

*Gustavo Ribas Curcio
Michele Ribeiro Ramos
Renato Antonio Dedecek
João Bosco Vasconcellos Gomes*

Introdução

No Brasil, com o advento da expansão agrícola, verificou-se uma expressiva remoção da vegetação nativa e, tempos depois, como consequência, forte expansão das áreas com pastagem, hoje com cerca de 100 milhões de hectares, enquanto as demais culturas ocupam pouco mais que 50 milhões (BODDEY et al., 2003). Apesar dos prejuízos à biodiversidade, esses números são favoráveis no que concerne à imobilização de carbono em sistemas produtivos rurais, uma vez que em pastagens este é em geral superior ao encontrado em solos agricultados (ZINN et al., 2005). Estudos mostram que os teores de carbono armazenados em solos sob pastagem assemelham-se aos encontrados sob vegetação nativa (SANTOS, 2005; OLIVEIRA et al., 2008; SILVA et al., 2004).

Estima-se que, mundialmente, o primeiro metro de profundidade dos solos contenha cerca de 1 500 Gt de carbono, 44% delas localizadas em países tropicais (JOBAGY; JACKSON, 2000).

Os teores e a estabilidade da matéria orgânica presente no solo influem na estabilidade das estruturas que o constituem, no potencial de retenção hídrica, na intensidade do processo erosivo, na dinâmica biológica e no armazenamento e disponibilidade de nutrientes, entre outros aspectos. A quantidade de matéria orgânica que o solo armazena e fixa depende não só de seus atributos intrínsecos, mas das características das espécies plantadas e dos sistemas de manejo

aplicados – fatores muito importantes, tendo-se em vista que o processo de perda de carbono é muito mais rápido e dinâmico que o de fixação (CORAZZA et al., 1999; GONÇALVES; CERETTA, 1999; RANGEL; SILVA, 2007). Os teores e a estabilidade da matéria orgânica no solo são muito sensíveis às práticas de manejo, sendo que, nos primeiros anos de cultivo, aproximadamente metade da matéria assim armazenada se perde por erosão e decomposição (BAYER; MIELNICZUK, 1999).

Pode-se considerar o solo como o maior e mais estável armazenador de carbono existente (LUO; ZHOU, 2006), sobretudo em maiores altitudes (STRECK et al., 2002) e em planícies (STEVENSON, 1994), por sua capacidade de fixar esse elemento em grandes proporções e de forma mais estável que o carbono fixado pela biomassa vegetal (PAIXÃO et al., 2006; SÁ; LAL, 2008). Na vegetação, o processo de imobilização pode ser mais prontamente revertido, já que as formas armazenadas não são as mais estáveis.

Embora não haja consenso se a estocagem de carbono é maior em solos sob floresta ou sob pastagem (SALIMON et al., 2007; OLSZEWSKI et al., 2007), é inegável a importância das áreas florestais no ciclo global do carbono (IPCC, 2000). De fato, a conversão de áreas naturais em sistemas de produção é uma das causas do aumento da concentração de CO₂ atmosférico (OLSZEWSKI et al., 2007). Ademais, embora tampouco haja consenso quanto aos impactos do desmatamento sobre a fertilidade do solo (MORAES et al., 2008), não há dúvidas de que a eliminação de florestas acelera o processo erosivo, degradando o solo e as recargas hidrológicas, particularmente as de superfície.

O propósito desta pesquisa foi identificar e caracterizar, na área do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj), o potencial de imobilização de carbono orgânico de solos de encosta e de planície, em diferentes condições de cobertura vegetal, comparando-se, mais especificamente, florestas e pastagens.

Métodos

Os estoques de carbono orgânico foram separadamente determinados para os diferentes compartimentos da paisagem de encosta (terços superior, médio e inferior), considerando-se perfis de solos dispostos em oito pedossequências, quatro delas derivadas de rochas metamórficas do Proterozoico (Formação São Fidélis) e quatro desenvolvidas sobre rochas sedimentares do Terciário (Formação Macacu), totalizando 24 perfis (Tabela 11.1). Destes, 12 encontram-se sob floresta e 12 sob pastagem. O teor de carbono foi também determinado em cinco perfis sob pastagem derivados de sedimentos do Holoceno. Todos os perfis foram coletados em 2009.

Os perfis (P) de solos de encosta referidos na Tabela 11.1 (exemplo na Figura 11.1) são constituídos por volumes profundos, com elevado grau de desenvolvimento pedogenético, baixa saturação por bases (solos dessaturados) e texturas predominantemente argilosas.

