

# **NITROGÊNIO DA BIOMASSA MICROBIANA EM ARGISSOLO VERMELHO AMARELO SOB MATA DE CERRADO, ÁREA DE CULTIVO DE GRÃOS E PASTAGEM NATURAL DE REDENÇÃO – PARÁ<sup>1</sup>**

**Karilene do Socorro Quaresma de Queiroz BITTENCOURT<sup>2</sup>**

**Maria Marly de Lourdes Silva SANTOS<sup>3</sup>**

**Francisco Ilton de Oliveira MORAIS<sup>4</sup>**

**Mário Lopes da SILVA JÚNIOR<sup>5</sup>**

**Vânia Silva de MELO<sup>6</sup>**

**Natasha Teixeira SOARES<sup>7</sup>**

**RESUMO:** O objetivo da pesquisa foi avaliar a influência de diferentes sistemas de uso do solo no nitrogênio total (N), nitrogênio da biomassa microbiana (NBM), nas relações NBM/N e C/N. O solo usado foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, sendo as amostras coletadas de ecossistemas de Mata de Cerrado (MC), Pastagem Natural (PN) e Área de Cultivo de Grãos (CG), situados em áreas adjacentes no município de Redenção (PA). Foram coletadas quatro amostras compostas, formadas a partir de quatro amostras simples, nas duas profundidades de 0-5 cm e de 5-10 cm, em agosto de 2001 (estação seca) e fevereiro de 2002 (estação chuvosa). A determinação de N foi feita pelo método de Kjeldahl, NBM pelo método de fumigação-extração e C pelo método de Walkley-Black. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com arranjo fatorial 3x2x2 (sistema de uso do solo x estação do ano x profundidade de coleta). O NBM ocorreu em maior valor na camada superficial do solo durante a estação chuvosa nos sistemas de cobertura vegetal com maior produção de biomassa e acúmulo de resíduos na superfície. A alta relação C/N do solo na estação chuvosa indicou maior atividade dos microrganismos nesta estação.

**TERMOS PARA INDEXAÇÃO:** Cerrado, Amazônia, Argissolo, Nitrogênio da Biomassa Microbiana, Sistema de Vegetação.

<sup>1</sup> Aprovado para publicação em 21.09.2005

Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal Rural da Amazônia para a obtenção de título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas. Estudo financiado pelo convênio UFRA/SECTAM/FUNPEA.

<sup>2</sup> Aluna de Mestrado em Agronomia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Bolsista da CAPES. E-mail: ksqqb@hotmail.com

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma, Dra., Professora Adjunta do Instituto de Ciências Agrárias – ICA/UFRA, Av. Pres. Tancredo Neves, 2501, Belém, Pará. CP 917. E-mail: maria.silva@ufra.edu.br

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, PhD., Professor Visitante do ICA/UFRA.

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, M. Sc., Professor Assistente do ICA/UFRA. E-mail: mario.silva@ufra.edu.br

<sup>6</sup> Aluna de Doutorado em Sistemas Agroflorestais, UFRA/Embrapa Amazônia Oriental, Av. Pres. Tancredo Neves, 2501, Belém, Pará. CP 917. E-mail: vlgmelo@yahoo.com.br

<sup>7</sup> Engenheira Agrônoma.

## MICROBIAL AND NITROGEN BIOMASS ON AN ULTISOL UNDER SAVANNAH VEGETATION, CROPPED AREA AND NATIVE PASTURE OF REDENÇÃO, PARÁ, BRAZIL

**ABSTRACT:** The research objective was to evaluate the influence of different systems of land use in the total nitrogen (N), nitrogen of the microbial biomass (NBM) and in the ratios NBM/N and C/N. The soil used was classified as dystrophic Yellow Red Argisol (Ultisol). The soils samples were collected in three different ecosystems Forest of scrubland (MC), natural pasture (PN) and in a grain cultivation area (CG), placed in adjacent areas in the local authority of Redenção, Pará State, Brazil. Four compound samples were collected, formed from four simple samples, in the depths of 0-5 cm and of 5-10 cm, in August 2001 (dry season) and February 2002 (rainy station). The total N was determined by the method of Kjeldahl, NBM by the fumigation-extraction method and C by the method of Walkley-Black. A randomized experimental design was used with a factorial 3x2x2 (system of soil use x season x collection depth) treatment arrangement. The results showed that the NBM value was higher in the superficial layer of the soil during the rainy season in the land use systems with higher biomass production and accumulation of residues in the soil surface. The higher C/N ratio of the soil in the rainy season may probably be indicative of a larger activity of the microorganisms.

**INDEX TERMS:** Savannah, Amazonian, Argissolo, Microbial Biomass Nitrogen, Vegetation Systems.

### 1 INTRODUÇÃO

A biomassa microbiana do solo é um importante parâmetro de avaliação da ciclagem da matéria orgânica do solo, pois é o compartimento da matéria orgânica de mais rápida ciclagem. Sua dinâmica é determinada por fatores bióticos e abióticos variando em termos temporais e espaciais em ecossistemas naturais ou manipulados por ações antrópicas (WARDLE, 1992).

