

- RODRIGUES, T.E.; GAMA, J.R.N.F.; PEREIRA, L.C.; RÊGO, R.S.; MARTORANO, L.G. *Uso e ocupação do Solo da Amazônia Brasileira*. Belém, 1990. (EMBRAPA-SNLCS, Datilografado).
- RODRIGUES, T.E.; GAMA, J.R.N.F. & SANTOS, R.D. dos. *Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e aptidão agrícola das terras do Polo Acre*. Rio de Janeiro. EMBRAPA-SNLCS, 1985. 150p. (Relatório).
- RODRIGUES, T. E.; MORIKAWA, I. K.; REIS, R. S. dos & FALESI, I. C. *Solos do Distrito Agropecuário da SUFRAMA (trecho: km 30/km 79 - Rod. BR-174, Manaus-AM)*. IPEAOC. 1971. 99p. (IPEAOC. Série: Solos V.I (1)).
- RODRIGUES, T.E.; SILVA, B.N.R. da; MORIKAWA, I.K.; VIANA, J.A. *Solos da rodovia PA-70, trecho Belém-Brasília Marabá*. Belém. IPEAN, 1974. 60: 1-192. (IPEAN - Boletim Técnico. 60).
- SANTOS, P. L. dos. *Zoneamento Agroclimático da bacia do Rio Candiru-Açu - Pará*. Belém. FCAP, 1993. 153p. (Dissertação de Mestrado).
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. de A.; DERZE, G.R. & ASMUS, H.E. *Geologia do Brasil: Texto explicativo do Mapa Geológico do Brasil e área oceânica incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000*. Brasília, DNPM, 1984. 501p.
- SILVA, J.M.L. da *Caracterização e classificação de solos do terciário do nordeste do Estado do Pará*. UFRRJ, 1989. 190p. (Tese de Mestrado).
- SOMBROEK, W.G. *Amazon soils: a reconnaissance of the soils of the Brazilian Amazon region*. Wageningen. Center for Agriculture Publications and Documentation, 1966. 292p.
- SOUZA, G.A. *Estudo comparativo de propriedades de Latossolos do Brasil*. Porto Alegre. Faculdade de Agronomia. UFRGS, 1979. 1050 p. (Tese de Mestrado).
- VIEIRA, L.S. & SANTOS, P.C.T. *Amazônia: seus solos e outros recursos naturais*. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres, 1987. 416p.
- VOLKOFF, B. Os produtos ferruginosos que determinam a cor dos Latossolos da Bahia. *R. Bras. Ci. Solo*. Campinas, 2(1):55-59, 1978.
- WEAVER, R.M. *Soils of the Central plateau of Brazil Central and mineralogical properties*. Ithaca. Cornell University, 1974. 45p. (Agronomy, 74-76).

## DINÂMICA DO CARBONO NOS SOLOS DA AMAZÔNIA

Carlos C. CERRI<sup>1</sup>, Martial BERNOUX<sup>2</sup>, Boris VOLKOFF<sup>3</sup> &  
Jener L. MORAES<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pesquisador do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP. <sup>2</sup> Doutorando do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP. <sup>3</sup> Pesquisador do ORSTOM, Bondy, France

### INTRODUÇÃO

Existe grande semelhança nas características da matéria orgânica dos solos da Amazônia. Isto se deve, provavelmente, ao fato de que ela é formada a partir da decomposição de resíduos vegetais de mesma composição, originários da floresta tropical. Entretanto, devido as diversidades climáticas e pedológicas, surgem diferenças no que diz respeito a quantidade e qualidade da matéria orgânica, pois clima e natureza do solo (especificamente pH, textura e drenagem) interferem nos processos de humificação e na taxa de renovação do carbono do solo. O desmatamento e o cultivo alteram os equilíbrios naturais, e conseqüentemente modificam os estoques do solo e, até certo ponto, os mecanismos de incorporação-decomposição (Andreux et al., 1990; Diez et al., 1991).

Do ponto de vista da agricultura e manejo do solo, as mudanças interferem na ciclagem dos nutrientes e conseqüentemente na fertilidade do solo. Com relação ao ambiente global, elas podem interferir de modo não negligenciável no balanço do CO<sub>2</sub> da atmosfera e portanto no clima do planeta (Fearnside, 1992)

Nossos trabalhos sobre o estudo da matéria orgânica do solo na Amazônia foram desenvolvidos, tendo em vista dois critérios: um socio-econômico e outro pedo-climático. Em primeiro lugar, decidimos que as áreas de interesse deveriam ser obviamente as áreas de colonização. Em segundo, consideramos que a dinâmica da matéria orgânica está fortemente marcada por dois fatores: a textura do solo e o clima. Em face a estes critérios selecionamos três áreas de atuação: Manaus, Leste do Pará e Rondônia (Quadro 1). Os solos dessas áreas são Latossolos e Solos Podzólicos que juntos perfazem 60 % dos solos da bacia Amazônica, além de serem os mais utilizados para agricultura.

