



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**CRISTIANE FORMIGOSA GADELHA DA COSTA**

**HIDROGEOQUÍMICA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL NO SOLO DE UMA  
MESOBACIA NO NORDESTE PARAENSE**

**BELÉM**

**2011**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**CRISTIANE FORMIGOSA GADELHA DA COSTA**

**HIDROGEOQUÍMICA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL NO SOLO DE UMA  
MESOBACIA NO NORDESTE PARAENSE**

**Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais: Área de Concentração em Manejo de ecossistemas & bacias hidrográficas, para obtenção do título de Mestre.**

**Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Oliveira**  
**Co-orientador: Prof. Dr. Ricardo de Oliveira Figueiredo**

**BELÉM**

**2011**

---

Costa, Cristiane Formigosa Gadelha da

Hidrogéocquímica do escoamento superficial em solos de uma mesobacia no nordeste paraense/ Cristiane Formigosa Gadelha da Costa. – Belém, 2011.

95 f.:il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2011.

1. Hidrogéocquímica 2. Escoamento superficial 3. Água - qualidade 4. Bacia hidrográfica 5. Parâmetros físico-químicos I. Título.

---

CDD – 551.488



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CRISTIANE FORMIGOSA GADELHA DA COSTA

HIDROGEOQUÍMICA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM SOLOS DE UMA  
MESOBACIA NO NORDESTE PARAENSE

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais: Área de Concentração em Manejo de ecossistemas & bacias hidrográficas, para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em abril 2011.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Francisco de Assis Oliveira – Orientador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

---

Prof. Dr. Ricardo de Oliveira Figueiredo – Co-orientador  
EMBRAPA MEIO AMBIENTE

---

Prof. Dr. Steel Silva Vasconcelos – 1º Examinador  
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

---

Prof. Dr. Eliene Lopes de Souza – 2º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

---

Prof. Dr. Vania Neu – 3º Examinador

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

## DEDICATÓRIA

A Deus, por ser meu amor, força, sabedoria e vida!

Aos meus pais pelo apoio e carinho em todos os momentos.

*“... os que esperam no Senhor renovam suas forças, sobem  
com asas como águia, correm e não se cansam,  
caminham e não se fatigam.”*

*Is. 40:31*

*“Se, porém algum de vós necessitardes de  
sabedoria, peça-a a Deus, que a todos dá liberalmente e  
nada lhe impropera; e ser-lhe-á concedida. Peça-a,  
porém com fé, em nada duvidando...”*

*Tg. 1:5-6*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pois tudo que tenho e tudo que sou vem Dele.

Aos meus pais Maria das Graças Formigosa Gadelha e Valdeci Gadelha da Costa por sempre me darem todo o apoio nos meus estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação “*strictu sensu*” em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), pela oportunidade de realizar este curso.

À EMBRAPA Amazônia Oriental pelo apoio e estrutura proporcionada para a execução do projeto de pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

Aos Professores Dr. Francisco de Assis Oliveira (orientador) e Dr. Ricardo de Oliveira Figueiredo (co-orientador), pela confiança depositada, apoio, horas de conversas e discussões sobre os dados, sempre atentos a qualquer pergunta, sugestão ou dúvida.

Aos Drs. Steel Silva Vasconcelos e Pedro Gerhard, coordenadores dos projetos “GESTABACIAS - Conservação de recursos naturais em mesobacias hidrográficas na Amazônia Oriental: iniciativas integradoras para promover o planejamento participativo da gestão ambiental no meio rural. Sistemas agroflorestais na Amazônia oriental: potencial de mitigação de efeitos das mudanças climáticas” (Financiado pela EMBRAPA – Macroprograma 2) e “*Agricultura familiar e qualidade de água no Nordeste Paraense: Conservação de serviços agro-ecossistêmicos em escala de bacia hidrográfica*”, (Financiado pelo CNPQ – CT-HIDRO), pela oportunidade e pelos recursos financeiros para as atividades de campo e laboratório.

Aos professores e colegas de Curso do Programa de Pós-Graduação “*strictu sensu*” em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Em especial à Deivison Venicio de Souza, Larissa Santos de Almeida, Ana Paula Lima Baldez, Simone Marinho de Oliveira e Rafaella Fernandes Damasceno Silva pela grande amizade conquistada e palavras confortantes nos momento críticos.

Ao técnico da EMBRAPA Amazônia Oriental, Reginaldo Frazão, pelo apoio em campo, amizade e agradável realização dos trabalhos nas áreas estudadas.

Aos estagiários e amigos do Laboratório de Ecofisiologia da EMBRAPA Amazônia oriental. Em especial à Fabíola Fernandes, Camila Pires, Daniel Barroso e Izabela Santos,

pelo apoio em campo, amizade e ensinamentos. Colaborando para um ambiente de trabalho agradável.

Aos agricultores donos das áreas avaliadas na comunidade São João, Sr. Manoel Silva, Gabriel Silva e Christiano, pela colaboração.

Aos amigos e em especial ao amigo Camilo Ferreira pela amizade, conversas, momentos de força e palavras de motivação.

À secretária da Pós-graduação em Ciências Florestais, Mylena Rodrigues, pelo bom atendimento e serviço eficiente sempre que precisei.

A todos da minha Igreja Profética Sião, sem exceção, pelas orações e palavras ministradas.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>9</b>	
<b>ABSTRACT</b>	<b>10</b>	
<b>1</b>	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO</b>	<b>11</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	
	ANEXOS	
	APÊNDICES	
<b>2</b>	<b>ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM LATOSSOLO SOB DIFERENTES USOS DA TERRA NO NORDESTE PARAENSE</b>	<b>52</b>
	<b>RESUMO</b>	
	<b>ABSTRACT</b>	
	INTRODUÇÃO	
	MATERIAL E MÉTODOS	
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	
	CONCLUSÃO	
	<b>REFERÊNCIAS</b>	
	ANEXOS	
<b>3</b>	<b>HIDROGEOQUÍMICA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL NO SOLO EM ÁREAS DE AGRICULTURA FAMILIAR NA AMAZÔNIA ORIENTAL</b>	<b>74</b>
	<b>RESUMO</b>	
	<b>ABSTRACT</b>	
	INTRODUÇÃO	
	MATERIAL E MÉTODOS	
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	
	CONCLUSÃO	
	<b>REFERÊNCIAS</b>	
	ANEXOS	
	<b>CONCLUSÕES GERAIS</b>	<b>95</b>



## RESUMO

A hidrogeoquímica do escoamento superficial pode auxiliar em tomadas de decisão direcionadas a gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas, principalmente em áreas com atividades agropecuárias, como o nordeste paraense, em que a sustentabilidade é comprometida pelo inadequado manejo e uso da terra. Com esse intuito elaborou-se a seguinte questão: *Qual é o efeito de diferentes ecossistemas (agricultura, sistema agroflorestal, agroecossistema de pastagem, sistema de corte-queima-cultivo-e-pousio) no escoamento superficial no solo em uma mesobacia do nordeste paraense?* Objetivou-se avaliar as variáveis hidrogeoquímicas do escoamento superficial em solos de diferentes sistemas de produção agropecuária presentes na mesobacia dos igarapés Timboteua e Buiuna no nordeste paraense com uso predominante de agricultura familiar. Para isso foram feitos monitoramentos de variáveis físico-químicas e avaliação da concentração de ânions inorgânicos no material dissolvido transportado pela chuva o subsequente escoamento superficial, relacionando os processos de escoamento superficial no solo com o uso agrícola da terra e manejo adotado (corte-e-trituração e derruba-e-queima) nos seguintes ecossistemas: i) Capoeira de 20 anos (CP); ii) Sistema agroflorestal (SAF) - derruba-e-queima (SQ); iii) Sistema agroflorestal (SAF) - corte-e-trituração (ST); iv) Agroecossistema de Roça - corte-e-trituração (RT); v) Agroecossistema de Roça - derruba-e-queima (RQ); vi) Agroecossistema de Pastagem (PQ). O experimento consistiu de três parcelas experimentais (1m<sup>2</sup>) de escoamento superficial em cada um dos 6 ecossistemas (totalizando 18 parcelas de tratamento), e foram instalados em um local próximo dos ecossistemas três coletores de água de chuva e dois pluviômetros. O monitoramento ocorreu no período de janeiro a junho de 2010, em que foram coletadas ao todo 234 amostras água de chuva e de escoamento superficial. O capítulo 1 na avaliação da influência das mudanças nos usos da terra e no manejo do solo nas perdas de água em parcelas de escoamento superficial em solos, apresentou as maiores somas totais de volume escoado no [PQ] (34,79mm) e SAF [ST] (15,25 mm). O capítulo 2 apresentando a avaliação das condições de qualidade da água de escoamento superficial no solo, através de medições de condutividade elétrica e pH, evidenciou pH mais ácido nas amostras de água da chuva, seguido pelo [CP] e [SQ], que pode estar relacionado à concentração de material orgânico em decomposição. O capítulo 3 com a análise da presença de ânions (Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) no material dissolvido transportado pela chuva e escoamento superficial, sugeriu significativa correlação moderada do pH com os ânions, sendo o maior valor com o nitrato ( $\rho=0,448^{**}$ ) e correlação positiva altamente significativa da condutividade elétrica com o cloreto ( $\rho=0,625^{**}$ ) e sulfato ( $\rho=0,629^{**}$ ) e negativa com o volume ( $\rho=-0,531^{**}$ ). Nos três capítulos foi observada a influência do uso da terra e tipos de manejo, dos diferentes ecossistemas avaliados, no volume escoado nas parcelas, nos parâmetros físico-químicos (pH; CE) e na presença de ânions no escoamento superficial.

**Palavras-chave:** Hidrogeoquímica, escoamento superficial, uso da terra, ânions.

## ABSTRACT

The hydrogeochemical of the overland flow can assist in decision-directed management of water resources in river watershed, especially in areas with agricultural activities, such as the northeast of Pará, that sustainability is compromised by inadequate management and land use. In face of this we elaborated the following question: What is the effect of different agricultural production systems on the runoff in a northeastern Pará watershed? It was evaluated some hydrogeochemical variables of the overland flow at different agricultural systems in the watershed of Timboteua and Buiuna streams situated in the northeast of Pará state, a region where family farming is the main land use. Physico-chemical variables and dissolved inorganic anions concentrations were measured in the material transported by rainwater and overland flow at soils of agricultural fields with different management types (chop-and-mulch and slash-and-burn) in the following ecosystems: i) 20 years Secondary forest (“Capoeira”)(CP), ii) Agroforestry system (SAF) - slash-and-burn (SQ), iii) Agroforestry System (SAF) - chop-and-mulch (ST), iv) Agroecosystem - chop-and-mulch (RT), v) Agroecosystem - slash-and-burn (RQ), vi) Cattle Pasture Agroecosystem - slash-and-burn (PQ). The experiment consisted of three overland flow plots (1m<sup>2</sup>) in each one of the six ecosystems (totaling 18 plots). Also it were installed three collectors of rainwater and two rain gauges near by the ecosystems. Monitoring was done from January to June 2010, being collected 234 samples rainwater and runoff. In the first chapter, assessing the influence of land use and soil management to water losses by overland flow, we measured the highest runoff total volumes at [PQ] (34,79 mm) and SAF [ST] (15,25 mm). In the Chapter 2, monitoring the physico-chemical aspects of the overland flow, we could see that rainwater samples where the most acid ones, followed by [CP] and [SQ] samples, what can be related to organic matter sources. Finally at Chapter 3, regarding to the anions (Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) concentrations in the rainwater and overland flow, it is likely a moderate and positive correlation of pH with the anions, being stronger with the nitrate ( $\rho = 0.448 **$ ), as well as a positive correlation of electrical conductivity with chloride ( $\rho = 0.625 **$ ) and sulfate ( $\rho = 0.629 **$ ) and a negative one with the volume ( $\rho = -0, 531 **$ ). In summary it was observed the influence of land use and management types at the different studied ecosystemsto the overland flow volume, and its physico-chemical parameters (pH, EC) and anions concentrations.

