

Dinâmica de deposição e remoção de matéria orgânica no solo superficial de um campo inundável no Pantanal de Mato Grosso, Brasil

Cláudio João Bernardi, Prof. MSc., CEFET-MT

RESUMO

O presente trabalho apresenta um modelo de dinâmica de deposição/remoção de matéria orgânica em um campo inundável da região norte do Pantanal de Mato Grosso (Município de Nossa Senhora do Livramento), utilizado como área de pastagem nativa para o gado bovino. O procedimento de coleta de amostras foi delineado partindo-se do princípio de que a matéria orgânica tem sua dinâmica de deposição/remoção controlada pelo pulso de inundação. Assim, foram coletadas amostras superficiais de solo nos períodos de seca e cheia e os teores de matéria orgânica foram determinados pelo uso do método Walkley & Black, sendo posteriormente considerado o fator de Van Benmelen. Aplicou-se a geoestatística para o tratamento dos resultados, que mostraram que a variação do nível da água controla a dinâmica de matéria orgânica no campo inundável uma vez que promove a decomposição do material acumulado na seca. Houve deposição de matéria orgânica em cerca de 8,1% da área total amostrada, havendo remoção em cerca de 91,9% da área amostrada. Considerando que esta área de deposição encontra-se no pasto concluiu-se que a matéria tem importância na manutenção deste sistema.

PALAVRAS-CHAVE: pastagem nativa, planície de inundação, matéria orgânica.

INTRODUÇÃO

Os pantaneiros possuem longa tradição de sobrevivência em um ecossistema dominado pela presença do fluxo das águas, utilizando a terra para a pecuária de cria e recria, notadamente nos campos inundáveis, como áreas de pastagens nativas. As áreas de cotas mais altas na paisagem, cordilheiras (faixas alongadas atingidas pela água apenas durante cheias excepcionais, de solo geralmente arenoso na superfície, com predominância de vegetação arbórea) e capões (de forma arredondada, com cotas que se encontram mais altas que as cotas de inundação com predomínio de vegetação de cerrado), além da importância ecológica como área de refúgio e reprodução de espécies de animais, historicamente têm sido os pontos para onde o gado é transferido durante a época de inundação. (Cunha, 1990).

Nos dias atuais, entretanto, a prática deste tipo de manejo vem sendo modificada. De acordo com os proprietários de fazendas de gado, as pastagens nativas estão sendo intensamente ocupadas pelos cambarazais. Esta formação florestal uniespecífica pode realmente atuar como invasora dos campos inundáveis, diminuindo a oferta de pastagens

para o gado (Cunha, com. pes.). O manejo inadequado modifica a paisagem e pode provocar alterações no transporte da matéria orgânica.

O presente estudo se propõe a estudar a dinâmica de deposição e remoção de matéria orgânica no solo superficial de um campo de inundação e determinar seus valores em dois períodos do pulso de inundação, pressupondo que a variação do nível da água (períodos de estiagem/cheia) controla a dinâmica da matéria orgânica no campo de inundação. O central é contribuir para o entendimento da dinâmica de deposição/remoção da matéria orgânica em um gradiente de inundação, que engloba áreas que vão de cotas mais elevadas com cambarazais e campos inundáveis até áreas de cotas mais baixas como brejos na margem de uma lagoa.

De forma específica, objetiva-se determinar teores de matéria orgânica nos solos superficiais desta área, em diferentes períodos do pulso de inundação, em uma área que se localiza na fazenda Retiro Novo, que está situada parte norte do Pantanal de Mato Grosso (Região do Pirizal, Município de Nossa Senhora do Livramento, MT).

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se na fazenda Retiro Novo, no Município de Nossa Senhora do Livramento, Estado de Mato Grosso Brasil.

Na região norte do Pantanal Mato-grossense, no chamado Pantanal de Poconé. (Figura 1)

O solo arenoso superficialmente e relativamente plano quando as águas baixam, com a interrupção das chuvas, disponibilizam as pastagens (campos naturais).

