

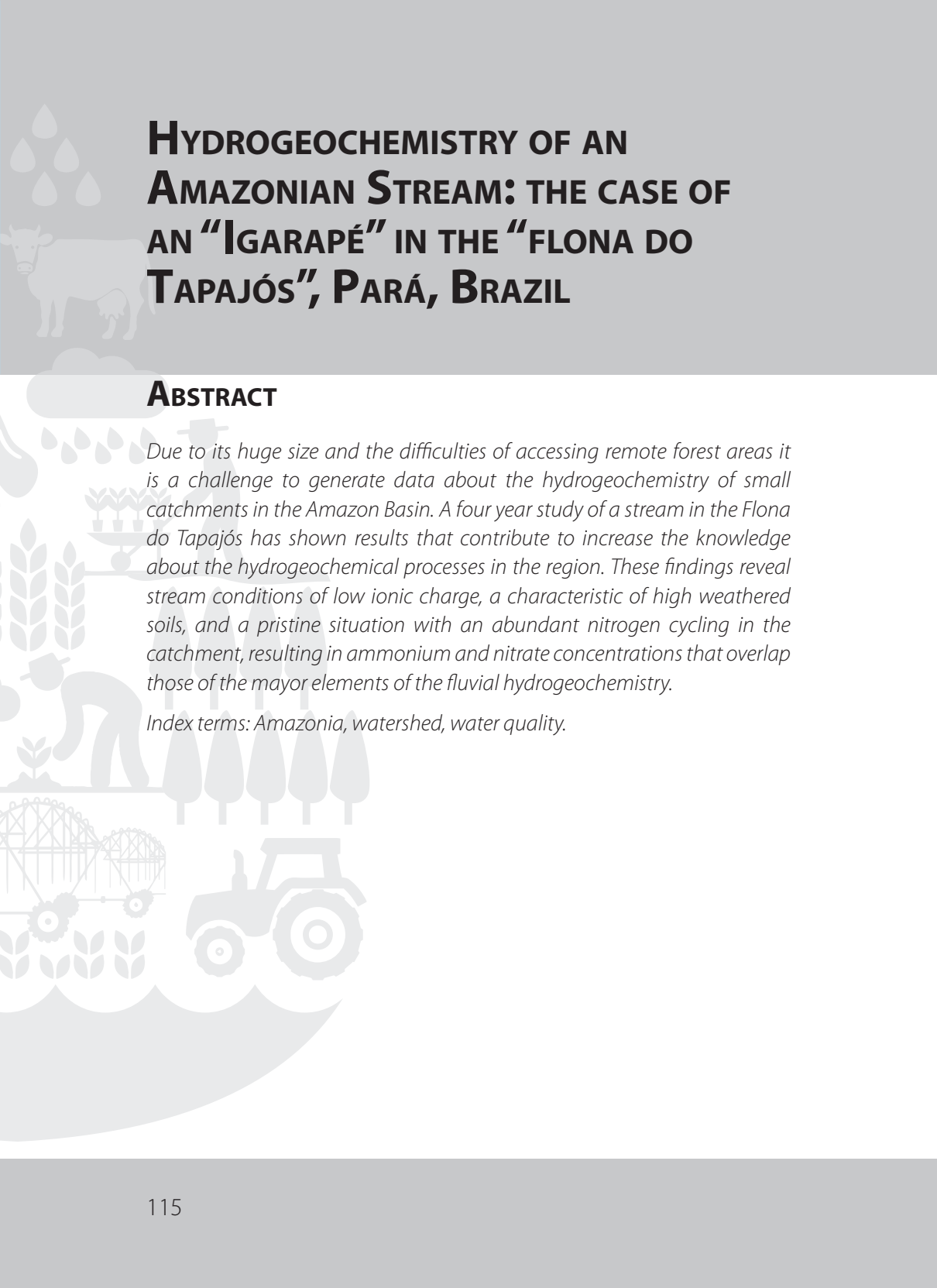
HIDROGEOQUÍMICA DE UM CÓRREGO AMAZÔNICO: O CASO DE UM IGARAPÉ NA FLONA DO TAPAJÓS, PARÁ, BRASIL

RICARDO DE OLIVEIRA FIGUEIREDO; DANIEL MARKEWITZ

RESUMO

Decorrente do seu imenso tamanho e das dificuldades de acesso a áreas remotas é desafiadora a geração de informação sobre a hidrogeoquímica de microbacias na Bacia Amazônica. Um estudo, ao longo de quatro anos, em um igarapé na Flona do Tapajós, apresentou resultados que contribuem para a ampliação do conhecimento sobre os processos hidrogeoquímicos atuantes na região. Estes revelam condições fluviais de baixa carga iônica, característica de solos bastante intemperizados, e uma situação prístina com abundante ciclagem de nitrogênio na microbacia, refletidas em concentrações de amônio e nitrato que superam as de constituintes maiores da hidrogeoquímica fluvial.

