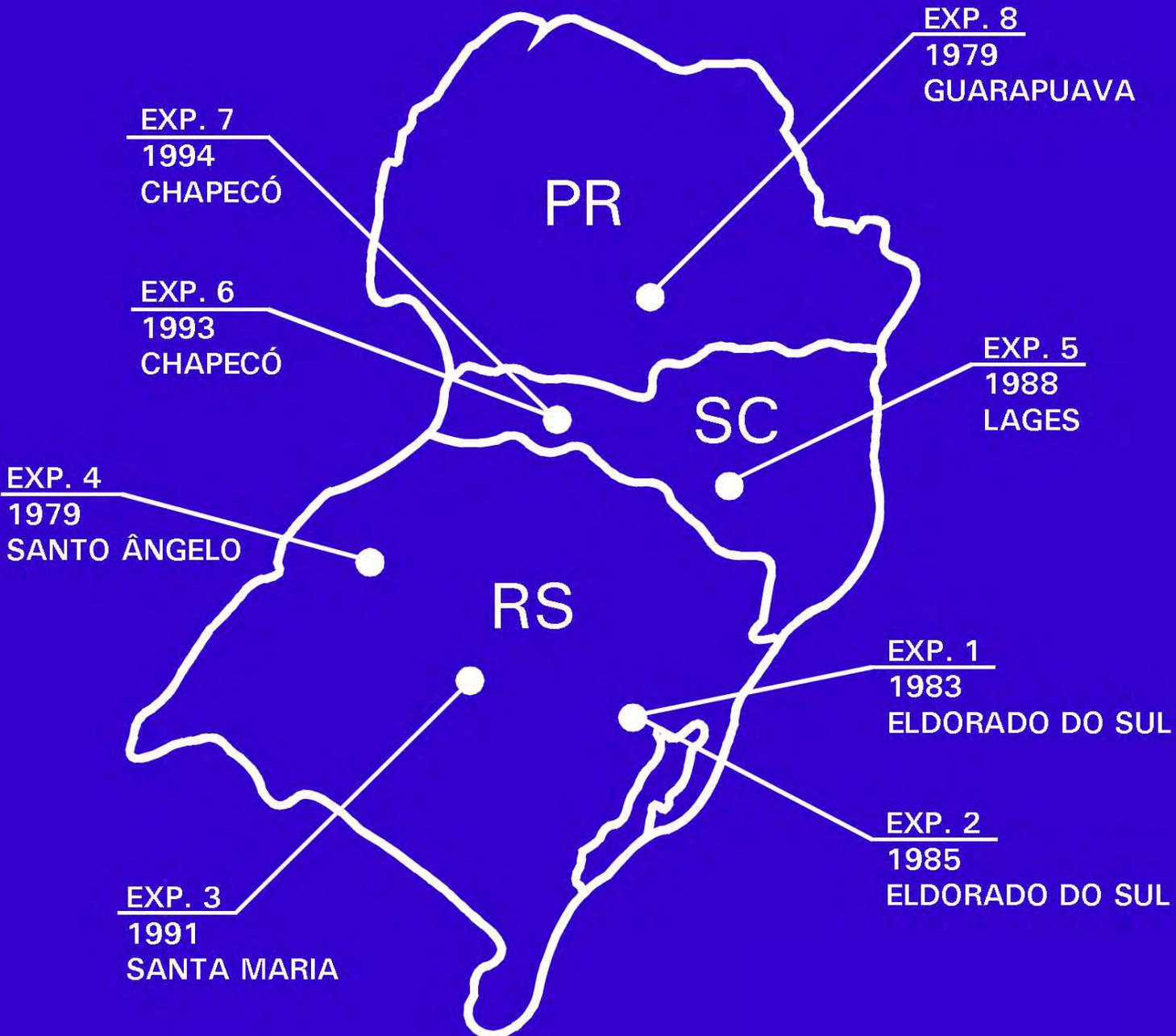
Método

- **8 experimentos de média e longa duração**
 - Efeito de sistemas de preparo
 - Efeito de sistemas de cultura
 - Interação preparo x cultura
 - Interação preparo x textura (& mineralogia)
 - Parâmetros da dinâmica da MO
 - Frações lábeis da MO como indicadores de qualidade de sistemas de manejo

Áreas experimentais:

Caracterização edafo-climática das áreas experimentais

Local	Solo	Teor argila (g kg ⁻¹)	Temperatura (° C)	Chuva (mm)
Santa Maria	Argissolo amarelo	150	19,3	1561
Eldorado do Sul	Argissolo vermelho	220	19,4	1440
Santo Ângelo	Latossolo Vermelho	630	21,2	1713
Lages	Cambissolo	450	16,6	1674
Chapecó	Latossolo Vermelho	670	18,1	2039
Guarapuava	Latossolo Vermelho	500	16,4	1675



Tempo de duração, métodos de preparo do solo e sistemas de cultura

Local	Duração (anos)	Preparo do solo	Sistemas de cultura	Referência
Santa Maria	8	PD	- (6) [†] Milho (M), mucuna+M, e feijão de porco+M	Amado et al. (2000)
Eldorado do Sul	12 (exp. I)	PD	- (10) [†] Solo descoberto, A+V/M+C, guandu+M	Bayer et al. (2000a)
	14 (exp. II)	PC, PR, PD	- A/M, A+V/M e A+V/M+C	Lovato et al. (2000a)
Santo Ângelo	16	PC, PD	- Trigo/soja	Bayer (1996)
Lages	9	PC, PD	- Trigo/soja e rotação de culturas [§]	Bayer & Bertol (1999)
Chapecó	4 (exp. I)	PC	- (5) Milho, mucuna+M, e feijão de porco+M	Spagnollo (2000)
	5 (exp. II)	PR	- (5) Milho, mucuna+M, e feijão de porco+M	Spagnollo (2000)
Guarapuava	21	PC, PD	- Rotação de culturas ¹	Ciotta (2000)

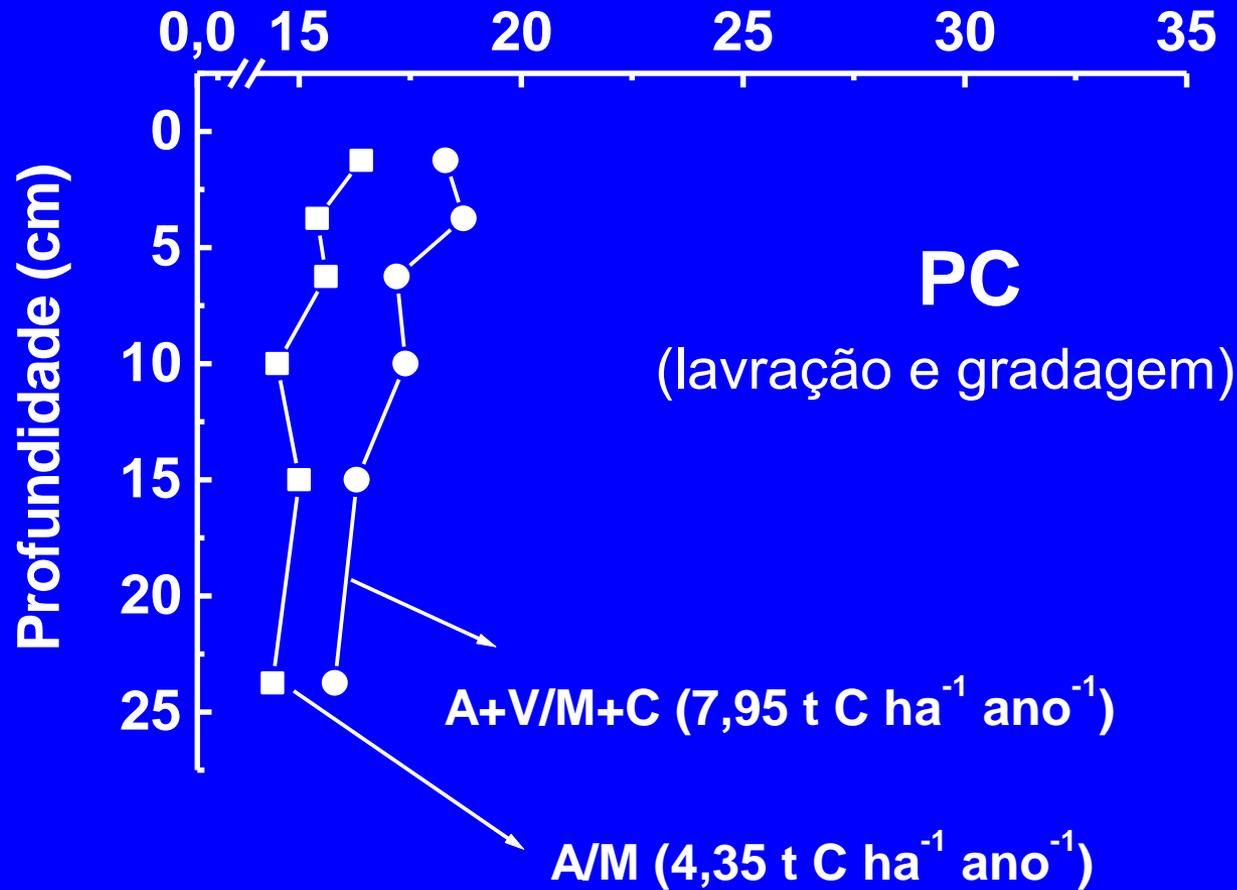
1 Trigo, soja, cevada, ervilhaca, milho, aveia e nabo forrageiro.

