



**JERUSA CRISTINA BAZZO**

**ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DO SOLO EM  
DIFERENTES UNIDADES DE VEGETAÇÃO DO  
PANTANAL DA NHECOLÂNDIA,  
MATO GROSSO DO SUL**

**LAVRAS - MG**

**2011**

**JERUSA CRISTINA BAZZO**

**ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DO SOLO EM DIFERENTES UNIDADES  
DE VEGETAÇÃO DO PANTANAL DA NHECOLÂNDIA,  
MATO GROSSO DO SUL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Ciência do Solo, área de concentração Recursos ambientais e uso da terra, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Marx Leandro Naves Silva

**LAVRAS - MG**

**2011**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Bazzo, Jerusa Cristina.

Atributos biológicos do solo em diferentes unidades de  
vegetação do Pantanal de Nhecolândia, Mato Grosso do Sul / Jerusa  
Cristina Bazzo. – Lavras : UFLA, 2011.

79 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Marx Leandro Naves Silva.

Bibliografia.

1. Respiração basal. 2. Biomassa microbiana. 3. Atividade  
microbiana. 4. Atividade enzimática. 5. Neossolo Quartzarênico. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.46

**JERUSA CRISTINA BAZZO**

**ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DO SOLO EM DIFERENTES UNIDADES  
DE VEGETAÇÃO DO PANTANAL DA NHECOLÂNDIA,  
MATO GROSSO DO SUL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Ciência do Solo, área de concentração Recursos ambientais e uso da terra, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 17 de fevereiro de 2011.

Dr. Cláudio Roberto Fonsêca Sousa Soares      UFSC

Dr. Evaldo Luis Cardoso                              Embrapa Pantanal

Dr. Marx Leandro Naves Silva  
Orientador

**LAVRAS - MG**

**2011**

### **AOS MEUS PAIS**

Nereu e Terezinha Bazzo, a vocês só tenho a agradecer, pois me deram o mais importante, a vida, e ensinaram-me a vivê-la com dignidade, e iluminaram os caminhos obscuros com afeto e dedicação para que eu os trilhasse sem medo. Hoje tudo que sou devo a vocês, e obrigada é pouco por tudo que fizeram por mim. Obrigada pelas preocupações e sei que muitas vezes fui (e ainda sou) causa de insônia e sei que por muitas vezes renunciaram aos seus sonhos, para que eu pudesse realizar o meu. Obrigada por serem meus pais. Amo Vocês!

### **DEDICO!**

Ao meu irmão Humberto Carlos Bazzo, pela ajuda, carinho, compreensão e companheirismo nos momentos difíceis.

Te Amo!

### **OFEREÇO!**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela constante proteção, a minha vida e de toda minha família.

Aos meus pais Nereu Bazzo e Terezinha Largo Bazzo ao meu irmão Humberto Carlos Bazzo, minha cunhada Vilma Bazzo e meus sobrinhos (a) Lucas Henrique e Vinicius Humberto, Marcos e Mikaelly pelo carinho e amor.

A minha querida tia Lúcia (in memóriam), saudades...

Às instituições que viabilizaram a realização deste trabalho: Embrapa Pantanal, Universidade Federal de Lavras (DCS) e Fapemig.

Ao meu orientador Marx Leandro Naves Silva, pela orientação e, sobretudo, confiança e convívio durante a realização do curso.

Aos meus coorientadores Cláudio Roberto Fonsêca Sousa Soares e Evaldo Luis Cardoso que compoem a banca examinadora, deram importantes contribuições para a confecção final da dissertação.

Aos meus amigos Diego Franca Freitas e Jesse Valentim dos Santos pela ajuda, grande contribuição, paciência, dedicação para comigo nos momentos em que mais precisei.

Aos amigos de Balneário Camboriú Robson Ribas, Rafaella, Helia, Adriana, Silvana, Silvia, Anderson pelo aprendizado e convivência.

A Barbara, Carla Eloize, Jeane, Maykom, Leandro, Gustavo pela amizade sincera, companheirismo, apoio nos momentos difíceis e pelos vários momentos de felicidades. Sentirei saudades e os levarei pra sempre em meu Coração.

Aos demais amigos que fiz em Lavras, Wesley, Gabriela, Mayesse, Anna, Betânia, Plínio, Andréia, Juliana Fernandes, Daniele, Carla Lara, Carla Renata, Nilmar, pela convivência.

Aos meus amigos (as): Emerson, Valdir, Maria José, Jaqueline, Lilian, Isabela, Cristina, Aline, Wandirlene, Giovana, Ferreira, Ciro (Graxa) mesmo distante se fizeram presente pela lembrança dos bons momentos vividos.

Aos alunos de iniciação Bernardo, Geraldo, Andrew, Jeane, Rodrigo e a todos os funcionários do Departamento de Ciência do Solo, especialmente ao Manoel pelo importante apoio na realização das análises.

Ao Professor Alfredo Scheid Lopes, pelos grandes conselhos e acima de tudo amizade.

Aos meus grandes e sinceros amigos (as) Dini, Luna, Amarelo e Lolita.

E a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram e participaram dessa etapa da minha vida e trabalho.

## RESUMO GERAL

O Pantanal é uma das maiores extensões úmidas contínuas do planeta, com ampla biodiversidade. A pecuária de corte é a principal atividade econômica da região, a busca pelo aumento da produtividade e maior competitividade dessa pecuária tem levado a desmatamentos das paisagens, comprometendo a sustentabilidade do Pantanal. Objetivou-se neste trabalho avaliar os atributos biológicos do solo em diferentes unidades de vegetação no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. O trabalho foi realizado em duas épocas de amostragem agosto/ 2009 e abril/2010 e dois estudos conduzidos na fazenda Nhumirim, sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul-Mato-Grossense. No primeiro estudo foram avaliados os atributos biológicos do solo de sete diferentes fitofisionomias: floresta semidecídua (FS), cerradão (CE), campo limpo com predominância de *Elyonurus muticus* (CLE), campo cerrado (CC), campo limpo com predominância de *Andropogon spp* (CLA), borda de baias (BB) e vazante/baixadas (VB). No segundo estudo os atributos biológicos do solo de três pastagens nativas situadas em diferentes gradientes na paisagem e submetidas ao pastejo contínuo e sem pastejo para os animais por 4 anos, pastagem sujeita a inundação sazonal, situada em posição mais baixa na paisagem e caracterizada pela predominância de *Hymenachne amplexicaulis* (H.a); pastagem sujeita à inundação ocasional, situada em posição topográfica ligeiramente superior a anterior e caracterizada pela predominância de *Axonopus purpusi* (A.p); pastagem livre de inundação, situada em posição topográfica ligeiramente superior a anterior e caracterizada pela predominância de *Mesosetum chasea* (M.c). Os atributos biológicos do solo foram determinados em amostras deformadas, coletadas na camada de 0-10 cm em todos os ambientes de estudo. Após a coleta do solo, efetuaram-se as análises carbono da biomassa (Cmic), respiração basal (RB), quociente metabólico ( $qCO_2$ ) e a razão C microbiano/ C orgânico (Cmic/Corg) e atividade das enzimas:  $\beta$ - glicosidase, uréase e fosfatase ácida. Os atributos microbiológicos variaram entre as diferentes fitofisionomias, sendo que a FS apresentou os maiores teores de Cmic e a atividade da enzima fosfatase ácida, não mostrou sensível as diferentes fitofisionomias. Para as diferentes pastagens, a biomassa microbiana foi maior nas áreas mais úmidas, devido maior disponibilidade Corg, e não diferiu entre as áreas pastejadas e vedadas, sendo que as épocas de amostragem influenciaram os atributos biológicos do solo em maior intensidade que o pastejo. Os atributos biológicos e a atividade da enzima  $\beta$ -glicosidase variaram entre as pastagens presentes no Pantanal da Nhecolândia, sendo que a fosfatase ácida e a urease não foram sensíveis das diferentes pastagens.

Palavras-chave: Respiração basal. Atividade microbiana. Atividade enzimática.

## GENERAL ABSTRACT

The Pantanal is one of the biggest continuous moisture extensions in the planet with wide biodiversity. Beef cattle are the main economic activity in the region. The search for rising in productivity and higher competitiveness of the cattle raising has led to landscape deforestation, compromising Pantanal's sustainability. This work aimed to evaluate biological attributes of soil in different vegetation unities in Pantanal of Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. The work was done during two sampling times, August/2009 and April/2011 and two studies were conducted in Nhumirim farm, sub-region of Nhecolândia, Pantanal, Sul-Mato-Gossense. In the first study, biological attributes of seven different phytophysionomies: semideciduous forest (FS), "cerradão" (CE), "campo limpo" with predominance of *Elyonurus muticus* (CLE), "campo cerrado" (CC), "campo limpo" with predominance of *Andropogon spp* (CLA), bay edges (BB) and ebb tides/lowlands (VB) were evaluated and in the second study soil biological attributes of three different pastures located at different gradients in landscape and subject to continuous grazing and without grazing for animals during 4 years; pasture subject to seasonal flooding, located in a lower position in the landscape and characterized for predominance of H.a; pasture subject of occasional flooding, located at a topographic position a little superior to the previous one and characterized for predominance of A.p; pasture free from flooding, located at a topographic position a little superior to the previous one and characterized for predominance of M.c. Soil biological attributes were determined in deformed samples, collected in the 0-10 cm layer in all environments considered. After soil collect, surface breathing, microbial biomass carbon and  $\beta$ - glycosidase, urease and acid phosphatase enzymatic activities were analyzed. Microbiological attributes varied between different phytophysionomies. FS presented the highest content of Cmic and acid phosphatase enzyme activity was not sensible to different phytophysionomies. For different pastures, microbial biomass was higher in areas of higher humidity due to higher availability of Corg and it did not differ between grazed and closed areas. The sampling seasons influenced the soil biological attributes in higher intensity than pasture. The biological attributes and glycosidase enzyme varied between pastures existent in Pantanal of Nhecolândia. Acid phosphatase and urease were not sensible to different pastures.

Keywords: Basal respiration. Microbial activity. Enzyme activity.

## LISTA DE FIGURAS

### **CAPÍTULO 2**

Figura 1	Totais pluviais e temperatura mensal e durante os dois anos hidrológicos de condução dos estudos, no Pantanal da Nhecolândia, MS.....	37
----------	---	----

### **CAPÍTULO 3**

Figura 1	Totais pluviais mensais e anuais durante os dois anos hidrológicos de condução dos estudos, no Pantanal da Nhecolândia, MS.....	61
----------	---	----

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

Tabela 1	Descrição das fitofisionomias ocorrentes na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul, MS.....	37
Tabela 2	Atributos químicos e físicos do solo nas diferentes fitofisionomias da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Matogrossense.....	38
Tabela 3	Carbono da biomassa microbiana (Cmic), respiração basal (RB), quociente metabólico ( $qCO_2$ ) e relação carbono microbiano e carbono orgânico (Cmic/ Corg) no solo em diferentes fitofisionomias do Pantanal da Nhecolândia .....	42
Tabela 4	Atividade enzimática $\beta$ - glicosidase, fosfatase ácida e urease no solo em diferentes fitofisionomias do Pantanal da Nhecolândia. ....	46

### CAPÍTULO 3

Tabela 1	Atributos químicos e físicos do solo nas diferentes fitofisionomias da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Matogrossense.....	64
Tabela 2	Carbono da biomassa microbiana (Cmic), respiração basal (RB), quociente metabólico ( $qCO_2$ ) e relação carbono microbiano e carbono orgânico (Cmic/Corg), para a sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Matogrossense.....	65
Tabela 3	Carbono da biomassa microbiana (Cmic), respiração basal (RB), quociente metabólico ( $qCO_2$ ) e relação carbono microbiano e carbono orgânico (Cmic/Corg), para a sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Matogrossense.....	68

Tabela 4	Atividade enzimática $\beta$ - glicosidase, fosfatase ácida e uréase em amostras de solo ambientes localizados na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Matogrossense.....	71
Tabela 5	Atividade enzimática $\beta$ - glicosidase, fosfatase ácida e uréase em amostras de solo ambientes localizados na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Matogrossense.....	72

## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	13
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
<b>2.1</b>	<b>Pantanal da Nhecolândia</b> .....	17
<b>2.2</b>	<b>Clima</b> .....	19
<b>2.3</b>	<b>Pastagens e criação de gado</b> .....	20
<b>2.4</b>	<b>Atributos biológicos do solo</b> .....	21
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	25
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	26
	<b>CAPÍTULO 2 Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes fitofisionomias no pantanal da Nhecolândia - MS</b> .....	31
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	33
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	36
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	41
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	49
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	50
	<b>CAPÍTULO 3 Avaliação dos atributos biológicos do solo em pastagem nativa no Pantanal da Nhecolândia, MS</b> .....	56
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	58
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	61
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	65
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	74
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	75

## CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL

### 1 INTRODUÇÃO

O Pantanal é reconhecido como uma das maiores extensões úmidas contínua do planeta e marcado por estações bem definidas de seca e cheia, fazendo deste um macroecossistema peculiar. No Brasil alcança uma área de aproximadamente de 140.000 km<sup>2</sup>, localizados no sul do Mato Grosso (35%) e no noroeste de Mato Grosso do Sul (65%), além de englobar o norte do Paraguai e leste da Bolívia. O Pantanal caracteriza-se como uma imensa planície sedimentar contínua, com baixas declividades de Leste para Oeste (30 a 50 cm km<sup>-1</sup>) e menores ainda do Norte para o Sul (3 a 15 cm km<sup>-1</sup>) (BRASIL, 1982). É integrante da Bacia do Rio Paraguai, com altitude variando entre 80 a 170 m, e precipitação média de 800 a 1200 mm e o comportamento hidrológico é influenciado por eventos climáticos locais e regionais (GODÓI FILHO, 1986), com inundações periódicas.

As inundações constituem um fenômeno ecológico limitado no espaço e no tempo, diferenciado quanto à intensidade, duração e profundidade (SANTOS, 2001), podendo ocorrer devido ao acúmulo de águas pluviais ou pelo aporte de água proveniente do planalto adjacente que é maximizada pelo lento escoamento superficial dos cursos d'água, que extravasam pela elevação do lençol freático (SILVA, 1986). Nesse regime de inundação periódica o hidromorfismo é a feição dominante, refletindo a drenagem deficiente e influenciando as características dos solos do Pantanal.

O período das chuvas no Pantanal ocorre de outubro a março e pode ocasionar inundações devido ao transbordamento dos corpos d'água. Ao norte do Pantanal ocorrem cheias durante o período de janeiro a março, atingindo o sul do Pantanal de abril a junho, cuja inundação máxima ocorre no início de fevereiro

na região norte e no final de junho, na região sul, dificultando o escoamento (HAMILTON; SIPPEL; MELACK, 1996). O ciclo de seca e inundação ou também chamado de pulso de inundação (JUNK; SILVA, 1999) é um dos fatores que regem a biodiversidade do Pantanal.

