

VARIAÇÃO TEMPORAL DE NUTRIENTES NA ÁGUA ESCORRIDA PELO CAULE EM FLORESTA PRIMÁRIA EXPLORADA NO NORDESTE DO PARÁ¹

Vânia Silva de MELO², Tatiana Deane de Abreu SÁ³

RESUMO - Foi enfocada a contribuição de nutrientes da água escurrida pelo caule (CE), na ciclagem hidroquímica em floresta primária explorada, em Benevides, PA. A concentração de nutrientes na CE foi avaliada de dezembro de 1993 a abril de 1995, mediante coletores tipo colarinho, construídos com espuma de silicone, acoplados por tubos a recipientes plásticos. O monitoramento de CE se restringiu a doze árvores, nas quais foram coletadas mensalmente amostras para análise química de K^+ , Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} por espectrofotometria de absorção atômica, o $N-NH_4^+$, $N-NO_3^-$ e $P-PO_4^{3-}$ por colorimetria, em espectrofotômetro de fluxo contínuo, o N-total por micro Kjeldahl e pH por potenciometria. A quantidade de nutrientes trazidos pela CE foi maior no início da época chuvosa, exibindo marcante variabilidade temporal para K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , N-total, SO_4^{2-} , enquanto que o oposto aconteceu com PO_4^{3-} . A magnitude na concentração dos nutrientes decresceu na seguinte ordem: $K^+ > Na^+ > Ca^{2+} > N-t > SO_4^{2-} > Mg^{2+} > PO_4^{3-}$. A distribuição e a intensidade de chuva não influenciam marcadamente o pH na CE.

Palavras-chave: Amazônia, Floresta Primária, Chuva escurrida pelo caule, nutrientes

Temporal Variation of Nutrients in Stemflow in Exploited Primary Forest in Northeastern Pará State, Brazil.

ABSTRACT - The study focused in the nutrient contribution from the stemflow (CE) to the hydrochemical cycling in an exploited primary forest in Benevides, Pará State, Brazil. The nutrient concentration in the stemflow contribution was assessed from December 1993 to April 1995, by using collar type collectors, built of silicon foam, connected to plastic recipients by plastic tubes. The stemflow contribution was monitored in twelve trees, where monthly samples were collected and analyzed for K^+ , Na^+ , Ca^{2+} and Mg^{2+} by atomic absorption spectrophotometry, $N-NH_4^+$, $N-NO_3^-$ and $P-PO_4^{3-}$ by colorimetry, in continuous flow spectrophotometer, total-N by micro Kjeldahl, and pH by potentiometry. The quantity of nutrients brought by stemflow was greater at the beginning of the rainy season, exhibiting strong seasonal variation for K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , N-total, and SO_4^{2-} . The behavior of PO_4^{3-} was the opposite. The amount of nutrients in stemflow decreased in the following order: $K^+ > Na^+ > Ca^{2+} > t-N > SO_4^{2-} > Mg^{2+} > PO_4^{3-}$. The distribution and intensity of rainfall did not very influence pH in stemflow.

Key-words: Amazonian, Primary Forest, Stemflow, Nutrients

Introdução

A água que escore pelo caule tem importância relevante em vegetações tropicais, dada a ocorrência de regime sazonal e a existência de diversidade de espécies, que influenciam na quantidade da

deposição de nutrientes, principalmente ao redor da base de árvores individuais.

A entrada de nutrientes via CE varia muito em função da espécie (Holscher *et al.*, 1997), sendo responsável por aproximadamente 1% pela entrada em floresta tropical (Radzi

¹Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor, apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias do Pará – FCAP, Belém (PA).

²Engenheira Agrônoma, Ms., FCAP, Av. Perimetral, s/nº, 66077-530, Belém - Pa.

³Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental. Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/nº, 66095 -100, Belém – Pa.

Abas *et al.*, 1992) e de 10 a 14% em floresta de eucalipto e plantações de pinus (Crockford *et al.*, 1996), podendo chegar até 20% dependendo do elemento e da vegetação (Parker, 1983).

