Mitigação do aquecimento global:
Sequestro de COS

Prof. Yuri Lopes Zinn

Relembrando...

- Aumento anual de CO_2 atmosférico: 1.9% (média 2000-2008), ou ~45% das 7.9 Pg (Bi ton.) de CO_2 emitido. De 280 ppm em 1750 a 385 em 2008;
- Aumento anual de CH_4: 14 ppb em 1970´s, ca. 0 em 2008. De 715 ppb em 1750 a 1.770 ppb em 2005 (recorde para 650 ka);
- Aumento anual de N_2O: 0.26%. De 270 ppb em 1750 a 320 ppb em 2005 (recorde para 650 ka). 60% do fluxo concentrado nos trópicos, 10% no Brasil (Mellilo et al. 2001)

Definições

- Estratégias de mitigação do aquecimento global: manejo de radiação, bioenergia, sequestro de C (geoengenharia ou eng. planetária)
- Manejo de radiação inclui dispersão de aerosols esp. (SO_2), espelhos orbitais, nucleação de nuvens, manejo de albedo;
- Uso de bioenergia reduz o uso de combustíveis fósseis, e é esp. importante para metano;
- Sequestro de C pode ser definido como remoção de CO_2 da atmosfera e sua imobilização em outros reservatórios.

Tipos de sequestro de C

- Geológico – injeção de CO_2 em camadas geológicas inertes. Tradicional no aumento de eficiência da exploração de petróleo
- Como carbonatos
- Fixação por fotossíntese – implica em manejo da biomassa resultante:
  - Oceânica – fertilização por Fe
  - Por algas em sistemas artificiais
  - Em florestas e madeira

Tipos de sequestro de C

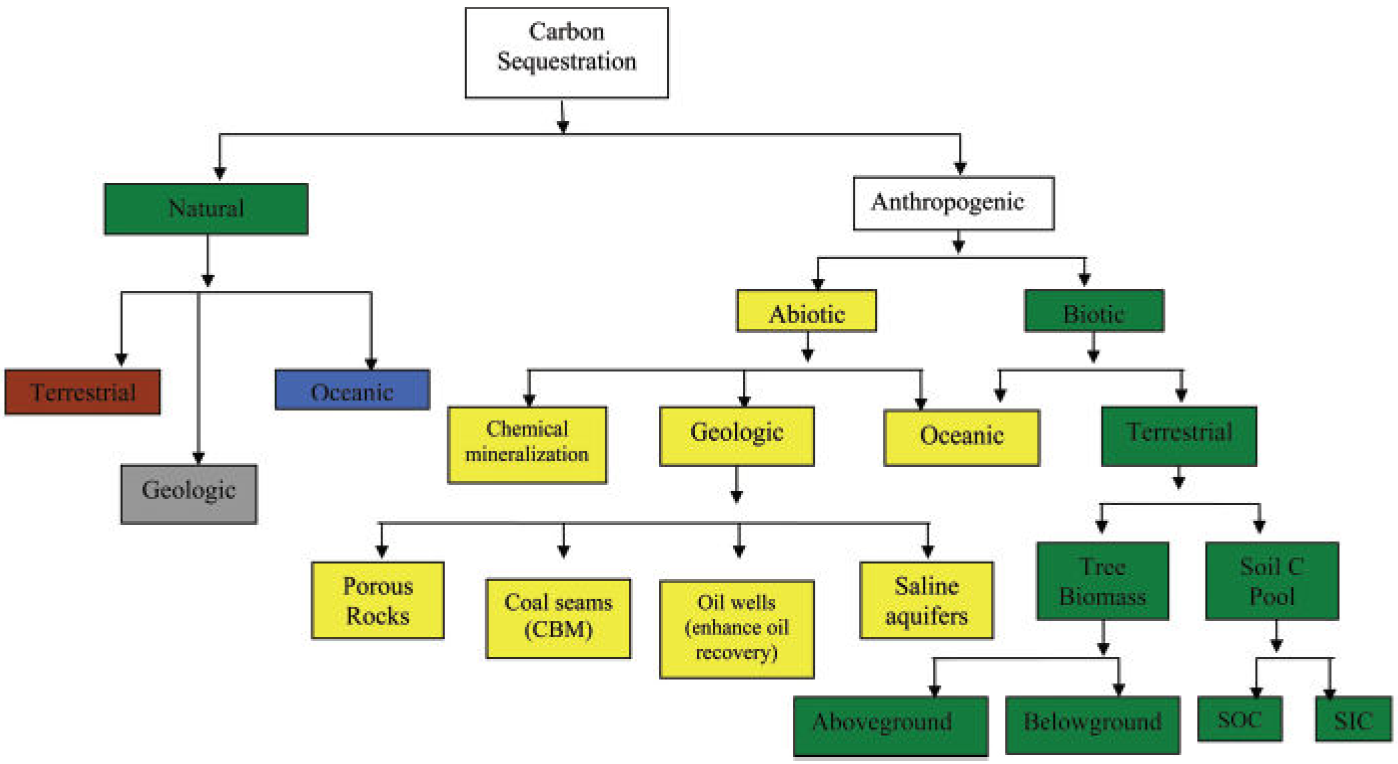


Fig. 4. Natural and anthropogenically driven processes of carbon sequestration (Redrawn from Lal, 2007).

Sequestro de COS: definição

- Parte da biomassa fixada é parcialmente decomposta pelas cadeias decompositoras (*food cohorts* ou *guilds*) da biota,
- gerando CO_2 mas também matéria orgânica particulada (MOP), compostos orgânicos simples, e substâncias húmicas, que
- São incorporados no solo, por um tempo variável com a "qualidade", tamanho, textura, profundidade, aeração, etc.

Sequestro de COS: *win-win*

- O COS é importante como fonte de C para a biota, e nutrientes às plantas. O sequestro de COS melhora a qualidade do solo e reduz o CO_2 atmosférico (Lal, 2004, *Science*). Não há "dano colateral";
- Aumento de MOS é requisito em qualquer tipo de recuperação ou aumento de qualidade de solo.

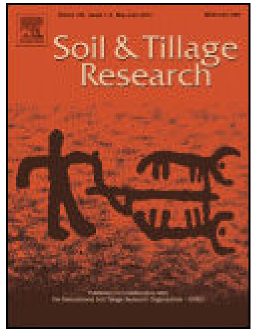
História da agricultura e arado

- Agricultura: 11.000 anos, Mesopotâmia
- Irrigação: 9.500 anos, Suméria
- Primeiro arado "*ard*": 5.000 anos, Mesopotâmia
- Tração animal: 3.000 anos, vale do Indus
- Uso de esterco: 900 a.C., Grécia
- Salitre (*saltpeter*): 1650 a.D., Alemanha
- Dust Bowl, 1930, Midwest, EUA
- Plantio direto & cia. – 1950, Corn Belt, EUA

Available online at www.sciencedirect.com
ScienceDirect
Soil & Tillage Research 93 (2007) 1–12
Soil & Tillage Research
www.elsevier.com/locate/still

Editorial

Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming



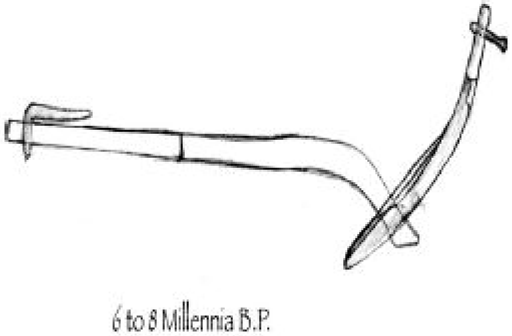


Fig. 1. One of the earliest tillage tools that evolved from "digging sticks" to be pulled by animals or humans, sometimes referred to as the "ard". (Redrawn from Glob, 1951, and others).

Fig. 6. No-till soybean seeded through the crop residue.