**Keywords:** Hydrogeochemistry, runoff, land use, anions.

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A água é considerada como uma das bases do desenvolvimento da sociedade moderna e, por isso, a qualidade e o seu uso sustentável tem suscitado grande preocupação. A qualidade da água dos rios de áreas naturais é resultado das influências do clima, geologia, fisiografia, solos e vegetação da bacia hidrográfica (FORTESCUE, 1980). Esses componentes comuns da paisagem são importantes na dinâmica de nutrientes e no ciclo hidrológico em diferentes tipos de ecossistemas terrestres.

Em áreas onde atividades antrópicas são desenvolvidas, como a agricultura, o uso do solo interfere nas características físicas, químicas e biológicas da água. Nas bacias com ecossistema de floresta natural, por exemplo, a vegetação promove a proteção contra a erosão dos solos, a sedimentação, a lixiviação excessiva de nutrientes e a elevação da temperatura da água (SOPPER, 1975). Ou seja, os rios são coletores naturais das paisagens, refletindo o uso e ocupação do solo de sua respectiva bacia hidrográfica.

Em estudos ambientais, há uma tendência à escolha da bacia hidrográfica como unidade de investigação, por apresentar área com limites topográficos definidos e uma interação intrassistêmica, entre atmosfera e vegetação, plantas e solo, rocha e água subterrânea, cursos d'água ou lagos e suas áreas circundantes (MOLDAN e CERNÝ, 1994).

Nos últimos anos, estudos ambientais e socioeconômicos realizados na parte leste do Estado do Pará, localizada no denominado “arco do desflorestamento” da Amazônia, têm demonstrado impactos negativos do processo de ocupação espacial da região sobre a sustentabilidade do uso da terra e a conservação de recursos naturais (WATRIN; VENTURIERI; SAMPAIO, 1998). As atividades agropecuárias têm se expandido, para áreas de vegetação ripária, resultando em redução da qualidade da água em microbacias hidrográficas dessa região (FIGUEIREDO et al., 2006; METZGER, 2002; KATO et al., 2004; LIMA; SOUZA; FIGUEIREDO, 2007; ROSA, 2007; VIEIRA; TOLEDO; ALMEIDA, 2007).

Na Amazônia, a prática agropecuária da agricultura itinerante ou migratória está amplamente difundida na produção de base econômica familiar. Normalmente é utilizado o sistema tradicional da agricultura, chamado de derruba-e-queima, caracterizado pelo uso de uma área por um a dois anos, seguido por vários anos de *pousio* (SCHMITZ, 2007). A vegetação secundária (capoeira) se desenvolve para, após algum tempo, ser transformada em

“fertilizante” por meio da prática agrícola de queima para o próximo período de cultivo (KATO et al., 2010).

Por causar perdas de nutrientes, emissões nocivas de gases à atmosfera, contaminação dos mananciais hídricos e riscos de incêndio, a agricultura itinerante vem sendo muito discutida pela sociedade em geral (BROWN, 1988; SOMMER et al., 2004; MORAN, 1990; HÖLSCHER et al., 1997; NEPSTAD; MOREIRA; ALENCAR, 1999). Visto que setores de produção agrônoma negligenciam a necessidade do balanço energético na produção para verificar a eficiência da utilização da energia utilizada ou desperdiçada. Assim, a possibilidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades fica comprometida (GIORDANO, 1995).

Na perspectiva da agricultura sustentável, processos que aperfeiçoam sistemas produtivos tradicionais, que normalmente não têm um manejo conservacionista dos solos e fazem uso inadequado de agrotóxicos e de fertilizantes minerais e orgânicos, são cada vez mais necessários para maximização e otimização da utilização dos recursos naturais na agricultura.

Segundo Holanda (2003) e Gliessman (2001) em termos de sistemas é possível a interação do ecossistema aberto, como o de produção agrícola, com a natureza e com a sociedade, através do desenvolvimento de um sistema alimentar sustentável, que trabalha a eficiência do processo de conversão de recursos naturais na produção agrícola. Esses se posicionam na interface entre os sistemas naturais e sociais, e que não somente agem como fonte de *inputs* (insumos), mas também como dreno de *outputs* (produção).

O movimento da água na superfície dos ecossistemas terrestres age como transportador de massa pelo ciclo hidrológico. Por sua vez, é um dos ciclos biogeoquímicos mais importantes para a manutenção dos ecossistemas, caracterizado por conter um conjunto ativo de pequenos reservatórios atmosféricos, vulneráveis às perturbações antrópicas (ODUM, 1988).

Os ecossistemas (ODUM, 1988) aquáticos têm sido alterados na composição hidrogeoquímica de maneira significativa em função de múltiplos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas. Segundo Neill et al. (2001) os nutrientes que ciclam nos ecossistemas terrestres, eventualmente alcançam os recursos hídricos, sejam subterrâneos ou superficiais, e possuem grande importância para a biota aquática e para a qualidade da água e seu uso múltiplo.

Em uma sociedade que faz uso crescente de água, e que tende a ocupar a bacia de forma desordenada, há a necessidade de organizar e orientar o uso da terra e de outros recursos naturais de uma bacia hidrográfica. Dessa forma, o manejo de bacias, por ser um

procedimento que tem essas características, é um método que pode auxiliar a produção de bens e serviços, com minimização de impactos ao solo e a água (BROOKS et al., 1991).

A água não-interceptada pela vegetação quando chega ao solo poderá evaporar-se ou compor a solução do solo, a qual carrega nutrientes por diferentes caminhos hidrológicos, disponibilizando-os para trocas com a vegetação e com o solo (ABER e MELILLO, 1991). O escoamento superficial no solo, no contexto do ciclo hidrológico, se apresenta como um dos componentes mais importantes para manejo de bacias hidrográficas. Em áreas agrícolas é um dos principais meios de poluição difusa.

Em latossolos da Amazônia, o escoamento superficial é um dos principais meios de contaminação dos mananciais de água de superfície, devido ao arraste de sedimentos e elementos químicos que alteram a hidrogeoquímica das águas (GODSEY; ELSERBEER; STALLARD, 2004).

No contexto do manejo de bacias, o uso da terra influencia diretamente os recursos hídricos. Assim, o processo de gestão de uma bacia hidrográfica envolve o desenvolvimento sustentável e a utilização adequada dos recursos hídricos. Para isso, estudos que relacionem o uso da terra com a qualidade dos recursos hídricos são importantes para a manutenção do meio ambiente.

A avaliação do efeito do escoamento superficial sobre os recursos naturais (água, solo, vegetação, flora e fauna) de uma bacia hidrográfica pode ser usada como base para a gestão de bacias. Dessa forma, o escoamento superficial precisa ser caracterizado, monitorado e compreendido quando atividades agropecuárias são realizadas. Com esse intuito propõe-se responder à seguinte questão: Qual é o efeito de diferentes ecossistemas (agricultura, sistema agroflorestal, agroecossistema de pastagem, sistema de corte-queima-cultivo-e-pousio) no escoamento superficial no solo em uma mesobacia do nordeste paraense?

Na tentativa de explicar essa questão, foram testadas as seguintes hipóteses:

- i) as diferentes classes de uso da terra (agricultura, sistema agroflorestal, agroecossistema de pastagem, sistema de corte-queima-cultivo-e-pousio) e manejo agrícola (corte-e-trituração e derruba-e-queima) alteram a distribuição dos componentes no balanço hídrico relacionado aos escoamentos laterais próximos à superfície;
- ii) a magnitude de algumas variáveis físicas e químicas como pH, condutividade elétrica, ânions dissolvidos podem explicar as condições naturais da água de escoamento superficial;

iii) as águas de escoamento superficial são impactadas negativamente em sua quantidade e qualidade em virtude de alterações antropogênicas sobre ecossistemas amazônicos naturais.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **Geral:**

Avaliar as variáveis hidrogeoquímicas do escoamento superficial no solo de diferentes ecossistemas em uma mesobacia no nordeste paraense com uso predominante de agricultura familiar.

### **Específicos:**

- i) caracterizar as variáveis físico-químicas e a concentração de ânions inorgânicos no material dissolvido transportado pela chuva e pelo escoamento superficial no solo de diferentes ecossistemas avaliados;
- ii) relacionar o processo de escoamento superficial no solo com o uso agrícola da terra e manejo adotado (corte-e-trituração e derruba-e-queima) nos diferentes ecossistemas avaliados.

## **1.3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

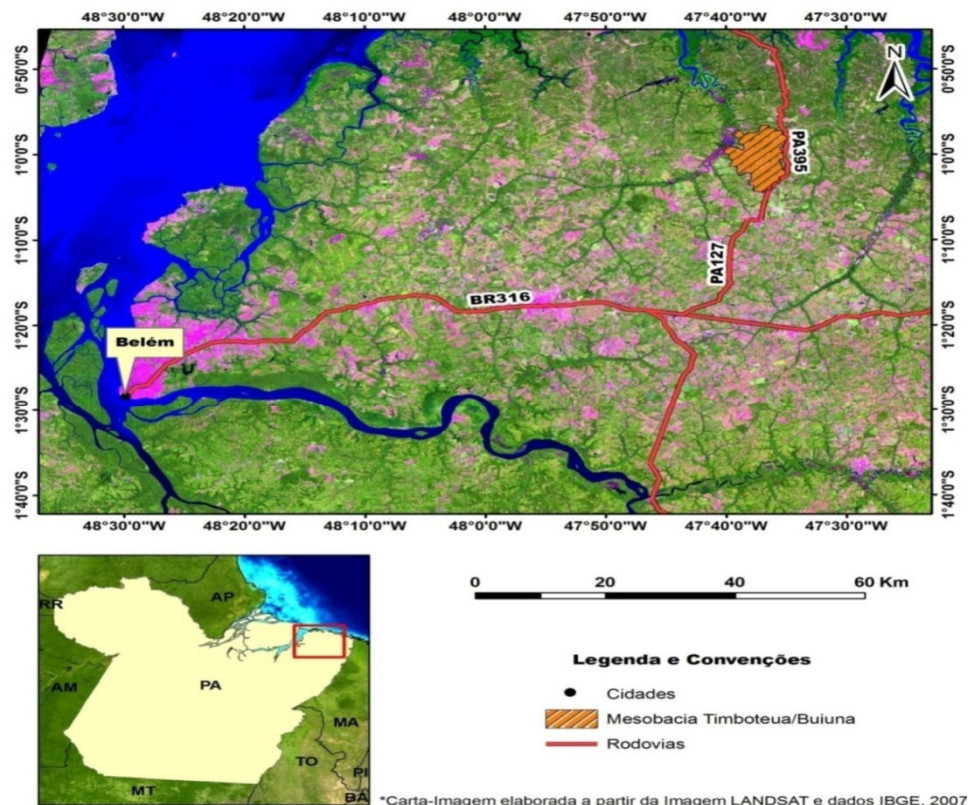
### **1.3.1. Localização**

A mesobacia dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna (afluentes do rio Marapanim) possui cerca de 6.700 ha (Figura 1; Apêndice A), e está localizada na parte sul do município de Marapanim e no extremo norte do município de Igarapé-Açu, na mesorregião do nordeste paraense, microrregião Bragantina (IBGE, 1991). O termo “mesobacia” aqui adotado segue o proposto por Richey et al. (1997), que classificaram as bacias hidrográficas na Amazônia em

três diferentes escalas: microbacias (áreas menores que 10 km<sup>2</sup>); mesobacia (área de aproximadamente 10.000 km<sup>2</sup>); e a Bacia do Rio Amazonas (com aproximadamente 7 x 10<sup>6</sup> km<sup>2</sup>).

O experimento foi instalado em duas propriedades (área 1 e 2) de pequenos agricultores pertencentes à Comunidade São João (Figura 2), situada a 47° 38' 38,7" W e 01° 00' 41,4" S no município de Marapanim-PA, que tem como limites as comunidades: São José, Ubussu, Nossa Senhora de Aparecida e Santa Rosa, além do Rio Marapanim. Apesar da Comunidade São João (Figura 2) estar situada no município de Marapanim, esta dista cerca de 18 km da sede municipal de Igarapé-Açu e observa-se que aspectos biofísicos como solo e clima se assemelham bastante aos de Igarapé-Açu (OLIVEIRA, 2002).