Termos para indexação: Amazônia, bacia hidrográfica, qualidade de água.



HYDROGEOCHEMISTRY OF AN AMAZONIAN STREAM: THE CASE OF AN “IGARAPÉ” IN THE “FLONA DO TAPAJÓS”, PARÁ, BRAZIL

ABSTRACT

Due to its huge size and the difficulties of accessing remote forest areas it is a challenge to generate data about the hydrogeochemistry of small catchments in the Amazon Basin. A four year study of a stream in the Flona do Tapajós has shown results that contribute to increase the knowledge about the hydrogeochemical processes in the region. These findings reveal stream conditions of low ionic charge, a characteristic of high weathered soils, and a pristine situation with an abundant nitrogen cycling in the catchment, resulting in ammonium and nitrate concentrations that overlap those of the mayor elements of the fluvial hydrogeochemistry.

Index terms: Amazonia, watershed, water quality.

INTRODUÇÃO

De acordo com Barthem et al. (2004) a Bacia Amazônica é a maior do planeta e também a menos conhecida, e mesmo enfrentando uma importante expansão agrícola que modifica significativamente o ambiente existe uma lacuna de conhecimento sobre as condições prístinas como seria desejável (CAK et al., 2016; NEILL et al., 2006). A heterogeneidade de suas principais estruturas geológicas é de importância fundamental para qualidade química da água, e define os tipos de água na Amazônia como brancas, claras e pretas, de acordo com suas cores (SIOLI, 1975). O imenso tamanho da bacia e as dificuldades de acesso a áreas florestais remotas aumentam o desafio para geração de informação da hidrogeoquímica de seus córregos e ribeirões (os igarapés, como regionalmente conhecidos). Tem sido relatado por alguns pesquisadores ser algumas vezes impossível encontrar-se uma microbacia pareada em áreas prístinas para comparação com microbacias impactadas pelo desflorestamento na Amazônia (FIGUEIREDO et al., 2010; NEILL et al., 2011). Também tem sido discutida na comunidade científica como alguns índices usados para classificação de corpos d'água na legislação brasileira são inapropriados para as diferentes ecorregiões do país (ECORREGIÕES..., 2015), incluindo aquelas do bioma amazônico. Dessa maneira, quando surge uma oportunidade para a geração de tais dados hidrogeoquímicos torna-se necessário divulgá-los, mesmo se não associados a outros estudos de processos relacionados ao acoplamento de sistemas terrestre e aquático. Nesse contexto, por um período de quatro anos (2001 a 2005) ocorreu uma destas oportunidades, de forma que os seus resultados são aqui apresentados e discutidos. Dessa maneira, esse trabalho tem o objetivo de ampliar o conhecimento sobre os processos hidrogeoquímicos atuantes na Bacia Amazônica.

MATERIAL E MÉTODOS

O Igarapé da Onça está localizado na Floresta Nacional do Tapajós (2,8968°S; 54,9519°W), no município paraense de Belterra (Figura 1), o qual se localiza a 67 km da cidade de Santarém. Nesse ecossistema,

Nepstad et al., (2002) encontraram 169 e 188 espécies de árvores e lianas, respectivamente. A precipitação anual local apresenta média de 2000 mm, no entanto, em função principalmente do fenômeno climático do El Niño, a precipitação anual varia grandemente de 600 mm a 3.000 mm. A floresta encontra-se sobre sedimentos recobertos pela formação argilosa denominada Belterra (CLAPPERTON, 1993) e situa-se em sua maior parte na faixa de 100 m a 200 m acima do nível da água do Rio Tapajós, a oeste. Possui latossolos dominados pela argila caulinita e livre de concreções de óxido de ferro e “hardpan” nos horizontes superficiais.