Em vista disto a situação dos trópicos úmidos, que têm como característica solos de baixa fertilidade natural, os nutrientes contidos na CE constituem fonte adicional de nutrientes transportados e ou reciclados pelas chuvas, uma vez que, além dos elementos químicos já contidos na chuva que atinge o topo do dossel, em seu caminho através da planta a CE soma sais minerais lixiviados, lavados da poeira, partículas poluentes e excrementos dos vários animais que vivem nos troncos, ramos e copas das árvores, que são acumulados ao longo do percurso (Jordan, 1982).

Visando contribuir à compreensão da CE em florestas primárias do nordeste do Pará, este estudo vem complementar outros trabalhos sobre ciclagem hidroquímica realizados em uma mesma área de floresta primária explorada (Martins, 1997; Klinge, 1997).

Materiais e Métodos

Localização

O estudo foi realizado no período de dezembro/1993 a abril/1995 na Estação de Pesquisa “José Haroldo”, Comissão Executiva de Lavoura Cacaueira (CEPLAC), situada à margem direita da rodovia BR-316, a 17 km de Belém, no município de Benevides, PA, (latitude

1°12' S e longitude 48°13'5 W), em área de floresta primária explorada seletivamente.

Clima

O clima da região é caracterizado por elevadas temperaturas, com média anual de 26,4°C, ocorrendo pequena variação ao longo do ano. Apresenta radiação solar global média de 8,0 Mj m⁻² ano⁻¹ e média anual de umidade relativa do ar em torno de 79%. A precipitação média anual é de 3.254 mm, com nenhum mês exibindo total inferior a 100mm (DENPASA, dados não publicados).

Vegetação

A vegetação é constituída de floresta primária submetida a exploração seletiva de intensidade desconhecida, em virtude da retirada das espécies de maior valor econômico, que deu origem a um revestimento florístico mais heterogêneo em número de espécies. Ocorrem na área de estudo árvores de grande porte, com predominância de espécies de rápido crescimento, folhas latifoliadas e cascas lisas, sendo frequentes os troncos em forma de botija, com raízes aéreas ou raízes tabulares (sapopemas), sendo que a presença de palmeiras é quase inexistente (Neves & Barbosa, 1983).

Estratégia de coleta dos dados

Na coleta da CE foram monitoradas doze árvores, numa área de 400 m². Antes da instalação dos coletores foi realizado um levantamento e a identificação da composição florística da área, onde fez-se a medição

do diâmetro à altura do peito (DAP). Foram selecionadas árvores de DAP maior que 7 cm para colocação dos coletores da CE, que era tipo colarinho, constituídos de uma forma de espuma de silicone acoplada a um funil conectado a uma mangueira plástica, com função básica de desviar a CE para recipientes fechados. A capacidade dos coletores (25 litros) garantiu uma rotina de quantificação diária às 9h, sem risco de transbordamento.

Para quantificar a contribuição relativa da CE em relação à chuva que atinge o topo do dossel, usualmente denominada de chuva bruta (CB), foram coletados dados desta última variável, mediante doze coletores, dispostos em linhas fixas, distantes 1 m entre si, em área livre de obstáculo, instalados no centro de duas áreas abertas, sendo uma de 120 m x 50 m e outra de 20 m x 20 m, com 6 pluviômetros em cada uma. Para minimizar a perda de água através da evaporação, as mensurações foram realizadas às 9h, na manhã subsequente ao dia de chuva. Cada coletor da CB era constituído de um funil plástico, com área de captação correspondente a 78,53 cm², acoplado a uma garrafa plástica com capacidade para 1 litro, inserido em um tubo PVC, a 1 m de altura da superfície solo.

