

## **MECANISMOS LIGADOS A CICLAGEM DE NITROGÊNIO E FÓSFORO EM ÁREA DE PASTAGEM ABANDONADA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: RESULTADOS DE UM EXPERIMENTO DE FERTILIZAÇÃO.**

<sup>1</sup>SERRÃO, Bruno de Oliveira, <sup>2</sup>CARVALHO, Cláudio José Reis de, <sup>3</sup>DUTRA, Fábio Carneiro.

**RESUMO:** A disponibilidade de nitrogênio e fósforo pode limitar as taxas de crescimento das florestas secundárias na Amazônia. A grande maioria dos solos é pobre em nutrientes e numerosos ciclos de corte e queima contribuem para reduzir ainda mais os estoques de nutrientes e o aumento na degradação do solo. A mineralização do N e P do solo e serrapilheira através da atividade enzimática e aquisição de nutrientes através das micorrizas pode ser um importante meio para a recuperação dos ciclos de nutrientes durante a sucessão secundária das florestas. Nesse contexto os processos que envolvem a população microbiana do solo apresentam um papel fundamental na dinâmica de nutrientes nesses ecossistemas. Em janeiro de 2000, foi instalado um experimento para avaliar o papel da limitação exercida pela disponibilidade de nitrogênio (N) e fósforo (P) a recuperação dos ciclos biogeoquímicos, em Paragominas (PA). Usou-se uma área de pastagem degradada, abandonada há seis anos, vegetando sobre um solo pobre em nutrientes principalmente (Oxisol argiloso). Em julho de 2004 foram coletadas amostras de solo para avaliar o efeito residual da fertilização sobre a biomassa microbiana, atividade enzimática e micorrizas. Os resultados demonstraram que no experimento de fertilização, os tratamentos que receberam fertilização com P, apresentaram os maiores valores de C, N da biomassa microbiana bem como uma maior taxa de mineralização líquida de N. Observa-se ainda que as atividades das enzimas estudadas não variaram entre as condições estudadas.

**Palavras-chave:** ciclagem de nutrientes, sucessão secundária, fungos micorrizicos, atividades enzimática.

## **MECHANISMS LINKED A CYCLING OF NITROGEN AND PHOSPHORUS IN AN ABANDONED CATTLE PASTURE IN EASTERN OF AMAZON: RESULTS OF FERTILIZATION EXPERIMENT.**

**ABSTRACT:** The availability of nitrogen and phosphorus may limit rates of regrowth of secondary forests in Amazonian. The highly weathered soils are nutrient poor, and numerous cycles of slash and burn can further impoverish nutrient stocks and lead to site degradation. The mineralization of N and P from soil and litter by enzymatic activity and acquisition of nutrients by mycorrhizae could be important for recuperation of nutrient cycles during secondary forest succession. In this context, the processes involved microbial population of soil is role important to nutrients dynamics in these ecosystems. In January of 2000, we installed experiment for measure limitation exercisable to nitrogen and phosphorus on restoration biogeochemical cycles in Paragominas (PA). Use a six-yr-old secondary forest growing on an abandoned cattle pasture on clayey oxisol. In July of 2004 we collected soil samples with objective to study residual effect to fertilization on microbial biomass, enzymes activities e mycorrhizae. The results demonstrated values of C and N in microbial biomass and increased in rate net mineralization. Verify the enzymes studded do not variable in study conditions.

**Keywords:** nutrients cycles, secondary succession, mycorrhizal fungi, enzymes activities.

---

<sup>1</sup> Bosista RHAECNPq-INPA-LBA

<sup>2</sup> Pesquisador, EMBRAPA Amazônia Oriental.

<sup>3</sup> Engenheiro Florestal, Agência de Defesa Agropecuária do Pará.