Os microrganismos do solo são responsáveis direta ou indiretamente por processos microbiológicos e bioquímicos diversos, os quais exercem enorme influência na sustentabilidade dos ecossistemas terrestres (WARDLE, 1992), sua concentração e atividade liberadas pela mineralização do N

orgânico são influenciados diretamente pela matéria orgânica do solo. Contudo, a relação C/N, o estado de agregação do resíduo orgânico e sua composição qualitativa são os fatores inerentes à matéria orgânica que mais interferem na população microbiana (VASCONCELLOS et al., 2002). Resultado semelhante foi verificado por Luizão (1989), em que as estimativas de taxas de mineralização do nitrogênio no solo, em curto prazo, mostraram que os fatores que determinam a dominância dos processos de mineralização ou imobilização deste nutriente são a relação C/N da matéria orgânica e quantidade de água no solo. Marumoto, Anderson e Domsch (1982) sugeriram que, aproximadamente, 76% do N nativo do solo é derivado da morte da microbiota do solo e que ciclos de umedecimento e secagem

umentam a mineralização. Assim sendo, em face dos períodos de mineralização e imobilização do N, as práticas agrícolas, ao definir as condições para uma atividade mais adequada ao fornecimento de N em maior período de tempo, devem promover a estabilidade da microbiota responsável pelo N da biomassa microbiana (VASCONCELLOS et al, 2002).

Considerando-se que a maior intensidade de atividade biológica ocorre na camada superficial do solo, a sua exposição aos processos erosivos, com a remoção do material do solo devido ao uso ou manejo inadequados, provoca redução de sua qualidade (ALVARENGA; SIQUEIRA; DAVIDE, 1999). A fertilidade natural do solo depende, portanto, da dinâmica de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, os quais são catalisados pela biomassa microbiana do solo. Assim, o declínio da atividade microbiana tem grande impacto na fertilidade natural do solo, com grandes efeitos nos ecossistemas (BROOKES, 1995).

O presente estudo tem por objetivo avaliar os efeitos de diferentes sistemas de cobertura vegetal no nitrogênio da biomassa microbiana em Argissolo Vermelho Amarelo do cerrado amazônico, coletado nas estações seca e chuvosa.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS.

As amostras de solo foram coletadas do experimento Introdução e adaptação do sistema plantio direto e rotação de culturas, pertencente a Embrapa Amazônia Oriental,

em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, de Redenção (PA). Para a formação da palhada, foi utilizado em plantio direto o milho (variedade BN2), na qual foi feita uma aplicação de inseticida *Tamaron*, na dose de 600 mL.ha<sup>-1</sup>, para controle da lagarta *Mocis latipes* (curuquerê dos capinzais), comum nesta cultura. Por ocasião do plantio não foram mais utilizadas práticas de revolvimento do solo, sendo o mesmo feito em cima da palhada. As culturas utilizadas foram: arroz (*Oriza sativa*), soja (*Glicyne max L.*) e sorgo (*Shorgum sp.*).

As coletas de solo foram realizadas nas estações seca (agosto/2001) e chuvosa (fevereiro/2002), em mini-trincheiras, na profundidade de 0-5 cm e de 5-10 cm para tipos de vegetação Mata de Cerrado (MC), Cultivo de Grãos (CG) e Pastagem Natural (PN). Foram coletadas quatro amostras compostas de solo, a partir de quatro amostras simples, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos, colocadas imediatamente em caixa de isopor contendo gelo para estagnar ou diminuir a atividade microbiana. As amostras foram destorroadas, passadas em peneira de 2 mm de malha e homogeneizadas. Em seguida, foram retiradas as raízes e resíduos visíveis de plantas e animais para posterior análises no Laboratório de Microbiologia do Solo, do Setor de Ciência do Solo da UFRA.

### 2.2 DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO

As amostras de solo foram submetidas às análises químicas no Laboratório de Química de Solo da UFRA, conforme Embrapa (1997).

## 2.3 DETERMINAÇÃO DO NITROGÊNIO DA BIOMASSA MICROBIANA (NBM)

O teor de nitrogênio da biomassa microbiana (NBM) nas amostras de solo úmido foi avaliado pelo método da fumigação-extração, segundo Vance, Brookes e Jenkinson (1987) e Tate, Ross e Felthan (1988), utilizando-se extrator fraco ( $K_2SO_4$  0,5 mol.L<sup>-1</sup>, relação solo:extrato de 1:4 – solo:solução; massa:volume) logo após a fumigação por 24 horas com clorofórmio livre de álcool. A determinação do NBM foi feita pelo método de Kjeldahl (BREMNER, 1965). Para calcular o NBM, utilizaram-se os valores obtidos nas amostras fumigadas e não-fumigadas, com um  $K_{EN}$  igual a 0,54 (BROOKES, 1995). Todas as determinações foram feitas em duplicata e os resultados expressos com base no solo seco.

A relação NBM:N, expressa em porcentagem - que indica a fração de nitrogênio total que está incorporada na BMS -, foi calculada utilizando-se a seguinte equação:  $(NBM/N) \times 100$ . A relação C/N, que indica a velocidade de decomposição na matéria orgânica do solo, ou seja, como os microrganismos estão agindo em sua decomposição, foi calculada de acordo com a equação  $(C/N) \times 100$ .

## 2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para avaliar as variações nas propriedades biológicas do solo em função do tipo de manejo, utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2x2 correspondente a três sistemas de cobertura vegetal (Mata de Cerrado, Área de Cultivo de Grãos e Pastagem Natural), duas

datas de coleta de solo (Estação Chuvosa e Estação Seca) e duas profundidades de coleta (0 – 5 cm e 5 – 10 cm). A comparação das médias foi feita pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, por meio do software NTIA (Núcleo Tecnológico de Informática para Agropecuária), versão 4.2.1, desenvolvido pela Embrapa.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DO SOLO

A Tabela 1 apresenta os resultados das características químicas e granulométricas do solo sob vegetação de mata de cerrado, cultivo de grãos e pastagem natural.

