

## CAPÍTULO VIII

# IMPACTOS DO MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA E OUTRAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS

Ricardo de Oliveira Figueiredo

## INTRODUÇÃO

O manejo inadequado das terras, via de regra, ocasiona o descumprimento da legislação ambiental brasileira no que diz respeito às Áreas de Proteção Permanente – APPs, como nascentes, florestas ripárias, encostas e topos de morros (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2010). É fato que os problemas ambientais relacionados ao setor produtivo no meio rural e aos recursos hídricos são temas muito complexos, já que perpassa por estratégias macroeconômicas e de desenvolvimento de nossa nação. Conforme conclusão de estudo de Tundisi e Matsumura-Tundisi (2010) a “remoção de vegetação e áreas alagadas para aumento de área agrícola comprometerá no futuro a reposição de água nos aquíferos, a qualidade de água superficial e subterrânea com custos econômicos, perda de solo, ameaças à saúde humana e degradação dos mananciais, exigindo sistemas de tratamento mais sofisticados e de custo mais elevado em contraposição ao papel regulador dos ciclos naturais realizado pelas florestas e áreas alagadas”.

Sabem-se, de longa data, que as práticas inadequadas de manejo das propriedades rurais são fatores agravantes da deterioração da produção e qualidade da água (SOLBÉ, 1986).

Segundo DeFries e Eshleman (2004) as alterações no uso do solo terão um grande impacto na disponibilidade hídrica de bacias hidrográficas em um futuro próximo. Além disso, as mudanças climáticas em curso já estão também promovendo impacto significativo na disponibilidade hídrica das bacias, dada a sua dependência das condições e sazonalidade do clima (NOBRE; SELLERS; SHUKLA,1991). Dessa maneira, torna-se imprescindível o monitoramento hidrobiogeoquímico de bacias no meio rural, não apenas para o entendimento de processos biofísicos, mas também para aferir-se a qualidade da água para as comunidades ribeirinhas e para a manutenção das funções e serviços ecossistêmicos, visando a sustentabilidade nos processos produtivos no setor agropecuário e florestal.

O monitoramento da qualidade e quantidade da água fluvial em microbacias hidrográficas, aqui entendida como aquelas cujas áreas de drenagem não ultrapassam 10 km<sup>2</sup> (RICHEY et al., 1997), é uma ferramenta de grande utilidade para avaliar-se as condições de sustentabilidade das atividades produtivas no meio rural. Estudos que investigam a dinâmica de elementos químicos naturais, presentes na vegetação, no solo, no sedimento e na água, todos eles, presente em vários dos componentes do ciclo hidrológico de uma bacia, podem aumentar o entendimento dos processos biogeoquímicos relacionados (MOLDAN; CERNÝ, 1994) e, portanto, elucidar como práticas agrícolas tem a capacidade de alterar a qualidade e quantidade dos recursos hídricos. Assim, pode-se indicar boas práticas agrícolas que sejam eficazes quanto à sustentabilidade, técnicas de manejo conservacionista e medidas para a gestão da bacia hidrográfica em áreas de produção agropecuária e florestal, de forma que estabeleçam o uso racional das terras e recursos hídricos com redução dos impactos ambientais indesejáveis.