## **INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas grandes áreas de floresta tropical úmida na Amazônia foram convertidas em pastagens e posteriormente abandonadas, dando origem às vegetações secundárias cada vez mais abundantes nesta região do Brasil. O entendimento dos processos ecológicos que controlam a sucessão secundária é cada vez mais discutido e o papel da limitação de nutrientes no desenvolvimento deste tipo de vegetação ainda é pouco conhecido. Pois os solos amazônicos têm sua sustentabilidade dependente dos mecanismos ligados aos ciclos biogeoquímicos e são geralmente deficientes em nutrientes minerais, principalmente nitrogênio e fósforo. Neste contexto, o interesse em estimar a biomassa microbiana do solo surgiu pelo seu papel como marcador ecológico fundamental na dinâmica de nutrientes e no armazenamento de C, N e P nestes ecossistemas. Outro fator importante para o entendimento dos processos que controlam o desenvolvimento das vegetações secundárias, é a atividade enzimática do solo apresenta um papel fundamental na mobilização de nutrientes via mineralização da matéria orgânica, sendo bastante sensível as mudanças no ecossistema, permitindo monitorar a recuperação da funcionalidade do solo sob este tipo de vegetação. As associações micorrízicas, por apresentarem alta capacidade bioquímica e promoverem um aumento na área de absorção radicular, podem ser consideradas um indicativo de estratégias adaptativas da vegetação para sua estabilização e desenvolvimento. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o papel da limitação exercida pela disponibilidade de nitrogênio (N) e fósforo (P) sobre o carbono e nitrogênio da biomassa microbiana e a limitação exercida pelo nitrogênio e fósforo sobre as associações micorrízicas e a atividade enzimática do solo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo é localizada na Fazenda Vitória (figura 1), no Município de Paragominas, Pará, Brasil (2° 59'00 "S e 47°00'31" W). Apresentando precipitação anual média de 1800 mm, com uma estação seca distinta de junho a novembro (VIEIRA et al, 2002). O experimento foi compreendido em uma área de 7,25 ha de pastagem abandonada, originalmente plantado em 1971 com *Panicum maximum*, sendo então abandonada em 1984 (DAVIDSON et al, 2004). A área recebeu duas adubações anuais sucessivas (2000 e 2001) com 100 kg de N, 50 kg de P e a combinação dos dois por hectare. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. Foram coletadas amostras de solo em 3 locais diagonalmente na parcela, nas profundidades de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm. O carbono e Nitrogênio da biomassa microbiana foram extraídos pelo método de fumigação – extração. A matéria orgânica do solo foi mensurada por ignição em mufla. O carbono da biomassa microbiana foi determinado colorimetricamente pela oxidação por dicromato de potássio (VANCE, et al, 1987), o nitrogênio da biomassa microbiana por digestão sulfúrica com catalisadores seguida por destilação e titulação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (BROOKES, et al, 1985). A mineralização e a nitrificação líquida foram determinadas sob incubação aeróbica em condições controladas no laboratório (HART ET AL,

1994). A atividade da urease foi quantificada pela determinação colorimétrica de amônio liberado após incubação de amostra de solo com uréia durante 1h a 37°C (KANDELER E GERBER, 1988). A atividade de fosfatase ácida foi estimada pela formação de p-nitrofenol depois da incubação do solo com p-nitrofenilfosfato após 1h a 37°C (TABATABAI & BREMNER, 1969). Para a extração de esporos, foi utilizado o método de peneiramento úmido (GERDEMANN E NICOLSON, 1963). A contagem da colonização micorrízica por centímetro linear de raízes, foi realizada pelo método convencional de clarificação com KOH, seguido de coloração com azul de tripano em lactoglicerol. Os dados foram submetidos a análise de variância e posteriormente ao teste de comparação de médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A biomassa microbiana do solo apresenta um papel fundamental na dinâmica de nutrientes nos mais variados ecossistemas afetando as transformações do C, N e P. Funcionalmente a biomassa microbiana atua como reservatório de nutrientes immobilizando-os temporariamente reduzindo as perdas por lixiviação possibilitando seu posterior uso pelas plantas. O acúmulo de C na camada superficial do solo (Figura 1), foi superior nos tratamentos que receberam fertilização com P, o que indica que este nutriente pode estimular o desenvolvimento dos microorganismos e os processos biológicos do solo. O menor acúmulo de C pela biomassa microbiana no tratamento com N está provavelmente ligado com o estoque e a qualidade da matéria orgânica na área estudada.