Tabela 11.1. Compartimentos geológicos, classes de solos e perfis, coberturas vegetais e respectivos códigos de referênciação.

Compartimento	Classe de solo	Perfil	Cobertura vegetal	Código ou localização
Proterozoico	Latossolo Amarelo Distrocoeso típico	P15	floresta	PF1S
Proterozoico	Latossolo Amarelo Distrocoeso típico	P16	floresta	PF1M
Proterozoico	Latossolo Amarelo Distrocoeso típico	P17	floresta	PF1I
Proterozoico	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico	P38	floresta	PF2S
Proterozoico	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico argilúvico	P37	floresta	PF2M
Proterozoico	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico	P36	floresta	PF2I
Proterozoico	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico	P4	pastagem	PI1S
Proterozoico	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico	P5	pastagem	PI1M
Proterozoico	Latossolo Amarelo Distrocoeso típico	P6	pastagem	PI1I
Proterozoico	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico argilúvico	P44	pastagem	PI2S
Proterozoico	Argissolo Amarelo Distrocoeso típico	P43	pastagem	PI2M
Proterozoico	Latossolo Amarelo Distrocoeso típico	P42	pastagem	PI2I
Terciário	Cambissolo Háplico Distrófico argissólico	P26	floresta	TF2S
Terciário	Latossolo Amarelo Distrocoeso típico	P25	floresta	TF2M
Terciário	Latossolo Amarelo Distrocoeso típico	P24	floresta	TF2I
Terciário	Latossolo Amarelo Distrocoeso típico	P34	floresta	Gleba 3, terço superior
Terciário	Latossolo Amarelo Distrocoeso típico	P35	floresta	Gleba 3, terço médio
Terciário	Latossolo Amarelo Distrocoeso típico	P33	floresta	Gleba 3, terço inferior
Terciário	Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico	P7	pastagem	TN1S
Terciário	Latossolo Amarelo Distrocoeso típico	P8	pastagem	TN1M
Terciário	Latossolo Amarelo Distrocoeso típico	P9	pastagem	TN1I
Terciário	Latossolo Amarelo Distrocoeso argissólico	P32	pastagem	TI2S
Terciário	Argissolo Amarelo Distrocoeso típico	P31	pastagem	TI2M
Terciário	Latossolo Amarelo Distrocoeso típico	P30	pastagem	TI2I
Holoceno	Gleissolo Háplico Distrófico fragipânico	P45	pastagem	QN1
Holoceno	Gleissolo Háplico Distrófico típico	P19	pastagem	Rio Macacu
Holoceno	Antropossolo Móbilico Mésclico distrófico	P20	pastagem	Rio Macacu
Holoceno	Cambissolo Flúvico Distrófico gleissólico	P21	pastagem	Rio Macacu
Holoceno	Esposossolo Humilúvico Hidromórfico dúrico	P23	pastagem	Gleba 3

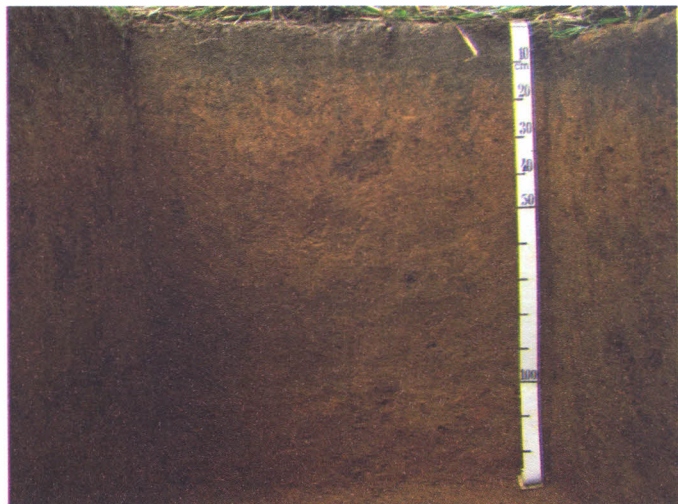


Figura 11.1. Latossolo Amarelo Distrocoeso típico sob pastagem em compartimento do Terciário.

Foto: Gustavo Ribas Curcio.