Quadro 1 - Características da geologia, vegetação e clima das regiões estudadas

	Amazônia		
	Central	Leste	Sudoeste
Geologia	Sedimento Barreiras	Sedimento Barreiras	Rochas Cristalinas
Vegetação	Floresta densa	Floresta densa	Floresta aberta
Clima			
Precipitação anual (mm)	2.200	2.500	2.100
Estação seca (meses)	0 até 1	0 até 3	3 até 4

Fonds Documentaire ORSTOM



010016681

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: 6x16681

Ex: 1

No Quadro 2, apresenta-se as áreas estudadas e os solos predominantes em cada uma.

Quadro 2 - Áreas selecionadas de estudo e tipo de solo.

Local	Município	Solo	Codigo
CPATU-Embrapa	Capitão Poço (PA)	Latossolos Podzólicos	PA1
Faz. Bosque	Paragominas (PA)	Latossolo Amarelo muito argiloso	PA2
Faz. Agua Parada	Paragominas (PA)	Latossolo Amarelo muito argiloso	PA3
Faz. Piquia	Paragominas (PA)	Latossolo Amarelo	PA4
Faz. Croantã	Paragominas (PA)	Latossolo Amarelo	PA5
Faz. Nova Vida parte leste	Ariquemes (RO)	Latossolo Vermelho Amarelo	
Faz. Nova Vida parte oeste	Ariquemes (RO)	Podzólico Vermelho amarelo	RO1
Faz. Benjamin	Ouro Preto do Oeste (RO)	Latossolo Podzólico Vermelho Amarelo	RO2
Faz. Lenk	Ouro Preto do Oeste (RO)	Podzólico Vermelho amarelo	RO3
Faz. Embrapa	Manaus (AM)	Latossolo Vermelho	RO4
		Latossolo Amarelo muito argiloso	AM1

## ESTOQUE DE CARBONO NOS SOLOS DA AMAZÔNIA

A principal fonte de carbono para o solo é a liteira, sendo que o aporte anual pode ser estimado em 0,35 a 0,40 kg.m<sup>-2</sup>. Há rápida mineralização da matéria vegetal e humificação de parte do carbono que é fixado, e depois se condensa como ácidos fúlvicos e ácidos húmicos, na forma de complexo argilo-húmico. A acumulação do carbono no solo é compensada pela mineralização de uma parte do carbono humificado. No equilíbrio os ganhos são equivalente às perdas.

O carbono do solo não se mineraliza na mesma velocidade. Certos constituintes da matéria orgânica tem duração de vida muito curta e se renovam rapidamente. Outras são estáveis, e permanecem mais tempo no solo possuindo um "turn-over" lento. Essa estabilidade é um dos principais critérios da qualidade da matéria orgânica do solo. Ela se relaciona com a dinâmica da matéria orgânica do solo e com algumas características bioquímicas intrínsecas desse material. A matéria orgânica do solo pode ser caracterizada por dois dados: o estoque de carbono no solo e a qualidade dos constituintes orgânicos nela presentes.

O estoque de carbono é em grande parte, determinado pelo tipo de solo. O pH, a drenagem e sobretudo a textura são as principais características que determinam a quantidade de carbono. O Quadro 3 mostra a variação do estoque de carbono nas diferentes áreas estudadas na Amazônia, bem como a relação desse estoque com o teor de argila do solo.

Os conteúdos globais de carbono e nitrogênio nos solos da Bacia Amazônica brasileira foram estimados por Moraes (1991) e Moraes et al. (1995) a partir de uma base de dados formada pelos resultados analíticos contidos no projeto RADAMBRASIL. Ao todo esta base reúne 1.162 perfis de solo representando

Quadro 3 - Estoque de carbono e teor de argila.