O município de Marapanim tem uma população de 28.011 habitantes, distribuídos entre zona rural (62%) e urbana (38%); tem uma área de 791,96 km<sup>2</sup> com uma densidade populacional de 35,5 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). A comunidade São João (Figuras 2 e 3) é composta por aproximadamente 436 habitantes, com 82 famílias que praticam agricultura de pequeno porte de base familiar (Figura 2) e fazem parte da Associação Comunitária Rural de São João (ACRSJ), que tem como objetivo promover desenvolvimento comunitário por meio das potencialidades locais com uma agricultura sustentável (SANTOS, 2006).

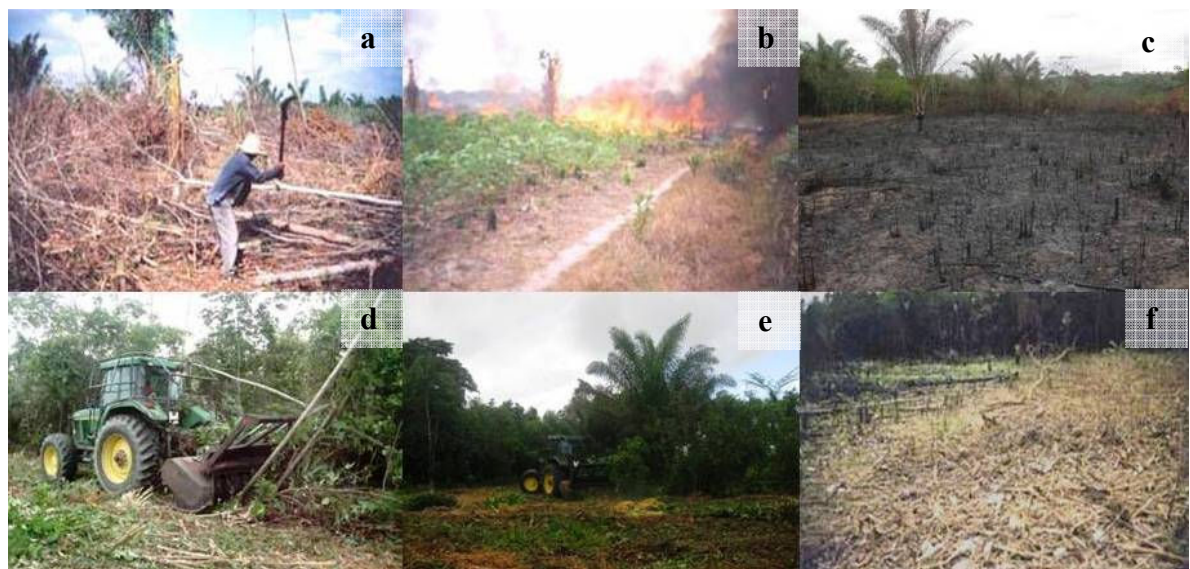


**Figura 1.** Localização da mesobacia dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna, onde se situa a área experimental na comunidade São João, nordeste do Estado do Pará, Marapanim (PA), Brasil <sup>(1)</sup>.





**Figura 2:** a) Agricultores de produção de base familiar da Comunidade São João-PA; b) espaço utilizado como Igreja; c) microbacia utilizada para usos múltiplos como: serviços domésticos, recreação e irrigação; d) agricultor da primeira área escolhida para instalação do experimento (Sr. Manoel) em seu plantio de milho e mandioca; e) casa de farinha do Agricultor (Cristiano) dono da segunda área escolhida para a instalação do experimento; f) plantio de *Piper nigrum* L. (pimenta-do-reino) próximo da primeira área escolhida <sup>(2)</sup>.



**Figura 3:** Fases do sistema de derruba-e-queima: a) Processo manual de derruba da capoeira; b) queima da capoeira; c) área queimada pronta para o plantio. Fases do sistema corte-e-trituração: d) Processo mecanizado de derruba da capoeira; e) trituração da capoeira com o trator *tritucap*; f) área triturada pronta para o plantio <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Imagem gerada no laboratório de Sensoriamento remoto da EMBRAPA Amazônia Oriental (Projeto GESTABACIAS).

<sup>(2)</sup> Fotos: Cristiane Formigosa.



### 1.3.2. Aspectos fisiográficos

#### Geologia e Geomorfologia

A geologia da região é representada por unidades cenozóicas, que estratigraficamente dividem-se em: sedimentos terciários do Oligo-Mioceno (Formação Pirabas), e Mio-Plioceno (Grupo Barreiras; arenitos, argilitos, silto-ferrosos) (ARAI et al., 1988) e sedimentos quaternários do Pleistoceno (Formação Pós-Barreiras) e do Holoceno (Sedimentos Recente), representados pelas várzeas do rio Marapanim, presentes em quase todo o seu trecho e nos seus afluentes do baixo curso (BEMERGUY; BORGES; COSTA, 1992; ROSSETTI et al., 1989; SILVA JÚNIOR, 1998).

A unidade geológica dominante área em estudo é o Grupo Barreira, contemplando argilitos, siltitos, arenitos e conglomerados (CPRM, 2006; ROSSETTI, 2001). Como relatado por Wickel (2004) a estratigrafia da região da área de estudo é dominada pelo Grupo Barreiras. Esse em alguns locais atinge uma espessura de 120 m, foi depositado a partir do Terciário (Plioceno) para início do Quaternário (Pleistoceno) em uma alternância flúvio-lacustre e ambientes marinhos.

O Grupo Barreiras é coberto com uma série de sedimentos quaternário de espessura variável, constituídos por areias e argilas chamado de “Grupo Pós-Barreiras” (ROSSETTI, 2001). Essa formação consiste em sedimentos arenosos com grãos de quartzo finos e grossos, com camadas argilosas de cores variadas, não consolidados. As formações Barreiras e Pós-Barreiras são geralmente separadas por uma crosta laterítica de espessura variável.

Os sedimentos quaternários são representados por sedimentos aluvionares, situados nos vales dos rios e igarapés que drenam a região nordeste do Pará. Esses sedimentos são constituídos principalmente por quartzo, o mineral dominante nas frações areia e silte, argilominerais (*caulinita e illita*), além de hematita e *goethit* (BERRÊDO; COSTA; PROGENE, 2008). Ocorrem minerais acessórios representados principalmente por zircão, turmalina, estauroлита, cianita, rutilo e anatásio, além de ocorrências esporádicas de sillimanita, andaluzita, granada, topázio, anfibólio e minerais opacos (NASCIMENTO, 2002). As areias são constituídas por frações finas e médias, de coloração marrom, com siltes e

argilas intercalados. As argilas geralmente apresentam coloração acinzentada a escura e restos vegetais (CABRAL, 2007).

A morfometria da mesobacia alvo deste estudo foi determinada com a utilização do programa SWAT2000 (DI LUZIO et al., 2002), tendo como base a hidrografia digitalizada de cartas topográficas em escala 1:100.000. Esta delimitação foi baseada em um Modelo Digital de Elevação do Terreno (MDT) determinado a partir de dados da *Shuttle Radar Topography Mission* - SRTM (EROS/USGS, 2008). Os limites topográficos da mesobacia foram definidos através de procedimento de segmentação.

## **Pedologia**

No nordeste paraense, em levantamentos pedológicos foram caracterizados sete tipos de solos: Latossolo Amarelo Distrófico, Argissolo Amarelo Distrófico Típico, Argissolo Amarelo Distrófico Epiáquico, Argissolo Amarelo Distrófico Abrúptico, Neossolos Quartzarênicos e Gleissolos Háptico (COSTA FILHA, 2005).

Os solos da região são predominantemente de "terra firme" (sedimentos Barreiras), tipicamente encontrados em zonas de áreas com cota altimétrica mais altas em toda a Amazônia (WICKEL, 2004). Esses foram formados nos sedimentos fluvio-lacustre, fortemente intemperizados, das formações Barreiras e Pós-Barreiras. Vieira et al. (1967) classificaram os tipos de solos dominantes na "zona Bragantina" (nordeste paraense) como Argissolos, Latossolos, Neossolos.

Segundo o levantamento do Projeto RADAMBRASIL (1973), os solos da região nordeste paraense pertencem em sua maioria ao grande grupo Latossolo Amarelo textura média, sendo ainda observado associação desses com solos de fases pedregosas.

O solo dominante da área onde foram alocadas as parcelas experimentais é o Latossolo Amarelo distrófico típico textura média com 15-35% de argila. São solos minerais profundos, bem a excessivamente drenados, bastante porosos e permeáveis, com sequência de horizontes do tipo A-Bw-C pouco diferenciados. No horizonte B latossólico, os teores de argila permanecem constantes ao longo do perfil ou aumentam levemente sem, contudo, chegar a evidenciar um B textural (IBGE, 2007).

Os Latossolos Amarelo distrófico típico apresentam fase avançada de intemperização e processo intenso de lixiviação, destituídos de minerais primários facilmente intemperizáveis, formados por uma mistura em que predominam argilo-minerais 1:1, óxidos de ferro e/ou alumínio, além de quartzo e outros minerais silicatados resistente ao intemperismo, de capacidade de troca de cátions (CTC) muito baixa (inferior a  $13 \text{ cmolc kg}^{-1}$  de argila). Ocupam grandes extensões de terras no Baixo e Médio Amazonas e Zonas Úmidas Costeiras, tabuleiros (EMBRAPA, 2007; IBGE, 2007).

Silva et al. (2010) relatou na caracterização e mapeamento dos solos de duas mesobacias hidrográficas no nordeste paraense que, o Latossolo Amarelo Distrófico típico com textura média encontra-se entre as principais classes de solos identificadas na mesobacia dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna, alvo deste estudo.

## **Hidrografia**

A hidrografia da região é generalizadamente dentrítica, dada à área sedimentar que percorre (IDESP, 1997). A principal bacia hidrográfica é a do rio Marapanim, localizado na costa nordeste do Estado do Pará, a leste da desembocadura do rio Amazonas, entre as coordenadas:  $47^{\circ} 45' 00'' \text{ W}$  e  $47^{\circ} 32' 00'' \text{ W}$ ; e  $00^{\circ} 32' 30'' \text{ S}$  e  $00^{\circ} 52' 30'' \text{ S}$ . Esta região faz parte de uma costa de “rias”, com características flúvio-estuarinas, influenciada por macromarés semi-diurnas (amplitude  $> 5\text{m}$ ) (BERRÊDO e COSTA, 2002).

A bacia do rio Marapanim tem suas nascentes nos municípios de Terra Alta (afluente esquerdo) e de São Francisco do Pará (afluente direito); a sua foz encontra-se ao norte com o oceano Atlântico. Se limita ao sul com São Francisco do Pará e Igarapé-Açu, a leste com Maracanã e Magalhães Barata e a oeste com Curuçá e Terra Alta (CORRÊA, 2007). É receptora da mesobacia hidrográfica dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna.

Situa-se no centro de grandes sistemas de circulação atmosférica e oceânica tropical que, juntamente com a descarga hídrica e sedimentar do rio Amazonas, exerce influência direta na dinâmica costeira atual. De acordo com o escoamento global (CHRISTOFOLETTI, 1974), a bacia hidrográfica do rio Marapanim pode ser classificada como exorreica, pois o escoamento da água se faz de modo contínuo até o mar. Segundo Berrêdo (2006) o rio Marapanim é

altamente sazonal, contribuindo com grande quantidade de sedimentos e água doce durante os períodos mais chuvosos.

## **Clima**

De acordo com a classificação de *Köppen*, o clima é predominantemente do tipo climático *Ami* e do sub-tipo climático *Am2* (*Köppen*) com temperatura média anual em torno de 26,5 °C. A amplitude térmica é mínima e o clima é amenizado pela proximidade do oceano, sendo que a variação climática nesta região está associada com a distribuição das chuvas (MARTORANO et al., 1993; PACHÊCO e BASTOS, 2006). Porém, segundo Pachêco e Bastos (2007), as chuvas não se distribuem homoganeamente durante o ano, apresentando as maiores médias dos totais mensais de chuva nos meses de fevereiro, março e abril e as menores nos meses de setembro, outubro e novembro.

