

Química das geosferas da bacia do Paraopeba: Os estoques de carbono e sua estabilidade⁽¹⁾.

Raphael Oliveira de Melo⁽²⁾; Lílian Estrela Borges Baldotto⁽³⁾; Marihus Atoé Baldotto⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo da Pesquisa (FAPEMIG), processo (APQ-02395-10), CNPq e FUNARBE.

⁽²⁾ Estudante de Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa – *Campus Florestal* Rodovia LMG 818, km 6, Florestal- MG, CEP 35690-000, raphael.o.melo@ufv.br; ⁽³⁾ Professor (a) da Universidade Federal de Viçosa – *Campus de Florestal*

RESUMO: Estimativas e compreensões dos mecanismos que governam a estabilidade do carbono em sedimentos fluviais são de grande importância para o manejo e conservação de bacias hidrográficas, e também, para alocação de programas visando o “sequestro de carbono” da atmosfera, tema que se insere num dos enfoques das mudanças climáticas globais. Sendo assim este estudo teve como objetivo a avaliação do comportamento matéria orgânica dos sedimentos estudados por meio do fracionamento da matéria orgânica (MO) de sedimentos coletados nas quatro estações do ano, na bacia do Rio Paraopeba, com pontos de amostragem no afluente “Camarão”, na “Represa” hidroelétrica de Florestal e no desemboque deste afluente no “Paraopeba” situado na região de Florestal-MG, com a finalidade de determinar a estabilidade química da MO, estimada pelo grau de humificação. Os sedimentos estudados ao longo do gradiente fluvial apresentaram diferenças no teor de carbono total, em função da época de amostragem (outono, inverno, primavera e verão) e do local de coleta da amostra (afluentes ou Rio Paraopeba). Na média das estações, o teor de carbono total foi maior na Primavera, seguida por Verão, Inverno e Outono. Com relação aos locais de amostragem, observou-se que o teor de carbono total, variou na seguinte ordem: Camarão>Paraopeba>Represa. Em todos os sistemas amostrados a maior estabilidade da MO foi encontrada na Represa acompanhados de Camarão e Paraopeba. Com relação à estação do ano a maior estabilidade do C variou da seguinte forma Outono>Inverno>Verão>Primavera.

Termos de indexação: Manejo e conservação do solo, Bacia Hidrográfica do Paraopeba, carbono orgânico do solo.

INTRODUÇÃO

O termo bacia hidrográfica refere-se a uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água. Este compartimento é drenado superficialmente por um curso d'água principal e seus afluentes (Silva, 1995). Os principais componentes das bacias hidrográficas - solo, água,

vegetação e fauna - coexistem em permanente e dinâmica interação respondendo às interferências naturais (intemperismo e modelagem da paisagem) e aquelas de natureza antrópica (uso/ocupação da paisagem), afetando os ecossistemas como um todo. Nesses compartimentos naturais - bacias/sub-bacias hidrográficas, os recursos hídricos constituem indicadores das condições dos ecossistemas no que se refere aos efeitos do desequilíbrio das interações dos respectivos componentes. Assim, pode-se determinar com razoável consistência prioridades nas intervenções técnicas para correção e mitigação de impactos ambientais negativos que ocorram nas bacia/sub-bacias hidrográficas.

O principal rio que banha a cidade de Florestal é o Rio Paraopeba. Ele faz a divisão do município de Florestal com o município de Esmeraldas. A bacia hidrográfica situa-se a sudeste do estado de Minas Gerais e abrange uma área de 13.643 km². O Rio Paraopeba, que na língua Tupi significa “rio de águas rasas e de pouca profundidade”. A Bacia do Rio Paraopeba possui uma área que corresponde a 2,5 % da área total do estado de Minas Gerais. Aproximadamente 1,4 milhões de pessoas vivem neste local, em 48 municípios de paisagens, culturas, economias e realidades sócio-econômicas e ambientais muito diversas (Cibapar, 2013).