Local	Codigo	Estoque de carbono		Argila %
		0 - 10 cm	0 - 30 cm	
		----- kg.m <sup>-2</sup> -----		
CPATU-Embrapa	PA1	1,85	3,64	20
Faz. Bosque	PA2	2,38	5,14	70
Faz. Agua Parada	PA3	2,55	5,14	65
Faz. Piquia	PA4	1,89	4,27	13
Faz. Croantã	PA5	1,68	3,41	8
Faz. Nova Vida - parte leste	RO1	1,52	3,18	15
Faz. Nova Vida - parte oeste	RO2	1,72	3,53	30
Faz. Benjamin	RO3	1,93	4,10	20
Faz. Lenk	RO4	2,30	4,49	26
Faz. Embrapa	AM1	1,94	4,40	75

5.560 horizontes. Estes horizontes apresentam resultados de análises física, química e notadamente de carbono do solo. Calculou-se os conteúdos de carbono para cada horizonte do solo, usando-se a densidade e a espessura da camada como coeficientes de ponderação. Obteve-se os conteúdos de carbono por perfil até 100 cm de profundidade, e finalmente por tipo de solo (Quadro 4). Para obtenção do estoque de carbono do solo em termos de área, calculou-se a área de cada solo através da digitalização do mapa de solos da Bacia Amazônica (EMBRAPA, 1981) em um sistema de informação geográfica (ARC/INFO).

Os conteúdos de carbono nos primeiros 100 cm, variaram entre 2,3 e 21,7 kg.m<sup>-2</sup>. Esta faixa de variação foi mais reduzida (8,5 a 10,5 kg.m<sup>-2</sup>) para os Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos e Podzólicos Vermelho Amarelos distróficos. No total estão estocados 47 Pg (1Pg = 10<sup>15</sup>g) de Carbono para todos os solos da Bacia sendo 45 % deste total concentrado nos primeiros 20 cm de profundidade.

Para um mesmo solo situado numa mesma área, a variabilidade espacial pode ser muito grande. Para estudar essa característica, realizou-se um experimento a 40 km ao norte de Manaus (AM) numa floresta primária desenvolvida sobre um Latossolo Amarelo com a finalidade de quantificar a variabilidade espacial do conteúdo de carbono num tipo de solo determinado e representativo da Bacia Amazônica (CEE, 1994). Coletou-se 325 amostras de solo nas profundidades 0 - 10, 10 - 20 e 20 - 30 cm, distribuídas em malhas regulares de 10, 100 e 500 m de espaçamento.

Quadro 4 - Conteúdos médios de carbono e nitrogênio por tipo de solo na Bacia Amazônica Legal, até 100 cm de profundidade

RADAM	C		N	
	kg.m <sup>-2</sup>			
Areias Quartzosas	9,43 ± 0,65		0,66 ± 0,05	
Areias Quartzosas Hidrom.	9,39 ± 1,64		0,93 ± 0,20	
Solos Aluviais Eutróficos	6,77 ± 0,81		0,92 ± 0,20	
Solos Aluviais Distróficos	7,24 ± 0,73		0,82 ± 0,16	
Cambissolos Eutróficos	6,84 ± 1,08		0,87 ± 0,13	
Cambissolos Distróficos	7,75 ± 0,54		0,87 ± 0,07	
Solos Litólicos Eutróficos	8,62 ± 1,05		0,61 ± 0,07	
Solos Litólicos Distróficos	11,61 ± 4,19		0,67 ± 0,24	
Solos Gley Distróficos	12,24 ± 1,38		1,25 ± 0,10	
Solos Gley Eutróficos	7,20 ± 0,80		1,21 ± 0,16	
Podzols	11,42 ± 2,35		1,22 ± 0,18	
Podzols Hidromórficos	18,53 ± 7,06		0,90 ± 0,29	
Latossolo Amarelo Distrófico	8,49 ± 0,38		0,71 ± 0,05	
Latossolo Vermelho Amarelo	10,51 ± 0,39		0,83 ± 0,02	
Latossolo Vermelho Escuro	9,30 ± 0,84		0,73 ± 0,06	
Latossolo Roxo	21,65 ± 11,36		2,27 ± 1,13	
Podzólico Verm-Amar. Distrófico	9,51 ± 0,28		1,02 ± 0,06	
Podzólico Plíntico Distrófico	9,41 ± 0,91		0,91 ± 0,09	
Laterita Hidromórfica	7,77 ± 0,70		0,81 ± 0,07	
Podzólico Verm-Amar. Eutrófico Ta	7,58 ± 0,42		1,13 ± 0,10	
Podzólico Verm-Amar. Eutrófico Tb	8,73 ± 0,57		0,88 ± 0,05	
Terra Roxa Distrófica	15,05 ± 1,92		1,33 ± 0,36	
Terra Roxa Eutrófica	11,97 ± 2,21		0,97 ± 0,15	
Brunizem avermelhado	15,57 ± 2,85		1,47 ± 0,20	
Planossolo	9,47 ± 2,62		0,40 ± 0,12	
Solos Salinos	2,32*		0,25*	
Vertissolos Eutróficos	11,81*		1,18*	
Solos Concrecionários Indivisos	13,70 ± 1,66		1,07 ± 0,14	

\* tipo de solo apresentando apenas um perfil.