Assim, as precipitações pluviométricas são relativamente elevadas, com cerca de 2500-3000 mm entre os meses de janeiro a junho. Ocorre um período de estiagem característico entre os meses de julho a dezembro, caracterizado por baixas precipitações (inferiores a 60 mm) (SUDAM, 1984). A umidade relativa do ar situa-se entre 80-85% (média anual), associada ao regime de chuvas (MARTORANO et al., 1993).

## **Ecossistema terrestre**

O ecossistema terrestre original da região do nordeste paraense é do tipo Floresta Equatorial Subperenifólia e Hidrófila (RADAMBRASIL, 1973). Atualmente, há predomínio de ecossistemas sucessionais em vários estágios, denominados popularmente de “capoeiras”. A capoeira (vegetação secundária espontânea) como vegetação de *pousio*, assume um papel central no agroecossistema da agricultura itinerante, pois ela recupera a perda do potencial produtivo ocasionada pela derruba, queima e breve fase de cultivo, além de ser uma comunidade vegetal rica em diversidade de espécies (HUBER, 1909; DENICH, 1991).

Segundo pesquisas na literatura, estudos de caracterização da vegetação realizados em Igarapé-Açu descreveram cerca de seis famílias mais importantes e ocorrentes em “capoeiras”: *Leguminosae*, *Myrtaceae*, *Sanpidaceae*, *Bignoniaceae*, *Connaraceae*, *Flacourtiaceae* (DENICH, 1991).

Em estudos quantitativos em “capoeiras” foram identificadas vinte espécies mais importantes de acordo com a frequência de ocorrência (Anexo A), que compõem 79,2% do total de plantas individuais. Bem como foram descrito as vinte espécies mais importantes em relação à biomassa (Anexo B). Estas vinte espécies compõem 79% da biomassa total (DENICH, 1991).

Esses estudos, concluíram também que a maioria das espécies arbóreas e arbustivas das “capoeiras” avaliadas sobreviveu devido à sua capacidade de regeneração, de acordo com a utilização da área. A vegetação secundária de terra intensamente alterada sobrevive nas fases iniciais da sucessão e pode ser considerada uma comunidade vegetal substituída pelo homem (DENICH, 1991).

A região do nordeste paraense possui também vários agroecossistemas como unidades agrícolas, que tipicamente consistem de um mosaico de vegetação secundária em estágios sucessionais diversificados em períodos de *pousio* e pequenos campos agrícolas, sendo as principais culturas o (Milho) *Zea mays*, (Feijão-caupi) *Vigna unguiculata*, e a (Mandioca) *Manihot esculenta* Crantz. Além de cultivos semiperenes plantados sob sistema convencional, como o (Maracujazeiro) *Passiflora edulis* Sims, a (Pimenta-do-reino) *Piper nigrum* L. e o (Dendezeiro) *Elaeis guineensi*. Ocorre ainda, agroecossistemas de pastagens geralmente degradados de dimensões diversas, tendo a predominância da agricultura familiar nas unidades agropecuárias (WICKEL, 2004; SILVA et al., 1999; SAMPAIO; KATO; NASCIMENTO-E-SILVA, 2007).

Por meio de classificação do uso da terra (Satélite Landsat, sensor TM, RGB-345, 2008) na mesobacia dos igarapés Timboteua e Buiuna observam-se as seguintes classes com suas respectivas áreas e percentuais de área em relação à área total dessa mesobacia: floresta antropizada (605 ha ou 6,9%); ecossistema sucessional maduro – “capoeira alta” (1.803 ha ou 20,6%); ecossistema sucessional intermediário – “capoeira baixa” (3.302 ha ou 37,8%); campos aluviais (192 ha ou 2,2%); agroecossistema de pastagem não manejado – “pasto sujo” (1.358 ha ou 15,5%); agroecossistema de pastagem – “pasto limpo” (1.259 ha ou 14,4%); agroecossistemas – “cultivos agrícolas” (41 ha ou 0,47%); e formação de agroecossistemas – “solo sob preparo” (136 ha ou 1,6 %).

#### 1.4. CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Em duas propriedades agrícolas familiares foram identificados e selecionados seis ecossistemas (tratamentos), onde em cada um se alocaram três parcelas experimentais para amostragem do escoamento superficial no solo (Tabela 1). Foram instalados também três coletores de água de chuva e dois pluviômetros.

**Tabela 1.** Ecossistemas escolhidos na área experimental.

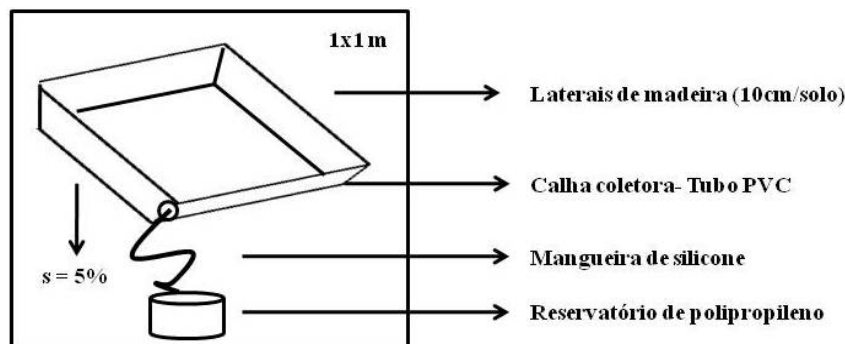
Nº	Ecossistemas	Identificação	Características
1	Ecossistema de floresta sucessional “Capoeira” de 20 anos	CP	Área sob pousio agrícola.
2	Sistema agroflorestal (SAF) - derruba-e-queima	SQ	Preparo de área por meio da derruba-e-queima da capoeira.
3	Sistema agroflorestal (SAF) - corte-e-trituração	ST	Preparo de área por meio de corte-e-trituração da capoeira.
4	Agroecossistema de Roça - corte-e-trituração	RT	Preparo de área por meio de corte-e-trituração da capoeira.
5	Agroecossistema de Roça - derruba-e-queima	RQ	Plantio de mandioca com preparo de área por meio da derruba-e-queima da capoeira.
6	Agroecossistema de Pastagem	PQ	Preparo de área por meio da derruba-e-queima da capoeira.

O delineamento utilizado apresenta, portanto, 6 tratamentos (ecossistemas) previamente estabelecidos e um tratamento controle (coleta de água da chuva), com três repetições cada, totalizando 21 unidades experimentais.

Foram realizadas campanhas de campo em 26 datas diferentes, no período de janeiro a junho de 2010, resultando em 234 amostras de água da chuva e de escoamento superficial. As amostras consideradas referem-se ao escoamento superficial decorrente tanto de apenas um dia de chuva como também de vários dias de chuva, haja vista que se necessitava de um volume mínimo de 60 mL de amostra de escoamento, para possibilitar a realização das medições, ou seja, a imersão na amostra dos sensores dos equipamentos utilizados.

A amostragem do escoamento superficial foi realizada com a instalação em cada ecossistema de três parcelas fixas de 1m x 1m (1m<sup>2</sup>) no sentido da declividade. A parcela de escoamento superficial foi estruturada com três de suas laterais delimitadas por tábuas de madeira vedadas pela parte externa (100 x 30 cm) enterradas no solo até a profundidade de 10 cm; uma calha coletora de polietileno de alta densidade (HDPE; Ø = 50 mm) medindo 1 m de comprimento e conectada a uma mangueira de silicone (Ø = 20 mm) para condução da água escoada até um recipiente de polipropileno (20 L) (Figura 4), segundo Silva et al. (2005) e Moraes et al. (2006). Previamente foi feita, em laboratório, a lavagem do material utilizado em campo com solução ácida (HCl 5%) e água deionizada, Milli-Q.

Todas as parcelas foram implantadas em áreas com representativa porcentagem de cobertura do solo e vegetação apresentando declividade aproximada de 5% nas mesmas condições biofísicas de solo e clima (Apêndice B).



**Figura 4:** Desenho esquemático da estrutura para a captação da água proveniente do escoamento superficial instalada nos seis diferentes ecossistemas.

Na área experimental foram instalados dois pluviômetros em local sem interceptação da vegetação e baixas correntes aéreas, com a borda do aro receptor nivelada a 1,50 m do solo em terreno plano, segundo a padronização estabelecida pela ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica e o INMET – Instituto Nacional de Meteorologia (DNAEE, 1970). Para controle do experimento os volumes pluviométricos medidos foram comparados com os valores de um pluviógrafo localizado na estação climatológica da EMBRAPA (Igarapé-açu-PA), que dista aproximadamente 25 km da área experimental.

A seguir é apresentado o histórico dos ecossistemas:

**Ecossistema de floresta sucessional - “Capoeira” (CP):** área de aproximadamente 36.300 m<sup>2</sup> e declividade média de 7,86 %, com vinte anos de idade sob *pousio* em sistema agrícola tradicional de derruba-e-queima. Localizada a 47°38’06,34”W e 01°00’26,46”S.

As parcelas instaladas foram identificadas em campo como CP-1, CP-2 e CP-3 (Figura 5).



**Figura 5:** (a) “Capoeira” localizada na comunidade São João, na mesobacia dos Igarapés Timboteua e Buiuna, PA; (b) coletor (CP) do escoamento superficial em campo em uma área de corte-queima-cultivo-e-pousio em fase de pousio (capoeira).

**Sistema agroflorestal (SAF) - derruba-e-queima (SQ):** área com manejo do solo feito por meio da derruba-e-queima da capoeira realizado há sete anos, localizada a 47°38’00,17”W e 01°00’27,25”S, apresentando aproximadamente 9.075 m<sup>2</sup> e declividade média de 4,76 %. Contém plantio de (Urucuzeiro) *Bixa orellana* L., e (Mogno) *Swietenia macrophylla* King., em que foi feita adubação em cova no momento do plantio com torta de mamona, farinha de osso, *yoorim* e desde a implementação foram realizadas quatro capinas em cada ano de cultivo. Antes do SAF ser implantado em 2004 a área foi utilizada para plantio de (Mandioca) *Manihot esculenta* Crantz, posteriormente, foi feito plantio de (Pimenta-do-reino) *Piper nigrum* L. que durou cinco anos. Esse foi adubado todo mês com NPK-18.18.18 no primeiro ano e 10.28.20 no segundo ano. Em seguida foi implantado um plantio de (Maracujazeiro) *Passiflora edulis* Sims. As parcelas instaladas foram identificadas em campo como SQ-1, SQ-2 e SQ-3 (Figura 6 e Apêndice C).



**Figura 6:** (a) Sistema agroflorestal com preparo de área convencional de derruba-e-queima (SQ); (b) coletor (SQ) do escoamento superficial no solo em campo com dimensão de 1m<sup>2</sup>.



**Sistema agroflorestal (SAF) - corte-e-trituração (ST):** área com preparo realizado há cinco anos por meio de corte-e-trituração da capoeira, localizada a 47°37'59,80''W e 01°00'30,24''S, com aproximadamente 6.050 m<sup>2</sup> e declividade média de 4,29 %, contendo plantio de (Bananeira) *Musa paradisiaca*, (Mogno) *Swietenia macrophylla* King., (Açaizeiro) *Euterpe oleracea*, (Pimenta-do-reino) *Piper nigrum* L., (Teca) *Tectona grandis* L. f., e (Gliricídia) *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud., em que foi feito adubação em cova quatro vezes no ano de 2007 com composto orgânico de torta de mamona, cinzas, folhas de capim (Braquiarião) *Brachiaria Brizantha*, folhas de (Ingazeiro) *Inga edulis*, cama de aviário, esterco bovino, casca de (Mandioca) *Manihot esculenta* Crantz. Antes do SAF ser implantado em 2006 a área foi utilizada por sete anos para plantio (1995) de (Feijão-caupi) *Vigna unguiculata*, que foi adubado durante o período de cultivo com 5 g de NPK-18.18.18 nos primeiros quinze dias de plantio e NPK-10.28.20 antes da floração. Posteriormente, por cinco anos foi feito plantio (2002) de (Pimenta-do-reino) *Piper nigrum* L. As parcelas instaladas foram identificadas em campo como ST-1, ST-2 e ST-3 (Figura 7 e Apêndice D).