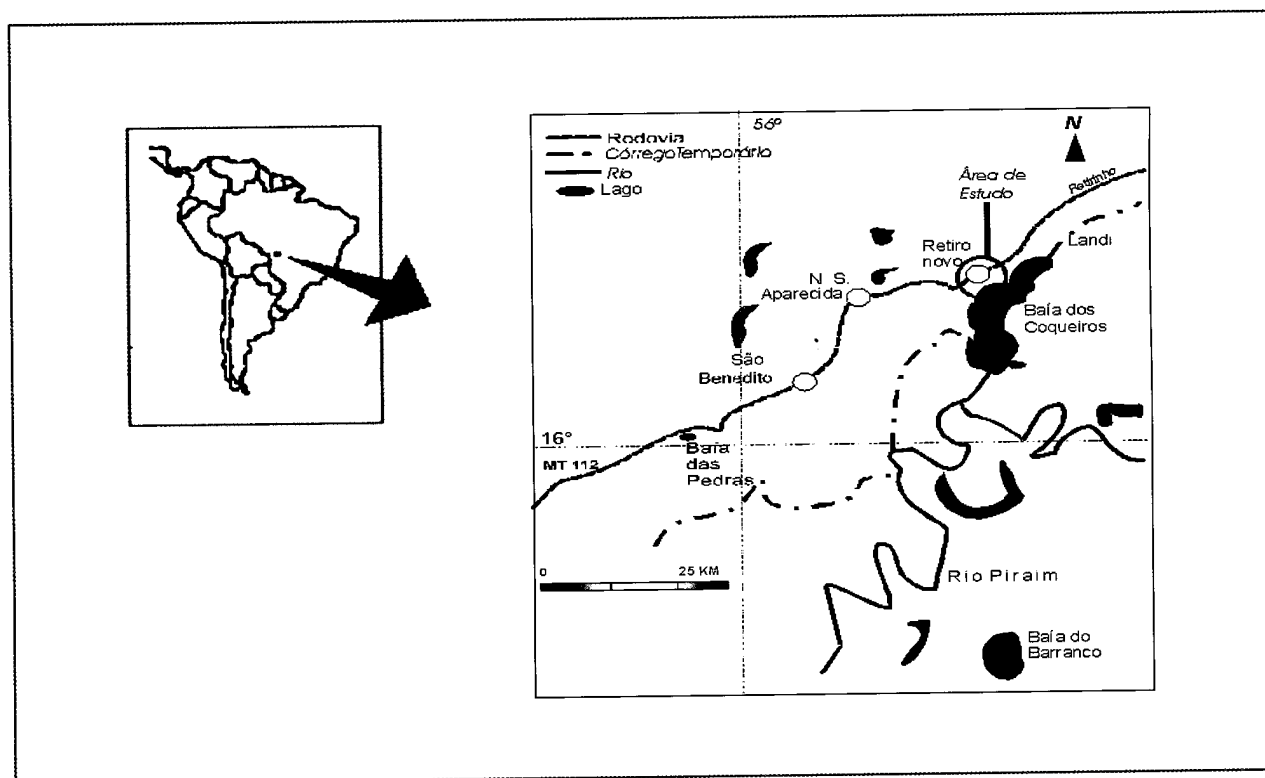


Figura 1. Área de estudo: Fazenda Retiro Novo, município de Nossa Senhora do Livramento-MT.

MATERIAL E MÉTODOS

Trabalho de campo foi realizado, nos meses de setembro e outubro de 1999, caracterizando o período de estiagem e março e abril de 2000, caracterizando o período de chuvas.

Uma malha sistemática foi então definida em campo, envolvendo três diferentes paisagens ao longo do gradiente de inundação: cambarazal (área com formação vegetal arbórea, dominada por *Vochysia divergens*), campo inundável (utilizado como área de pastagem nativa) e brejo (área que permanece úmida durante todo o ano). Em uma área de 20,8 ha, com auxílio de nível e trena, demarcou-se com estacas uma malha de amostragens de solo a cada 30 metros (malha retangular). Foram coletas 265 amostras em cada época de coletas.

