

**EFEITOS DA LAVAGEM DE RAÍZES DE MANDIOCA NA
HIDROGEOQUÍMICA FLUVIAL DE UMA MICROBACIA REPRESENTATIVA
DA AGRICULTURA FAMILIAR PARAENSE**

**EFFECTS OF MANIOC ROOTS WASHING IN THE FLUVIAL
HYDROGEOCHEMISTRY OF A REPRESENTATIVE SMALL CATCHMENT OF THE
SMALL FARMING IN THE PARÁ STATE, BRAZIL.**

**PIRES¹, Camila da Silva; FIGUEIREDO², Ricardo de Oliveira; BARROSO¹, Daniel
Fernandes Rodrigues; COSTA³, Fabíola Fernandes**

Palavras-chave: mandioca, hidrogeoquímica, igarapé, agricultura familiar, nutrientes, Nordeste Paraense.

Key-words: manioc, hydrogeochemistry, stream, small family farming, nutrients, Northeast of Pará.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo as populações amazônicas desenvolveram inúmeras formas para uso dos recursos naturais, visando manter seu sustento e renda. Dentre esses povos encontram-se os agricultores familiares, que geralmente cultivam a terra e praticam atividades extrativistas que parecem não causar muitos danos ambientais, pois são voltadas à dieta básica de suas famílias, e com reduzido propósito comercial, sendo a comercialização efetuada a partir de um pequeno excedente da produção, e em geral destinada aos mercados local ou estadual (VIEIRA *et al.*, 2007).

Dentre os cultivos anuais, a mandioca (*Manihot esculenta*) é a que, em geral, mais se destaca nos sistemas agroflorestais. Segundo a *Food Agriculture and Organization* (FAO, 2008), o Brasil é o segundo maior produtor mundial de mandioca, sendo esta uma cultura importante, notadamente no Estado do Pará (ALMEIDA, 2006; VIEIRA *et al.*, 2007), possuindo importância não só econômica quanto social (ROSA, 2002).

No Nordeste Paraense a lavagem de mandioca é realizada em pequenos igarapés, onde os agricultores familiares costumam armazenar fardos submersos, com a finalidade de amolecer a casca e remover as substâncias tóxicas. Os efeitos deste processamento sobre a hidroquímica fluvial não são bem conhecidos.

Estudos mostram que mudanças no uso da terra têm efeitos profundos sobre a estabilidade de ecossistemas aquáticos, pois alteram de forma direta a hidroquímica fluvial de microbacias. Dessa forma as microbacias servem como instrumentos ao monitoramento da qualidade da água, pois são mais sensíveis a perturbações (MOLDAN & CERNY, 1994; CHRISTOPHERSEN *et al.*, 1994; KRUSCHE, 2005; NEILL *et al.*, 2006).

Sendo assim, estratégias visando a gestão integrada de recursos naturais requerem estudos de avaliação e monitoramento dos processos hidrobiogeoquímicos atuantes e suas interações com as práticas produtivas adotadas no campo. No entanto, iniciativas que contemplem tais estudos ainda são incipientes na região.

¹ Mestranda(o) do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – UFPA/EMBRAPA/MPEG - camilapires@ymail.com

² Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental

³ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Química - UFPA

O presente estudo foi concebido para avaliar os impactos sobre o Igarapé da Passagem, principal curso d'água de uma microbacia representativa da agricultura familiar praticada no nordeste paraense, em decorrência da lavagem das raízes de mandioca pelos pequenos produtores da região.

2 OBJETIVO

- ♦ Avaliar os efeitos da lavagem de raízes de mandioca sobre a hidrobiogeoquímica do Igarapé da Passagem, no Nordeste Paraense.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O Igarapé da Passagem (figura 1) é uma microbacia com área de 130 hectares localizado no município paraense de Marapanim, onde ocorre lavagem de raízes de mandioca para a produção de farinha. O Igarapé da Passagem é um tributário do Igarapé Timboteua, afluente do Rio Marapanim e apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 01°00'11.79"S e 47°37'35.23"W. A microbacia estudada encontra-se sob uso predominante agrícola em pequenas propriedades de base econômica familiar, onde predominam pequenos cultivos cujo preparo de área para plantio é realizado por meio da queima da vegetação de pousio.