A região está inserida na transição dos biomas Cerrado e Mata Atlântica, sendo importantes para diversas espécies da fauna e flora, algumas já ameaçadas de extinção. Sendo assim podem ser destacadas dentro da bacia Reservas Particulares do Patrimônio Natural e outras Unidades de Conservação como o Parque Estadual da Serra do Rola Moça e ainda outras reservas ambientais como a Gruta Rei do Mato, em Sete Lagoas, e área de proteções ambientais como a de Vargem das Flores, em Contagem. Nesse sentido o estabelecimento de planos que utilizem uma abordagem sistêmica sobre o comportamento da matéria orgânica nos sedimentos das bacias hidrográficas é de grande importância para alocação de políticas públicas para preservação do meio ambiente uma vez que, a estabilidade do carbono do é crítica para as mudanças que ocorrem quando o ambiente sofre alguma perturbação.

A decomposição da matéria orgânica associada aos sedimentos provoca modificações que influenciam no ciclo biogeoquímico de vários elementos, determinando a forma na qual os mesmos encontram-se ali presentes. Essas modificações consistem de reações capazes de produzir decomposição de matéria orgânica reduzida, material húmico e quelação de metais (Berner & Berner, 1996).

Além disso, estudos comprovam que o aumento e a estabilidade dos estoques de C nos sistemas reduzem a emissão de CO₂ para a atmosfera e o agravamento do efeito estufa, contribuindo com estratégias de desenvolvimento limpo.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho baseou-se nas estimativas e compreensão dos mecanismos que governam a estabilidade do carbono em sedimentos com diferentes morfogêneses compreendidos na bacia do Rio Paraopeba e na sua sub-bacia, Ribeirão Camarão locada na Região de Florestal-MG visando o monitoramento da qualidade da matéria orgânica num gradiente fluvial com estações de amostragem em diferentes ambientes, e em diferentes estações do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa – Campus de Florestal (UFV-CAF), localizada na coordenadas de 19° 52' 16,3"S e 44° 25' 26,1"W, a uma altitude de aproximadamente 750 metros. As amostras foram coletadas nas imediações do Rio Paraopeba, e de sua sub-bacia Ribeirão Camarão 19° 52' 54,24"S e 44° 25' 10,37"W, incluindo um ponto de amostragem no percurso do Ribeirão Camarão especificamente na represa hidrelétrica da prefeitura de Florestal-MG, conhecida na região como "barragem" 19° 51' 29,34"S e 44° 24' 33,58"W e no desemboque deste afluente no "Paraopeba" 19° 50' 10,30"S e 44° 23' 40,43"W.

Os sedimentos coletados foram congelados e liofilizados para a secagem das amostras. Cada amostra foi tratada com ácido fosfórico 2 mol L⁻¹ na relação 1:10 (massa : volume) e o sistema foi agitado por 30 minutos num tubo de centrífuga de 50 mL. Em seguida o material foi centrifugado por 10 minutos a 3000 rpm, coletando-se o sobrenadante para determinação do teor de carbono da fração ácidos fúlvicos livres (AFL).

No material residual precipitado no tubo de centrífuga da extração anterior, foi adicionado ao sistema NaOH 0,5 mol L⁻¹ na relação 1:10 (massa:volume). Após agitação de 30 minutos, o sistema foi centrifugado por 10 minutos a 3000 rpm. Da fração sobrenadante, alcalino solúvel, foi

separada uma porção para determinação de carbono. A fração residual, insolúvel em base, precipitada no tubo de centrífuga, foi seca em estufa e usada para a determinação do teor de carbono na forma de huminas. Em seguida, o extrato sobrenadante foi, imediatamente, ajustado a pH 1,5 com H₂SO₄ concentrado, para a separação das frações alcalino solúveis, obtida por centrifugação, sendo o sobrenadante a fração AF e o precipitado a fração AH.

Em todas frações obtidas (AFL, AF, AH e Huminas) o teor de carbono foi determinado utilizando dicromatometria pelo método Walkley-Black (Embrapa, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de solos foram previamente caracterizadas como Represa verão, Represa outono, Represa inverno, Represa primavera, Camarão verão, Camarão outono, Camarão inverno, Camarão primavera Paraopeba verão, Paraopeba outono, Paraopeba inverno, Paraopeba primavera.