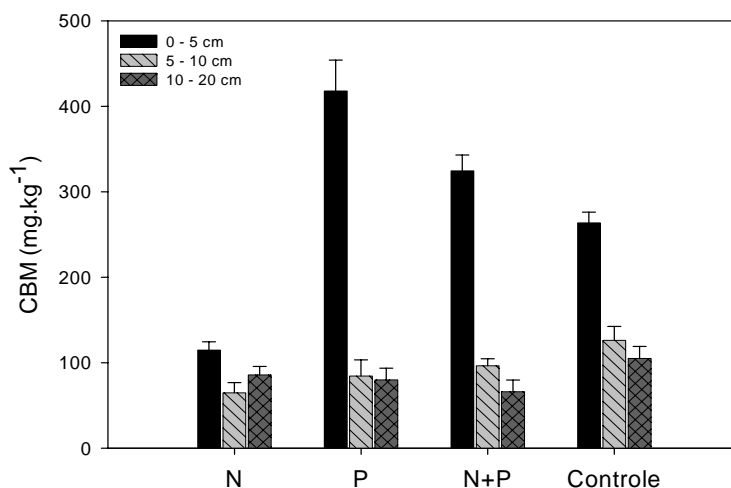


Figura 1. Carbono da Biomassa microbiana. Valores correspondem a média (n=6, 3 parcelas, 2 repetições), barras de erro corresponde ao desvio padrão das amostras.

O nitrogênio da biomassa microbiana (Figura 2) foi maior nos tratamentos com P e N+P indicando que a biota do solo acumula maior quantidade de nitrogênio, em resposta a aplicação de P, esse resultado mostra a limitação que esse elemento pode exercer na atividade microbiana no solo. Blanknau (2000) estudando o acúmulo de N pela biomassa microbiana em solos que receberam fertilização obteve um maior acúmulo de N pela biomassa nos tratamentos que receberam adubação com N nas fases iniciais

de desenvolvimento da vegetação, no entanto ao estudar a vegetação já estabelecida a quantidade de N na biomassa microbiana foi maior nos tratamentos adubados com P. A ação dos microorganismos foi maior na profundidade de 0 a 5 do solo decaindo com aumento da profundidade, em consequência da menor quantidade de matéria orgânica no solo nessas profundidades. O tamanho da biomassa microbiana influencia a quantidade de nitrogênio disponível no solo para as plantas, devido os microorganismos serem responsáveis pelas transformações de N orgânico em íons amônio e nitrato.

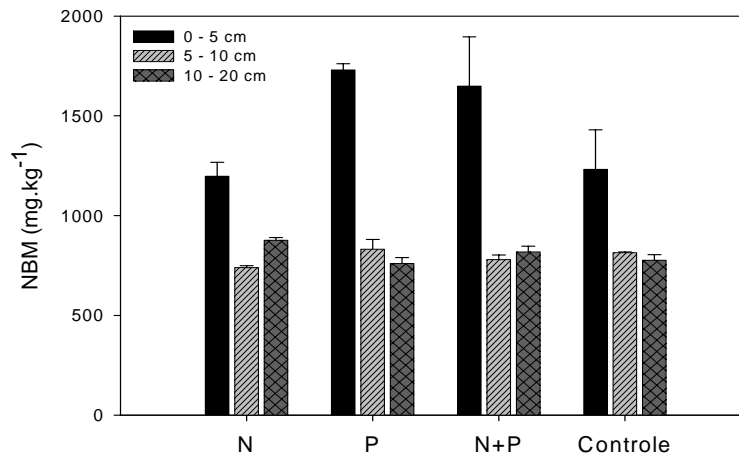


Figura 2. Nitrogênio da biomassa microbiana. Valores correspondem a média (n=6, 3 parcelas, 2 repetições), barras de erro corresponde ao desvio padrão das amostras.