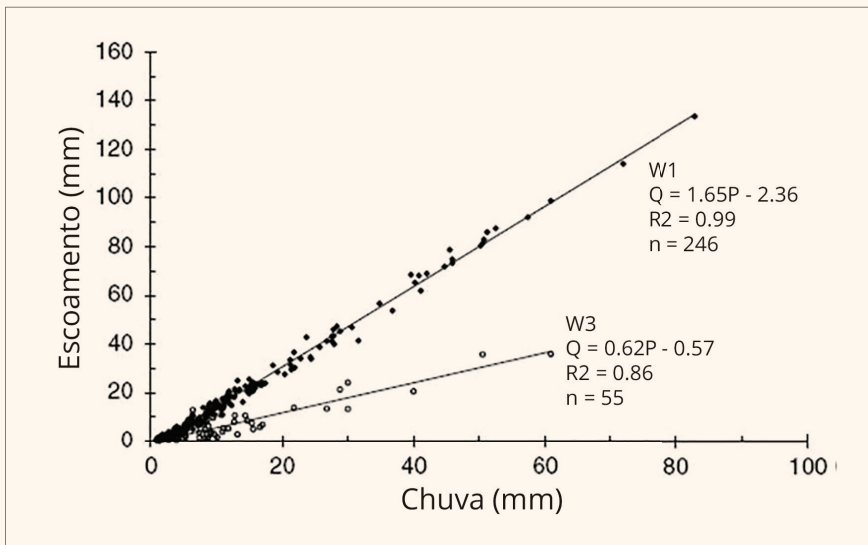
Para o sucesso de ações de pesquisa sobre os efeitos do uso da terra sobre aspectos quali-quantitativos dos recursos hídricos, torna-se imprescindível um estudo integrado que abranja diversos temas, tais quais: avaliação espacial da paisagem por meio de ferramentas de geoprocessamento; caracterização de propriedades dos solos e sua conservação; dinâmica de agroquímicos (pesticidas e fertilizantes) nos ambientes; entendimento da ciclagem biogeoquímica e hidrologia de bacias; processos bióticos em ecossistemas aquáticos; modelagem matemática de processos hidrológicos e hidrogeoquímicos; e gestão de bacias hidrográficas, dentre outros temas.

Na Amazônia oriental, especificamente, o uso do fogo como preparo de área para plantio é ainda uma prática largamente utilizada na agricultura familiar, fato este que preocupa a sociedade dado os impactos na qualidade da água (FIGUEIREDO; BORNER; DAVIDSON, 2013). No presente capítulo são apresentados resultados de pesquisas que ora integram e ora perpassam os temas aqui citados no âmbito do Projeto SHIFT/TIPITAMBA desenvolvido na Zona Bragantina, Estado do Pará, Amazônia oriental, que pretenderam avaliar alterações nos diferentes componentes do ciclo hidrológico. Com a finalidade de levar ao leitor um quadro mais didático das alterações observadas, optamos por apresentá-las em três grupos de componentes, a saber: **(I)**. a chuva, a transprecipitação e o escoamento superficial; **(II)**. a água do solo e a água freática e **(III)**. a água fluvial dos pequenos igarapés.

## A Chuva, a Transprecipitação e o Escoamento Superficial

Não são muitos os estudos conduzidos na região Amazônica que identificam os principais fluxos hídricos e a resposta a eventos de chuvas. Na Zona Bragantina, destacam-se as pesquisas de Wickel, Van de Giesen e Sá (2007) que identificou padrões de resposta hidrológica e também os principais processos geradores de escoamento em duas microbacias de nascente da Bacia do Igarapé Cumaru. Nessa ação de pesquisa ao longo de 18 meses foram monitorados 245 eventos em uma microbacia e 55 eventos em outra. A análise dos dados gerados revelou uma forte correlação linear entre o total de chuva e o escoamento superficial gerado (Figura 1).

**Figura 1** – Chuva total ocorrida versus o escoamento superficial em 245 eventos monitorados na Microbacia W1 e 55 eventos monitorados na Microbacia W3.



Fonte: Wickel, Van de Giesen e Sá (2007)

Nessa avaliação detectou-se que a zona ripária, composta, em geral, por vegetação secundária e que abrange aproximadamente 0,6% da área total de cada microbacia, foi quem contribuiu para a totalidade do escoamento superficial que chegou ao igarapé, aumentando conseqüentemente a vazão fluvial. Tal fato foi também relacionado à elevada permeabilidade dos solos das vertentes acima da zona ripária, a qual também foi aumentada em função do sistema de raízes profundas da vegetação secundária ali presente. A sugestão de que toda a chuva precipitada fora da zona ripária infiltrou nos solos das vertentes e não escoou diretamente para o igarapé, apoia-se nas medidas de infiltração e suas fortes correlações com o nível freático nas microbacias estudadas.

Dessa maneira, Wickel, Van de Giesen e Sá (2007) concluíram que sendo as zonas ripárias geralmente as últimas que permanecem sob cobertura florestal ao longo desses vales agrícolas e que desempenham o importante papel de reguladoras do escoamento superficial, outras pesquisas sobre o assunto deveriam ser conduzidas na Amazônia oriental. Adicionalmente, estudos sobre o papel das florestas ripárias para garantir a vazão fluvial ao longo da estação mais seca também mereceriam outras pesquisas, uma vez que estas, em geral, atendem a necessidade de minimizar os problemas de erosão dos solos marginais e da sedimentação dos corpos d'água.

