



CARBONO E NITROGÊNIO DA BIOMASSA MICROBIANA E DO SOLO DE UMA ÁREA DEGRADADA REVEGETADA COM TAMBORIL NO SUL DO PIAUÍ

FERNANDES, Milton Marques¹; MOURA, Márcia Rodrigues de²; LIMA, Rissele Paraguai²;
NÓBREGA, Rafaela Simão Abrahão¹

RESUMO – (CARBONO E NITROGÊNIO DA BIOMASSA MICROBIANA E DO SOLO DE UMA ÁREA DEGRADADA REVEGETADA COM TAMBORIL NO SUL DO PIAUÍ) Este trabalho objetivou avaliar o efeito de plantio de *Enterolobium cortortisiliquum* em uma área degradada pela retirada de piçarra comparada a uma área degradada e a floresta secundária no carbono e nitrogênio da biomassa microbiana e do solo. Foram coletadas amostras na profundidade de 0-5 cm do solo nas áreas avaliadas. Avaliaram-se o carbono e o nitrogênio da biomassa microbiana pelo método irradiação-extração e o carbono orgânico total e o nitrogênio total do solo. A revegetação com Tamboril por 15 meses na área degradada não influenciou no carbono e nitrogênio da biomassa microbiana e o carbono orgânico do solo. O teor de umidade no solo influenciou de forma geral o carbono da biomassa microbiana. A revegetação com Tamboril pelo seu pequeno tempo de plantio permitiu aumentar o nitrogênio total do solo em comparação a área degradada. Porém o aumento do nitrogênio total do solo não influenciou a biomassa microbiana.

Palavras-chave: restauração florestal, leguminosas, espécies florestais.

ABSTRACT – (CARBON AND NITROGEN FROM MICROBIAL BIOMASS AND SOIL OF A DEGRADED ÁREA DEGRADED VEGETATED WITH TAMBORIL SOUTHERN PIAUÍ) This study evaluated the effect of planting *Enterolobium cortortisiliquum* in an area degraded by the removal of gravel area compared to a degraded and secondary forest carbon and nitrogen in microbial biomass and soil. Samples were collected at the 0-5 cm soil in the areas evaluated. We evaluated the carbon and microbial biomass nitrogen by irradiation-extraction method and total organic carbon and total nitrogen. Revegetation with monkfish for 15 months in the damaged area did not influence the carbon and nitrogen of microbial biomass and soil organic carbon. The moisture in the soil generally influenced the soil microbial biomass. Revegetation with monkfish for the little time allowed planting to increase soil total nitrogen compared to the degraded area. But the increase in total soil nitrogen did not affect microbial biomass.

Key words: forest restoration, legumes, forest species.

¹ Docente, curso de engenharia florestal, UFPI, CPCE, UFPI (miltonmf@gmail.com);

² Acadêmico, curso de engenharia florestal, UFPI, CPCE, UFPI.

1 INTRODUÇÃO

Entre as espécies arbóreas utilizadas para revegetação de áreas degradadas têm se as leguminosas que possuem a capacidade de estabelecer simbiose com procariotos fixadores de N₂. *Enterolobium cortortisiliquum*, Mimosaceae, também conhecido popularmente como tamboril, é uma espécie heliófita, seletiva, higrófito, pioneira sendo empregada em reflorestamentos de áreas degradadas de preservação permanente em plantios mistos, em especial por seu rápido crescimento (LORENZI, 2002).

Através do plantio de leguminosas fixadoras de nitrogênio de rápido crescimento ocorre recuperação da ciclagem de nutrientes, no carbono e nitrogênio do solo e da biomassa microbiana, fertilidade, fornecimento de sombra e melhoram as condições ecológicas facilitando a entrada de novas espécies mais exigentes que irão substituí-las (MARTINS, 2009).

Tanto o carbono orgânico do solo quanto o carbono da biomassa microbiana têm sido utilizados como indicadores de alterações e de qualidade do ecossistema,

uma vez que estão associados às funções ecológicas do ambiente e são capazes de refletir as mudanças de uso do solo (JACKSON *et al.*, 2003). A biomassa microbiana é definida como a parte viva da matéria orgânica do solo excluindo-se raízes de plantas e animais do solo maiores do que $5 \times 10^3 \mu\text{m}^3$, contendo em média de 2 a 5% de carbono total do solo (JENKINSON e LADD, 1981).

