

## **Estudos hidrobiogeoquímicos em bacias hidrográficas na Amazônia**

***Ricardo de O. Figueiredo***

*Embrapa Amazônia Oriental*

Diversas áreas da ciência têm apontado a extrema importância dos ecossistemas amazônicos para a vida no planeta, ressaltando a necessidade de se estudar e compreender os processos biofísicos e biogeoquímicos relacionados ao clima e aos recursos hídricos, assim como a sua rica biodiversidade, fatores estes que possuem estreita relação com seus rios, igarapés e várzeas. A bacia Amazônica possui uma impressionante rede hidrográfica de 6 milhões de km<sup>2</sup>, contabilizando 18% das águas fluviais que drenam dos continentes para os oceanos por meio de uma descarga na ordem de 220.000 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Por sua vez a água possui extrema importância para os ecossistemas, interligando fenômenos da atmosfera interior e da litosfera, e interferindo na vida vegetal, animal e humana, a partir da interação com os demais elementos do ambiente que compõem e/ou interagem dentro ou com a bacia hidrográfica. Assim a hidroquímica fluvial tem como seus fatores condicionantes o clima, a topografia, a rocha, o solo e a vegetação.

Os constituintes dissolvidos dos rios são originados da água de chuva, do escoamento superficial, da solução do solo e da água subterrânea. A composição química das águas naturais resulta da dissolução e reações químicas com sólidos, líquidos e gases com os quais a água entra em contato durante o ciclo hidrológico, e pode ser alterada pelo uso da terra. Assim os constituintes inorgânicos dissolvidos dos rios são denominados como íons maiores (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, Si, Cl, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), pois aparecem em concentrações maiores e, usualmente, não são limitantes para a biota; portanto são pouco afetados pela biogeoquímica, ou como nutrientes, ou “íons menores” (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> e K<sup>+</sup>), pois aparecem em concentrações menores e constituem elementos essenciais ao metabolismo dos organismos, tendo, portanto suas concentrações muito afetadas pelos mesmos. Já os constituintes orgânicos dos rios relacionam-se principalmente com as transformações biogeoquímicas de Carbono, Nitrogênio e Fósforo relacionadas a processos “alóctones”, como a fotossíntese e respiração das plantas terrestres, e decomposição e lixiviação nos solos, e a processos “Autóctones”, como a produção primária, respiração e ciclagem nos corpos d’água. Na maioria dos pequenos rios, o balanço de carbono é dominado pelos materiais alóctones, que provém das áreas terrestres adjacentes, como as folhas que caem diretamente sobre a água e são trituradas e decompostas durante o transporte. Em outros casos, o aporte alóctone é dominado por carbono orgânico dissolvido proveniente da decomposição e lixiviação da matéria orgânica nos solos.

Estudos hidrológicos em microbacias na Amazônia têm mostrado alterações significativas nas taxas de escoamento superficial e subsuperficial, quando a floresta é substituída por pastagem, alterando-se ainda a vazão no canal de drenagem, e modificando todo o balanço hídrico, com mudanças substanciais nas taxas de evapotranspiração e infiltração nos solos, que regulam regime de chuvas e estoques hídricos subterrâneos, respectivamente.

Outras pesquisas têm avaliado os efeitos do uso da terra na hidroquímica fluvial em pequenas bacias hidrográficas no Pará (50-150 km<sup>2</sup>), estabelecendo-se amostragens desde as nascentes com florestas remanescentes, passando por pastos, capoeiras, e campos agrícolas. Nestas bacias avaliam-se também os efeitos da construção de represas para o uso da água pelas fazendas (uso doméstico, dessedentação de bovinos, e geração de energia elétrica), que promovem dois padrões distintos de igarapés – o que corre como um rio e o que funciona como um lago. Alguns estudos nas mesmas bacias abordam o papel da mata ciliar, quando ainda existente, em mitigar a entrada de nutrientes nos igarapés medindo-se e amostrando o escoamento superficial e a água do solo. Outros considerando a recente expansão do agronegócio de grãos na Amazônia avaliam a técnica de plantio direto como mitigadora da entrada de nutrientes nos igarapés e na água subterrânea.

Mudanças na hidroquímica destes pequenos igarapés relacionados à expansão da fronteira agrícola já têm sido detectadas no município paraense de Paragominas, onde se verifica o importante papel que a vegetação secundária - as capoeiras - tem na qualidade das águas, além de outras importantes funções evidenciadas por estudos biofísicos e biogeoquímicos na região (seqüestro de carbono; manutenção de biodiversidade; diminuição da lixiviação de nutrientes; proteção a erosão; e fonte de evapotranspiração para regulação climática). Pode-se citar os seguintes efeitos já observados nos pequenos igarapés: a) menor turbidez, temperatura e pH em bacias com maior percentual de área com florestas; b) maiores valores de pH em bacia onde a floresta de cabeceira é mais explorada; c) queda de oxigênio dissolvido relacionada ao cultivo de grãos.