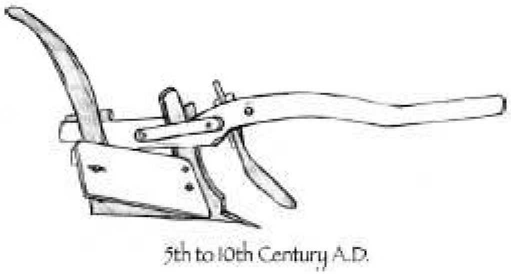


Fig. 2. Early model of the "iron share" plows with coulter designed to cut a thin strip in the sod share that would slice into the soil and ride up the moldboard and subsequently be inverted. (Redrawn from White, 1967; Fowler, 2002; Lerche, 1994; and others)

Fig. 3. A large modern moldboard plow used in the north-central U.S. agricultural production areas.

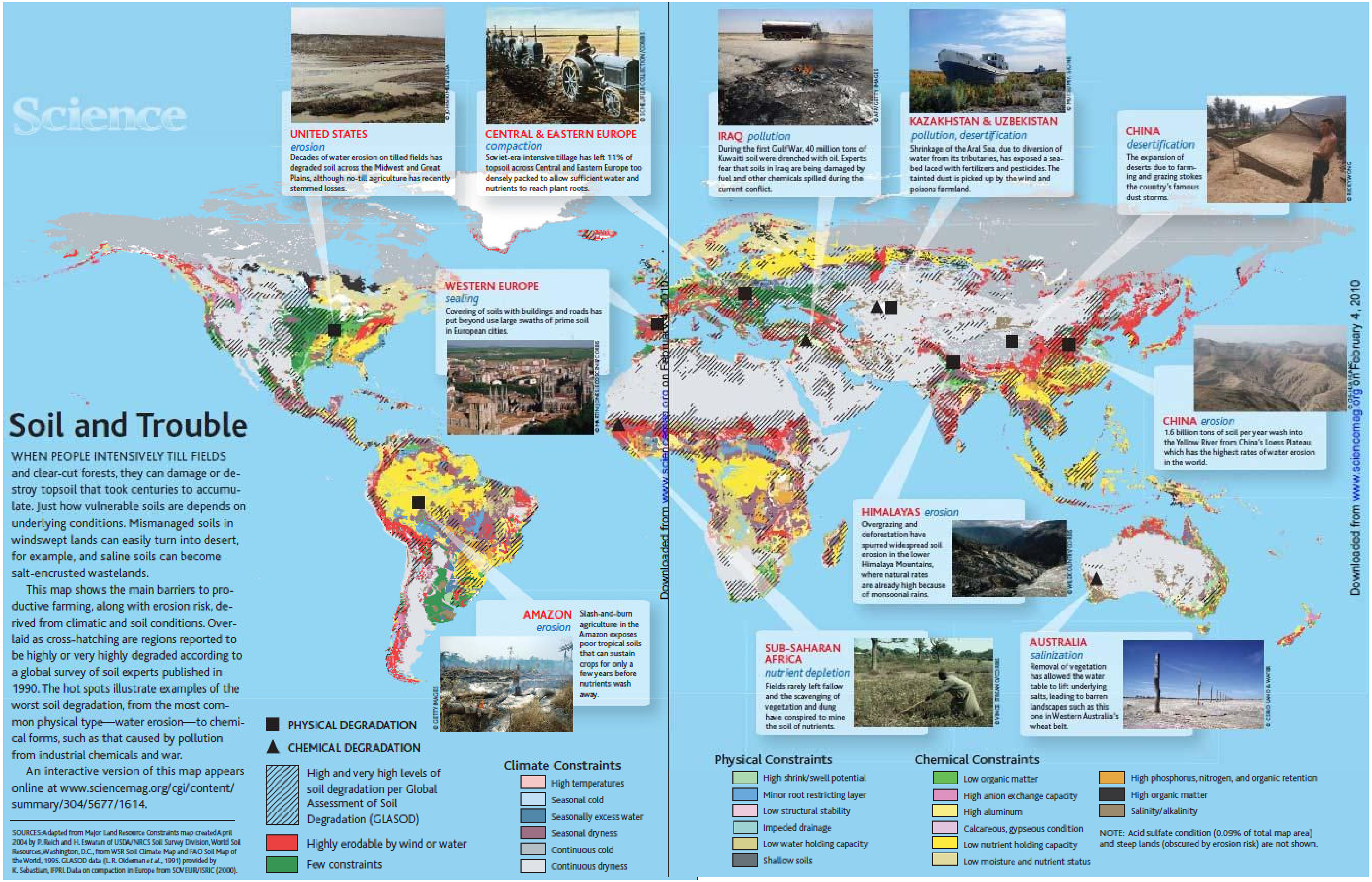
Fig. 5. Typical scenes from the mid-1930 "dust bowl" days in the Great Plains of the U.S.: (a) intense dust storms in Texas; (b) deposition of windblown soils on a farm site.

Perdas de COS com o cultivo do solo

- Teoria de sistemas: conjunto de partes que interagem formando um conjunto funcional. Mudança de um fator muda todo o sistema.
- Diversas consequências do cultivo anual, em destaque: aumento da aeração da camada, redução no tamanho e estabilidade de agregados, e da susceptibilidade à erosão
- Estes 3 processos favorecem perdas de COS por oxidação da MOS e/ou sua remoção da área.

Perdas históricas de COS com o cultivo do solo

- Ao longo da história da agricultura, foram estimadas em 66 a 90 Pg de C do solo, que
- somados aos 46 Pg de C-biomassa de vegetação destruídos antes do cultivo,
- Respondiam por 90% do aumento em CO_2 atmosférico até os 1930´s.
- Então, estima-se que 50 a 70 Pg possam ser sequestrados em solos agrícolas em 25-50 anos. Lal, R. 2001. Myths and facts... SSSA sp. Publi. 57



Danos da agricultura ao solo – Science, 2010

Tempo e manejo

SSSAJ: Volume 71: Number 5 • September–October 2007

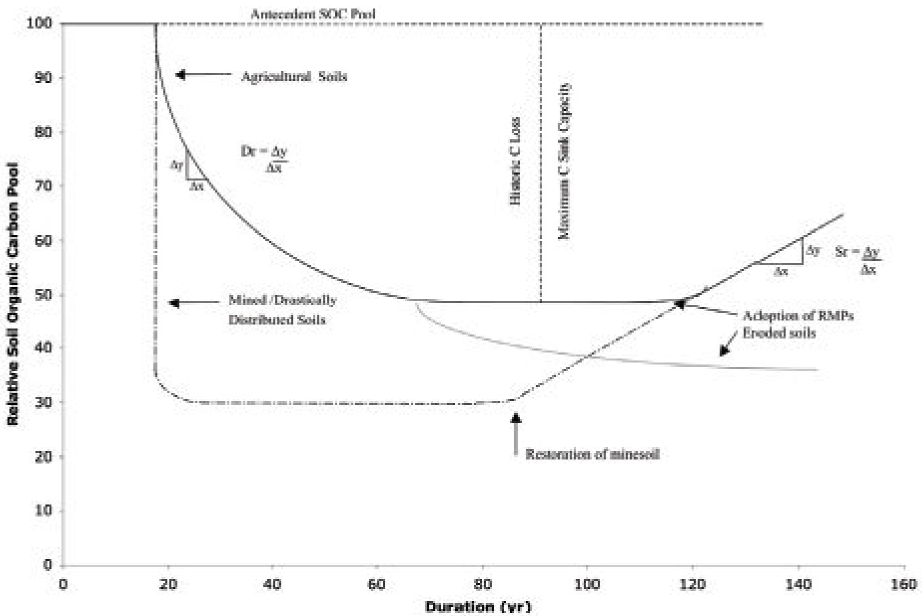


Fig. 6. Effect of land use change on soil organic C depletion and of adoption of best management practicess on soil organic C sequestration.