### Variabilidade Espacial

Os resultados estão apresentados na Quadro 5. A quantidade de carbono do primeiro nível (0 - 10 cm) apresentou uma distribuição bimodal que não pode ser explicada pelo tipo de vegetação, relevo ou posição relativa da amostra em relação a rede de drenagem (Grzebyk, Comunicação pessoal). Neste experimento o Latossolo apresentou um estoque de carbono de 4,40 kg.m<sup>-2</sup> nos primeiros 30 cm,

sendo 3,24 nos primeiros 20 cm, enquanto o valor é de 3,05 kg.m<sup>-2</sup> usando-se a base de dados.

Diferenças de acordo com as variações do clima, para um mesmo tipo de solo são pequenas quando comparadas com as variações devidas ao tipo de solo. Elas são dificilmente quantificadas. Por isso uma estimativa do efeito do clima necessitaria de um grande número de determinações, o que ainda não foi realizado.

Quadro 5 - Variabilidade espacial nos estoques de carbono

	Profundidade (cm)			
	0 - 10	10 - 20	20 - 30	0 - 30
	kg.m <sup>-2</sup>			
Mínimo	0,30	0,29	0,12	1,10
Maximo	9,43	3,45	4,74	13,91
Mediã	1,94	1,30	1,16	4,41
Desvio Padrão	0,07	0,03	0,04	0,11

### Qualidade da Matéria Orgânica

A estabilidade e o grau de humificação podem ser estimados pela combinação de vários métodos: fracionamento granulométrico, relação C/N do solo total, fracionamento químico e caracterização bioquímica dos ácidos húmicos (E4/E6, composição química elementar), mineralização in vitro, hidrólise ácida, entre outros. Os dados disponíveis se relacionam à poucas situações estudadas.

Considerando os resultados obtidos nas análises de solos da Amazônia, foi possível distinguir dois grupos de acordo com a textura e o conteúdo de matéria orgânica no horizonte superficial. O primeiro grupo apresenta uma textura argilosa (65 - 80 % argila e a relação argila/areia = 7 a 14) e um conteúdo de matéria orgânica elevado (4,5 - 5,5 kg.m<sup>-2</sup> de carbono para 0 - 30 cm), corresponde aos solos próximos a Manaus e das Fazendas Bosque e Água Parada na região leste. O segundo grupo apresenta uma textura silto arenosa (7 - 16 % argila; argila/areia = 0,20 - 0,25) e um baixo conteúdo de matéria orgânica (3,0 - 4,0 kg.m<sup>-2</sup> de carbono para 0 - 30 cm), pertencem a este grupo os solos do município de Capitão Poço e das fazendas Piquia e Croantã na região leste e das fazendas Benjamin e Nova Vida em Rondônia. Dentro do primeiro grupo, as diferenças podem estar relacionadas com a duração da estação seca: na fazenda Bosque, a estação seca é de 3 meses de duração e o solo apresenta índices de mineralização ativa da matéria orgânica (C/N = 11,0; HA/FA = 0,93), em contraste com a região de Manaus onde a estação seca tem apenas um mês de duração (C/N = 14,0; HA/FA = 0,79).

### DINÂMICA DO CARBONO APÓS DESMATAMENTO E USO COMO PASTAGEM

#### Mudanças na Quantidade

Os resultados dos solos da região de Manaus (AM) mostram uma diminuição de 20 a 30 % de carbono total nos primeiros anos após o desmatamento e queima. Com o tempo de cultivo o carbono total permanece no mesmo nível, ou decresce um pouco. No pasto, há uma recuperação progressiva do carbono total (Figura 1). Depois de 20 anos de pastagem bem marejada o carbono total ultrapassa o inicial em 5 a 15 % (Figura 2).