O maior acúmulo de matéria orgânica (Figura 3) do solo ocorreu no tratamento que recebeu somente fertilização com P, isso representa a limitação exercida pela disponibilidade de P na deposição de biomassa pela vegetação. Baseados na hipótese de alta fixação do P nesses solos caoliniticos, após três anos do início do experimento de manipulação de nutrientes, ainda é visível o efeito residual da aplicação do P, sobre a acumulação de biomassa e processos biogeoquímicos nestas florestas secundárias desenvolvendo-se em pastagem abandonada (DAVIDSON et al, 2004).

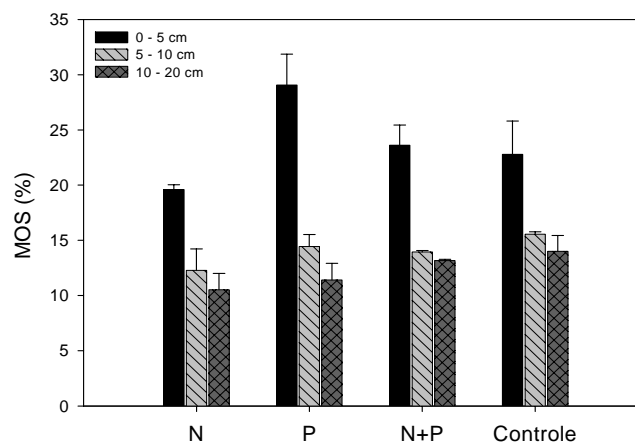


Figura 3. Matéria orgânica do solo. Valores correspondem a média (n=6, 3 parcelas, 2 repetições), barras de erro corresponde ao desvio padrão das amostras.

A mineralização de N (Figura 4a) foi maior na vegetação controle e na área adubada com P. Esse processo, realizado por uma ampla diversidade de microorganismos reflete a alteração sofrida pela biota do solo em relação disponibilidade e forma de nutrientes, principalmente P. A nitrificação líquida (figura 4b) foi maior no tratamento com P, acredita-se que a nitrificação é a forma mais sensível da mineralização do N, pois só um pequeno número de bactérias está envolvido nesse processo, sendo bastante afetada pela disponibilidade de nutrientes e outros fatores inerentes ao ambiente.

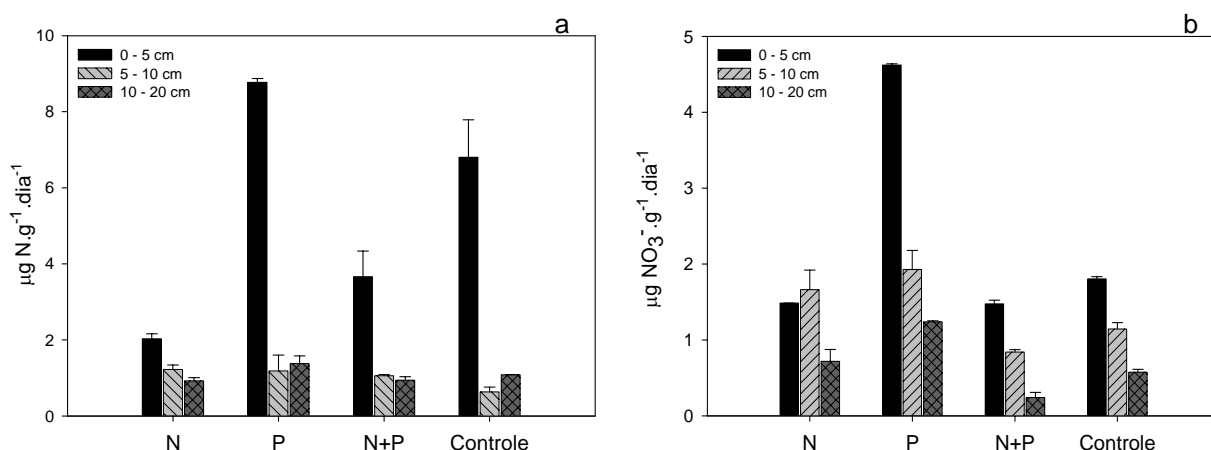


Figura 4. Mineralização líquida (a) e nitrificação líquida (b). Valores correspondem a média (n=6, 3 parcelas, 2 repetições), barras de erro corresponde ao desvio padrão das amostras.