- Esquema idealizado de decréscimo inicial e sequestro após boas práticas de manejo serem adotadas. Lal, R.2007.

Como? Diminuir perdas e aumentar ganhos

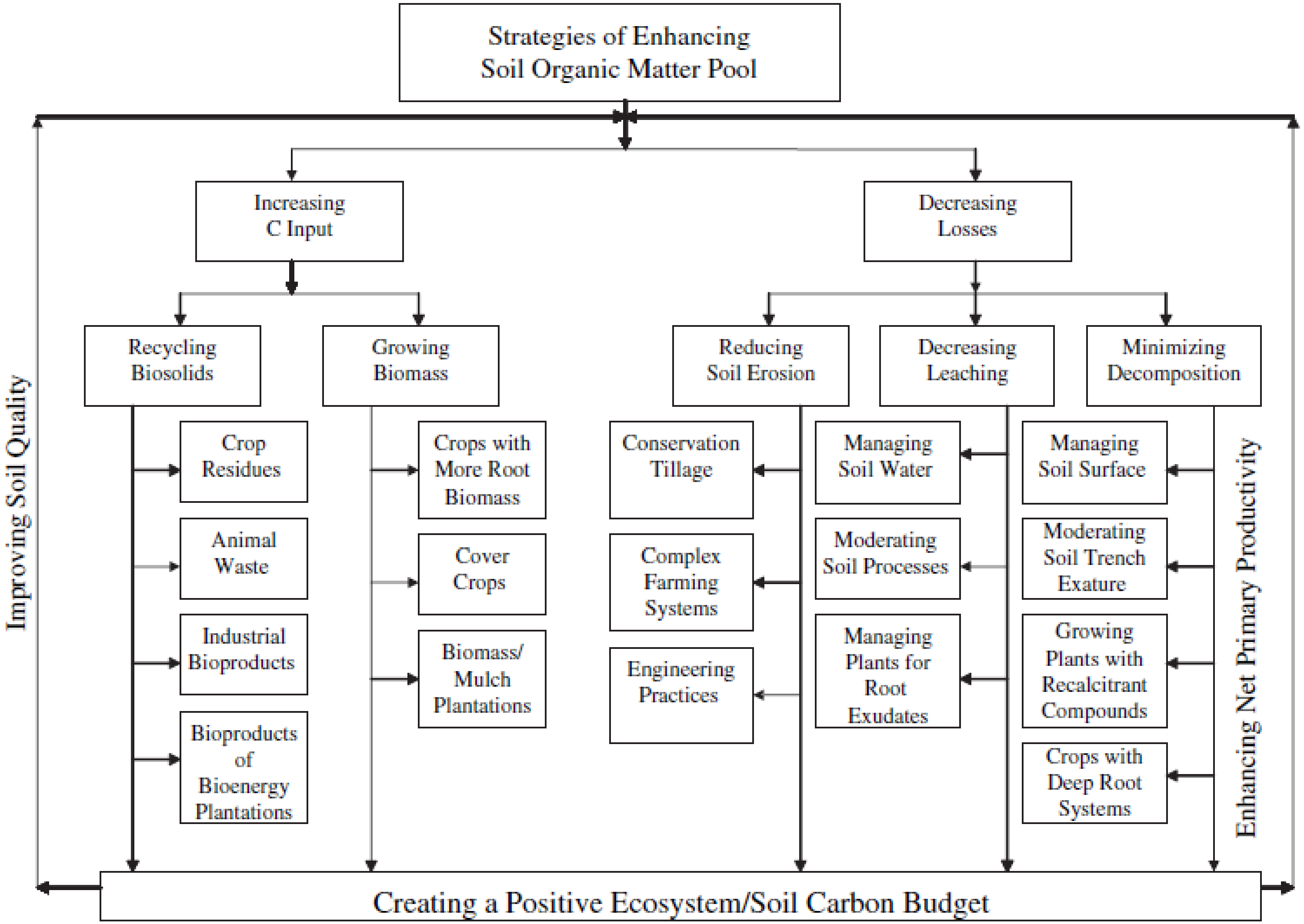


Figure 1 Strategies of enhancing and preserving the soil organic matter pool.

- Lal, R. Eur. J. Soil Sci. 60, 2009

Aumento de MOS=sequestro de COS

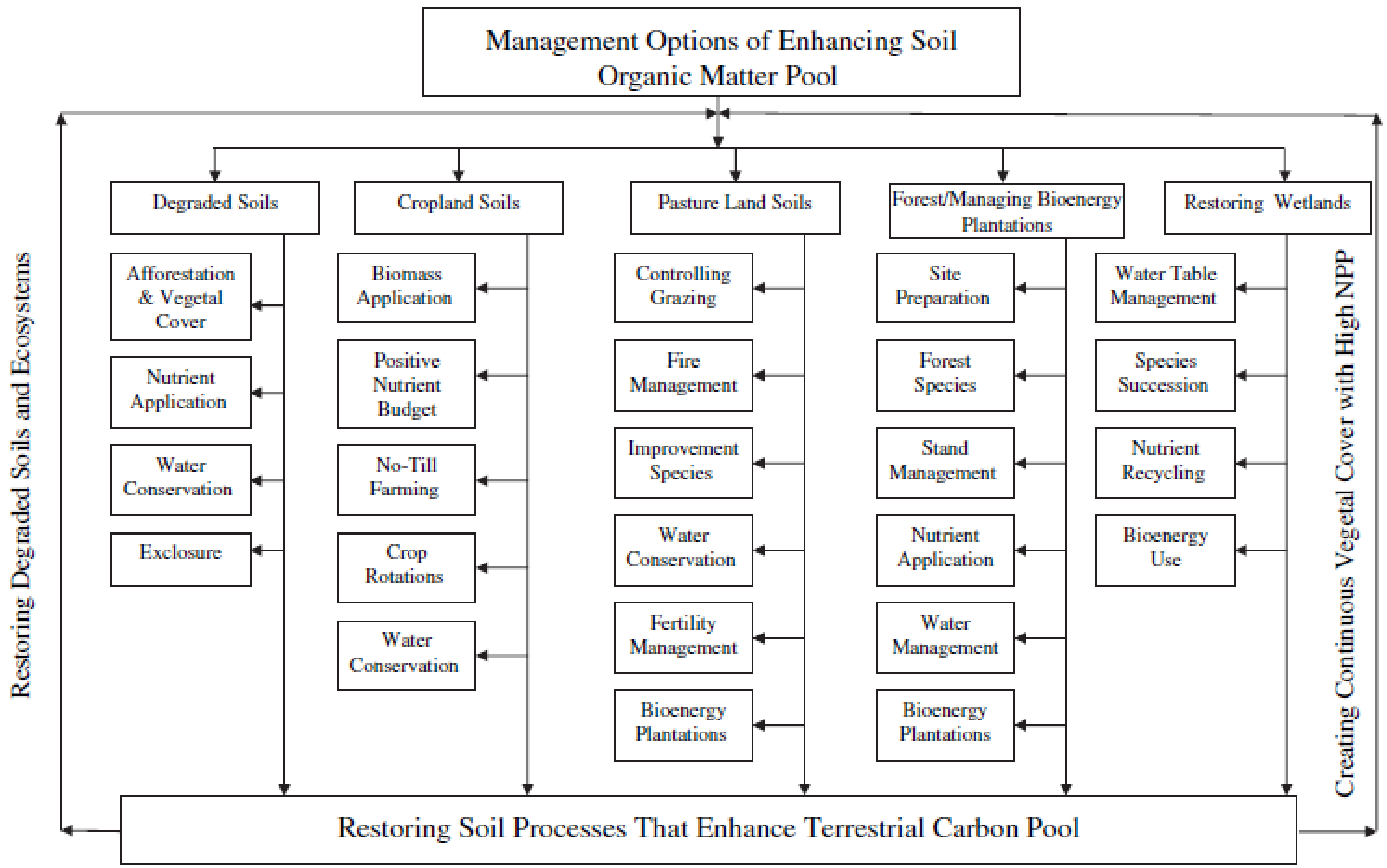


Figure 2 Technological options for enhancing organic carbon pool in soils of managed ecosystems.