Figura 1 - Localização geográfica do Igarapé da Passagem. Observa-se nas proximidades do ponto identificado a prática agrícola de roça e, na parte inferior da imagem, a comunidade do Bussu.

Fonte: Google Earth.

3.2 Monitoramento no campo

Para o monitoramento da hidroquímica fluvial estão sendo realizadas campanhas mensais ao longo de 12 meses (outubro de 2009 a setembro de 2010), realizando-se coletas de amostras e medidas *in situ* no Igarapé da Passagem, onde é realizada lavagem de raízes de mandioca. Adicionalmente foi iniciado monitoramento em outros igarapés e em experimento semi-controlado utilizando tanques, o qual não é aqui apresentado.

As medidas e a amostragem da água fluvial é realizada em um transecto composto por 3 pontos: 1) pré-lavagem (cinco metros a montante); 2) lavagem (um metro a jusante); e 3) pós-lavagem (dez metros a jusante). Esse desenho amostral foi concebido visando verificar-se possíveis mudanças na hidroquímica fluvial devido à lavagem de mandioca.

Os parâmetros avaliados e respectivos métodos e equipamentos encontram-se na tabela 1.

Tabela 1- Parâmetros avaliados com os respectivos métodos e equipamentos utilizados.

PARÂMETRO	MÉTODO	EQUIPAMENTO
pH	Potenciométrico	ORION - 290A plus
OD (%)	Oximetria	YSI® 55
CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Condutimétrico	VWR® - 2052
Cátions e Ânions	Cromatografia Iônica	Dionex DX-120
COD* e NT**	Oxidação Catalítica (720 °C)	Shimadzu TOC-V CSN

(*) carbono orgânico dissolvido; (**) nitrogênio total

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o presente momento, em seis diferentes datas abrangendo o período de 19/10/2009 a 14/12/2009, foram coletadas 18 amostras no Igarapé da Passagem. O comportamento dos parâmetros na pré-lavagem, lavagem e pós-lavagem de mandioca podem ser verificados nas figuras a seguir.

Como pode ser observado na figura 2-a, o Igarapé da Passagem tendeu a apresentar menores valores de H^+ no ponto da lavagem de mandioca. Para determinadas amostras essa tendência permanece a jusante do ponto de lavagem (pós-lavagem), enquanto que para as demais ocorre um aumento de H^+ , caracterizando ambiente mais ácido. Vale destacar que os igarapés amazônicos naturalmente, em decorrência de seus solos orgânicos, são caracterizados por valores baixos de pH.