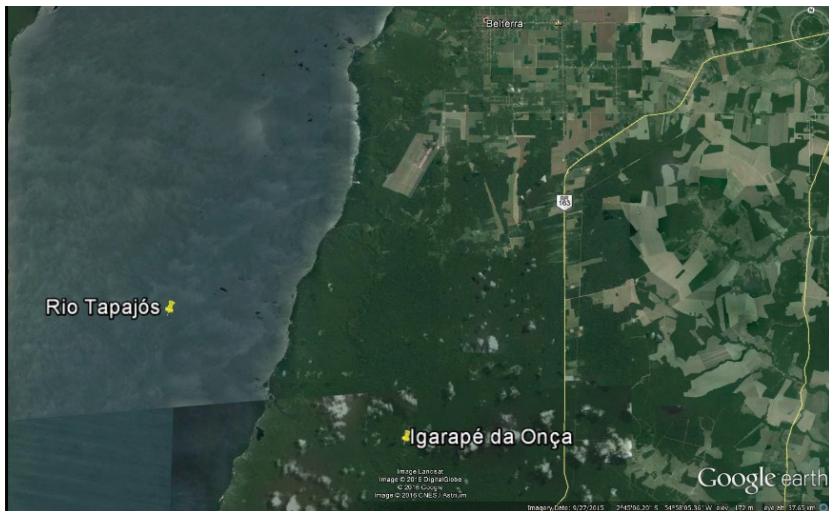


Figura 1. Localização do Igarapé da Onça na Flona do Tapajós, em relação ao Município de Belterra, à Rodovia BR-163 e ao Rio Tapajós.

Fonte: Google Earth (2016). Disponível em: <https://earth.google.com>

Ao longo de quatro anos, de 14/8/2001 a 18/8/2005, em geral a cada duas semanas, realizaram-se 95 campanhas para coleta de amostras de água no referido córrego por meio de frascos de polipropileno (lavados com HCl 1,0M e água deionizada). As amostras foram levadas para um laboratório em Santarém, e colocadas sob refrigeração, e analisadas num prazo de 24 horas, utilizando-se agitador magnético, pHmetro e condutivímetro, as medidas de pH e condutividade, assim como deter-

minada a alcalinidade por titulação com dois “end points” (CLESCERI, et al., 1998). Posteriormente as amostras foram filtradas através de membranas de policarbonato (porosidade = 0,4 μm), e então estocadas em frascos de polipropileno a 4 °C até as análises por cromatografia iônica (Dionex DX-120) na Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA, para determinação das concentrações dos seguintes cátions e ânions: cálcio, magnésio, potássio, sódio, amônio, nitrato, fosfato, cloreto e sulfato. Tais concentrações foram então utilizadas para avaliar-se a dinâmica de nutrientes no sistema estudado, e assim disponibilizar informações sobre as características hidrogeoquímicas desse igarapé, que se caracteriza por ser um curso d’água de águas claras em área prístina na Amazônia. Visando a garantia da qualidade das análises, foram utilizadas soluções-padrão internacionais de referência (Environmental Research Associates) e realizadas intercalibrações com laboratórios da University of Georgia (Athens, GA, EUA) e do CENA/USP (Piracicaba, SP).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, pode-se observar os valores medidos no Igarapé do Onça durante o período estudado. Os valores de pH, variando de 3,85 a 4,76, ao lado de uma baixa alcalinidade (média de 10 $\mu\text{eq L}^{-1}$), apontam para acidez característica de solos florestais onde a presença da matéria orgânica e conseqüentemente de ácidos orgânicos reflete-se nessas águas (DREVER, 1982). Trata-se de questão que deveria ser considerada na legislação, dado que a Resolução Conama nº 357, de 17/3/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, estabelece para águas doces das classes 1, 2, 3 e 4 condições de pH na faixa de 6,0 a 9,0. Ressalta-se que esses valores estão totalmente desconexos em relação às condições das águas límpidas e prístinas na Amazônia. Essas condições são demonstradas aqui pela baixa condutividade elétrica, a qual reflete baixa carga iônica característica de solos muito intemperizados e condições ambientais não impactadas.

Tabela 1. Valores dos parâmetros medidos no Igarapé do Onça no período estudado. Condutividade elétrica (CE) em $\mu\text{S cm}^{-1}$, alcalinidade, cátions e ânions em $\mu\text{eq L}^{-1}$. N refere-se a número de amostras.

	Parâmetro	N	Média	Mediana	Desvio padrão	Valor mínimo	Valor máximo
	pH	72	4,48	4,53	0,19	3,85	4,76
	CE	72	15,4	15,7	1,7	11,7	20,0
	Alcalinidade	72	10	5	12	0	38
Cátions	Na ⁺	87	27,18	29,23	9,01	0,75	45,23
	K ⁺	57	3,91	2,04	8,43	0,26	59,83
	Mg ²⁺	57	2,10	1,33	2,43	0,26	15,40
	Ca ²⁺	86	3,23	1,84	3,95	0,48	30,76
	N-NH ₄ ⁺	87	6,14	3,00	11,06	0	79,33
Ânions	N-NO ₃ ⁻	93	19,39	11,42	37,77	0	341,53
	P-PO ₄ ³⁻	93	0,18	0,00	0,68	0	3,62
	Cl ⁻	93	35,54	37,73	13,49	4,64	83,74
	SO ₄ ²⁻	93	2,09	1,84	1,87	0	17,15