A maior parte do Pantanal é formada por solos hidromorficos (92%) refletindo uma drenagem deficiente e com tendência para inundações periódicas e prolongadas. Compõem ainda solos arenosos e as condições de fertilidade natural desses solos podem ser consideradas de média a baixa (SANTOS, 2001). Por sua posição central em relação à América do Sul, o intercâmbio entre elementos da Floresta Amazônica, Cerrado, Chaco, e Mata Atlântica favorecem a diversidade da fauna e flora do Pantanal (ADÂMOLI, 1995). A unidade fitogeográfica mais extensa no Pantanal é representada pelas Savanas ou Cerrados, abrangendo áreas do Pantanal Leste, Nordeste e Sudeste em direção ao Centro-Oeste. A Floresta Tropical Amazônica exerce influência nas unidades ao Norte e Noroeste do Pantanal, contemplando padrões de floresta decíduas e semidecíduas; a Sudeste recebe influência da Mata Atlântica e a Sudoeste ao Sul do Chaco (Savana Estépica), que vem do Leste boliviano e Noroeste paraguaio (ADÂMOLI, 1982). Portanto, a vegetação do Pantanal é bastante diversificada, sendo os mosaicos de diferentes formações vegetacionais ordenados pelos gradientes topográficos, destacando-se a mata, o cerradão e o cerrado em cordilheiras (cordões arenosos); o campo com gramíneas, campo com arbustos e o campo cerrado em cotas intermediárias; e as plantas aquáticas e palustres nas partes mais baixas e corpos d'água (POTT, 1988).

A principal atividade econômica do Pantanal é a criação extensiva de bovino de corte, sendo que esta apresenta índices zootécnicos relativamente baixos, decorrente principalmente da estacionalidade das pastagens nativas que constituem a alimentação básica dos bovinos (SANTOS et al., 2002). Com grande pressão política, econômica e social pela busca por aumento da

produtividade e maior competitividade da pecuária pantaneira têm ocorrido à introdução de tecnologias com impactos negativos sobre o ambiente, principalmente os desmatamentos para implantação de pastagens (JUNK; SILVA, 1999), queimadas sistemáticas das mesmas áreas e assoreamento dos rios. Este cenário tem despertado preocupação quanto à sustentabilidade dos agroecossistemas do Pantanal, tendo em vista que essas ações, de maneira geral, são conduzidas sem considerar as características peculiares dos distintos ambientes que compõem a paisagem e, invariavelmente, concorrem para o desequilíbrio ambiental, e nem sempre resultam em aumentos de produtividade (CARDOSO et al., 2003). Considerado um ecossistema frágil, as agressões que o Pantanal vem sofrendo afetam também os rios e solos da região, através do assoreamento de suas margens em decorrência, principalmente, da expansão das fronteiras agrícolas.

A contaminação das águas e dos solos do Pantanal por resíduos agroquímicos promovem alterações significativas na vida animal e vegetal, interferindo nos ciclos reprodutivos. Os principais rios que percorrem a planície têm sido constantemente preenchidos por cargas consideráveis de sedimentos descarregados pelo planalto, ocasionando sérios problemas de assoreamento que, constantemente, se traduzem em alterações nas dinâmicas de enchentes-vazantes, afetando substancialmente os ecossistemas pantaneiros (BANDUCCI JÚNIOR, 1995).

Neste bioma de grande fragilidade e marcado pelo regime de inundação periódica, ocorrem interações entre os fatores bióticos e abióticos que resultam em grande heterogeneidade de paisagens dentro da planície, contribuindo localmente para a existência de diversos pantanais, definidos como onze sub-bacias hidrográficas ou sub-regiões (SILVA; ABDON, 1998). Nesta divisão foram consideradas as diferenças em termos de material de origem, tipo de solo, drenagem, altimetria e vegetação associados às bacias hidrográficas,

possibilitando diagnosticar onze sub-regiões, tais como: Corixo Grande-Jauru-Paraguai (Pantanal de Cáceres); Cuiabá–Bento Gomes-Paraguaizinho (Pantanal de Poconé); Itiquira-São Lourenço-Cuiabá (Pantanal de Barão de Melgaço); Taquari (Pantanal do Paiaguás e Pantanal de Nhecolândia); Negro (Pantanal do Abobral); Miranda-Aquidauana (Pantanal do Miranda e Pantanal de Aquidauana); Nabileque (Pantanal do Nabileque); Jacadigo e de Paiaguás (Pantanal do Paiaguás); e a confluência do rio Nabileque com o Paraguai (Pantanal de Porto Murtinho) (SOUZA; SOUSA; LANI, 2006).

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Pantanal da Nhecolândia**

Dentre estas sub-regiões, destaca-se a Nhecolândia, que ocupa a segunda maior área e está localizada na porção centro-meridional do Pantanal, pois os fatores bióticos (fauna e flora) e abióticos (solo, clima, hidrologia e limnosidade) são característicos dessa região, e por suas peculiaridades, muitas vezes, deixam de ocorrer espécies típicas de outras regiões pantaneiras (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 1997).

A sub-região da Nhecolândia possui área de aproximadamente 26.000 km<sup>2</sup> e é constituída por sedimentos quaternários de constituição essencialmente arenosa, resultado dos depósitos aluvionares à margem esquerda do rio Taquari. A sua paisagem é composta de um mosaico com diversos aspectos de vegetação, compreendendo campos inundáveis, cerrados, cerradões e florestas entremeadas a lagoas permanentes (baías), limitadas por cordilheiras e interligadas através de vazantes, e em alguns locais aparecem baías semipermanentes as salinas (POTT, 1988; SILVA, 1986).

Brasil (1982) descreve que o Pantanal da Nhecolândia é caracterizado como uma ampla planície fluviolacustre, de inundações fraca a mediana, vinculada a cursos fluviais intermitentes e defluentes do rio Taquari, os quais apresentam canais e leitos anastomosados; e grande quantidade de lagoas de água doce e salgada.

Conforme Rodela (2006), a região, de forma singular, comporta uma grande quantidade de feições morfológicas e hidrológicas que possuem terminologia regional muito sugestiva:

- a) Cordilheiras: pequenas elevações convexas do terreno, contínuas e com largura variável de até 80 metros com aspecto de cordões arenosos, em média com 2 a 5 metros acima das áreas envoltórias (CUNHA, 1980); são áreas atingidas pelas cheias apenas excepcionalmente. São formas positivas de relevo, de conformação convexa, raramente plana, geralmente estreita e alongada, com aspecto de cordões arenosos (contínuos e sinuosos) de largura variável. São recobertas pelos cerradões e matas estacionais semidecíduas;
- b) Vazantes: amplas extensões deprimidas e alongadas entre cordilheiras, apresentando trechos com água e sem água, conectando baías contíguas. Na época das enchentes servem de escoadouro entre baías, adquirindo caráter intermitente, porém sem continuidade. Constata-se no campo, em época de seca, que muitos trechos de vazantes podem ter caráter perene, apresentando campo úmido, o que estaria ligado, provavelmente, à proximidade do freático;
- c) Corixos: pequenos cursos d'água intermitentes, similares às vazantes, que podem ter maior incisão no sentido linear, originando canais estreitos e mais profundos que as vazantes;
- d) Baías: áreas deprimidas com água doce, circundadas por campos que, quando secam durante a estiagem, formam barreiros; possuem formas circulares, semicirculares ou irregulares, de dezenas a centenas de metros;
- e) Salinas são áreas deprimidas circulares ou ovaladas no interior das cordilheiras que se apresentam sempre com água com elevado teor de sais, sobretudo sódio, o que lhes confere a qualidade alcalina, com pH frequentemente igual ou superior a 9,5. Somente em períodos excepcionais de secas essas salinas perdem suas águas; por

outro lado, elas não recebem água de superfície, pois estão protegidas pelas cordilheiras. São circundadas por praias e/ou campos limpos e/ou carandazais.

## 2.2 Clima

No Pantanal da Nhecolândia o clima pode ser classificado como tropical sub-úmido ou Aw de Köppen, além de quente, possui habitualmente estações contrastantes ao longo do ano, caracterizadas principalmente por estações de chuva (mais de 165 mm/mês), concentradas no verão, de seca (menos de 40 mm/mês), e ocorrendo meses de precipitação em quantidades intermediárias (40 a 85 mm/mês) (RODELA, 2006).

A precipitação pluviométrica anual oscila entre 1000 e 1400 mm, com cerca de 80% das chuvas concentradas no verão, principalmente em dezembro e janeiro. A evaporação é alta, superando a precipitação pluviométrica nos meses de seca (ALLEM; VALLS, 1987). A cada cinco anos, em 80% das vezes esperam-se chuvas anuais máximas, isto é, mais de 1200 a 1500 mm/ano. A umidade do ar apresenta-se acima de 76% entre dezembro e junho, sendo que os menores valores são encontrados no final do inverno (setembro-outubro), nunca menores que 62% (BACANI, 2007).

As temperaturas do ar médias mensais oscilam entre 19,9°C (julho) e 27,4°C (dezembro), exceto por eventuais frentes frias vindas do sul, que podem provocar quedas abruptas nas temperaturas; a umidade relativa do ar se mantém acima de 76% (TARIFA, 1986). As temperaturas do ar médias anuais são ainda mais quentes, de 26°C (com médias mensais de 18°C a 28°C), podendo ocorrer geadas esporadicamente. A altitude da sub-região varia de 100 a 120 m (RODELA, 2006).

### 2.3 Pastagens e criação de gado

A sub-região da Nhecolândia é considerada uma das mais expressivas regiões criatórias de gado do Brasil, as pastagens nativas constituem a base alimentar para herbívoros silvestres e também para os animais domésticos voltados para produção pecuária, principalmente, bovinos e eqüinos. O uso espacial e temporal dessas unidades de vegetação por bovinos é influenciado pelas condições ambientais, especialmente precipitação pluviométrica (SANTOS, 2001). As gramíneas palatáveis encontram-se em cotas mais baixas do relevo, em áreas alagáveis, ocorrendo escassez do alimento em condições de cheia extrema e a rebrota dessas forrageiras só acontece depois das águas baixarem nos meses de maio e julho (SANTOS; CRISPIM; COMASTRI FILHO, 2005; SANTOS; SILVA; MAURO, 1993).

A produtividade animal na sub-região da Nhecolândia é considerada baixa, isto é, a região é limitada em seu aproveitamento pecuário devido à baixa fertilidade dos solos (MAZZA et al., 1990); à estacionalidade das pastagens nativas (SANTOS, 2001; SANTOS; SILVA; MAURO, 1993) e à falta de estratégias de manejo sustentável das pastagens nativas (manejo adaptativo) (SANTOS, 2001; SANTOS; CRISPIM; COMASTRI FILHO, 2005) e segundo Pott (1988) à baixa taxa de natalidade, deficiências nutricionais dos solos e à flutuação do lençol freático.

O rebanho apresenta crescimento descontínuo, com ganhos e perdas de pesos condicionados diretamente aos efeitos que as inundações exercem sobre a região, pois as plantas forrageiras encontram-se principalmente nas cotas mais baixas do relevo, portanto em várzeas alagáveis, ocorrendo escassez de forragens pelo recobrimento das pastagens pelas águas na estação das chuvas/cheias e rebrota das forrageiras após o abaixamento das águas, principalmente entre os meses de maio a julho (ALLEM; VALLS, 1987).

## 2.4 Atributos biológicos do solo

A avaliação de atributos da microbiota edáfica tem recebido atenção nos últimos anos, destacando o importante papel desempenhado pelos microrganismos nos ecossistemas terrestres, onde estes controlam a disponibilidade de nutrientes e exercem importante papel na decomposição de resíduos de plantas, na ciclagem dos nutrientes, na estruturação do solo, na fixação biológica de nitrogênio, influenciando direta e indiretamente o crescimento das plantas e a manutenção dos ecossistemas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Dentre os indicadores da qualidade do solo, diversos atributos biológicos têm sido utilizados por apresentarem rápida resposta a alteração sofrida pelo meio ambiente, sendo que a biomassa microbiana, respiração basal e quociente metabólico, relação carbono microbiano e carbono orgânico e atividades enzimáticas são os indicadores biológicos mais utilizados (RENELLA et al., 2005; VÁSQUEZ-MURRIETA et al., 2006).

A biomassa microbiana representa uma fonte lábil de nutrientes, principalmente nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S), e é responsável pela quase totalidade da atividade biológica do solo, tornando-se assim um indicador sensível a mudanças neste ecossistema, onde os menores valores são geralmente encontrados em áreas com escassa vegetação em comparação com áreas bem preservadas e com vegetação natural (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). A biomassa microbiana desempenha fundamental papel na transformação da matéria orgânica, nos ciclos globais e no fluxo de energia, interagindo com partículas do solo e participando de processos biológicos e bioquímicos essenciais para garantir a sustentação dos ecossistemas, e utilizada na determinação do grau de perturbação e recuperação do sistema solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A relação entre o carbono da biomassa microbiana e o carbono orgânico do solo está relacionada com adições e transformações da matéria orgânica, assim como a eficiência de conversão do carbono desta em carbono microbiano (SPARLING, 1992). A atividade heterotrófica da biomassa pode ser avaliada pela liberação de CO<sub>2</sub> em amostras coletadas no campo, sendo a quantidade de carbono liberado indicativo do carbono lábil ou prontamente metabolizável do solo (DORAN; PARKIN, 1994), desta forma, pode-se monitorar a dinâmica da matéria orgânica do solo utilizando-se esta relação.

O quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>), expressa a relação entre quantidade de CO<sub>2</sub> produzido por unidade de carbono da biomassa microbiana por unidade de tempo e permite a identificação dos solos que contêm biomassa mais eficiente na utilização de carbono/energia (menor qCO<sub>2</sub>), os quais refletem ambientes com menor grau de distúrbio ou estresse (ANDERSON; DOMSCH, 1993). Sparling (1992) cita que as mudanças no quociente metabólico refletem o padrão de matéria orgânica no solo, a eficiência da conversão do C microbiano, as perdas do C do solo e a estabilização do C orgânico pela fração mineral do solo. Dessa forma, seu valor pode indicar se ocorre acúmulo ou perda de carbono no solo (ANDERSON; DOMSCH, 1989; INSAM, 1990).

Respiração basal é um indicador sensível da decomposição de resíduos, do giro metabólico do carbono orgânico do solo e de distúrbios no ecossistema (PAUL et al., 1999). É um dos parâmetros mais antigos utilizados na quantificação da atividade metabólica nos solos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Assim como outras atividades metabólicas, é dependente do estágio fisiológico da célula, além de ser influenciada por diversos fatores no solo, como, umidade, temperatura, estrutura do solo e disponibilidade de nutrientes entre outros (RENELLA et al., 2005).

As enzimas são consideradas indicadores de qualidade do solo por serem sensíveis a mudanças no solo, e sua atividade específica ou global indicam o

“estado de atividade” biológica do solo e, assim, sua funcionalidade no ecossistema. As enzimas participam dos ciclos dos elementos no solo e, como são sintetizadas, principalmente pelos microrganismos que nelas vivem as condições que inibem ou limitam a atividade microbiana, como a presença de elementos-traço ou componentes tóxicos no solo, também inibem ou limitam a atividade enzimática. Dentre as diferentes enzimas do solo a  $\beta$ -glicosidase, uréase e fosfatases ácida, têm sido as mais estudadas (KANDELER; KAMPICHLER; HORAK, 1996; RENELLA et al., 2005).