As amostras foram coletadas, nos dois

períodos (seca e cheia), sendo amostrados os primeiros dois centímetros, em cada ponto demarcado. Os solos foram acondicionados em recipientes plásticos devidamente identificados e transportados para o laboratório da UFMT, onde foram secos em estufa a 60°C e peneirados (peneira com malha de 0,297 milímetros).

Considerando-se que o carbono orgânico é o principal elemento da matéria orgânica e que pode ser prontamente determinado quantitativamente (Tedesco et al, 1985), a avaliação do teor de matéria orgânica pode ser feita em função do teor de carbono orgânico no solo. Para isso utilizou-se o método Walkley & Black. (Silva et al, 1999).

Para a estimativa do teor de da matéria orgânica a partir da determinação do carbono orgânico, assume-se que a mesma possua 58% de carbono ($100/58=1,724$, que é o fator de Van Benmelen) (Silva et al, 1999).

O método utilizado baseia-se na oxidação da matéria orgânica com solução de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) 1 N e ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4), com posterior titulação com sulfato ferroso amoniacal, após a adição de H_3PO_4 80%, NaF e difenilalanina a 0,5%. A titulação promove mudança da cor de azul escuro acinzentado para verde escuro brilhante.

O cálculo do teor de matéria orgânica foi feito utilizando a equação %C. O = $10 \times (1 - S/B) \times 1,0 \times 0,003 \times 100/77 \times 100/p(g)$. Onde:

10 = volume em mL de dicromato de potássio adicionado.

S = volume em mL de sulfato ferroso ou sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da amostra de solo

B = volume em mL de sulfato ferroso amoniacal gasto na prova em branco.

1,0 = normalidade (N) do dicromato de potássio
0,003 = peso equivalente de carbono/1000.

100/77 = rendimento médio de 77% na oxidação do carbono orgânico da amostra pela mistura crônica ou percentagem do carbono recuperado.

100/p = cálculo de %C em função do peso da amostra do solo (no caso p é 0,5, recomendado pelo método).

O método utilizado recomenda a pesagem 0,5g da amostra de solo. Porém, devido às elevadas concentrações nos solos foram

utilizados 0,2 g para a área de brejo e 0,25 g para as áreas de campos inundáveis e cambarazais.

O Programa Gama Design (Geoestatistic for the Environmental Science versão 3.1) foi utilizado para a elaboração dos semivariogramas e para a interpolação de dados. O programa Surfer (versão 7.0) foi utilizado para compor as tabelas e elaborar as operações matemáticas espaciais (valores da seca valores da cheia). O Programa Siarcs (versão 3.0) foi utilizado para o cálculo das áreas de remoção/deposição de matéria orgânica.

RESULTADOS

As Figuras 2 e 3 apresentam os semivariogramas elaborados com os valores obtidos na seca e na cheia, respectivamente. Dados estes, que correspondem aos resultados das amostras tabulados no programa Gama Design que define a inter-relação dos pontos de coletas. Quanto os resultados estão próximos do alinhamento significa que apesar da distância há uma interdependência entre os pontos de coleta.