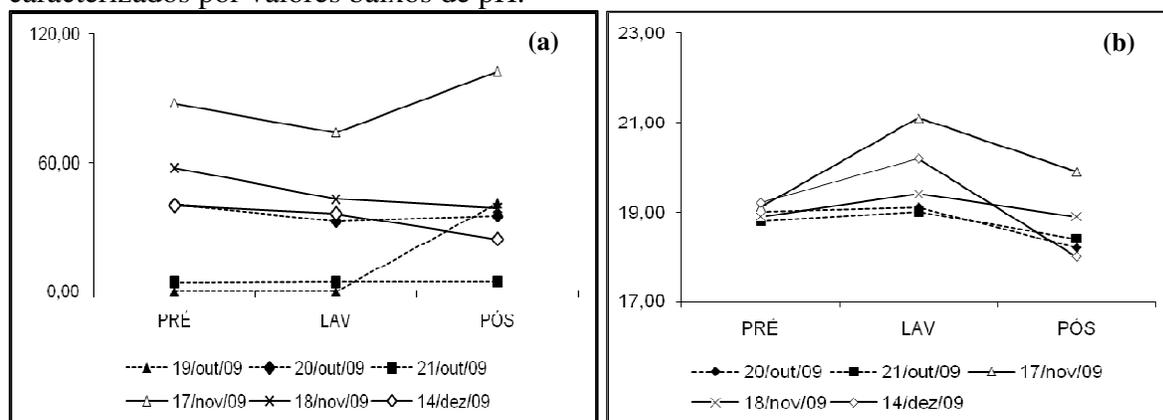


Figura 2 – (a) íon H^+ (μM) e (b) CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$) na pré-lavagem, lavagem e pós-lavagem de mandioca, no Igarapé da Passagem.

Observando-se a variação da CE (figura 2-b), verifica-se alteração no local da lavagem de mandioca com o aumento dos valores de condutividade. Tal fato estaria relacionado à maior contribuição de íons dissolvidos, advindos da lavagem de mandioca. No entanto, à jusante do depósito, ocorre a redução da condutividade elétrica aos níveis anteriores, indicando efeito diluidor pelas águas fluviais.

O percentual de saturação de oxigênio (OD) (figura 3-a) variou de 23,00 a 36,50 mg l^{-1} . Observa-se que no local da lavagem de mandioca em geral ocorre redução de OD, o que pode estar relacionado à decomposição da matéria orgânica. Já na pós-lavagem, o OD torna a aumentar para valores um pouco maiores do que na pré-lavagem.

Para o COD (figura 3-b) observa-se uma tendência de aumento das concentrações no local da lavagem, seguido de uma pequena redução à jusante da lavagem. Supõe-se que esta é uma resposta ao aumento da carga orgânica proporcionado pelas raízes de mandioca.

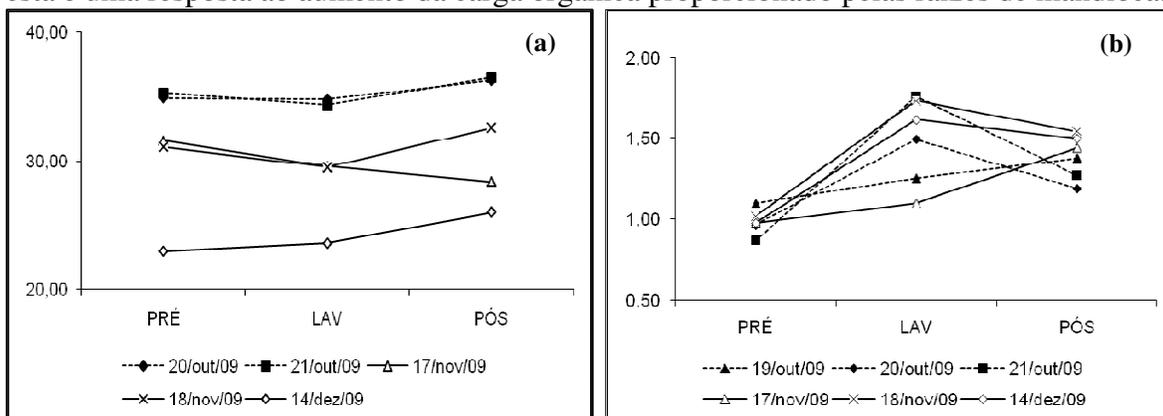


Figura 3 – (a) OD (%) e (b) COD (mg l^{-1}) na pré-lavagem, lavagem e pós-lavagem de mandioca, no Igarapé da Passagem.