De modo geral, os solos das áreas estudadas, classificados como Argissolo de textura média, caracterizam-se por serem solos bem desenvolvidos, bem drenados e normalmente ácidos (EMBRAPA, 1999).

Na área de PN o solo apresentou acidez elevada, enquanto que nas áreas de MC e CG apresentou acidez média, isso ocorreu, provavelmente, em função da maior deposição de matéria orgânica naquele e da calagem neste. Os teores de fósforo disponível e de cálcio trocável apresentaram-se baixos em todos os sistemas estudados. No entanto, o magnésio trocável apresentou teores médios, exceto em área de PN. O alumínio trocável apresentou valores altos na área de MC, médio na área de PN e baixo na área de CG devido à calagem efetuada neste sistema. Foi verificado, que mesmo com a adubação na área de CG, os nutrientes apresentaram-se com baixa disponibilidade para as culturas.

Tabela 1 – Características químicas e granulométricas de amostras de Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, da camada de 0-20 cm, em Redenção (PA).

Análise química*	Tipo de cobertura vegetal		
	Mata de Cerrado	Cultivo de Grãos	Pastagem Natural
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	5,2	5,2	4,9
C	1,6	1,4	1,1
P	1,7	6,3	0,8
K	0,19	0,29	0,06
Na	0,01	0,01	traços
Ca	0,20	1,30	0,12
Mg	0,68	1,05	0,28
Al	1,83	0,37	1,48
H+Al	8,40	5,88	5,65
(SB) (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	1,08	2,65	0,46
CTC <sub>T</sub> cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	9,48	8,53	6,11
V%	11,4	31,1	7,5
AG g.kg <sup>-1</sup>	234,5	203,3	101,4
AF g.kg <sup>-1</sup>	162,9	83,3	104,8
Silte g.kg <sup>-1</sup>	279,3	236,1	407,9
Argila g.kg <sup>-1</sup>	323,3	477,0	385,8

\*pH = método potenciométrico, relação 1:2,5; K e Na trocáveis, em cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> – extrator Mehlich 1; C<sub>orgânico</sub>, em dag.kg<sup>-1</sup> TFSA – método de Walkley-Black; Ca + Mg trocáveis, em cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> – extrator KCl 1mol/L; P disponível, mg.dm<sup>-3</sup> TFSA – extrator Mehlich 1; H+Al trocáveis, em cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> - extrator acetato de cálcio 0,5 mol/L.

De modo geral, os solos sob cerrado são de baixa fertilidade, e estas informações confirmam a necessidade da correção de acidez e reposição de nutrientes, principalmente de P e K. Segundo Mascarenhas et al. (1978), a grande exigência dos grãos por macronutrientes ressalta a importância da prática da calagem em solos ácidos. A calagem fornece não apenas o cálcio e

o magnésio, mas, também, proporciona melhores condições de fertilidade do solo ao cultivo, através da elevação do pH, aumento da disponibilidade de P e redução da toxicidade de Al.

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram que todas as variáveis do solo estudadas sofreram influências das variáveis independentes analisadas.

Tabela 2 – Nitrogênio total (N), Nitrogênio da Biomassa Microbiana (NBM), relações NBM/N e C/N de Argissolo Vermelho Amarelo, textura média, de Redenção (PA), sob diferentes tipos de cobertura vegetal, estação do ano e profundidade de coleta.

	N	NBM	NBM/N	C/N
<b>Tipo de Manejo</b>	----- g.kg <sup>-1</sup> de solo -----		----- % -----	
Mata de Cerrado	0,79 a	0,05 a	6,3 a	37,7 ab
Cultivo de Grãos	0,64 b	0,02 c	3,1 b	38,5 a
Pastagem Natural	0,62 b	0,04 b	6,5 a	33,0 b
<b>Estação do ano</b>				
Chuvosa	0,32 b	0,04 a	12,5 a	59,4 a
Seca	1,04 a	0,03 b	2,9 b	13,4 b
<b>Profundidade (cm)</b>				
0 – 5	0,72 a	0,04 a	5,6 a	40,4 a
5 – 10	0,64 b	0,03 b	4,7 b	32,4 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna para cada variável independente não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade

### 3.2 NITROGÊNIO TOTAL (N)

Por meio da Tabela 2, verifica-se que o tipo de manejo, a profundidade de amostragem do solo e a estação do ano influenciaram no teor de nitrogênio total do solo (N). O nitrogênio total do solo apresentou maior valor em área de Mata de Cerrado (0,79 g.kg<sup>-1</sup> de solo), o qual diferiu estatisticamente das áreas de Cultivo de Grãos e Pastagem Natural (0,64 e 0,62 g.kg<sup>-1</sup> de solo), respectivamente; para as estações do ano e profundidade de coleta, também houve diferença significativa, com os maiores valores ocorrendo na estação seca (1,04 g.kg<sup>-1</sup> de solo) e na profundidade de 0-5 cm (0,72 g.kg<sup>-1</sup> de solo).