**Figura 7:** (a) Sistema agroflorestal com preparo de área por meio de corte-e-trituração (ST); (b) coletor (ST) do escoamento superficial no solo em campo com dimensão de 1m<sup>2</sup>.

**Agricultura itinerante - Agroecossistema de Roça (RQ):** área localizada a 47°38'22,8''W e 01°01'04,81''S, com aproximadamente 5.050 m<sup>2</sup>, declividade média de 4,64 %. Preparo de área realizado em janeiro/2010 por meio da derruba-e-queima da capoeira para cultivo de (Mandioca) *Manihot esculenta* Crantz. No entanto, até a finalização das amostragens do escoamento superficial, no mês de junho de 2010, o agricultor havia feito o plantio planejado. Inicialmente a composição da área era de um ecossistema de floresta sucessional de aproximadamente vinte anos, queimado pela primeira vez no ano de 1994 para implantação da primeira roça. No ano de 2009 foi realizado plantio de (Mandioca) *Manihot esculenta* Crantz e (Milho) *Zea mays* sem adubação e calagem. As parcelas instaladas foram codificadas em campo como RQ-1, RQ-2 e RQ-3 (Figura 8).



**Figura 8:** (a) Roça com preparo de área convencional de derruba-e-queima (RQ); (b) coletor (RQ) do escoamento superficial no solo em campo com dimensão de 1m<sup>2</sup>.

**Agricultura alternativa – Agroecossistema de Roça (RT):** área com preparo realizado em janeiro/2010 por meio de corte-e-trituração da capoeira para cultivo de (Mandioca) *Manihot esculenta* Crantz, localizada a 47°38'02,33"W e 01°00'28,42"S, com aproximadamente 6.050 m<sup>2</sup> e declividade média de 3,29 %. Porém, até a finalização das amostragens do escoamento superficial, no mês de junho de 2010, o agricultor havia realizado o plantio planejado. No ano de 2009 foi realizado plantio de (Cacaueiro) *Theobroma cacao* L. e (Açaizeiro) *Euterpe oleracea*, adubado no momento do plantio em cova com composto orgânico de torta de mamona, cinzas, folhas de capim (Braquiarião) *Brachiaria Brizantha*, folhas de (Ingazeiro) *Inga edulis*, cama de aviário, esterco bovino, casca de (Mandioca) *Manihot esculenta* Crantz. As parcelas instaladas foram codificadas em campo como RT-1, RT-2 e RT-3 (Figura 9).



**Figura 9:** (a) Preparo de área mecanizado do agroecossistema de roça, por meio de corte-e-trituração da capoeira, feito em janeiro /2010 (RT); (b) coletor (RT) do escoamento superficial no solo em campo com dimensão de 1m<sup>2</sup>.

**Agroecossistema de Pastagem (PQ):** área com preparo realizado há cerca de dez anos por meio de derruba-e-queima da capoeira destinada à criação de bovinos, localizada a

47°38'27,73"W e 01°00'57,13"S, com aproximadamente 6.050 m<sup>2</sup>, declividade média de 5,03 % e presença de capim do gênero *Brachiaria*. Desde a implantação da pastagem, foi feito na área limpeza e roçagem uma vez por ano; a área nunca recebeu aplicação de calcário. Os animais foram suplementados com casca de (Mandioca) *Manihot esculenta* Crantz e sal mineral (Purinafós, Purina, Brasil) com as seguintes especificações nutricionais (dieta para animais de 450 kg com consumo de 100g/dia): macronutrientes – 17 g/dia de cálcio (Ca<sup>2+</sup>), 10 g/dia de fósforo (P), 10 g/dia de sódio (Na<sup>+</sup>), 1,5 g/dia de magnésio (Mg<sup>2+</sup>) e 1 g/dia de enxofre (S) e, micronutrientes – 4,5 mg/dia de cobalto (Co), 134 mg/dia de cobre (Cu), 9 mg/dia de Iodo (I), 201 mg/dia de manganês (Mn), 3 mg/dia de Selênio (Se), 492 mg/dia de Zinco (Zn), 48 mg/dia de Ferro(Fe). As parcelas instaladas foram codificadas em campo como PQ-1, PQ-2 e PQ-3 (Figura 10).



**Figura 10:** (a) Agroecossistema de Pastagem, área com manejo de derruba-e-queima (PQ); (b) coletor (PQ) do escoamento superficial do solo em campo com dimensão de 1m<sup>2</sup>.

**Amostragem local da precipitação (CH):** Para o monitoramento da pluviometria local e da química da água da chuva foram instalados três coletores de chuva, a 47°38'03,31"W e 01°00'25,61"S, em local sem interceptação da precipitação para evitar a descaracterização e contaminação das amostras. Os coletores constituem-se de um recipiente plástico (5 L), e funil (diâmetro de 103,2 mm), ambos de polipropileno, conectados por uma mangueira (diâmetro de 20 mm) de silicone inerte. A abertura do funil está a 1,5 m acima da superfície do solo, protegida com tela de *nylon* (0,5 mm de malha) para evitar a entrada de insetos e restos de folhagem. Os coletores foram codificados em campo como CH-1, CH-2 e CH-3 (Figura 11).





**Figura 11:** (a) Coletores de água da chuva e os pluviômetros; (b) detalhe do funil utilizado para coleta protegido com tela de *nylon*.

## 1.5. CARACTERIZAÇÃO DOS MÉTODOS

### 1.5.1. Procedimentos de campo e coleta

Para a avaliação da hidrogeoquímica do escoamento superficial e da chuva, foram realizadas, em vinte e seis campanhas de campo separadas por diferentes intervalos de dias, medidas físico-químicas *in situ* e coleta de amostras nas respectivas parcelas de cada ecossistema e nos coletores de chuva, empregando-se métodos baseados em protocolos recomendados pela APHA (1995) e CETESB (1978). As medidas físico-químicas feitas diretamente nas amostras de água com equipamentos de campo, volume escoado, volume precipitado, amostras coletadas para análises das concentrações químicas e a densidade do solo, seguiram-se conforme abaixo apresentado:

- **pH:**

Medição realizada *in situ* por meio do método potenciométrico, usando aparelho digital (eletrodo combinado de vidro e calomelano, com correção de temperatura para 25°C, da marca ORION, modelo 290A plus). A calibração foi realizada imergindo o eletrodo de vidro em soluções-tampão de pH 4,00, 5,00 e 7,00 (CETESB, 1978).

- **Condutividade Elétrica(CE):**

O método aplicado para a mensuração *in situ* da variável em questão foi o condutimétrico (CETESB, 1978), com o equipamento VWR®modelo2052, que possui compensação automática de temperatura. A leitura foi feita na unidade de medida  $\mu\text{S cm}^{-1}$ .

- **Volume de água precipitado e escoado:**

Visando auxiliar a compreensão da dinâmica hidrológica e biogeoquímica nos ecossistemas estudados, foram feitas leituras semanais dos volumes de entrada (pluviometria) nos pluviômetros instalados e de saída (escoamento superficial) das parcelas. O volume de saída foi quantificado por meio de uma proveta graduada de 2000 mL.

- **Ânions inorgânicos dissolvidos:**

Nas coletas de amostras de água de escoamento superficial para análise de ânions - cloreto (Cl<sup>-</sup>), nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), fosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) e sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) - inorgânicos dissolvidos, foram utilizados frascos de polipropileno de 250 mL (boca larga; Ø = 4 cm), previamente lavados com solução ácida (HCl 5%) e água deionizada ultra-pura (*Sistema Milli-Q® – marca Millipore*) (ABNT, 2001). Sempre que o volume do escoamento na parcela foi suficiente (> 60 mL), encheu-se esses frascos no seu volume total para minimizar a presença de ar dentro deles e acondicionou-se sob refrigeração a aproximadamente 4°C (CETESB, 1987) para preservar a maioria das características físicas e químicas em curto prazo.

Tantos nos coletores de chuva como nos de escoamento foi adicionado o preservante *Thimol* C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>O, com massa molar igual a 150,24 g/mol (aproximadamente 26,1 mg/260 mL de solução). Para assegurar a integridade das amostras, as parcelas de escoamento superficial e os coletores de chuva foram higienizados, todas as vezes que ocorreram coletas de água, por meio do enxágue com água ultra-pura deionizada (*Milli-Q*).

- **Densidade do solo:**

Dentro de cada um dos seis ecossistemas, foram retiradas três amostras de solo nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm em cada parcela instalada em campo, para cálculo de densidade do solo, totalizando cinquenta e quatro amostras em cada profundidade. Os equipamentos utilizados foram anel volumétrico de *Kopeck*; estufa (temperatura a 105 °C) e balança de precisão. A densidade do solo foi determinada conforme Embrapa (1997).

### 1.5.2. Procedimentos analíticos

No máximo em quarenta e oito horas após a coleta, as amostras de água foram filtradas (Apêndice E) através de membranas de polycarbonato ( $\varnothing$  poro = 0,4  $\mu\text{m}$ ; marca *Millipore*) em kit de filtração de polipropileno (*Sterifil Aseptic System Millipore*), utilizando uma bomba a vácuo livre de óleo lubrificante (marca *Gast*). Após a referida filtração para separação da fração dissolvida, as amostras foram armazenadas sob refrigeração (aproximadamente 4 °C) até o momento de se realizarem as determinações de cátions e ânions (APHA, 1985).

As concentrações de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) e sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dissolvidos, foram determinadas por meio de cromatografia líquida por troca iônica (cromatógrafo de íons *Dionex DX-120*, acoplado ao amostrador automático *Dionex AS-40*, com coluna supressora *Dionex ASRS-ULTRA II 4 mm*). As espécies químicas após interação com coluna analítica específica (AS22 - ânions) foram medidas por meio de um detector de condutividade que compõe o sistema de análise (Apêndice E). Nas análises utilizou-se volume de injeção de 150  $\mu\text{l}$  e fluxo de 1,22  $\text{ml min}^{-1}$ , tendo como ferramenta analítica de automação o *Software Chromeleon*.

Todas as soluções, incluindo eluente, regenerante, solução-estoque e solução-padrão foram preparadas com água ultrapura (*Milli-Q®* – marca *Millipore*), de baixa condutividade (0,054  $\mu\text{S}$  a 25°C). Com o objetivo de garantia da qualidade das análises realizadas foram utilizadas soluções-padrão internacionais de referência (*Environmental Research Associates*).

## 1.6. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação foi dividida em duas partes: a primeira parte consiste na contextualização do tema abordado (contendo a problemática, os objetivos, as hipóteses e caracterização do estudo com procedimentos adotados), e a segunda parte é uma estrutura composta com artigos. Esses artigos pretendem discutir os principais resultados de análises das variáveis hidrogeológicas do escoamento superficial no solo de diferentes ecossistemas presentes em uma mesobacia no nordeste paraense com uso predominante de agricultura familiar, para responder a problemática em questão. Todos os temas abordados buscam compreender a relação entre o uso da terra e a qualidade dos recursos hídricos.

No primeiro artigo (capítulo 1) apresentou-se a relação da precipitação com o volume escoado nas parcelas experimentais e avaliou-se a influência das mudanças ocorridas nos usos da terra e no manejo (corte-e-trituração e derruba-e-queima) do solo nas perdas de água por

escoamento superficial no solo na mesobacia dos igarapés Timboteua e Buiuna no nordeste paraense.

No segundo artigo (capítulo 2), apresentou-se a avaliação hidroquímica com alguns dos principais ânions inorgânicos [nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ )], pH e condutividade elétrica e a relação dessas variáveis com o uso da terra. Bem como sua influência ou possíveis alterações na água de escoamento superficial.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO/IEC 17025-Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001. 20 p.

APHA. **American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19.ed. Washington: American Public Health Association, 1995. 140 p.