A (Tabela 1) mostra a composição relativa da matéria orgânica dos solos estudados por meio da participação de cada fração na distribuição total do carbono orgânico: ácidos fúlvicos livres (AFL), ácidos fúlvicos (AF), ácidos húmicos (AH) e huminas (H).

Para comparação da concentração de C em função da origem da amostra, na média das quatro estações do ano, foi observado maior valor para a amostra coletada no afluente Camarão (7,60 g kg⁻¹), acompanhado pelas amostras do Rio Paraopeba (6,81 g kg⁻¹) e da Represa (6,30 g kg⁻¹).

Houve, portanto, uma variação no comportamento quanto à distribuição e a acumulação de matéria orgânica nos sedimentos nos três pontos de amostragem. Na porção mais próxima do centro urbano (Ribeirão Camarão) foi possível constatar maior média de carbono no conjunto geral das amostras. Pode-se associar esse comportamento à contribuição antrópica local, que contribui para aumento da poluição do curso d' água dessa localidade.

No outro extremo, o conjunto de amostras da represa, coletadas nas quatro estações do ano se revelou com menor média de COT. Nessa localidade há um represamento das águas do Ribeirão Camarão que recebe o todo esgoto doméstico e industrial da localidade sem nenhum tratamento preliminar. Assim o local se assemelha a uma lagoa de estabilização com alta atividade microbiana características desses locais. Durante o processo de deposição no fundo de locais de água represada, a matéria orgânica é retrabalhada por atividades microbianas e como resultado ocorre

alteração na composição molecular original e perda da matéria orgânica (Meyers & Lallier-Vergés, 1999). Sendo assim durante o processo de sedimentação e incorporação nos sedimentos, as perdas de matéria orgânica podem ser expressivas.

Tratando-se ainda da Represa foi possível constatar o maior grau de humificação em relação às amostras das demais localidades se relacionando positivamente com o maior média do conteúdo da fração alcalino-solúvel, e maior média no teor de AH obtendo-se, portanto, a maior relação AH/AF em relação aos outros sistemas com o valor de 2,14 seguida do Ribeirão Camarão 1,35 e Paraopeba 0,11.

Com esses princípios e possível inferir que os sedimentos da localidade da represa possuem o carbono mais estável no gradiente fluvial, uma vez que estudos comprovaram que o aumento da concentração de AH em relação aos AF indica que o sistema possui matéria orgânica mais estável (Stevenson et al., 1994; Piccolo et al., 2001). Os AH são, portanto, um marcador natural da humificação dos resíduos orgânicos e refletem, como tal, tanto a condição de gênese, como de manejo do solo (Stevenson, 1994). Esse fato ocorre devido ao avanço da humificação, processo pelo qual é aumentada a policondensação e a conjugação de estruturas insaturadas nos AH (Piccolo, 2001). Grupos fenólicos formados durante o processo de decomposição da matéria orgânica são convertidos em estruturas do tipo quinonas, via reações de oxidação. Essas estruturas são precursoras dos radicais livres do tipo semiquinona nos AH (Budziac et al., 2004; Rivero et al., 2004), que se estabilizam com avanço da humificação.

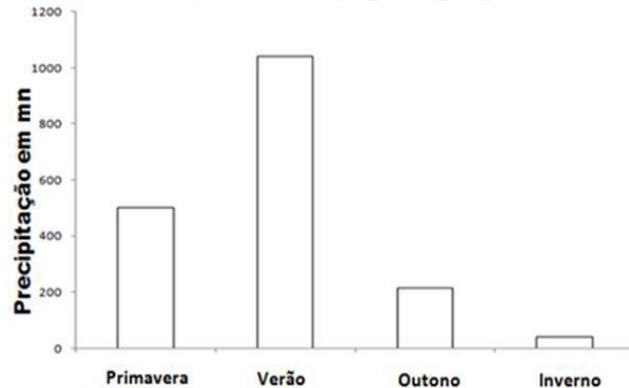
Em contrapartida, o sedimento do Rio Paraopeba se mostrou com formas de carbono menos estabilizadas neste gradiente fluvial, sendo o único local do estudo onde a proporção de AF foi maior do que AH.