A atividade da  $\beta$ -glicosidase, segundo Eivazi e Tabatabai (1988), correlaciona-se significativamente com a matéria orgânica do solo, sendo que esta enzima atua tanto na hidrólise da celobiose como também de oligossacarídeos, liberando glicose que servirá como fonte de energia para os microrganismos. As alterações ambientais reduzem acentuadamente sua atividade o que pode retardar ou mesmo comprometer o processo de reabilitação de áreas desequilibradas.

Para Diack (1997), a uréase está no grupo das enzimas que agem na ligação C-N da uréia e atuam no processo de mineralização do nitrogênio do solo resultante da degradação de compostos orgânicos, contendo este elemento. Por este motivo estas enzimas desempenham papel significativo no ciclo do nitrogênio, e são responsáveis pela transformação do N orgânico presente no tecido vegetal para formas inorgânicas simples.

Para a transformação do nitrogênio orgânico em mineral o primeiro passo é a amonificação, considerado limitante no processo de mineralização. Dentre as formas de nitrogênio orgânico encontradas está a uréia, forma natural depositada ao solo principalmente por excreções de animais. Pelo processo de amonificação, a uréia é convertida, com o auxílio da urease, em amônio que, conforme as condições ambientais podem ser imobilizadas pelos microrganismos (bactérias, fungos e actinobacterias), ou absorvido pelos

vegetais ou, ainda, ser adsorvido pelos minerais de argila (VICTÓRIA; PICCOLO; VARGAS, 1992).

A enzima fosfatase ácida participa do ciclo do P e promove a liberação do P na forma iônica, que será utilizado pelas plantas e microrganismos. Esta enzima catalisa a hidrólise dos ésteres de fosfato e apresenta larga especificidade relativa, capaz de agir com um grande número de diferentes substratos, mas com taxas (velocidades) diferentes (EIVAZI; TABATABAI, 1990). A fosfatase ácida é mais expressiva em ambientes de baixos teores de P no solo ou naqueles ambientes em que a presença de fósforo inorgânico é mais acentuada que a do fósforo orgânico (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Essa enzima é liberada tanto pelas raízes das plantas quanto pelos microrganismos, no entanto, as de origem microbiana são as que predominam nos solos. Elas são induzíveis e, portanto, são sintetizadas, predominantemente em condições de baixa disponibilidade de fósforo no solo (SCHINNER et al., 1996).

Embora os efeitos benéficos da presença de vegetação sobre a comunidade microbiana, bem como sua grande influência sobre os atributos bioquímicos do solo, tenham sido bem documentados, há carência de informações dessas comunidades microbianas, em agroecossistemas como o Pantanal.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O manejo sustentável de sistemas complexos, como o Pantanal da Nhecolândia, é extremamente difícil e constitui o principal desafio para cientistas, técnicos e proprietários rurais. As estratégias de manejo não devem ser estabelecidas de forma unilateral, torna-se necessário entender todo o processo, como as interações entre componentes bióticos e abióticos, e o papel de cada um no ecossistema como um todo, tal manejo deve basear-se nos requerimentos das espécies nativas de fauna e flora, integrados com os requerimentos dos animais exóticos e as necessidades do homem, de forma a preservar a qualidade do solo e manter a sustentabilidade do sistema.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os atributos biológicos do solo em diferentes unidades de vegetação no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, visando contribuir para a caracterização dos ecossistemas do Pantanal e sua conservação. Como objetivos específicos destacam-se: i) avaliar as alterações dos atributos biológicos do solo em pastagens nativas situadas em distintos gradientes na paisagem e submetidas ao pastejo contínuo e sem pastejo por quatro anos; ii) avaliar as alterações dos atributos biológicos do solo em sete diferentes fitofisionomias.

## REFERÊNCIAS

ADÂMOLI, J. **Diagnóstico do Pantanal**: características ecológicas e problemas ambientais. Brasília: Programa Nacional do Meio Ambiente, 1995. 50 p.

ADÂMOLI, J. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados: discussão sobre o conceito “Complexo do Pantanal”. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 32., 1981, Teresina. **Anais...** Teresina: Sociedade Botânica do Brasil, 1982. p. 109-119.

ALLEM, A. C.; VALLS, J. F. M. **Recursos forrageiros nativos do Pantanal**. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1987. 339 p. (EMBRAPA-CENARGEN. Documentos, 8).

ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient ( $qCO_2$ ) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 25, n. 3, p. 393-395, Mar. 1993.

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 21, n. 4, p. 471-479, 1989.

BACANI, V. M. **Sensoriamento remoto aplicado à análise evolutiva do uso e ocupação do solo no Pantanal da Nhecolândia (MS)**: o exemplo da fazenda Firme. 2007. 160 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2007.

BANDUCCI JÚNIOR, A. **Sociedade e natureza no pensamento pantaneiro**: representação de mundo e o sobrenatural entre os peões das fazendas de gado na “Nhecolândia” (Corumbá-MS). 1995. 200 p. Dissertação (Mestrado em Antropologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro, 1982. 452 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 27).

CARDOSO, E. L. et al. Efeitos da queima na dinâmica da biomassa da biomassa aérea de um campo nativo no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 747-752, jun. 2003.

CUNHA, N. G. **Considerações sobre os solos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-Grossense, Corumbá, MS**. Corumbá: EMBRAPA-UEPAE, 1980. 45 p. (EMBRAPA-UEPAE. Circular técnica, 1).

DIACK, M. **Relationships between soil biological and chemical characteristics and surface soil structural properties for use in soil quality**. 1997. 221 p. Dissertation (Master in Soil Science) - Purdue University, West Lafayette, 1997.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W. et al. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 3-21. (SSSA Special publication, 35).

EIVAZI, F.; TABATABAI, M. A. Factors affecting glucosidase and galactosidase and activities in soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 22, n. 7, p. 891-897, 1990.

EIVAZI, F.; TABATABAI, M. A. Glucosidases and galactosidases in soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 20, n. 5, p. 601-606, Sept. 1988.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

GODÓI FILHO, J. D. Aspectos geológicos do Pantanal Mato-Grossense e de sua área de influência. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 1984, Corumbá. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p. 63-76. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 5).

HAMILTON, S. K.; SIPPEL, S. J.; MELACK, J. M. Inundation patterns in the Pantanal wetland of South America determined from passive microwave remote sensing. **Archiv fur Hydrobiologie**, Helgoland, v. 137, n. 1, p. 1-23, July 1996.

INSAM, H. Are the soil microbial biomass and basal respiration governed by the climatic regime? **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 22, n. 4, p. 525-532, July 1990.

JUNK, W. J.; SILVA, C. J. O conceito do pulso de inundação e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS, 2., 1996, Corumbá. **Anais...** Brasília: SPI, 1999. p. 17-28.

KANDELER, E.; KAMPICHLER, C.; HORAK, O. Influence of heavy metals on the functional diversity of soil microbial communities. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 23, n. 3, p. 299-306, Oct. 1996.

MAZZA, C. A. S. et al. **Composição botânica da dieta de bubalinos na Nhecolândia, Pantanal Sul-Mato-Grossense**. Brasília. EMBRAPA-CENARGEN, 1990. 7 p. (EMBRAPA-CENARGEN. Comunicado técnico, 9).

MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.

PAUL, E. A. et al. Evolution of CO<sub>2</sub> and carbon dynamics in biologically managed, row-crop agroecosystems. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 11, n. 1/3, p. 53-65, Jan. 1999.

POTT, A. **Pastagens no Pantanal**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1988. 58 p. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 7).

RENELLA, G. et al. Microbial activity and hydrolase synthesis in long-term Cd-contaminated soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 37, n. 1, p. 133-139, Jan. 2005.

RODELA, L. G. **Unidades de vegetação e pastagens nativas do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul**. 2006. 222 p. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SANTOS, S. A. **Caracterização dos recursos forrageiros nativos da subregião da Nhecolândia, Pantanal, Mato-Grosso do Sul, Brasil**. 2001. 190 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

SANTOS, S. A.; CRISPIM, S. M. A.; COMASTRI FILHO, J. A. Pastagens no ecossistema Pantanal: Manejo, conservação e monitoramento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedades Brasileiras de Zootecnia, 2005. p. 23-35.

SANTOS, S. A. et al. Composição botânica da dieta de bovinos em pastagem nativa na sub-região da Nhecolândia, Pantanal. **Revista Brasileira Zootecnia**, Piracicaba, v. 31, n. 4, p. 1648-1662, jul./ago. 2002.

SANTOS, S. A.; SILVA, M. P.; MAURO, R. A. **Preferência alimentar e uso do habitat do cavalo pantaneiro na Nhecolândia, Pantanal Sul-Mato-Grossense**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1993. 16 p. (EMBRAPA-CPAP. Comunicado técnico, 11).

SCHINNER, F. et al. (Ed.). Indirect estimation of microbial biomass. In: \_\_\_\_\_. **Methods in soil biology**. Heidelberg: Springer Verlag, 1996. p. 47-75.

SILVA, J. dos S.V.; ABDON, M. dos M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 10, p. 1703-1711, out. 1998. Edição especial.

SILVA, T. C. da. Contribuição da geomorfologia para o conhecimento e valorização do Pantanal. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 1984, Corumbá. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p. 77-90. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 5).

SOUZA, C. A.; SOUSA, J. B.; LANI, J. L. Origem e evolução do Pantanal Mato-grossense. In: SIMPOSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2006.  
Disponível em:  
<<http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/sinageo/aut/articles/132.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2011.

SPARLING, G. P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 30, n. 2, p. 195-207, 1992.

TARIFA, J. R. O sistema climático do Pantanal: da compreensão do sistema à definição de prioridades de pesquisa climatológica. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICO DO PANTANAL, 1., 1986, Corumbá. **Anais...** Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 1986. p. 9-27.

VÁSQUEZ-MURRIETA, M. S. et al. C and N mineralization and microbial biomass in heavy-metal contaminated soil. **European Journal of Soil Biology**, Montrouge, v. 42, n. 2, p. 89-98, Apr./June 2006.

VICTÓRIA, R. L.; PICCOLO, M. C.; VARGAS, A. A. T. O. Ciclo do nitrogênio. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. cap. 8, p. 105-121.

**CAPÍTULO 2 Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes fitofisionomias no pantanal da Nhecolândia - MS**

**RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes fitofisionomias do Pantanal da Nhecolândia sobre a biomassa e atividade microbiana do solo. Foram coletadas amostras de solo, na camada de 0-10 cm, com quatro repetições, em fitofisionomias sujeitas a distintos regimes de inundação: livres de inundação- floresta semidecídua (FS) e cerrado (CE); sujeitos a inundação ocasional – campo limpo com predominância de *Elyonurus muticus* (CLE) e campo cerrado (CC); sujeitos a inundação sazonal - campo limpo com predominância de *Andropogon spp* (CLA), borda de baias (BB) e vazante/baixadas (VB). Foram analisados o carbono da biomassa microbiana (Cmic), relação carbono microbiano e carbono orgânico (Cmic/Corg), respiração basal (RB), quociente metabólico ( $qCO_2$ ) e atividades das enzimas  $\beta$ -glicosidase, fosfatase ácida e urease. Os atributos microbiológicos variaram entre as diferentes fitofisionomias, sendo que a FS apresentou os maiores teores de Cmic. A atividade da enzima fosfatase ácida, não se mostrou sensível as diferentes coberturas vegetais.

Palavras-chave: Carbono microbiano. Quociente metabólico. Quociente microbiano. Respiração basal. Atividade enzimática.

### ABSTRACT

This work aimed to evaluate the influence of different phytophysiognomies of Pantanal of Nhecolândia on biomass and soil microbial activity. Soil samples were collected in the 0-10 cm layer, with four replicates, in phytophysiognomies subject to different flooding regimes: free from flooding – semideciduous forest (FS) and “cerradão” (CE); subject to occasional flooding – “campo limpo” with predominance of *Elyonurus muticus* (CLE) and “campo cerrado” (CC); subject to seasonal flooding – “campo limpo” with predominance of *Andropogon spp* (CLA), bay edge (BB) and ebb tides/lowlands (VB). Microbial biomass carbon (Cmic), microbial carbon to organic carbon relation (Cmic/Corg), surface breathing (RB), metabolic quotient (qCO<sub>2</sub>) and activities of β-glycosidase, acid phosphatase and urease enzymes were analyzed. Microbiological attributes varied between different phytophysiognomies. FS presented the highest Cmic contents. The activity of acid phosphatase enzyme was not sensible to different vegetal covering.

Keywords: Microbial carbon. Metabolic quotient. Microbial quotient. Surface breathing. Enzymatic activity.

## 1 INTRODUÇÃO

O bioma Pantanal, reconhecido como a maior extensão úmida contínua do planeta (proximadamente 140.000 Km<sup>2</sup>), recebe influência dos elementos da Floresta Amazônica, Chaco, Mata Atlântica e Cerrado (ADÁMOLI, 1995), por sua posição central em relação à América do Sul. Devido a sua diversidade ambiental é reconhecida a existência de diversos pantanais, atualmente definidos em onze sub-regiões (SILVA; ABDON, 1998). A sub-região da Nhecolândia, localizada na porção centro-meridional do Pantanal, com aproximadamente 26.000 km<sup>2</sup>, destaca-se das demais por sua paisagem composta por formações vegetais de aspectos diversos, que compreendem campos inundáveis, cerrados, cerradões e florestas, entremeadas a um complexo sistema de lagoas permanentes ou semipermanentes, localmente denominadas “baías” (água doce) e “salinas” (água salobra).

Nesse ambiente, marcado pela elevada fragilidade ambiental e reconhecido em nível mundial como de grande importância para a manutenção da biodiversidade, a pecuária de corte, conduzida por mais de duzentos anos, tem sido a principal atividade econômica, porém seus índices zootécnicos são relativamente baixos, sendo uma das principais causas a subnutrição, decorrente da estacionalidade das pastagens nativas. A busca por aumentos de produtividade da pecuária pantaneira tem despertado preocupação quanto à sustentabilidade dos agroecossistemas do Pantanal, pois ações, de maneira geral, são conduzidas sem considerarem as características peculiares dos distintos ambientes que compõem a paisagem e, invariavelmente, tendem a contribuir para o desequilíbrio ambiental, e nem sempre resultam em aumentos de produtividade (CARDOSO et al., 2009).

Como a microbiota do solo é a principal responsável pela decomposição dos compostos orgânicos, pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia do solo, a biomassa microbiana e sua atividade têm sido apontadas como as

características mais sensíveis às alterações na qualidade do solo, causadas por mudanças de uso e práticas de manejo (TRANNIN; SIQUEIRA; MOREIRA, 2007). Gama-Rodrigues e Gama-Rodrigues (2008) relatam que a biomassa microbiana pode ser enquadrada como compartimento central do ciclo do C e representa considerável reservatório de nutrientes nos solos, sendo atributo fundamental para o estudo de ciclagem de nutrientes, em diferentes ecossistemas. A razão carbono microbiano e carbono orgânico indica a qualidade da matéria orgânica (WARDLE, 1994) e pode ser utilizado para monitorar a dinâmica da matéria orgânica (SPARLING, 1992).