O nitrogênio é o nutriente mais exigido pelas plantas. Este elemento, porém, encontra-se quase totalmente complexado na forma orgânica (98%), dependendo da biomassa microbiana do solo, para a sua transformação e, conseqüente, absorção pelas plantas. A biomassa microbiana do solo representa a menor porcentagem de nitrogênio total (1 a 5%) do solo, mas é responsável pela reserva lábil e ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica, fluxo de energia e é sensível às mudanças que ocorrem no solo, sendo, portanto uma boa indicadora de qualidade do solo em conjunto ao nitrogênio do solo (JACKSON *et al.*, 2003).

Neste sentido, este trabalho objetivou avaliar o efeito de plantio de *Enterolobium*

cortortisiliquum em uma área degradada pela retirada de piçarra comparada a uma área degradada e a floresta secundária no carbono e nitrogênio da biomassa microbiana e do solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Santa Luz situado na região Sul do Piauí, 345m de altitude, longitude 44°07'46'', latitude -08°57'14'', cuja temperatura média é de 28°C, precipitação anual 700 a 1.200 mm o clima predominante é tropical semi-árido quente segundo koppen, caracterizado por duas estações bem definidas, com um verão chuvoso e um inverno seco, com duração de seis meses. O solo das áreas de estudo foi classificado como Cambissolo Háplico.

As áreas de estudo foram: plantio de *Enterolobium cortortisiliquum* com aproximadamente 15 meses em uma área degradada pela retirada dos horizontes A e B em 1960 com espaçamento 2 x 2 m, área degradada pela retirada dos horizontes A e B em 1960 adjacente a área de plantio de *Enterolobium cortortisiliquum* e uma floresta secundária de transição caatinga-cerrado.

Para determinação do carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo, foram coletadas 3 amostras compostas por tratamento, cada composta sendo constituída de 10 amostras simples no mês de março de 2011. A amostragem foi realizada ao acaso na profundidade de 0–5 cm. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e mantido em refrigeração constante (4 °C) por no máximo 5 dias. Um dia antes da realização das análises, as amostras foram retiradas do refrigerador e deixadas em temperatura ambiente por 24 h. As amostras de solo foram destorroadas, passadas em peneira de 2 mm de malha e homogeneizadas, retirando-se as raízes e os resíduos visíveis de plantas e animais do solo.

O método de irradiação-extração foi utilizado para estimar o carbono e o nitrogênio da biomassa microbiano de acordo com Mendonça e Matos (2005) o qual consiste no uso de energia eletromagnética (micro-ondas), causando efeito na transferência de energia e temperatura, levando a um rompimento celular com liberação dos compostos intracelulares.

Segundo o método proposto por Islam e Weil (1998), a energia necessária

para provocar a lise bacteriana é de $800 \text{ J s}^{-1} \text{ g}^{-1}$ solo em base seca. Para isso, aqueles autores sugerem a fórmula para cálculo do tempo de irradiação, que é $T = RW/P$, em que T é o tempo de irradiação (s); R, a energia incidente pretendida sobre a amostra; W, a massa de solo (base seca); e P, a potência do micro-ondas. Contudo, os autores enfatizam que a temperatura da massa de solo úmido deve ficar acima de $80 \text{ }^\circ\text{C}$, e não deve ultrapassar $88 \text{ }^\circ\text{C}$ para não provocar a liberação de carbono não microbiano durante a irradiação. Antes da realização da extração, a calibração do aparelho de micro-ondas foi feita utilizando um volume conhecido de água e, em seguida, foi preestabelecido o tempo de irradiação para a elevação da temperatura no interior do micro-ondas.