O maior teor de N foi encontrado em MC, seguida de CG e PN, nesta ordem, o que pode ser explicado pelo maior teor de matéria orgânica encontrado em solo sob mata de cerrado, bem como a uma ciclagem mais eficiente de resíduos orgânicos aí produzidos. Cerri, Feller e Chauvel (1991), estudando um Latossolo Vermelho-Escuro, no estado de São Paulo, encontraram perdas de cerca de 56% de N, em relação aos teores originalmente observados, como consequência do cultivo das áreas estudadas. Bernoux et al. (1999), estudando solos de floresta tropical e de pastagem de Paragominas (PA), encontraram diminuição do conteúdo de N na mata, quando comparada com a área cultivada com milho.

Essa diminuição, segundo os autores, deve-se, provavelmente, à fixação biológica, uma vez que é na camada superficial do solo que se concentra a maior quantidade do nitrogênio estocado. Entretanto, Brady (1989), Moraes (1991) e Longo e Espíndola (2000), comparando vegetação natural com pastagem, verificaram uma queda no teor de nitrogênio total do solo, atribuindo essa diminuição ao manejo do solo, por o mesmo estar depositado em maior quantidade na camada superficial do solo juntamente com a matéria orgânica.

O nitrogênio total representa a quantidade absoluta de N encontrada no solo, do qual apenas uma pequena quantidade deste encontra-se disponível para as plantas e microrganismos, estando a maior parte associada à matéria orgânica, protegida contra perdas, porém quase sempre não assimilável pelas plantas (BRADY, 1989). As plantas e os microrganismos utilizam o N na forma iônica como amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), que resultam da mineralização do nitrogênio orgânico. Estes são formas de nitrogênio que apresentam flutuações muito grandes em função da estação climática, temperatura e umidade (RAIJ, 1987). Portanto, a quantidade de nitrogênio disponível para as plantas em um dado momento representa uma proporção pequena, ou seja, 5% ou menos da quantidade total. Os resultados encontrados no estudo confirmam o citado anteriormente, onde se verificou o efeito das variáveis independentes analisadas no teor de nitrogênio total do solo, havendo diminuição significativa de sistema de cobertura vegetal mais conservacionista (Mata

de Cerrado) para áreas onde a produção de resíduo orgânico é menor ou a mineralização da matéria orgânica é maior (Pastagem Natural e Cultivo de Grãos), de estação de baixa umidade para estação de alta e de camada superficial para subsuperficial do solo.

O nitrogênio mineral encontrado em menor quantidade na estação chuvosa deve-se à intensa lixiviação que este nutriente é submetido, ou a uma maior mineralização com o aumento da umidade do solo. Luizão, Luizão e Chauvel (1992), constataram que a reumidificação do solo por eventos de chuva em épocas secas resulta tanto na imobilização do N quanto em um grande aumento na mineralização deste elemento, dependendo da biota e do estoque de carbono orgânico do solo.

### 3.3 NITROGÊNIO DA BIOMASSA MICROBIANA (NBM)

O nitrogênio da biomassa microbiana apresentou diferenças significativas nos três tipos de cobertura vegetal estudados, sendo verificados menores teores em área de CG ( $0,02 \text{ g.kg}^{-1}$  de solo), a qual diferiu significativamente de MC e PN; ocorreu, também, efeito significativo tanto da estação do ano como da profundidade de coleta do solo, com os maiores valores ( $0,04 \text{ g.kg}^{-1}$  de solo) sendo encontrados na estação chuvosa e na profundidade de 0-5 cm, respectivamente (Tabela 2).

Na Tabela 3 estão apresentados os valores de nitrogênio da biomassa microbiana em função da interação entre as estações do ano (chuvosa e seca) e tipo de cobertura vegetal e estação do ano e profundidade de coleta do solo.

Tabela 3 - Nitrogênio da Biomassa Microbiana (NBM) em Argissolo Vermelho Amarelo, textura média, de Redenção (PA), sob diferentes tipos de cobertura vegetal e estação do ano e profundidade de coleta.

	Estação do ano	
	Chuvosa	Seca
Tipo de cobertura vegetal	----- NBM (mg.kg <sup>-1</sup> de solo) -----	
<b>Mata de Cerrado</b>	67 aA	34 aB
Cultivo de Grãos	15 cA	23 aA
Pastagem Natural	49 bA	23 aB
Profundidade	-----	
0 – 5 cm	53 aA	26 aB
5 – 10 cm	33 bA	27 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si para cobertura vegetal e profundidade dentro de cada estação, e seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si para estação dentro de cada tipo de cobertura vegetal e de cada profundidade pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Houve diferença significativa para o teor de NBM do solo sob os diferentes tipos de cobertura vegetal estudados apenas na estação chuvosa, com o maior valor ocorrendo em solo sob Mata de Cerrado (67 mg.kg<sup>-1</sup> de solo), seguido pela área de Pastagem Natural (49 mg.kg<sup>-1</sup> de solo) e área sob Cultivo de Grãos (15 mg.kg<sup>-1</sup> de solo). Esta diferença pode ser atribuída ao efeito acumulativo dos vários anos de deposição de resíduos orgânicos sobre a superfície do solo, provocando aumento no estoque de carbono e nitrogênio em sistemas conservacionista ou preservados, os quais proporcionam aumento da microbiota do solo (VARGAS; SCHOLLES, 1998). Os resultados obtidos no período chuvoso foram significativamente maiores aos valores

encontrados na estação seca, tanto para cada tipo de cobertura vegetal como para profundidade de coleta de solo, exceto em área de Cultivo de Grãos e na profundidade de 5-10.

