

COMPARAÇÃO DOS FLUXOS DE NUTRIENTES E CALOR NO SOLO EM ÁREA DE FLORESTA PRIMÁRIA E EM ÁREA DESMATADA.

Geisa de Almeida FONTINELE¹; Sávio José Filgueiras FERREIRA²; Ari de Oliveira MARQUES³
Bolsista PIBIC/CNPq/INPA; ² Orientador CDAM/INPA; ³ Colaborador CDAM/INPA

1.Introdução

Os solos de floresta de terra firme da Amazônia Central são ácidos, com baixa fertilidade e intemperizados. A manutenção da floresta Amazônica depende da ciclagem de nutrientes, sendo a leiteira a principal fonte de retorno dos nutrientes ao solo. A decomposição da leiteira é influenciada pelos processos dos ciclos geoquímico, bioquímico.

Segundo (Silva, 2009) os fatores bióticos e abióticos como: temperatura do ar e do solo, latitude e altitude, precipitação, disponibilidade hídrica e estoque de nutrientes do solo influenciam na produção de leiteira. Segundo (Nordemann, 2008) A temperatura do solo fornece uma importante troca de energia entre solo-planta-atmosfera, interação que mantém o equilíbrio do sistema influenciando no processo dinâmico de produção vegetal. A energia no solo se propaga por condução no perfil e o fluxo de energia tem o sentido descendente, ou seja, o fluxo de energia é transportado para as camadas mais profundas do perfil. A partir da entrada de energia na primeira camada de solo para profundidades maiores a distribuição de temperatura tende a variar nas camadas superiores e manter-se constante em camadas mais profundas. Essa intensidade variável estabelece uma amplitude energética, que interagindo com o sistema radicular da planta irá estimular as trocas iônicas entre raízes e solo (Ometto, 1981).

Com o objetivo avaliar e comparar as variações dos fluxos de nutrientes e calor disponíveis nos perfis do solo, e tal como, relacionar perdas e ganhos dos fluxos em área floresta, reflorestada e desmatada.

2.Material e Métodos

As amostras foram coletadas na área da Estação Meteorológica do INPA, situada na Reserva Florestal Adolpho Ducke (latitude 03° 08' S e longitude 60° 02' W), localizada ao Norte de Manaus a 26 km da Rodovia Manaus-Itacoatiara. A estação meteorológica se encontra em uma área de clareira em terreno plano, tendo como vegetação do solo gramas rasteira. A capoeira é uma área manejada pela Coordenação de Silvicultura de Espécies Florestais Amazônicas - INPA, que nos anos de 1963 a 1965 recebeu o plantio de espécies arbóreas como *Carapa guianensis* - Andiroba, *Jacaranda copaia* - Caboba e *Copaifera multifuga* - Copaíba.

As coletas das amostras de solo para as análises químicas ocorreram na área desmatada, floresta primária e capoeira nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-30 cm em três períodos: setembro de 2011, mês da estação seca e em janeiro e maio de 2012, meses da estação chuvosa. As coletas de setembro representam amostras simples e as de janeiro e maio são amostras compostas que é a mistura homogênea de várias amostras simples. As amostras foram colocadas em sacos plásticos com identificação para dar entrada ao Laboratório Temático de Solo e Planta - LTSP do INPA. Onde essas amostras foram deixadas para secarem a temperatura ambiente, chamada de terra fina seca ao ar livre (TFSA), em uma área com cobertura. A fração do solo seco foi diminuída através de batidas no mesmo e a peneiração do solo foi necessária para separar pedaços madeira e raízes (Figura 1. A).

Foram medidos e analisados no laboratório o pH em solução a água e os macros e micronutrientes Ca, Mg, Al, P, K, Na, Zn, C, N, e matéria orgânica seguindo métodos desenvolvidos pela EMBRAPA.

Foram preparadas soluções extratoras de KCL 1N e duplo-ácido para a determinação de Ca, Mg, Al e Fe, Zn, Na, respectivamente. A determinação dos nutrientes pelo método extrator KCL 1N e duplo ácido ocorreu a partir preparação das curvas-padrões e da pesagem de 5g de TFSA e 50 ml da solução extratora adicionada, com o auxílio de uma proveta, em um frasco. As amostras contendo o solo e a solução extratora foi agitada por 15 minutos, para serem filtradas (Figura 1. A) com papel filtro da marca Quanty JP42 - Faixa Azul em outro frasco. As determinações do teor de nutrientes das amostras das três áreas foram feitas por espectrofotometria de absorção atômica - EAA (Figura 1. A).