Experimentos de Eldorado do Sul

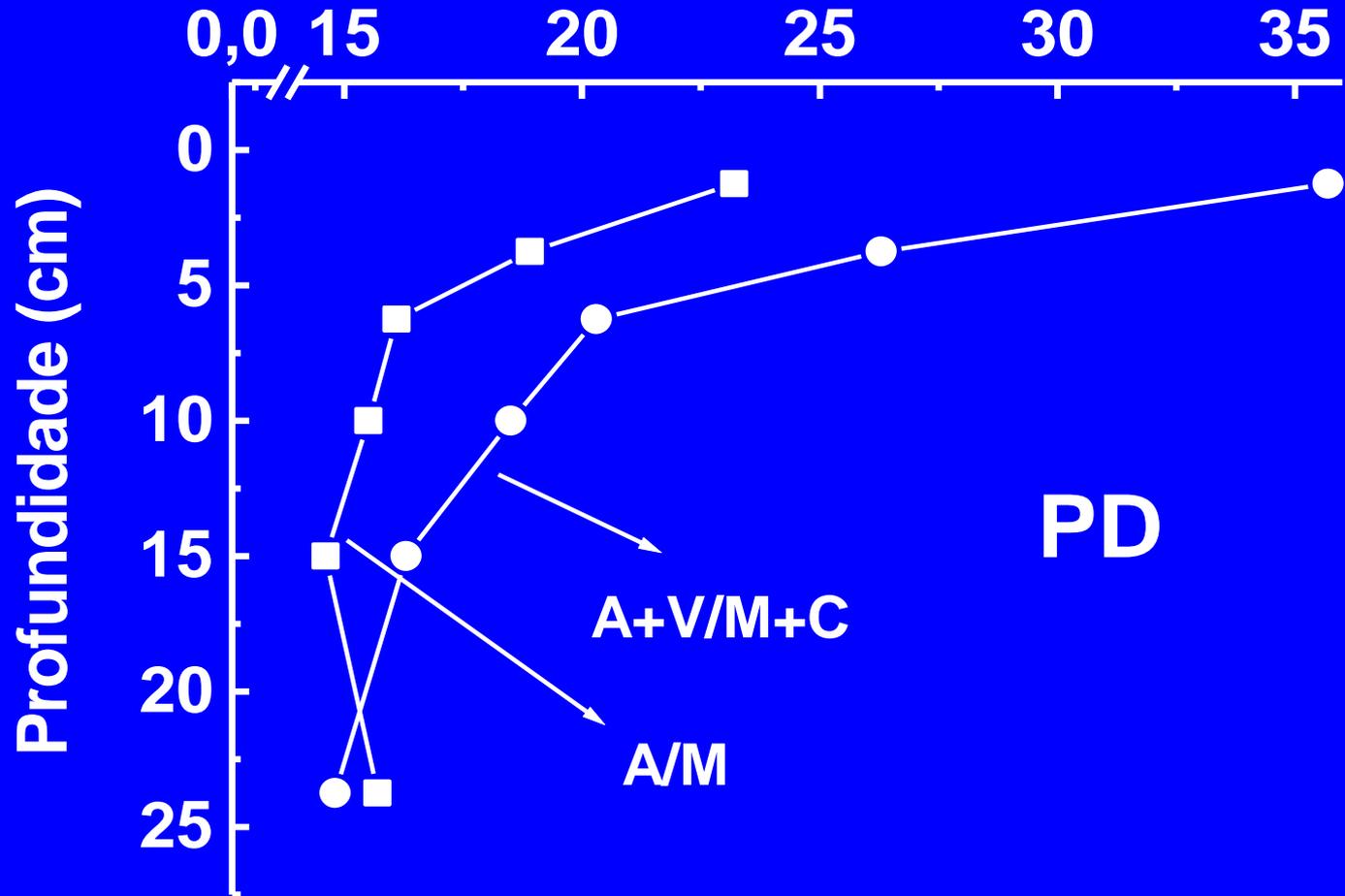
-Argissolo vermelho

- Efeito de sistemas de preparo
- Efeito de sistemas de cultura
- Interação Preparo × Cultura

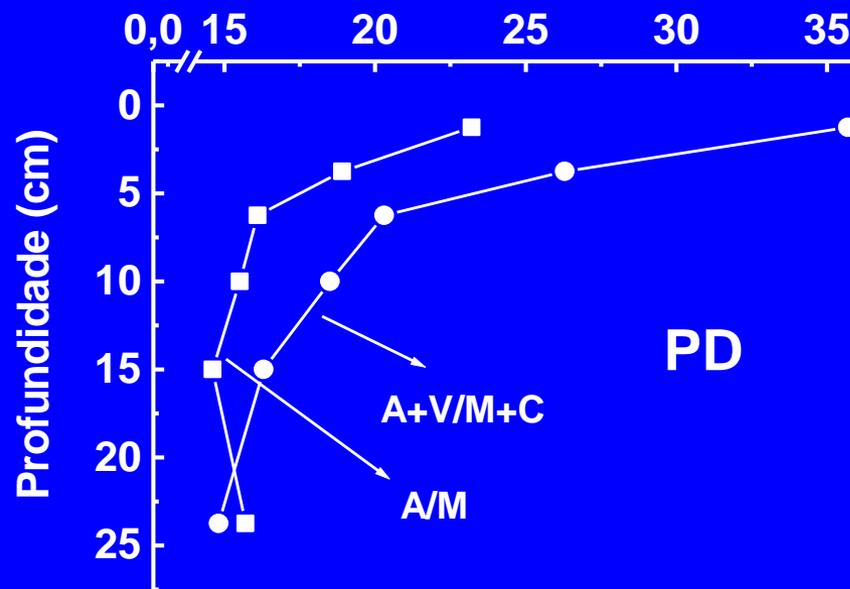
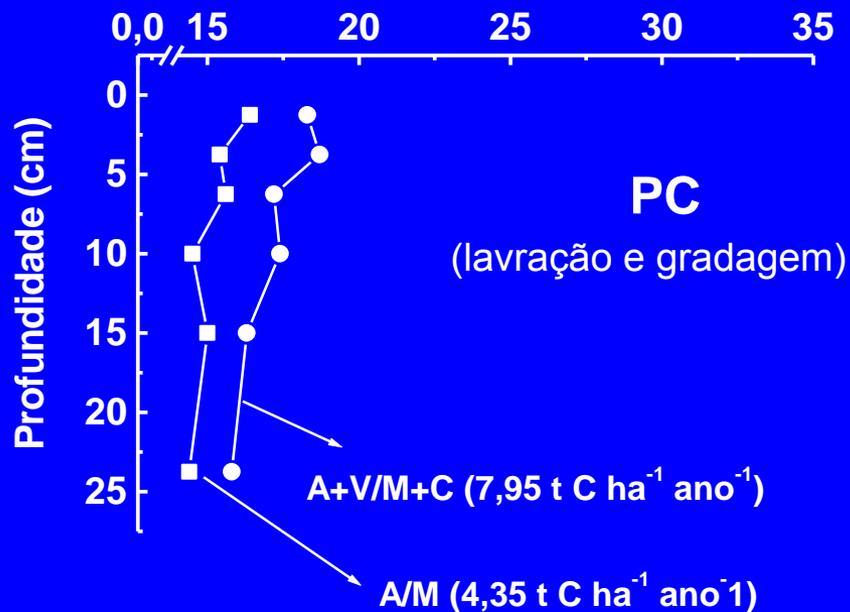
Carbono Orgânico (kg m⁻³)

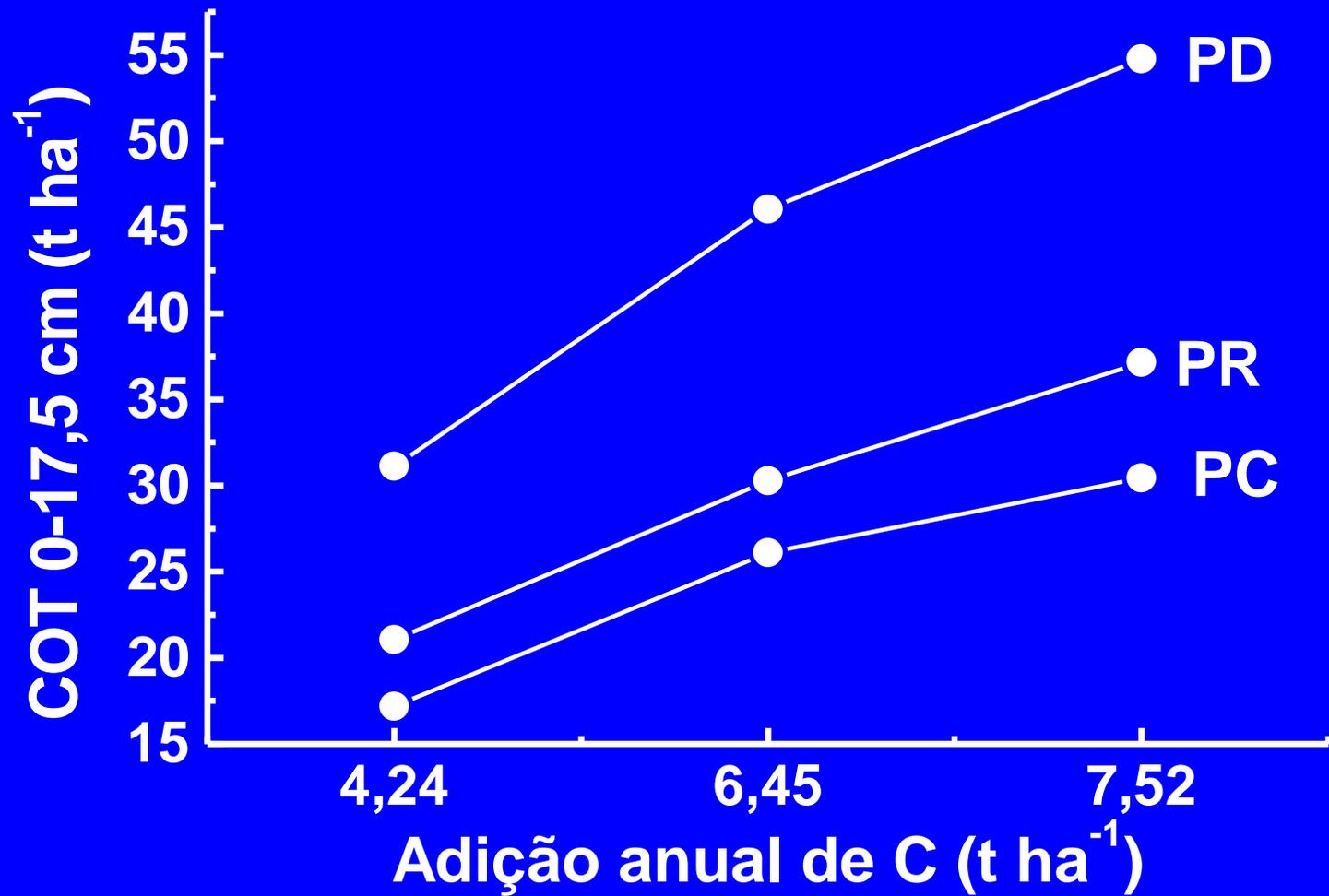


Carbono Orgânico (kg m⁻³)