Nos solos de planície, a capacidade de imobilização de carbono é expressivamente influenciada pela quantidade de água neles presente (STEVENSON, 1994; MORAES et al., 2008), razão pela qual se investigaram dois tipos de ambiente: solos saturados hidricamente (solos hidromórficos) e solos não-saturados (solos não-hidromórficos). No primeiro caso, foram contemplados dois subambientes: a grande planície do rio Macacu e a planície mais internalizada da área do Comperj. Para a primeira, foi escolhido o ponto P19, de Gleissolo Háplico Distrófico típico de textura muito argilosa (Figura 11.2). Na planície interna ao Comperj foram selecionados dois perfis: P23, de Espodossolo Humilúvico Hidromórfico dúrico, e P45, de Gleissolo Háplico Distrófico fragipânico, de textura respectivamente arenosa e argilosa, ambos dessaturados por bases.

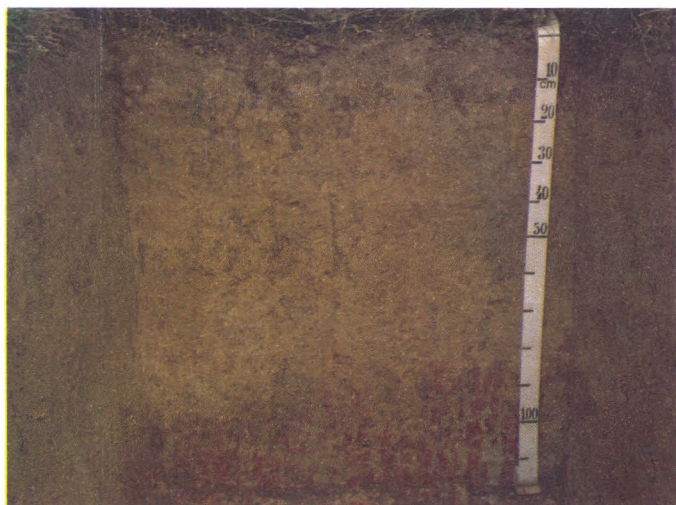


Figura 11.2. Gleissolo Háptico Distrófico típico sob pastagem no compartimento Holoceno.
Foto: Gustavo Ribas Curcio.

No segundo ambiente, embora constituído por volumes não-hidromórficos e também dessaturados por bases, os dois perfis se encontram em posições mais elevadas, mais especificamente em terraço fluvial (em torno de 1 m acima da bacia de inundação) e em dique marginal de origem antrópica (3,5 m acima da bacia de inundação). Para a primeira situação, selecionou-se o ponto P21, de Cambissolo Flúvico Distrófico gleissólico; para a segunda, P20, de Antropossolo Móbilico Mésclico distrófico (CURCIO et al., 2004), ambos também dessaturados por bases e, respectivamente, de textura muito argilosa e média (Figura 11.3).



Figura 11.3. Antropossolo Mórbico Mésclico distrófico em dique fluvial.
Foto: Gustavo Ribas Curcio.

Complementarmente, foram consideradas as coberturas vegetais (floresta e pastagem) presentes sobre os perfis. A cobertura florestal encontra-se em seus estágios sucessionais iniciais (ver Capítulo 13), com diversidade estrutural predominantemente baixa. As pastagens foram abandonadas praticamente dois anos antes do período de coleta das amostras de solo.

Para determinação do estoque imobilizado de carbono, utilizaram-se informações referentes a descrições dos perfis até 1 m de profundidade, considerando as espessuras dos horizontes e respectivas densidades de solo, de acordo com a fórmula:

$$COT = \Sigma(Ds \ Co \ E)$$

onde:

COT é o carbono orgânico total ($Mg \ ha^{-1}$)

Ds é a densidade do solo ($Mg \ m^{-3}$);

Co é o carbono orgânico ($kg \ Mg^{-3}$); e

E é a espessura do horizonte (m).

O carbono orgânico foi determinado por oxidação por via úmida com dicromato de potássio em meio ácido, tendo como energia o calor despreendido do ácido sulfúrico. O excesso de dicromato após a oxidação é titulado em solução de sulfato ferroso amoniacal.

Para determinação do estoque de carbono orgânico total (Mg ha^{-1}), foi considerada a massa do solo referente aos horizontes em coerência com as respectivas densidades. Cabe citar que, no intuito de minimizar erros nos cálculos dos conteúdos de carbono advindos da compactação do solo sob pastagens, alguns autores estimam a massa de solo em condições naturais (TARRÉ et al., 2001; COSTA et al., 2009).

Tendo-se em vista a importância dos padrões altitudinais no potencial de fixação do carbono (OLSZEWSKI et al., 2007; DALMOLIN et al., 2007), é importante frisar que os solos analisados encontram-se em altitudes de até 50 m.