A titulação de carbono foi determinada através do método Walkley e Black. Na preparação para a determinação de carbono as amostras de solo foram pesadas e moídas em 0,5 g de TFSA e posteriormente transferidas para um erlemeyer que receberam diluições em meio ácido sulfúrico (H₂SO₄) e dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇) para oxidar a matéria orgânica. A titulação foi realizada em presença de sulfato ferroso (Fe (NH₄)₂ (SO₄)₂ 6H₂O) com o indicador difenilamina. A solução de sulfato ferroso foi adicionada em uma bureta e a difenilamina foi misturada a solução de dicromato presente no erlemeyer. O sulfato ferroso foi gotejado pela bureta na solução de dicromato até obter a reação. Assim a coloração da solução contida no erlemeyer mudou para verde escuro, indicando o fim da reação.

O nitrogênio foi estimado dividindo o teor de carbono por 20, assim se obteve uma estimativa do teor de nitrogênio. A porcentagem de matéria orgânica foi calculada multiplicando-se o valor de carbono pelo fator de "Van-Benmelen" 1,72. Este fator foi utilizado em virtude de se admitir que, na composição média do húmus, o carbono participa com 58% (EMBRAPA, 1997).

As temperaturas do solo e do ar foram medidas por sensores instalados no solo nas profundidades de 5, 10, 30, 75, 50 cm e o sensor do ar localizado a 1m de altura do solo. Todos os dados de temperatura foram registrados a cada 60 minutos e armazenados no aparelho "data logger" da marca KADEC, que posteriormente, foram transferidos para planilhas em Excel.

3.Resultados e Discussão

As amostras da área desmatada, floresta primária e capoeira mostraram que o pH em água obteve uma variação entre 4,0 a 4,6 (Tabela 1) nas três profundidades nos meses de coletas, os valores mais altos correspondem a terceira e segunda análise com 4,6 na profundidade de 30 cm da área desmatada nos meses de janeiro e maio. Estes obtiveram os valores de pH mais altos por se tratarem de períodos de chuva do ano de 2012 na área de estudo.

No período seco, que corresponde ao mês de setembro (Tabela 1) os valores de pH em água indicam acidez muito baixa.

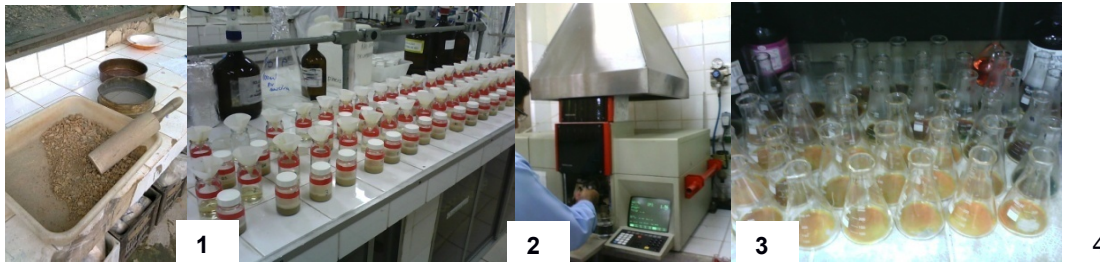


Figura 1. A: Ilustração das amostras secas e peneiradas - 2 filtragem do extrato por duplo-ácido - 3 leitura colorimétrica no espectrofotômetro de absorção atômica (EAA) - 4 solução de dicromato oxidado, método Walkley e Black.

Tabela 1 - Medida de pH, valores estimados pela leitura em potenciômetro.