Variáveis associadas a aspectos qualitativos da água escorrida pelo caule

A análise química da CE e da CB, restringiu-se ao período de dezembro/93 a abril/95, com uma coleta mensal. A análise química foi realizada no Laboratório do Instituto de Ciências do Solo e Nutrição

Florestal da Universidade de Göttingen (IBW), Alemanha, o que levou à adição de 5 ml de clorofórmio nas amostras, para melhor conservação, contudo, a adição pode ter causado redução nos valores do pH. As amostras foram posteriormente armazenadas em geladeira e, em seguida, encaminhadas para análise química.

Foi feita análise química da água determinando-se o pH por potenciometria; os íons K⁺, Na⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ por espectrofotometria de absorção atômica (AA), N-NH₄⁺, N-NO₃⁻ e P-PO₄³⁻ por colorimetria em espectrofotômetro de fluxo contínuo, o N total por micro Kjeldahl.

Cálculo da concentração de nutrientes

A concentração de nutrientes (g ha⁻¹), foi calculada por extrapolação de doze árvores encontradas numa área de 20 m x 20 m.

Resultados Discussão Variabilidade sazonal de nutrientes em CE

Durante todo o período observado, a quantidade de nutrientes trazida por CE exibiu marcante variabilidade sazonal para K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, N-t, SO₄²⁻, o oposto acontecendo com PO₄³⁻, decrescendo em magnitude na seguinte ordem: K⁺ > Na⁺ > Ca²⁺ > N-t > SO₄²⁻ > Mg²⁺ > PO₄³⁻.

A distribuição mensal da quantidade de potássio, conforme mostra a Figura 1 (a), revela o aumento acentuado na concentração deste elemento no início do período

chuvoso, pressupondo-se estar associado à ocorrência de queimadas em localidades próximas à área de estudo, uma vez que uma das fontes deste nutriente é o material queimado que é arrastado pelo vento, e fica depositado nos trocos e folhas das árvores, além disto como é comumente encontrado na forma iônica, logo move-se mais rapidamente pela lixiviação (Eaton, 1973), sendo a justificativa para as altas concentrações encontradas neste estudo e em outros realizados por Crockford *et al.* (1996) e Holscher *et al.* (1997).

O sódio foi o segundo elemento que ocorreu em maior quantidade em CE. As altas concentrações podem ser associadas à relativa proximidade do mar, tal como foi observado em outros trabalhos (Mahendrappa, 1990; Martins, 1997). No início do período mais chuvoso, conforme pode ser observado na Figura 1b, verifica-se um aumento na quantidade de sódio.

As Figuras 2a e 2b, respectivamente, mostram que ocorreu variabilidade sazonal para o cálcio e

para o magnésio.

Para o cálcio, acredita-se que tecidos mortos lixiviados, os quais contêm quantidades consideráveis do elemento acumulado, são a principal fonte do nutriente. Essa mesma explicação pode ser usada, em parte, para o magnésio. No entanto, em termos quantitativos, os valores de cálcio foram muito mais elevados do que os de magnésio (Fig. 2b).

O magnésio foi, dentre os cátions estudados, o que exibiu menor participação na CE (Fig. 3b), podendo isto ser função da origem do magnésio na água de chuva, uma vez que sua origem está principalmente associada à deposição seca do material do solo e do mar, que ao ser soprado pelo vento, pode chegar empobrecido, dependendo da distância entre o mar e a área de estudo.

Para o nitrogênio total, também foi observada variação sazonal. A ocorrência de aumento na quantidade de N-t no começo do período mais chuvoso foi provavelmente devido ao acúmulo de material depositado durante o período menos chuvoso. Na

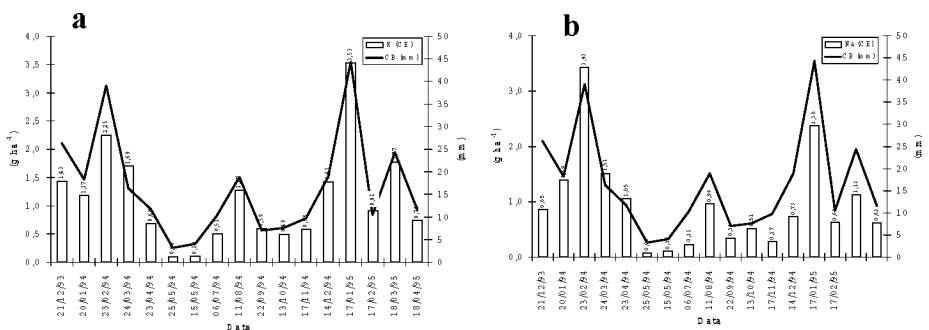


Figura 1. Valores médios de K^+ (a) e Na^+ (b), na CE e o total da chuva bruta (CB) nas datas de coleta.