Estimativas de potencial

- Soils of the U.S. cropland, through a widespread adoption of RMPs have the potential to sequester 144–432 Tg of SOC year^{-1} (Lal et al., *Soil Sci.* **168,** 2003

Potencial de sequestro de COS: adubação orgânica

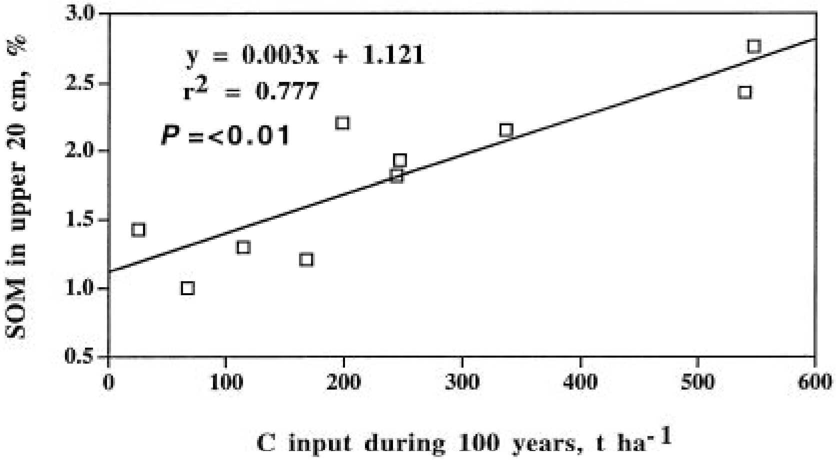


Fig. 1 Total C input (with residues and manure) and organic matter level for conventionally cultivated plots of Sanborn Field

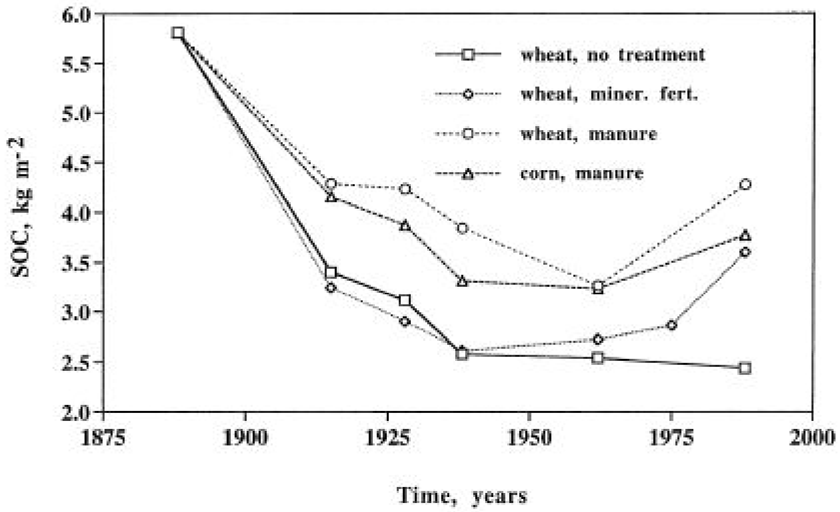


Fig. 2 Soil organic C dynamics in some Sanborn Field plots with common monocrops

- A partir de 1950, resíduos passaram a ser deixados sobre o solo. (Midwest, EUA)
- G.A. Buyanovsky 7 G.H. Wagner. Changing role of cultivated land in the global carbon cycle. Biol Fertil Soils (1998) 27 :242–245

Potencial de sequestro de COS: adubação orgânica

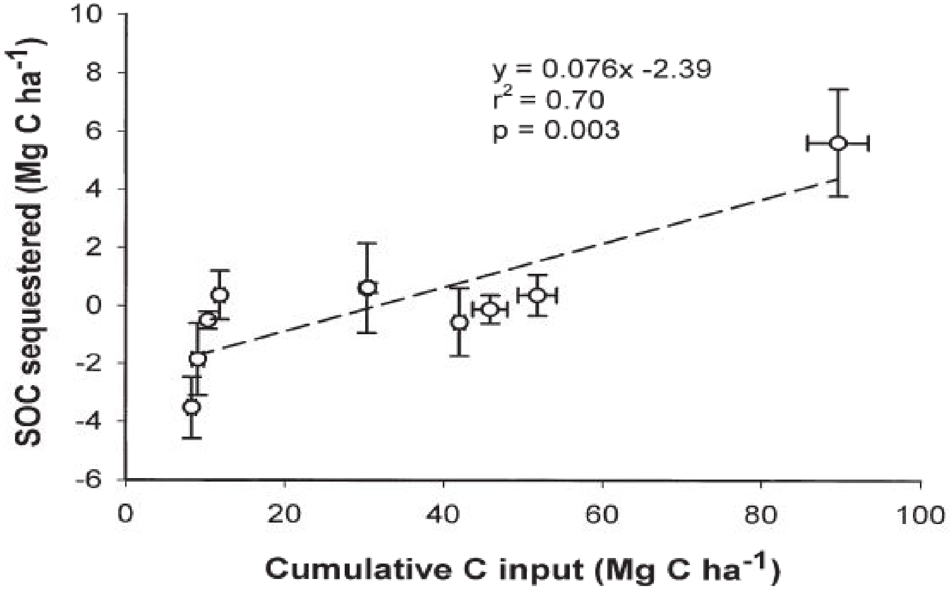


Fig. 1. Relationship between sequestered soil organic carbon (SOC) and cumulative carbon (C) input across the 10 different cropping systems at the LTRAS site (Long-Term Research on Agricultural Systems, Davis, CA, USA). Vertical and horizontal error bars indicate standard errors from the means of the SOC sequestered and cumulative C input level, respectively.

- Kong et al, 2005.
- 10 anos de cultivos, clima mediterrâneo, Entisols.

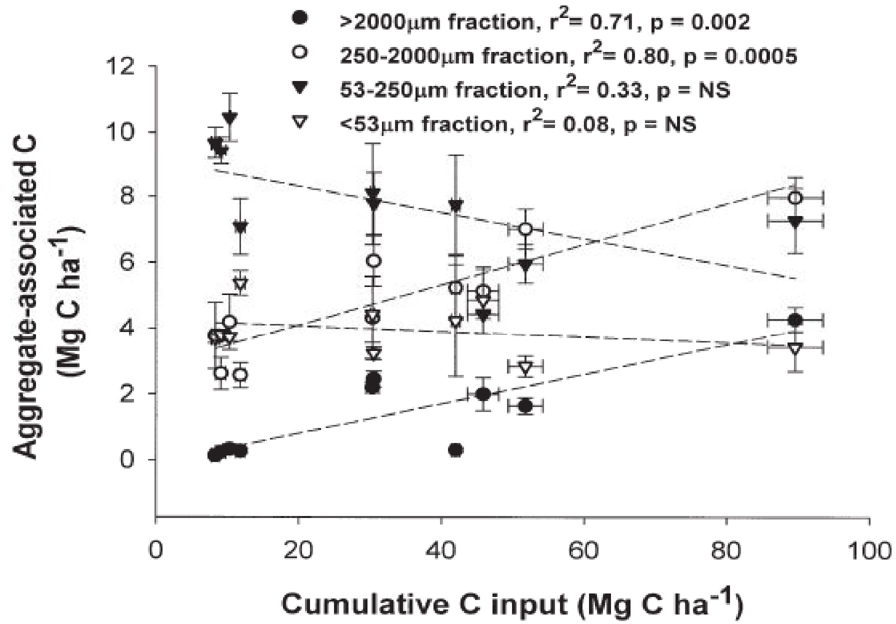


Fig. 2. Trends in aggregate-associated carbon (C) across the C input gradient determined for the 10 cropping systems at the LTRAS site (Long-Term Research on Agricultural Systems, Davis, CA, USA). Vertical and horizontal error bars indicate standard errors from the means of the aggregate-associated C and cumulative C input level, respectively.

