



Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Programa de Solos e Nutrição de Plantas
LSN5820 – Matéria Orgânica do Solo



**A capacidade dos solos em preservar o C e o N orgânico
por sua associação com partículas de argila e silte**

Aline Michelle da Silva Barbosa
Lenir Fátima Gotz
Nicolas Augusto Rosin



Plant and Soil 191: 77–87, 1997.

© 1997 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

The capacity of soils to preserve organic C and N by their association with clay and silt particles

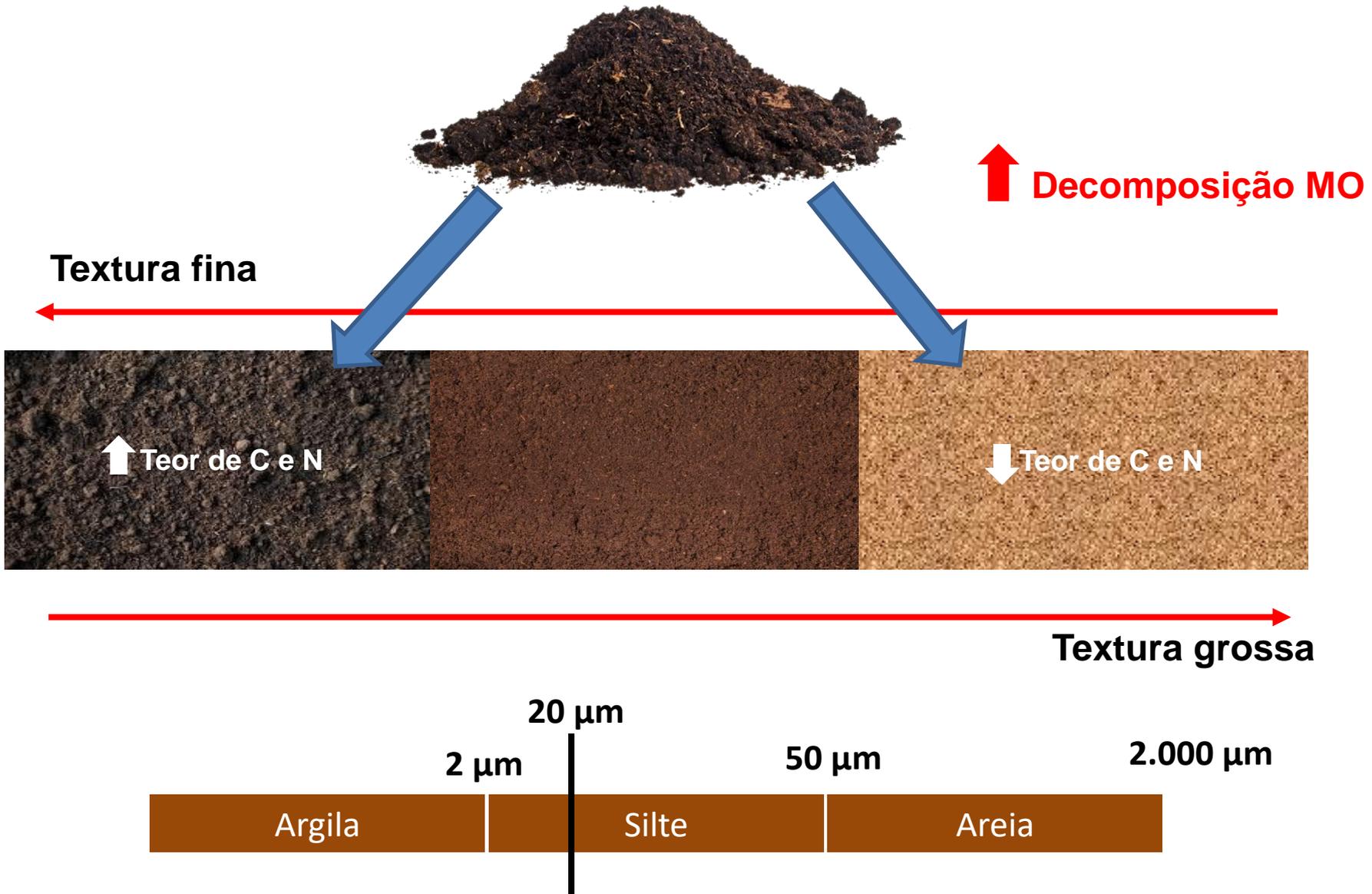
Jan Hassink

*DLO Research Institute for Agrobiological and Soil Fertility (AB-DLO), P.O. Box 129, 9750 AC Haren, The Netherlands**

Hassink, J. The capacity of soils to preserve organic C and N by their association with clay and silt particles. **Plant and soil**, v 191, p. 77-87, 1997.



Introdução



Tipo da argila

Área superficial específica:

Caulinita:
6 a 39 m² g⁻¹

Esmectita e vermiculita:
800 m² g⁻¹



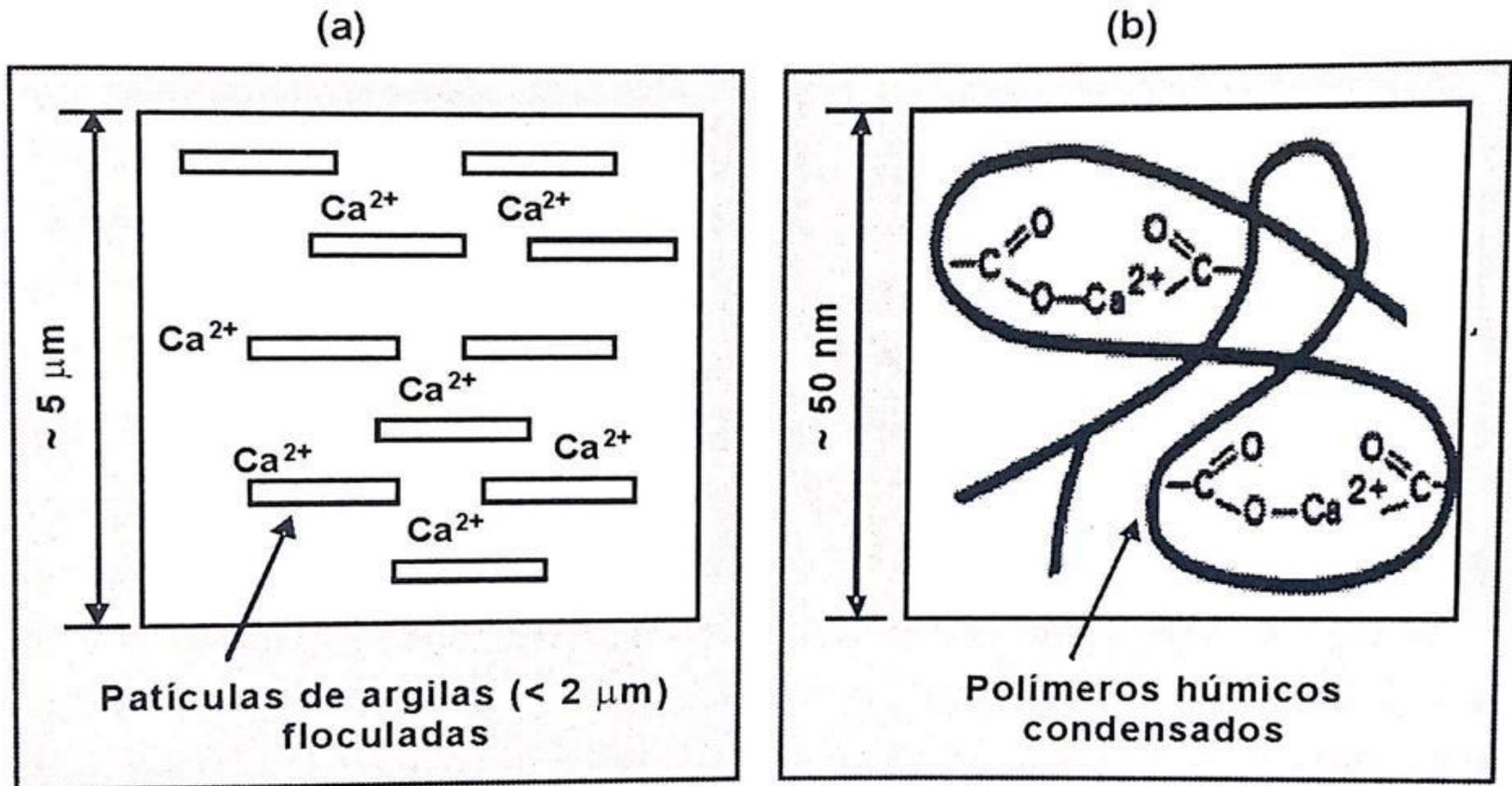


Figura 1. Modelo de floculação das partículas de argila do solo (a) e de condensação de moléculas orgânicas (b).

Fonte: Muneer & Oades (1989).

A capacidade dos solos em proteger fisicamente a MO é limitada?

Essa capacidade pode ser quantificada?



Objetivos

Objetivo 1:

Testar se existe realmente um máximo na quantidade de C e N que pode se associar a partículas de argila e silte.

- Foi comparado as quantidades de argila e silte associadas ao C e N em frações de tamanho mais grosso em duas pastagens com dois solos aráveis correspondentes.

Objetivo 2:

Testar se, para solos de regiões temperadas e tropicais, pode-se encontrar uma relação geral entre a textura do solo, o tipo dominante de mineral argiloso e a capacidade de preservar C e N orgânicos.

- Foi comparado o C e N associados a argila e silte em solos de pastagens holandeses com resultados publicados de medições correspondentes em solos não cultivados de diferentes continentes.

Material e métodos

Nicolas Augusto Rosin

Material e métodos

Objetivo 1:

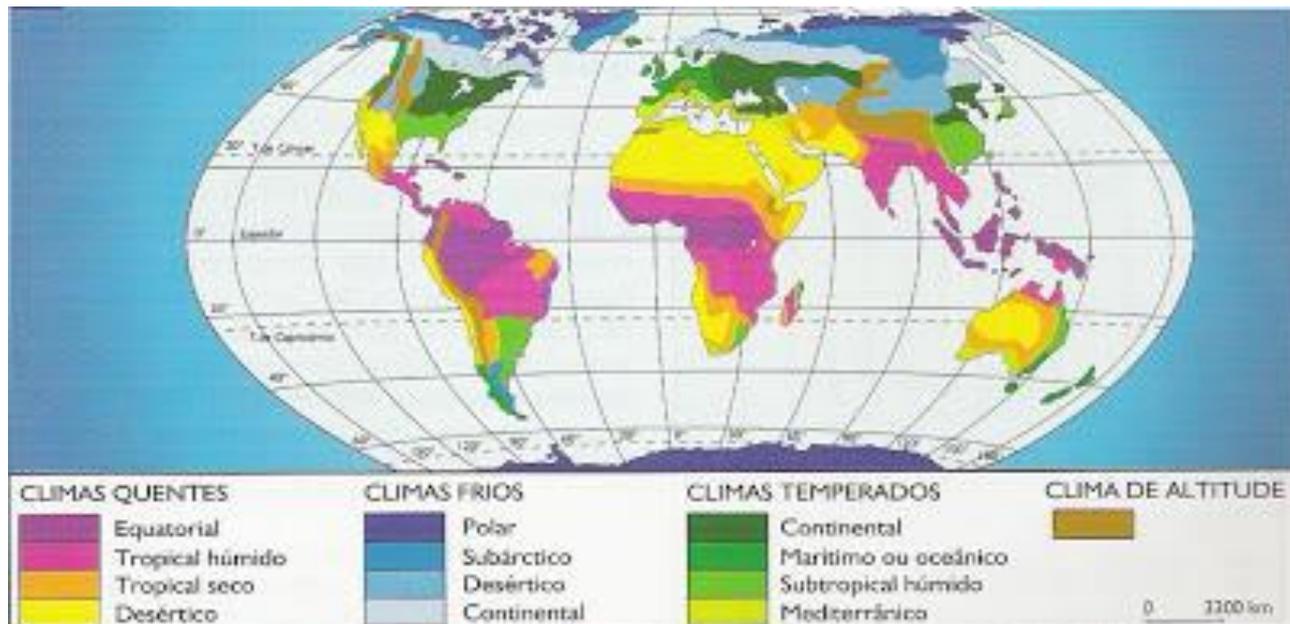
2 locais na Holanda:

Precipitação média: 700 – 800 mm;

Temperatura: 8° C;

Objetivo 2:

Áreas de estudo em 4 continentes:



Material e métodos

Objetivo 1:

Amostragem:

Tynaarlo

- 1) Área cultivada com rotação de trigo, beterraba, cevada e batata por 25 anos
- 2) Pastagem com 30 anos, gado leiteiro e adubada com 400-500 kg/N/ha/ano

Profundidade: 0-10 cm

Cranendonckwe

- 1) Área cultivada com milho por 25 anos
- 2) Pastagem com 30 anos, gado leiteiro e adubada com 400-500 kg/N/ha/ano

Profundidade: 0-10 cm, 30-40 cm e 60-80cm



Material e métodos

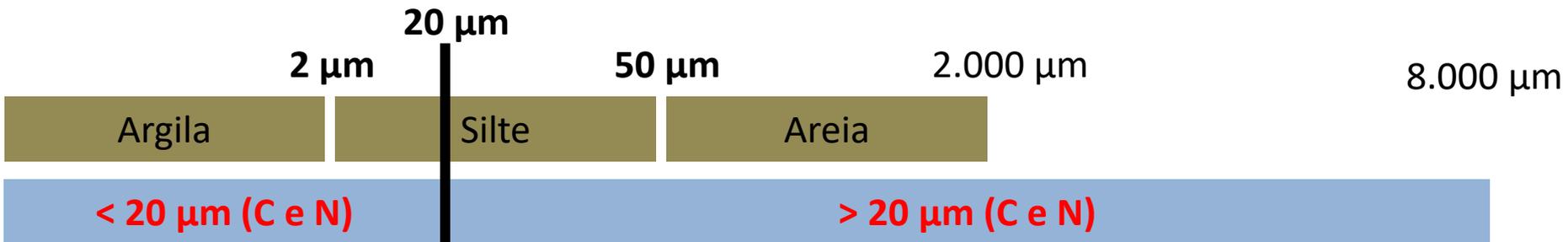
Objetivo 1:

Coleta e preparo das amostras:

- Três amostras compostas (repetições), com 20 sub-amostras, foram coletadas em cada local;
- Secagem, remoção das raízes e resíduos e peneiramento (8mm = 8.000 μm);

Análise de Granulometria (<2 μm , < 20 μm e <50 μm):

- Realizada após a destruição da MOS por oxidação com H_2O_2 e remoção do CaCO_3 com HCl .



IBGE (2007)

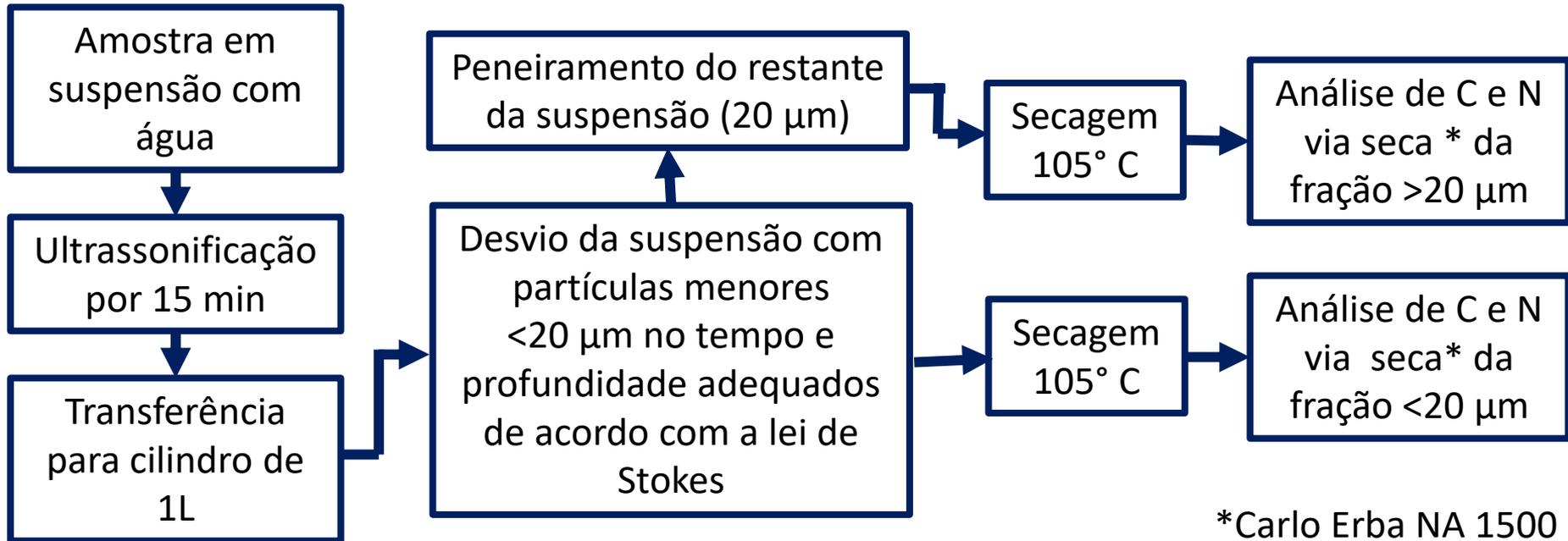
Análise de C e N totais:

- Análise por via seca (Carlo Erba NA 1500);

Material e métodos

Objetivo 1:

Análise de C e N na fração $< 20 \mu\text{m}$ e $> 20 \mu\text{m}$:



Análise estatística:

- Análises de regressão e correlação

Material e métodos

Objetivo 1:

Location	C (%)	Cn	pH (KCl)	Granular composition % particles <			C associated with particles < 20 μm (g kg ⁻¹)	Dominant types of clay minerals ^a
				2 μm	20 μm	50 μm		
<i>Grasslands</i>								
Jubbenga	2.87	21.6	4.6	1.0	1.9	3.7	4.1	Q, K ^b
Cranendonck	1.50	19.5	5.4	1.0	3.5	8.5	3.6	Q, K
Heino 1	1.98	18.0	5.0	1.9	2.8	8.7	0.9	Q, K
Holten	2.27	17.5	5.1	2.5	3.6	12.0	1.0	Q, K
Tynaarlo	4.38	17.8	4.4	2.4	4.4	23.5	7.5	Q, K
Achterberg	3.09	17.5	4.9	3.0	5.8	9.0	10.2	Q, K
Markelo	3.91	17.2	5.2	3.4	5.4	12.4	3.0	Q, K
Heino 2	4.68	15.6	5.2	5.6	8.9	29.7	3.6	Q, K
Finsterwolde	5.37	10.9	5.0	8.4	13.3	23.2	11.1	I, S ^c
Lelystad	3.07	11.1	7.1	21.6	35.6	56.4	18.6	I, S
Burum	5.37	9.8	4.8	24.1	36.5	71.7	27.5	I, S
Aduard	3.55	10.1	5.6	29.8	45.5	69.4	13.5	I, S
Zaltbommel 1	3.99	9.7	5.8	25.8	42.6	67.2	19.9	I, S
Zaltbommel 2	6.07	9.2	5.4	51.1	76.0	86.4	31.0	I, S
<i>Arable land</i>								
Cranendonck	0.93	19.4	5.4	1.1	3.5	8.6	3.6	O, K
Tynaarlo	2.38	17.5	4.6	3.9	6.2	27.8	7.4	Q, K

Material e métodos

Objetivo 2:

Amostras utilizadas:

Analizadas pelos autores

14 áreas de pastagem
(inclusive Cranendonckwe e
Tynaarlo)

Solos aráveis do objetivo 1

Profundidade: 0-10 cm

Dados da literatura (0-10)

Provenientes da Europa, Américas, África e Oceania

Solos não cultivados, pastagens e solos cultivados (5-120
anos)

Contém determinação de C total e C na fração $<20 \mu\text{m}$ e
as vezes N total e N na fração $<20 \mu\text{m}$



Material e métodos

Objetivo 2:

Análises realizadas pelos autores :

Preparo das amostras: Idem ao objetivo 1;

Análise granulométrica: Idem ao objetivo 1;

Análise de C e N totais: Determinação de C por oxidação com dicromato (via úmida) e N por digestão com ácido sulfúrico e ácido salicílico:

Em Cranendonckwe e Tynaarlo verificou-se desvio menor que 10% em relação a via seca;

Análise de C e N na fração < 20 μm : Semelhante ao objetivo 1, porém somente o C e o N na fração menor que < 20 μm foram quantificados;

Análises estatísticas:

Idem ao objetivo 1;

Material e métodos

Objetivo 2:

Análises realizadas pelos autores:

Location	C (%)	Cn	pH (KCl)	Granular composition % particles <			C associated with particles < 20 μm (g kg ⁻¹)	Dominant types of clay minerals ^a
				2 μm	20 μm	50 μm		
<i>Grasslands</i>								
Jubbenga	2.87	21.6	4.6	1.0	1.9	3.7	4.1	Q, K ^b
Cranendonck	1.50	19.5	5.4	1.0	3.5	8.5	3.6	Q, K
Heino 1	1.98	18.0	5.0	1.9	2.8	8.7	0.9	Q, K
Holten	2.27	17.5	5.1	2.5	3.6	12.0	1.0	Q, K
Tynaarlo	4.38	17.8	4.4	2.4	4.4	23.5	7.5	Q, K
Achterberg	3.09	17.5	4.9	3.0	5.8	9.0	10.2	Q, K
Markelo	3.91	17.2	5.2	3.4	5.4	12.4	3.0	Q, K
Heino 2	4.68	15.6	5.2	5.6	8.9	29.7	3.6	Q, K
Finsterwolde	5.37	10.9	5.0	8.4	13.3	23.2	11.1	I, S ^c
Lelystad	3.07	11.1	7.1	21.6	35.6	56.4	18.6	I, S
Burum	5.37	9.8	4.8	24.1	36.5	71.7	27.5	I, S
Aduard	3.55	10.1	5.6	29.8	45.5	69.4	13.5	I, S
Zaltbommel 1	3.99	9.7	5.8	25.8	42.6	67.2	19.9	I, S
Zaltbommel 2	6.07	9.2	5.4	51.1	76.0	86.4	31.0	I, S
<i>Arable land</i>								
Cranendonck	0.93	19.4	5.4	1.1	3.5	8.6	3.6	O, K
Tynaarlo	2.38	17.5	4.6	3.9	6.2	27.8	7.4	Q, K