A atividade enzimática do solo, realizada por microorganismos, plantas e animais, está entre os principais fatores responsáveis pela mineralização dos compostos orgânicos no solo são importantes agentes nos processos de ciclagem do carbono, nitrogênio e fósforo. Por serem bastante sensíveis a mudanças no solo, são consideradas bons indicadores da qualidade do solo e da recuperação da funcionalidade do solo impactado. A fosfatase ácida, enzima chave nos processos de mineralização do P no solo é geralmente secretada pelo sistema radicular vegetal e microorganismos podendo ser estimulada em condições de baixa disponibilidade de P, o que em geral é o nutriente mais limitante a recuperação das vegetações secundárias na Amazônia. Os resultados mostram (Figura 5) a atividade da fosfatase ácida foi maior no tratamento controle o que pode indicar a importância desta ectoenzima no fornecimento P para este tipo de vegetação e seu papel na recuperação dos processos ligados à ciclagem do P. A disponibilidade de nitrogênio em solos sobre este tipo de vegetação está diretamente relacionada com a capacidade de mineralização do N contido matéria orgânica pela microbiota do solo que secretam uma grande variedade de enzimas como a urease, que catalisa a hidrólise da uréia. Esta enzima desempenha um papel importante na conversão do N orgânico em N mineral. A atividade da urease (Figura 6) não diferiu entre os ambientes estudados, indicando que a atividade desta enzima não está diretamente ligada à disponibilidade de nutrientes, mas provavelmente a outros fatores do solo.

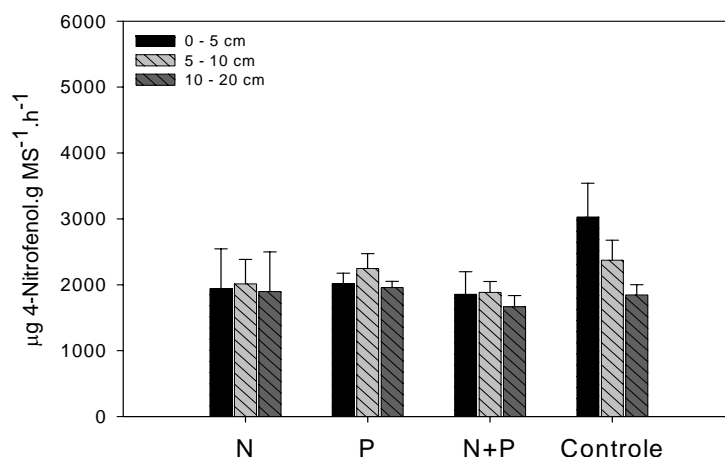


Figura 5. Atividade da fosfatase ácida. Valores correspondem a média (n=6, 3 parcelas, 2 repetições), barras de erro corresponde ao desvio padrão das amostras.