A respiração basal, segundo Gama-Rodrigues et al. (2005), pode ser avaliada pela produção de C-CO<sub>2</sub>, sendo a quantidade de carbono liberado indicativa do C lábil ou prontamente metabolizável do solo. Entretanto, a interpretação dos resultados da atividade biológica deve ser realizada com cautela, uma vez que elevados valores de respiração nem sempre indicam condições desejáveis, ou seja, uma alta taxa de respiração pode significar, em curto prazo, liberação de nutrientes para as plantas e, em longo prazo, perda de carbono orgânico do solo para a atmosfera (PARKIN; DORAN; FRANCO-VIZCAÍNO, 1996). A determinação do quociente metabólico ( $qCO_2$ ) permite a identificação dos solos que contêm biomassa mais eficiente na utilização de carbono/energia (menor  $qCO_2$ ), os quais refletem ambientes com menor grau de distúrbio ou estresse (ANDERSON; DOMSCH, 1993).

Para Burns (1983), dentre as enzimas do solo, as pertencentes às hidrolases, como a  $\beta$ -glicosidase, a fosfatase e a urease, são as mais importantes, pois catalisam a quebra de substratos em compostos orgânicos de menor peso molecular, facilitando sua mineralização. Tabatabai (1994) relata que a atividade enzimática do solo é influenciada por condições edáficas e climáticas, como pH do solo, umidade, presença ou ausência de cobertura vegetal, temperatura entre outras.

Assim, por serem os atributos biológicos do solo indicadores sensíveis, estes podem ser utilizados no monitoramento de alterações ambientais, sendo ferramentas para orientar o planejamento e a avaliação das práticas de manejo, visando à sustentabilidade do solo (DORAN; PARKIN, 1996). Nesse contexto, o presente trabalho objetivou avaliar a influência de diferentes fitofisionomias do Pantanal da Nhecolândia sobre a biomassa e atividade microbiana do solo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Fazenda Nhumirim, área experimental da Embrapa Pantanal. A área total da fazenda corresponde a aproximadamente 4.300 ha e está localizada na latitude 18° 59'06" e 19° 00'06"S e longitude 56° 39'40" e 55°40'40" W, sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul-Matogrossense. O clima da região é classificado como tropical subúmido (Aw, Köppen), com inverno seco e chuvas no verão. A precipitação pluviométrica e a temperatura durante o período de estudo são representadas na Figura 1.

A área de estudo é denominada de 'Pantanal alto', pois corresponde às áreas que sofrem inundação, principalmente de origem pluvial. As diferentes fitofisionomias avaliadas são características da sub-região da Nhecolândia e foram classificadas com base nos estudos de Comastri Filho (1984), Pott (1988) e caracterizadas por Santos et al. (2002), conforme descrição na Tabela 1.

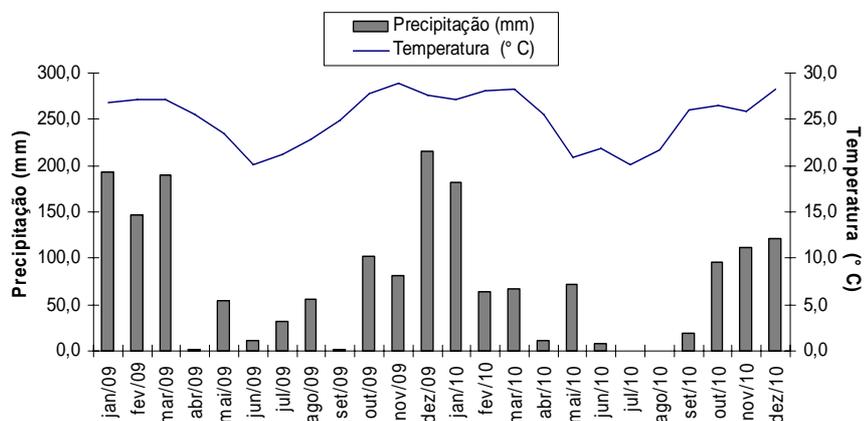


Figura 1 Totais pluviais e temperatura mensal e durante os dois anos hidrológicos de condução dos estudos, no Pantanal da Nhecolândia, MS

Tabela 1 Descrição das fitofisionomias ocorrentes na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul, MS

Fitofisionomias	Caracterização
FS – floresta semidecídua (“mata”)	Área não inundável – com poucas espécies forrageiras no seu interior, com predominância da palmeira acuri ( <i>Scheelea phalerata</i> ). Nas bordas, ocorre uma diversidade de espécies Como <i>Arrabidaea</i> sp, <i>Cercropia pachystachya</i> e <i>Smilax fluminensis</i> .
CE – savana florestada (“cerradão”)	Área não inundável – vegetação xeromorfa sobre cordões arenosos (antigos diques fluviais), cuja composição florística é bastante heterogênea, destacando-se as espécies <i>Scheelea phalerata</i> , <i>Diospyros hispida</i> , <i>Annona dióica</i> .
CC – savana arboreal (“campos cerrados”)	Área sujeita à inundação ocasional (somente em grandes cheias) – zona transicional entre cerrado e campo limpo, de formação natural ou antropizada. As espécies são esparsamente distribuídas sobre um estrato herbáceo ( <i>Mesosetum chaseae</i> e <i>Axonopus purpusii</i> , etc.), entremeadado de plantas lenhosas ( <i>Byrsonima orbyghiana</i> , <i>Curatella americana</i> e <i>Annona dióica</i> , etc.)

“Tabela 1, conclusão”

Fitofisionomias	Caracterização
CLE – savana gramíneo-lenhosa (“caronal”)	Área sujeita à inundação ocasional – �rea de campo com predominância de capim carona ( <i>Elyonurus muticus</i> ).
CLA – savana gramínea-lenhosa (“campo limpo”)	�rea sujeita à inundação periódica – situada em mesorelevo um pouco mais baixo que o anterior, com predominância de <i>Axonopus purpusii</i> e <i>Andropogon</i> spp.
BB – borda de Lagoas permanentes	área sujeita à inundação periódica – varia de acordo com a precipitação e o nível da inundação. Predominam espécies como <i>Hymenachne amplexicaulis</i> , <i>Leersia hexandra</i> , <i>Panicum laxum</i> e várias ciperáceas como <i>Eleocharis mínima</i> .
VB – “vazantes” e “baixadas”	área sujeita à inundação periódica – “vazantes” são vias de drenagem não seccionadas, formando extensas áreas periodicamente inundadas, enquanto “baixadas” referem-se aos pequenos desníveis do mesorelevo. Nestas áreas, ocorrem gramíneas hidrófilas como <i>Panicum laxum</i> , <i>Setaria geniculata</i> e várias ciperáceas como <i>Rhynchospora trispicata</i> .

Fonte: Santos (2001)

Tabela 2 Atributos químicos e físicos do solo nas diferentes fitofisionomias da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Matogrossense.

Fitofisionomias	Atributos Químicos												Atributos Físicos						
	Ph		P		K <sup>+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>		Al <sup>3+</sup>		Corg		Umidade		Areia	Silte	Argila
	H <sub>2</sub> O		mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		g kg <sup>-1</sup>		g kg <sup>-1</sup>	%		g kg <sup>-1</sup>			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			
FS	5,8	5,9	34	21,0	131	107	2,8	3,1	1,0	0,7	0,4	0,4	0,1	0,1	7,5	6,5	860	90,0	50,0
CE	4,8	5,3	5,8	4,5	44	23	0,2	0,2	0,1	0,1	0,4	0,3	14	6,0	4,4	3,6	920	50,0	30,0
CC	4,8	5,3	5,8	4,5	44	23	0,2	0,2	0,1	0,1	0,4	0,3	14	6,0	4,4	3,6	940	10,0	50,0
CLE	4,8	5,4	3,7	3,9	34	23	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	13	14	5,5	5,1	3,0	910	40,0	50,0

Excluido: ¶

“Tabela 2, conclusão”

Fitofisionomias	Atributos Químicos												Atributos Físicos						
	Ph		P		K <sup>+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>		Al <sup>3+</sup>		Corg		Umidade Areia		Silte Argila		
	H <sub>2</sub> O		mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		g kg <sup>-1</sup>		%		g kg <sup>-1</sup>		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
CLA	5,1	5,6	3,5	4,8	31	35	1,1	0,3	0,1	0,1	0,5	0,3	18	16,0	6,6	4,7	830	100	70,0
BB	4,9	5,5	2,0	2,1	25	32	1,7	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	21	18,0	8,1	6,3	920	30,0	50,0
VB	5,3	5,7	2,0	3,2	76	68	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	21	21,0	6,0	5,8	910	40,0	50,0

FS – floresta semidecídua; CE - cerradão; CC – cerrado/campo cerrado; CLE – campo limpo com predominância de *Eyionurus muticus*; CLA: campo limpo com predominância de *Axonopus purpusii* e *Andropogon* spp.; BB - borda de baías; VB - “vazantes”/“baixadas”. 1 - Primeira época; 2 - Segunda época.

As coletas de solo foram realizadas em duas épocas, sendo a primeira em agosto de 2009, época precedida de 4 meses com precipitações inferiores a 60 mm, e a segunda em abril de 2010, sendo esta precedida de 4 meses com precipitações superiores a 60 mm, o que caracteriza esta época como chuvosa. O solo predominante nas fitofisionomias avaliadas é Neossolo Quartzarênico (SANTOS et al., 1997), cuja caracterização química e física é representada na Tabela 2.

A amostragem consistiu da realização de quatro transectos de 80 m, em cada ambiente de estudo, e de coleta de amostras compostas de cinco subamostras (a cada 20 m), na profundidade de 0–10 cm. Cada transecto constituiu uma repetição no total de 21 transectos. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos esterilizados, protegidas da luz e mantidas em caixas térmicas até a chegada ao laboratório; em seguida, foram peneiradas (2 mm de malha), acondicionadas em sacos de plástico com furos para ventilação e mantidas em câmara fria (4°C).

O carbono microbiano (*Cmic*) foi determinado pelo método da fumigação-extração (VANCE; BROOKES; JENKINSON, 1987), que consiste na extração do *Cmic*, após a aplicação de clorofórmio às amostras, o que provoca morte dos microrganismos e liberação dos componentes celulares e foi expresso em  $\mu\text{g C g}^{-1}$  de solo. A partir dos valores do *Cmic* e do carbono orgânico *Corg* foi calculada a razão entre esses dois atributos, conforme Wardle (1994), sendo os resultados expressos em percentual.

A respiração basal (RB) foi determinada pelo  $\text{CO}_2$  evoluído a partir de 20 g de solo, incubado durante 72 horas, extraído com solução de NaOH 0,05 mol  $\text{L}^{-1}$  e titulado com HCl 0,05 mol  $\text{L}^{-1}$  (ISERMEYER, 1952). A taxa de evolução de  $\text{CO}_2$  de cada amostra foi expressa em  $\mu\text{g CO}_2 \text{g}^{-1} \text{ solo dia}^{-1}$ .

O quociente metabólico ( $q\text{CO}_2$ ) foi calculado pela razão entre a respiração basal e o *Cmic* (ANDERSON; DOMSCH, 1993), expresso em  $\mu\text{g C-CO}_2 \text{h}^{-1}/\mu\text{g C-biomassa g}^{-1} \text{ solo seco}$ .

A atividade da  $\beta$ -glicosidase e da fosfatase foi determinada com base na liberação do *p*-nitrofenol, de acordo com Eivazi e Tabatabai (1988) respectivamente. A atividade da fosfatase ácida foi avaliada conforme metodologia de Dick, Breakwell e Turco (1996).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial duplo, em que os fatores foram as fitofisionomias e as épocas de coleta. A análise de variância foi realizada com os procedimentos do Sisvar (FERREIRA, 2000), onde a diferença entre as médias foi verificada através do teste de Scott-Knott (5%).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O maior teor de carbono microbiano ( $C_{mic}$ ), independentemente da época de amostragem, foi observado na fitofisionomia FS e os menores teores nas fitofisionomias VB, na primeira época de amostragem, com redução de aproximadamente 21% em relação à FS, e nas fitofisionomias CC e CLE, na segunda época de amostragem, com reduções de aproximadamente 67% em relação à FS (Tabela 3). Os maiores teores de  $C_{mic}$  na FS refletem, provavelmente uma condição mais favorável para a biomassa microbiana representada, principalmente pela maior deposição de resíduos orgânicos e formação de serapilheira, além de menor variação de temperatura e umidade do solo. De acordo com Perez, Ramos e Mc Manaus (2004), nas condições de mata nativa, a deposição de resíduos orgânicos, a grande quantidade de raízes e a maior quantidade de água retida no solo estimulam a manutenção da microbiota do solo. Ainda segundo Moreira e Siqueira (2006), a população microbiana pode variar em função da espécie vegetal e tipo de solo que influenciará os exudados liberados, tanto em quantidade como em qualidade, esses compostos, por sua vez, selecionarão ou favorecerão grupos funcionais específicos na rizosfera. Portanto, a maior diversidade de espécies vegetais na FS possivelmente disponibiliza diferentes fontes de carbono e nitrogênio facilmente assimilável para biomassa microbiana (MATSUOKA, 2006).

Tabela 3 Carbono da biomassa microbiana (Cmic), respiração basal (RB), quociente metabólico ( $qCO_2$ ) e relação carbono microbiano e carbono orgânico (Cmic/ Corg) no solo em diferentes fitofisionomias do Pantanal da Nhecolândia

Fitofisionomias	Cmic		Cmic/Corg		RB		$qCO_2$	
	$\mu gCg^{-1}$ solo		%		$\mu g CO_2g^{-1}$ solo dia		$\mu gC-CO_2dia^{-1}/\mu g$ Cmic $g^{-1}$ solo seco	
	Épocas de Coleta							
	1	2	1	2	1	2	1	2
FS	702,7Aa	620,6Ba	2,94Bd	3,05Ae	49,3Ab	47,0Aa	0,070Bb	0,077Ac
CE	582,5Ab	570,2Ab	3,76Bb	4,62Aa	51,7Aa	47,0Ba	0,090Aa	0,082Bc
CC	585,4Ab	202,1Bd	4,20Aa	3,48Bc	50,3Ab	30,7Bb	0,087Ba	0,152Aa
CLE	578,6Ab	203,3Bd	4,11Aa	3,87Bb	51,8Aa	30,6Bb	0,090Ba	0,150Aa
CLA	570,5Ab	561,0Ac	3,17Bc	3,42Ac	49,4Ab	46,2Ba	0,087Aa	0,082Ac
BB	571,2Ab	583,1Ab	2,74Be	3,24Ad	53,4Aa	49,6Ba	0,092Aa	0,082Bc
VB	552,0Ac	548,9Ac	2,60Af	2,59Af	48,6Ab	48,4Aa	0,087Aa	0,090Ab

FS - floresta semidecídua; CE - cerradão; CC - cerrado/campo cerrado; CLE - campo limpo com predominância de *Elionurus muticus*; CL - campo limpo com predominância de *Axonopus purpusii* e *Andropogon* spp.; BB - borda de baías; VB - “vazantes”/“baixadas”. Médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada atributo, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott- Knott, a 5% de probabilidade. 1-Primeira época de amostragem, 2 - Segunda época de amostragem

Os menores teores de Cmic observados nas fitofisionomias VB, primeira época de amostragem, e CC e CLE, segunda amostragem, podem ser reflexo da pressão de pastejo que estas fitofisionomias são submetidas, pois as VB constituem as pastagens preferidas pelos bovinos imediatamente após o rebaixamento das águas de inundação e CC e CLE, por não sofrerem inundação, exceção a grandes cheias, são pastejadas ininterruptamente o ano todo. De acordo com Cardoso et al. (2009), os campos naturais do Pantanal são submetidos à permanente desfolha, imposta pela pressão de pastejo, caracterizando esses ambientes em sistemas marcados apenas pela extração de

biomassa e, basicamente, sem nenhuma reposição, exceção aos excrementos dos bovinos, depositados pontualmente e sujeitos a maior perda por lixiviação.