Material e métodos

Table 2. Percentage of soil particles $< 20 \mu\text{m}$, actual, calculated maximum (max.) amount of C associated with the particles $< 20 \mu\text{m}$ ($\text{C in fraction } < 20 \mu\text{m} = 4.09 + 0.37 \times \% \text{ particles } < 20 \mu\text{m}$; Figure 3) and their difference (maximum – actual amount), the dominant types of clay minerals in the uncultivated soils of temperate and tropical regions referred to in this study, and the mean annual precipitation and temperature of the locations

Objetivo 2:

Dados da literatura

Particles $< 20 \mu\text{m}$ (%)	Amount of C associated with particles $< 20 \mu\text{m}$			Dominant types of clay minerals ^a	Mean annual precip. (mm)	Mean annual temp. (°C)
	Actual	Max	Difference			
	(g kg ⁻¹)					
Australia: Dalal and Mayer (1986 a, b)						
86.8	13.4	36.2	-22.8	S, K	670	18.5
66.2	15.4	28.6	-13.2	Q, R	630	19.5
55.8	12.6	24.7	-12.1	R, I	670	18.5
52.1	11.1	23.4	-12.3	Q, R	610	19.9
82.3	6.0	34.5	-28.5	K, I	480	20.5
27.4	9.5	14.2	-4.7	K, Q	580	20.3
Australia: Turchenek and Oades (1979)						
50.7	19.7	22.8	-3.1	K, I	530 ^b	11.7 ^b
Germany: Leinweber and Reuter (1992)						
37.6	17.9	18.0	-0.1	C, I	500–600 ^b	8 ^b

Material e métodos

Objetivo 2: Vários continentes

Dados da literatura

Particles < 20 μm (%)	Amount of C associated with particles < 20 μm (g kg^{-1})			Dominant types of clay minerals ^a	Mean annual precip. (mm)	Mean annual temp. (°C)
	Actual	Max	Difference			
Togo: Feller et al. (1991 a, b)						
18	5.5	10.8	-5.3	NA ^c	1040	27
Ivory Coast: Feller et al. (1991 a, b)						
35	12.7	7.0	-4.3	K, Q	1360	28
Nigeria: Bates, 1960						
13.4	7.0	9.0	-2.0	K	1230	27
Senegal: Feller et al. (1991 a, b)						
18	6.0	10.8	-4.8	K, Q	800	29
Togo: Feller et al. (1991 a, b)						
18	5.5	10.8	-5.3	NA ^c	1040	27

Material e métodos

Objetivo 2: Vários continentes

Dados da literatura

Particles < 20 μm (%)	Amount of C associated with particles < 20 μm (g kg^{-1})			Dominant types of clay minerals ^a	Mean annual precip. (mm)	Mean annual temp. (°C)
	Actual	Max	Difference			

Iowa, US: Zhang et al. (1988)

55	28.8	24.4	+4.4	S	833	8
58	31.5	25.6	+6.0	S	833	8

Saskatchewan, Canada: Tiessen and Stewart (1983)

41 ^d	26.3	19.3	+7.0	S ^d	420 ^f	1 ^f
29 ^d	16.7	14.8	+1.9	S	420	1
74 ^d	23.4	31.5	-8.1	S	420	1

Quebec, Canada: Elustondo et al. (1990)

61.2	23.6	26.7	-3.1	1 + Cl, Q ^g	800-1000 ^b	4 ^h
43.7	20.9	20.3	+0.6	1 + Cl, Q	800-1000	4
15.4	15.3	9.8	+5.5	Mi ^e	800-1000	4
65.8	37.2	28.4	+8.7	Mi	800-1000	4
63.5	24.2	27.6	+3.4	I + Cl, Q	800-1000	4
16.7	15.7	10.3	+5.4	Mi	800-1000	4
34.8	18.6	17.0	+1.6	Mi	800-1000	4

Missouri, US: Balesdent et al. (1988)

78 ^d	30.5	33.0	-2.5	M	800-1400 ^b	NA
-----------------	------	------	------	---	-----------------------	----

Material e métodos

**Objetivo 2:
Vários
continentes**

**Dados da
literatura**

Particles < 20 μm (%)	Amount of C associated with particles < 20 μm			Dominant types of clay minerals ^a	Mean annual precip. (mm)	Mean annual temp. (°C)
	Actual	Max	Difference			
	(g kg ⁻¹)					

Guadeloupe: Feller et al. (1991 a, b)

70	30.0	3.0	0.0	K, H	3000	25
----	------	-----	-----	------	------	----

Brazil: Feller et al. (1991 a, b)

70	26.1	30.0	-3.9	K, Go	1200	21
----	------	------	------	-------	------	----

Brazil: Bonde et al. (1992)

62.2	31.8	27.1	+4.7	K	1000–2000 ^b	16–20 ^b
------	------	------	------	---	------------------------	--------------------

Resultados

Resultados

Objetivo 1

As quantidades de C e N que podem se associar às partículas de argila e silte são limitadas?