Um fator importante na caracterização da hidrogeoquímica em bacias relaciona-se à composição química das chuvas, a qual é influenciada pela proximidade do oceano. Esta composição se deve ao aporte de aerossóis marinhos ricos em alguns cátions e ânions presentes no ambiente marinho. Figueiredo et al. (2010) compararam a precipitação em Igarapé-Açu (a 60 km do oceano) na Zona Bragantina, com as de outras

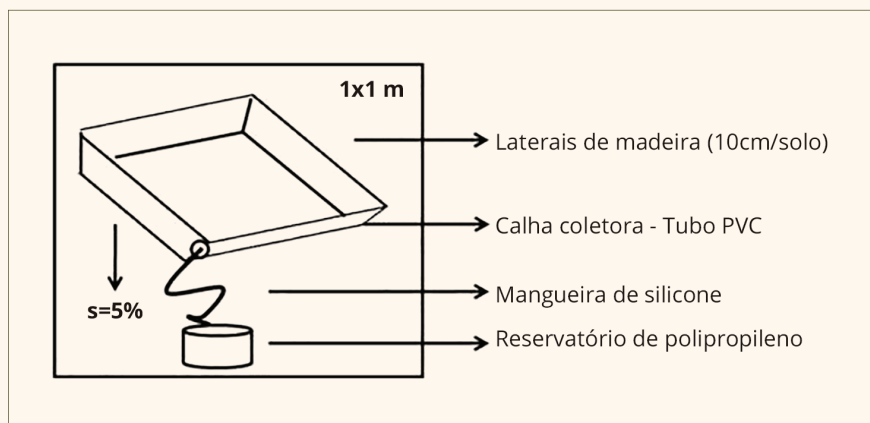
duas áreas na Amazônia oriental, uma em Paragominas e outra em Santarém, a 250 e 700 km do oceano, respectivamente. A análise realizada constatou que, além da influência dos aerossóis marinhos incrementando os aportes de sódio e cloreto por meio da precipitação ocorrida nessas áreas, houve um possível efeito das queimadas para o aumento de aportes de cálcio, potássio, magnésio e sulfato. Conseqüentemente, as fontes atmosféricas juntamente com as mudanças de uso da terra devem estar afetando a hidrogeoquímica das bacias.

A composição química da água da chuva é também modificada pela sua interação com a vegetação, resultando no componente hidrológico denominado transprecipitação (*throughfall*, na língua inglesa) que se torna enriquecida quimicamente por cátions e ânions que são liberados pelas superfícies de folhas, galhos e troncos para a água que precipita. Isto faz do *throughfall* uma importante etapa na transferência de elementos químicos da biomassa aérea para o solo e conseqüentemente para o escoamento da bacia. Neste aspecto, torna-se necessário considerar dois processos: a lavagem do material seco depositado sobre a vegetação, e a lixiviação das espécies iônicas presentes no tecido vegetal (FORTI; NEAL, 1992).

Dessa maneira, são observados processos diferenciados entre os períodos chuvosos e os mais secos. Durante este último período, a deposição seca na vegetação promovendo a acumulação de nutrientes presentes no material particulado da atmosfera. Esse material é, portanto, lavado da vegetação pelas primeiras chuvas após o período seco, quando então, as concentrações desses elementos químicos se tornam mais elevadas, tanto no *throughfall* como no escoamento superficial (ELSENBEER; LACK; CASSEL, 1995). Foi esse comportamento que Wickel (2004) observou, apontando para as variações de cátions K e Ca, cujas maiores concentrações na transprecipitação e

escoamento estiveram relacionadas a tais eventos de chuva na bacia do Igarapé Cumaru, na Zona Bragantina.