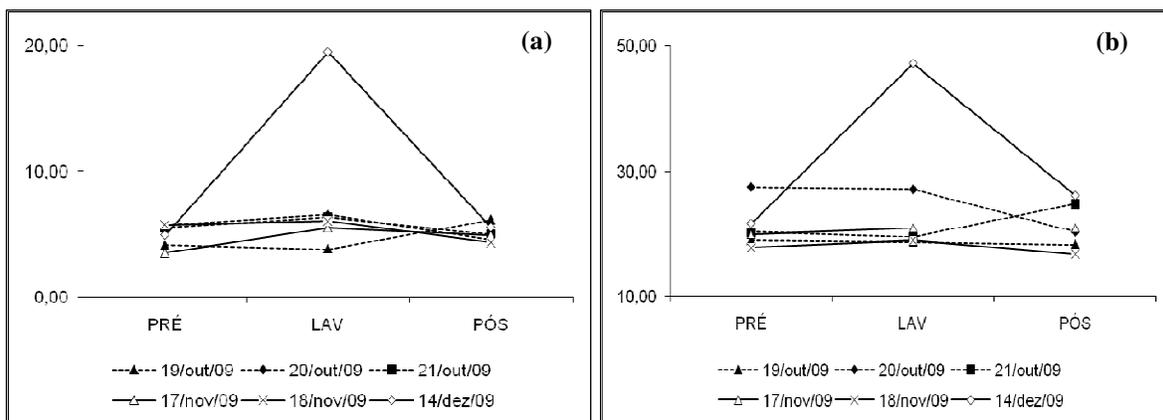


Figura 4 – (a) K^+ ($\mu\text{Eq l}^{-1}$) e (b) Ca^{2+} ($\mu\text{Eq l}^{-1}$) na pré-lavagem, lavagem e pós-lavagem de mandioca, no Igarapé da Passagem.

As concentrações de potássio (K^+) variaram de $3,56 \mu\text{Eq l}^{-1}$ a $19,53 \mu\text{Eq l}^{-1}$, (figura 4-a). O aumento de K^+ no local da lavagem e decréscimo a jusante foi observado na maioria das coletas. Com relação ao cálcio (Ca^{2+}) (figura 4-b), cuja variação foi de $16,71 \mu\text{Eq l}^{-1}$ a $47,21 \mu\text{Eq l}^{-1}$, observou-se comportamento parecido ao do K^+ , o pico em 14 de dezembro. No entanto, em algumas coletas ocorreu redução na concentração a jusante do ponto de lavagem.

O sódio (Na^+) (figura 5-a) apresentou pico de $96,73 \mu\text{Eq l}^{-1}$ no dia 14 de dezembro, sendo seu comportamento muito semelhante a K^+ e Ca^{2+} . O amônio (N-NH_4^+) (figura 5-b) não apresentou padrão de comportamento para as diferentes coletas.

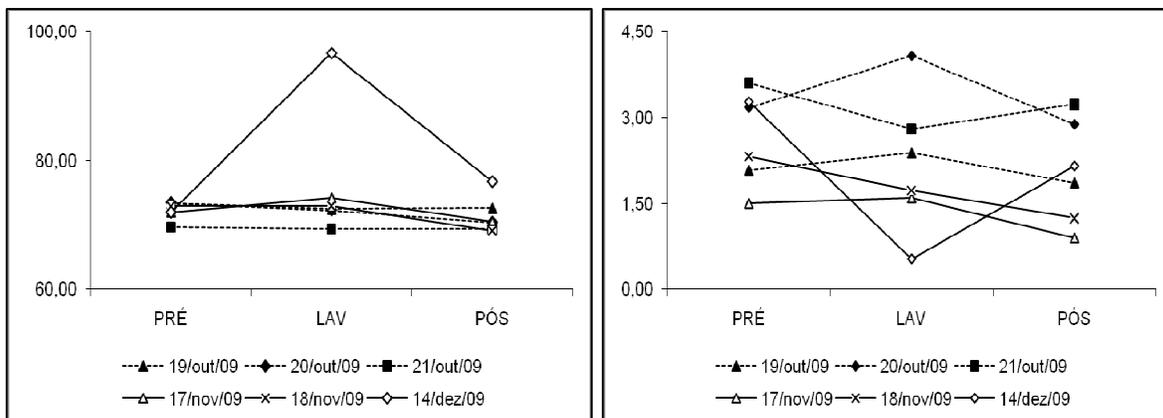


Figura 5 – (a) Na⁺ (µEq l⁻¹) e (b) N-NH₄⁺ (µEq l⁻¹) na pré-lavagem, lavagem e pós-lavagem de mandioca, no Igarapé da Passagem.