Table 3. Amounts of C and N in the size fractions $< 20 \mu\text{m}$ and $> 20 \mu\text{m}$ and total C and N in the top cm of the grassland and arable soil in Tynaarlo and the top 10 cm and the soil layers at 30–40 and 60–80 cm depth in the grassland and maize field in Cranendonck analyzed by a Carlo Erba analyzer (g kg^{-1})

Quantidade de C e N que pode ser associada à essa fração atingiu o máximo!

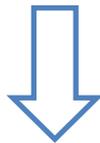
Treatment	C in fraction		Total C	N in fraction		Total N
	$< 20 \mu\text{m}$	$> 20 \mu\text{m}$		$< 20 \mu\text{m}$	$> 20 \mu\text{m}$	
<i>Tynaarlo</i>						
Grassland	7.5	34.2	43.8	0.74	1.64	2.46
Arable	7.4	14.4	23.8	0.72	0.56	1.36
<i>Cranendonck</i>						
0–10 cm grass	3.6	12.2	15.0	0.32	0.49	0.77
30–40 cm grass	3.4	7.5	12.1	0.31	0.31	0.62
60–80 cm grass	3.4	6.4	9.7	0.31	0.26	0.55
0–10 cm maize	3.6	5.9	9.3	0.33	0.17	0.48
30–40 cm maize	3.5	3.3	7.1	0.31	0.09	0.36
60–80 cm maize	3.1	2.6	7.2	0.29	0.07	0.37

• Textura similar

MO
Áreas correspondente

Resultados

Objetivo 1



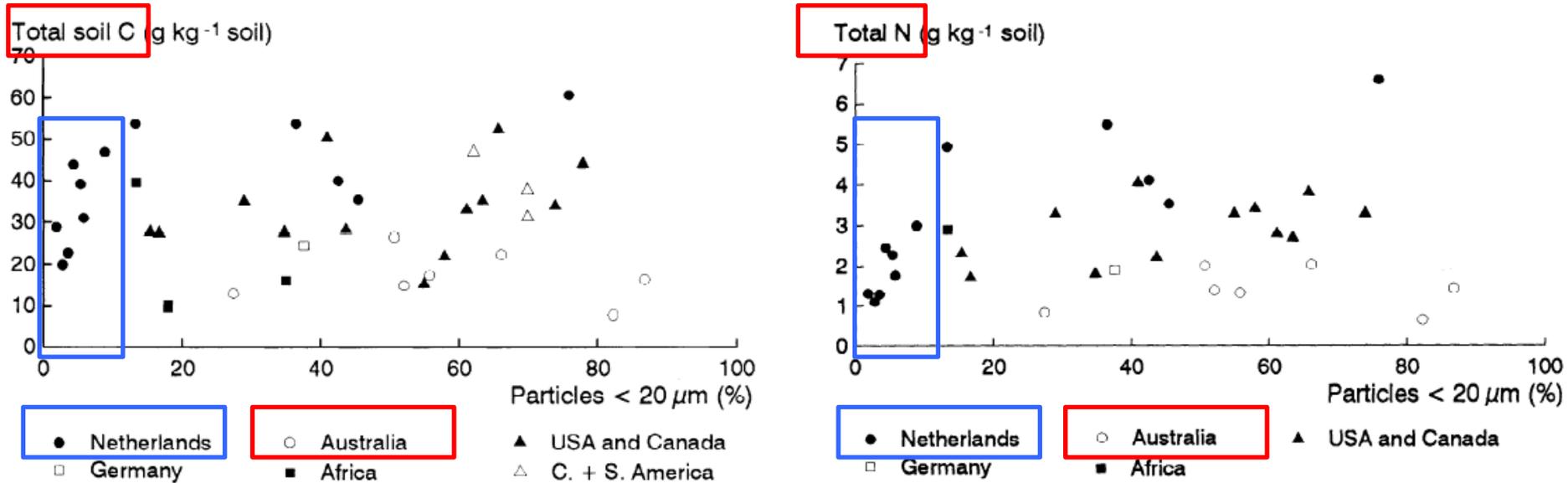
- > teores de C e N;
- ausência de preparo do solo;
- redução da exposição à erosão.

Sob as condições dadas,
quantidades de C e N em
equilíbrio, atingiram o
máximo.

Resultados

Objetivo 2

Relação entre **C e N total** do solo e a % de partículas **< 20 μm** em solos não cultivados e com pastagem de regiões tropical e temperada.