Com relação à acumulação do carbono em função da estação do ano o estudo comprovou que houve maior média de COT (mais de 2/3 do carbono orgânico total) nas amostras coletadas nos períodos de mais chuvosos do ano, (solstícios de primavera e verão) (Figura 1, Tabela 1). Assim, os resultados estão de acordo aos apresentados por Baldotto et al. (2011) que também observaram o aumento do COT nos sedimentos fluviais gradiente fluvial-estuarino do Rio Paraíba Do Sul relacionados a períodos de maiores precipitações do ano, época mais favorável ao processo de erosão hídrica.

Os teores de C das frações da matéria orgânica dos sedimentos aparecem na tabela 1. Os dados mostram (Tabela 1, Figura 2) que na maior parte

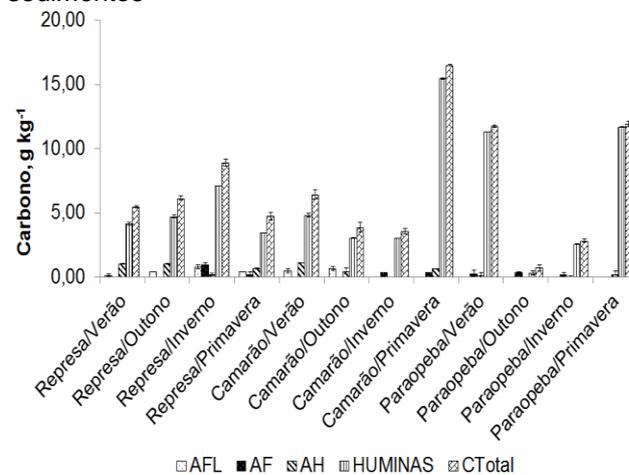
dos sedimentos amostrados há um enriquecimento de carbono na fração residual humina, em média

Figura 1 – Índice pluviométrico das estações do ano em Florestal-MG nos anos de 2011-2012.



87% do C total, o restante do C constituiu as frações alcalino-solúveis (CAH + CAF), e uma pequena parte a fração AFL. Porém a amostra Paraopeba Outono não obteve comportamento semelhante das demais amostras, havendo um maior enriquecimento do C na fração humina. Além disso nessa estação foi observada a sazonalidade dos teores de CTOT nos sistema do Rio Paraopeba. O teor de CTOT determinado no verão foi de 11,75 g kg⁻¹, tendo sido reduzido para 0,72 g kg⁻¹ no outono. No inverno, este valor subiu para 2,84 g kg⁻¹ e, na primavera, atingiu 11,93 g kg⁻¹. Os resultados indicam que durante a estação chuvosa, houve uma intensa remoção dos sedimentos, dada a maior intensidade da vazão. Porém, durante o ano, em estações secas, de menor vazão, foi restabelecida a condição inicial até a primavera.

Figura 2 – Frações da matéria orgânica dos sedimentos



□ AFL ■ AF ▨ AH ▩ HUMINAS ▪ CTOT

CONCLUSÕES

Os resultados permitiram concluir que o teor de COT, e a estabilidade do C variam de acordo o ponto de amostragem no gradiente fluvial, e são influenciados pela sazonalidade das estações do ano (principalmente pelo fator precipitação), possibilitando o monitoramento e manejo dos sistemas adjacentes ao Rio Paraopeba

Na porção fluvial, mais próxima do centro urbano de Florestal-MG, (Ribeirão Camarão) os maiores valores de COT foram constados nos sedimentos, sendo que ocorreu o inverso nos sedimentos da Represa.

Houve alto grau de associação entre o período chuvoso (primavera e verão) e o acúmulo de matéria orgânica nos sedimentos.