O NBM concentrou-se na camada superficial do solo na estação chuvosa, decrescendo, significativamente, para a camada mais abaixo, com os valores variando de 53 mg.kg<sup>-1</sup> de solo a 33 mg.kg<sup>-1</sup> de solo, nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm, respectivamente, evidenciando a maior concentração da população microbiana nos primeiros centímetros do solo.

Os maiores valores de N-BMS em MC, na estação chuvosa, podem ser atribuídos à maior disponibilidade de água

para a biomassa microbiana e, também, ao maior acúmulo de matéria orgânica neste ecossistema, fazendo com que ocorra maior imobilização de nitrogênio. Vale ressaltar, que sistemas com menor revolvimento do solo, com manutenção de resíduos vegetais na superfície, aumentam a disponibilidade de substratos nos primeiros centímetros do solo, possibilitando maior concentração de nutrientes na biomassa microbiana (SALINAS-GARCIA; HONS; MATOCHA, 1997).

Pinto e Gama-Rodrigues (2002), avaliando a biomassa microbiana em solos sob plantios de eucalipto e seringueira no Norte Fluminense, encontraram valores maiores de N-BMS no inverno do que no verão. Melloni et al. (2001) constataram em seus estudos que na estação seca ocorre menor atividade microbiana. O mesmo foi observado por Luizão e Luizão (1991), que verificaram que nos meses mais secos do ano, apesar do acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo, a taxa de decomposição neste período foi reduzida, e, conseqüentemente, a população microbiana declinou bruscamente, podendo resultar no aumento das taxas de mineralização de N durante a estação seca. Marumoto, Anderson e Domsch (1982) sugeriram que, aproximadamente, 76% do N nativo do solo é derivado da morte da microbiota do solo e que ciclos de umedecimento e secagem aumentam a mineralização deste elemento. Portanto, a estação seca parece desencadear maior mineralização do nitrogênio do solo.

### 3.4 RELAÇÃO $N_{\text{microbiano}} : N_{\text{total}}$

A relação NBM/N sofreu influência de todas as variáveis analisadas variando de 12,5% na estação chuvosa a 2,9% na estação seca. Houve diferença significativa no valor de CG para as áreas de Mata de Cerrado e área de Pastagem Natural. O percentual de NBM no nitrogênio total diminuiu significativamente com o aumento da profundidade, variando de 5,6% a 4,7% nas camadas de 0-5 cm e 5-10 cm, respectivamente (Tabela 2).

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados dos efeitos da interação entre a estação de amostragem e o tipo de cobertura vegetal com a profundidade na relação N: NBM.

A relação N/NBM foi significativamente maior na estação chuvosa do que na estação seca, tanto para os diferentes tipos de cobertura vegetal, exceto em área de Cultivo de Grãos, como para a profundidade de coleta do solo. Na estação chuvosa, verificou-se variação significativa tanto dentro dos tipos de cobertura vegetal como em função da profundidade de coleta, com os maiores valores ocorrendo em solo sob PN e MC, diferindo significativamente de CG, e na camada de 0-5 cm, diminuindo significativamente com o aumento da profundidade. Na estação seca não ocorreram diferenças significativas entre as profundidades e os tipos de cobertura vegetal estudados. A relação N/NBM maior no período de maior precipitação pluviométrica pode ser explicado pela necessidade das bactérias por uma maior umidade do solo (PRIMAVESI, 1990).

Tabela 4 – Relação NBM/N em Argissolo Vermelho Amarelo, textura média, de Redenção (PA), sob diferentes tipos de cobertura vegetal e estação do ano e profundidade de coleta.

	Estação do ano	
	Chuvosa	Seca
<b>Tipo de cobertura vegetal</b>	$\frac{NBM}{N}$ (%)	
Mata de Cerrado	15,9 aA	2,9 aB
Cultivo de Grãos	6,7 bA	2,2 aA
Pastagem Natural	17,8 aA	2,3 aB
<b>Profundidade</b>		
0 – 5 cm	16,1 aA	2,2 aB
5 – 10 cm	10,8 bA	2,8 aB

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si para cobertura vegetal e profundidade dentro de cada estação, e seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si para estação dentro de cada tipo de cobertura vegetal e de cada profundidade pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Os menores valores da relação  $N_{\text{microbiano}}/N_{\text{total}}$  verificados na estação seca, tanto para os diferentes tipos de cobertura vegetal como para a profundidade de coleta, indicam menor imobilização do nitrogênio total pela BMS durante esta estação. No entanto, nas áreas de MC e de PN na estação chuvosa, houve maior imobilização do nitrogênio total, indicando maior eficiência da biomassa microbiana.

Os altos valores de NBM/N na estação chuvosa indicam que a mineralização da matéria orgânica é bastante acelerada, uma vez que um porcentual elevado do conteúdo total de nitrogênio está na forma de biomassa microbiana, o que a torna uma fonte prontamente disponível desse nutriente para as plantas. Gama-Rodrigues (1997) encontrou correlação negativa significativa entre o N-BM e o N mineral

do solo, indicando que, quanto maior for a mineralização de N no solo, menor será o acúmulo na BMS. Segundo De-Polli, Gama-Rodrigues e Guerra (2000), essa relação diminui em solos com matéria orgânica de baixa qualidade nutricional, tornando a biomassa microbiana incapaz de utilizar totalmente o N e o C orgânico.