Em relação às épocas de amostragens, em geral, os maiores teores de Cmic foram observados na primeira amostragem (agosto), possivelmente favorecido pela maior umidade do solo (Tabela 2). Para Gama-Rodrigues e Gama-Rodrigues (2008), o Cmic responde intensamente às flutuações sazonais de umidade, temperatura, manejo de resíduos entre outros.

Matsuoka, Mendes e Loureiro (2003) ressaltam ainda que condições mais favoráveis para a biomassa microbiana em solos sob vegetação nativa podem ser atribuídas ao acúmulo de serapilheira, que condiciona menor variação e níveis mais adequados de temperatura e umidade. Os valores de Cmic do presente estudo, independente da fitofisionomia e época de amostragem, foram próximos aos encontrados por Carneiro et al. (2009), em Neossolo Quartzarênico; e por Nunes et al. (2009), em Latossolo Vermelho-Amarelo, ambos sobre Cerrado.

De acordo com o quociente microbiano, relação que expressa quanto do carbono orgânico do solo está imobilizado na biomassa microbiana ( $C_{mic}/C_{org}$ ), a maior eficiência dos microrganismos na imobilização do carbono, na primeira época, ocorreu nas fitofisionomias CC e CLE e, na segunda época, na fitofisionomia CE (Tabela 3). Embora a fitofisionomia FS tenha apresentado os maiores teores de Cmic, nas duas épocas de amostragem, sua biomassa não foi a mais eficiente na imobilização do carbono, possivelmente devido à baixa qualidade do material orgânico depositado na serapilheira. Segundo Gama-Rodrigues e Gama-Rodrigues (2008), em solos com matéria orgânica de baixa qualidade nutricional a biomassa microbiana encontra-se sob estresse, tornando-se incapaz de utilizar totalmente o C orgânico e, nesse caso, a relação  $C_{mic}/C_{org}$  tende a diminuir

Os valores de  $C_{mic}/C_{org}$ , independente da fitofisionomia estudada e da época de coleta, variaram de 2,59 a 4,62%. Cardoso et al. (2009), relatou valores da relação  $C_{mic}/C_{org}$  em pastagens nativas e áreas florestadas no Pantanal que variaram de 1,9 a 3,2 %. Segundo Anderson e Domsch (1989), esta relação pode variar de 0,27% a 7,0 %. Para Jenkinson e Ladd (1981), a relação pode variar entre 1% e 4%, porém tem sido comumente encontrado valores entre 0,1% e 10% dependendo de diferenças dos tipos de solo e de manejo, cobertura vegetal, bem como da época amostrada e das condições analíticas dos métodos empregados (BALOTA et al., 1998). Contudo, segundo Sparling (1992), mudanças na relação  $C_{mic}/C_{org}$  podem refletir os acréscimos de matéria orgânica ao solo, a eficiência de conversão do carbono orgânico para biomassa microbiana, as perdas de carbono do solo e a estabilização do carbono orgânico pela fração mineral do solo.

A atividade da biomassa microbiana, expressa pela respiração basal (RB) e quociente metabólico ( $qCO_2$ ), variou significativamente entre as fitofisionomias e épocas de amostragens (Tabela 3), sendo que os maiores valores de RB, em geral, ocorreram na primeira amostragem e as fitofisionomias com maior liberação de  $C-CO_2$  foram BB, CLE e CE, na primeira amostragem, e BB, VB, FS, CE e CLA, na segunda amostragem.

Nota-se que nas duas amostragens a maior liberação de  $C-CO_2$  ocorreu na BB, indicando maior atividade da microbiota, provavelmente estimulada pela deposição de material orgânico em decomposição resultante da frequente oscilação do nível da água nessas baias (lagoas).

Diferentes autores têm verificado que a umidade e o conteúdo de carbono orgânico do solo favorecem a respiração microbiana os maiores índices pluviométricos ocorreram no verão e a umidade do solo é um fator relevante sobre a atividade microbiana, regulando-a de várias formas, como componente do protoplasma, alterando as trocas gasosas e atuando no transporte e dissolução

dos nutrientes do solo (ADACHI et al., 2006; ALVAREZ, SANTANATOGLIA; GARCIA, 1995; ESPÍNDOLA et al., 2001; LAURENTE et al., 2011).

Em relação ao  $qCO_2$ , somente a fitofisionomia FS diferiu das demais, na primeira amostragem, apresentando o menor valor, e CC e CLE, na segunda amostragem, apresentaram os maiores valores (Tabela 3). Segundo Islam e Weil (2000), altas taxas de respiração podem indicar tanto um distúrbio ecológico como um alto nível de produtividade do ecossistema. Para Moreira e Siqueira (2006) o  $qCO_2$  reflete, de certo modo, a eficiência na utilização de C pela biomassa microbiana do solo, onde este é mais eficiente quanto menos  $CO_2$  é liberado pela respiração. De acordo com Tótola e Chaer (2002), um baixo  $qCO_2$  indica economia na utilização de energia e, supostamente, reflete um ambiente mais estável ou mais próximo do seu estado de equilíbrio; ao contrário, valores elevados são indicativos de ecossistemas submetidos a alguma condição de estresse ou de distúrbio. Assim, a fitofisionomia FS, por apresentar baixos valores de  $qCO_2$  nas duas épocas de coleta, pode ser considerada a mais estável e a que apresenta maior eficiência na utilização de C pela biomassa microbiana do solo

As atividades enzimáticas da  $\beta$ - glicosidase, fosfatase ácida e urease nas diferentes fitofisionomias estudadas do Pantanal da Nhecolândia estão representadas na tabela 4.

Tabela 4 Atividade enzimática  $\beta$ - glicosidase, fosfatase ácida e urease no solo em diferentes fitofisionomias do Pantanal da Nhecolândia

.Fitofisionomias	$\beta$ -Glicosidase		F. Ácida		Urease	
	----- $\mu\text{g p-nitrofenol g}^{-1}\text{ solo h}^{-1}$ -----				$\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{ g}^{-1}\text{ solo 2h}^{-1}$	
Épocas de Coleta						
	1	2	1	2	1	2
FS	120,6Aa	119,4Ab	8,20Aa	8,20Aa	163,6 Aa	157,3 Bb
CE	106,1Ab	110,2Ab	8,62Aa	8,20Aa	153,2 Ac	148,2 Bd
CC	112,3Ab	119,4Ab	8,37Aa	8,00Aa	147,6 Bd	152,6 Ac
CLE	127,0Aa	118,2Ab	8,05Aa	7,82Aa	149,4 Ad	148,1 Ad
CLA	122,9Aa	121,2Ab	8,55Aa	8,27Aa	156,7 Ab	158,2 Ab
BB	117,9Aa	116,2Ab	8,35Aa	8,40Aa	162,4 Aa	147,3 Bd
VB	127,6Ba	140,5Aa	8,10Aa	8,27Aa	160,3 Ba	165,6 Aa

FS – floresta semidecídua; CE - cerradão; CC – cerrado/campo cerrado; CLE - campo limpo com predominância de *Elionurus muticus*; CLA: campo limpo com predominância de *Axonopus purpusii* e *Andropogon* spp.; BB - borda de baías; VB - “vazantes e baixadas”. Medias iguais seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada atributo, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott- Knott, a 5% de probabilidade. 1-Primeira época de amostragem; 2 - Segunda época de amostragem.

A  $\beta$ -glicosidase apresentou atividade semelhante nas diferentes fitofisionomias, com exceção da CE e CC na primeira época de coleta e da VB na segunda época. Por ser a  $\beta$ -glicosidase uma enzima que atua na etapa final do processo de decomposição da celulose (TABATABAI, 1994), as alterações em sua atividade podem ter, portanto, influência sobre a qualidade do solo. Segundo Carneiro et al. (2008), a  $\beta$ -glicosidase correlaciona-se diretamente aos atributos bioquímicos do solo mas principalmente aos ciclos do C e N do solo. Como o produto da hidrólise da  $\beta$ -glicosidase é fonte importante de energia para os microrganismos do solo, alterações no solo, que resultam em redução acentuada da atividade desta enzima, podem indicar fitofisionomias em processo de degradação ou com uso intensivo, o que corrobora vários outros estudos em outros ambientes (DICK; BREAKWELL; TURCO, 1996; EIVAZI; TABATABAI, 1988; TABATABAI, 1994).

A atividade da  $\beta$ -glicosidase, tanto nas fitofisionomias como nas épocas de coleta, apresentaram valores próximos aos encontrados por Wang e Lu

(2006), na China, sendo que no estudo destes autores a atividade da  $\beta$ -glicosidase variou entre 60 a 140  $\mu\text{-g p- nitrofenol g}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$ . Schmitz (2003) em Argissolo encontrou valores de  $\beta$ -glicosidase entre 47 a 200  $\mu\text{-g p- nitrofenol g}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$ . Sendo estes valores intermediários ao do presente estudo.

A atividade enzimática da fosfatase ácida não apresentou diferenças dentro e entre as épocas de coleta, nas diferentes fitofisionomias (Tabela 4). Lazari (2001) e Chaer e Tótola (2007), estudando características microbiológicas em solos sob eucalipto e com vegetação nativa, observaram que as atividades da enzima fosfatase ácida foram consistentemente maiores no solo sob vegetação natural. No presente estudo, todas as fitofisionomias são consideradas ambientes nativos, porém mesmo naqueles fortemente pastejados (CC, CLE e CLA) não ocorreram diferenças para a atividade da fosfatase ácida.

Conforme Tarafadar e Jungk (1987), a maior disponibilidade de P inorgânico no solo diminui a dependência de um ecossistema em relação à ciclagem do P orgânico pela atividade da fosfatase ácida, resultando em menores valores de atividade dessa enzima. Porém, no presente estudo, mesmo os ambientes apresentando variação nos teores de P (Tabela 2), não foi verificada diferenças na atividade da fosfatase ácida.

A atividade da urease está relacionada com o processo de mineralização do N no solo (MARZADORI et al., 1998; SINSABAUGH; REYNOLDS; LONG, 2000) e com a oferta de maior quantidade e, principalmente, diversidade de substratos potencialmente mineralizáveis (BANDICK; DICK, 1999). Assim, explica-se o fato da urease, na primeira época de coleta, ter sido maior nas fitofisionomias FS, BB e VB (163,6; 162,4 e 160,3  $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{ g}^{-1} \text{ solo } 2\text{h}^{-1}$ , respectivamente) e na segunda época, ser maior no ambiente VB (165,6  $\text{N-NH}_4^+ \text{ g}^{-1} \text{ solo } 2\text{h}^{-1}$ ). Pois estes ambientes apresentaram os maiores valores de Corg (Tabela 2), sendo que na segunda época o VB foi maior, provavelmente devido à sobrevivência dos microrganismos durante o período seco, pois este ambiente

fica inundado durante grande parte do ano. Segundo Camargo et al. (1999), a quantidade de N-mineralizado em um determinado período depende de fatores como temperatura, umidade, aeração, quantidade e natureza do material orgânico presente. Assim, algum ou alguns desses fatores, além do Corg, podem ter influenciado a atividade dos microrganismos ureolíticos nesse período.

Klose e Tabatabai (1999) em solos com grande variação nas características químicas e físicas encontraram menores valores da atividade urease em relação ao presente estudo variando de 23 a 146  $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{g}^{-1}\text{solo } 2\text{h}^{-1}$ .

Matsuoka (2006) trabalhando em solos sob cultivo de videira encontrou, para a urease, valores de 50 a 130  $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{g}^{-1}\text{solo } 2\text{h}^{-1}$  em Cambissolo e de 10 a 141 em Neossolo, sendo estes valores menores aos encontrados no presente estudo. Carneiro, Siqueira e Moreira (2008) e Carneiro et al. (2009) trabalhando com Neossolo Quartzarênico na região do Cerrado também encontraram valores da atividade da urease menores que o do presente estudo.

#### **4 CONCLUSÃO**

As fitofisionomias do Pantanal da Nhecolândia influenciaram a atividade microbiana no solo, sendo que a floresta semidecídua apresentou a maior atividade microbiológica do solo.

As fitofisionomias CE e CC apresentaram os menores valores para atividade das enzimas B- glicosidade e urease.

Os atributos biológicos e atividade enzimática do solo, com exceção da fosfatase ácida, foram sensíveis as diferentes coberturas vegetais e épocas de amostragem.

## REFERÊNCIAS

- ADACHI, M. et al. Differences in soil respiration between different tropical ecosystems. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 34, n. 2/3, p. 258-265, Dec. 2006.
- ADÁMOLI, J. **Diagnóstico do Pantanal**: características ecológicas e problemas ambientais. Brasília: Programa Nacional do Meio Ambiente, 1995. 50 p.
- ALVAREZ, R.; SANTANATOGLIA, O. J.; GARCIA, R. Effect of temperature on soil microbial biomass and its metabolic quotient in situ under different tillage systems. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 19, n. 2/3, p. 227-230, Feb. 1995.
- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient ( $qCO_2$ ) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 25, n. 3, p. 393-395, Mar. 1993.
- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 21, n. 4, p. 471-479, 1989.
- BALOTA, E. L. et al. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, p. 641-649, set. 1998.
- BANDICK, A. K.; DICK, R. P. Field management effects on soil enzyme activities. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 31, n. 11, p. 1471-1479, Oct. 1999.
- BURNS, R. G. Extracellular enzyme-substrate interactions in soil. In: SLATER, J. H.; WHITTENBURY, R.; WIMPENNY, W. T. (Ed.). **Microbes in their natural environments**. Cambridge: Cambridge University, 1983. p. 249-298.

- CAMARGO, A. F. O. et al. Nitrogênio orgânico do solo. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. cap. 7, p. 117-137.
- CARDOSO, E. L. et al. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagens cultivadas e nativas no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 631-637, jun. 2009.
- CARNEIRO, M. A. C. et al. Atributos bioquímicos em dois solos de cerrado sob diferentes sistemas de manejo e uso. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 276-283, out./dez. 2008.
- CARNEIRO, M. A. C. et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 147-157, jan./fev. 2009.
- CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. de S. Carbono, nitrogênio, biomassa e atividade microbiana do solo de áreas em cronossequências de reabilitação após a mineração de bauxita. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 621-632, mar./abr. 2008.
- CHAER, G. M.; TÓTOLA, M. R. Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 1381-1396, nov./dez. 2007.
- COMASTRI FILHO, J. A. **Pastagens nativas e cultivadas no Pantanal Mato-Grossense**. Corumbá: EMBRAPA-UEPAE, 1984. 48 p. (EMBRAPA-UEPAE. Circular técnica, 13).
- DICK, R. P.; BREAKWELL, D. P.; TURCO, R. F. Soil enzyme activities and biodiversity measurements as integrative microbiological indicators. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. v. 2, p. 247-272. (SSSA Special publication, 49).

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Quantitative indications of soil quality: a minimum data set. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. v. 2, p. 25-37. (SSSA Special publication, 49).