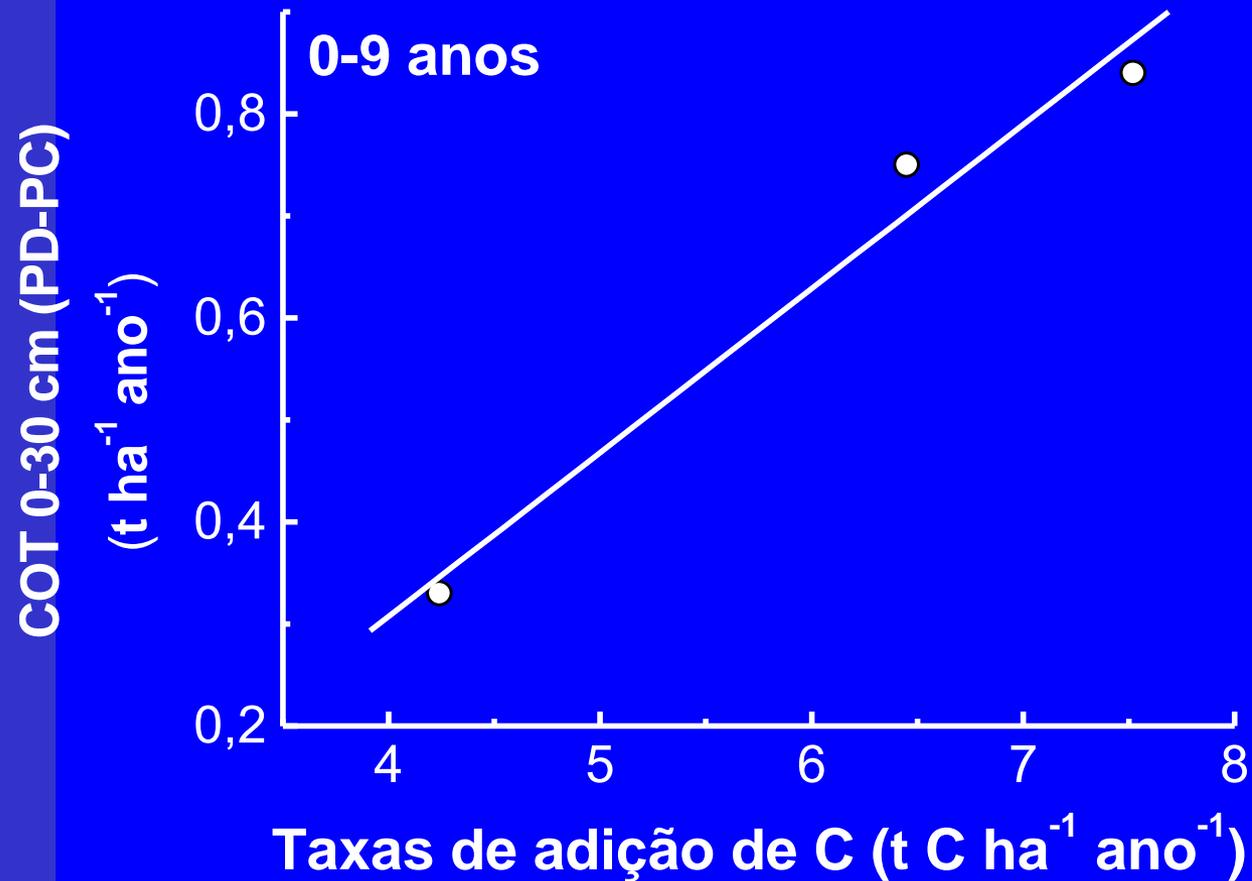


Interação entre Preparo e Sistema Cultural

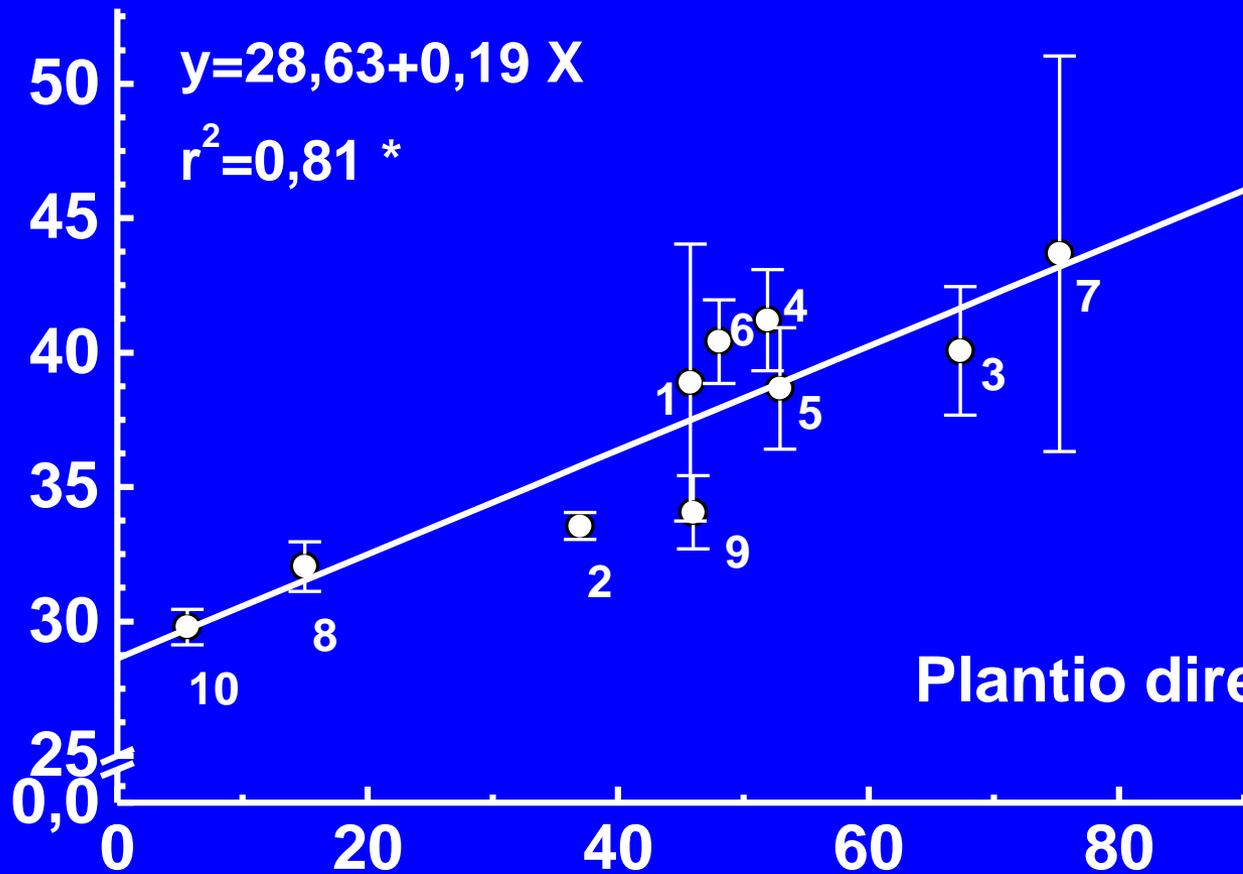




Taxa de acúmulo (PD-PC)

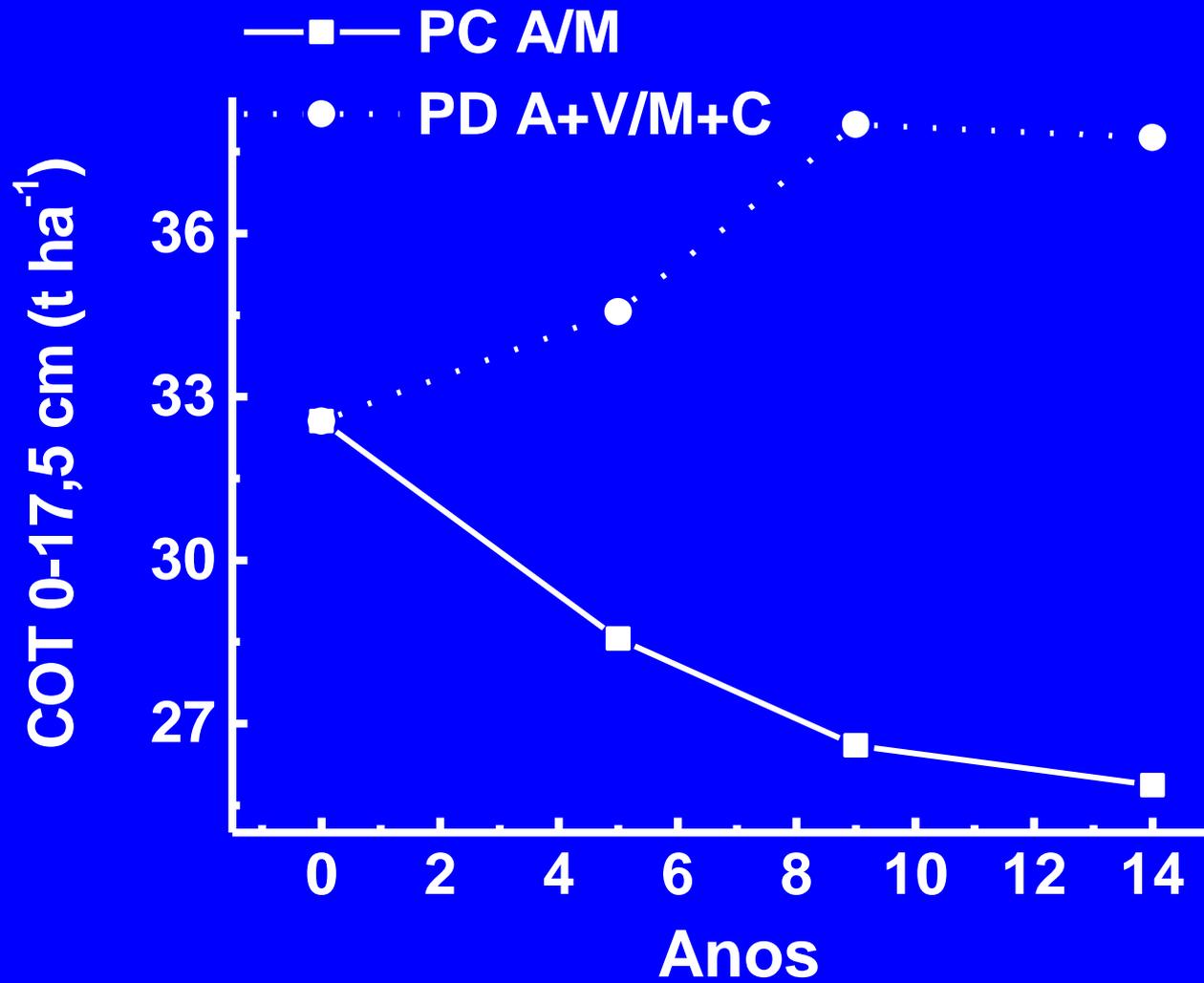


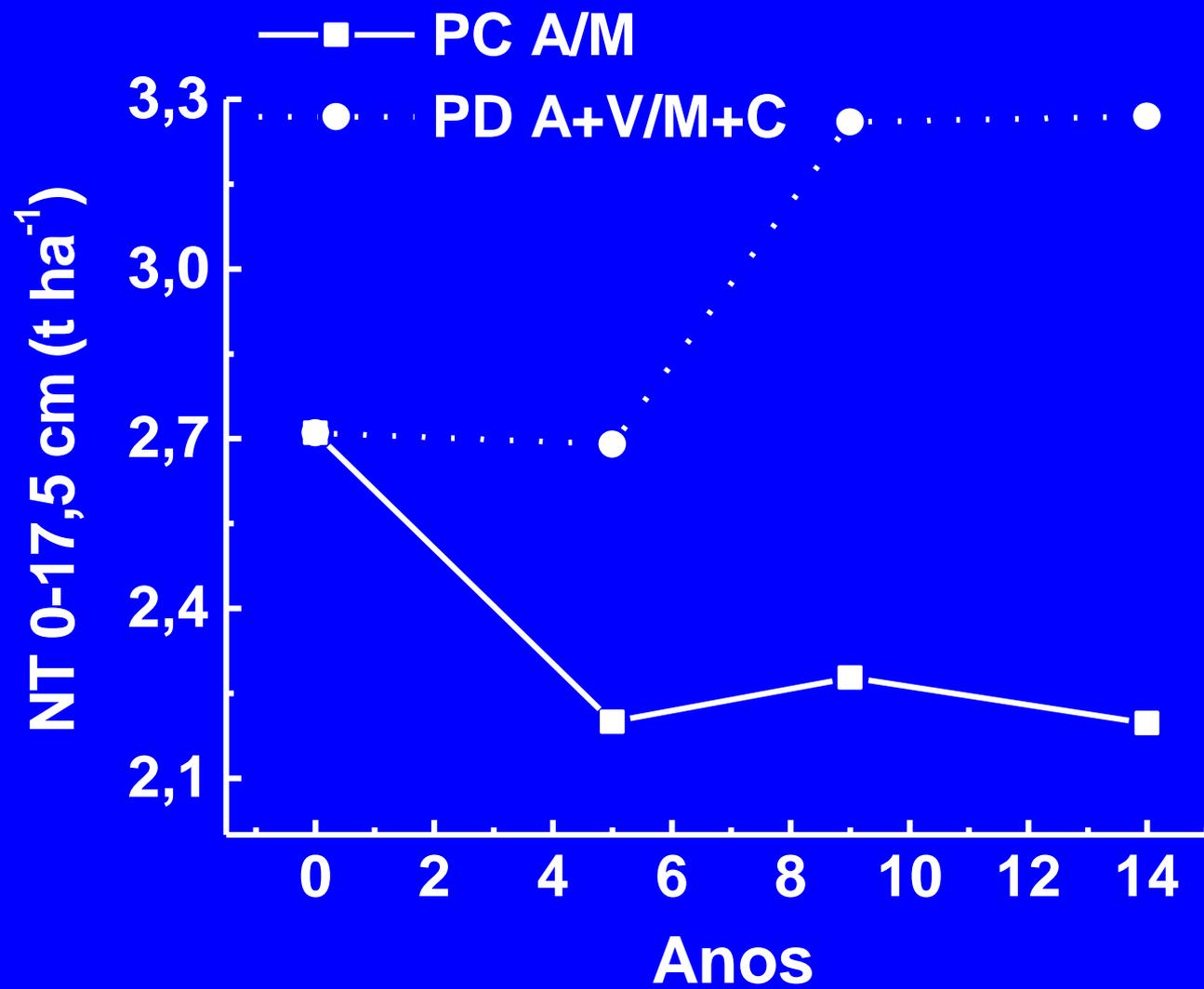
C no solo 0-17,5 cm (t ha⁻¹)