Além da variação sazonal as características do escoamento superficial são também determinadas pelo uso da terra, cujas práticas de conversão do ecossistema natural em áreas agrícolas podem ocasionar mudanças nas propriedades hídricas dos solos (ELSENBEER et al., 1999) e assim promover o aumento do escoamento superficial. Costa et al. (2013) estudou como o uso da terra e os diferentes tipos de manejo (corte-trituração; e derruba-queima) influenciaram a variação do volume escoado em solos em parcelas de escoamento superficial (Figura 2) em uma mesobacia no Nordeste Paraense. Foram medidos os maiores valores de escoamento em um Agroecossistema de Pastagem submetido a preparo de área por derruba-queima da vegetação secundária e comparada a outros agroecossistemas que incluíam áreas preparadas com e sem uso do fogo.



**Figura 2** – Esquema de parcela para monitoramento do escoamento superficial e fotografia de parcela em uma área com preparo de área por corte-trituração da vegetação secundária.



Fonte: Costa (2011)

Foto: Ricardo Figueiredo

Costa (2011) apresenta uma avaliação que permitiu identificar características distintas na hidrogeoquímica do escoamento superficial nas mesmas circunstâncias de local e ocasião, ou seja, escoamento superficial no solo sob diferentes manejos em diferentes sistemas presentes na agricultura familiar na mesobacia. Enquanto as concentrações observadas de cloreto e sulfato no escoamento superficial foram influenciadas pelas variações pluviométricas, a elevação das concentrações de nitrato e fosfato esteve mais relacionada ao manejo dos agroecossistemas: o nitrato respondendo à presença de espécies fixadoras de nitrogênio e o fosfato às queimadas. Silva



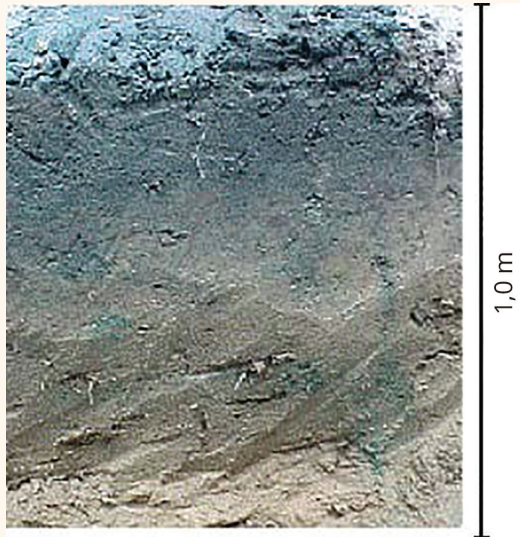
et al. (2005), por sua vez, já havia observado que em sistemas agrícolas submetidos à queima, comparados com áreas de capoeira ou de agricultura sem uso de fogo, ocorreram perdas significativas pelo escoamento superficial de cálcio, magnésio, potássio e sulfato dos solos para as águas dos igarapés.

## **A Água do Solo e a Água Freática**

Três experimentos realizados por Wickel (2004) confirmaram as taxas elevadas de infiltração da chuva nos solos das microbacias presentes na área de nascente da Bacia do Igarapé Cumaru, como acima já apresentado. No entanto, utilizando um corante azul adicionado a um volume de 20 litros de água utilizado na operação de um infiltrômetro foi possível observar um fluxo hídrico preferencial ao longo do sistema radicular da vegetação secundária até a profundidades de 1 a 1,5 m (Figura 3). Tal fato demonstra o importante papel das raízes vivas como filtros que adsorvem e captam os nutrientes lixiviados nessas áreas com vegetação secundária manejadas e livres da prática de derruba-queima.

Na mesma pesquisa, Wickel (2004) observou também que a variação do nível freático medido numa bateria de 38 poços de monitoramento apresentou um mesmo padrão ao longo de um ano. O nível freático na quase totalidade dos poços retornou a seus valores iniciais após uma rápida elevação durante a época chuvosa, indicando que ao longo de um ano completo não ocorreu perda ou ganho do estoque hídrico subterrâneo nas condições da bacia estudada, que está primordialmente ocupada por agricultores familiares que realizam o manejo da vegetação secundária com e sem uso do fogo.

**Figura 3** – Perfil superficial (1.0 m) de Latosolo amarelo após a infiltração de 20 litros de água tingidas de azul por 15 minutos. Observe a elevada concentração do azul ao longo das raízes.