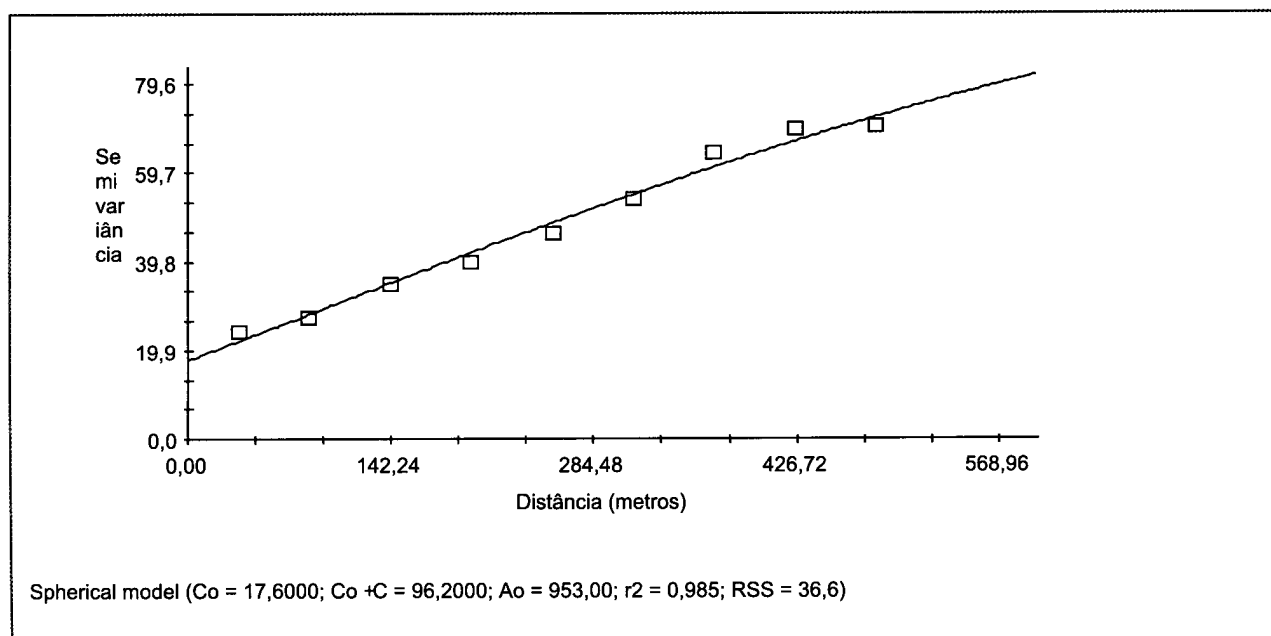


Figura 2. Semivariograma isotrópico da matéria orgânica, dos solos coletados no período da seca (setembro e outubro, 1999).

Os resultados mostram que a dependência espacial no período seca foi de 953 metros.