Figura 3, observa-se que as quantidades de N-t sofreram variações acentuadas, causadas provavelmente pela irregularidade das precipitações, bem como pela heterogeneidade das espécies onde CE foi monitorada, tal como verificado por Santos *et al.* (1981) na Amazônia Central, sendo importante ressaltar que os valores médios foram superiores aos encontrados por Mafra *et al.* (1998), tanto em área de cerrado como em sistemas agroflorestais.

Conforme observada na Figura 4a, o fósforo ocorreu em baixa quantidade na CE, de acordo com o

esperado, uma vez que os nutrientes associados à moléculas orgânicas, como é o caso do fósforo, são difíceis de serem lixiviados, sendo mais reciclados através da queda das folhas (Lima, 1985). Além disto Ungemach (1972), resalta que parte deste nutriente é utilizado pelas epífitas que se desenvolvem nos troncos das árvores, sendo os valores médios encontrados inferiores aos encontrados por Mafra *et al.* (1998).

A Figura 4b mostra que o enxofre, nos meses de menor pluviosidade, sofreu um decréscimo em sua quantidade. Isto deve-se,

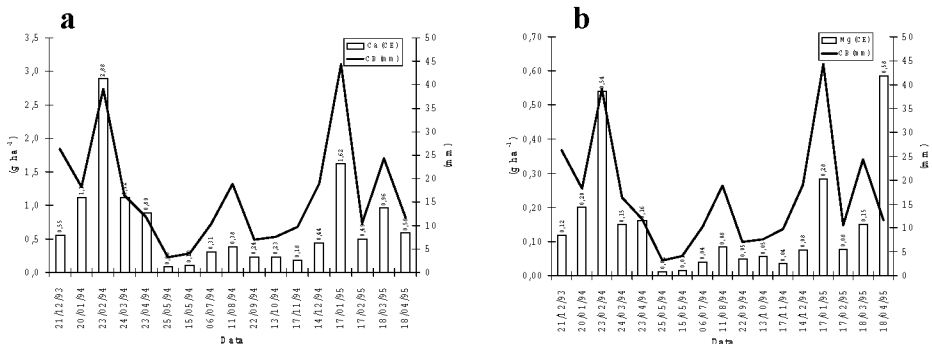


Figura 2. Valores médios de Ca^{2+} (a) e Mg^{2+} (b), na CE e o total da chuva bruta (CB) nas datas de coleta.

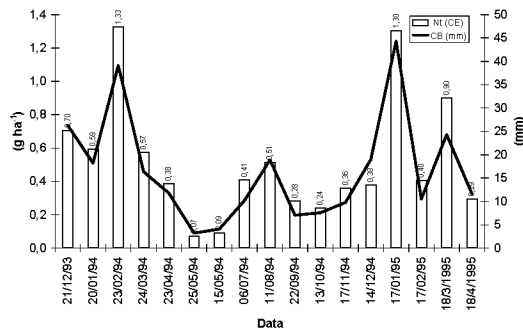


Figura3. Valores médios de N-total na CE e o total da chuva bruta nas datas de coleta.

provavelmente, ao acúmulo do nutriente e a quantidade deste estar diretamente associada à quantidade da precipitação. Franken & Leopoldo (1984), por outro lado, destacaram que do total de enxofre contido na planta, a maior parte se encontra na forma orgânica, de sorte que sua lixiviação não é tão fácil quanto a de outros nutrientes.