Resultados e discussão

Quanto ao posicionamento nas encostas, constatou-se que o estoque de carbono imobilizado nos solos do terço superior é maior do que nos situados no terço inferior (Tabela 11.2), independentemente da geologia procedente (rochas metamórficas do Proterozoico ou sedimentares do Terciário) e do tipo da cobertura vegetal (floresta ou pastagem). Isso se justifica, possivelmente, pelos maiores teores de umidade presentes em solos situados no terço inferior (SOUZA et al., 2002), os quais predispõem a uma maior retirada seletiva de materiais coloidais pelo processo erosivo. Cunha et al. (1999) comentam que solos de terço inferior de encosta são mais sujeitos à erosão linear. Há de se considerar também que, devido à menor área de contribuição hidrológica e à menor declividade, o terço superior fica menos sujeito a perda de matéria orgânica por erosão. Assim, das oito disposições sequenciais de solos nas paisagens (pedossequências) analisadas (Tabela 11.2), apenas em uma verificou-se maior estoque de carbono no solo em terço inferior, achado esse atribuível às formas e intensidades de uso em tempos passados. Saliente-se que, neste caso, o tipo de cobertura vegetal é florestal, embora em estágio sucessional inicial, com absoluto predomínio de *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera, espécie típica de estágios sucessionais iniciais da Floresta Ombrófila Densa submontana no Comperj (BONNET et al., 2009).

De acordo com os dados da tabela 11.2, as diferenças nos teores de carbono em solos sob floresta, com o mesmo posicionamento na

encosta e, ainda, de mesma procedência geológica, variaram em até 231%. Variações desta magnitude sugerem possíveis degradações causadas por sistemas produtivos no passado. Já em solos sob pastagem, com o mesmo posicionamento e de mesma procedência geológica, foram detectadas diferenças da ordem de 49% nos teores de carbono no solo, revelando maior homogeneização dos teores imobilizados.

Tabela 11.2. Estoques de carbono (Mg ha^{-1}) em solos, segundo perfil, pedossequência, posicionamento na encosta e declividade.

Proterozoico					Terciário				
Floresta									
Pedosse- quência	Posição	Perfil	Declividade (%)	C total (Mg ha^{-1})	Pedosse- quência	Posição	Perfil	Declividade (%)	C total (Mg ha^{-1})
1	superior	15	9	96	5	superior	26	15	81
	médio	16	20	38		médio	25	25	78
	inferior	17	39	48		inferior	24	27	61
2	superior	38	29	120	6	superior	34	12	93
	médio	37	48	126		médio	35	22	91
	inferior	36	46	101		inferior	33	28	107
Pastagem									
3	superior	44	20	81	7	superior	32	37	109
	médio	43	35	138		médio	31	62	83
	inferior	42	41	78		inferior	30	41	92
4	superior	4	3	94	8	superior	7	2	139
	médio	5	46	171		médio	8	19	65
	inferior	6	40	85		inferior	9	30	100

Deve ser lembrado que essas áreas vêm sendo cultivadas por séculos (CABRAL, 2004, 2008), tendo sido, portanto, submetidas a diferentes usos ao longo do tempo, possivelmente incluindo diferentes formas e intensidades de manejo. Essa hipótese se confirma em razão dos incipientes estágios sucessionais da floresta, que fazem inferir que essas áreas foram utilizadas em passado recente. Ademais, o fato de se haverem detectado estoques de carbono muito discrepantes em solos do terço médio, em relação aos identificados em terço superior e

inferior, quer sob floresta ou pastagem, reforça essa colocação. Em outras palavras, não há um padrão definido de imobilização em função do posicionamento na encosta.

Quanto ao carbono imobilizado em solos de encosta (Tabela 11.3), e considerando-se as diferenças de cobertura vegetal (floresta e pastagem), os teores são praticamente os mesmos em solos derivados da Formação Macacu (do Terciário), tanto no horizonte superficial como nos demais horizontes (Figura 11.4), o que corrobora os achados de Marchiori Júnior e Melo (1999). No entanto, em solos derivados de rochas do Proterozoico, verificou-se um contraste expressivo, determinado sobretudo pelos menores teores presentes nos horizontes superficiais sob floresta (Figura 11.5). Destaque-se que o menor valor em horizonte superficial foi encontrado em P16, onde a floresta apresenta a melhor estrutura fitossociológica dentre os fragmentos estudados (ver Capítulo 13). Essa constatação ratifica a suposição de que os usos praticados ao longo de séculos impedem a identificação de padrões de imobilização de carbono orgânico. Tal identificação é comumente dificultada pela presença de incrementos nos estoques desse elemento nos horizontes superficiais de solos em que ocorreu conversão de floresta em pastagem, como já observado por Desjardins et al. (2004).