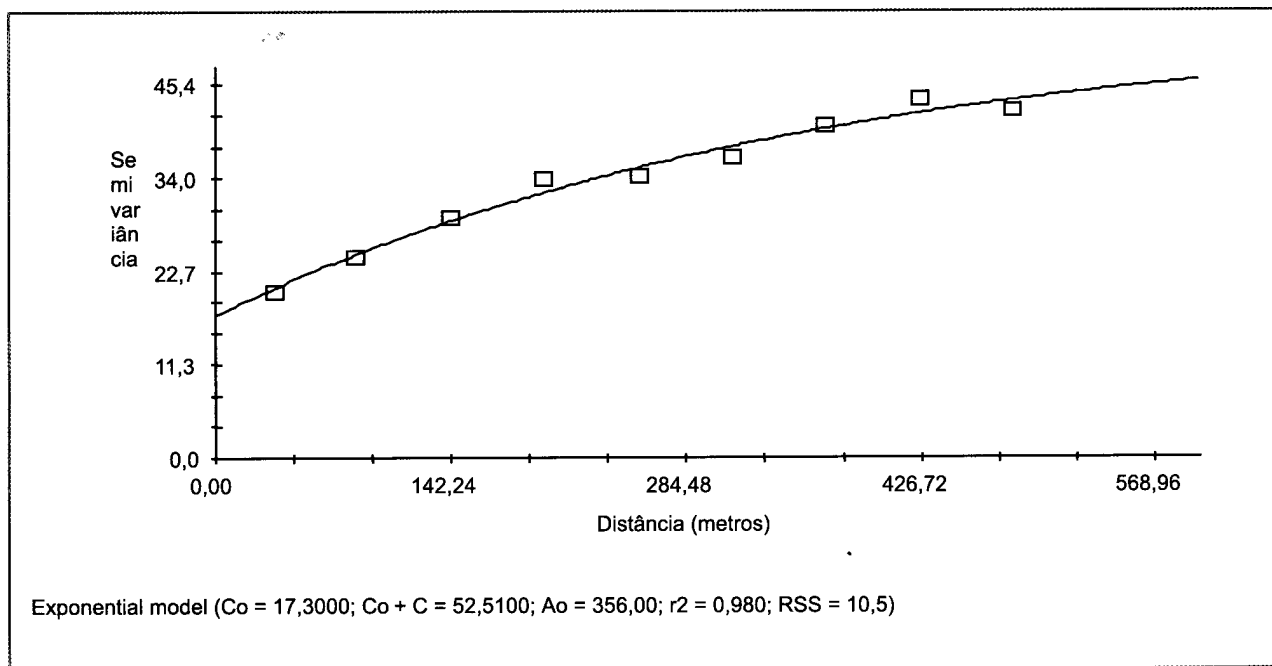


Figura 3. Semivariograma isotrópico da matéria orgânica dos solos coletados no período da cheia (março e abril, 2000).

Para o período da cheia os resultados mostram que a dependência espacial foi de 356 metros e o que equivale dizer que a dependência espacial no período da seca foi 2,7 maior que na cheia.

Os resultados obtidos comprovaram a que apesar do solo ser heterogêneo quanto à distribuição de matéria orgânica há uma relação espacial entre os pontos de coletas, e que os parâmetros obtidos nos semivariogramas (Co, Co + C + a) são possíveis de interpolação por técnicas geoestatísticas, como a Krigagem.

Observa-se que os maiores valores médios ocorreram no brejo, diferindo significativamente dos valores do pasto e do cambarazal, tanto na seca quanto na cheia. Brejo e cambarazal apresentaram-se estatisticamente diferentes nos dois períodos: o período da seca apresentou maior teor de matéria orgânica que o período da cheia. No caso do pasto, não houve diferença significativa entre períodos, que equivale dizer que o conteúdo de matéria orgânica permaneceu constante ao longo do tempo.

A tabela I mostra qual é a área estimada de depósito/remoção de matéria orgânica no campo inundável estudado. Área Estimada a partir da diferença entre seca/cheia.

Tabela 1.

Condição	Intervalo (%)	Área (ha)	% da área total
Deposição	-6,0 a -2,0	0,2	1,1
	-1,9 a 0,0	1,4	7,0
Total			8,1
Remoção	0,1 a 6,0	13,0	62,4
	6,1 a 10,0	5,1	24,6
	>10,1	1,0	4,9
Total			91,9

Esta tabela indica que em 91,9% da área houve remoção de matéria orgânica na cheia. Apenas em 8,1% da área total houve deposição orgânica, sendo que área a está concentrada, principalmente, no pasto, onde há manejo de gado.

DISCUSSÃO

Nas áreas alagáveis, o conhecimento da dinâmica da matéria orgânica influenciada pelo pulso de inundação é primordial na manutenção do ecossistema, pois de forma similar a muitos

ecossistemas terrestres é da matéria orgânica decomposta que vai depender, em grande parte a produção vegetal. (Riklefs, 1993). Segundo esse mesmo autor, os nutrientes são reciclados pela lixiviação das substâncias solúveis: pelo consumo dos grandes detritívoros, pelo ataque posterior de fungos que quebram celulose e lignina e pela eventual mineralização do fósforo, nitrogênio e enxofre pelas bactérias.

