

## Carbono e Atributos Microbiológicos do Solo em Área Desmatada da Amazônia no Rio Urucu, Coari, AM

*Aleksander Westphal Muniz<sup>1</sup>*  
*Ronielly Hádna da Silva Nunes<sup>2</sup>*  
*Telma Andréa Carvalho Silva<sup>3</sup>*  
*Enilson Luiz Saccol de Sá<sup>4</sup>*  
*Everton Rabelo Cordeiro<sup>5</sup>*  
*Kátia Emídio da Silva<sup>6</sup>*

A Amazônia é a maior região do mundo coberta por uma floresta tropical (PHILLIPS et al., 1998). A maioria dos solos dessa floresta é constituída de Latossolos e Argissolos (JACOMINI; CAMARGO, 1996). A Floresta Amazônica sofre impactos devido a atividades humanas como mineração, agricultura e extração de petróleo. Dentre esses impactos destaca-se o desmatamento, que deixa o solo descoberto e sujeito a processos erosivos. Assim, para avaliar os impactos ambientais e a resiliência do solo, utilizam-se atributos microbiológicos, como o carbono da biomassa microbiana, a respiração basal e os quocientes metabólico e microbiano (KASCHUK et al., 2010).

A Floresta Amazônica foi desmatada em áreas de exploração de petróleo no Rio Urucu, Coari, AM. Nessas áreas são abertas clareiras na vegetação para instalação de sondas de exploração petrolífera.

No entanto, não há informações a respeito do impacto provocado pelo desmatamento nesses solos. A avaliação do impacto do desmatamento do solo em Coari, AM, faz-se necessária para recuperação da degradação resultante da exploração petrolífera. Essa avaliação no solo pode ser realizada com indicadores químicos e biológicos, como carbono e biomassa microbiana, respectivamente. Esses indicadores apresentam respostas rápidas e precisas em relação às mudanças ambientais e abrangem os processos e propriedades do ecossistema estudado (DORAN; PARKIN, 1994).

Deste modo, o objetivo do trabalho foi avaliar o carbono e os atributos microbiológicos do solo em uma área desmatada da Floresta Amazônica, na jazida petrolífera do Rio Urucu, no Município de Coari, AM.

<sup>1</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Microbiologia Agrícola e do Ambiente, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

<sup>2</sup>Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

<sup>3</sup>Engenheira-agrônoma, estudante em desenvolvimento de dissertação, bolsista do CNPq, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM

<sup>4</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências (Energia Nuclear na Agricultura), professor associado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS

<sup>5</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia (Fitotecnia), pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

<sup>6</sup>Engenheira florestal, doutora em Ciência Florestal, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

## Material e Métodos

### Coleta de solo

O solo foi coletado na base petrolífera da Petrobrás do Rio Urucu, Coari, AM. A coleta foi realizada durante o mês de março de 2012 na Jazida 21 (Latitude 4°52'56,6" S; Longitude: 65°14'19,01" W). O clima da região é tropical úmido (tipo Afi) pela classificação de Köppen. Os solos são classificados como Argissolos, e o clima caracteriza-se por chuvas abundantes durante todo ano e temperatura média de 26 °C (VIEIRA; SANTOS, 1987). Nessa jazida, as amostras foram obtidas em três áreas com usos do solo distintos: floresta primária, floresta secundária e área desmatada. A área desmatada corresponde à clareira explorada com sondas para localização de petróleo no subsolo. Em cada uso do solo foram coletadas amostras em seis pontos diferentes. Essas amostras foram obtidas entre 0 cm e 10 cm de profundidade.

### Processamento das amostras de solo

As amostras de solo coletadas foram peneiradas em malha de 2 cm e destinadas às análises de carbono e microbiológica. O carbono (C) foi avaliado de acordo com o Manual de Análise do Solo da Embrapa (CLAESSEN, 1997). A análise microbiológica foi realizada para o carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração basal (RB) e os quocientes metabólico ( $qCO_2$ ) e microbiano ( $qMic$ ). O CBM e RB foram determinados com *Infra Red Gas Analyser (IRGA)*, conforme Anderson e

Domsh (1978). A fórmula utilizada para obtenção do CBM foi:

$$CBM = (RB \times 40,04) + 0,37$$

Em que:

CBM = carbono da biomassa microbiana

RB = respiração em  $\mu L CO_2 \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1}$

As fórmulas para obtenção dos quocientes metabólico e microbiano foram:

$$qCO_2 = \frac{RB}{CBM}$$

$$qMic = \left( \frac{CBM}{C \text{ Total}} \right) \times 100$$

Em que:

$qCO_2$  = quociente metabólico

$qMic$  = quociente microbiano

C Total = carbono total

### Análise dos resultados

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de separação de médias Student-Newman-Keuls ( $p < 0,05$ ).