Potencial de sequestro de COS: adubação orgânica

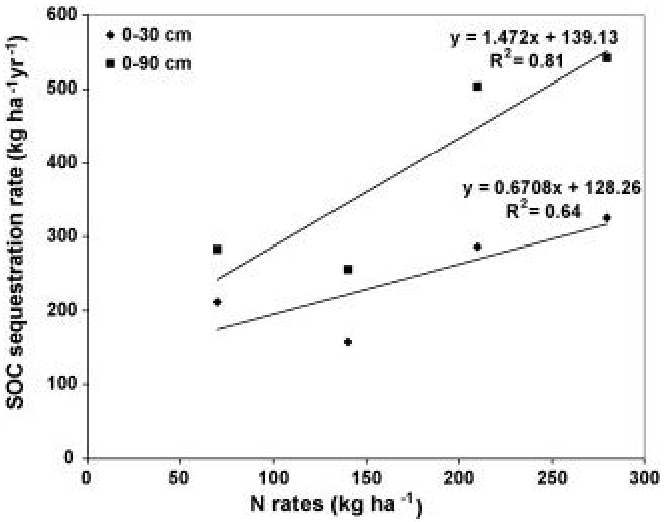
Quadro 1. Estoques totais de carbono orgânico (COT) e nitrogênio (NT) nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm e 0-20 cm, de um Argissolo Vermelho-Amarelo, de acordo com as adubações, mineral e orgânica, e em Floresta Atlântica

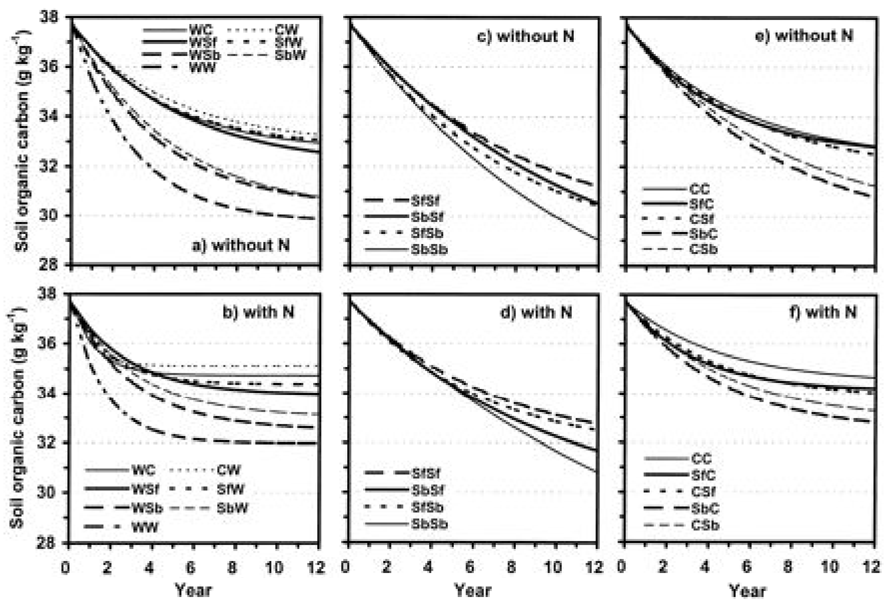
Adubo mineral	Adubo orgânico 0	Adubo orgânico AO	Média	Adubo orgânico 0	Adubo orgânico AO	Média
	COT, Mg ha^{-1}			NT, Mg ha^{-1}		
			0-10 cm			
FA	35,00 ± 5,29			2,59 ± 0,41		
0	18,87 b[1]	23,35 a	21,10	1,54 b	1,98 a	1,76
AM1	21,65 b	26,50 a	24,07	1,64 b	2,11 a	1,87
AM2	20,61 b	25,91 a	23,26	1,56 b	2,09 a	1,82
			10-20 cm			
FA	27,21 ± 2,00			2,19 ± 0,16		
0	18,04 b[1]	22,72 a	20,38	1,53 b	1,86 a	1,69
AM1	18,12 b	24,81 a	21,46	1,56 b	2,02 a	1,79
AM2	19,38 b	24,14 a	21,76	1,44 b	1,95 a	1,69
			0-20 cm			
FA	63,95 ± 5,49			4,88 ± 0,51		
0	36,92 b[1]	48,06 a	42,49	3,07 b	3,84 a	3,45
AM1	39,71 b	51,30 a	45,50	3,20 b	4,13 a	3,66
AM2	39,98 b	50,05 a	45,01	3,01 b	4,04 a	3,52

[1] Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si a 5 % (teste F). FA: Floresta Atlântica; 0: testemunha; AM1: 250 kg ha^{-1} de 4-14-8 + 20 kg ha^{-1} de N em cobertura; AM2: 500 kg ha^{-1} de 4-14-8 + 40 kg ha^{-1} de N em cobertura; AO: 40 m^3 ha^{-1}.

- Leite et al., RBCS, 2003

Potencial de sequestro de COS: adubação mineral





- Jagadamma et al., 2007. 23 anos, Illinois
- Studdert & Echeverria, 2000. 12 anos, Argentina

Potencial de sequestro de COS: *conservation tillage*

244 *J. Dieckow* et al.

Table 2 Soil organic carbon concentration and stock, and annual carbon addition

	C concentration /g kg^{-1}						C stock /t ha^{-1}								Annual C addition /t ha^{-1} year^{-1}
Management system[a]	0–5 cm		5–10 cm		10–20 cm		0–5 cm		5–10 cm		10–20 cm		0–20 cm		
Campo Grande (sandy clay Ferralsol)															
NV	35.4	a[b]	20.9	a	18.3	a	16.64	a	10.66	a	21.47	a	48.77	a	–
CT	16.5	c	20.8	a	17.7	a	7.80	c	10.03	a	21.63	a	39.46	b	1.30
NT	23.6	b	18.8	a	18.0	a	11.09	b	9.71	a	21.37	a	42.17	b	1.34
Dourados (clayey Ferralsol)															
NV	25.8	a	20.8	a	16.7	a	13.55	a	10.60	a	20.40	a	44.55	a	–
CT	20.3	b	19.0	a	16.9	a	10.66	b	9.78	a	20.99	a	41.43	b	1.59
NT	21.4	b	18.1	a	16.3	a	11.24	b	9.64	a	20.36	a	41.24	b	2.13
Santo Angelo (clayey Ferralsol)															
NV	33.3	a	24.4	a	20.0	a	21.31	a	16.47	a	26.63	a	64.41	a	–
CT	22.6	c	20.9	b	17.1	b	14.46	c	13.93	b	22.18	b	50.57	b	2.47
NT	27.2	b	20.2	b	17.4	b	17.41	b	13.67	b	23.21	b	54.29	b	2.58
Eldorado do Sul (sandy clay loam Acrisol)															
NV	17.0	a	12.6	a	10.3	a	12.75	a	9.89	a	16.68	a	39.32	a	–
CT	9.1	c	8.8	b	8.6	b	6.83	c	6.90	b	14.03	b	27.76	c	4.07
NT	13.9	b	8.8	b	8.4	b	10.43	b	6.72	b	13.93	b	31.08	b	4.02

[a]NV, native vegetation of Cerrado in Campo Grande and Dourados, and of grassland in Santo Angelo and Eldorado do Sul; CT, conventional tillage; NT, no-till.
[b]Results followed by the same letter in the same column and within the same experimental site do not differ significantly according to Tukey test ($P < 0.10$).