As áreas alagáveis podem acumular matéria orgânica como resultado tanto do aumento da produtividade primária (uma vez que são sistemas jovens, no início do processo de sucessão), quanto da redução das taxas de decomposição (Mitsch of Gosselink, 2000). Pode haver também exportação da matéria orgânica, que se depositará em outros pontos mais ou menos distantes, dependendo dos processos hidrológicos e químicos. Esta complexa dinâmica de importação e exportação é de difícil entendimento, pois é preciso considerar ainda que a matéria orgânica pode não se depositar ou ser removida de forma homogênea na paisagem.

Acrescido a estes fatores, há que se considerar também a condição do solo inicial que recebe ou exporta a matéria orgânica nas áreas alagáveis. Neste contexto, pode-se afirmar que uma propriedade intrínseca dos solos é a sua heterogeneidade. Assim, numa paisagem natural, os solos apresentam uma ampla variação de propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas, tanto lateral como verticalmente, resultante da superposição dos efeitos variáveis do material de origem, clima, topografia, processos físicos e atividade biológica. (Beckett & Webster, 1971), o que dificulta ainda mais o entendimento da dinâmica da matéria orgânica no sistema.

Análise geoestatística

Estudos de abordagem sistêmica nestas áreas apresentam a variabilidade espacial como sendo um dos principais fatores determinantes da complexidade. Nem sempre é possível determinar claramente estratos diferenciados para aplicar o tratamento estatístico clássico, sendo necessário um elevado número de análises para a diminuição dos valores de coeficientes de variação (Nogueira e Couto, no prelo).

A geoestatística, por sua vez, tem se mostrado de grande utilidade para caracterizar e mapear a variação espacial das propriedades

do sistema (Nogueira e Couto, no prelo). Esta técnica baseia-se na teoria das variáveis regionalizadas, isto é, considera que os valores estão relacionados à sua posição no espaço. Considerando-se, portanto que as observações a curtas distâncias devem ser mais semelhantes entre si do que aquelas tomadas a distâncias maiores, este procedimento permite que o cientista compreenda qual é a dependência espacial entre os pontos, o que é particularmente importante em estudos desenvolvidos ao longo de gradientes ambientais, com o gradiente de inundação, por exemplo.

Depois de definida a grade de amostragens e depois de obtidos os resultados analíticos, duas etapas passam a ser importantes para o entendimento da distribuição espacial dos resultados.

Em primeiro lugar, é preciso verificar se há um padrão identificável de distribuição dos dados e o semivariograma, indicando se há um modelo de distribuição, o qual se apresenta como uma ferramenta extremamente importante. Além de indicar qual é o modelo de distribuição dos dados, o semivariograma estima parâmetros imprescindíveis no processo. Um dos parâmetros mais importantes é o alcance (a), que indica a distância máxima a partir do qual os dados não estarão mais espacialmente relacionados. Em outras palavras, "amostras separadas por distâncias menores do que o alcance(a) são espacialmente relacionadas, enquanto que amostras separadas por distâncias maiores não são espacialmente relacionadas, pois se a semivariância for igual à variância dos dados, a distribuição será aleatória (Nogueira e Couto, no prelo).

Depois de definido o modelo de distribuição e estimados os parâmetros necessários, a interpolação é o passo seguinte e consiste na estimativa de valores para locais onde não se tem valor determinado analiticamente. Como produto final obtém-se o mapeamento da distribuição espacial dos valores, o que permite, inclusive, comparações temporais importantes para o entendimento da dinâmica de muitos processos ecológicos.

A concentração da matéria orgânica no solo inundável é uma variável adequada para este tipo de metodologia, em função de seu caráter relativamente conservativo. Como a matéria orgânica é uma variável mais conservativa no tempo de um dia de amostragem, considera-se que a metodologia é perfeitamente adequada.

A dinâmica da deposição de matéria orgânica na área de estudo

Os solos nos campos inundáveis são mal drenados e a inundação se dá pela entrada de água de lagoa adjacente, mas a chuva tem também importância (Junk, 2000). De acordo com este mesmo autor, na parte norte do Pantanal, onde se deu o presente estudo, o regime hidrológico é monomodal e a vegetação predominante é a do cerrado, com algumas áreas florestais. Extensas áreas ocupadas por campos inundáveis de baixa inundação mostram durante a cheia uma abundante vegetação aquática submersa e emersa, este é o caso da área de estudo.