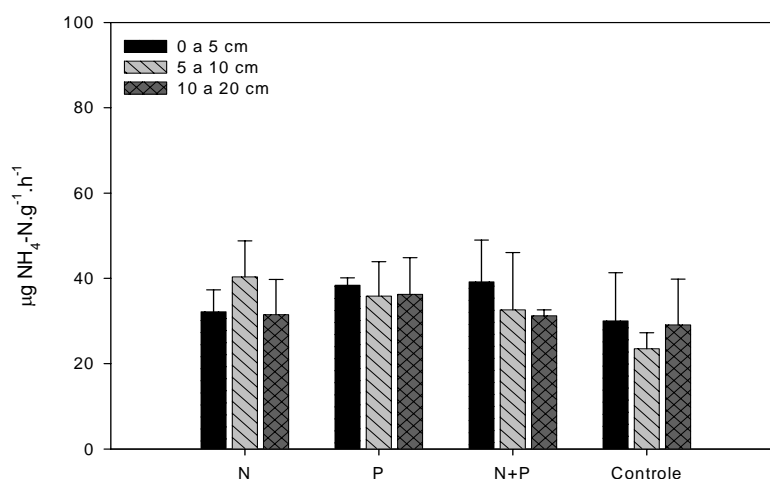


Figura 6. Atividade da uréase. Valores correspondem a média (n=6, 3 parcelas, 2 repetições), barras de erro corresponde ao desvio padrão das amostras.

As micorrizas representam uma variedade de simbioses formadas entre raízes e certos fungos do solo, os quais são associações endofíticas não patogênicas presentes ao longo de todo processo de evolução das plantas terrestres, que além de ocorrência generalizada nestas, desempenham importante papel funcional no ecossistema. Acredita-se que as micorrizas podem desempenhar uma função importante na regeneração das vegetações secundárias através de sua capacidade de aumentar a área de absorção radicular fornecendo a este tipo de vegetação os subsídios nutricionais necessários ao seu desenvolvimento. A colonização micorrízica variou entre as condições estudadas, onde foi observada uma maior colonização nos tratamentos que receberam fertilização com N e na Parcela controle (Figura 7). O tratamento com N provavelmente influenciou as condições químicas para o desenvolvimento de raízes finas da vegetação e microorganismos. O tratamento com P apresentou uma menor colonização, que se deve obviamente a maior disponibilidade de P no ambiente, isso demonstra

que a simbiose fungo-planta é bastante sensível ao aumento deste nutriente no ambiente e que este nutriente pode ser o mais limitante para a regeneração das florestas sobre as condições estudadas.

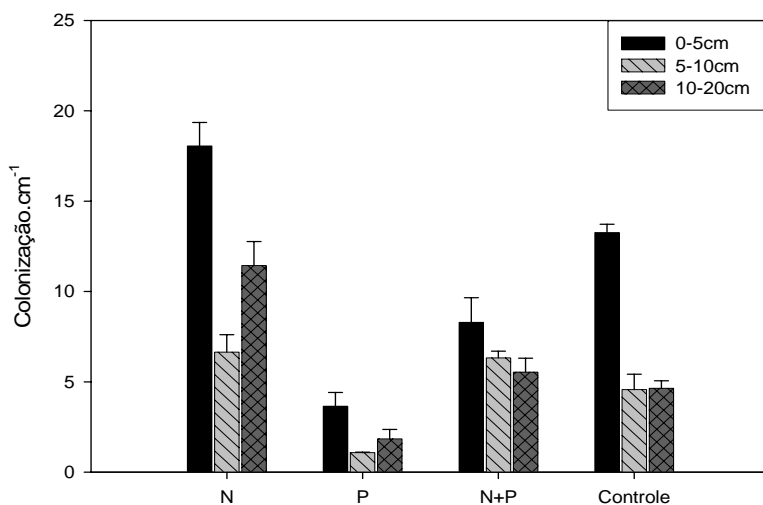


Figura 7. Colonização micorrízica por centímetro linear de raízes. Valores correspondem a média (n=6, 3 parcelas, 2 repetições), barras de erro corresponde ao desvio padrão das amostras.

A densidade de esporos de fungos micorrízicos apresentou comportamento similar ao de colonização, sendo encontrados em maior número no tratamento controle e no tratamento que recebeu apenas N em relação aos tratamentos que receberam fertilização com P (Figura 8). Este comportamento mostra que a esporulação das micorrizas está provavelmente relacionada com a maior colonização radicular sofrida pela vegetação nos tratamentos controle e adubado somente com nitrogênio.