### 3.5 RELAÇÃO C/N

A relação C/N foi influenciada significativamente por todas as variáveis independentes estudadas, apresentando um valor 38,5 em área de Cultivo de Grãos, diferindo apenas de área sob Pastagem Natural (33,0). No entanto, a maior variação na relação C/N ocorreu dentro das estações do ano, onde na estação chuvosa foi verificado um valor de 59,4 e na estação seca de 13,4. O aumento da profundidade de coleta do solo provocou diminuição significativa no valor de C/N, sendo de 40,4 na camada de 0-5 cm e de 32,4 na camada de 5-10 cm (Tabela 2).

Por meio da Tabela 5 verifica-se que o tipo de cobertura vegetal, a profundidade de amostragem do solo e a estação do ano influenciaram na relação C/N do solo.

A relação C/N apresentou valores maiores e significativos no período chuvoso em todos os tipos de cobertura vegetal (61,3, médias das áreas) e profundidades (59,4, médias das profundidades), ou seja, o N do solo está sendo imobilizado pelos microrganismos, que absorvem C e N nessa proporção para formação de seu

protoplasma. No entanto, essas altas relações, com elevados teores de C em relação ao de N, significa que a matéria orgânica adicionada ao solo não está completamente humificada, ou está havendo intensa adição de resíduos vegetais nesta estação (BRADY, 1989), e os organismos decompositores estão em alta atividade. Deste modo, quando a relação C/N for maior que 30, a taxa de imobilização será maior que a de mineralização; entre 20 e 30, a imobilização se iguala a mineralização e para valores menores que 20, a taxa de mineralização será maior (COLOZZI-FILHO; ANDRADE; BALOTA, 2001).

Por meio da Tabela 5, verifica-se que não houve diferença significativa para a estação seca entre os tipos de cobertura vegetal e profundidade de amostragem, cujos valores estão em consonância com Brady (1989); Teixeira e Bastos (1989); Colozzi-Filho, Andrade e Balota (2001), que classificaram estes tipos de sistemas como estabilizados, pois é nesta faixa de relação que ocorre maior mineralização do N orgânico no solo, com valores ocorrendo próximos a uma situação de equilíbrio dinâmico da matéria orgânica do solo. Os valores da relação C/N estão de acordo com Brady (1989), que tendem a serem menores em solos áridos do que nos úmidos, quando as temperaturas anuais são similares. Miranda et al. (2002) encontraram valores similares de relação C/N na estação seca ao deste estudo, em solos sob diferentes manejos na região de Cerrado Central.

Tabela 5 – Relação C/N de Argissolo Vermelho Amarelo, textura média, de Redenção (PA), sob diferentes tipos de cobertura vegetal e estação do ano e profundidade de coleta.

	Estação do ano	
	Chuvosa	Seca
<b>Tipo de cobertura vegetal</b>	C/N	
Mata de Cerrado	61,3 aA	14,1 aB
Cultivo de Grãos	64,2 aA	12,8 aB
Pastagem Natural	52,6 bA	13,3 aB
<b>Profundidade</b>		
0 – 5 cm	66,6 aA	14,2 aB
5 – 10 cm	52,1 bA	12,6 aB

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si para cobertura vegetal e profundidade dentro de cada estação, e seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si para estação dentro de cada tipo de cobertura vegetal e de cada profundidade pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Os valores encontrados na interação tipos de cobertura vegetal e profundidade (Tabela 6) mostraram que a relação C/N foi maior na profundidade de 0–5 cm, diminuindo significativamente apenas em área de Mata de Cerrado. Melloni et al. (2001), comparando ecossistema de mata ao de campo nativo de Cerrado, encontraram maior atividade biológica no primeiro, e atribuíram esse resultado à maior ciclagem da matéria orgânica ou à presença de resíduos orgânicos de maior relação C/N, constatando, também, menor atividade microbiana no início da estação seca. Portanto, o tipo de material orgânico adicionado e o modo de exploração agrícola do solo proporcionam diferenças quantitativas e qualitativas na população e atividade microbiana do solo, bem como nas transformações que

esse material orgânico é submetido (CORRÊA NETO et al., 2000).

Longo e Espíndola (2000), comparando a vegetação natural com a pastagem, observaram que os maiores valores da relação C/N foram encontrados na camada subsuperficial do solo, assim como diferenças significativas na queda dos teores de C-orgânico e N-total, por estarem concentrados na camada superficial do solo, evidenciando o efeito do tipo de cobertura vegetal sob o teor de distribuição dos componentes orgânicos e minerais em solos tropicais. A mesma observação foi feita por Alvarenga, Siqueira e Davide (1999) que, estudando solos sob diferentes usos, evidenciaram diferenças quanto ao teor de carbono total e carbono microbiano

sendo as alterações mais evidentes ocorridas na camada superficial do solo. Luizão e Luizão (1999) concluíram em seus estudos que práticas de manejo que aumentem a produção e a deposição de serapilheira é necessário para manter os contínuos pro-

cessos de reciclagem de matéria orgânica e dos nutrientes, especialmente para manter em funcionamento o sistema biológico das camadas superiores numa maneira o mais similar possível àquela dos ecossistemas naturais.

Tabela 6 – Relação C/N de Argissolo Vermelho Amarelo, textura média, de Redenção (PA), sob diferentes tipos de cobertura vegetal e profundidade de coleta.