De cada área estudada, foram pesadas seis sub-amostras de 20 g de solo (três irradiadas e três não irradiadas); as amostras foram irradiadas em forno de microondas por 3 minutos. Posteriormente, a extração foi realizada com sulfato de potássio $0,5 \text{ mol L}^{-1}$; a determinação do carbono da biomassa microbiana foi feita por oxidação, com dicromato de potássio $0,066 \text{ mol L}^{-1}$; e a titulação, com sulfato ferroso amoniacal $0,033 \text{ mol L}^{-1}$. O cálculo do carbono da

biomassa microbiana ($\text{mg kg}^{-1} \text{ C}_{\text{microbiano}}$ no solo) foi realizado por meio das formulas: $\text{C}_{\text{microbiano}} = \text{FC} \text{ kC}^{-1}$, em que $\text{FC} = \text{CI} - \text{CNI}$, sendo CI o teor de carbono extraído do solo irradiado, CNI o teor de carbono extraído do solo não irradiado e kc – fator de correção (utilizado valor de 0,33).

Para determinação do nitrogênio da biomassa microbiana foi utilizado mesmo processo de irradiação e extração do carbono da biomassa microbiana. Em seguida foi realizada uma digestão sulfúrica em bloco digestor e feita uma destilação em destilador kjeldahl, e a titulação com ácido clorídrico $0,005 \text{ mol L}^{-1}$. O cálculo do nitrogênio da biomassa microbiana ($\text{mg kg}^{-1} \text{ N}_{\text{microbiano}}$ no solo) foi realizado por meio das formulas: $\text{N}_{\text{microbiano}} = \text{FC} \text{ kC}^{-1}$, em que $\text{FC} = \text{NI} - \text{NNI}$, sendo NI o teor de nitrogênio extraído do solo irradiado, NNI o teor de nitrogênio extraído do solo não irradiado e kc – fator de correção (utilizado valor de 0,54)

Para determinação do carbono orgânico total e o nitrogênio do solo foram utilizados as amostras coletadas para determinação da biomassa microbiana, sendo estas amostras moídas em almofariz e peneirada em malha de 0,2 mm.

O N da biomassa microbiana foi determinado no mesmo extrato em que foi

determinado o C da biomassa microbiana, e a determinação foi efetivada segundo Tedesco *et al.* (1995).

O carbono orgânico total foi determinado por meio da oxidação úmida com dicromato de potássio, em meio ácido forte, com fonte externa de calor (Yeomans e Bremner, 1988). Para determinação de N total, as amostras foram submetidas à digestão sulfúrica e N dosado por meio de destilação Kjeldahl (Bremner e Mulvaney, 1982).

Os dados foram submetidos à análise de variância, segundo em delineamento inteiramente casualizado com três repetições nas análises dos atributos químicos e microbianos. Adotou-se o teste F a 5 %. De forma complementar, utilizou-se para comparação de médias o teste de Tukey a 5 %. Foi realizada uma correlação de Pearson a 5% entre o carbono da biomassa microbiana e o teor de umidade do solo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que a floresta apresentou maior valor de carbono da biomassa microbiana que as demais áreas. A área revegetada com Tamboril não apresentou valor de carbono da biomassa microbiana

próxima ao da floresta, mas semelhante ao observado na área degradada. Silva e Corrêa (2010) observaram valor de carbono da biomassa microbiana de 211 $\mu\text{g g}^{-1}$ na camada superficial em uma área de retirada de piçarra revegetada com dois anos por gramínea semelhante ao observado na área revegetada por Tamboril (Tabela 01). Foi observada uma correlação significativa entre o carbono da biomassa microbiana e o teor de umidade, ($r = 0,85^*$) demonstrando que quanto maior o teor de umidade maior será a biomassa microbiana. Giácomo *et al.* (2005) observou comportamento semelhante onde o teor de umidade influenciou de forma significativa no aumento do carbono da biomassa microbiana de três diferentes coberturas florestais (Tabela 01).

Em relação ao nitrogênio da biomassa microbiana observou-se um comportamento semelhante ao do carbono, com maior valor na floresta e a área revegetada com Tamboril um pouco superior a área degradada. Entretanto o valor de nitrogênio da biomassa microbiana do solo da área revegetada com Tamboril ficou semelhante a valores observado por Gama-Rodrigues *et al.* (2008) em plantios de *Acacia auriculiformis* e *Mimosa caesalpinifolia* que observou

respectivamente os seguintes valores de nitrogênio da biomassa microbiana 64,87 e 92,38 $\mu\text{g g}^{-1}$ (Tabela 01).