### Resultados e Discussão

Os valores de C obtidos variaram entre 7,23 e 27,77 g.Kg<sup>-1</sup> solo (Tabela 1). Como era esperado, os valores de C encontrados foram maiores nas florestas do que na área desmatada. Isso ocorre devido às diferenças no acúmulo de C resultantes de diferentes fontes de C provenientes das plantas (GUO; GIFFORD, 2002).

**Tabela 1.** Carbono total (C Total), carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração basal (RB), quociente metabólico ( $qCO_2$ ) e quociente microbiano ( $qMic$ ) em diferentes sistemas de uso da terra na Jazida 21 da Base da Petrobrás do Rio Urucu, Coari, AM.

Uso	C Total (g. Kg <sup>-1</sup> Solo)	CBM (mg C. Kg <sup>-1</sup> Solo)	RB (mg C-CO <sub>2</sub> . Kg <sup>-1</sup> Solo)	$qCO_2$ (mg C-CO <sub>2</sub> . g <sup>-1</sup> CBM.h <sup>-1</sup> )	$qMic$ (%)
Área desmatada	7,23 B	402,55 C	106,48 A	11,45 A	5,77 A
Floresta Primária	23,98 A	845,29 B	106,38 A	5,73 B	3,59 A
Floresta Secundária	27,77 A	1.427,59 A	84,44 A	2,54 C	5,25 A

\*Médias com a mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Student-Newman-Keuls ( $p < 0,05$ ).

Os valores de CBM observados variaram entre 402,55 e 1.427,59 mg C. Kg<sup>-1</sup> solo (Tabela 1). A floresta secundária apresentou maior CBM do que os demais sistemas estudados, enquanto a floresta primária apresentou maior CBM do que a área desmatada. Esse resultado pode ser decorrente do estágio de sucessão vegetal da floresta

secundária. Nesse caso, o CBM pode ser maior em virtude dessa sucessão (SAYNES et al., 2005). Também observou-se que, à medida que a floresta secundária envelhece, os teores de CBM aumentam significativamente (JIA et al., 2005). Considerando as florestas (primária e secundária), pode-se dizer que os resultados foram similares aos observados

em outros ecossistemas naturais, como os cerrados (D'ANDRÉA et al., 2002; MATSUOKA et al., 2003; RANGEL; SILVA, 2007). A diminuição do CBM na área desmatada ocorreu devido à diminuição da porosidade do solo, drenagem e inibição do crescimento microbiano (KABZEMS; HAEUSSLER, 2005; MARIANI et al., 2006).

Os valores de RB, neste trabalho, variaram entre 84,44 e 106,48 mg C-CO<sub>2</sub>. Kg<sup>-1</sup> solo (Tabela 1). A RB não diferiu entre as florestas e a área desmatada. Esse resultado diverge de outros autores, pois espera-se que a RB seja maior na floresta, uma vez que nesta ocorrem entradas significativas de carbono pela vegetação nativa (PRASAD et al., 1994; SAVIOZZI et al., 2001). E ainda, em função desse maior aporte de carbono na floresta, aumenta-se a atividade microbiana (SALINAS-GARCIA et al., 1997).

Os valores qCO<sub>2</sub> obtidos variaram entre 2,54 e 11,45 de mg C-CO<sub>2</sub>. g<sup>-1</sup> CBM.h<sup>-1</sup> (Tabela 1). O qCO<sub>2</sub> foi maior na área desmatada do que nas florestas. Isso aconteceu porque houve maior perda de CO<sub>2</sub> por unidade de biomassa. E essa perda não permitiu a incorporação de carbono nos tecidos microbianos (GAMA-RODRIGUES, E.; GAMA-RODRIGUES, A., 2008).

Os valores de qMic variaram entre 3,59% e 5,77% (Tabela 1). No entanto, não houve diferenças entre os usos da terra estudados. Os valores obtidos neste estudo foram superiores aos obtidos por Feigl et al. (1995) e Gerald et al. (1995), que encontraram valores entre 2,1% e 2,9%, respectivamente. Esses resultados indicam que não há diferenças na qualidade do carbono lábil e nas condições ambientais para o crescimento microbiano (CHENG et al., 2013).

O C apresentou correlação positiva com o CBM e negativa com o qCO<sub>2</sub>. Essa correlação positiva entre C e CBM indica o tamanho dos reservatórios carbônicos do solo (SPARLING, 1992). O CBM afetou negativamente o qCO<sub>2</sub>. Nesse caso diminui a atividade metabólica microbiana (qCO<sub>2</sub>) e aumenta a sua biomassa (BALOTA et al., 1998). A respiração basal e o qMic não apresentaram correlações com as variáveis estudadas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Correlação de Pearson entre as variáveis químicas e microbiológicas do solo da Jazida 21 na base da Petrobrás do Rio Urucu, Coari, AM.