Profundidade	Tipo de Cobertura Vegetal		
	Mata de Cerrado	Cultivo de Grãos	Pastagem Natural
	----- C/N -----		
0 – 5 cm	47,46 aA	38,59 aB	35,19 aB
5 – 10 cm	27,94 bB	38,40 aA	30,71 aAB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si para Tipo de Cobertura Vegetal dentro de cada profundidade, e seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem para profundidade dentro de cada Tipo de Cobertura Vegetal pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

### 3.6 RELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS ESTUDADAS

A Tabela 7 apresenta os coeficientes de correlação simples entre os pares de variáveis dependentes estudadas.

Tabela 7 – Matriz de coeficientes de correlação simples entre as variáveis estudadas

	C	N	NBM	NBM/N
N	-0,19 ns			
NBM	0,70 *	-0,28 ns		
NBM/N	0,45 ns	-0,72 **	0,82 **	
C/N	0,57 ns	-0,90 **	0,44 ns	0,72 **

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

O NBM se correlacionou positiva e significativamente com o carbono orgânico do solo. Monteiro e Gama-Rodrigues (2000) encontraram regressão linear positiva entre NBM e o C-org do solo, sugerindo que a imobilização de N microbiano foi influenciada pela matéria orgânica do solo. Ferreira et al. (2002), estudando a dinâmica do carbono da biomassa de um Latossolo de cerrado, também encontraram relação entre o carbono do solo e a biomassa microbiana, e que a forma deste carbono seria mais disponível como substrato para decomposição microbiana em áreas que apresentem maiores teores de matéria orgânica. Essa correlação deve-se à maior capacidade de mineralização de nitrogênio na biomassa, em virtude da incorporação da matéria orgânica no solo (LUIZÃO; LUIZÃO, 1991).

A relação NBM/N apresentou correlação negativa e significativa com o N e positiva e significativa com o NBM. Esses resultados indicam, para a correlação entre NBM/N e N, que quanto maior for a mineralização do N no solo, maior será seu acúmulo na biomassa microbiana do solo, o que foi verificado por Gama-Rodrigues (1997). Entre NBM/N e NBM, o aumento da biomassa microbiana do solo depende do aumento do teor de nitrogênio total do solo.

A relação C/N foi correlacionada negativa e significativamente com o N do solo, indicando que aumento no teor deste provoca redução naquela. A correlação positiva entre a relação C/N e NBM/N do solo estudado indica que matéria orgânica

com alta relação C/N provoca acúmulo de nitrogênio na biomassa microbiana do solo em função do aumento da população microbiana, uma vez que os microrganismos do solo, sua população e atividade, representada pelo teor de CO<sub>2</sub> liberado e pela mineralização do N orgânico, são influenciados pela quantidade e qualidade da matéria orgânica adicionada ao solo (VASCONCELLOS et al., 2002).

#### 4 CONCLUSÃO

a) a BMS armazenou maior teor de nitrogênio nos tipos de cobertura vegetal com maior produção e acúmulo de resíduos vegetais na camada mais superficial do solo (área de Pastagem Natural e Mata de Cerrado);

b) a estação chuvosa proporcionou aumento do NBM independente do tipo de cobertura vegetal e da profundidade de coleta do solo;

c) a alta relação C/N do solo, na estação chuvosa, indicou maior atividade de microrganismos decompositores nesta estação. Na estação seca os valores da relação C/N indicaram que os solos estão mais próximos do equilíbrio dinâmico de mineralização da matéria orgânica.

#### AGRADECIMENTOS

Ao BASA – Banco da Amazônia – pelo apoio financeiro e ao pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Dr. Eduardo Maklouf, pela permissão de uso da área experimental para a realização deste estudo.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M. I. N.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. Teor de carbono, biomassa microbiana, agregação e micorriza em solos de cerrado com diferentes usos. *Ciênc. Agrotec.*, v. 23, n.3, p. 617-625, jul./set. 1999.
- BERNOUX, M.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. C.; GERALDES, A. P. A.; FERNANDES, S. A. P. Carbono e nitrogênio de uma cronossequência de floresta tropical – pastagem de Paragominas. *Scientia Agricola*, v.56, n.4, p.777-783, out./dez. 1999.
- BRADY, N. C. *Natureza e propriedades dos solos*. 7. ed. Rio de Janeiro: F. Bastos, 1989. 878p.
- BREMNER, J.M. Total nitrogen. In: BLACK, C.A. (Ed.). *Methods of soil analysis*. Madison: ASA, 1965. p.1149-1178.
- BROOKES, P. C. The use of microbial parameters in soil pollution by heavy metals. *Biology and Fertility of Soils*, v. 19, n.4, p. 269-279, Mar. 1995.
- CERRI, C. C.; FELLER, C.; CHAUVEL, A. Evolução das principais características de um Latossolo Vermelho-Escuro após desmatamento e cultivo por doze e cinquenta anos com cana-de-açúcar. *Cahiers ORSTOM: Série Pedologie*, v.26, p. 37-50, 1991.
- COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. V.; BALOTA, E. L. Atividade microbiana em solos cultivados em sistema de plantio direto. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 84-91, jan./fev. 2001.
- CORRÊA NETO, T. A.; PEREIRA, M. G.; FONTANA, A.; EBELING, A. G.; dos. ANJOS, L. H. Relação entre taxa de evolução de CO<sub>2</sub> e frações húmicas de diferentes fontes de carbono. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24., 2000, Santa Maria (RS). *Resumos expandidos...* Santa Maria (RS), 2000.
- DE-POLLI, H.; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; GUERRA, J. G. M. Determinação da biomassa microbiana do solo: avanços e limitações. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24., 2000, Santa Maria (RS). *Simpósio...* Santa Maria (RS), 2000.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- \_\_\_\_\_. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FERREIRA, E. A. B.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C.; RAMOS, M. L. G. Dinâmica do carbono da biomassa microbiana (BM) em 5 profundidades de um Latossolo no Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., 2002, Rio de Janeiro. *Resumos expandidos...* Rio de Janeiro, 2002. 1 CD-ROM

GAMA-RODRIGUES, E. F. C da. *Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo e da serapilheira de povoamentos de eucalipto*. 1997. 108p. Tese (Doutorado) – UFRJ, Seropédica, 1997.