EIVAZI, F.; TABATABAI, M. A. Glucosidases and galactosidases in soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 20, n. 5, p. 601-606, Sept. 1988.

ESPÍNDOLA, J. A. A. et al. Flutuação sazonal da biomassa microbiana e teores de nitrato e amônio de solo coberto com *Paspalum notatum* em um agroecossistema. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 104-113, jan./dez. 2001.

FERREIRA, D. F. **Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos**. Lavras: UFLA, 2000. 66 p.

GAMA-RODRIGUES, E. F. da; GAMA-RODRIGUES, A. C. da. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. de A. et al. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 159-170.

GAMA-RODRIGUES, E. F. et al. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 893-901, nov./dez. 2005.

ISERMEYER, H. Eine einfache methode zur bestimmung der bodenatmung und der karbonate im boden. **Zeitschrift für Pflanzenernahrung, Düngung, Bodenkunde**, Berlin, v. 56, n. 1/3, p. 26-38, 1952.

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 9-16, June 2000.

JENKINSON, R.; LADD, L. N. Microbial biomass in soil measurement and turnover. In: PAUL, E. A.; LADD, J. N. (Ed.). **Soil biochemistry**. New York: M. Dekker, 1981. v. 5, p. 415-471.

KLOSE, S.; TABATABAI, M. A. Urease activity of microbial biomass in soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 31, n. 3/4, p. 205-211, May 1999.

LAURENTE, E. R. P. et al. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 20-28, jan./mar. 2011.

LAZARI, M. F. **Nitrificação em solos sob plantações de eucaliptos com diferentes idades**. 2001. 50 p. Dissertação (Mestrado em Micrologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

MARZADORI, C. et al. Immobilization of Jack Bean Urease on hydroxyapatite: urease immobilization in alkaline soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 30, n. 12, p. 1485-1490, Oct. 1998.

MATSUOKA, M. **Atributos biológicos de solos cultivados co videira na região da Serra Gaúcha**. 2006. 173 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 425-433, maio/jun. 2003.

MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.

NUNES, L. A. P. L. et al. Impacto do monocultivo de café sobre os indicadores biológicos do solo na zona da mata mineira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2467-2474, dez. 2009.

PARKIN, T. B.; DORAN, J. W.; FRANCO-VIZCAÍNO, E. Field and laboratory tests of soil respiration. In: DORAN, J. W.; JONES, A. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. chap. 1, p. 231- 245. (SSSA Special publication, 35).

PEREZ, K. S.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 6, p. 567-573, jun. 2004.

POTT, A. **Pastagens no Pantanal**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1988. 58 p. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 7).

SANTOS, S. A. **Caracterização dos recursos forrageiros nativos da subregião da Nhecolândia, Pantanal, Mato-Grosso do Sul, Brasil**. 2001. 190 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

SANTOS, R. D. et al. Pedologia. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal) – PCBAP Diagnóstico dos meios físicos e bióticos: meio físico**. Brasília, 1997. v. 2, t.1, p. 121-293.

SANTOS, S. A. et al. Composição botânica da dieta de bovinos em pastagem nativa na sub-região da Nhecolândia, Pantanal. **Revista Brasileira Zootecnia**, Piracicaba, v. 31, n. 4, p. 1648-1662, jul./ago. 2002.

SCHMITZ, J. A. K. **Indicadores biológicos de qualidade do solo**. 2003. 234 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

SILVA, J. dos S.V.; ABDON, M. dos M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 10, p. 1703-1711, out. 1998. Edição especial.

SINSABAUGH, R. L.; REYNOLDS, H.; LONG, T. M. Rapid assay for amidohydrolase (urease) activity in environmental samples. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 32, n. 14, p. 2095-2097, Dec. 2000.

SPARLING, G. P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 30, n. 2, p. 195-207, 1992.

TABATABAI, M. A. Soil enzymes. In: WEAVER, R. W.; ANGLE, J. S.; BOTTOMLEY, P. S. (Ed.). **Methods of soil analysis microbiological and biochemical properties**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. v. 2, chap. 1, p. 775-833. (SSSA Book series, 5).

TARAFADAR, J. C.; JUNGK, A. A phosphatase activity in the rhizosphere and its relation to the depletion of soil organic phosphorus. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 3, n. 3, p. 199-204, Sept. 1987.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade do solo. In: ALVAREZ, V.V. H. et al. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p. 195-276.

TRANNIN, I. C. B.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Características biológicas do solo indicadoras de qualidade após dois anos de aplicação de biossólido industrial e cultivo de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 1173-1184, set./out. 2007.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 19, n. 6, p. 703-707, Nov. 1987.

WANG, X.; LU, Q. Beta-glucosidase activity in Paddy soils of the Taihu Lake region, China. **Pedosphere**, Nanjing, v. 16, n. 1, p. 118-124, Jan. 2006.

WARDLE, D. A. Metodologia para quantificação da biomassa microbiana do solo. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. (Ed.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1994. p. 419-436.

### **CAPÍTULO 3 Avaliação dos atributos biológicos do solo em pastagem nativa no Pantanal da Nhecolândia, MS**

#### **RESUMO**

O objetivo do trabalho foi avaliar a biomassa e atividade microbiana do solo sob pastagens nativas situada em três distintos gradientes na paisagem e submetidas ao sistema de pastejo contínuo e sem pastejo por 4 anos, sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul-Mato-Grossense. Foram avaliadas pastagens nativas caracterizada pela predominância de *Hymenachne amplexicaulis* - H.a (sujeita à inundação sazonal), *Axonopus purpusii* - A.p (sujeita à inundação ocasional) e *Mesosetum Chaseae* - M.c (livre de inundação). Amostras de solo foram coletadas na camada de 0-10 cm, com cinco repetições, em duas épocas do ano agosto/2009 e abril/2010, em cada pastagem nativa. Foram avaliados o carbono microbiano (Cmic), relação carbono microbiano/carbono orgânico (Cmic/Corg) respiração basal (RB), quociente metabólico ( $qCO_2$ ) e atividade das enzimas  $\beta$ -glicosidase, fosfatase ácida e urease. A biomassa microbiana foi maior na pastagem situada na posição mais baixa da paisagem, devido maior disponibilidade Corg, e não diferiu nas áreas pastejadas. As épocas de amostragem influenciaram os atributos biológicos do solo de forma mais intensa nas pastagens sob pastejo contínuo. Os atributos biológicos e a atividade da enzima  $\beta$ Glicosidase variaram entre as pastagens nativas situadas em distintos gradientes na paisagem, sendo que a fosfatase ácida e a urease não foram sensíveis as diferentes coberturas vegetais.

Palavras-chave: *Axonopus purpusii*. *Hymenachne amplexicaulis*. *Mesosetum chaseae*. Carbono da biomassa microbiana. Respiração basal. Quociente metabólico.

## ABSTRACT

This work aimed to evaluate biomass and microbial activity of soil under native pastures located at three different gradients in the landscape and subject to continuous grazing and without grazing during 4 years, sub-region of Nhecolândia, Pantanal Sul-Mato-Grossense. Native pastures characterized by predominance of *Hymenachne amplexicaulis* – H.a (subject to seasonal flooding), *Axonopus purpusii* – A.p (subject to occasional flooding) and *Mesosetum Chaseae* - M.c (free from flooding) were evaluated. Soil samples were collected in the 0-10 cm layer, with five replicates in two times of the year, August/2009 and April/2010. Microbial carbon (Cmic), microbial carbon/organic carbon relation (Cmic/Corg), surface breathing (RB), metabolic quotient ( $qCO_2$ ) and activities of  $\beta$ -glycosidase, acid phosphatase and urease enzymes were evaluated. Microbial biomass was greater in the pasture located at the lowest position in the landscape, due to higher availability of Corg and it did not differ between grazing areas. Sampling time had higher influence on biological attributes in pastures under continuous grazing. Biological attributes and activity of  $\beta$ -glycosidase enzyme varied between pastures at different gradients in the landscape. Acid phosphatase and urease were not sensible to different vegetal covering.

Keywords: *Axonopus purpusii*. *Hymenachne amplexicaulis*. *Mesosetum chaseae*. Microbial biomass carbon. Surface breathing. Metabolic quotient.

## 1 INTRODUÇÃO

O Pantanal é reconhecido como uma das maiores extensões úmidas contínua do planeta e marcado por estações bem definidas de seca e cheia, fazendo deste um macroecossistema peculiar. Por sua heterogeneidade ambiental, tipos de solos e composição vegetal, o Pantanal é dividido em onze sub-regiões (SILVA; ABDON, 1998). Dentre essas, a sub-região da Nhecolândia destaca-se das demais, como uma das mais importantes áreas de criação extensiva de gado de corte, sendo caracterizada por unidades de vegetação de aspectos diversos, em forma de mosaico (POTT, 1988). Estas unidades de vegetação apresentam grande diversidade de espécies forrageiras, que são fonte de alimento para herbívoros silvestres, bovinos e equinos da região (SANTOS et al., 2002). Espécies hidrófilas como *Hymenachne amplexicaulis* e as de áreas mais elevadas no mesorrelevo como o capim-mimoso (*Axonopus purpusii*) e a grama-do-cerrado (*Mesosetum chaseae*), também fazem parte da dieta dos animais (SANTOS, 2001).

A base alimentar dos animais da região do Pantanal são as gramíneas nativas, qualquer estratégia de manejo sustentável dessas, necessita de conhecimento do sistema como um todo. A alteração antrópica feita de maneira inadequada pode levar a redução da diversidade da fauna e da flora do Pantanal levando a um desequilíbrio do ecossistema (LOURIVAL et al., 1999; SANTOS et al., 2002). No caso específico do Pantanal, marcado pela fragilidade ambiental e de grande importância para a manutenção da biodiversidade, qualquer atividade produtiva deve, necessariamente, assegurar a sustentabilidade de todo o sistema ecológico, garantindo ao longo do tempo, níveis aceitáveis de produtividade biológica e econômica, sem, no entanto, comprometer a conservação do ambiente (CARDOSO, 2008).

A biodiversidade de microrganismos do solo é indispensável no equilíbrio ambiental do ecossistema, pois é responsável pela decomposição da

matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, estruturação do solo, fluxo de energia do solo, retenção de água, entre outros atributos físico-químicos do solo. A atividade da biomassa microbiana tem sido apontada como a característica mais sensível às alterações na qualidade do solo, causadas por mudanças de uso e práticas de manejo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; TRANNIN; SIQUEIRA; MOREIRA, 2007). A biomassa microbiana pode ser enquadrada como compartimento central do ciclo do C e representa considerável reservatório de nutrientes nos solos, sendo fundamental para o estudo de ciclagem de nutrientes (GAMA-RODRIGUES; GAMA-RODRIGUES, 2008).

A razão do carbono microbiano e do carbono orgânico indica a qualidade da matéria orgânica (WARDLE, 1994) pode ser utilizado para monitorá-la (SPARLING, 1992). Dentre as características avaliadas na qualidade do solo, tem-se a respiração basal, que consiste na avaliação da produção de C-CO<sub>2</sub>, sendo a quantidade de carbono liberado indicativa do C lábil ou prontamente metabolizável do solo (GAMA-RODRIGUES et al., 2005). Entretanto, a interpretação dos resultados da atividade biológica deve ser realizada com cautela, uma vez que elevados valores de respiração basal nem sempre indicam condições desejáveis, ou seja, uma alta taxa de respiração pode significar, em curto prazo, liberação de nutrientes para as plantas e, em longo prazo, perda de carbono orgânico do solo para a atmosfera (PARKIN; DORAN; FRANCO-VIZCAINO, 1996). A determinação do quociente metabólico ( $qCO_2$ ) permite a identificação dos solos que contêm biomassa mais eficiente na utilização de carbono/energia (menor  $qCO_2$ ), os quais refletem ambientes com menor grau de distúrbio ou estresse (ANDERSON; DOMSCH, 1993).

Na avaliação da qualidade do solo, existem inúmeras ferramentas que podem ser utilizadas, destacando-se as enzimas. As pertencentes ao grupo das hidrolases, como a  $\beta$ -glicosidase, a fosfatase e a urease, são uma das mais importantes, pois catalisam a quebra de substratos em compostos orgânicos de

menor peso molecular, facilitando sua mineralização (BURNS, 1983). A atividade enzimática do solo é influenciada por condições edáficas e climáticas, como pH do solo, umidade, presença ou ausência de cobertura vegetal, temperatura, entre outras (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; YUAN et al., 2007).

Devido à grande importância dos atributos biológicos para a avaliação da sustentabilidade dos ecossistemas, este trabalho teve como objetivo avaliar a biomassa e atividade microbiana do solo sob pastagens nativas situada em três distintos gradientes na paisagem e submetidas ao sistema de pastejo contínuo e sem pastejo por 4 anos, sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul-Mato-Grossense.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Fazenda Nhumirim, área experimental da Embrapa Pantanal. A área total da fazenda corresponde a aproximadamente 4.300 ha e está localizada na latitude 18° 59'06" e 19° 00'06"S e longitude 56° 39'40" e 55°40'40" W, sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Matogrossense. O clima da região é classificado como tropical sub-úmido (Aw, Köppen), com inverno seco e chuvas no verão. A precipitação pluviométrica e a temperatura durante o período de estudo são apresentadas na Figura 1.

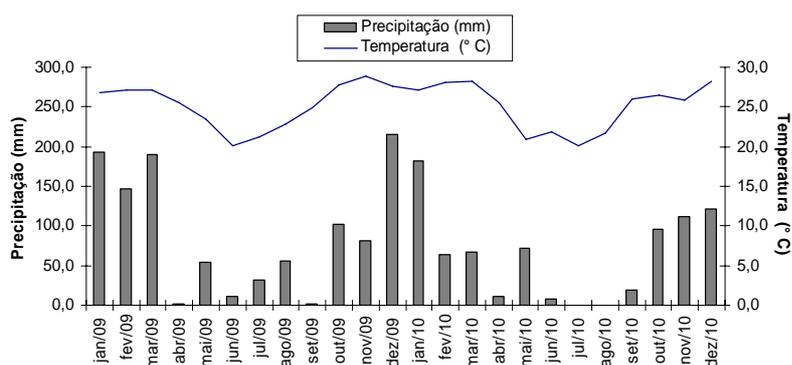


Figura 1 Totais pluviais mensais e anuais durante os dois anos hidrológicos de condução dos estudos, no Pantanal da Nhecolândia, MS

As áreas de estudo foram representadas por pastagens nativas situadas em três diferentes gradientes topográficos e submetidas ao sistema de pastejo contínuo e sem pastejo (veda) por 4 anos (parcelas de 10 x 10 m cercadas com fios de arame), cuja predominância de espécies é especificada a seguir:

- a) área mais baixas, sujeita a inundações sazonais, caracterizada pela predominância de *Hymenachne amplixicaulis* (Hap – *Hymenachne amplixicaulis* sob pastejo contínuo e Hav – *Hymenachne amplixicaulis* sem pastejo por 4 anos);
- b) área de cota intermediária (em posição topográfica ligeiramente superior a anterior), sujeita à inundações ocasionais, caracterizada pela predominância de *Axonopus purpusii* (App – *Axonopus purpusii* sob pastejo contínuo e Apv – *Axonopus purpusii* sem pastejo por 4 anos);
- c) área de cota mais elevada (em posição topográfica ligeiramente superior a anterior), livre de inundações (exceto às grandes cheias), caracterizada pela predominância de *Mesosetum Chaseae* (Mcp – *Mesosetum Chaseae* sob pastejo contínuo e Mcv – *Mesosetum Chaseae* sem pastejo por 4 anos).