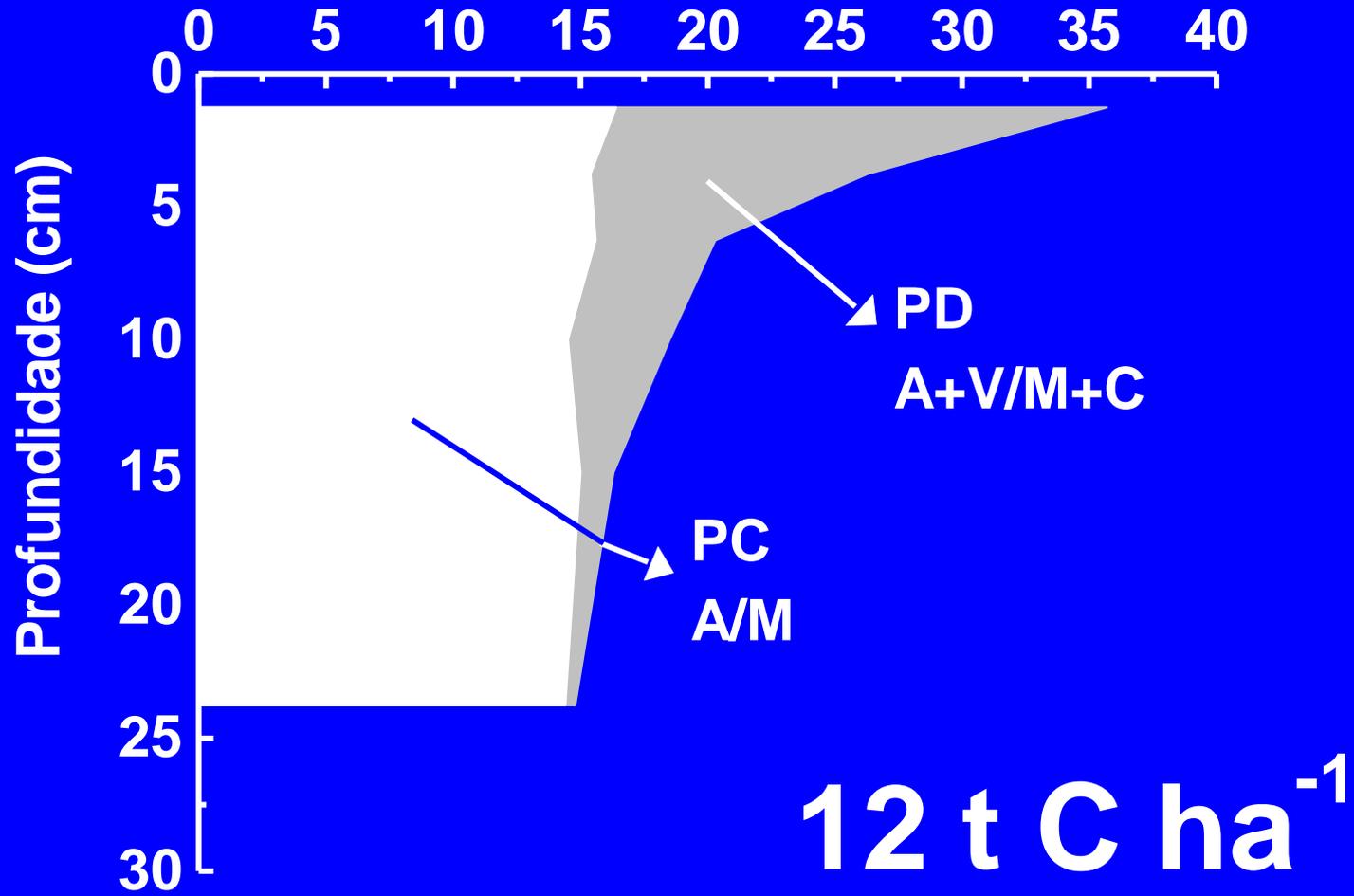
Plantio direto

C adicionado (em 12 anos)





Carbono orgânico (kg m⁻³)



Parâmetros da dinâmica da MO?

Experimento Eldorado do Sul

-PC, PR e PD

-A/M, A+V/M, e A+V/M+C

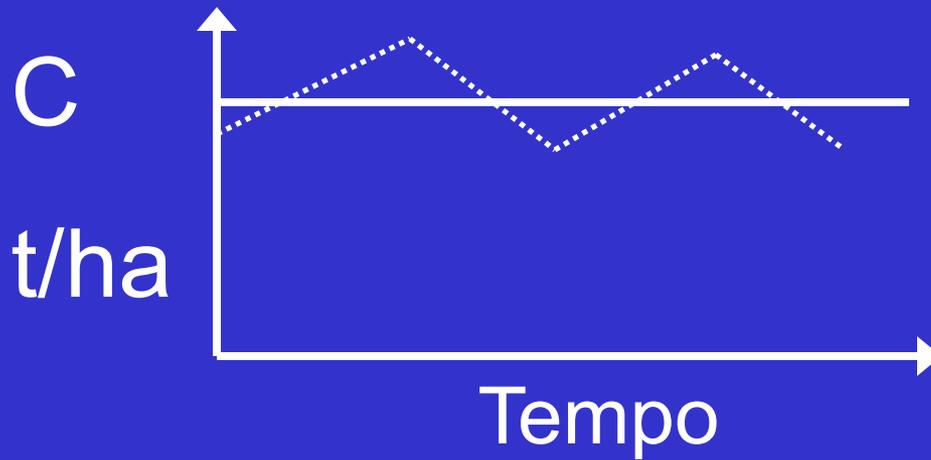
-Dados C no solo: 1985, 1990, 1994, e 1998.

-Seleção das combinações em que o estoque de C do solo encontra-se estável.

PD-A/M, PR-A+V/M, e PC-A+V/M+C

$$dC/dt = A \cdot K_1 - K_2 \cdot C$$

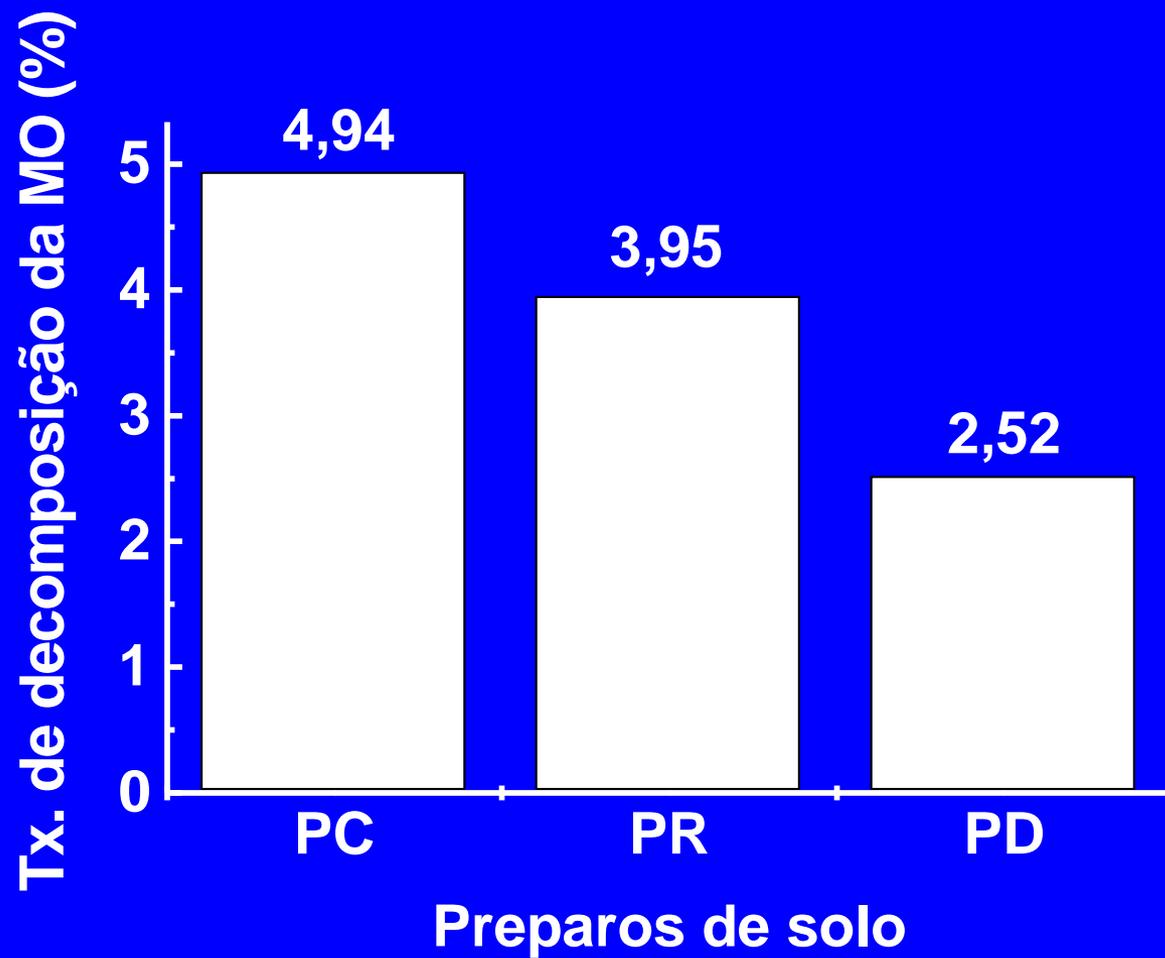
Henin & Dupuis (1945)