Amostra	pH (H ₂ O)	Floresta	Capoeira	Área Desmatada
1 Setembro/ 2011	0-5 cm	4,1	4,0	4,3
	5-10 cm	4,0	4,0	4,3
	10-30 cm	4,4	4,4	4,3
2 Janeiro/ 2012	0-5 cm	4,1	4,2	4,5
	5-10 cm	4,3	4,4	4,5
	10-30 cm	4,4	4,5	4,6
3 Maio/ 2012	0-5 cm	4,1	4,2	4,5
	5-10 cm	4,3	4,4	4,5
	10-30 cm	4,4	4,5	4,6

Valores de pH abaixo de 4,5 ao acima de 7,5 restringem o crescimento da planta, pois estes valores representam condições desfavoráveis a ela, como pobreza em Ca, Mg e elevado teor de Al e P (Tomé, 1997).

A produção de liteira é responsável pela reposição de nutrientes ao solo, ela obtém maior desempenho nos períodos de chuva. Segundo (Bizuti, 2001) a água funciona como transportador de nutrientes às superfícies das raízes.

Na ausência de nutrientes a planta não completa seu ciclo de vida, bem como efetuar os processos metabólicos. Em alguns casos a produção metabólica é limitada pelo nutriente que se encontra em menor disponibilidade, mesmo que haja os demais nutrientes concentrados na porção do solo, essa hipótese é conhecida como Lei de Liebig (Tomé, 1997).

Na (Tabela 2) os três períodos de coletas das amostras foram analisadas por médias estatísticas devidamente identificadas com os locais e suas respectivas parcelas de profundidades de 5, 10, 30 cm.

Segundo (Fearnside, 2003) o fósforo é baixo em praticamente todos os solos da Amazônia. A média encontrada do fósforo mostra menores índices nas profundidades de 10 e 30 cm. O fósforo no solo se apresenta na forma mineral e orgânica, ele é absorvido de forma trocável aos colóides e grande parte pode ser adsorvida de forma não-trocável, ou seja, não disponível às plantas. A fração que se encontra adsorvida de forma reversível é liberada de forma muito lenta em comparação com os cátions trocáveis (Tomé, 1997).

O nível mais elevado de matéria orgânica (Tabela 2) foi registrado na camada mais superficial 0-5 cm do perfil (27,5 g. kg⁻¹), pois é nesta camada que ocorrem as decomposições de matéria morta, conhecidas como liteiras.

O cálcio é o elemento mais absorvido pelas plantas e suas concentrações na floresta e capoeira são muito baixa, o que indica sua maior utilização pelas plantas.

Tabela 2. Média estatística das análises de nutrientes.

Local	Na	Al ³⁺	Ca ⁺	Mg ²⁺	K ⁺	P	Zn	Fe	M.O	N	C
	cmol _c .kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹			g.kg ⁻¹		
Profundidade 5 (cm)											
Capoeira	0,16	1,14	0,08	0,06	0,05	1,21	0,6	165	27,3	0,8	15,9
Floresta	0,23	1,26	0,06	0,06	0,05	1,05	0,68	159	23,1	0,7	13,4
Área Desmatada	0,10	0,82	0,24	0,04	0,03	1,51	83	1,1	21,98	0,6	12,7
Profundidade 10 (cm)											
Capoeira	0,13	1,01	0,06	0,05	0,04	0,98	0,4	162	25,8	0,8	15,0
Floresta	0,17	1,11	0,04	0,05	0,05	1,07	0,5	156	18,8	32,3	0,9
Área Desmatada	0,14	0,77	0,19	0,03	0,03	1,47	0,08	87	20,4	0,06	11,8
Profundidade 30 (cm)											
Capoeira	0,11	0,85	0,05	0,03	0,02	0,71	0,3	120	15,7	0,5	9,2
Floresta	0,23	0,81	0,04	0,03	0,02	0,78	0,4	122	20,1	0,6	11,7
Área Desmatada	0,09	0,74	0,09	0,02	0,01	0,82	0,3	76	12,8	0,4	7,4

Segundo (Tomé, 1997) o Sódio (Na) não é um elemento muito utilizado pelas plantas, mais poderá ser substituído para outras funções no metabolismo da planta, logo apresenta uma baixa quantidade no solo bem menor que a do potássio que é o cátion menos abundante na Capacidade de troca de cátion (C.T.C). Além disso, o sódio dificulta a absorção de água e cátions nutrientes pela plantas.

A (Tabela 2) ilustra bem o argumento citado acima K⁺ possui concentrações baixas em relação aos resultados encontrados para Na.