Variáveis	C	CBM	RB	qCO <sub>2</sub>	qMic
C	1,00*	0,77*	-0,14	-0,87*	-0,38
CBM	0,77*	1,00*	-0,10	-0,89*	0,20
RB	-0,14	-0,10	1,00*	0,25	0,20
qCO <sub>2</sub>	-0,87*	-0,89*	0,25	1,00*	0,04
qMic	-0,38	0,20	0,20	0,04	1,00*

\*Correlação significativa (p<0,05).

## Conclusão

- As análises de C, CBM e qCO<sub>2</sub> indicam os efeitos do desmatamento no solo na área do Rio Urucu, Coari, AM.
- O C, CBM e qCO<sub>2</sub> podem ser utilizados como indicadores de impacto ambiental do desmatamento nas atividades de exploração de petróleo na base da Petrobrás em Coari, AM.

## Referências

- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biology & Biochemistry*, Oxford, v. 10, p. 215-221, 1978.
- BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 22, n. 4, p. 641-650, 1998.
- CLAESSEN, M. E. C. (Org.). *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).
- D'ANDREA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 26, p. 913-923, 2002.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: SSSA, 1994. p. 1-20. (Special, 35).
- FEIGL, B. J.; MELILLO, J.; CERRI, C. C. Soil microbial biomass in Amazonian soils: evaluation of methods and estimates of pool sizes. *Soil Biology & Biochemistry*, Oxford, v. 27, p. 1467-1472, 1995.

- GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 325-358.
- GERALDES, A. P. A.; CERRI, C. C.; FEIGL, B. J. Biomassa microbiana de solo sob pastagens na Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 55-60, 1995.
- GUO, L. B.; GIFFORD, R. M. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. **Global Change Biology**, Oxford, v. 8, p. 345-360, 2002.
- JACOMINI, P. K. T.; CAMARGO, M. N. Classificação pedológica nacional em vigor. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Ed.). **Solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS-UFV, 1996. p. 675-689.
- JIA, G.-M.; CAO, J.; WANG, C.; WANG, G. Microbial biomass and nutrients in soil at the different stages of secondary forest succession in Ziulin, northwest China. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 217, p. 117-112, 2005.
- KABZEMS, R.; HAEUSSLER, S. Soil properties, aspen, and white spruce responses 5 years after organic matter removal and compaction treatments. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 35, n. 8, p. 2045-2055, 2005.
- KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 42, p. 1-13, 2010.
- MARIANI, L.; CHANG, S. X.; KABZEMS, R. Effects of tree harvesting, forest floor removal, and compaction on soil microbial biomass, microbial respiration, and N availability in a boreal aspen forest in British Columbia. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 38, p. 1734-1744, 2006.
- MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas naturais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 425-433, 2003.
- PHILLIPS, O. L.; MALHI, Y.; HIGUCHI, N.; LAURENCE, W. F.; NUNEZ, P. V.; VASQUEZ, R.; LAURENCE, S. G.; FERREIRA, L. V.; STERN, M.; BROWN, S.; GRACE, J. Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots. **Science**, Washington, DC, v. 282, p. 439-442, 1998.
- PRASAD, P.; BASU, S.; BEHERA, N. A comparative account of the microbial characteristic of soil under nature forest. **Plant and Soil**, Hague, v. 51, p. 73-108, 1994.
- RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 31, p. 1609-1623, 2007.
- SALINAS-GARCIA, J. R.; HONS, F. M.; MATOCHA, J. E. Long-term effects of tillage and fertilization on soil organic matter dynamics. **Soil Science Society of American Journal**, v. 61, p. 152-159, 1997.
- SAVIOZZI, A.; LEVI-MINZI, R.; CARDELLI, R.; RIFFALDI, R. A comparison of soil quality in adjacent cultivated, forest and native grassland soils. **Plant and Soil**, Hague, v. 233, n. 2, p. 251-259, 2001.
- SAYNES, V.; HIDALGO, C.; ETCHEVERS, J. D.; CAMPO, J. E. Soil C and N dynamics in primary and secondary seasonally dry tropical forests in Mexico. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 29, n. 3, p. 282-289, Jul. 2005.
- 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.
- VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C. **Amazônia: seus solos e outros recursos naturais**. São Paulo: Ceres, 1987. 416 p.

### Comunicado Técnico, 122

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Amazônia Ocidental**  
 Endereço: Rodovia AM 010, Km 29 - Estrada  
 Manaus/Itacoatiara  
 Fone: (92) 3303-7800  
 Fax: (92) 3303-7820  
<https://www.embrapa.br/amazonia-ocidental>  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac/](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/)

1ª edição  
 1ª impressão (2016): 300

### Comitê de publicações

Presidente: *Celso Paulo de Azevedo*  
 Secretária: *Gleise Maria Teles de Oliveira*  
 Membros: *Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa,*  
*Maria Perpétua Beleza Pereira e Ricardo Lopes*

### Expediente

Revisão de texto: *Maria Perpétua Beleza Pereira*  
 Normalização bibliográfica: *Maria Augusta Abtibol B. de Sousa*  
 Editoração eletrônica: *Gleise Maria Teles de Oliveira*