O solo das áreas de estudo foi classificado como Neossolo Quartzarênico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 1997), cuja caracterização química e física consta na Tabela 1.

A amostragem do solo foi realizada em cada pastagem nativa, sob o sistema de pastejo contínuo e sem pastejo, com coletas de amostras na profundidade de 0-10 cm, compostas de cinco subamostras e com cinco repetições. A primeira coleta foi realizada em agosto de 2009, época precedida de 4 meses com precipitações inferiores a 60 mm, e a segunda em abril de 2010, sendo esta precedida de 4 meses com precipitações superiores a 60 mm, o que caracteriza esta época como chuvosa. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos esterilizados, protegidas da luz e mantidas em caixas térmicas até a chegada ao laboratório; em seguida, foram peneiradas (2 mm de malha), acondicionadas em sacos de plástico com furos para ventilação e mantidas em câmara fria (4°C).

O carbono microbiano ( $C_{mic}$ ) foi determinado pelo método da fumigação-extração (VANCE; BROOKES; JENKINSON, 1987), que consiste na extração do  $C_{mic}$ , após a aplicação de clorofórmio às amostras, o que provoca morte dos microrganismos e liberação dos componentes celulares e foi expresso em  $\mu\text{g C g}^{-1}$  de solo. A partir dos valores do  $C_{mic}$  e do carbono orgânico ( $C_{org}$ ) foi calculada a razão entre esses dois atributos, conforme Wardle (1994), sendo os resultados expressos em %. A respiração basal (RB) foi determinada pelo  $\text{CO}_2$  evoluído a partir de 20 g de solo, incubado durante 72 horas, extraído com solução de NaOH 0,05 mol  $\text{L}^{-1}$  e titulado com HCl 0,05 mol  $\text{L}^{-1}$  (ISERMEYER, 1952). A taxa de evolução de  $\text{CO}_2$  de cada amostra foi expressa em  $\mu\text{g CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ solo dia}^{-1}$ . O quociente metabólico ( $q\text{CO}_2$ ) foi calculado pela razão entre a respiração basal e o  $C_{mic}$  (ANDERSON; DOMSCH, 1993), expresso em  $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ h}^{-1}/\mu\text{g C-biomassa g}^{-1} \text{ solo seco}$ .

A atividade da  $\beta$ -glicosidase e da fosfatase foi determinada com base na liberação do *p*-nitrofenol, de acordo com Eivazi e Tabatabai (1988). A atividade da fosfatase ácida foi avaliada conforme metodologia de Dick, Breakwell e Turco (1996). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial triplo, em que os fatores foram às pastagens; sistema de pastejo e as épocas de coleta.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, segundo o delineamento experimental (inteiramente casualizado, fatorial triplo com cinco repetições, conforme os procedimentos do Sisvar (FERREIRA, 2000). Foi utilizado o teste de Scott-Knott a 5% para comparação entre as médias das diferentes pastagens.

Tabela 1 Atributos químicos e físicos do solo nas diferentes fitofisionomias da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Matogrossense

Pastagens	Atributos Químicos												Atributos Físicos						
	pH		P		K <sup>+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>		Al <sup>3+</sup>		Corg		Umidade		Areia	Silte	Argila
	H <sub>2</sub> O		.....mg dm <sup>-3</sup> .....		.....cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....		g kg <sup>-1</sup>		%		.....g kg <sup>-1</sup> .....								
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
H.a.p	5,8	5,4	1,9	1,3	396	327	4,0	4,4	1,1	1,2	0,1	0,1	30,0	20,0	38,0	20,4	450	396	154
H.a.v	5,7	5,4	1,7	1,6	417	356	4,0	3,8	0,9	0,8	0,2	0,2	30,4	20,5	35,2	22,3	444	364	192
A.p.p	5,2	5,0	1,2	1,2	26	22	0,3	0,3	0,1	0,1	0,5	0,4	5,7	3,9	7,2	5,8	880	64	56
A.p.v	5,2	5,0	1,8	1,8	27	24	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	3,9	3,8	7,0	5,2	880	52	68
M.c.p	5,5	5,5	1,1	1,3	30	24	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	3,3	3,5	6,0	5,7	930	30	40
M.c.v	5,1	5,0	1,8	1,8	27	24	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	3,9	3,8	6,2	5,1	930	30	40

H.a.p - *Hymenachne amplexicaulis* pastejada; H.a.v - *Hymenachne amplexicaulis* vedada; A.p.p - *Axonopus purpusii* pastejada; A.p.v - *Axonopus purpusii* vedada; M.c.p - *Mesosetum Chaseae* pastejada; M.c.v - *Mesosetum Chaseae* vedada. 1 - Primeira época; 2 - Segunda época.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises biológicas do solo, na camada superficial 0-10 cm, em diferentes pastagens são apresentados na Tabela 2. A *Hymenachne amplexicaulis* (H.a) apresentou maior teor de Cmic que as demais pastagens, independente da época analisada e do sistema de pastejo, pastejado ou vedado, conforme Tabela 2. Para as diferentes amostragens, o *Axonopus purpusii* (A.p) apresentou maior Cmic em relação à *Mesosetum Chaseae* (M.c), para as duas épocas avaliadas, com exceção da área vedada aos animais, durante a primeira coleta. O H.a por localizar-se em posição mais baixa no mesorelevo, sujeitas à inundação sazonal, apresenta-se com maior teor de umidade do solo e Corg (Tabela 1), corroborando a sugestão de que a biomassa microbiana funciona como um sensível indicador de variação ambiental (CATTELAN; VIDOR, 1990; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Tabela 2 Carbono da biomassa microbiana (Cmic), respiração basal (RB), quociente metabólico ( $qCO_2$ ) e relação carbono microbiano e carbono orgânico (Cmic/Corg), para a sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Matogrossense

Pastagens	Cmic		Cmic/Corg		RB		$qCO_2$	
	$\mu g C g^{-1}$ solo		%		$\mu g CO_2 g^{-1}$ solo dia		$\mu g C-CO_2$ dia <sup>-1</sup> / $\mu g$ Cmic g <sup>-1</sup> solo seco	
	Pastejo	Veda	Pastejo	Veda	Pastejo	Veda	Pastejo	Veda
	Época 1							
H.a	972,8Aa	984,7Aa	3,61Ca	3,25Ca	82,9Aa	81,3Aa	0,086Ca	0,080Ca
A.p	539,9Ba	550,2Ba	7,55Ba	8,22Ba	76,0Ba	67,8Bb	0,142Ba	0,122Bb
M.c	506,1Ca	525,0Ba	14,57Aa	13,67Aa	79,8Aa	79,6Aa	0,160Aa	0,154Aa

“Tabela 2, conclusão”

Pastagens	Cmic		Cmic/Corg		RB		qCO <sub>2</sub>	
	µgCg <sup>-1</sup> solo		%		µg CO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> solo dia		µg C-CO <sub>2</sub> dia <sup>-1</sup> /µg Cmic g <sup>-1</sup> solo seco	
	Pastejo	Veda	Pastejo	Veda	Pastejo	Veda	Pastejo	Veda
Época 2								
H.a	886,3Aa	906,9Aa	2,35Ca	2,88Ca	81,9Aa	80,9Aa	0,092Ca	0,088Ba
A.p	529,4Ba	557,4Ba	6,54Ba	6,86Ba	73,3Ba	73,6Ba	0,138Ba	0,134Aa
M.c	296,6Cb	506,5Ca	8,47Aa	9,70Aa	79,0Aa	70,2Bb	0,266Aa	0,140Ab

H.a. - *Hymenachne amplexicaules*; A.p. - *Axonopus purpusii*; M.c. - *Mesosetum Chaseae*. Letras iguais maiúsculas na coluna para cada atributo, dentro da mesma época, e minúsculas na linha para cada pastagem, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott- Knott, a 5% de probabilidade.

Observa-se que o pastejo não alterou o teor de Cmic do solo, com exceção para o M.c na segunda época de coleta, que apresentou redução de 41,4 % do Cmic na área pastejada em comparação a vedada (Tabela 2). Os valores de Cmic encontrados no presente estudo aproximaram-se dos relatados na literatura para pastagens no Cerrado em Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Quartzarênico (ARAÚJO; GOEDERT; LACERDA, 2007; CARDOSO et al., 2009; SOUZA et al., 2006, respectivamente). Laurente et al. (2011) estudando pastagens em Latossolo Vermelho Distrófico, obtiveram resultados de Cmic próximos aos valores encontrado no presente estudo. Feigl, Sparling e Ross (1995), Fernandes (1999) e Pfenning, Eduardo e Cerri (1992), estudando solos de textura média a arenosa na Amazônia, mostraram o aumento do Cmic em áreas sob pastagem, relacionadas com umidade, além do alto teor de matéria orgânica, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo. Para Stenberg (1999), valores elevados de Cmic refletem a presença de maior quantidade de carbono orgânico ativo no solo capaz de manter elevadas taxas de decomposição de restos vegetais e, portanto reciclar maior quantidade de nutrientes.

Comparando-se as duas épocas de amostragem (Tabela 3), observou-se que na segunda época o Cmic apresentou redução apenas na pastagem de H.a pastejado e M.c pastejado, sendo estas de 8,9 e 59,17%, respectivamente. Na segunda época de coleta o solo estava mais seco (Tabela 1) ocorrendo uma redução no Cmic. Ferreira et al. (2007) em trabalho com Latossolo Vermelho argiloso encontrou menor valor de Cmic após o período de chuvas, o que deve ter aumentado a mineralização de Corg e diminuído a disponibilidade de resíduos para a biomassa microbiana. Perez, Ramos e Mc Manus (2004) citam que a deposição de resíduos orgânicos, a grande quantidade de raízes e a maior quantidade de água retida no solo estimulam a manutenção da microbiota, enquanto solos com condições adversas, como falta de umidade, menor índice de cobertura vegetal e baixa fertilidade, normalmente determinam decréscimo da população microbiana. Segundo Moreira e Siqueira (2006), o tipo de vegetação e as condições ambientais são fatores que determinam a quantidade e a qualidade do material que se deposita no solo, influenciando a heterogeneidade da microbiota e a taxa de decomposição. Matsuoka, Mendes e Loureiro (2003) ressaltam ainda que condições mais favoráveis para a biomassa microbiana em solos podem ser atribuídas ao acúmulo de serapilheira, que condiciona menor variação e níveis mais adequados de temperatura e umidade.

Tabela 3 Carbono da biomassa microbiana (Cmic), respiração basal (RB), quociente metabólico ( $qCO_2$ ) e relação carbono microbiano e carbono orgânico (Cmic/Corg), para a sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Matogrossense

Pastagens	Cmic		Cmic/Corg		RB		$qCO_2$	
	$\mu g C g^{-1}$ solo		%		$\mu g CO_2 g^{-1}$ solo dia		$\mu g C-CO_2 \text{ dia}^{-1} / \mu g Cmic g^{-1}$ solo seco	
	1	2	1	2	1	2	1	2
H.a.p	972,8A	886,3B	3,62A	2,35B	82,96A	81,92A	0,086A	0,092A
H.a.v	984,7A	906,9A	3,24A	2,88A	81,32A	80,94A	0,080A	0,088A
A.p.p	539,9A	529,4A	7,55A	6,34A	76,02A	73,34A	0,142A	0,138A
A.p.v	550,2A	557,4A	8,22A	6,86B	67,82A	73,65A	0,122A	0,134A
M.p.p	506,1A	206,6B	14,57A	8,47B	79,80A	79,02A	0,160B	0,266A
M.p.v	525,0A	506,5A	13,67A	9,70B	79,60A	70,22B	0,140B	0,154A

H.a.p - *Hymenachne amplixicaulis* pastejada; H.a.v - *Hymenachne amplixicaulis* vedada; A.p.p - *Axonopus purpusii* pastejada; A.p.v - *Axonopus purpusii* vedada; M.c.p - *Mesosetum Chaseae* pastejada; M.c.v - *Mesosetum Chaseae* vedada. Letras iguais maiúsculas na linha, para cada pastagem, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott- Knott, a 5% de probabilidade. 1- Primeira época de amostragem; 2 - segunda época de amostragem.

A relação Cmic/Corg, independente da época de amostragem e do sistema de pastejo, apresentou maior valor na pastagem sob M.c e, menor valor, na pastagem de H.a. Avaliando-se o efeito do pastejo, não ocorreu alteração na relação Cmic/Corg, para todas as pastagens nas duas épocas de amostragem (Tabela 2). Assim as pastagens de H.a, por terem apresentado menor valor de Cmic/Corg, indicam que há menor reserva de energia e nutriente imobilizado na biomassa microbiana (GAMA-RODRIGUES; GAMA-RODRIGUES, 2008), sendo que esta relação indica que o Corg está imobilizado na biomassa microbiana, mostrando o potencial de reserva desse elemento no solo (ANDERSON; DOMSCH, 1993). O Cmic/Corg abrange amplo espectro, dependendo do tipo de solo e manejo; da cobertura vegetal, bem como época de amostragem e condições analíticas dos métodos empregados (LUTZOW et al., 2002). Para Wardle (1994), em ocasião que a biomassa microbiana encontra-se sob algum fator de estresse, a capacidade de utilização do carbono é diminuída, expressa pelo baixo valor de Cmic/Corg. Ao contrário, com a adição de Corg de

boa qualidade ou com a mudança do fator limitante para uma condição favorável, a biomassa pode aumentar rapidamente, maior Cmic/Corg, mesmo se os teores de carbono continuem alterados (TOTOLA; CHAER, 2002).

A pastagem de M.c, tanto pastejada como vedada, e H.a pastejada, apresentaram redução da relação Cmic/Corg na segunda época de amostragem (Tabela 3), sendo esta a época mais úmida. Provavelmente esta redução pode estar relacionada à menor disponibilidade de Corg e aumento da umidade, sendo que estes fatores podem causar estresse na população microbiana (GAMA-RODRIGUES; GAMA-RODRIGUES, 2008). Carneiro et al. (2009), em estudos com Neossolo Quartzarênico relatou valores da relação Cmic/Corg em pastagens variando de 4,0% a 7,8%. Segundo Anderson e Domsch (1989), esta relação pode variar de 0,27% a 7,0 %. Para Jenkinson e Ladd (1981), a relação pode variar entre 1% e 4%, porém tem sido comumente encontrado valores entre 0,1% e 10% dependendo de diferenças de tipos de solo e de manejo, cobertura vegetal, bem como da época amostrada e das condições analíticas dos métodos empregados (BALOTA et al., 1998). Contudo, segundo Sparling (1992), mudanças na relação Cmic/Corg podem refletir os acréscimos de matéria orgânica ao solo, a eficiência de conversão do carbono orgânico para biomassa microbiana, as perdas de carbono do solo e a estabilização do carbono orgânico pela fração mineral do solo.