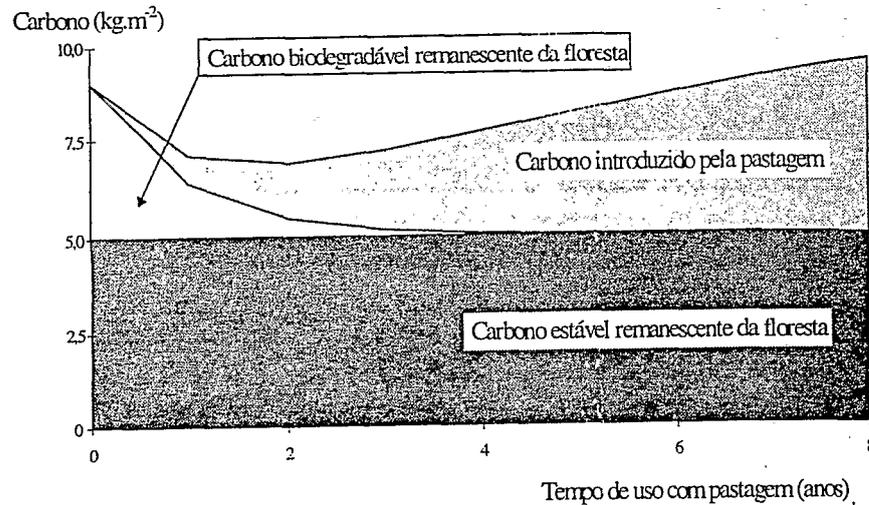


Figura 1 - Dinâmica do carbono após desmatamento e uso com pastagem

As técnicas isotópicas possibilitam acompanhar o desaparecimento gradativo do carbono inicial da mata e a incorporação do carbono proveniente da pastagem (Figura 1). Constata-se que depois de 8 anos de pastagem após o desmatamento ainda há 50 % do carbono do solo proveniente da mata. Isto demonstra que grande parte da matéria orgânica da floresta permanece sob forma estável com esse tipo de manejo.

É, por enquanto, difícil afirmar com precisão qual é o efeito do solo e do clima na dinâmica do carbono total em função do tempo de uso da terra. As quedas e as consecutivas recuperações nos pastos, seriam mais esperadas nos solos de textura argilosa que nos de textura leve, e mais evidentes em condição de clima sem estação seca quando comparada com estação seca prolongada.

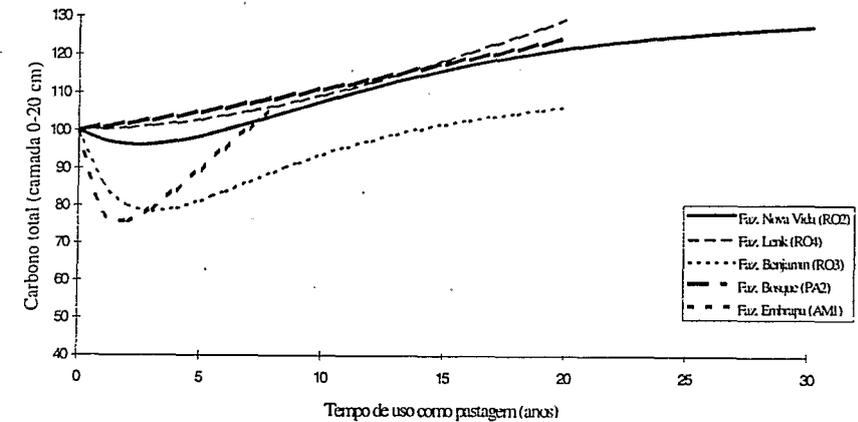


Figura 2 - Dinâmica do carbono (Início = 100 para todas as florestas).

#### Mudanças na Qualidade

A relação C/N da matéria orgânica do solo aumenta, a relação C/N dos ácidos húmicos também aumenta, o que indica um menor grau de humificação do que uma degradabilidade potencial mais alta da matéria orgânica dos solos cultivados. Esses fatos são confirmados por vários outros métodos (hidrólise, incubação e E4/E6 dos ácidos húmicos). A estabilidade decresce quanto mais leve for a textura e mais curta a estação seca.