Tabela 11.3. Médias de carbono orgânico imobilizado em solos de encosta (Ap e demais horizontes até 1 m do perfil), sob floresta e pastagem.

Médias (Mg ha ⁻¹)	Floresta		Pastagem	
	Proterozoico	Terciário	Proterozoico	Terciário
Ap	20	42	42	37
Demais horizontes até 1 m	68	56	66	62
Perfis	88	98	108	99

Ap: horizonte superficial submetido a uso humano.

Quanto ao potencial de imobilização de carbono no horizonte A, é possível observar uma variação muito grande nos teores estocados, com amplitudes de 10 a 54 Mg ha⁻¹ em ambientes florestais e de 15 a 64 Mg ha⁻¹ sob pastagens (Figura 11.5). Mais importante que essas variações é o fato de alguns perfis terem no horizonte A o maior estoque de carbono até 1 m de profundidade, a despeito das pequenas espessuras observadas (perfis 4, 6, 25 e 31). Isso vem reforçar ainda

mais a necessidade de se proceder a usos compatíveis com a aptidão do solo, além de se implantarem manejos de solos mais coerentes com a conservação dos atributos do solo. Sistemas intensivos de uso podem acarretar grande depleção dos estoques de carbono no solo, sobretudo nos horizontes superficiais (ZINN et al., 2005).

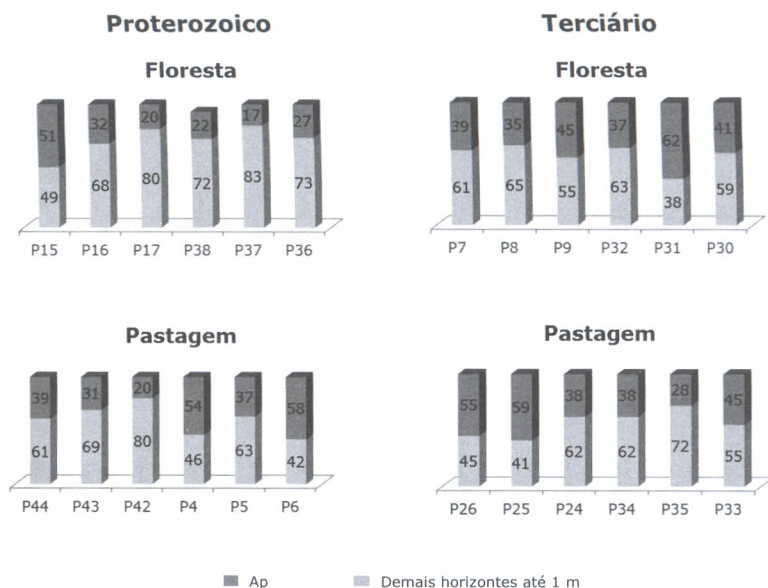


Figura 11.4. Percentuais de carbono em perfis de solos de encosta, considerando-se o horizonte Ap e demais horizontes até 1 m.

Variações tão amplas de imobilização de carbono em horizontes superficiais sob sistemas produtivos agrícolas e pecuários, mesmo em solos semelhantes, são muito comuns em razão das formas de uso, bem como dos tipos e intensidades de manejo.

Em solos semelhantes sob condições florestais, porém, tais variações possivelmente se devem a usos anteriores. Além disso, pelo fato de os fragmentos florestais se encontrarem em estágio sucessional inicial, possuem diferenças marcantes no grau de desenvolvimento estrutural, portanto com expressivas mudanças nos parâmetros fitossociológicos (Capítulo 13). Também plausível, sem dúvida, é a possibilidade de aportes de carbono distintos provenientes dessas

florestas em diferentes estágios sucessionais.

Com relação ao carbono imobilizado nos horizontes superficiais de solos sob pastagem, tanto derivados de rochas do Proterozoico como provenientes de rochas sedimentares do Terciário, identificaram-se, a despeito das expressivas variações, maiores teores que em solos sob floresta (Figura 11.5). Quanto a esse fato, cabe comentar que as espécies arbóreas tendem a imobilizar mais carbono em profundidade do que as gramíneas presentes nas pastagens (FERNANDES et al., 2002; SALIMON et al., 2007), principalmente por estas apresentarem maior densidade radicular nos primeiros centímetros do solo – situação distinta do sistema radicular das arbóreas (BARRETO et al., 2006; D'ANDREA et al., 2004).