Observa-se que a relação carbono e nitrogênio da biomassa microbiana foram similares entre área revegetada com Tamboril e a floresta e diferiu da área

degradada. Gama-Rodrigues (2008) não observou diferença estatística para a relação carbono e nitrogênio da biomassa microbiana entre plantio de *Acacia auriculiformis* e de *Mimosa caesalpinifolia* com 32 meses de implantação em relação à pastagem degradada (Tabela 01).

Tabela 1 – Teores de carbono e nitrogênio microbiano, relação carbono nitrogênio e teor de umidade das áreas de floresta, Tamboril e área degradada

Área	Cmicrobiano ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Nmicrobiano ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cmicro./Nmicro.	% umidade
Floresta	455,44a	336,69 ^a	1,35a	15,98a
Tamboril	150,40b	75,75b	1,98a	6,49b
Área degradada	110,22b	42,08b	2,61b	5,61b

Em relação ao carbono orgânico do solo não foi observada diferença significativa entre a área revegetada com Tamboril e a área degradada, entretanto diferiram significativamente da Floresta. Quanto ao nitrogênio total do solo a área revegetada com Tamboril foi estatisticamente semelhante à floresta demonstrando o efeito da adição de material decíduo com alto teor de nitrogênio da leguminosa Tamboril ao solo. A área degradada diferiu da área revegetada com Tamboril para o nitrogênio do solo. Estudo realizado por Carneiro *et al.* (2008) observou efeito de leguminosas florestais no nitrogênio total do solo em áreas mineradas porém este efeito somente é semelhante após

10 anos. Neste estudo foi observado que aos 15 meses de revegetação com a leguminosa florestal Tamboril foi suficiente para que o nitrogênio total do solo fosse igual ao da floresta (Tabela 02).

A relação carbono e nitrogênio do solo da área revegetada com Tamboril foi semelhante à floresta e diferiram significativamente da área degradada. Moraes *et al.* (2008) avaliando a relação carbono e nitrogênio do solo de plantio com espécies florestais em áreas degradadas no estado do Rio de Janeiro observou valores variando de 8,40 a 11,50 valores próximos ao encontrado na área revegetada com Tamboril (Tabela 02).

Tabela 2 – Teores de carbono e nitrogênio do solo e relação carbono nitrogênio das áreas de floresta, Tamboril e área degradada

Área	C org (g kg ⁻¹)	N Total (g kg ⁻¹)	C/N
Floresta	13,29a	0,068a	19,00a
Tamboril	6,17b	0,040a	8,00a
Área degradada	6,01b	0,013b	44,00b

A relação carbono da biomassa microbiana com carbono orgânico do solo após análise estatística a área revegetada com Tamboril diferiu da floresta e da área degradada. Os valores da relação variaram de 1,83 a 3,42 estando de acordo com a porcentagem proposta por Jenkinson e Ladd (1981), que consideram normal que 1 a 4% do carbono total do solo corresponda ao componente microbiano (Tabela 03).

Observa-se que na área revegetada com Tamboril a relação carbono da biomassa microbiana com carbono orgânico do solo foi inferior ao da floresta isto se deve ao pouco tempo de revegetação com Tamboril. Apesar do pouco tempo de revegetação com Tamboril a relação carbono da biomassa microbiana com carbono orgânico do solo foi superior a área degradada isto deve a adição de matéria orgânica com expressiva quantidade de nitrogênio. De acordo com Wardle (1993) a relação carbono microbiano: carbono orgânico expressa a qualidade nutricional da

matéria orgânica e quanto maior esse índice melhor a qualidade da matéria orgânica adicionada ao solo (Tabela 03).

Simões *et al.* (2010) trabalhando com plantio de *Acacia mangium* com 5 anos de plantio e cerrado nativo em Roraima observou maior relação carbono da biomassa microbiana com carbono orgânico do solo no plantio de *Acacia mangium* demonstrando que adição de liteira com maior conteúdo de nitrogênio favoreceu aumento do carbono da biomassa microbiano sem alterar o carbono total do solo (Tabela 03).