Foi observado que o pH de CE parece ser pouco influenciado pelo padrão de distribuição de chuva, sendo os valores mais baixos encontrados na transição entre a época seca e chuvosa (entre novembro/94 e janeiro/95), conforme mostra a Figura 5.

Esse padrão evidencia que os valores de pH não parecem ser muito influenciados pela intensidade da chuva dentro do ecossistema, variando num intervalo de 4,8 a 5,8, valores que a despeito das alterações devidas à adição de clorofórmio, estão compatíveis com os encontrados por Santos *et al.* (1981) na Amazônia, em que os baixos valores de pH são atribuídos aos

metabólitos excretados por microrganismos e aos exsudados da própria vegetação o que tomam o pH de CE mais estável. A comparação entre valores absolutos é certamente arriscada, considerando-se as diferentes estratégias de coleta, conservação e processamento das amostras adotadas nos diversos trabalhos, que podem levar a resultados consideravelmente diferentes (Tyree Jr., 1981).

Conclusões

O padrão de distribuição de variáveis químicas associadas a CE evidenciou que:

1. a quantidade de nutrientes trazida por CE exhibe marcante variabilidade sazonal para K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , $N-t$, SO_4^{2-} , o oposto acontecendo com PO_4^{3-} ;
2. as entradas de nutrientes para o solo canalizados via CE são maiores no início da época chuvosa, devido ao acúmulo da deposição seca e de excrementos e exsudados de microrganismos e da própria

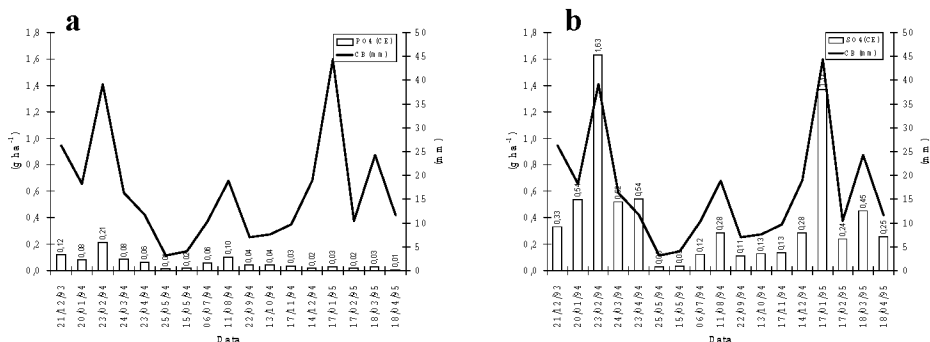


Figura 4. Valores médios de P- PO_4^{3-} (a), S- SO_4^{2-} (b) na CE e o total de chuva bruta (CB) nas datas de coleta.

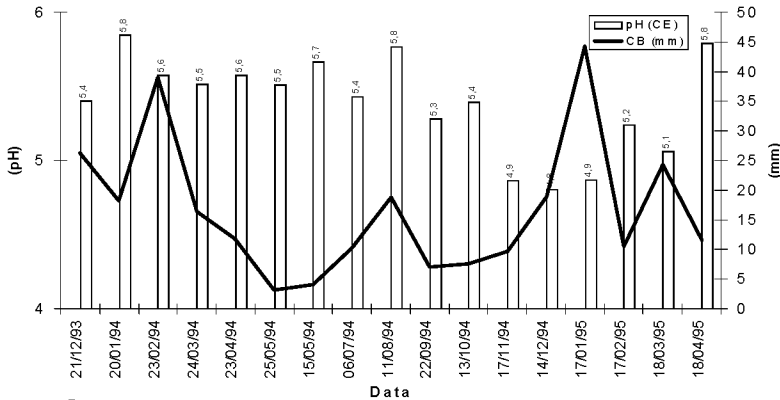


Figura 5. Valores de pH na CE e o total de chuva (CB), nas datas de coleta.

vegetação no período de menor incidência de chuva que a precede;

3. a distribuição e a intensidade de chuva não influenciam marcadamente o pH da CE;

4. a contribuição relativa de elementos químicos na CE, se apresentou na seguinte ordem: $K^+ > Na^+ > Ca^{2+} > N-t > SO_4^{2-} > Mg^{2+} > PO_4^{3-}$.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Pesquisadora Maria Regina Freire Möller do Departamento de Química da EMBRAPA/CPATU, pelas valiosas sugestões, pela revisão do trabalho e pela participação na condução do experimento.