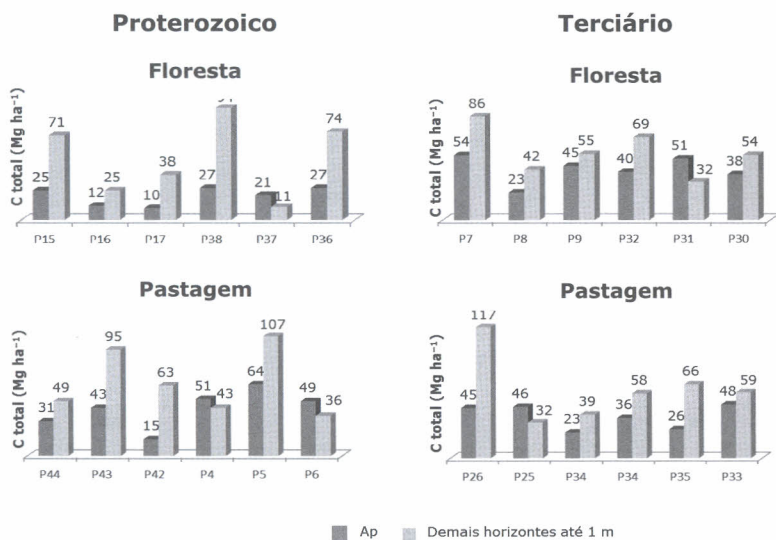


Figura 11.5. Teores de carbono (Mg ha^{-1}) em solos de encosta, considerando-se o horizonte Ap e demais horizontes até 1 m.

Os teores de carbono imobilizados em perfis de solos situados em planícies foram muito variáveis, atingindo percentuais, genericamente, na ordem de 100% (Figura 11.6). Cabe citar que os perfis mencionados se encontram sob pastagem, inclusive o Antropossolo em dique marginal de origem antrópica.

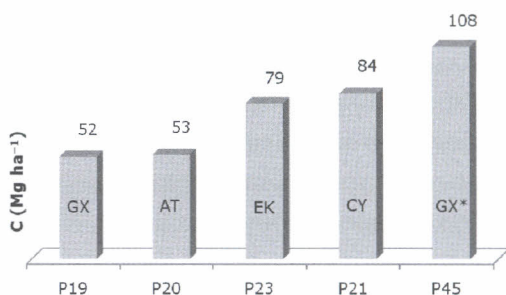


Figura 11.6. Teores de carbono (Mg ha^{-1}) estocados em perfis derivados de sedimentos inconsolidados do Holoceno.

GX: Gleissolos Háplicos; AT: Antropossolos Móviles; CY: Cambissolos Flúvicos (todos da planície do rio Macacu); EK: Espodossolos Humilúvicos; GX*: Gleissolos Háplicos (ambos de planícies internas ao Comperj).

Variações foram verificadas tanto em solos essencialmente hidromórficos – Gleissolos Háplicos (GX) e Cambissolos Flúvicos (CY) – como em não-hidromórficos – Antropossolos Móviles (AT) e Espodossolos Humilúvicos (EK) –, sendo as diferenças entre os Gleissolos atribuídas aos eventos de cheias, aos quais também se somam possíveis diferenças de uso no passado. A retificação do canal do rio Macacu, em meados dos anos 1960, imprimiu maiores velocidades ao fluxo hídrico, exponenciando os níveis de energia, uma vez que tanto o aprofundamento como a retificação do leito aceleraram o fluxo de água (SUGUIO; BIGARELLA, 1979; CHRISTOFOLETTI, 1981). Assim, o Gleissolo situado na planície do rio Macacu está sujeito a eventos de grande energia, e conseqüentemente a maior remoção de matéria orgânica. Por sua vez, o Espodossolo e o Gleissolo pertencentes a uma sub-bacia hidrográfica de menor energia, embora não mais sustentem vegetações nativas, apresentam maior potencial de imobilização de carbono. Saliente-se que esse Espodossolo, de textura arenosa, estoca mais carbono que o Gleissolo de textura argilosa situado na planície do

rio Macacu. Esse exemplo demonstra que a dinâmica dos ambientes fluviais, considerando-se especialmente o tempo de permanência da saturação hídrica e a velocidade de fluxo, é mais importante que a textura para o processo de imobilização de carbono no solo. Indubitavelmente, processos de retificação fluvial alteram muito as funcionalidades ecológicas das planícies.

Comparados com os solos de encosta, os de planície estocam maiores contingentes de carbono nos horizontes superficiais, com percentuais próximos ou superiores a 50% (Figura 11.7). Essa capacidade dos solos hidromórficos pode ser explicada pela proximidade constante do lençol freático à superfície, minimizando a translocação da matéria orgânica ao longo do solo.