Fonte: Wickel (2004)

Entretanto, no tocante ao uso de pesticidas na agricultura familiar, principalmente no cultivo de maracujá e pimenta, Lima et al. (2007) observou grande fragilidade ambiental em áreas críticas concentradas nas nascentes da bacia e nas zonas de recarga do aquífero. As análises espaciais realizadas geraram um mapa que revela áreas com certo risco potencial de contaminação das águas subterrâneas. Nesse contexto, Pessoa et al. (2010) avaliaram o risco potencial de contaminação das águas superficiais e subterrâneas por agrotóxicos aplicados na cultura do maracujá-amarelo nessa bacia. Em seus resultados os autores alertaram, por exemplo, para a necessidade de priorizar-se o monitoramento dos produtos Procloraz e Caberdazim, dada à sua longa persistência nos solos e em pequenas profundidades.

No que se refere à hidrogeoquímica da água freática, importantes alterações puderam ser relacionadas com as práticas de manejo agrícola adotadas. Wickel (2004) observou que a qualidade da água freática variou espacialmente na área da bacia estudada. Em suas coletas nos 36 poços de monitoramento foram detectadas maiores concentrações de cátions e ânions, assim como maiores valores de condutividade elétrica nas áreas onde o fogo é utilizado no preparo de área, tanto nos cultivos anuais como nos perenes.

A água freática nessas áreas apresentou-se particularmente enriquecida em cálcio, magnésio, potássio, nitrato e amônio quando comparada com a água freática em áreas de vegetação secundária, onde foram observadas as menores concentrações de todos os cátions e ânions. Concluiu-se que esses íons são originados das queimadas realizadas na agricultura familiar. Quanto às áreas onde o corte-trituração foram realizados, o enriquecimento com cálcio, magnésio e nitrato também ocorre, mas é bem menor, e a origem destes deve estar ligada a decomposição da camada de cobertura morta (mulch). Nesse contexto, nos cultivos de pimenta onde é aplicado com frequência o fertilizante NPK observou-se as maiores concentrações de nitrogênio e potássio na água freática. Dada a relação direta encontrada no mesmo estudo entre o nível freático e o fluxo de base das vazões dos igarapés, as alterações ocorridas na água freática refletirá em alterações nas águas fluviais destes importantes ecossistemas aquáticos amazônicos.

## A Água Fluvial dos Pequenos Igarapés

Uma primeira avaliação das águas fluviais no âmbito do Projeto SHIFT-TIPITAMBA é apresentada por Wickel (2004). Nele observa-se os resultados para cursos d'água de primeira ordem em microbacias na Bacia do Igarapé Cumaru (Figura 4), quando comparou os efeitos de dois diferentes tipos de preparo de área de plantio (derruba-queima; corte-trituração da capoeira) sobre os processos hidrológicos e hidrogeoquímicos. O resultado foi o aumento de cálcio e magnésio relacionada à prática da derruba-queima, ocorrendo aumento das concentrações desses solutos no início do período chuvoso, quando o escoamento superficial é mais eficiente, carreando material das áreas agrícolas para os igarapés, como as cinzas das queimadas.

**Figura 4** – Foto apresentando o leito do Igarapé Cumaru próximo a uma de suas nascentes.



Foto: Ricardo Figueiredo

Estudo posterior de Pinheiro (2008) avaliou as bacias dos Igarapés Cumarú e São João e concluiu que a maior presença de áreas agrícolas na bacia do Cumarú pode explicar a maior concentração de cálcio, magnésio e potássio observadas em suas águas, atribuindo o fato às cinzas das queimadas na agricultura familiar. Um segundo estudo ampliou a avaliação para mais uma bacia, a do Igarapé Pachibá, para avaliação da dinâmica do carbono, quando foi confirmada a hipótese investigada de que os pequenos igarapés amazônicos possuem elevadas taxas de evasão de CO<sup>2</sup> para a atmosfera, e em particular nas suas áreas de nascentes (ROSA, 2007). Os valores de fluxo de CO<sup>2</sup>, cuja magnitude normalizada por unidade de área é comparável aos maiores fluxos já medidos em outros cursos d'água da Amazônia, podem ser observados na Tabela 1. Tal fato revela uma abundante e vigorosa ciclagem de carbono na agricultura familiar que mantém amplas áreas de vegetação secundária, principalmente em suas nascentes, como nas três bacias citadas na Zona Bragantina.