- European Journal of Soil Science, 60, 240–249, 2009

Potencial de sequestro de COS: pastagens

- A grande biomassa, atividade e ciclagem radicular em gramíneas favorece o sequestro de COS (e recupera a agregação)
- Pastagens nativas (*rangelands*) ocupam 51% da Terra

R. Lal / Environmental Pollution 116 (2002) 353–362 359

Table 6
SOC sequestration potential of adopting recommended agricultural practices on world croplands and restoring desertified and degraded ecosystems

Ecosystem	Potential of C sequestration	Reference
1. Wold cropland soils	0.7–0.9 Pg C/year	Lal and Bruce (1999)
2. World desertified lands	0.9–1.9 Pg C/year	Lal et al. (1999)
3. World degraded lands	3.0 Pg C/year	Lal (1997)
4. USA cropland	75–208 Tg C/year	Lal et al. (1998)
5. USA grazing land	18–90 Tg C/year	Follett et al. (2000)
6. Restoration of degraded lands	1.5–2 Pg C/year	Squires et al. (1995)

Potencial de sequestro de COS: “pastagens”

Vol 457|26 February 2009 nature

NEWS & VIEWS

End of agriculture — an abandoned collective farm in Belarus.

GLOBAL CHANGE

Carbon in idle croplands

Geoffrey M. Henebry

The collapse of the Soviet Union had diverse consequences, not least the abandonment of crop cultivation in many areas. One result has been the vast accumulation of soil organic carbon in the areas affected.

Com o abandono de fazendas na ex-URSS, COS começou a ser sequestrado a 1 Mg ha^{-1} ano, 15 depois a 47 (maior que florestas). Total estimado: 8 Tg/ano. Vuichard et al. 2008

Potencial de sequestro de COS: florestas nativas

Vol 457|19 February 2009 nature

NEWS & VIEWS

CARBON CYCLE

Sink in the African jungle

Helene C. Muller-Landau

Apparently pristine African tropical forests are increasing in tree biomass, making them net abso of carbon dioxide. Is this a sign of atmospheric change, or of recovery from past trauma?

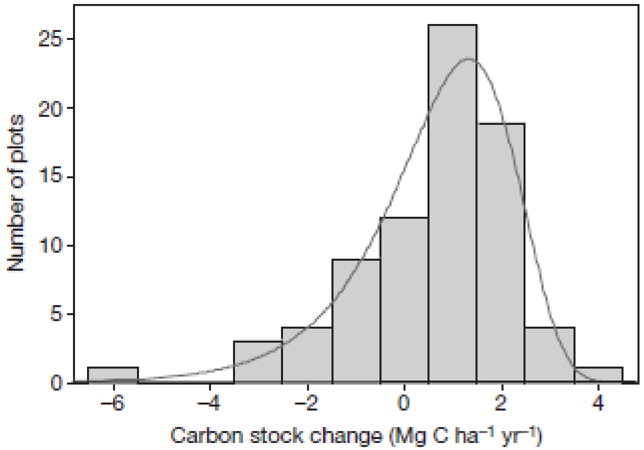


Figure 1 | Histogram of annualized change in carbon stocks from 79 long-term monitoring plots across 10 countries in Africa. Results presented are weighted by sampling effort (plot size and census-interval length), and fitted three-parameter Weibull distribution.

Figure 1 | Getting bigger. Lewis *et al.*[3] show that apparently undisturbed African tropical forests are currently increasing in tree biomass each year, and act as carbon sinks. But it is impossible to say how long this will continue.

Potencial de sequestro de COS: florestas plantadas

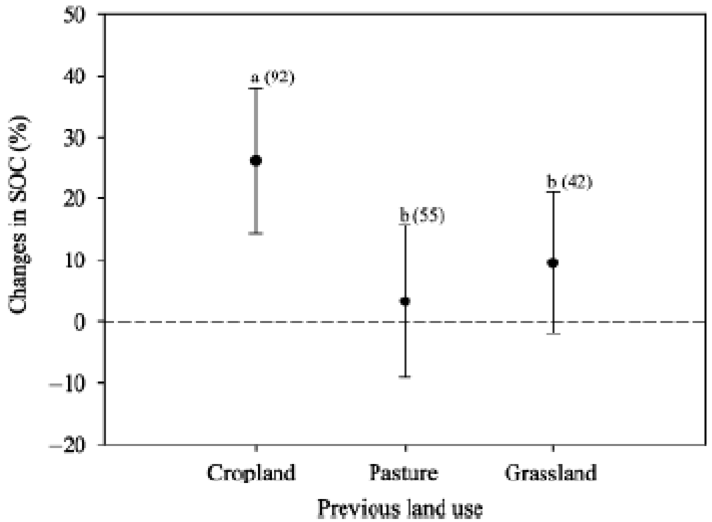


Fig. 1 Influence of previous land use on changes in SOC stocks after afforestation. The error bars are the standard errors of the mean. A different letter means a difference significant at $P < 0.05$. The number of observations is indicated in parentheses. The mean age of plantation is 23.3 years and the mean depth of sampling is 34.2 cm. SOC, soil organic carbon.

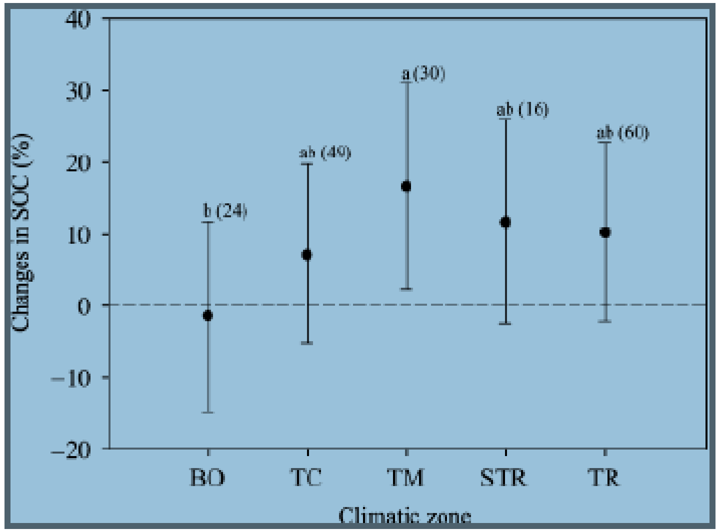


Fig. 2 Influence of different climatic zones on changes in SOC stocks after afforestation. The error bars are the standard errors of the mean. A different letter means a difference significant at $P < 0.10$. The number of observations is indicated in parentheses. The mean age of plantation is 22.9 years and the mean depth of sampling is 34.7 cm. BO, boreal; TC, temperate continental; TM, temperate maritime; STR, subtropical; TR, tropical. SOC, soil organic carbon.

- Laganiére et al. 2007. Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: a meta-analysis. Global Change Biology (2010) 16, 439–453

Potencial de sequestro de COS: florestas plantadas

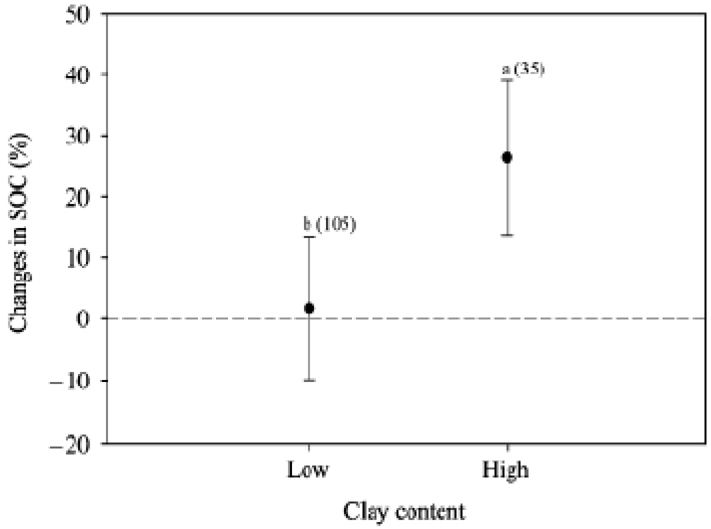


Fig. 3 Influence of soil clay content on changes in SOC stocks after afforestation. The error bars are the standard errors of the mean. A different letter means a difference significant at $P < 0.05$. The number of observations is indicated in parentheses. The mean age of plantation is 24.6 years and the mean depth of sampling is 37.2 cm. SOC, soil organic carbon.