Quando o pH do solo diminui, o alumínio (Al³⁺) adquire forma catiônica, neste caso, atua como um tampão básico e fixa-se no complexo absorvente (colóide), deslocando outros cátions (Ferreira, 2001). Deste modo a ausência de alumínio no solo na área desmatada (Tabela 2) é devido a pouca existência de matéria orgânica em áreas desprovidas de cobertura vegetal.

Segundo (Ometto, 1981) o nutriente absorvido pelas raízes das plantas, tem como aliado à temperatura do solo que conforme a amplitude energética propagada no perfil do solo interage com sistema radicular da planta possibilitando maiores trocas iônicas entre raízes e solo.

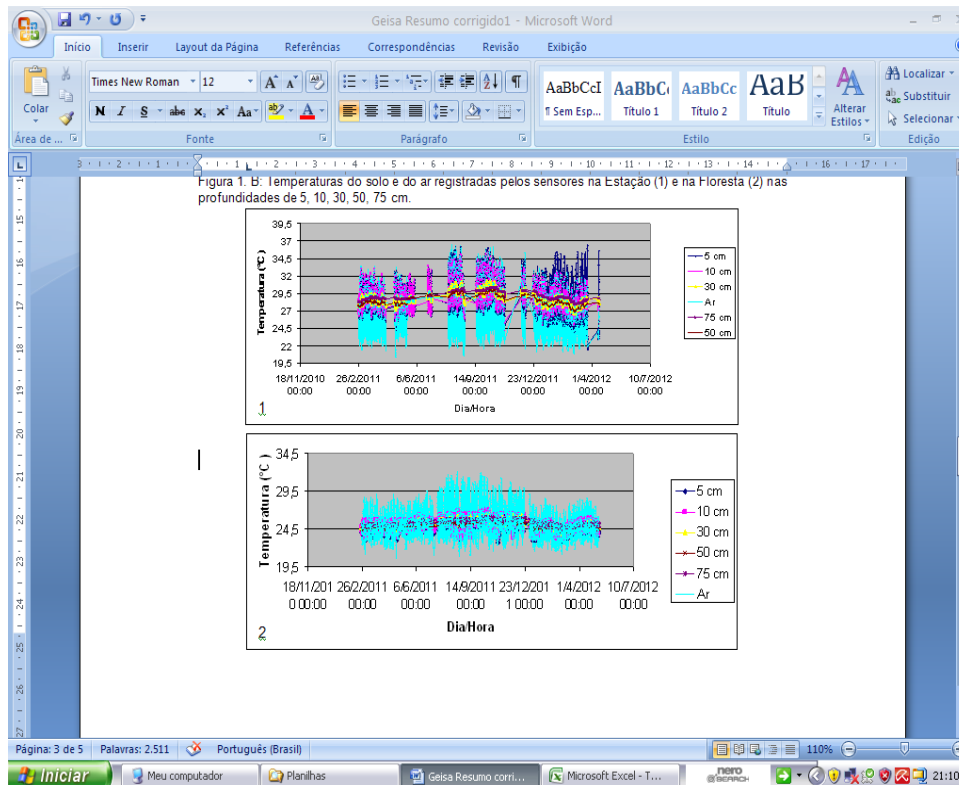


Figura 1. B: Temperaturas do solo e do ar registradas pelos sensores na Estação (1) e na Floresta (2) nas profundidades de 5, 10, 30, 50, 75 cm.

Como se observa na (figura 1-B) a energia radiante se propaga ao solo, por meio do processo de condução de calor e a temperatura do ar é aquecida pelo processo de convecção de calor. Segundo (Ometto, 1936) durante o dia a superfície do solo é aquecida pela radiação solar e é transportado através de fluxo de calor para as camadas inferiores, deste modo o fluxo recebe sinal negativo (Figura 1-C) No período noturno corre o resfriamento da superfície, pois á a perda de energia na forma de radiação terrestre, deste modo, o fluxo de calor a noite se inicia das camadas mais baixas para a superfície adquirindo sinal negativo (Figura 1-C).

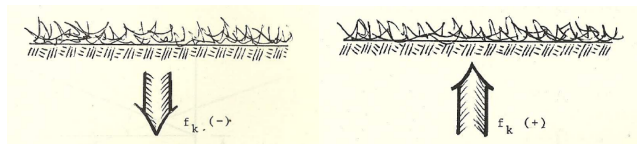


Figura 1. C: Representação da entrada do fluxo de calor no solo pelos sinais (negativo/positivo).