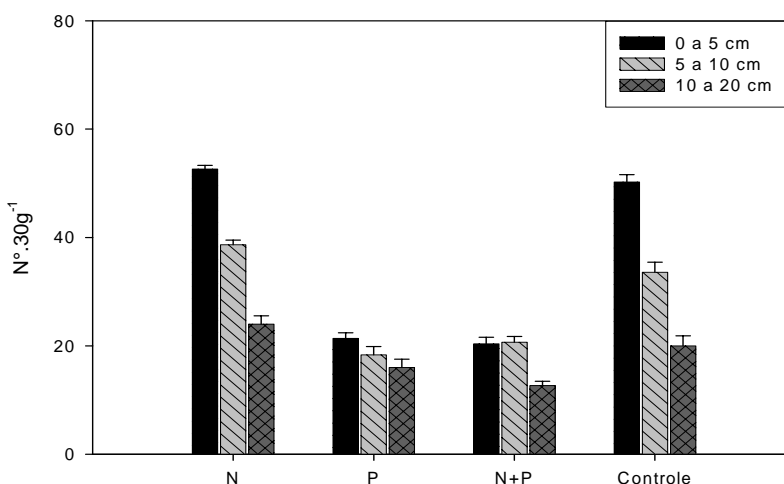


Figura 8. Densidade de esporos viáveis de micorrizas. Valores correspondem à média (n=6, 3 parcelas, 2 repetições), barras de erro corresponde ao desvio padrão das amostras.

## CONCLUSÃO

No experimento de fertilização, observa-se que os tratamentos que receberam fertilização com P, apresentaram os maiores valores de C, N da biomassa microbiana bem como uma maior taxa de

mineralização líquida de N. Observa-se ainda que as atividades das enzimas estudadas não variaram entre as condições estudadas.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BLANKNAU, K.; OLFS, H.W.; KUHLMANN, H. 2000. Effect of microbial nitrogen immobilization during the growth period on the availability of nitrogen fertilizer. *Biology and fertility of soils*. V.32, p. 157-165.

BROOKES, P.C.; LANDMAN, A.; PUDEN, G.; JENKINSON, D.S.; Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 17:837-842, 1985.

DAVIDSON, E.A.; CARVALHO, C.J.R.; VIEIRA, I.C.G.; FIGUEIREDO, R.O.; MOUTINHO, P.; ISHIDA, F.Y.; SANTOS, M.T.P.; GUERRERO, J.B.; KALIF, K. 2004. Nitrogen and phosphorus limitation of biomass growth in a tropical secondary forest. *Ecological Applications*. 14 (4) Supplement.

HART, S.C.; STARK, J.M.; DAVIDSON, E.A.; FIRESTONE, M.K. 1994. Nitrogen mineralization, immobilization and nitrification. 985-1018. in R.W. WEAVER, J.S. ANGLE and P.S. BOTTOMLEY, editors. *Methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties*. Book series n°5. Soil Science Society of America, Madison-Wisconsin, USA.

GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal endogen species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transaction British Mycology Society*, v.46, p.235-246, 1963.

KANDELER, E. and GERBER, H.1988. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. *Biol. Fert. Of Soil*, 6, p.68-72.

TABATABAI, M.A. and BREMNER, J.M. 1969. Use of p-nitrophenyl phosphatase for assay of soil phosphatase activity. *Soil Biol. & Bioch.* 1: 301-307

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass. *Soil Biology and biochemistry*. 19:703-707. 1987

VIEIRA, I.G.; DAVIDSON, E.A.; FIGUEIREDO, R.O.; CARVALHO, C.J.R.; SANTOS, M.T.P.; ISHIDA, F.Y.; MOUTINHO, P.; MOLLER, R.; FILHO, M.B.D.; GUERRERO, J.B.; BELK, E. Nutrient manipulation in a secondary forest of eastern Amazonian. I Scientific LBA Conference. 2000. Belém-Pará.