ARAI, M.; UESUGUI, N.; ROSSETTI, D.F.; GÓES, A.M. Considerações sobre a idade do Grupo Barreiras no Nordeste do estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988, Belém. **Anais...** Belém: SBG, 1988. p.738-752.

ABER, J. D.; MELLILO, J. M. **Terrestrial Ecosystems**. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1991. 429p.

BEMERGUY, R. L.; BORGES, M. S.; COSTA, J. B. S. Geomorfologia da Região do Salgado, NE do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBG, 1992. p.267-269.

BERRÊDO, J. F.; COSTA, M. L. Modificações sazonais nas propriedades físico-químicas de manguezais do estuário do rio Marapanim, Nordeste do Pará. In: WORKSHOP ECOLAB, 6., 2002, Belém. **Anais...** Belém-PA: Museu Paraense Emílio Goeldi-MPEG, 2002.

BERRÊDO, J. F. **Geoquímica dos sedimentos de manguezais do nordeste do estado do Pará: o exemplo do estuário do rio Marapanim**. 2006. 185p. Tese (Doutorado – Centro de Geociências) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA. 2006.

BERRÊDO, J. F.; COSTA, M. L.; PROGENE, M. P. S. Efeitos das variações sazonais do clima tropical úmido sobre as águas e sedimentos de manguezais do estuário do rio Marapanim, costa nordeste do Estado do Pará. **Acta Amazônica**, INPA, Manaus, v.38, n.3, p.473-482, 2008.

BROOKS, K. N.; FFOLIOTT, P. F.; GREGERSEN, H. M.; THAMES, J. L. **Hydrology and the management of watersheds**. Ames: Iowa State University Press, 1991. 392p.

BROWN, G. W. **Forestry and water quality**. Corvallis: Oregon State University, 1988. 142p.

CABRAL, M. R. L. S. **Avaliação da Influência dos Métodos de Preparo de Área para a Agricultura Sobre a Taxa de Infiltração de Água no Solo na Bacia Hidrográfica do Igarapé Cumarú, Igarapé-Açu/PA**. 2007. 55p. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA. 2007.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Análise físico-química das águas**. São Paulo: CETESB. Normalização técnica NT-07, 1978. 340 p.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. 1.ed. São Paulo: CETESB, 1987. 155p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Blucher/USP, 1974. 149 p.

COSTA FILHA, C. L. **Avaliação da potencialidade das terras para determinação de zonas agroecológicas, no município de Igarapé-Açu, Pará**. Belém, 2008. 101p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-PA. 2008.

CORRÊA, J. M. **Estrutura de comunidades de peixes de igarapés de três pequenas bacias de drenagem sob uso de agricultura familiar no nordeste Paraense**. 2007. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA. 2007.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Rochas Carbonáticas de Marapanim – PA, 2006. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=258&sid=32>>. Acesso em 14 Set. 2010.

DENICH, M. **Vegetation of the eastern amazon region with emphasis on the vegetation influenced by man**. In: BURGER, D.M. **Studies on the utilization and conservation of soil**



**in the eastern amazon region** (Final rep. of the agreement between EMBRAPA-CPATU-GTZ). Eschborn: Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 1991. p.43-68.

DI LUZIO, M.; SRINIVASAN, R.; ARNOLD, J. G.; NEITSCH, S. L. **ArcView interface for SWAT2000: user's guide**. Texas: Texas Water Resources Institute Report TR-193. Temple, 2002. 351p.

DNAEE. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. **Normas e Recomendações Hidrológicas**. Anexo I – Pluviometria. Brasília: DNAEE, 1970. 94 p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação do solo**. Brasília: EMBRAPA, 2007. 412p.

EROS/USGS. Earth Resources Observation and Science/ United States Geological Survey. Base de dados da missão SRTM. Disponível em: <<ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/SRTM3/>>. Acesso em fev. 2008.

FIGUEIREDO, R. O.; MARKEWITZ, D.; DAVIDSON, E. A.; SCHULER, A. E.; SILVA, P. S.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; PAES, R. T. S.; LIMA, L. M. Effects of land use change on stream water chemistry in three meso-scale catchments in Eastern Amazonia In: LBA-ECO SCIENCE TEAM MEETING, 10., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília, 2006. p.10-11.

FORTESCUE, J. A. C. **Environmental Geochemistry: a holistic approach**. New York: Springer-Verlag (Ecological Studies), 1980. v.35. 347p.

GIORDANO, S. R. Agricultura Sustentável: novos desafios para o *agribusiness*. **Revista de Administração**, São Paulo, v.30, n.4, p.77-82, out./dez. 1995.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 3.ed. Porto Alegre: UFRGS editora, 2001. 658p.

GODSEY, S.; ELSENBEER, H.; STALLARD, R. Overland flow generation in two lithologically distinct rainforest catchments. **Journal of Hydrology**, v.295, p. 276-290, 2004.

HOLANDA, F. S. R. A gestão dos recursos hídricos e a sustentabilidade de agroecossistemas. **Informe UFS/São Cristóvão**, v.9, n.312, 2003.

HÖLSCHER, D.; MÖLLER, M. R. F.; DENICH, M.; FÖLSTER, H. Nutrient input-output budget of shifting agriculture in Eastern Amazonia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.47, p.49-57, 1997.

HUBER, J. Matas e madeiras amazônicas. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**, Belém-PA, v.6, p.91-225, 1909.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse preliminar do *censo* demográfico. **Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Rio de Janeiro, v.6, n.18, p. 1-74, 1991.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de pedologia**. 2.ed. Rio de Janeiro : IBGE, 2007. 316p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 14 Mai. 2010

IDESP. **Diagnóstico do município de Igarapé-açu**. (Relatório de pesquisa). Belém-PA: IDESP CDI, 1997.

KATO, O. R.; KATO, M. D. S.; SÁ, T. de A.; FIGUEIREDO, R. Plantio direto na capoeira. **Ciência e Ambiente**, v. 29, p.99-111, 2004.

KATO, O. R.; VASCONCELOS, S. S.; FIGUEIREDO, R. O.; CARVALHO, C. J. R. de; SÁ, T. D. A.; SHIMIZU, M. K. Agricultura sem queima: uma proposta de recuperação de áreas degradadas com sistemas agroflorestais seqüenciais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA (Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil), 18., 2010, Teresina. **Anais...** Teresina/PI, 2010.

LIMA, L. M.; SOUZA, E. L. de; FIGUEIREDO, R. O. Retenção do dimetoato e sua relação com pH e teores de argila e matéria orgânica nos sedimentos da zona não saturada de uma microbacia no nordeste paraense. **Acta Amazonica**, INPA, Manaus, v.37, n.2, p.187-194, 2007.

MARTORANO, L.G.; PEREIRA, L.C.; CÉSAR, E.G.M.; PEREIRA, I.C.B. **Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thornthwhite, Mather)**. Belém-PA: SUDAM/EMBRAPA, SNLCS. 1993. 55 p.

METZGER, J. P. Landscape dynamics and equilibrium in areas of slash-and-burn agriculture with short and long fallow period (Bragantina region, NE Brazilian Amazon). **Landscape Ecology**, v.17, p.419-431, 2002.

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

MORAES, J. M.; SCHULER, A. E.; DUNNE, T.; FIGUEIREDO, R. O.; VICTORIA, R. L. Water storage and runoff processes in plinthic soils under forest and pasture in Eastern Amazonia. **Hydrological Processes**, v.20, p.2509-2526, 2006.

MORAN, E. F. **A ecologia humana das populações da Amazônia**. Petrópolis: Vozes, 1990. 368p.

NASCIMENTO, M. S. **Minerais Pesados das Formações Ipixuna e Barreiras, região de Ipixuna, leste da sub-bacia de Cametá – NE do Pará**. 2002. 86p. Dissertação (Mestrado – Centro de Geociências) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA. 2002.

NEILL, C.; DEEGAN, L. A.; THOMAS, S. M.; CERRI, C. C. Deforestation for pastures alters nitrogen and phosphorus in small Amazonian streams. **Ecological Applications**, v.11, n.6, p.1817-1826, 2001.

NEPSTAD, D. C.; MOREIRA, A. G.; ALENCAR, A. A. **Flames in the rain forest: origins, impacts and alternatives to amazonian fires**. Brasília: Pilot Program to Conserve the Brazilian Rain Forest, 1999. 161p.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434p.

OLIVEIRA, C. D. S. **Percepção de agricultura familiar na adaptação do sistema de cultivo de corte e trituração**. 2002. 129p. Dissertação (Mestrado em agriculturas familiares e desenvolvimento sustentável) – Universidade Federal do Pará, Belém-Pará. 2002.

PACHÊCO, N. A.; BASTOS, T. X. **Boletim Agrometeorológico 2004 Igarapé- Açú, PA**. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 216). Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 28 p.

PACHÊCO, N. A.; BASTOS, T. X. **Boletim agrometeorológico 2006 Igarapé – Açú**. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 296). Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 30p.

RADAMBRASIL. **Folha SA 23 São Luiz e Parte da Folha SA 24 Fortaleza; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra.** (Levantamento de Recursos Naturais, 3). Rio de Janeiro: Departamento Nacional da Produção Mineral, 1973.

RICHEY, J. E.; WILHELM, S. R.; MCCLAIN, M. E.; VICTORIA, R. L.; MELACK, J. M.; LIMA, A.C. Organic matter and nutrient dynamics in river corridors of the Amazon basin and their response to anthropogenic change. **Ciência e Cultura Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science**, v. 49, n. 1-2, 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. 99p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém-PA. 2007.

ROSSETTI, D. F.; TRUCKENBRODT, W.; GÓES, A. M. Estudo Paleambiental e estratigráfico dos Sedimentos Barreiras e Pós-Barreiras na Região Bragantina, Nordeste do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciência da Terra**, v. 2, p.17-29, 1989.

ROSSETTI, D. F. Late Cenozoic sedimentary evolution in northeastern Pará, within the context of sea level changes. **Journal of South America Earth Sciences**, v.14, p.77-89, 2001.

SANTOS, L. O. L. **Percepção de um grupo de agricultores da localidade São João do município de Marapanim-pa, sobre o método de corte e trituração como alternativa ao método tradicional de corte e queima da vegetação secundária.** 2006. 165p. Dissertação (Mestrado em agriculturas familiares e desenvolvimento sustentável) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA. 2006.

SCHMITZ, H. A transição da agricultura itinerante na amazônia para novos sistemas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 2., 2007, Porto Alegre/RS. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, p.46-49, 2007.

SAMPAIO, C. A.; KATO, O. R.; NASCIMENTO-E-SILVA, D. Corte e trituração da capoeira sem queima como alternativa de uso da terra, rumo à sustentabilidade florestal: o caso tipitamba em Igarapé-açu-pará. In: ENGEMA – ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 9., 2007, Curitiba-PR. **Anais...** Curitiba, 2007.

SILVA, A. A.; SOUSA FILHO, F. R.; CORTELETTI, J.; PINTO, W. S.; SILVEIRA, J. L.; SILVA, S. R. M.; KASPER, A.; MARQUES, U. M.; CAHETE, F. L. S. A historical dynamics of reproduction of agriculture in Igarapé-Açu (Northeast of the State of Pará): A

study focusing on agrarian systems. In: PROCEEDINGS OF THE SHIFT-WORKSHOP, 3., 1999, Manaus-AM. **Anais...** Manaus, 1999. p. 67-82.

SILVA JÚNIOR, O. G. **Morfoestratigrafia da planície costeira de São João de Pirabas (porção NW) – NE do Estado do Pará.** 1998. 88p. Tese (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Universidade federal do Pará, Belém- PA. 1998.

SILVA, M. G. M.; FIGUEIREDO, R. O.; COSTA, F. F.; PACHECO JUNIOR, A. de C.; LIMA, L. M.; CUNHA, E. da S.; KATO, O. R. Transferência de nutrientes e carbono por escoamento superficial para igarapés em áreas agrícolas sob diferentes sistemas de preparo de área para plantio (corte-e-queima e corte-e-trituração) no nordeste paraense. In: CONGRESSO DE ESTUDANTES E BOLSISTAS DO EXPERIMENTO LBA, 2., 2005, Manaus-AM, **Anais...** Manaus-AM: LBA, 2005.