Para o cloreto (Cl⁻) (figura 6-a), verificou-se, na maioria das coletas, aumento no local da lavagem seguido de diminuição a jusante (pós-lavagem); no entanto, tal redução não chegou aos níveis de pré-lavagem. Com relação nitrato (N-NO₃⁻) foi observada uma mesma tendência nas coletas (figura 6-b) e uma variação espacial muito pequena, tendo seus valores variados entre 1,86 µEq l⁻¹ e 2,91 µEq l⁻¹.

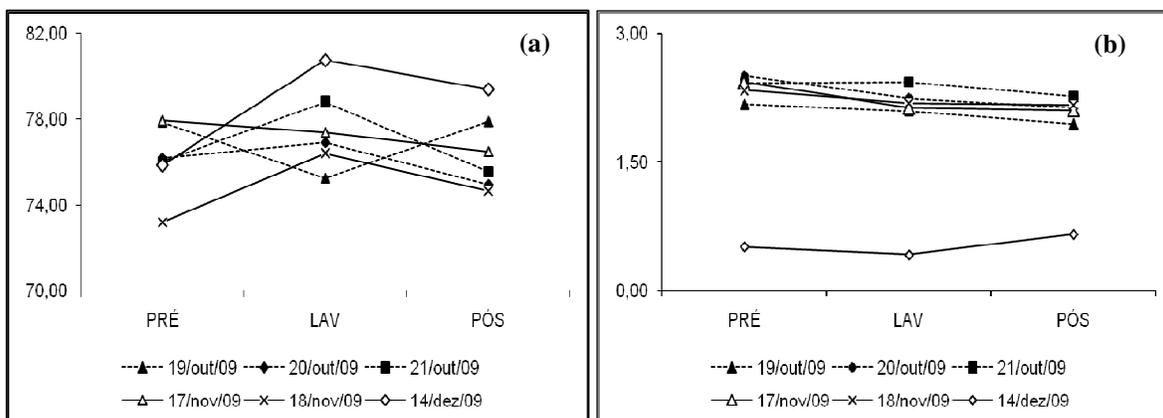


Figura 6 – (a) Cl⁻ (µEq l⁻¹) e (b) N-NO₃⁻ (µEq l⁻¹) na pré-lavagem, lavagem e pós-lavagem de mandioca, no Igarapé da Passagem.