$$dC/dt = \text{zero}$$

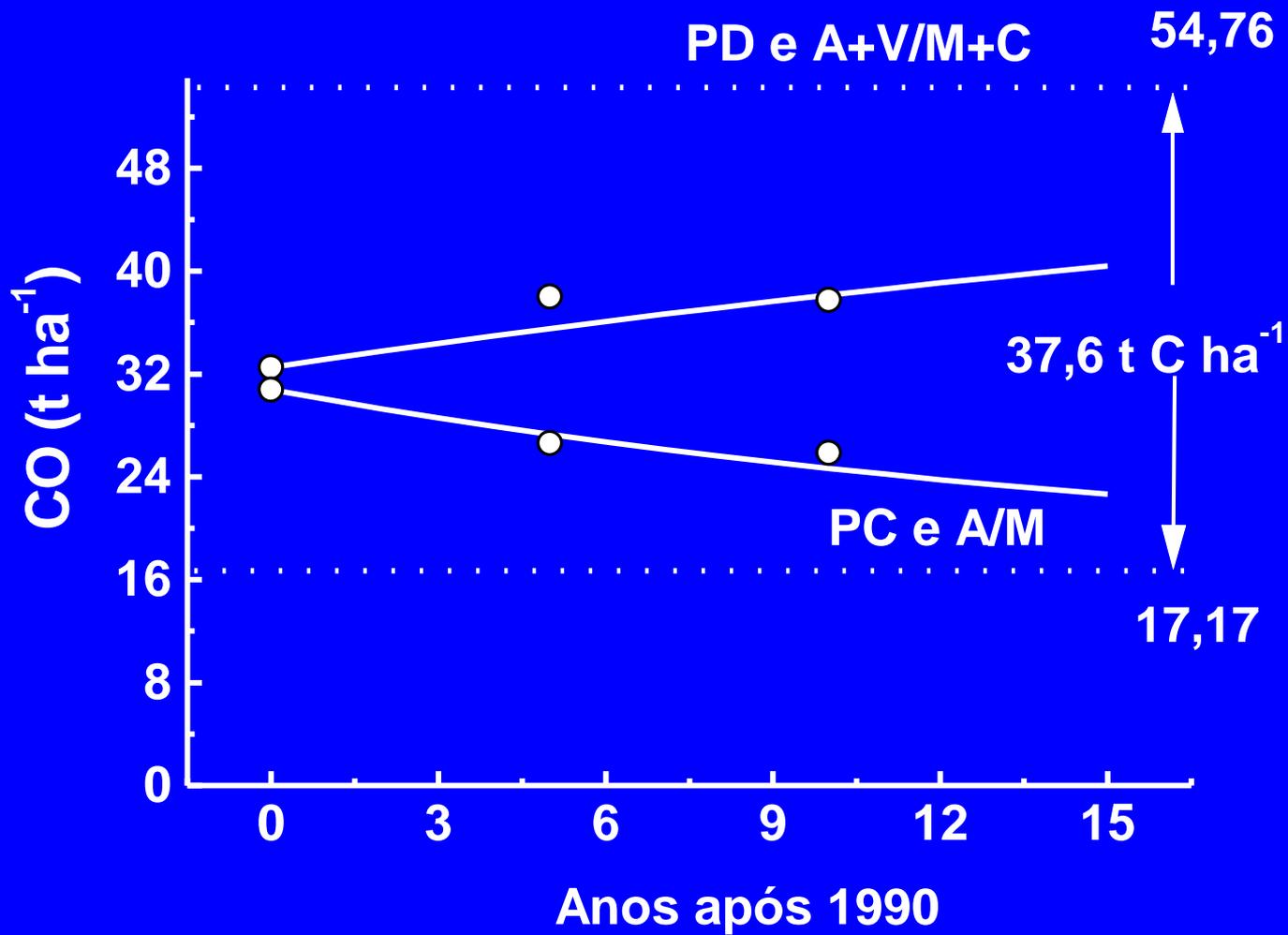
$$\text{Zero} = A \cdot k_1 - k_2 \cdot C$$

$$k_2 = \frac{A \cdot K_1}{C}$$



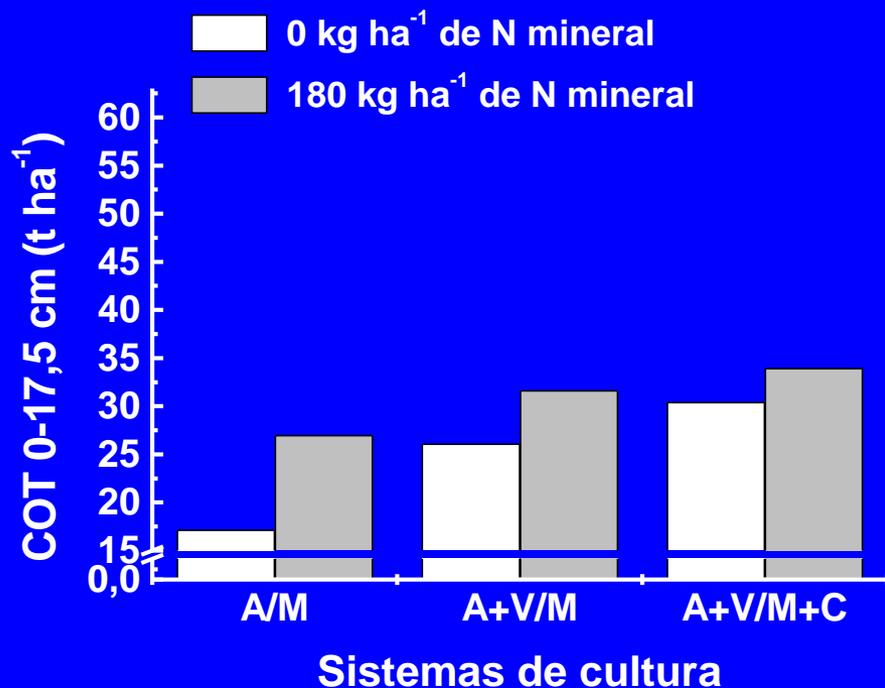
Parâmetros da dinâmica da MO

Preparo	Sist. Cultura	K_2	Estoque de C que sistemas tendem	Co-Ce/2
		--%--	-Mg C ha ⁻¹ (0-17,5 cm)-	--anos--
PC	A/M	4,94	17,17	14
	A+V/M		26,11	
	A+V/M+C		30,45	
PR	A/M	3,95	21,06	18
	A+V/M		30,28	
	A+V/M+C		37,16	
PD	A/M	2,52	31,11	28
	A+V/M		46,03	
	A+V/M+C		54,76	

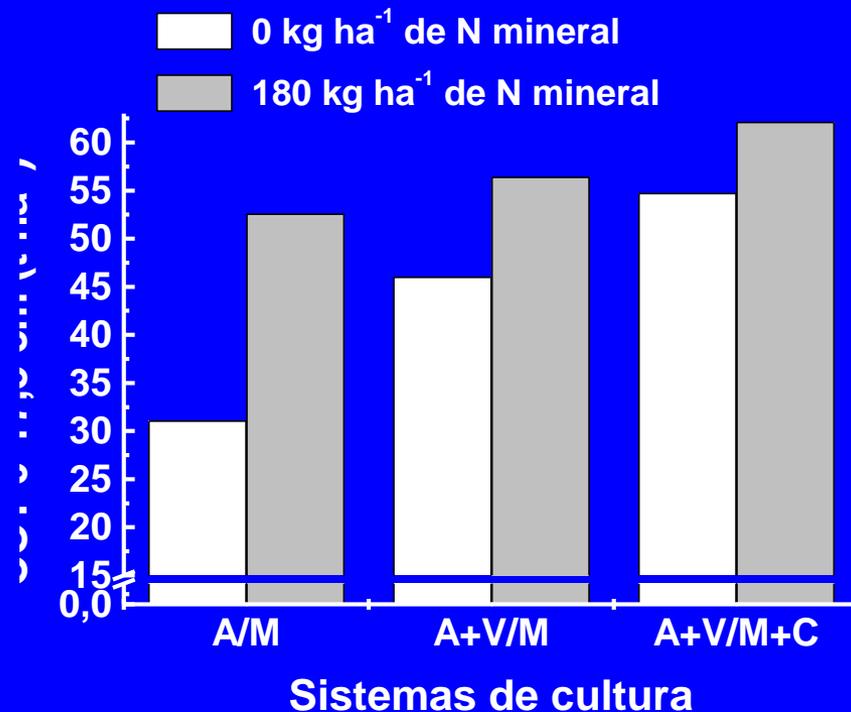


Efeito do N mineral

PC



PD



Efeito do preparo sobre MO em diferentes solos?

- **Varia basicamente em função da textura (e mineralogia).**
 - **Proteção física**
 - **(Estabilidade física)**
 - **Estabilidade estrutural**
 - **Estabilidade coloidal**

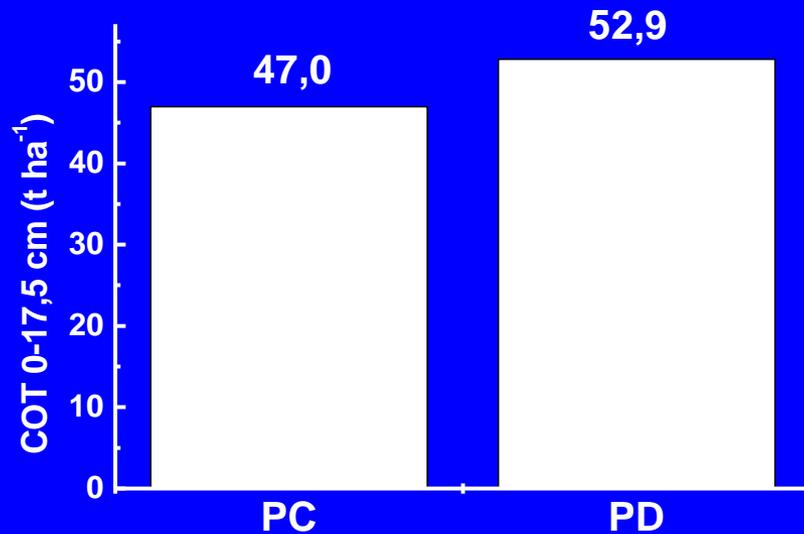
Muito importante para solos tropicais e subtropicais

- Auxilia no entendimento de porque os estoques de MO em solos tropicais/sub-tropicais e solos temperados são muito semelhantes, sob vegetação natural.
- Predominância de minerais de carga variável, altamente reativos com a MO.