As pastagens de A.p.p e A.p.v apresentaram menor taxa de RB nas duas épocas de amostragem e M.c.v na segunda época (Tabela 3). Essa redução pode ser reflexo da pressão de pastejo que esta gramínea é submetida, pois as M.c.p constitui uma das pastagens preferidas pelos bovinos por não sofrer inundação, sendo pastejadas ininterruptamente o ano todo, exceção a grandes cheias. A pastagem sob A.p.v, apresentou redução de 10,8% na RB, quando comparado a área pastejada, na primeira época de amostragem, sendo esta a única situação onde o efeito da veda influenciou a RB do solo, independente da época de

amostragem (Tabela 2). Comparando-se as duas épocas de amostragem o M.c.v apresentou redução de 11,8% na segunda época de amostragem em relação à primeira (Tabela 3). Resultados inferiores ao do presente estudo foi verificado por Laurente et al. (2011) em uma Latossolo Vermelho distroférico onde avaliaram a taxa de RB em diferentes épocas do ano. Cardoso et al. (2009), trabalhando com pastagens em um Neossolo Quartzarênico no Pantanal também encontrou valores inferiores aos encontrados no presente estudo.

A pastagem sob H.a, vedada e pastejada, apresentaram menor valor de  $qCO_2$  na primeira época de amostragem, e a M.c vedada e pastejada os maiores valores. Na segunda época de amostragem a pastagem H.a, vedada e pastejada apresentaram os menores valores do  $qCO_2$  (Tabela 2). Elevados valores de  $qCO_2$  indicam condições de estresse da população microbiana (TÓTOLA; CHAER, 2002; WARDLE, 1994), assim, o efeito do pastejo sob A.p e M.c, na primeira e segunda época de amostragem, respectivamente, aumentaram o  $qCO_2$  do solo. O  $qCO_2$  reflete, de certo modo, a eficiência na utilização do Corg pela biomassa, sendo esta mais eficiente quanto menos  $CO_2$  é liberado pela respiração. Além disso, quando os microrganismos resistem aos fatores de estresse, eles necessitarão de maior quantidade de Corg para a sua manutenção e, como consequência, ocorre elevação de suas atividades biológicas diversas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

As atividades enzimáticas da  $\beta$ - glicosidase, fosfatase ácida e urease nas diferentes pastagens nativas estudadas em duas épocas do ano no Pantanal da Nhecolândia estão representadas na tabela 4.

Tabela 4 Atividade enzimática  $\beta$ - glicosidase, fosfatase ácida e uréase em amostras de solo ambientes localizados na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Matogrossense

Pastagens	$\beta$ -Glicosidase		Fosfatase Ácida		Urease	
	..... $\mu\text{g p-nitrofenol g}^{-1}\text{ solo h}^{-1}$ .....		..... $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{ g}^{-1}\text{ solo 2h}^{-1}$ .....			
	Pastejo	Veda	Pastejo	Veda	Pastejo	Veda
Época 1						
H.a.	656,6Aa	650,6Aa	9,20Aa	8,52Aa	118,6Aa	120,4Aa
A.p.	205,4Ba	204,5Ba	9,14Aa	8,32Aa	118,5Aa	117,7Aa
M.c	202,4Ba	215,9Ba	8,28Aa	9,04Aa	120,7Aa	121,4Aa
Época 2						
H.a.	710,2Aa	642,8Aa	8,10Aa	8,66Aa	120,5Aa	120,5Aa
A.p.	184,0Ba	180,8Ba	8,16Aa	8,32Aa	119,6Aa	118,3Aa
M.c	193,9Ba	189,3Ba	9,10Aa	9,24Aa	120,7Aa	119,7Aa

H.a- *Hymenachne amplixicaulis*; A.p - *Axonopus purpusii*; M.c - *Mesosetum Chaseae*. Letras iguais maiúsculas na coluna para cada atributo, dentro da mesma época, e minúscula na linha para cada pastagem, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott- Knott, a 5% de probabilidade.

Observa-se que a atividade da enzima  $\beta$ -glicosidase apresentou maiores valores nas pastagens sob H.a pastejada e H.a vedada e menores valores para as pastagens sob A.p e M.c, vedada e pastejada, em ambas as épocas de amostragem. Esses menores valores devem-se ao baixo pH, Corg (Tabela 1) e Cmic (Tabela 2) verificado nesses ambientes. A atividade da  $\beta$ -glicosidase, tanto nas diferentes pastagens como nas épocas de amostragem, apresentaram valores superiores aos encontrados por Wang e Lu (2006), na China, sendo que no estudo destes autores a atividade da  $\beta$ - glicosidase variou entre 60 a 140  $\mu\text{-g p-nitrofenol g}^{-1}\text{ solo h}^{-1}$ . Schmitz (2003), estudando um Argissolo encontrou valores de  $\beta$ -glicosidase entre 47 a 200  $\mu\text{-g p-nitrofenol g}^{-1}\text{ solo h}^{-1}$  sendo estes valores próximos ao do presente estudo.

A alta atividade da enzima  $\beta$ -glicosidase encontrada na pastagem sob H.a vedada e H.a pastejada nas distintas épocas de coleta, pode estar relacionada ao alto teor de Corg (Tabela1) encontrado neste ambiente, sendo este um local de material facilmente decomposto que servira como fonte de nutrientes para a

comunidade microbiana que por sua vez tornara disponível para as plantas por meio de mineralização.

O pastejo não influenciou a  $\beta$ -glicosidase nas duas épocas de amostragem (Tabela 4) e para cada pastagem sob a mesma utilização não apresentou alteração na atividade da  $\beta$ -glicosidase entre as duas épocas (Tabela 5).

Tabela 5 Atividade enzimática  $\beta$ -glicosidase, fosfatase ácida e uréase em amostras de solo ambientes localizados na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Matogrossense

Pastagens	$\beta$ -Glicosidase		Fosfatase Ácida		Urease	
	..... $\mu\text{g p-nitrofenol g}^{-1}\text{ solo h}^{-1}$ .....		..... $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{ g}^{-1}\text{ solo 2h}^{-1}$ .....			
	1	2	1	2	1	2
H.a.p	656,6A	710,2A	9,20A	8,10A	118,6A	120,5A
H.a.v	650,6A	642,8A	8,52A	8,66A	120,4A	120,5A
A.p.p	205,4A	184,0A	9,14A	8,15A	118,5A	119,6A
A.p.v	204,5A	180,8A	8,32A	8,32A	117,7A	118,3A
M.p.p	202,4A	193,6A	8,28A	9,10A	120,6A	120,7A
M.p.v	215,9A	189,3A	9,04A	9,24A	121,4A	119,7A

H.a.p - *Hymenachne amplixicaulis* pastejada; H.a.v - *Hymenachne amplixicaulis* vedada; A.p.p - *Axonopus purpusii* pastejada; A.p.v - *Axonopus purpusii* vedada; M.c.p - *Mesosetum Chaseae* pastejada; M.c.v - *Mesosetum Chaseae* vedada. Letras iguais maiúsculas na linha, para cada pastagem, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Scott- Knott, a 5% de probabilidade. 1- Primeira época de amostragem; 2- Segunda época de amostragem.

Por ser a  $\beta$ -glicosidase uma enzima que atua na etapa final do processo de decomposição da celulose (TABATABAI, 1994), as alterações em sua atividade podem ter, portanto, influência sobre a qualidade do solo. Segundo Carneiro et al. (2008), a  $\beta$ -glicosidase correlaciona-se diretamente aos atributos bioquímicos do solo mas principalmente aos ciclos do C e N do solo. Como o produto da hidrólise da  $\beta$ -glicosidase é fonte importante de energia para os microrganismos do solo, alterações no solo, que resultam em redução acentuada da atividade desta enzima, podem indicar que o ambiente pode estar em

processo de degradação ou com uso intensivo, o que corrobora vários outros estudos em outros ambientes (DICK; BREAKWELL; TURCO, 1996; EIVAZI; TABATABAI, 1988; TABATABAI, 1994).

Para as atividades da fosfatase ácida e urease, não observou diferença entre as épocas de amostragem. As enzimas por serem bastante influenciada por condições edáficas e climáticas como pH do solo, umidade, presença ou ausência de cobertura vegetal, temperatura entre outras, podem ter sua atividade parcial ou totalmente inibida por fatores que interfiram na biomassa microbiana (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; YUAN et al., 2007). Embora cada enzima atue sobre substratos específicos, as condições edafo-climáticas das áreas estudadas no Pantanal, parece ter afetado igualmente as atividades enzimáticas. Este efeito é justificado pela ausência de diferenças significativas entre as atividades das enzimas fosfatase ácida e urease.

#### 4 CONCLUSÕES

A biomassa microbiana foi maior na pastagem nativa situada em posição topográfica mais baixa (ou na pastagem nativa situada na posição mais baixa do mesorelevo) e não diferiu nas áreas pastejadas;

As épocas de amostragem influenciaram os atributos biológicos do solo de forma mais intensa nas pastagens sob pastejo contínuo do que vedadas (sem pastejo por 4 anos).

Os atributos biológicos e a atividade da enzima  $\beta$ -Glicosidase variaram entre as pastagens nativas situadas em distintos gradientes na paisagem, sendo que a fosfatase ácida e a urease não foram sensíveis às diferentes coberturas vegetais.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient ( $qCO_2$ ) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 25, n. 3, p. 393-395, Mar. 1993.
- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 21, n. 4, p. 471-479, 1989.
- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob Cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 1099-1108, set./out. 2007.
- BALOTA, E. L. et al. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, p. 641-649, set. 1998.
- BURNS, R. G. Extracellular enzyme-substrate interactions in soil. In: SLATER, J. H.; WHITTENBURY, R.; WIMPENNY, W. T. (Ed.). **Microbes in their natural environments**. Cambridge: Cambridge University, 1983. chap. 1, p. 249-298.
- CARDOSO, E. L. et al. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagens cultivadas e nativas no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 631-637, jun. 2009.
- CARDOSO, E. L. **Qualidade do solo em sistemas de pastagens cultivada e nativa na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul-Mato-Grossense**. 2008. 153 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

CARNEIRO, M. A. C. et al. Atributos bioquímicos em dois solos de cerrado sob diferentes sistemas de manejo e uso. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 276-283, out./dez. 2008.

CARNEIRO, M. A. C. et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 147-157, jan./fev. 2009.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 14, n. 1, p. 133-142, jan./fev. 1990.

DICK, R. P.; BREAKWELL, D. P.; TURCO, R. F. Soil enzyme activities and biodiversity measurements as integrative microbiological indicators. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. v. 2, p. 247-272. (SSSA Special publication, 49).

EIVAZI, F.; TABATABAI, M. A. Glucosidases and galactosidases in soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 20, n. 5, p. 601-606, Sept. 1988.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FEIGL, B. J.; SPARLING, G. P.; ROSS, D. J. Soil microbial in Amazonian soils: evaluation of methods and estimates of pool sizes. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 27, n. 11, p. 1467-1472, Nov. 1995.

FERNANDES, S. A. P. **Propriedades do solo na conversão de floresta em pastagem fertilizada e não fertilizada com fósforo na Amazônia (Rondônia)**. 1999. 131 f. Tese (Doutorado em Ciências - Energia Nuclear na Agricultura) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

FERREIRA, D. F. **Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos**. Lavras: UFLA, 2000. 66 p.

FERREIRA, E. A. B. et al. Dinâmica de carbono da biomassa microbiana em cinco épocas do ano em diferentes sistemas de manejo do solo no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1625- 1635, nov./dez. 2007.

GAMA-RODRIGUES, E. F. da; GAMA-RODRIGUES, A. C. da. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. de A. et al. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. cap. 6, p. 159-170.

GAMA-RODRIGUES, E. F. et al. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 893-901, nov./dez. 2005.

JENKINSON, R.; LADD, L. N. Microbial biomass in soil measurement and turnover. In: PAUL, E. A.; LADD, J. N. (Ed.). **Soil biochemistry**. New York: M. Dekker, 1981. v. 5, p. 415-471.

LAURENTE, E. R. P. et al. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 20-28, jan./mar. 2011.

LOURIVAL, R. F. F. et al. Os impactos da hidrovía Paraguai-Paraná sobre a biodiversidade do Pantanal - uma discussão multidisciplinar. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS, 2., 1996, Corumbá. **Anais...** Brasília: SPI, 1999. p. 517-535.

LUTZOW, M. von et al. Indications for soil organic matter quality in soil under different management. **Geoderma**, Amsterdam, v. 105, n. 3, p. 243-258, Feb. 2002.

MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sobre vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 425-433, maio/jun. 2003.

MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.

PFENNING, L.; EDUARDO, B. P.; CERRI, C. C. Os métodos de fumigação: incubação e fumigação – extração na estimativa da biomassa microbiana em solos da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 16, n. 1, p. 31-37, jan./abr.1992.

PARKIN, T. B.; DORAN, J. W.; FRANCO-VIZCAÍNO, E. Field and laboratory tests of soil respiration. In: DORAN, J. W.; JONES, A. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. chap. 1, p. 231-245. (SSSA Special publication, 35).

PEREZ, K. S.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 6, p. 567-573, jun. 2004.

POTT, A. **Pastagens no Pantanal**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1988. 58 p. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 7).

SANTOS, S. A. **Caracterização dos recursos forrageiros nativos da subregião da Nhecolândia, Pantanal, Mato-Grosso do Sul, Brasil**. 2001. 190 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

SANTOS, S. A. et al. Composição botânica da dieta de bovinos em pastagem nativa na sub-região da Nhecolândia, Pantanal. **Revista Brasileira Zootecnia**, Piracicaba, v. 31, n. 4, p. 1648-1662, jul./ago. 2002.

SCHMITZ, J. A. K. **Indicadores biológicos de qualidade do solo**. 2003. 234 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

SILVA, J. dos S.V.; ABDON, M. dos M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 10, p. 1703-1711, out. 1998. Edição especial.

SOUZA, E. D. de et al. Frações do carbono orgânico, biomassa e atividade microbiana em um Latossolo Vermelho sob cerrado submetido a diferentes sistemas de manejo e usos do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 323-329, jul./set. 2006.

SPARLING, G. P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 30, n. 2, p. 195-207, 1992.

STENBERG, B. Monitorings soil quality of arable land: microbiological indicators. **Acta Agriculturae Scandinavica B Soil and Plant Science**, Copenhagen, v. 49, n. 1, p. 1-24, Aug. 1999.

TABATABAI, M. A. Soil enzymes. In: WEAVER, R. W.; ANGLE, J. S.; BOTTOMLEY, P. S. (Ed.). **Methods of soil analysis microbiological and biochemical properties**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. v. 2, p. 775-833. (SSSA Book series, 5).

TRANNIN, I. C. de B.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. de S. Características biológicas do solo indicadoras de qualidade após dois anos de aplicação de biossólido industrial e cultivo de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p.1173-1184, set./out. 2007.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade do solo. In: ALVAREZ, V.V. H. et al. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. cap. 1, p. 195-276.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 19, n. 6, p. 703-707, Nov. 1987.

WANG, X.; LU, Q. Beta-glucosidase activity in Paddy soils of the Taihu Lake region, China. **Pedosphere**, Nanjing, v. 16, n. 1, p. 118-124, Jan. 2006.

WARDLE, D. A. Metodologia para quantificação da biomassa microbiana do solo. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. (Ed.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1994. p. 419-436.

YUAN, B. C. et al. Microbial biomass and activity in salt affected soils under arid conditions. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 35, n. 2, p. 319-328, Feb. 2007.