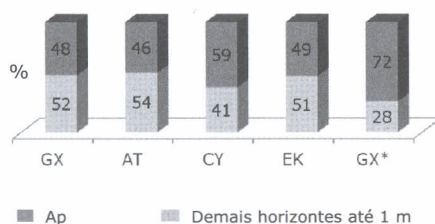


Figura 11.7. Percentuais de carbono em perfis de solos de planície, considerando-se o horizonte Ap e demais horizontes até 1 m.

GX: Gleissolos Háplicos; AT: Antropossolos Móbilicos; CY: Cambissolos Flúvicos (todos da planície do rio Macacu); EK: Espodossolos Humilúvicos; GX*: Gleissolos Háplicos (ambos de planícies internas ao Comperj).

Chama atenção a imobilização equilibrada detectada no Espodossolo Humilúvico (EK) (Figura 11.7), considerando-se o horizonte superficial e os demais horizontes. Isso decorre da presença de horizonte subsuperficial fortemente consolidado por cimentação por complexos organometálicos, denominado B espódico “*ortstein*” (EMBRAPA, 2006), o qual retém estoques consideráveis de carbono. Nesse sentido, esse horizonte determina funcionalidades ecológicas relevantes, pois essa classe de solo, essencialmente arenosa, e portanto com expressiva presença de macroporos, não conseguiria reter carbono nessas proporções.

Quanto aos solos de planície não-hidromórficos – Cambissolo Flúvico (CY) e Antropossolo Móbilico (AT) –, cabe destacar a

imobilização verificada no segundo, pois, em última análise, trata-se de um volume muito “jovem”, proveniente de sedimentos retirados do canal do rio Macacu e que já possui razoáveis estoques de carbono. O Cambissolo Flúvico apresentou valores mais elevados, o que, porém, já era esperado, uma vez que esse volume está sob pastagem formada por *Brachiaria* spp., espécies que incorporam consideráveis teores de carbono ao solo (SALIMON et al., 2007).

Por outro lado, ao contrário do que aponta a literatura (STEVENSON, 1994; DALMOLIN et al., 2007; CASTRO, 2008), não foi possível estabelecer relações positivas entre estoques de carbono e textura em solos de encosta, em razão da grande variabilidade observada, sem dúvida determinada pelos diferentes usos ao longo dos séculos de ocupação.

Considerações finais

Sob as condições analisadas, independentemente do tipo de solo e da cobertura vegetal, constatou-se que os solos situados no terço superior das encostas contêm maiores teores de carbono imobilizado.

Os diferentes e constantes usos da terra ao longo dos séculos descaracterizaram os potenciais de imobilização de carbono, considerando-se o posicionamento na encosta e o tipo de cobertura vegetal.

O tempo de permanência e a energia presente nos eventos de cheias interferem diretamente no processo de imobilização de carbono no solo.

As características das planícies, assim como o posicionamento do solo na planície, afetam expressivamente o potencial de imobilização de carbono no solo.

Referências

BARRETO, A. C.; LIMA, F. H. S.; FREIRE, M. B. G. S.; ARAÚJO, Q. R.; FREIRE, F. J. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. **Revista Caatinga**, Mossoró. v. 19, n. 4, p. 415-425, 2006.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. A. de O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999.

BODDEY, R. M.; XAVIER, D.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Brazilian agriculture: the transition to sustainability. **Journal of Crop Production**, Philadelphia, v. 9, p. 593-621, 2003.

BONNET, A.; CURCIO, G. R.; RESENDE, A. S. de; BAGGIO, A. Vegetação nos compartimentos geopedológicos. In: BONNET, A.; RESENDE, A. S. de; CURCIO, G. R. (Org.). **Manual de plantio de espécies nativas para o "Corredor Ecológico Comperj"**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2009.

CABRAL, D. Produtores rurais e indústria madeireira no Rio de Janeiro do final do século XVIII – evidências empíricas para a região do vale do Macacu. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 7, p. 125-143, 2004.

CABRAL, D. Lendo uma floresta do passado: a paisagem da bacia do rio Macacu no final do século XVII. **Geografia**, v. 33, n. 2, p. 217-234, 2008.

CASTRO, G. C. de. **Carbono orgânico nas frações granulométricas e húmicas em solos de diferentes texturas sob floresta da região noroeste matogrossense**. 46 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESK, D. V. S.; GOMES, A. C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 425-432, 1999.

COSTA, O. V.; CANTARUTTI, R. B.; FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M. da; NACIF, P. G. S.; FARIA, J. C. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de tabuleiro costeiro no sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 1137-1145, 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**: volume 1 – o canal fluvial. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1981.