Outra importante ação de pesquisa avalia como a alternativa ao uso do fogo na agricultura amazônica pode ajudar na proteção dos recursos hídricos. Para isto realiza-se o monitoramento em nível de microbacias de duas práticas no preparo de área para plantio: a técnica do plantio direto na capoeira, por meio do corte e trituração desta em contraposição a tradicional derruba-e-queima da capoeira. Nestas pesquisas verificou-se que a técnica de preparo de área por meio de corte-e-trituração ocasiona uma menor lixiviação e perdas de nutrientes dos solos para as águas subterrâneas e superficiais, sendo que a retenção de nutrientes no perfil do solo ocorre em maior intensidade na zona de raízes, evidenciando o papel das raízes da capoeira, que permanecem no solo mesmo no período de cultivo, reduzindo a lixiviação. Da mesma maneira tem-se verificado que a vegetação ciliar é um importante fator para a manutenção de baixas concentrações de nutrientes nas águas dos igarapés. Maiores concentrações de nutrientes ocorrem no período chuvoso, e tem como causa os processos biogeoquímicos que ocorrem nos solos superficiais, quando o escoamento superficial e subsuperficial são muito importantes.

No estado de Rondônia outros estudos têm apontado sobre como as mudanças de uso da terra, em especial a substituição de florestas por pastagens, afetam o funcionamento dos igarapés. Nestas pequenas bacias as águas fluviais apresentaram alterações nas concentrações de nitrogênio, fósforo e oxigênio devido ao uso da terra, com razão N:P também alterada trazendo conseqüências para a biota aquática. Nestes estudos a hidroquímica fluvial também foi relacionada com as sombras nas florestas e os efeitos de macrófitas aquáticas e gramíneas de pastagens.

Ainda em Rondônia, mas em termos de meso-escala pesquisas têm sido conduzidas relacionando não apenas o uso da terra, mas também os tipos de solos - usos da terra com química das águas do rio Ji-Paraná. Os resultados indicam que as concentrações de cálcio e magnésio estão mais relacionadas aos tipos de solos, enquanto que as concentrações de sódio, potássio, cloreto, e fosfato, além da condutividade elétrica da água relacionam-se mais com as áreas de pastagens.

Destes estudos citados, tanto em micro como em macro-escalas pode-se tirar as seguintes lições: 1) A conversão de florestas em pastagens altera as formas e padrões de ciclagem do carbono e nutrientes relacionados, nos sistemas fluviais, de maneira mais evidente nos rios de ordens inferiores; 2) Os tipos e usos dos solos determinam as respostas destes sistemas; 3) Algumas destas alterações não são persistentes ao longo de ordens sucessivamente superiores.

Tem-se também buscado responder qual a importância relativa do processamento interno nos rios e igarapés e das interações destes com as zonas ribeirinhas, os ecossistemas terrestres adjacentes. Nestes estudos utilizam-se técnicas isotópicas para definir-se as fontes do carbono particulado e dissolvido nestes ecossistemas aquáticos. Seus resultados apontam os solos florestais como as principais fontes de carbono orgânico dissolvido.

Considerando-se os estudos em macro-escala que avaliam toda a Bacia Amazônica, destacam-se as pesquisas que investigam o papel dos sistemas fluviais da amazônia no ciclo regional e global do carbono. Resultados preliminares apontam para uma evasão de CO<sub>2</sub> dos ecossistemas aquáticos (rios, igarapés, áreas alagadas e várzeas) na ordem de 1,2 Mg C ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> ou de 0,5 Gt ano<sup>-1</sup> em toda a bacia. Tais números são bem significativos e devem ser considerados nos balanços de carbono entre atmosfera e superfície terrestre, hoje amplamente estudados em virtude de sua importância para o clima do planeta.

Diante deste fato estudos estão sendo desenvolvidos em diversas áreas da Amazônia para responder a perguntas como: Quais as taxas de produção e exportação de serrapilheira da terra firme para os rios? Como se dá a mineralização e exportação de C nos solos para os rios? Qual o aporte atmosférico de carbono para os rios? Quais as taxas de evasão de CO<sub>2</sub> nos diferentes sistemas aquáticos e áreas alagáveis?

O desafio é grande. Muito ainda precisa ser estudado e compreendido sobre a hidrobiogeoquímica na Amazônia e os impactos ocasionados pela mudança de uso da terra nesta região rica e famosa por seus recursos naturais.