### GANHOS E PERDAS DE CARBONO NA CONVERSÃO FLORESTA-PASTAGEM NA AMAZÔNIA

O Quadro 6 apresenta as informações preliminares sobre as perdas e ganhos líquidos de carbono no sistema solo-pastagem-atmosfera na Amazônia. Definiu-se um período de trinta e cinco anos devido ao fato de que pastagens mais antigas são pouco representativas da situação atual. As informações da literatura (Ceri et al., 1991) nos leva a dividir o balanço de carbono em três períodos principais. O primeiro se verifica durante o processo de queima da vegetação nativa. O segundo refere-se aos primeiros cinco anos de instalação da pastagem, período onde ocorrem as principais mudanças nas propriedades e fluxo de gases no solo (Feigl et al., 1995). O terceiro período se estende de cinco à trinta e cinco anos e é onde se verificam variações de menor amplitude. Nota-se no Quadro 6 que há uma perda de 2,5 a 3,5 kg.m<sup>-2</sup> de carbono durante a combustão da vegetação natural correspondendo de 14 à 28 % das perdas totais durante o período completo. Nos cinco anos subsequentes à queima, as perdas por mineralização dos resíduos vegetais e da matéria orgânica do solo são superiores aos ganhos de carbono imobilizado pela gramínea durante a fotossíntese. Neste período, o sistema funciona como fonte de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. No terceiro período (5 à 35 anos), o

solo atua como absorvedor de carbono da atmosfera, mas não o suficiente para recuperar a liberação ocorrida durante o período anterior (0 à 5 anos).

Quadro 6 - Balanço de carbono no sistema solo-floresta-pastagem-atmosfera.

Carbono	Queima	Período completo		
		0 - 5 anos	5 - 35 anos	0 - 35 anos
----- kg.m <sup>-2</sup> -----				
<b>PERDA</b>				
Solo da floresta (0-20 cm)	0	1,00 - 1,60	0	1,00 - 1,60
Biomassa aérea	2,53 - 3,54	7,60 - 10,63	0	10,13 - 14,17
Biomassa no solo	0	1,57 - 2,39	0	1,57 - 2,39
<b>Total</b>	<b>2,50 - 3,50</b>	<b>10,20 - 14,7</b>	<b>0</b>	<b>12,7 - 18,2</b>
<b>GANHO LÍQUIDO</b>				
Solo da pastagem (0-20 cm)	-	1,36 - 1,93	0,31 - 0,38	1,67 - 2,32
Biomassa aérea	-	0,45 - 0,68	0	0,45 - 0,68
Biomassa no solo	-	0,67 - 1,44	0	0,67 - 1,44
<b>Total</b>		<b>2,50 - 4,0</b>	<b>0,3 - 0,4</b>	<b>2,8 - 4,4</b>
<b>PERDA-GANHO LÍQUIDO</b>	<b>+2,5 - +3,5</b>	<b>+6,2 - +12,2</b>	<b>-0,3 - -0,4</b>	<b>+8,4 - +15,3</b>