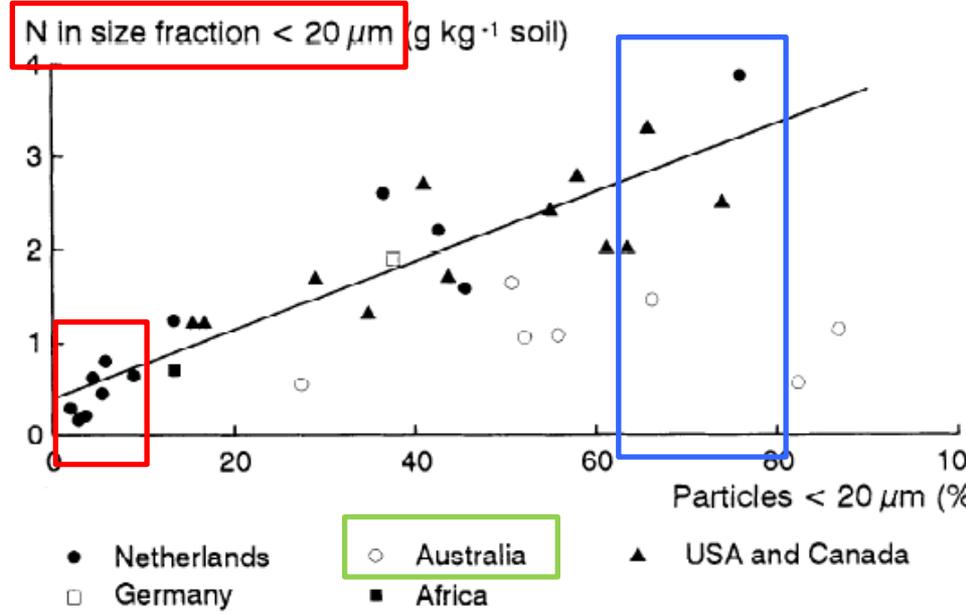
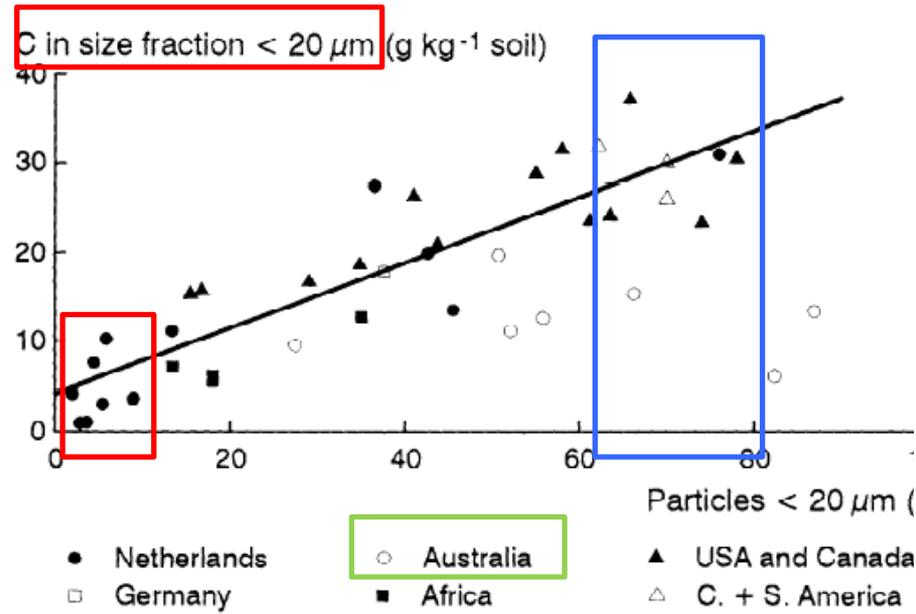
Aumento de C e N frações grosseiras \rightarrow associação com < 20 μm limite

- Não há uma relação clara;
- Os teores variaram consideravelmente entre solos com textura similar;
- > Teor em pastagem na Holanda, < teor em solos não cultivados na Austrália.

Resultados

Objetivo 2

Relação entre C e N na fração < 20 µm e % de partículas <20 µm em solos não cultivados e de pastagem nas regiões tropical e temperada.



$C < 20 \mu m = 4.09 (1,59) + 0.37 (0.04) \times \% \text{partículas} < 20 \mu m (r = 0.89)$

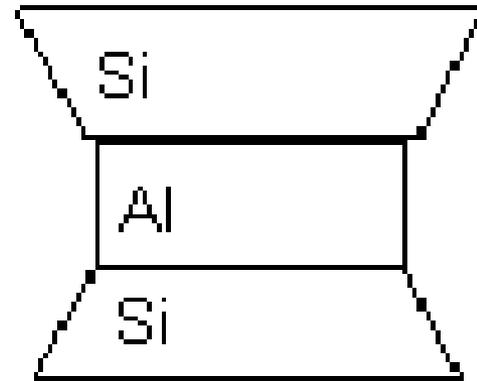
$N < 20 \mu m = 0.40 (0.15) + 0.037 (0.004) \times \% \text{partículas} < 20 \mu m (r = 0.90)$

- Correlações positivas e significativas;
- Solos da Austrália → < C e N asso **Textura** argila e silte e não teve correlação;
↳ Tipo de argila semelhante, mas < precipitação e > T.

Tipo de mineral dominante nas frações argila e silte afeta a quantidade de C e N associado?



ASE: 2 a 4 m² g⁻¹



ASE: 800 m² g⁻¹

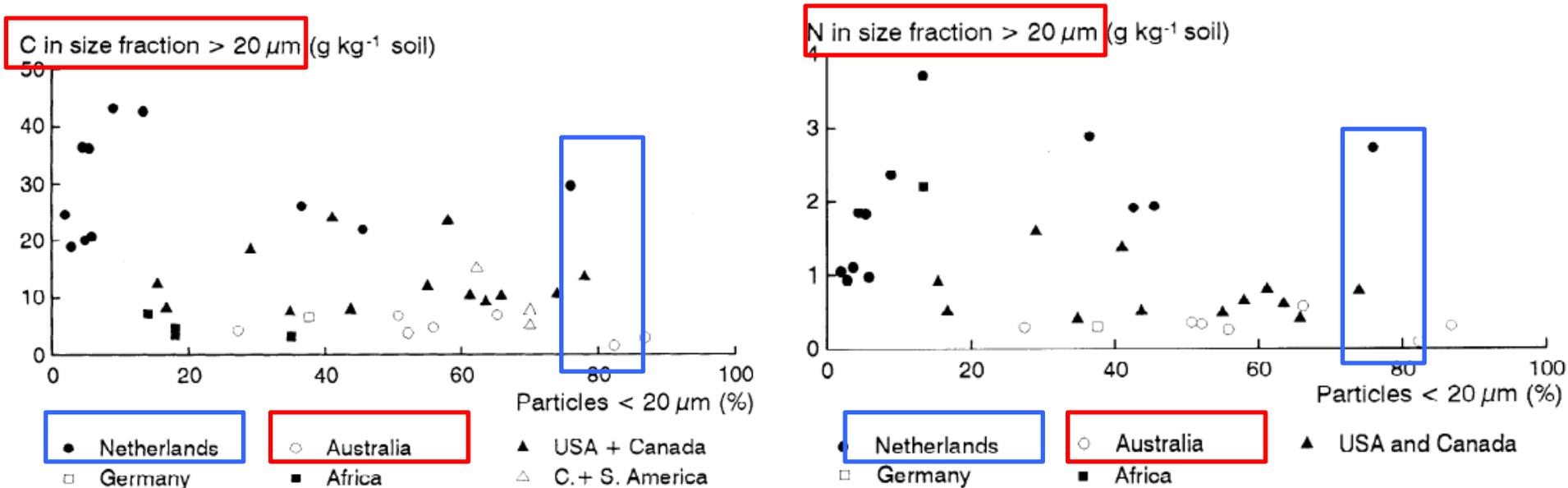
Os resultados indicam que não.