LONGO, R. M.; ESPINDOLA, C. R. C-orgânico, N-total e substâncias húmicas sob influência da introdução de pastagens (*Brachiaria* sp.) em áreas de cerrado e floresta amazônica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.723– 729, 2000.

LUIZÃO, F. J.; LUIZÃO, R. C. C.; CHAUVEL, A. Premiers résultats sur la dynamique des biomasses racinaires et microbiennes dans un latosol d'Amazonie centrale (Brésil) sous forêt et sous pâturage. *Cah. Orstom, Sér. Pédol.*, v.27, n.1, p. 69-79, 1992.

LUIZÃO, R. C. C. *Variações temporais da biomassa microbiana e aspectos da ciclagem do nitrogênio em solos de floresta natural e de sistemas manejados na Amazônia Central*. 1989. 67p. Dissertação (Mestrado)-PPGINPA/FUA, Manaus, 1989.

\_\_\_\_\_; LUIZÃO, F. J. Littera e biomassa microbiana do solo no ciclo da matéria orgânica e nutrientes em terra firme na Amazônia Central. In: VAL, A. L.; FIGLIUOLO, R.; FELDBERG, E. (Ed.). *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas*. Manaus: INPA, 1991. v.1, p.65-75.

LUIZÃO, R. C. C.; LUIZÃO, F. J. Mudanças na biomassa microbiana e nas transformações de nitrogênio do solo em uma seqüência de idades de pastagem após derruba e queima da floresta na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, v.29, n.1, p.43-56, 1999.

MASCARENHAS, H. A. A.; BATAGLIA, O. C.; FEITOSA, C. T.; NAGAI, V.; HIROCE, R.; BRAGA, N. R. *Adução da soja em solos de cerrado*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1978. 28p. (Boletim Técnico, 54).

MARUMOTO, T.; ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. Mineralization of nutrients from soil microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 14, p. 469-475, 1982.

MELLONI, R.; PEREIRA, E. G.; TRAN-NIN, I. C. B.; SANTOS, D. R.; MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Características biológicas de solos sob mata ciliar e campo cerrado no sul de Minas Gerais. *Ciênc. Agrotec.*, v. 25, n.1, p. 7-13, jan./fev. 2001.

MIRANDA, C. H. B.; MACEDO, M. C. M.; CADISCH, G.; NAKAMURA, T. Quantidade e origem do carbono do solo em função de resíduos orgânicos oriundos de diferentes sistemas de manejo e uso do solo na região de Cerrados. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., 2002, Rio de Janeiro. *Resumos expandidos...* Rio de Janeiro, 2002. CD-ROM.

- MONTEIRO, M. T.; GAMA RODRIGUES, E. F. da. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana de solos sob diferentes ecossistemas florestais da região norte fluminense. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24., 2000, Santa Maria (RS). *Resumos expandidos...* Santa Maria (RS), 2000.
- MORAES, J. F. L. *Conteúdo de carbono e nitrogênio e tipologia nos solos da Bacia Amazônica*. 1991. 84p. Dissertação (Mestrado)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- PINTO, P. B.; GAMA-RODRIGUES, E. F. da Atividade e biomassa microbiana em solos sob plantios de eucalipto e seringueira do Norte Fluminense In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., 2002, Rio de Janeiro. *Resumos expandidos...* Rio de Janeiro, 2002. 1 CD-ROM.
- PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 549p.
- RAIJ, B. van. *Avaliação da fertilidade do solo*. 3. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 142p.
- SALINAS-GARCIA, J. R.; HONS, F. M.; MATOCHA, J. E. Long terms effects of tillage and fertilization on soil organic matter dynamics. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v. 61, p.152-159, 1997.
- TATE, K. R.; ROSS, D. J.; FELTHAN, C. W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: effects of experimental variables and some different calibration procedures. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 20, p. 329-335, 1988.
- TEIXEIRA, L. B.; BASTOS, J. B. *Matéria orgânica nos ecossistemas de floresta primária e pastagens na Amazônia Central*. Belém: Embrapa-CPATU, 1989. (Boletim de Pesquisa, 99).
- VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, v.19, n.6, p. 703-707, 1987.
- VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Nitrogênio da biomassa microbiana, em solo sob diferentes sistemas de manejo, estimado por métodos de fumigação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, n.441-417, 1998.
- VASCONCELLOS, C. A.; FIGUEIREDO, A. P. H. D.; FRANÇA, G. E.; COELHO, A. M.; BRESSAN, W. *Manejo do solo e a atividade microbiana em Latossolo Vermelho-Escuro da região de Sete Lagoas, MG*. Disponível em: <<http://www.cade.com.br/hatml>>. Acesso em: 8 ago. 2002.
- WARDLE, D. A. A comparative assessment of factors wich influence micro-bial biomass carbon and nitrogen levels in soil. *Biol. Rev.*, v.67, p. 321-358, 1992.