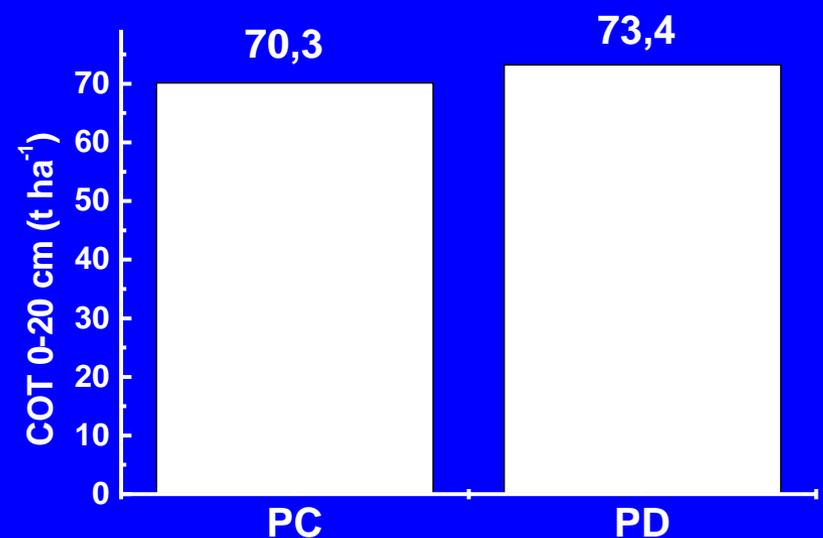
Latossolo Vermelho (RS)
16 anos
Trigo/Soja

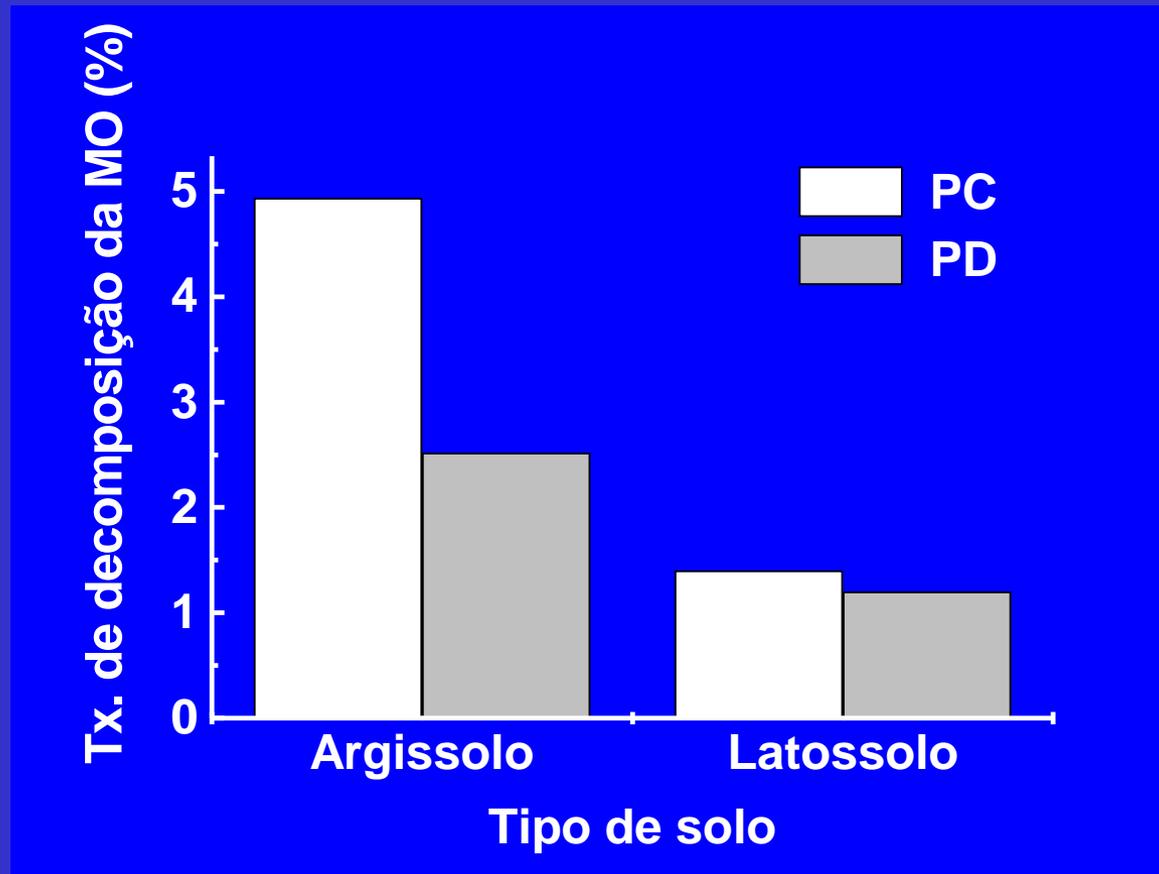
Latossolo vermelho (PR)
21 anos
Rotação Culturas

0,37 t C/ha/ano

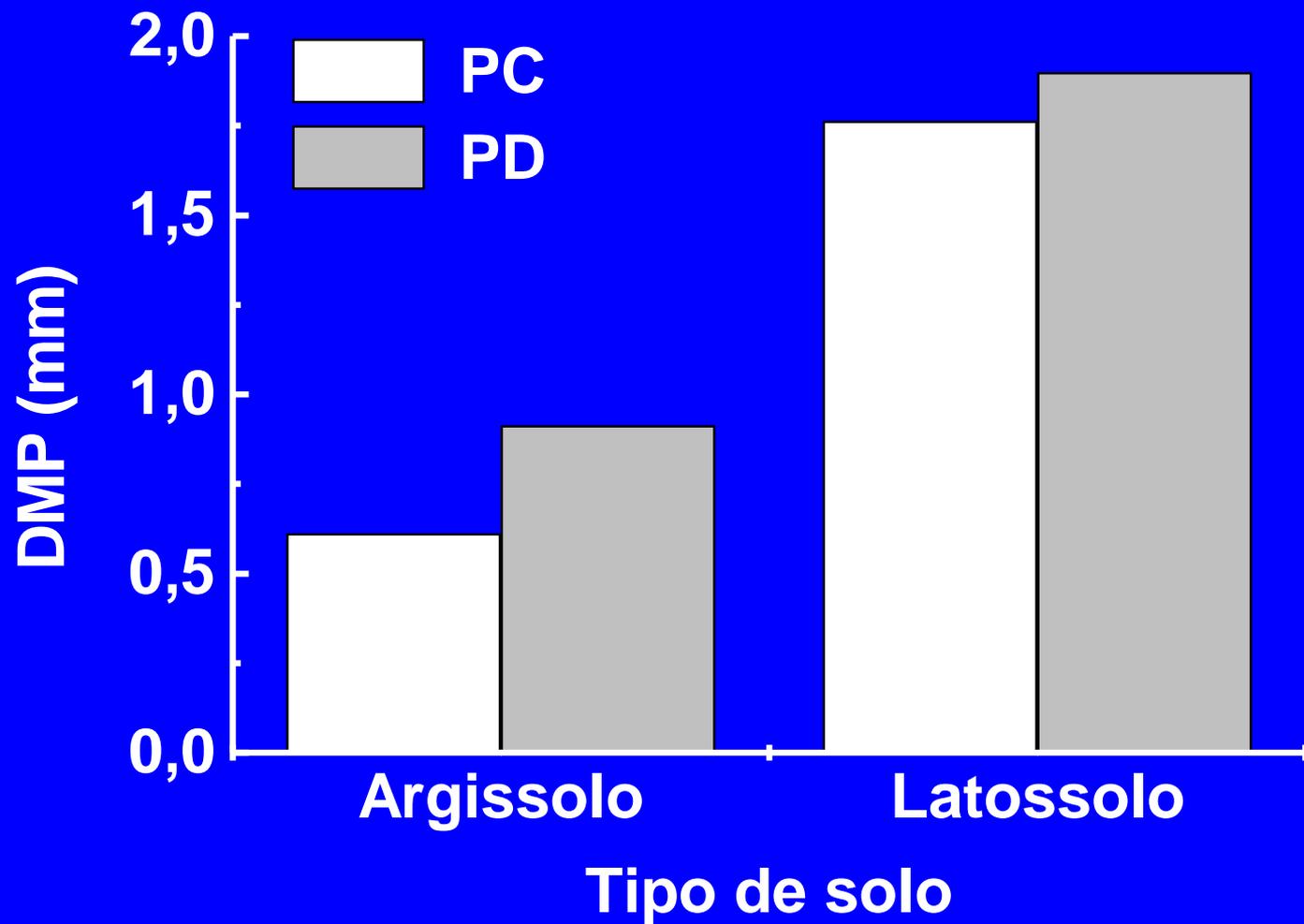


0,15 t C/ha/ano



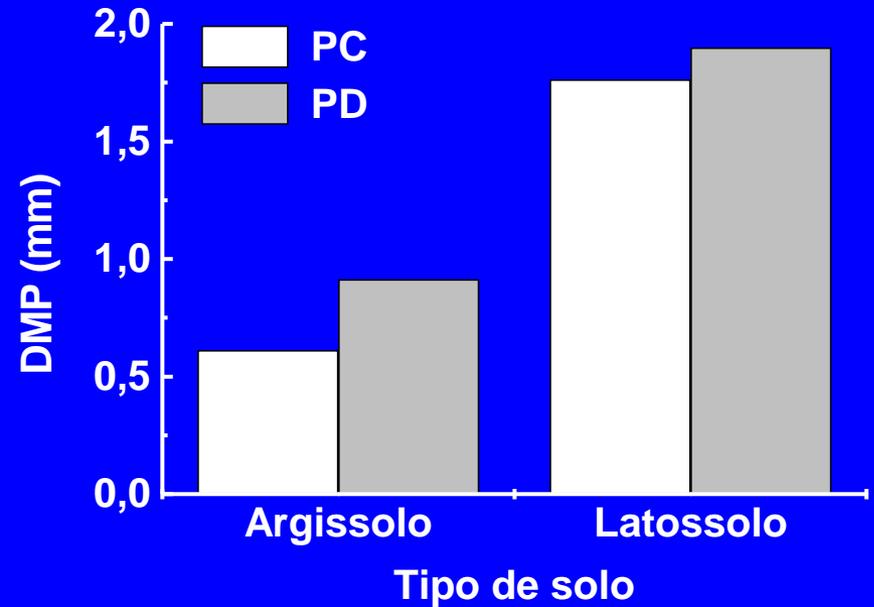
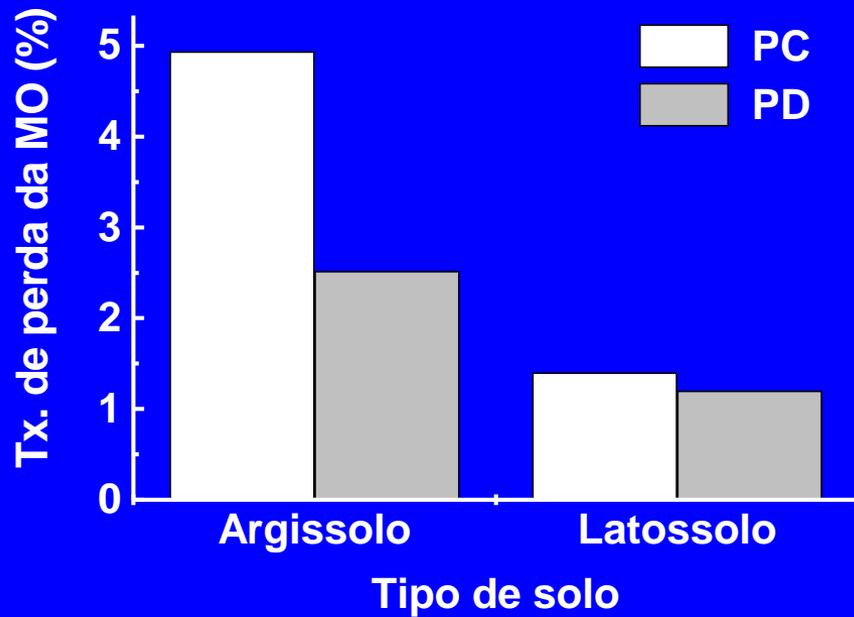