Esse resultado sugere que a ASE da argila determinada no laboratório não é um bom indicador da capacidade da argila adsorver C e N orgânico.

Resultados

Objetivo 2

Relação entre C e N na fração $> 20 \mu\text{m}$ e % de partículas de solo $< 20 \mu\text{m}$ em solos não cultivados e de pastagem nas regiões tropical e temperadas.



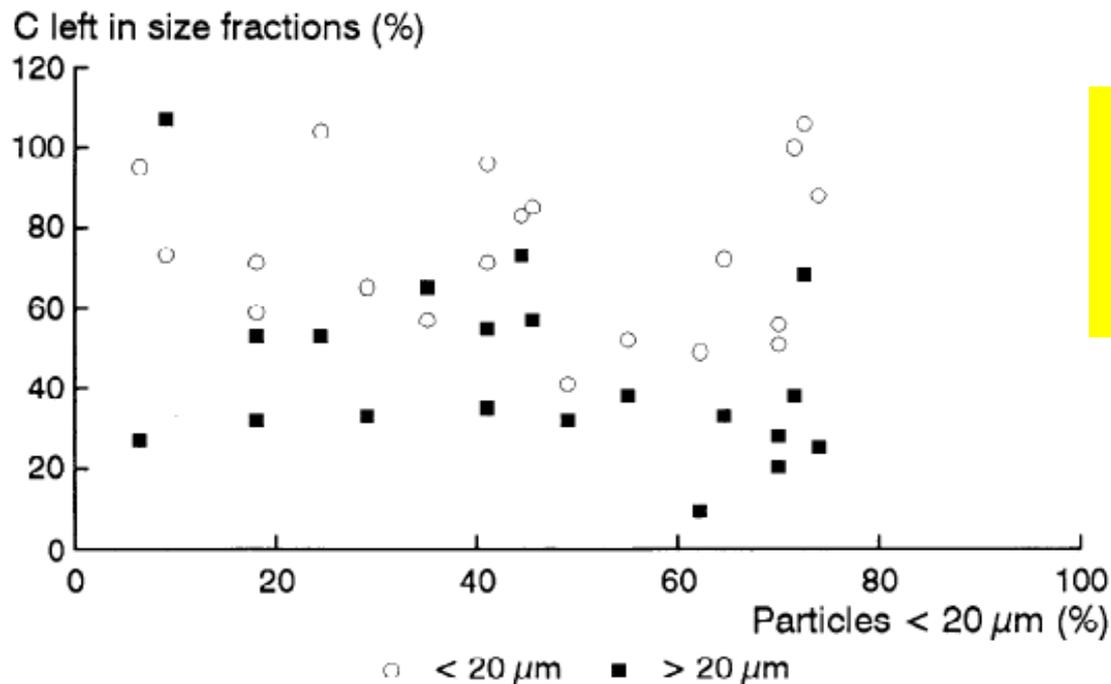
- Não foram observadas correlações;

- Quantidade de C e N na fração $> 20 \mu\text{m}$: **ASSOCIADO A ENTRADA DE RESÍDUO VEGETAL** e não às características do solo.

Resultados

Objetivo 2

Relação entre % de partículas de solo < 20 μm e % de C ou N nas partículas de tamanho < 20 μm e > 20 μm após a conversão de pastagem e solos não cultivados para solos cultivados aráveis.



Isso confirma que as partículas de argila e silte protegem o C e o N contra a ação microbiana.

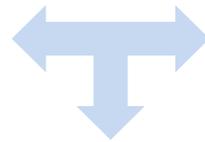
A redução relativa nos teores de C e N associados a essa fração foi menor do que da fração > 20 μm .

Conclusões

Conclusões

- A capacidade do solo proteger fisicamente a MOS é limitada, pois a associação do C e N às frações de argila e silte é limitada.

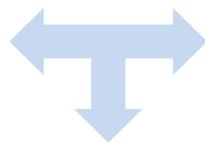
C e N na fração < 20 μm



Textura do solo

Correlação positiva

C e N na fração > 20 μm



Textura do solo

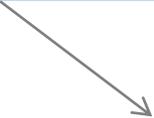
Não teve correlação



Relacionadas às quantidades de resíduos que são incorporados no solo.

Conclusões

Tipo de mineral dominante da fração argila



Não interfere a capacidade de preservar C e N orgânico.

Consequências importantes para a dinâmica da MOS e o papel de diferentes tipos de solo como fonte ou dreno no ciclo global de C e N a longo prazo.

Obrigado!

aline.m.barbosa@usp.br
lenirgotz@usp.br
nariosin@usp.br