SILVA, L. G. T.; VALENTE, M. A.; OLIVEIRA, R. R. S.; WATRIN, O. S. (2010). Caracterização e mapeamento dos solos de duas mesobacias hidrográficas no Nordeste Paraense. In: Seminário GESTABACIAS: Resultados de pesquisas em mesobacias do Nordeste Paraense e sua aplicação no desenvolvimento rural, 1, 2010, Belém-PA, **Anais...** Belém-PA: EMBRAPA-CPATU, 2010.

SOUZA FILHO, P. W. M. **A planície costeira Bragantina (NE do Pará): influências das variações do nível do mar na morfoestratigrafia costeira durante o Holoceno.** 1995. 121p. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Universidade Federal do Pará. Belém-PA, 1995.

SOMMER, R., VLEK, P. L. G., SÁ, T. D. DE A., VIELHAUER, K., COELHO, R. F. R., FÖLSTER, H. Nutrient balance of shifting cultivation by burning or mulching in the Eastern Amazon-evidence for subsoil nutrient accumulation. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 68, p. 257-271, 2004.

SOPPER, W. E. Effects of timber harvesting and related management practices on water quality in forested watersheds. **Journal of environmental quality**, v.4, n.1, p.24-29, 1975.

SUDAM. **Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira.** Belém: SUDAM/PHCA, 1984. 125p.

VIEIRA, L. S.; SANTOS, W. H. dos; FALESI, I. C.; FILHO, J. P. S. O. Levantamento do reconhecimento dos solos da região Bragantina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Belém, 1967.

VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M. de; ALMEIDA, A. Análise das modificações da paisagem da Região Bragantina, no Pará. Integrando diferentes escalas de tempo. **Revista Ciência e Cultura**, v. 59, p. 27-30, 2007.

WATRIN, O. S. dos; VENTURIERI, A.; SAMPAIO, S. M. N. Análise multitemporal do uso da terra e suas interrelações com a cobertura vegetal em comunidades rurais do nordeste paraense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998, Santos, SP. **Anais...** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1998. p.1573-1583.

WICKEL, B. A. J. Water and nutrient dynamics of a humid tropical watershed in Eastern Amazonia. **Ecology and Development Series**. Bonn: Center of Development Research-University of Bonn, v.21, p.135, 2004.

# **ANEXOS**

**ANEXO A – Espécies mais importantes encontradas em cinco ecossistemas sucessionais de floresta “capoeiras” no nordeste paraense, seguido do número médio de plantas individuais e suas porcentagens de ocorrência.**

Nº	espécies	Família	Ind./ha	%
1	<i>Lacistema pubescens</i>	Lacistemataceae	11080	13,8
2	<i>Davilla kunthii</i>	Dilleniaceae	8760	10,9
3	<i>Myrcia bracteata</i>	Myrtaceae	6000	7,5
4	<i>Myrciaria floribunda</i>	Myrtaceae	5440	6,8
5	<i>Phenakospenum guianense</i>	Strelitziaceae	4280	5,3
6	<i>Myrcia deflexa</i>	Myrtaceae	3520	4,4
7	<i>Vismia guianensis</i>	Guttiferae	3360	4,2
8	<i>Myrciaria tenella</i>	Myrtaceae	3280	4,1
9	<i>Rourea cf. ligulata</i>	Connaraceae	2280	2,8
10	<i>Bernardinia fluminensis</i>	Connaraceae	1880	2,3
11	<i>Myrcia cuprea</i>	Myrtaceae	1680	2,1
12	<i>Cassia chrysocarpa</i>	Leg.Caesalpinaceae	1600	2,0
13	<i>Memora allamandiflora</i>	<i>Bignoniaceae</i>	1560	1,9
14	<i>Machaerium quinata</i>	Leg. Fabaceae	1480	1,8
15	<i>Terminalia amazonica</i>	Combretaceae	1440	1,8
16	<i>Doliocarpus major</i>	Dilleniaceae	1360	1,7
17	<i>Memora flavida</i>	<i>Bignoniaceae</i>	1360	1,7
18	<i>Pithecellobium cochleatum</i>	Leg. Mimosaceae	1120	1,4
19	<i>Rourea cf. cuspidata</i>	Connaraceae	1120	1,4
20	<i>Inga heterophylla</i>	Leg. Mimosaceae	1040	1,3
* Ind./ha=indivíduo/ha			<b>(Fonte: DENICH ,1991)</b>	



**ANEXO B – Espécies mais importantes encontradas em cinco ecossistemas sucessionais de floresta “capoeiras” no nordeste paraense, e sua porcentagem da biomassa total.**

Nº	espécies	Família	kg/ha	%
1	<i>Pithecellobium cochleatum</i>	Leg. Mimosaceae	2480	12,4
2	<i>Lacistema pubescens</i>	Lacistemataceae	1856	9,3
3	<i>Vismia guianensis</i>	Guttiferae	1568	7,8
4	<i>Myrciaria floribunda</i>	Myrtaceae	1040	5,2
5	<i>Myrcia cuprea</i>	Myrtaceae	960	4,8
6	<i>Banara guianensis</i>	Flacourtiaceae	904	4,5
7	<i>Osmosia paraensis</i>	Leg. Fabaceae	872	4,4
8	<i>Davilla kunthii</i>	Dilleniaceae	680	3,4
9	<i>Phenakospenum guianense</i>	Strelitziaceae	624	3,1
10	<i>Inga heterophylla</i>	Leg. Mimosaceae	588	2,9
11	<i>Myrcia bracteata</i>	Myrtaceae	520	2,6
12	<i>Eschweilera cortacea</i>	Lecythidaceae	492	2,5
13	<i>Inga thibaudiana</i>	Leg. Mimosaceae	468	2,3
14	<i>Myrcia deflexa</i>	Myrtaceae	460	2,3
15	<i>Bombax longipedicellatum</i>	Bombacaceae	456	2,3
16	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaceae	444	2,2
17	<i>Inga macrophylla</i>	Leg. Mimosaceae	416	2,1
18	<i>Rollinia exsucca</i>	Annonaceae	380	1,9
19	<i>Tapura amazonica</i>	Dichapetalaceae	352	1,8
20	<i>Mabea angustifolia</i>	Euphorbiaceae	260	1,3
* Ind./ha=indivíduo/ha			(Fonte: DENICH,1991)	

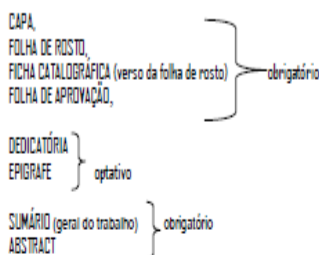
# ANEXO C – Normas para apresentação de dissertação e tese da Universidade Federal Rural da Amazônia (Pós-graduação 2011).

## NORMAS DE APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO E TESE

### 1 ESTRUTURA

O trabalho deverá ser composto de:

#### 1.1 ELEMENTOS PRE TEXTUAIS:



#### 1.2 ELEMENTOS TEXTUAIS:

É composto pelo corpo do trabalho propriamente dito, seguindo o modelo para estrutura em artigos (APÊNDICE A)

- Primeira parte - **CONTEXTUALIZAÇÃO** (contextualizar a problemática, os objetivos, as hipóteses (se houver) e questões (se houver) traçando um rápido comentário sobre os capítulos tentando relacioná-los), **REFERÊNCIAS** (quando houver)
- Segunda Parte – a estrutura será composta pelos títulos dos artigos (apêndice A)

TÍTULO DO ARTIGO  
RESUMO (resumo do capítulo)  
ABSTRACT  
INTRODUÇÃO  
MATERIAL E MÉTODOS  
RESULTADOS  
DISCUSSÃO  
CONCLUSÃO  
REFERÊNCIAS  
CONCLUSÕES GERAIS  
ANEXOS (quando houver)  
APÊNDICES (quando houver)

Os itens do capítulo seguem as normas e/ou orientações da revista a que vai ser submetido o artigo para publicação.

#### 1.3 ELEMENTOS PÓS TEXTUAIS

**ANEXO** - Conterá material pertinente e suplementar ao trabalho. Texto ou documento NÃO elaborado pelo autor, que serve para fundamentação, comprovação e/ou ilustração.

**APÊNDICE** - Texto ou documento elaborado pelo autor, a fim de complementar sua argumentação.

### 3 FORMATAÇÃO

**CAPA** - A capa deverá conter a logomarca da instituição no lado esquerdo da folha seguido do Ministério da Educação, Universidade Federal Rural da Amazônia o programa de pós graduação doutorado ou mestrado quando for em parceria com a Embrapa acrescenta o logotipo da Empresa e o Nome logo a baixo ao da UFRA, autoria, título do trabalho, local e ano da sua aprovação. (ANEXO A)

**FOLHA DE ROSTO** - Primeira folha interna (página de rosto) contendo os mesmos itens da identificação da instituição e programa, autoria, título do trabalho, natureza do trabalho, mencionando o Programa de Pós-graduação, a Universidade e o grau pretendido (Mestrado ou Doutorado) e área de concentração, local e ano de aprovação do trabalho. Constará, no verso desta folha, a ficha catalográfica. (ANEXO B)

**FICHA CATALOGRÁFICA** - é uma ficha que contém as informações bibliográficas necessárias para localizar um documento contendo a classificação dos assuntos e deverá ser feita por um bibliotecário.

**FOLHA DE APROVAÇÃO** - contem as três primeiras partes da folha de rosto, a data de aprovação do trabalho e os nomes e as assinaturas dos participantes da Banca Examinadora.

**ITENS OPCIONAIS** - poderão ser incluídas páginas adicionais contendo: dedicatória, agradecimento(s), biografia do autor e lista de símbolos, figuras, quadros e tabelas.

**RESUMO** (geral do trabalho) – Em Português e o **ABSTRACT** em Inglês. O Resumo deverá tem informações do trabalho como um todo.

**CORPO** - O corpo do trabalho poderá ser organizado de duas formas alternativas: capítulos, ou artigos científicos pertinentes ao trabalho, publicados, aceitos, ou submetidos para publicação.

O corpo da tese em "Artigos" será composto das seguintes seções: **CONTEXTUALIZAÇÃO, ARTIGOS E CONCLUSÕES GERAIS**. A organização interna de cada capítulo deverá obedecer ao disposto na alínea b da sessão 1.2. As referências deverão aparecer ao final de cada capítulo.

No caso de redação do trabalho na forma de artigo único, serão dispensadas as Conclusões Gerais.

### 4 EDITORAÇÃO

Os trabalhos deverão ser impressos em forma permanente e legível, com caracteres de alta definição e de cor preta, fonte Times New Roman 12 para o corpo do trabalho menos para os resumos e abstract, as citações com mais de três linhas, notas de rodapé e para os títulos das figuras, tabelas e ilustrações em geral que deverão ser fonte 10.

Sugere-se utilizar papel A4 (210 x 297 mm) branco.

Margens superior e esquerda 3cm, inferior e direita 2cm.

O Espaçamento deverá:

- Ser 1,5 para o corpo do trabalho;

- Simples para as referencias, para citações com mais de três linhas, para a natureza do trabalho (informação contida na folha de rosto) e para os títulos das figuras, tabelas e ilustrações em geral;
- Dois espaços 1,5 para separar uma sessão da outra;
- Dois espaços simples para separar uma referência da outra.

**Numeração das páginas** - As páginas pré-textuais deverão ser contadas e não numeradas as textuais deverão dar continuidade a contagem sequencial das pré-textuais e numeradas no canto superior direito em algarismos arábicos, desde a contextualização até o final do trabalho.

**Figuras, fotografias e outras ilustrações** deverão ser incluídas no corpo do trabalho ou anexadas ao final quando o formato não comportar no corpo do trabalho. A numeração deverá ser sequencial.

**Obs:** As normas das revistas a que serão submetidos os artigos devem vir anexos ao final do trabalho, que servirão apenas para simples conferência pelos bibliotecários, no ato da entrega da tese e/ou dissertação.