**Tabela 1** – Média anual dos fluxos de CO<sup>2</sup> nas nascentes e cursos principais dos igarapés Cumarú, São João e Pachibá na Zona Bragantina, Pará, Brasil. Fluxo de CO<sup>2</sup> expresso em  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

Ponto de Coleta	Média Anual
Cumarú - A (nascente)	21,8
Cumarú - B (nascente)	17,8
Cumarú - C (curso principal)	18,5
Cumarú - D (curso principal)	19,8
São João - A (nascente)	52,8
São João - B (curso principal)	9,3
Pachibá - A (nascente)	43,2
Pachibá - B (curso principal)	8,4

Fonte: Ada de Rosa (2007)

Contemplando uma maior abrangência territorial, Barroso (2011) conduziu uma pesquisa em dezoito microbacias contidas em quatro mesobacias do Nordeste Paraense, a saber: **1)** Buiuna-Timboteua; **2)** Aianga; **3)** Peripindeua e **4)** Arauaí. Nesse estudo concluiu-se que a composição química das águas fluviais dos pequenos igarapés está sendo afetada por atividades agropecuárias, fato demonstrado pelos sinais hidrogeoquímicos que podem estar sendo ocasionados por diversos fatores antrópicos como: prática de derruba-queima, adubação com fertilizantes químicos, desmatamento para formação de pastagens e uso das águas fluviais por bovinos. Resultados dessa pesquisa incluem os seguintes impactos antrópicos: **I)** redução do oxigênio dissolvido; **II)** aumento dos valores de temperatura, pH e condutividade elétrica e **III)** aumento nas concentrações de cálcio, magnésio e potássio. Como conclusão de seu estudo, o autor recomenda a gestão de bacias na região, a preservação e recuperação da vegetação ripária, a substituição de práticas agropecuárias como o uso do fogo por técnicas mais sustentáveis de produção, e cuidados adicionais quanto ao uso de agroquímicos.

Considerando a prática frequente da agricultura familiar amazônica de se utilizar dos leitos dos igarapés para a realização do processamento, da mandioca e da malva quando estes são submergidos nas águas fluviais, Pires (2011) buscou avaliar os efeitos dessa prática sobre a qualidade dessas águas. Os resultados obtidos confirmaram que a lavagem de raízes de mandioca e de hastes de malva, essa última em maior grau, alteram pontualmente a hidrobiogeoquímica dos igarapés, entretanto, algumas das alterações observadas *in loco* permaneceram por até dez metros a jusante do local de lavagem dos produtos.

## CONCLUSÃO

Dada a importância e complexidade do tema abordado, de poucos estudos específicos e da necessidade de embasar práticas de manejo da vegetação secundária, conclui-se que muito ainda deve ser pesquisado sobre as relações entre a conservação das águas e a dinâmica de transformação do uso da terra na Amazônia oriental. No entanto, os resultados das pesquisas aqui discutidas apontam para a necessidade de políticas públicas que fomentem a substituição do uso do fogo no preparo de áreas para plantio e priorizem a conservação e recuperação da vegetação ciliar, assim como para uma efetiva implementação de programas de monitoramento que possa verificar a qualidade e quantidade das águas que fluem nos igarapés amazônicos. Ações estas indispensáveis para que se alcance a sustentabilidade na agricultura regional.

## REFERÊNCIAS

- BARROSO, D.F.R. **Fluxos hidrogeoquímicos em águas fluviais de microbacias do Nordeste Paraense e a sua relação com o uso da terra**. 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.
- COSTA, C.F.G. et al. Escoamento superficial em Latossolo Amarelo distrófico típico sob diferentes agroecossistemas no Nordeste Paraense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 162-169, 2013.
- COSTA, C.F.G. **Hidrogeoquímica do escoamento superficial em solos de uma mesobacia no nordeste paraense**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2011.
- DEFRIES, R.; ESHLEMAN, K.N. Land-use change and hydrologic processes: a major focus for the future. **Hydrological Processes**, Bristol, v.18, p.2183-2186, 2004.