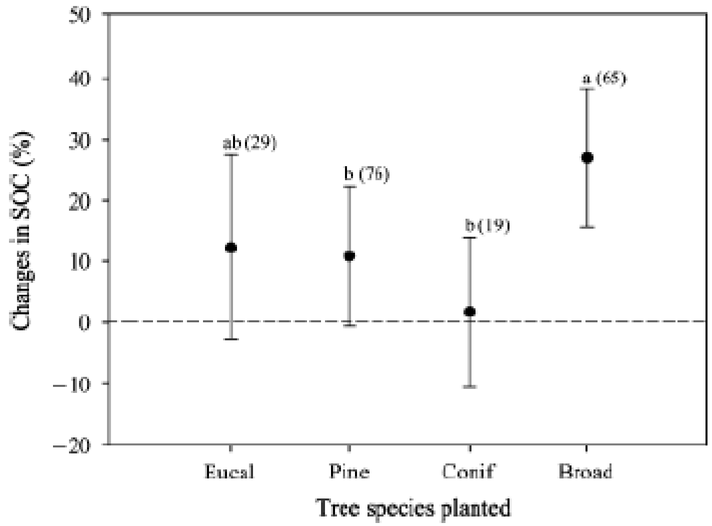


Fig. 6 Influence of tree species planted on changes in SOC stocks after afforestation. The error bars are the standard errors of the mean. A different letter means a difference significant at $P < 0.05$. The number of observations is indicated in parentheses. The mean age of plantation is 23.3 years and the mean depth of sampling is 34.2 cm. Eucal, *Eucalyptus spp.*; Conif, coniferous (excluding pine); Broad, broadleaf excluding *Eucalyptus spp.*); SOC, soil organic carbon.

Potencial de sequestro de COS: florestas plantadas no Brasil

- No Cerrado, até o 1º corte, há perda de COS

Table 3
Soil organic carbon (SOC) at different layers[a] and total per hectare (0–60 cm)

Treatment[b]	Soil organic carbon (g C kg^{-1} soil)					Total SOC, 0–60 cm ($Mg\ ha^{-1}$)
	0–5 cm	5–10 cm	10–20 cm	20–40 cm	40–60 cm	
Pinus (clayey Oxisol)	19.3 b	15.4 ab	12.4 ab	13.9 a	11.3 a	65.75
Cer. (clayey Oxisol)	23.8 a	17.6 a	14.5 a	14.4 a	11.2 a	74.06
Euc. (loamy Oxisol)	18.3 b	14.8 b	10.2 c	8.5 b	5.9 b	59.84
Cer. (loamy Oxisol)	23.8 a	15.6 ab	10.9 bc	7.0 bc	4.8 bc	56.83
Euc. (sandy Entisol)	9.3 c	9.4 c	6.4 d	4.5 d	3.7 c	41.64
Cer. (sandy Entisol)	18.0 b	10.2 c	6.7 d	5.7 cd	4.9 bc	50.43

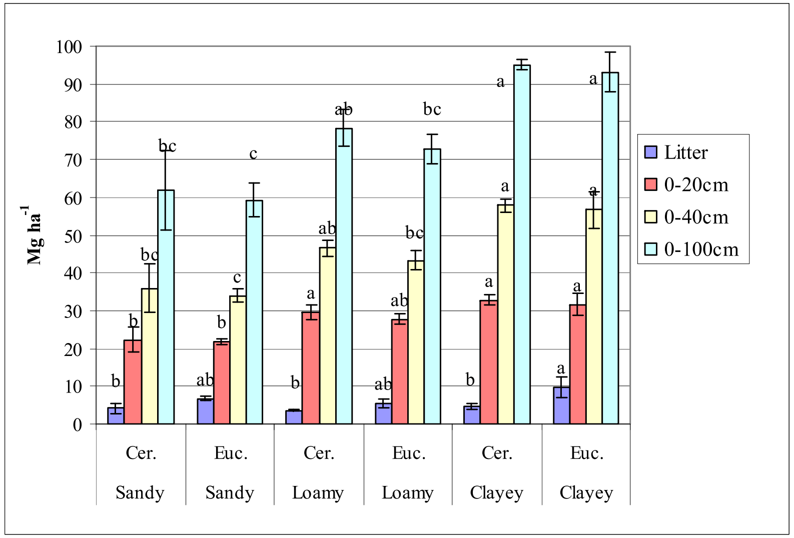
ELSEVIER
Forest Ecology and Management 166 (2002) 285–294
Forest Ecology and Management
www.elsevier.com/locate/foreco

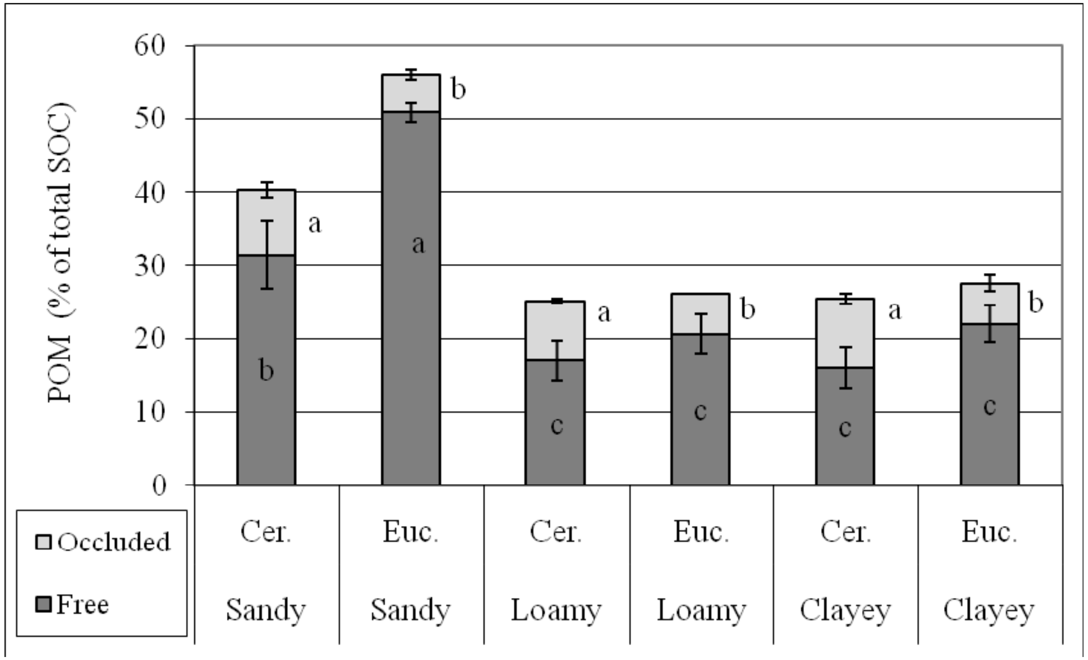
Soil organic carbon as affected by afforestation with *Eucalyptus* and *Pinus* in the *Cerrado* region of Brazil

Yuri. L. Zinn[a,*], Dimas V.S. Resck[b], José E. da Silva[b]

Potencial de sequestro de COS: florestas plantadas no Cerrado

- Ao fim do 2º ciclo, perdas se recuperam





CSIRO PUBLISHING
Soil Research, 2011, **49**, 614–624
http://dx.doi.org/10.1071/SR11264