No período completo de 0 à 35 anos o sistema funciona como fonte de carbono para a atmosfera. Estima-se entre 8,4 a 15,3 kg.m<sup>-2</sup> de carbono o incremento para a atmosfera devido ao desmatamento, queima e utilização do solo com pastagens bem manejadas. O incremento total é de 1,9 a 3,4 Pg de carbono, considerando que a metade das áreas desmatadas foram convertidas em pastagem (Serrão, comunicação pessoal) e supondo que elas têm 35 anos de idade e nunca foram abandonadas. Esta suposição, claramente superestima o real, mas permite obter um limite superior do incremento de carbono para a atmosfera devido a utilização do solo com pastagem. Este limite representa 1,3 a 4,3 % do carbono introduzido na atmosfera pela mudança global no uso da terra durante o período 1850 à 1985 (Houghton, 1986). Em termos de concentração de CO<sub>2</sub> da atmosfera, a conversão floresta-pastagem contribui com 0,9 a 1,9 g.m<sup>-3</sup> durante o período de 35 anos. Isto representa 0,25 % a 0,54 % da concentração total de CO<sub>2</sub> da atmosfera (354 g.m<sup>-3</sup> = 750 Pg de carbono). O impacto na concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera devido a conversão floresta-pastagem na Amazônia parece ser de pouca importância quando comparado com a emissão de CO<sub>2</sub> pela queima de combustíveis fósseis no mundo (5,5 Pg de carbono por ano) o qual representa um aumento anual de 2,6 g.m<sup>-3</sup>.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDREUX, F.; CERRI, C.C.; EDUARDO, B. de P. & CHONE, T. Humus content and transformations in natural and cultivated soils. *The Science of the Total Env.*, 90: 249-265, 1990.
- CEE - COMUNIDADE ECONOMICA EUROPEIA - CONTRATO TS 22\* -0301-F(SMA). Dynamics of soil organic matter in the Amazon ecosystem and after deforestation: basis for efficient agricultural management. Final Report. Paris, 1994. 130p.
- CERRI, C.C.; VOLKOFF, B. & ANDREUX, F. Nature and behaviour of organic matter in soils under natural forest and after deforestation, burning and cultivation near Manaus. *Forest Ecol. Manag.*, 38:247-257, 1991.
- DIEZ, J.A.; POLO, A.; CERRI, C.C. & ANDREUX, F. Influência do pousio e da pastagem sobre a dinâmica de nutrientes em Oxisolos recentemente desflorestados na Amazônia Oriental. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 26(1): 77-83, 1991.
- FEARNSIDE, P.M. Greenhouse gas emissions from deforestation in the Brazilian Amazon. In: W. MAKUNDI & J. SATHAYE (ed). *Carbon emissions and sequestration in forests: case studies from seven developing countries*. Berkeley, 1992. v.2.
- FEIGL, B.J.; STEUDLER, P. & CERRI, C.C. Effects of pasture introduction on soil CO<sub>2</sub> emissions during the dry season in the state of Rondônia, Brazil. *Biogeochemistry*, 1995. (no prelo).
- HOUGHTON, R.A. Estimating changes in the carbon content of terrestrial ecosystems from historical data: In: J.R. TRABALKA & D.E. REICHLER (ed.). *The changing carbon cycle: A Global analysis*. New York. Springer, 1986. p.175-193.
- MORAES, J.F.L. *Conteúdos de carbono e nitrogênio e tipologia de horizontes nos solos da Bacia Amazônica*. Piracicaba. CENA-USP. 1991. 85p. (Dissertação de Mestrado).
- MORAES, J.F.L.; NEILL, C.; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C. & BERNOUX, M. Soil properties under Amazon forest and changes due to pasture installation in Rondônia/Brazil. (Aceito para publicação *Geoderma*. 1995).
- MORAES, J.F.L.; NEILL, C.; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C.; MELILLO, J.; LIMA, V.C. & STEUDLER, P.A. Soil Carbon stocks of the Brazilian Amazon basin. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 59:244-247, 1995.

O SOLO

NOS GRANDES DOMÍNIOS  
MORFOCLIMÁTICOS

DO BRASIL

E O DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTADO



EDITORES:

VICTOR HUGO ALFARIZ

EDUARDO F. FERNANDES

MARCIO PAULO F. FERNANDES

WECOSA - MG - 1996

O Solo nos Grandes Domínios  
Morfoclimáticos do Brasil e o  
Desenvolvimento Sustentado

Editores: Victor Hugo Alvarez V.  
Luiz Eduardo F. Fontes  
Maurício Paulo F. Fontes

ANG / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo  
et ANG / Universidade Federal de Viçosa  
Departamento de Solos  
Viçosa - MG

Existiram dificuldades em relação a informação consistente e padronizada da bibliografia nos diferentes trabalhos.

Esta publicação, pela quantidade e qualidade de trabalhos, pela diversificação e qualidade dos autores, pela riqueza e variação das instituições de ensino, pesquisa e extensão, nacionais e estrangeiras representadas, traz importantes informações para o conhecimento da Ciência do Solo. Assim, é com grande satisfação que a colocamos à disposição da comunidade, em geral, e em especial, dos participantes do XXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo.

Os editores.

Viçosa, Julho de 1996.

## Índice

Título	Autor(es)	Pág.
Domínios Morfo-Climáticos e Solos do Brasil	Aziz Ab'Saber	1
Solos da Amazônia	Tarcísio Ewerton Rodrigues	19
Dinâmica do Carbono nos Solos da Amazônia	Carlos C. Cerri, Martial Bernoux, Boris Volkoff & Jener L. Moraes	61
Manejo da Fertilidade do Solo para Produção Sustentada de Cultivos na Amazônia	T. Jot Smyth	71
Solos Sob Caatingas - Características e uso Agrícola	Paulo Klinger Tito Jacomine	95
Avaliação da Salinização dos Solos Sob Caatinga no Nordeste do Brasil	Luiz Bezerra de Oliveira	113
Desenvolvimento Sustentado da Caatinga	João Ambrósio de Araújo Filho & Fabianno Cavalcante de Carvalho	125
Os Solos da Região dos Cerrados	Jamil Macedo	135
Veranico e sua Inter-Relação com o Sistema Solo/Água/Planta/Atmosfera nos Cerrados	Morethson Resende, Luiz Marcelo Sans & Frederico Ozanam M. Durães	157
Desenvolvimento Sustentado do Cerrado	Mauro Resende, João Carlos Ker & Antônio F.C. Bahia Filho	165
O Plantio Direto na Região de Mata de Araucária	Maria de Fátima S. Ribeiro, Moacir Roberto Darolt, Dacio Antonio Benassi, Jovânia Muller & Losani Perotti	201
O Desenvolvimento Sustentado na Região do Domínio da Floresta com Araucária	Geraldo Mosimann da Silva	217
Desenvolvimento da Agricultura Familiar: A Experiência do CTA-ZM	Eugênio Alvarenga Ferrari	233
Desenvolvimento da Cafeicultura de Montanha	Renato Thomaz Guimarães	253
Solos dos Mares de Morros: Ocupação e Uso	Sérvulo Batista de Resende & Mauro Resende	263
Solos dos Pampas	Jaime A. de Almeida	283