A (Figura 1-B) da área da estação e floresta permite a identificação do comportamento da temperatura do ar e do solo nas duas áreas. Observa-se a variação ocorrendo nas primeiras camadas, devido à incidência de radiação solar representante a o maior fluxo de calor. A temperatura mais elevada se encontra no horário de 15h da tarde e a menor às 06h da manhã na camada de 5 cm para ambas as áreas. As profundidades de 30, 75, 50 cm mantêm-se constantes, pois o fluxo de calor é menor. De acordo com literaturas a temperatura do ar se detecta, após o aquecimento da superfície pelos raios solares ocasionando o transporte do calor sensível. A temperatura do ar durante o dia tende a ser maior próxima à superfície e menor com a altura, à noite a temperatura é menor próxima a superfície e maior com o aumento da altura.

4. Conclusão

Este estudo teve como princípio comparar o fluxo de nutrientes entre as profundidades de 0-5, 5-10, 10-30 cm, bem como, obter uma comparação do fluxo de temperatura do solo e ar nas profundidades de 5, 10, 30, 75, 50 cm. O solo sob as áreas estudadas da Reserva Floresta Adolpho Ducke apresentam baixa fertilidade. Literaturas afirmam que ocorre uma rápida absorção de nutrientes pelas raízes na superfície, pois em profundidades mais baixas a concentração de nutrientes decresce. A litéria e outras matérias mortas encontradas na superfície do solo são decomposta numa ação mutualística entre o solo e microrganismos, assim as primeiras camadas obterão teores elevados de nutrientes em comparação

as baixas profundidades. Essa interação entre solo-microrganismo-raíz promove a manutenção da floresta pela ciclagem de nutriente que é essencial o desenvolvimento das plantas. Segundo (Oliveira, 2010) o pH e a temperatura do solo podem influenciar tanto no número como na atividade enzimática dos microrganismos. Ou seja, a temperatura do solo e pH auxiliam na quantidade de produção de nutrientes pelos microrganismos e também colaboram para a absorção de nutrientes necessários para as atividades metabólicas das plantas. Assim a fertilidade do solo encontra aliados contínuos importantes para o processo de ciclagem de nutrientes como o clima, temperatura do solo e do ar, topografia que constituem uma importante função na absorção das plantas.

5.Referências Bibliográficas

Silva, R. M.; Costa, J. M. N.; Ruivo, M. L. P.; Costa, A. C. L.; Almeida, S. S. 2009. Influência de variáveis meteorológicas na produção de liteira na Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará. *Acta Amazonica* 39(3) 2009: 573-582.

Nordemann, L. M. M.; Lucht, L. A. M.; 2008. Estudos de Temperatura em solos tropicais. Instituto de Pesquisas Espaciais.

Ometto, J. C.; 1936. *Bioclimatologia vegetal*, Editora Agronômica Ceres Ltda, Piracicaba, SP, BR. 413 pp.

Tomé Jr., J. B.; 1997. *Manual para interpretação de análise dados*. Editora Agropecuária, Guaíba, RS, BR. 247 pp.

EMBRAPA, 1997. *Manual de métodos de análise de solo*, 2 ed. Rev. Atual, Rio de Janeiro, RJ, BR, 212 pp.

Fearnside, P.M .2003. Fósforo e a capacidade de suporte humano na Amazônia brasileira, 6-7 (<http://philip.inpa.gov.br>). Acesso em: 24/02/2012.

Bizuti, D. T. G. 2001. Ciclagem do fósforo em Florestas Ombrófilas Densa dos Núcleos de Picinguaba e Santa Virgínia - SP. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, São Paulo. 111 pp.

Oliveira, A. N.; Oliveira, L. A.; Flor, N. S. 2010. Influência do pH e temperatura sobre atividade amilolítica de rizóbios isolados de solos da Amazônia. *Acta Amazonica* 40 (2) 2010: 401 – 404.

Ferreira, S. J. F.; Crestana, S.; Luizão, F. J.; Miranda, S. A. F.; 2001. Nutrientes no solo em floresta de terra firme cortada seletivamente na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 31 (3): 381-396.