Destaca-se em relação aos cátions e ânions maiores, ao lado do nitrogênio, a predominância de sódio e cloreto, agrupado nos chamados sais cíclicos que refletem a importância das entradas atmosféricas na hidrogeoquímica fluvial. Há de se destacar também a abundância da ciclagem de nitrogênio, já que as concentrações de amônio e nitrato nivelam-se e, por vezes, superam àquelas dos constituintes maiores da hidrogeoquímica fluvial, como o potássio, magnésio, cálcio e sulfato (WALLING; WEBB, 1986). Comparando-se as concentrações de cátions e ânions maiores do Igarapé do Onça com as medidas em igarapés sob pressão antrópica relacionada à agricultura e urbanização em Altamira (PA), assim como em Paragominas (PA), observa-se, de uma maneira geral, valores bem maiores nessas bacias sob impacto (CAK et al., 2015; FIGUEIREDO et al., 2010). Tal fato está de acordo com o preconizado por Borman e Likens (1979): fluxos de nutrientes são grandemente alterados pelo desmatamento, queima de florestas e pelo volume das chuvas.

CONCLUSÃO

Dada a lacuna de informações no que se refere ao conhecimento das condições prístinas dos igarapés na Amazônia, a disponibilização dos resultados aqui apresentados traz uma contribuição importante para o entendimento dos processos hidrobiogeoquímicos atuantes nessa região.

REFERÊNCIAS

BARTHEM, R. B.; CHARVET-ALMEIDA, P.; MONTAG, L. F. A.; LANNA, A. E. **Amazon Basin: GIWA Regional assessment 40b**. Kalmar: University of Kalmar, 2004. 76 p. (Global International Waters Assessment).

BORMAN, F. H.; LIKENS, G. E. **Patterns and process in a forested ecosystem**. New York: Springer-Verlag, 1979. 253 p.

CAK, A. D.; MORAN, E. F.; FIGUEIREDO, R. O.; LU, D.; LI, G.; HETRICK, S. Urbanization and small household agricultural land use choices in the Brazilian Amazon and the role for the water chemistry of small streams. **Journal of Land Use Science**, v. 11, n. 2, p. 203-221, 2016.

CLAPPERTON, C. **Quaternary geology of South America**. New York: Elsevier Science, 1993.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th edition. Baltimore: United Book, 1998.

DREVER, J. I. **The Geochemistry of Natural Waters**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1982. 388 p.

ECORREGIÕES do Brasil: prioridades terrestres e marinhas. Curitiba: Instituto Life, 2015. 397 p. (Série Cadernos Técnicos, v. 3).

FIGUEIREDO, R. O.; MARKEWITZ, D.; DAVIDSON, E. A.; SCHULER, A. E.; WATRIN, O. S.; SILVA P.S. Land-use effects on the chemical attributes of low-order streams in the eastern Amazon. **Journal of Geophysical Research**, v. 115, n. G4, 2010.

NEILL, C.; CHAVES, J. E.; BIGGS, T.; DEEGAN, L. A.; ELSENBEER, H.; FIGUEIREDO, R. O.; GERMER, S.; JOHNSON, M. S.; LEHMANN, J.; MARKEWITZ, D.; PICCOLO, M. C. Runoff sources and land cover change in the Amazon: an end-member mixing analysis from small watersheds. **Biogeochemistry**, v. 105, n. 7, 2011.

NEILL, C.; ELSENBEER, H.; KRUSCHE, A.V.; LEHMANN, J.; MARKEWITZ, D.; FIGUEIREDO, R. O. Hydrological and biogeochemical processes in a changing Amazon: results from small watershed studies and the large-scale biosphere-atmosphere experiment. **Hydrological Processes**, v. 20, p. 2467–2476, 2006.

NEPSTAD, D. C.; MOUTINHO, P. R.; DIAS-FILHO, M. B.; DAVIDSON, E. A.; CARDINOT, G. K.; MARKEWITZ, D.; FIGUEIREDO, R. O.; VIANA, N.; CHAMBERS, J.; RAY, D.; GUERRERO, J. B.; LEFEBVRE, P.; STERNBERG, L.; MOREIRA, M.; BARROS, L.; ISHIDA, F. Y.; TOHLVER, I.; BELK, E.; KALIF, K.; SCHWALBE, K. The effects of partial throughfall exclusion on canopy processes, aboveground production and biogeochemistry of an Amazon Forest. **Journal of Geophysical Research**, v. 107, n. D20, p. LBA 53-1–LBA 53-18, 2002.

SIOLI, H. Amazon Tributaries and Drainage Basins. In: HASLER, A. D. (Ed). **Coupling of land and water system**. Berlin: Springer-Verlag, 1975. p. 199-213.

WALLING, D. E.; WEBB, B. W. Solutes in rivers systems. In: TRUDGILL, S. T. (Ed.). **Solutes processes**. Chichester: John Wiley & Sons, 1986. p. 251-327. (Landscape Systems).