Pela relação AH/AF foi possível concluir que o carbono mais estável dos sedimentos no gradiente fluvial se encontra na Represa, e o contrário foi observado no Rio Paraopeba.

REFERÊNCIAS

BALDOTTO, M. A.; CANELLAS, L. P.; ROSA R. C. Capacidade de oxidação como índice de estabilidade da matéria orgânica de sedimentos de acordo com gradiente fluvial-estuarino do Rio Paraíba do sul. *Química Nova*, Vol. 34, No. 6, 973-978, 2011.

BERNER, E. K.; BERNER, R. A. 1996. *Global Environment: water, air and geochemical cycles*. [S.l.:s.n.]. Prentice Hall

BUDZIAK, C. R., MAIA, C. M. B. F. e MANGRICH, A. S. (2004) Transformações químicas da matéria orgânica durante a compostagem de resíduos da indústria madeireira. *Química Nova*, 27: 399-403.

CIBAPAR – Consórcio Intermunicipal da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba. Comitê 23 da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba. Disponíveis em: <http://www.aguasdoparaopeba.org.br/texto.php?p=bacia_hidrografica>. Acesso em: 10 de março 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. Manual de métodos de análise de solos Rio de Janeiro: EMBRAPA Embrapa Solos, 2011. 230 p.

MEYERS, P.A. & LALLIER- VERGÈS, E.L. 1999. Lacustrine sedimentary organic matter records of Late Quaternary pelecoclimates. *Journal of Paleolimnology*, 21(3): 345-372.

PICCOLO, A. The supramolecular structure of humic substances. *Soil Science*, v. 166, p.810-832, 2001.

RIVEIRO, C. , CHIRENGE, T., MA, L. Q., MARTINEZ , G. (2004) Influence of composto n organic soil matter quality under tropical conditions, *Geoderma*, 123: 355-361

SILVA, A.M. Princípios Básicos de Hidrologia. Departamento de Engenharia. UFLA. Lavras-MG. 1995.

STEVENSON, F. J. *Humus chemistry: genesis, composition, reaction*. 2. ed. New York: J. Wiley, 1994. 496p.

Tabela 1: Teores das frações da matéria orgânica em relação ao C total dos sedimentos

Amostra	AFL	Erro	AF	Erro	AH	Erro	H	Erro	CTOTAL	Erro
	g kg ⁻¹									
Represa/ Verão	0,15	0,07	0,00	0,00	1,05	0,00	4,16	0,13	5,47	0,1
Represa/ Outono	0,45	0,00	0,00	0,00	1,05	0,00	4,72	0,12	6,15	0,19
Represa/ Inverno	0,8	0,15	0,96	0,15	0,21	0,09	7,11	0,00	8,9	0,27
Represa/ Primavera	0,45	0,00	0,22	0,22	0,71	0,01	3,45	0,01	4,74	0,31
Camarão/ Verão	0,52	0,15	0,00	0,00	1,15	0,00	4,84	0,14	6,44	0,36
Camarão/ Outono	0,67	0,15	0,00	0,00	0,47	0,23	3,04	0,02	3,88	0,37
Camarão/ Inverno	0,00	0,00	0,37	0,00	0,00	0,00	3,02	0,00	3,58	0,19
Camarão/ Primavera	0,00	0,00	0,37	0,00	0,68	0,00	15,45	0,05	16,5	0,05
Paraopeba/Verão	0,00	0,00	0,26	0,26	0,18	0,18	11,31	0,02	11,75	0,07
Paraopeba/Outono	0,00	0,00	0,37	0,07	0,00	0,00	0,35	0,14	0,72	0,21
Paraopeba/Inverno	0,00	0,00	0,18	0,18	0,06	0,06	2,6	0,00	2,84	0,12
Paraopeba/Primavera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,23	11,7	0,04	11,93	0,19

⁽¹⁾ Frações Matéria da matéria orgânica AFL= ácido fúlvico livre ; AF = ácido fúlvico ; AH = ácido húmico ; H =húminas ; CTOTAL= carbono orgânico total.