Argila (g kg^{-1})	220	620
Fe_2O_3 (%)	10,3	21,1
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	19,4	21,2



Silva & Mielniczuk (1997)

Aggregação vs efeito do preparo

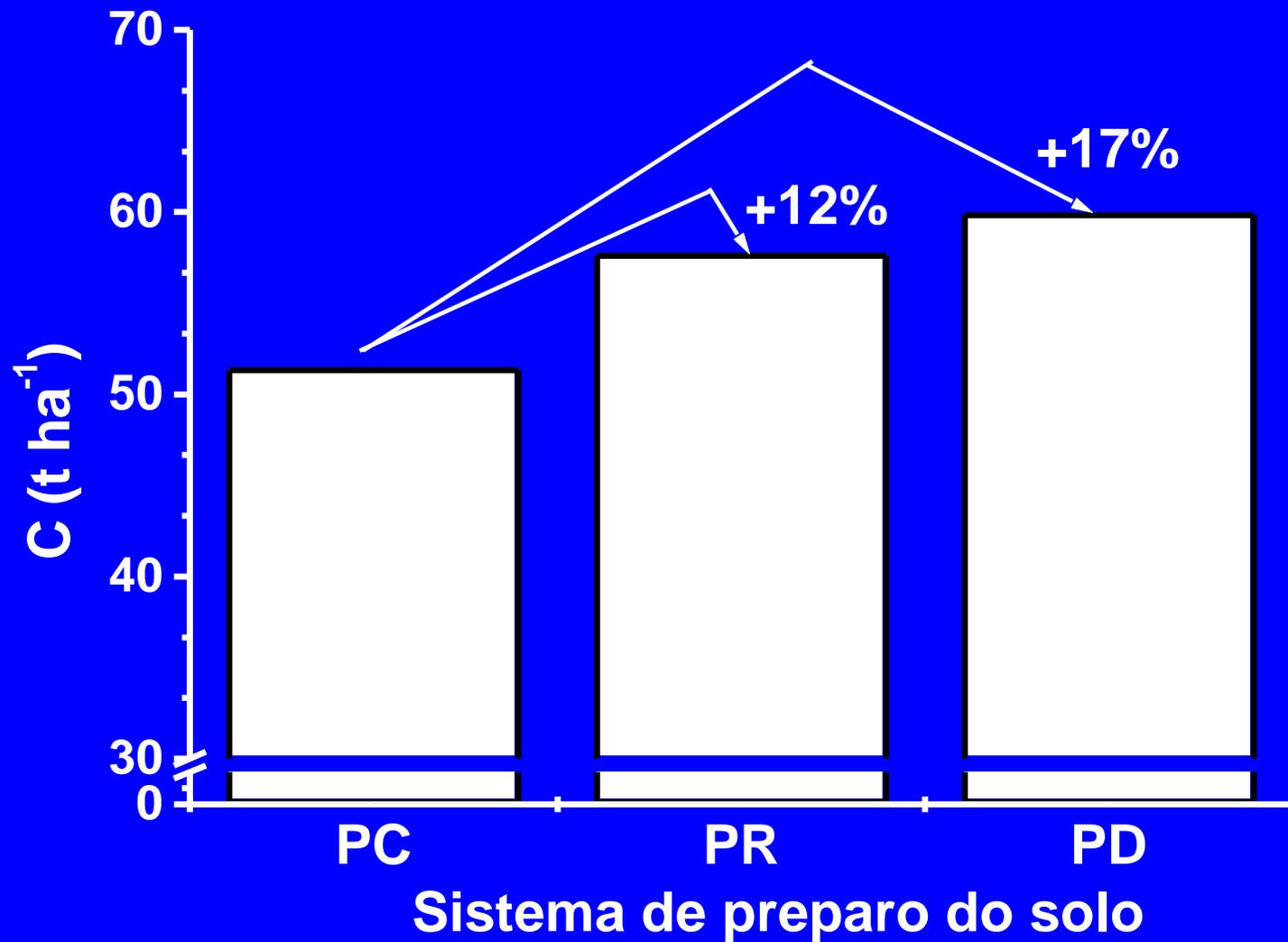


Matéria orgânica
Indicador de qualidade do solo

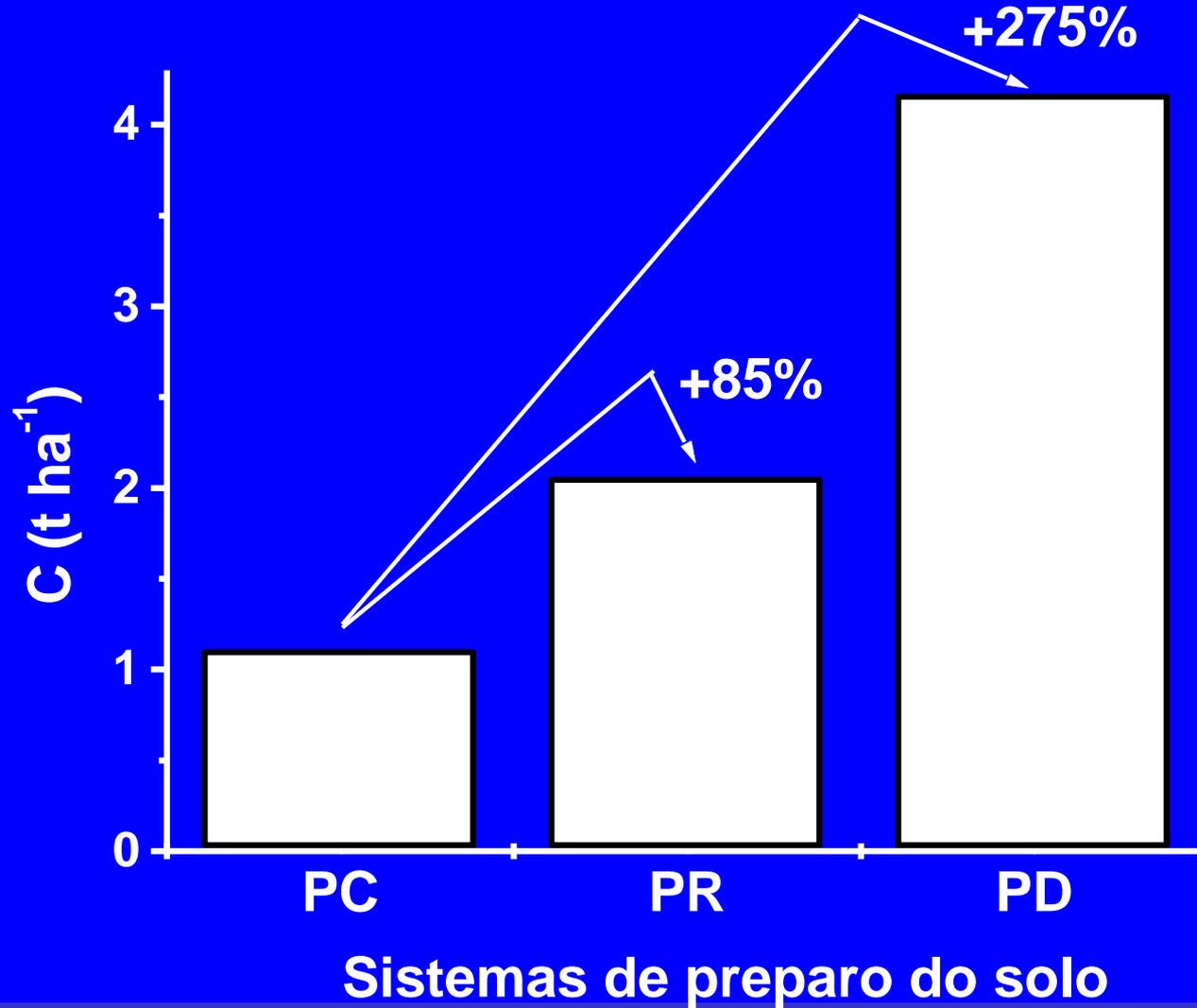
Na verdade,
Indicador da qualidade de
sistemas de manejo

SENSIBILIDADE?

Preparos vs C orgânico total



Preparos vs C fração lábil (>53 μm)



Sensibilidade da MO ao manejo

(Índice=PD/PC)

Local	Tratamentos	Índice de sensibilidade	
		MOT	MOP
Sta Maria	Mucuna+M vs pousio/Milho (M)	1,24	1,71
	Aveia+ervilhaca/M vs pousio/M	1,04	1,21
Eld. do Sul	A+V/M+C vs pousio (Exp. I)	1,34	1,73
	Guandu+M vs pousio/M (Exp. I)	1,46	2,48
	PD vs PC (Exp. II-sist. A+V/M+C)	1,25	1,36
Lages	PD vs PC	1,17	2,75
Chapecó	Mucuna+M vs M (PC)	0,95	1,52
	Feijão porco+M vs M (PC)	0,95	1,39
	Mucuna+M vs M (PR)	1,22	1,95
	Feijão porco+M vs M (PR)	1,07	1,54

Efeito do plantio direto sobre a MO lábil (grosseira) e associada aos minerais

Fração	Preparos de solo		$\Delta\%$	$\Delta \text{ Mg ha}^{-1}$
	PC	PD		
MO particulada	5,19 b	7,06 a	36	1,87
MO associada aos minerais	25,22 b	30,90 a	23	5,68

Efeito da MO sobre propriedades do solo

- Disponibilidade de nutrientes (princ. N)
- Capacidade de troca de cátions
- Atividade e biomassa microbiana
- Complexação de elementos tóxicos (ex. Al)
- Diminuição da adsorção de fósforo
- Disponibilidade de água
- ...