David (2001.) indica, para a área de campo inundável um valor médio de 43,0 cm de coluna d'água na fase máxima para o campo e 79,2 cm para o brejo de inundação no ano em que o presente estudo foi realizado (abril de 2000). Esta mesma autora mostrou elevadas concentrações iônicas na água no início da inundação, com conseqüente redução posterior.

Os dados aqui apresentados mostraram que, na maior parte do gradiente de inundação (cerca de 90%) houve acúmulo de matéria orgânica durante a seca. Este resultado é bastante evidente para a área de brejo, que provavelmente, acumula matéria orgânica ao longo de muitos pulsos de inundação, apresentando um solo com uma cobertura orgânica. A matéria orgânica em locais permanentemente inundados, dificilmente se decompõe, em função da condição redutora do ambiente (Esteves, 1998). Mitsch e Gosselink, (2000) salientam ainda que quando as plantas destas áreas morrem, os detritos rapidamente perdem uma grande porcentagem de seus compostos orgânicos por lixiviação. Estes compostos orgânicos solúveis serão metabolizados no próprio local, ou serão exportados para áreas adjacentes.

Isto pode explicar, em parte, o elevado desenvolvimento de macrófitas aquáticas no campo inundável adjacente ao brejo na área de estudo. Ali, estatisticamente, não se observou diferença de teores orgânicos no solo em função do pulso de inundação, mas a concentração de nutrientes no início do pulso é elevada (David, em prep.), o que indica decomposição aliada ao carreamento de compostos que vêm do brejo.

Os resultados, mostraram que houve maior acúmulo de matéria orgânica no brejo, e que as áreas mais elevadas (de melhor drenagem) apresentaram os menores teores durante a estiagem. Além disso, observa-se que o menor valor médio encontrado neste período (seca), foi no ambiente pasto. A hipótese que se tem é que as folhas e as raízes das gramíneas apresentam diferentes características de decomposição. Neste caso, há uma decomposição acelerada das raízes, no horizonte superficial arenoso e bem oxidado também auxiliado por uma menor relação C/N. Para as folhas, a decomposição se torna mais lenta pela relação C/N muito mais elevada. Desta forma, ao se coletar o material de solo, eliminando-se os resíduos das gramíneas que ainda permaneciam no mesmo, eliminava-se grande parte da matéria orgânica existente.

O maior valor médio foi encontrado no ambiente brejo no período da seca (tabela I), a hipótese é que o ambiente se mantém úmido permanentemente, com déficit de oxigênio, em função dos agentes decompositores que atuam durante a vazante, a baixa concentração de oxigênio inibe a ação dos decompositores, mantendo uma camada superficial de matéria orgânica.

Aparentemente, durante a seca, o material orgânico se acumula no cambarazal devido a serapilheira, porém o valor intermediário foi encontrado no ambiente cambarazal (tabela I), a hipótese é que o ambiente apresenta uma forragem de serapilheira formada, principalmente, por folhas que apesar da alta produção, são facilmente transportadas pelo pulso de inundação e com a entrada da água que vem do brejo, a decomposição ocorre rapidamente pela baixa relação C/N.

Os nutrientes liberados, principalmente nas áreas de brejo e cambarazal, estimulam o crescimento das plantas aquáticas. Considerando-se que a coleta da cheia foi realizada no mês de abril, isto é, no momento da de máxima inundação, conclui-se que o material da seca já havia sido decomposto e, teoricamente, já havia sido mineralizado e incorporado pelas macrófitas aquáticas.

A maior concentração de matéria orgânica no ambiente pasto no período da cheia, pode ser explicado pela movimentação do gado sendo que é transportado para as áreas mais altas (cambarazal). Durante esse manejo há grande depósito de fezes contribuindo para a formação de uma camada de matéria orgânica.