ELSENBEER, H.; LACK, A.; CASSEL, K. Chemical fingerprints of hydrological compartments and flowpaths at La Cuenca, western Amazonia. **Water Resources Research**, v.12, n.31, p. 3051-3059, 1995.

ELSENBEER, H. et al. Soil hydraulic conductivities of latosols under forest, pasture, and teak in Rondônia, Brazil. **Hydrological Processes**, Bristol, v. 13, p. 1417-1422, 1999.

FIGUEIREDO, R.O.; BÖRNER J.; DAVIDSON. E. A. Watershed services payments to smallholders in the Brazilian Amazon: challenges and perspectives. **Ambi-Agua**, v.2, n.8, p.6-17, 2013.

FIGUEIREDO, R.O. et al. **Rainwater chemistry in the Eastern Amazon along a Gradient from the Ocean**. In: THE MEETING OF THE AMERICA. Foz do Iguaçu: Eos Trans.; Washington: AGU, 2010.

FORTI, M.C.; NEAL, C. Spatial variability of throughfall chemistry in a tropical rainforest (Central Amazonia, Brazil). **The Science of the Total Environment**, v.120, p.245-249, 1992.

LIMA, L.M. et al. Simulação da movimentação de agrotóxicos no solo com o uso de geotecnologias, como instrumento para avaliação do potencial de risco de contaminação de águas subterrâneas na Amazônia Oriental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. 1 CD-ROM.

MOLDAN, B.; CERNÝ, J. **Biogeochemistry of small catchments**: a tool for environmental research. Chichester: John Wiley & Sons, 1994. 419p.

NOBRE, C.A.; SELLERS, P.; SHUKLA, J. Amazonian deforestation and regional climate change. **Journal of Climate**, v.4, p.957-988, 1991.

PESSOA, M.C.Y. et al. Avaliação do potencial de riscos de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por agrotóxicos aplicados na cultura do maracujá-amarelo na microbacia hidrográfica do Igarapé Cumaru, estado do Pará. In: GOMES, M.A. F.; PESSOA, M.C.P.Y. **Planejamento ambiental do espaço rural com ênfase em microbacias hidrográficas**: manejo de recursos hídricos, ferramentas computacionais e educação ambiental. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010, p. 201-225.



PINHEIRO, R.S. **Influência sazonal e espacial na hidroquímica de ecossistemas aquáticos na Amazônia Oriental**. 2008. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2008.

PIRES, C.S. **Efeitos do processamento artesanal de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e plantas de malva (*Urena lobata* L.) produzidas na agricultura familiar sobre a hidroquímica fluvial de pequenas bacias do nordeste do Pará**. 2011. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

RICHEY, J. E. et al. Organic matter and nutrient dynamics in river corridors of the Amazon basin and their response to anthropic change. **Ciência e Cultura**, v.49, p. 98-110, 1997.

ROSA, M.B.S. **Dinâmica do carbono em pequenas bacias de drenagem sob uso de agricultura familiar na Amazônia Oriental**. 2007. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

SILVA, M.G.M. et al. Transferências de nutrientes e carbono por escoamento superficial para igarapés em áreas agrícolas sob diferentes sistemas de preparo de área para plantio (derruba-queima e corte-trituração) no nordeste paraense. In: CONGRESSO DE ESTUDANTES E BOLSISTAS DO EXPERIMENTO LBA, 2., 2005, Manaus. **Anais...** Manaus: [s.n.], 2005.

SOLBÉ, J.F.L.G. (Ed). **Effects of land use on fresh waters**. Chichester: Ellis Horwood Publishers, 1986.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotrop**, v.4, n.10, p. 67-76, 2010.

WICKEL, A.J.; VAN DE GIESEN, N.C.; SÁ, T.D.A. Stormflow generation in two headwater catchments in eastern Amazonia, Brazil. **Hydrol. Process.**, n. 22, p.3285-3293, 2007.

WICKEL, A.J. **Water and nutrient dynamics of a humid tropical watershed in Eastern Amazonia**. Unibonn: ZEF, 2004. 135 p. (Ecology and Development Series, 21).