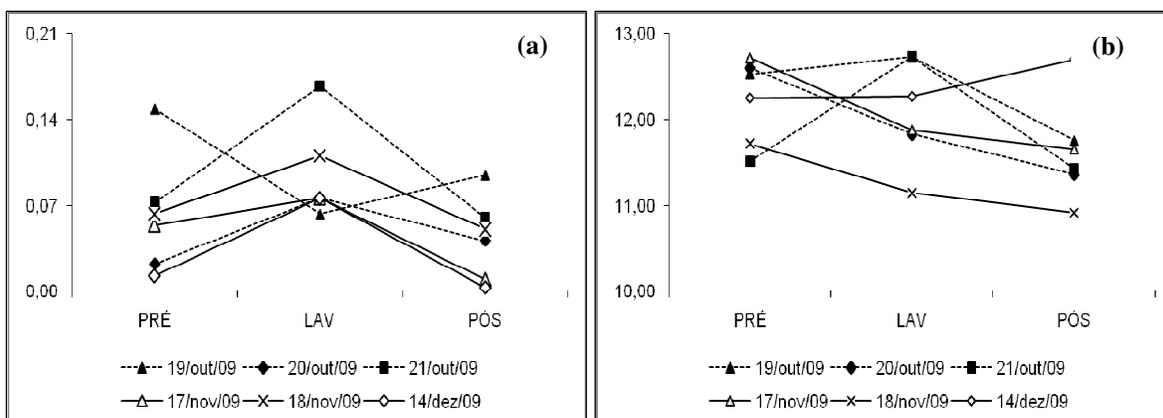


Figura 7 – (a) P-PO₄³⁻ (µEq l⁻¹) e (b) SO₄²⁻ (µEq l⁻¹) na pré-lavagem, lavagem e pós-lavagem de mandioca, no Igarapé da Passagem.

O fosfato (P-PO_4^{3-}) apresentou aumento no local de lavagem da mandioca; no entanto, a ordem de grandeza das concentrações foi muito pequena (figura 7-a). O comportamento do sulfato (SO_4^{2-}) não apresentou padrão de variação algum. Destaca-se apenas que as concentrações observadas na pós-lavagem foram inferiores às da pré-lavagem (figura 7-b).

5 CONCLUSÕES

A maioria das alterações apresentadas pelos parâmetros analisados foi observada no local da lavagem de mandioca. Porém, os resultados de algumas das variáveis hidrogeológicas avaliadas apontam para alterações na água fluvial que podem ser detectadas pelo menos até dez metros a jusante do ponto de lavagem de raízes de mandioca no igarapé estudado. No entanto, deve-se destacar que o estudo está ainda em andamento e os dados obtidos até então, correspondem a menos de 20% do total do banco de dados a ser gerado ao final da pesquisa de campo e laboratório. Portanto maiores conclusões sobre os efeitos da lavagem de mandioca em pequenos igarapés amazônicos dependem da finalização desse trabalho.

6 AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – UFPA/EMBRAPA/MPEG; ao Governo do Estado do Pará por intermédio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará (FAPESPA) e da VALE, pela concessão da bolsa de mestrado; à EMBRAPA e CNPq/CT-Hidro pelo financiamento da proposta; e ao técnico da Embrapa, Reginaldo Frazão, pelo apoio nos trabalhos de campo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ♦ ALMEIDA, J. 2006. **Mandioca na alimentação animal**. Brasil: Agronline. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=189&pg=1&n=5>>. Acesso em: 20/01/2009.
- ♦ FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, *Faostat*. Disponível: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso: 03/03/2010.
- ♦ KRUSCHE, A. V. *et al.* **Efeitos das mudanças do uso da terra na biogeoquímica dos corpos d'água da bacia do rio Ji-Paraná, Rondônia**. *Acta Amazônica*. Vol. 35(2), 2005: 197 – 205.
- ♦ NEILL, C. *et al.* **Hydrological and biogeochemical processes in a changing Amazon: results from small watershed studies and the large-scale biosphere-atmosphere experiment**. *Hydrological Processes*, 20, 2467–2476, 2006.
- ♦ CHRISTOPHERSEN, N. *et al.* *Hydrochemical Studies*. In: Bedrich Moldan and Jiri Cerny (Eds.) **Biogeochemistry of Small Catchments: A Tool for Environmental Research**. England: John Wiley & Sons, 1994. p. 285-298. (Series SCOPE report; 51).
- ♦ MOLDAN, B.; CERNY, J. *Small Catchments Research*. In: Bedrich Moldan and Jiri Cerny (Eds.) **Biogeochemistry of Small Catchments: A Tool for Environmental Research**. England: John Wiley & Sons, 1994. p. 1-29. (Series SCOPE report; 51).
- ♦ ROSA, L.S. 2002. **Limites e possibilidades do uso sustentável dos produtos madeireiros e não madeireiros na Amazônia brasileira: o caso dos pequenos agricultores da Vila Boa Esperança, em Moju, no Estado do Pará**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Pará/Núcleo de Altos Estudos da Amazônia, Belém, PA. 304pp.