Bibliografia citada

Crockford, R.H.; Richardson, D.P.; Sageman, R. 1996. Chemistry of rainfall, throughfall and stemflow in a eucalyptus forest and a pine plantation in south-eastern Australia: stemflow and total inputs. *Hydrological Processes*, 10:25-42.

Eaton, J.S.; Likens, G.E.; Bormann, F.H. 1973.

Throughfall and stemflow chemistry in a northern hardwood forest. *J. Ecol.*, 61:495-508.

Franken, W.E.; Leopoldo, P.R. 1984. Hydrology of catchment areas of Central - Amazonian forest streams. In: Sioli, H. (Ed) *The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. p. 501-519.

Holscher, D.; Moller, R.F.; Denich, M.; Folster, H. 1997. Nutrient Input-output Budget of Shifting Agriculture in Eastern Amazônia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 47: 49-57.

Jordan, C.F. 1982. The nutrient balance of an Amazonian rain forest. *Ecology*, 63(3):647-654.

Klinge, R. 1997. *Wasser und Nährstoffanamik in Boden und Bestand beim Aufbau einer Holzplantage im Östlichen Amazonasgebiet*. Dissertação de Doutorado. Universität zu Göttingen, Göttingen, Alemanha. 257 p.

Lima, W.P. 1985. Ação das Chuvas no Ciclo Biogeoquímico de Nutrientes em Plantações de Pinheiros Tropicais e em Cerradão. *IPEF*, 30:13-17.

Mafra, A.L.; Miklós, A.A.W.; Vocurca, H.L.; Harkaly, A.H.; Mendoza, E. 1998. Adição de nutrientes ao solo em sistema agroflorestal do tipo "cultivo em aléias" e em cerrado na região de Botucatu, SP.

IPEF, 54:41-54.

- Mahendrappa, M.K. 1990. Partitioning of rain-water and chemicals into throughfall and stemflow in different forest stands. *For. Ecol. and Manag.*, 30:65-72.
- Martins, A.R.A. 1997. *Ciclagem hidrológico-química: precipitação incidente, precipitação sob dossel e solução do solo, em área de floresta, em Benevides/Pa*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. Belém, Pará. 76 p.
- Neves, A.A.S.; Barbosa, R.C.M. 1983. Levantamento detalhado dos solos do campo de introdução de *Theobroma* na Amazônia. *Boletim Técnico* 109. Comissão executiva do plano de lavoura cacaueteira- CEPLAC. p. 1-30.
- Parker, G.G. 1983. Throughfall and stemflow in the forest nutrient cycle. *Advances in Ecological Research*, 13:57-120.
- Radzi Abas, M.; Ahmad-Shah, A.; Nor Awang, M. 1992. Fluxes of ions in precipitation, throughfall and stemflow in an urban forest in Kuala Lumpur, Malaysia. *Environ. Pollut.*, 75:209-213.
- Santos, A.; Goes, M.N.; Ribeiro, J.S.B.; Bringel, S.R.B. 1981. Hidroquímica da Amazônia Central III. Química da água de lavagem da floresta no ecossistema Campina Amazônica (Stemflow). *Acta Amazonica*, 11(2):335-346.
- Tyree JR., S.Y. 1981. Rainwater acidity measurement problems. *Atmospheric Environment*, 15:57-60.
- Ungemach, H. 1972. Die Ionenfracht des rio Negro, Staat Amazonas, Brasilien. *Amazoniana*, 3(2):176-185.

Aceito para publicação em 02/08/2002.