Radiação solar Chuva

Sistemas de cultura

- ↑ n°/culturas/ano
- Alto aporte resíduo

Preparos de solo

- Sem revolvimento

Solo coberto

Solo

↓ T°C

↑ MO

↓ Erosão

↑ Nutrientes

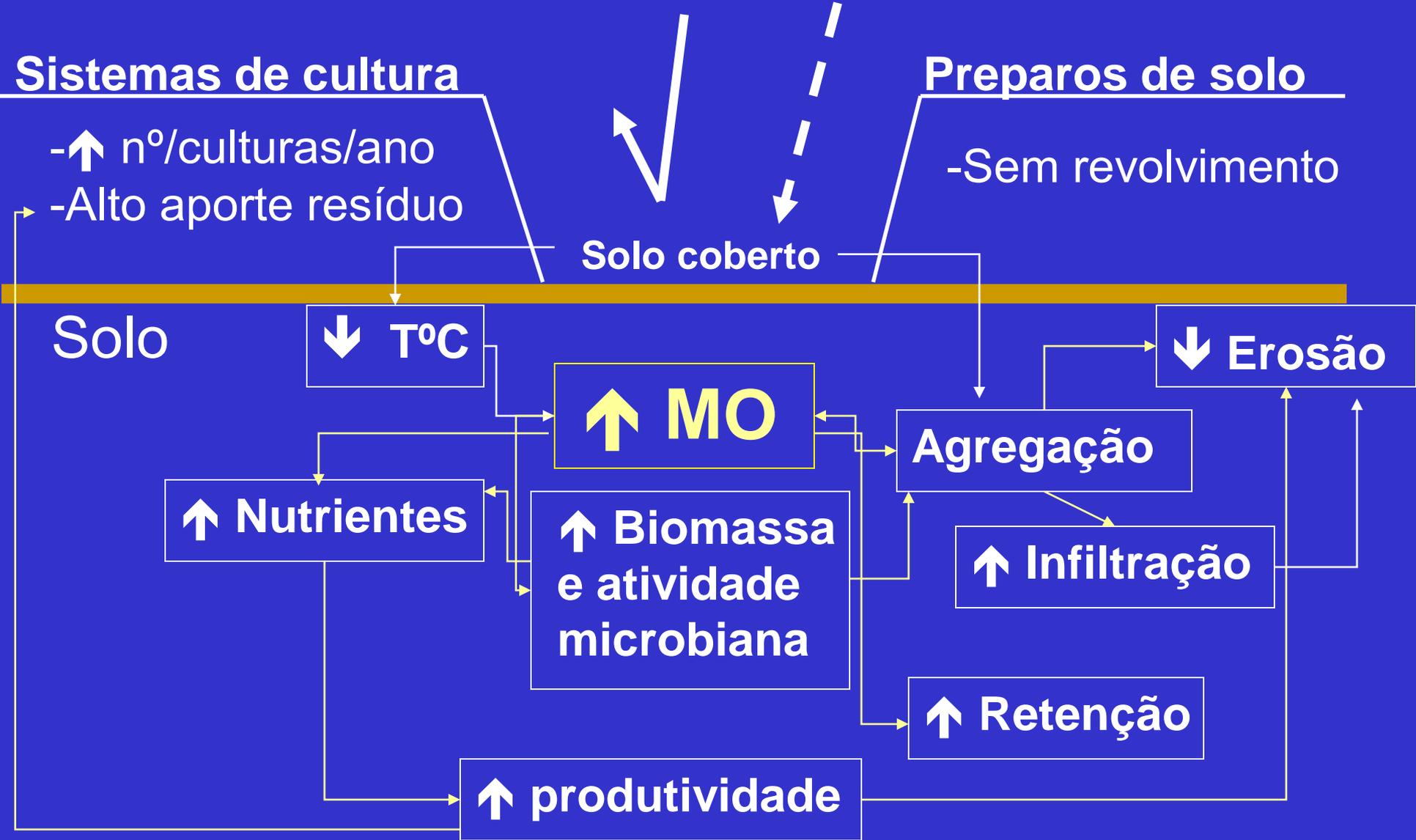
↑ Biomassa e atividade microbiana

Agregação

↑ Infiltração

↑ Retenção

↑ produtividade

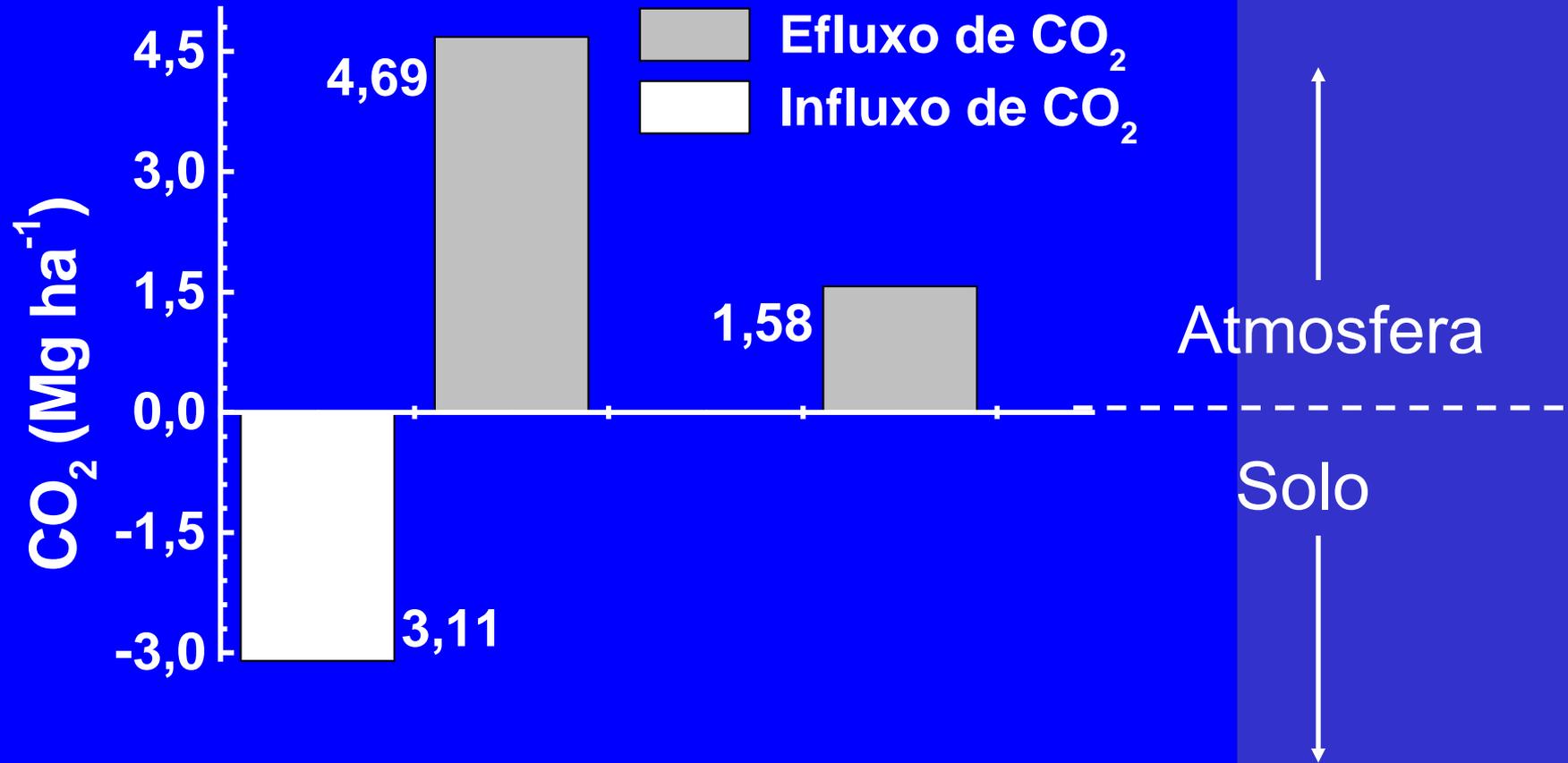


O Plantio Direto e o efeito estufa

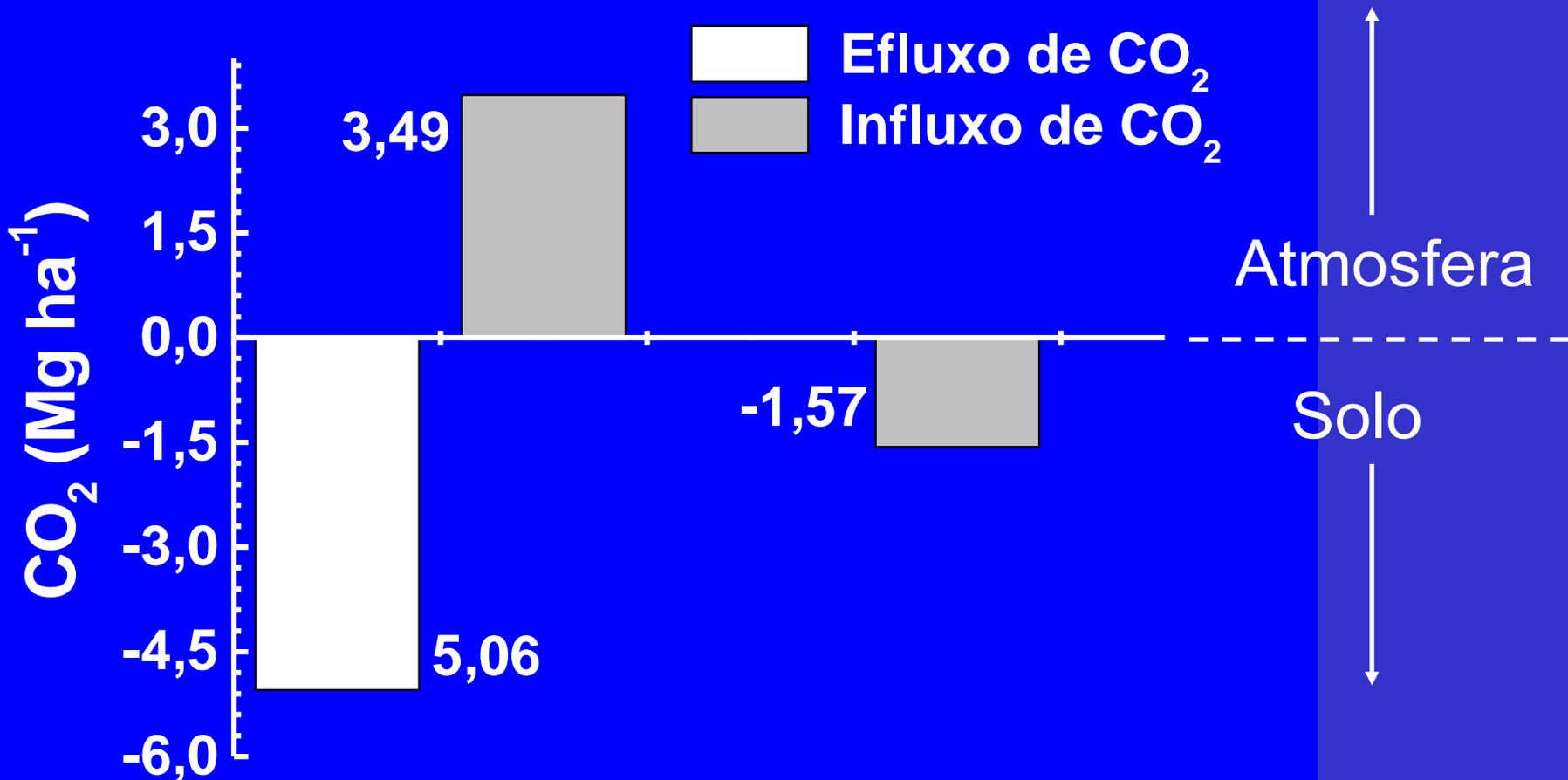
- Solo: Maior reservatório terrestre de C (1500 Gt)
- Aumento anual: 0,5% CO₂, 1% N₂O e 0,8% CH₄
- Papel da agricultura neste processo: 30% emissões
- Solos tropicais: Área: 38% Emissões: 62,5%
- Potencial Brasil
 - 12 milhões ha em plantio direto
 - Sistemas rotação culturas alto aporte C

$$1\text{Gt}=10^{15}\text{g}$$

PC A/M



PD A+V/M+C



Considerações finais

- Importância do aporte de resíduos ao solo no sistema plantio direto
- Papel da soja e do milho na rotação
 - Quantidade e qualidade de resíduos
- Plantas de cobertura (nº cultivos/área/ano)
- Pequeno efeito sobre MO em solos argilosos
- Problemas de 2ª Geração
 - Nec. de pesquisa (interinstitucional e multidisciplinar)
 - Manejo integrado (sinergismos e antagonismos)
 - Ênfase à produção sustentável a longo prazo