CUNHA, J. E.; CASTRO, S. S.; SALOMÃO, F. X. T. Comportamento erosivo de um sistema pedológico de Umuarama, noroeste do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 943-951, 1999.

CURCIO, G. R.; LIMA, V. C.; GIAROLA, N. F. B. **Antropossolos**: proposta de ordem (1ª aproximação). Colombo: Embrapa Florestas, 2004. (Embrapa Florestas. Documentos, 101).

DALMOLIN, R. S. D.; GONÇALVES, C. N.; DICK, D. P.; KLAMT, E.; KNICKER, H.; KNABNER, I. K. Organic matter characteristics and distribution in ferralsols profiles of a climosequence in Southern Brazil. **European Journal of Soil Science**, Oxford, n. 2, p. 56-63, 2007.

D'ANDREA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; GUILHERME, L. R. G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 179-186, 2004.

DESJARDINS, T.; BARROS, E.; SARRAZIN, M.; GIRARDIN, C.; MARIOTTI, A. Effects of forest conversion to pasture on soil carbon content and dynamics in Brazilian Amazonia. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 103, p. 365-373, 2004.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FERNANDES, S. A. P.; BERNOUX, M.; CERRI, C. C.; FEIGL, B. J.; PICCOLO, M. C. Seasonal variation of soil chemical properties and CO₂ and CH₄ fluxes in unfertilized and P-fertilized pastures in an Ultisol of the Brazilian Amazon. **Geoderma**, v. 107, p. 227-241, 2002.

GONÇALVES, C. N.; CERETTA, C. A. Planta de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 307-313, 1999.

IPCC. **Land use, land use change, and forestry**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. p. 5.1-75.

JOBBAGY, E. G.; JACKSON, R. B. The vertical distribution of soil organic and its relation to climate and vegetation. **Ecologic Applications**, Washington, v. 10, p. 423-436, 2000.

LUO, Y.; ZHOU, X. **Soil respiration and the environment**, Amsterdam: Elsevier, 2006.

MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELO, W. J. Carbono, carbono da biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo sob mata natural, pastagem e cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 257-263, 1999.

MORAES, F. F. D. de; CAMPELLO, E. F. de C.; PEREIRA, M. G.; LOSS, A. Características do solo na restauração de áreas degradadas na Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 193-206, 2008.

OLSZEWSKI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; COSTA, L. M.da; FERNANDES FILHO, E. I. Estimativa do estoque de carbono em unidades geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Preto. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v. 7, n. 2, p. 55-64, 2007.

PAIXÃO, F. A.; SOARES, C. P. B.; JACOVINE, A. G.; SILVA, M. L.; LEITE, H. G.; SILVA, G. F. da. Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de diferentes alternativas de manejo em um plantio de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p.411-420, 2006.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 31, p. 1609-1623, 2007.

SÁ, J. C. M.; LAL, R.. Stratification ratio of soil organic matter pools as an indicator of C sequestration in a Tillage chronosequence on a Brazilian Oxisol. **Soil Tillage & Research**, v. 103, n. 1, 2008.

SALIMON, C. I.; WADT, P. G. S.; MELO, A. W. F. de. Dinâmica do carbono na conversão de floresta para pastagens em argissolos da Formação Geológica Solimões, no sudoeste da Amazônia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. João Pessoa, v. 7, n. 1, p. 28-38, 2007.

SANTOS, R. S. M. **Acúmulo de carbono e nitrogênio em Latossolos sob pastagem de Brachiaria spp. com diferentes idades**. 65 f. 2005. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SILVA, J. E. RESCK, D. V. S.; CORAZZA, E. J.; VIVALDI, L. Carbon storage in clayey Oxisol cultivated pastures in the “Cerrado” region, Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 103, p. 357-363, 2004.

SOUZA, L. S.; PAIVA, A. Q.; SOUZA, L. D.; COGO, N. P. Água no solo influenciada pela posição na paisagem, em uma topossequência de solos de tabuleiro do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 843-855, 2002.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambiente fluvial**. Curitiba: Ed. UFPR, 1979.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry**: genesis, composition, reactions. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 1994.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHENEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2002.

TARRE, R.; MACEDO, R.; CANTARUTTI, R. B.; REZENDE, C. D.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. The effect of the presence of a forage legume on nitrogen and carbon levels in soils under Brachiaria pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 234, n. 1, p. 15-26, 2001.

ZINN, Y. L.; LAL, R.; RESK, D. V. S. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 84, p. 28-40, 2005.