Ressalta-se que esta redução é temporária, pois nas semanas seguintes a água começou a recuar e as macrófitas aquáticas mortas, se decompuseram sobre o solo, perdendo cerca de 50% do peso em 50 dias (David, 2001.)

Ressalta-se também a participação do cambarazal no processo de acúmulo de matéria orgânica na seca, em forma de serapilheira sobre o solo. Os fragmentos desta fração foram em parte responsáveis pelos elevados valores de porcentagem de matéria orgânica obtidas no campo inundável naquele período.

CONCLUSÕES

1. A distribuição de matéria orgânica não apresenta-se homogênea na área de inundação e a geoestatística desmostrou ser uma ferramenta adequada para análise dos dados;
2. A variação do nível d'água controla a dinâmica da matéria orgânica no campo de inundação uma vez que promove decomposição do material acumulado durante a seca;
3. Considerando-se que a coleta que representa a época de cheia foi realizada no momento de máxima inundação, conclui-se que a decomposição já havia ocorrido, o que acarreta a isto remoção de matéria orgânica em cerca de 91,9% da área total amostrada e que nos 8,1% restantes houve deposição, e como esta área se concentra no pasto, conclui-se que a matéria orgânica depositada tem importância na manutenção do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beckett, P. H. T. & Webster, R. Soil Variability: a review. *Soils Fert.*, Farnham Royal, v34, n1, p. 1 15, 1971.
- Cunha, C. N. Estudos florísticos e fitofisionômicos das principais formações arbóreas do Pantanal de Poconé, MT. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 146 p. (Dissertação de Mestrado), 1990.
- Silva, C. J. Da. A influência da variação do nível da água sobre a estrutura e funcionamento de uma área alagável do Pantanal Mato-grossense (Pantanal de Barão de Melgaço, Município de Santo Antonio de Leveger r Barão de Melgaço MT). São Carlos, UFSCar. 251 p. (Tese de Doutorado), 1990.
- David, Q. G. Dinâmica de Nutrientes em um Campo inundável no Pantanal Mato-grossense, Brasil.. Universidade Federal de Mato Grosso. 58 p. (Dissertação de Mestrado), 2001
- Esteves, F. A. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro, 2ª Edição Rio de Janeiro. Interciências. 602 p, 1998.
- Junk, W. J. Neotropical Floodplains: a Continental Wide View. In: Junk, W. J.; Ohly, J. J.; Piedade, M. T. F.; Soares, M. G. M. (eds.) *The Central Amazon Floodplain: Actual Use and Options for a Sustainable Management*. Lieden, Backhuys. p. 5-26, 2000.
- Köppen, G. W. Climatologia. Fundo de Cultura Econômica México. p 242-248.
- Mitsch, W. J. & Gosselink, W. J., *Wetlands*, New York, John Wiley, 2000, .920 p, 1948.
- Nogueira, Flávia & Couto, Eduardo G. Aplicação da Geoestatística para Amostragem em Planícies de inundação (no prelo) 147 p, 2000.
- Ricklefs, R. E. *The Economy of Nature*. W. H. m Freeman and Company, p. 41 42, 115 133, 1993.
- Silva, F. C; Eira, P. A; Vanraij, B; Silva, C. A; Abreu, C. A; Gianello, C; Pérez, D. V; Quaggio, J. A; Tedesco, M. J; Abreu, M. F. Análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: Silva, F. C., ed. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília, EMBRAPA. p. 75 169, 1999
- Tedesco, M. J., Volkweiss, S. L. & Bohnen, H. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre. Departamento de solos. Faculdade de Agronomia da U.F.R.G.S. p. 2789, 1985.
- Valverde, O. Fundamentos geográficos do planejamento rural do Município de Corumbá. R. Brás. De Geogr. 34/1:49/144, 1972.