Eucalypt plantation effects on organic carbon and aggregation of three different-textured soils in Brazil

Yuri L. Zinn[A,B,D], *Rattan Lal*[A], *and Dimas V. S. Resck*[C]

Potencial de sequestro de COS: florestas plantadas no Br em geral

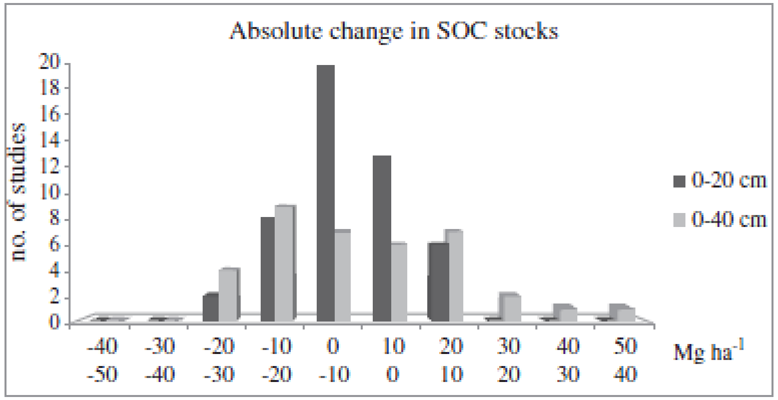


Figure 2. Frequency of reported soil organic carbon (SOC) changes following *Eucalyptus* spp. afforestation in Brazil.

LAND DEGRADATION & DEVELOPMENT (2012)

- Em comparação com veg. Nativa, sem efeito médio
- Fialho e Zinn 2012

Table III. Summary values for soil organic carbon changes under *Eucalyptus* spp. plantations in comparison with

		Overall changes in soil organic carbon stocks upon *Eucalyptus* plantation in Brazil				
		$Mg\ ha^{-1}$				
Depth	No. of studies	Maximum	Minimum	Median	Standard deviation	Mean
0–20 cm	50	20·0	−20·9	−1·8	10·0	−1·5 n.s.
0–40 cm	39	42·0	−25·0	−1·9	15·9	0·3 n.s.

Potencial de sequestro de COS: florestas plantadas no Br

- Grande sequestro de COS com araucária

Tabela 2. Estoque de carbono orgânico do solo nas profundidades 0-20 cm e 0-40 cm e matéria seca da serapilheira.

Tratamento	COS[1]		MS[2]
	0-20 cm	0-40 cm	
	......Mg ha^{-1}......		.....t ha^{-1}.....
Araucária	134,1 A	202,4 A	15,5 ABC
Cunninghamia	97,1 AB	156,0 A	5,7 D
Cupressus	81,23 B	132,3 A	10,4 BCD
Eucalipto	88,8 B	134,1 A	17,9 AB
Mata nativa	85,5 B	133,5 A	8,3 CD
Pinus	104,8 AB	153,5 A	19,4 A

XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas

31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

IMPACTO DO REFLORESTAMENTO EM CLIMA TROPICAL DE ALTITUDE NO SUL DE MINAS GERAIS: 1-CARBONO ORGÂNICO DO SOLO

Ricardo Cardoso Fialho[1]; Adriano Ribeiro Guerra[2]; Yuri Lopes Zinn[3]

Potencial de sequestro de COS no Br: culturas perenes

- Algumas são intermediárias entre “anuais” e florestas, como cafezais adensados

Manejos	Estoque de Carbono orgânico do solo		
	....................Mg.ha^{1}....................		
	Profundidade 0-10 cm	Profundidade 10-30 cm	Profundidade 0-30 cm
SCAP[1]	15,4 A	22,3 AB	37,8 A
CAPM	11,6 C	18,9 CD	30,3 B
HPRE	8,90 D	15,9 D	24,5 C
HPOS	12,3 C	19,2 BCD	31,6 B
ENRT	13,1 BC	18,5 CD	31,7 B
ROÇA	14,6 AB	21,2 ABC	35,9 A
GRAD	12,2 C	16,8 BCD	29,1 B
MATA	13,3 BC	24,0 A	37,4 A

XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo
Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

ESTOQUES DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO EM CAFEZAIS SOB DIFERENTES CONTROLES DE PLANTAS INVASORAS NO SUL DE MINAS GERAIS

Franciane Diniz Cogo[1]; Cezar Francisco Araujo-Junior[2]; Yuri Lopes Zinn[3]; Moacir de Souza Dias Junior[3]; Elifas Nunes de Alcântara[4].

Potencial de sequestro de COS no Br: culturas perenes

Tabela 1. Valores médios para densidade do solo (Ds), teor de carbono orgânico do solo (COS) e estoque de COS em função dos diferentes sistemas cafeeiros e suas sucessões.

Tratamentos	Ds	Teor COS	Estoque COS
	mg.cm^{-3}	%	Mg.ha^{-1}
.... Profundidade 0-5 cm			
CS	1,39 A	2,31 A	15,5 A
CM	1,02 B	2,58 A	16,0 A
PD	1,48 A	2,05 A	12,8 A
MS	1,36 A	3,11 A	13,3 A

- Cogo et al. 2011, LVe argiloso
- Santos et al 2012 – AVA de Campo Belo, estoques COS sob Mata sec.=cafezal=cedro no topo da paisagem, não na baixada

Custos ocultos de C

- Para a produção agrícola, pastoril e florestal, são necessários máquinas, fertilizantes e defensivos,
- Que requerem gasto energético (esp. de carvão/petróleo) para sua produção, aplicação, e transporte para e da unidade produtiva.
- São os C hidden costs, que devem ser computados para o balanço de C.

Custos ocultos de C

Componente	Energia cons.	Combustível
gasolina		21.3 kg C GJ^{-1}
glifosato	434 MJ/kg	
arado	557 MJ/ha	12.4 L/ha
N-P2O5-K2O	860-165-120 kg C/ton	
Irrigação	150 kg C/ha/yr	

Balanço agrícola de CO_2 no Brasil

Table 3 - Sources, sinks and net emissions of CO_2 in the Land Use Change and Forestry sector in 1990-2005.

Land use change and forestry	1990	1994	2000	2005
	--------------------------- Mt CO_2	---------------------------		
Sources				
Forest and Grassland Conversion	882,477	951,873	1003,541	1026,067
Emissions and Removals from Soils	110,233	75,613	67,912	65,146
Total	992,710	1027,486	1071,453	1091,213
Sinks				
Changes in Forest and Other Woody Biomass Stocks	-45,051	-46,885		
Abandonment of Managed Lands	-189,378	-204,270		
Total	-234,429	-251,155	-225,036	-230,194
Net CO_2 emission (sources-sinks)	758,281	776,331	846,417	861,019

Negative values indicate the removal from the atmosphere to the biosphere.

Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), v.66, n.6, p.831-843, November/December 2009

- Cerri, 2009

Balanço agrícola de CH_4 e N_2O no Brasil

Table 4 - Emissions of N_2O and CH_4 for the Agriculture and Land Use Change and Forestry sectors for the 1990-2005 period.

Sector	Greenhouse Gas Emission							
	CH_4				N_2O			
	1990	1994	2000	2005	1990	1994	2000	2005
	Mt CO_2-eq							
Agriculture								
Enteric Fermentation	184,947	196,917	204,759	248,399				
Manure Management	7,098	7,728	7,265	8,854	5,890	6,200	5,955	7,257
Rice Cultivation	5,040	5,943	5,017	5,445				
Field Burning of Agricultural Residues	2,541	2,793	2,253	2,585	1,860	2,170	1,733	1,988
Agricultural Soils					132,060	147,560	155,400	192,908
Total	199,626	213,381	219,294	265,283	139,810	155,930	163,088	202,154
Land-Use Change and Forestry								
Total	33,915	37,905	43,948	43,818	3,410	3,720	4,364	4,351