Quanto à relação nitrogênio microbiano e o nitrogênio total do solo observa-se que a área revegetada com Tamboril diferiu significativamente das áreas de floresta e a degradada. Segundo Souza (2005) valores baixo da relação nitrogênio microbiano e o nitrogênio total do solo indicam condição de estresse dos microorganismos do solo tornando incapazes de utilizarem totalmente o nitrogênio. Desta forma observa-se que apesar da

disponibilidade de nitrogênio no solo da área revegetada por Tamboril a biomassa microbiana não foi eficiente em imobilizar o

nitrogênio comparado as demais áreas (Tabelas 02 e 03).

Tabela 3 – Relação carbono da biomassa microbiana com carbono orgânico do solo das áreas de floresta, Tamboril e área degradada

Área	Cmicro./C org.	Nmicro./N Total
Floresta	3,42a	0,49a
Tamboril	2,43b	0,18b
Área degradada	1,83c	0,30a

4 CONCLUSÃO

A revegetação com Tamboril por 15 meses na área degradada não influenciou no carbono e nitrogênio da biomassa microbiana e o carbono orgânico do solo. O teor de umidade no solo influenciou de forma geral o carbono da biomassa microbiana.

A revegetação com Tamboril pelo seu pequeno tempo de plantio permitiu aumentar o nitrogênio total do solo em comparação a área degradada. Porém o aumento do nitrogênio total do solo não influenciou a biomassa microbiana

5 REFERÊNCIAS

BREMNER, J.M.; MULVANEY, C.S. Nitrogen total. In: PAGE, A.L. (Ed.). **Methods of soil analysis: chemical and**

microbiological properties. Madison: ASA, p.595-624. 1982.

CARNEIRO, M.A.C.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; SOARES, A.L.L. Carbono orgânico, nitrogênio total, biomassa e atividade microbiana do solo em duas cronosseqüências de reabilitação após a mineração de bauxita. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.32, p.621-632, 2008.

GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; PAULINO, G.M.; FRANCO, A.A. Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do estado do rio de janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1521-1530, 2008.

GIÁCOMO, R.G.; PEREIRA, M. G.; FERNANDES, M.M. Carbono da biomassa da serrapilheira e do solo em áreas com diferentes tipos de vegetação na floresta nacional Mário Xavier, RJ. **Revista da Universidade Rural - Série Ciências da Vida**, Seropédica, v.25, n.2, 2005.

ISLAM, K.R. & WEIL, R.R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of

microbial biomass carbon. **Biology Fertility Soils**, v. 27, n. 4, p. 408-416, 1998.

JACKSON, L.E.; CALDERON, F.J.; STEENWERTH, K.L.; SCOW, K.M.; ROLSTON, D.E. Responses of soil microbial processes and community structure to tillage events and implications for soil quality. **Geoderma**, 114: 305-317, 2003.

JENKINSON, D.S. & LADD, J.N. Microbial biomass in soil: Measurement and Turnover. In: PAUL, E.A. & LADD, J.N., ed. **Soil Biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1981. v. 5. p. 415-471.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. Nova Odessa: Plantarum, v.1. 368p, 2002.

MARTINS, S.V. **Recuperação de áreas degradadas**. 1^a. ed. Vicosa: Aprenda Facil, 2009.

MENDONÇA, E.S.; MATOS, E.S. **Matéria orgânica do solo; métodos de análises**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 107p.

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

SILVA, L.C.R.; CORRÊA, R.S. Evolução da qualidade do substrato de uma área minerada no cerrado revegetada com *Stylosanthes* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.8, p.835-841, 2010.

SIMÕES, S.M.O.; ZILLI, J.E.; COSTA, M.C.G.; TONINI, H.; BALIEIRO, F.C. Carbono orgânico e biomassa microbiana do solo em plantios de *Acacia mangium* no Cerrado de Roraima. **Acta Amazonica**, v.40, n.1, p.23-30, 2010.

SOUZA, I.M.Z. **Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo em áreas reflorestadas comparadas ao campo e mata nativa no Planalto dos Campos Gerais, SC**. Lages, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2005, 61p. (Dissertação de Mestrado).

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNE N, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 5.ed. Porto Alegre: UFRGRS, 1985. 50 p.

WARDLE, D.A. Changes in the microbial biomass and metabolic quotient during leaf litter succession in some New Zealand forest and scrubland ecosystem. **Functional Ecology**, v. 7, p. 346-355, 1993.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, p.1467-1476, 1988.