Diagramação: Guilherme Barcellos Gjorup  
Márcia Yoshie Kasai

Editoração: Guilherme Barcellos Gjorup  
Mauro Martins Batista Filho

Capa: Aguinaldo Pacheco

Tiragem: 2.000 exemplares

Execução: **GUARD**

Ficha catalográfica preparada pela seção de catalogação e Classificação da  
Biblioteca Central da UFV

S689  
1996 O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado / [Editado por Victor Hugo Alvarez V., Luiz Eduardo F. Fontes, Maurício Paulo F. Fontes. - Viçosa, MG : SBCS; UFV, DPS, 1996.  
930p. : il.

1. Solos - Brasil. 2. Domínios morfoclimáticos - Brasil. 3. Desenvolvimento sustentável - Brasil. I. Alvarez V., Victor Hugo, 1938-. II. Fontes, Luiz Eduardo F., 1954-. III. Fontes, Maurício Paulo F. Fontes., 1951-. IV. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. V. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Solos. VI. Título.

CDD.19.ed. 631.40981  
CDD.20.ed. 631.40981

## PREFÁCIO

A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo realizou o XXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo no período de 23 a 29 de julho de 1995, na cidade de Viçosa, Minas Gerais, sob a responsabilidade do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, que acolheu o evento em seu campus.

O tema central do Congresso foi "O Solo nos Grandes Domínios Morfoclimáticos do Brasil e o Desenvolvimento Sustentado". Tema que foi amplamente apresentado aos congressistas por meio de conferências e palestras que trataram dos Solos nos diferentes Domínios Morfoclimáticos brasileiros sob o prisma de seu Desenvolvimento Sustentado. Os Domínios Morfoclimáticos considerados foram: a Amazônia, a Caatinga, o Cerrado, a Mata de Araucária, o Mar de Morros e os Pampas.

Além das palestras sobre o tema central foram apresentadas outras no Workshop: "A pesquisa em Ciência do Solo no Brasil"; da Mesa-Redonda: "O desenvolvimento Sustentado" e nas Sessões Técnicas de: Física do Solo, Química e Mineralogia do Solo, Biologia do Solo, Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Gênese, Morfologia e Classificação do Solo, Manejo e Conservação do Solo e da Água, Ensino de Ciência do Solo, Fertilizantes e Corretivos do Solo e, Poluição do Solo e Meio Ambiente.

Para a apresentação das palestras foram convidados professores, pesquisadores e técnicos de diferentes instituições do país e do exterior. Deles foi solicitada a entrega do material impresso e gravado em disquete. Durante o congresso foram apresentadas 69 palestras, das quais 60 estão sendo publicadas.

Na edição procurou-se unificar a nomenclatura e o uso de unidades do Sistema Internacional em todas as palestras, entretanto buscou-se manter ao máximo a sua originalidade. Tentou-se, melhorar a apresentação das figuras, gráficos, desenhos e etc. Alguns ainda ficaram com a qualidade comprometida em função de deficiências nos originais apresentados.

Também, foi realizado um grande esforço para o uso adequado do termo **parâmetro** que se usa indistintamente, para critério, fator, variável, característica, dado, medida, conclusão, etc... Exemplos: parâmetros edáficos, parâmetros avaliados, o parâmetro matéria seca, processo de calibração do parâmetro, e, até chamar de parâmetros as áreas ou campos de conhecimento como: cibernética, informática, biologia molecular, física quântica, dentre outros. Este problema foi detectado, por igual, para os trabalhos em Português e em Inglês. Tecnicamente, este termo deve ser utilizado somente para as características de distribuição de probabilidades.