## ANEXO D – Normas ABNT – NBR 6023 – Normas para referência de documentos da Universidade Federal Rural da Amazônia ( Utilizado pela Pós-graduação em Ciências Florestais 2011).

### 4 ESPECIFICAÇÃO E ORDEM DOS ELEMENTOS

#### 4.1 MONOGRAFIAS CONSIDERADAS NO TODO:

Inclui livros, folhetos, trabalhos acadêmicos (teses, dissertações, entre outros, manuais, guias, catálogos, enciclopédias, dicionários, etc.)

EXEMPLO:

##### a) Livros

VIEIRA, Maria de Nazareth Figueiredo. **Levantamento e conservação do solo**. 2.ed. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 2000. 320p.

##### b) Folhetos:

VIEIRA, Lúcio Salgado; Santos, Paulo César T. C. dos; VIEIRA, Maria de Nazareth F. Solos de ocorrência e de cultivo de seringueira (*Hevea brasiliensis*, Muell, Arg.) na Amazônia. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1996. 25p.

##### c) Trabalhos Acadêmicos (Teses, Dissertações, Monografias de Especialização)

RABELO, Fernando Galvão. **Composição florística, estrutura e regeneração de ecossistemas florestais na região estuarina do Rio Amazonas-Amapá-Brasil**. 1999. 72p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém. 1999.

#### 4.2 PARTE DE MONOGRAFIA

4.2.1 Inclui capítulo, volume, fragmento e outras partes de uma obra, com autor (es) e/ou título próprios.

4.2.2 Os elementos essenciais são: autor(es), título, subtítulo (se houver) da parte, seguidos da expressão "In:" e da referência completa da monografia no todo. No final da referência, deve-se informar a paginação ou outra forma de individualizar a parte referenciada.

EXEMPLO:

ASHDOWN, R. R.; HANCOCK, J. L. Anatomia funcional da reprodução masculina. In: HAFEZ, E. S. E. (Ed). **Reprodução Animal**. 4. ed. São Paulo: Manole, 1988. Cap.4. p.7-31.

### 5 PUBLICAÇÃO PERIÓDICA

#### 5.1 PUBLICAÇÃO PERIÓDICA NO TODO

Os elementos essenciais são: título, local de publicação, editora, data de início da coleção, data do encerramento da publicação se houver e periodicidade.

EXEMPLO:

REVISTA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS. Belém: FCAP, 1999 - . Semestral

#### 5.2 PARTES DE PUBLICAÇÃO PERIÓDICA (volume, fascículo, caderno ou outras)

Os elementos essenciais são: título da publicação, título da parte (se houver), local de publicação, editora, numeração do ano e/ou volume, numeração do fascículo, as informações de períodos e datas de sua publicação e as particularidades que identificam a parte. Quando necessário, ao final da referência, acrescentam-se notas relativas a outros dados necessários para identificar a publicação.

##### a) Fascículo no todo

EXEMPLO:

REVISTA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS. Belém: FCAP, n.32, jul./dez.2000.80p.

##### b) Número especial da Revista

EXEMPLO:

CONJUNTURA ECONÔMICA. As 500 maiores empresas do Brasil. Rio de Janeiro: FGV, v.38, n.9, set. 1984. 135p. Edição Especial.

##### c) Suplemento de Periódico

EXEMPLO

PESQUISA NACIONAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS, Mão-de-Obra e previdência. Rio de Janeiro: IBGE, v.7, 1983. Suplemento.

### 6 ARTIGO E/OU MATÉRIA DE PERIÓDICO

Os elementos essenciais são: autor(es) (se houver), título do artigo ou matéria, subtítulo (se houver), título da publicação, local de publicação, numeração correspondente ao volume e/ou ano, fascículo ou número, paginação inicial e final do artigo ou matéria, as informações de período e data de publicação.

EXEMPLO:

TREVIZAN, Salvador Dal Pozzo. Reforma Agrária e meio ambiente. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n.32, p.65-80, jul./dez. 1999.

Souza, L. da S.; COGO, N. P.; VIEIRA, S. R. Variabilidade de propriedades físicas e químicas do solo em um pomar cítrico. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.21, n.3, p.367-372, jul./set. 1997.

## ANEXO D – Normas ABNT – NBR 6023 – Normas para referência de documentos da Universidade Federal Rural da Amazônia ( Utilizado pela Pós-graduação em Ciências Florestais 2011).

### 7 ARTIGO E/OU MATÉRIA DE JORNAL

Os elementos essenciais são: autor(es) (se houver), título, subtítulo (se houver), título do jornal, local de publicação, data de publicação, seção, caderno ou parte do jornal e a paginação correspondente.

#### EXEMPLO:

COUTINHO, Wilson. O paço da cidade retorna ao seu brilho barroco. *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 6 mar. 1985. Caderno B, p.6.

BIBLIOTECA climatiza seu acervo. *O Globo*, Rio de Janeiro, 4 mar. 1985. Caderno 4, p.11.

OBS: Quando não houver seção, caderno ou parte, a paginação do artigo ou matéria precede a data.

#### EXEMPLO:

LEAL, L.N. MP fiscaliza com autonomia total. *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, p.3, 25 abr. 1999.

### 8 DOCUMENTO DE EVENTO

Inclui trabalhos apresentados em eventos (parte do evento) ou o conjunto dos documentos, reunidos num produto final do próprio evento (atas, anais, resultados, proceedings, entre outras denominações)

#### 8.1 EVENTOS CONSIDERADOS NO TODO

8.1.1 Os elementos essenciais são: nome do evento, numeração (se houver), ano e local de realização. Em seguida deve-se mencionar o título, subtítulo (se houver) do documento (anais, atas, tópico temático etc.) seguido dos dados de local de publicação, editora e data da publicação.

8.1.2 Os elementos complementares são: denominações de seções ou divisões do evento, indicação de quantidade de volumes ou partes, indicações de responsabilidade etc., nos mesmos padrões utilizados para outros documentos.

#### EXEMPLO:

SEMINÁRIO NACIONAL DE ARMAZENAGEM, 2., 1977, Brasília. *Anais...* Brasília: Companhia Brasileira de Armazenamento, 1977. 362p.

### 8.2 TRABALHOS APRESENTADOS EM EVENTO

Os elementos essenciais são: autor (es), título do trabalho apresentado, subtítulo (se houver), seguido da expressão "In.:", título do evento, numeração do evento (se houver), ano e local de realização, título do documento (anais, atas, tópico temático, etc.), local, editora, data de publicação e página inicial e final da parte referenciada.

#### EXEMPLO:

a) Resumo de trabalho de congresso

LEMOS, T. L. G. et al. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 39., 1988, Belém. *Resumos...* Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1988. p.72.

b) Trabalho publicado em anais de congresso

SOUZA, Euclides Cavambu A. de; FERREIRA, Manoel Evaristo. Zinco. In: SIMPOSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1., 1988, Jaboticabal. *Anais...* Piracicaba: POTAFOS, 1991. p.219-242.

c) Colaboração em reunião

PÁDUA, Luiz Evaldo de Moura; PARRA, José Roberto Postali. Metabolismo, consumo e utilização do alimento por lagartas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) parasitadas por *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891). In: REUNIAO DE PESQUISA DO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 4., 1995, Teresina. *Anais...* Teresina: Universidade Federal do Piauí, 1995. p.201-207.

### 9 DOCUMENTOS DE ACESSO EXCLUSIVO EM MEIO ELETRÔNICO

Inclui base de dados, lista de discussão, BBS (site), arquivos em disco rígido, disquetes, programas e conjuntos de programas, mensagens eletrônicas entre outros.

Os elementos essenciais são: autor, denominação ou título e subtítulo (se houver), do serviço ou produto, indicações de responsabilidade, endereço eletrônico e data de acesso.

#### EXEMPLO:

a) Banco de Dados

BIRDS from Anapá: banco de dados disponível em: <<http://www.bdt.org/bdt/avifauna/aves>>. Acesso em 25 nov. 1998

b) Arquivo em Disquete

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Biblioteca Central. *Normas.doc*. normas para apresentação de trabalhos. Curitiba, 7 mar. 1998. 5 disquetes, 3 ¼ pol. Word for Windows 7.0.

## ANEXO D – Normas ABNT – NBR 6023 – Normas para referência de documentos da Universidade Federal Rural da Amazônia ( Utilizado pela Pós-graduação em Ciências Florestais 2011).

### c) Base de Dados

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Biblioteca de Ciência e Tecnologia. Mapas. Curitiba, 1997. Bases de Dados em Microisais, versão 3.7.

### d) E-Mail

ACCOLY, F. Publicação eletrônica [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <mmendes@uol.com.br> em 26 jan.2000.

NOTA: As mensagens que circulam por intermédio do correio eletrônico devem ser referenciadas somente quando não se dispuser de nenhuma outra fonte para abordar o assunto em discussão. Mensagens trocadas por e-mail, têm caráter informal, interpessoal e efêmero e desaparecem rapidamente, não sendo recomendável seu uso como fonte científica ou técnica de pesquisa.

### e) CD-ROM

CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38., Petrolina, 1998. Anais... Petrolina: Embrapa Semi-Arido, 1998. 1CD.

## 10 REFERENCIAÇÃO DE DOCUMENTOS DISPONÍVEIS EM MEIO ELETRÔNICO

### 10.1 MONOGRAFIA EM MEIO ELETRÔNICO

Os elementos essenciais para referenciar monografias ou parte de monografias, obtidas em meio legível por computador, obedecem os mesmos padrões recomendados para os modelos apresentados em 4.1 e 4.2. Em seguida, devem-se apresentar as informações relativas à descrição física do meio ou suporte.

10.1.1 Quando se tratar de obras consultadas online, são essenciais as informações sobre o endereço eletrônico, apresentado entre os sinais < >, precedido da expressão "Disponível em:" e a data de acesso ao documento, precedida da expressão "Acesso em:".

#### EXEMPLO:

##### a) Enciclopédia

KOOGAN, A. HOUAISS, A. (Ed.). Enciclopédia e dicionário digital 98. Direção geral de André Koogan Breikman. São Paulo: Delta: Estadão, 1988. 5 CD-ROM. Produzida por Videolar multimídia.

##### b) Parte de Monografia

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Tratados e organizações ambientais em matéria de meio ambiente. In: \_\_\_\_\_, Entendendo o meio ambiente. São Paulo, 1999. v.1 Disponível em: <<http://www.bdt.org.br/sma/entendendo/annual.htm>>. Acesso em: 8 mar. 1999.

### 10.2 ARTIGO, MATÉRIA PUBLICADOS EM PERIÓDICOS, JORNAIS E OUTROS, EM MEIO ELETRÔNICO.

Devem-se mencionar os dados relativos ao material utilizado, da mesma forma recomendada em 5.1 e 5.2, acrescentando-se as informações pertinentes ao suporte eletrônico.

#### EXEMPLO:

##### a) Artigo de Revista

SILVA, M. M. L. Crimes da era digital. Net, Rio de Janeiro, nov. 1998. Seção Ponto de vista. Disponível em: <<http://www.brasilnet.com.br/contextos/brasilrevistas.htm>>. Acesso em: 28 nov. 1998

RIBEIRO, P. S. G. Adoção brasileira: uma análise sócio-jurídica. Datavenia, São Paulo, v.3, n.18, ago. 1998. Disponível em: <<http://www.datavenia.inf.br/frameating.html>>. Acesso em: 10 set. 1998.

##### b) Matéria de Jornal

SILVA, I. G. Pena de morte para o nascituro. O Estado de São Paulo, São Paulo, 19 set. 1998. Disponível em: <[http://www.providafamilia.org/pena\\_morte\\_nascituro.htm](http://www.providafamilia.org/pena_morte_nascituro.htm)> Acesso em: 19 set. 1998.

### 10.3 EVENTO EM MEIO ELETRÔNICO, NO TODO OU EM PARTE

Indicar dados essenciais conforme 8.1 e 8.2

#### EXEMPLO:

##### a) Congresso Científico

CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPe, 4., 1996, Recife. Anais eletrônicos... Recife: UFPe, 1996. Disponível em: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais.htm>> Acesso em: 21 jan. 1997.

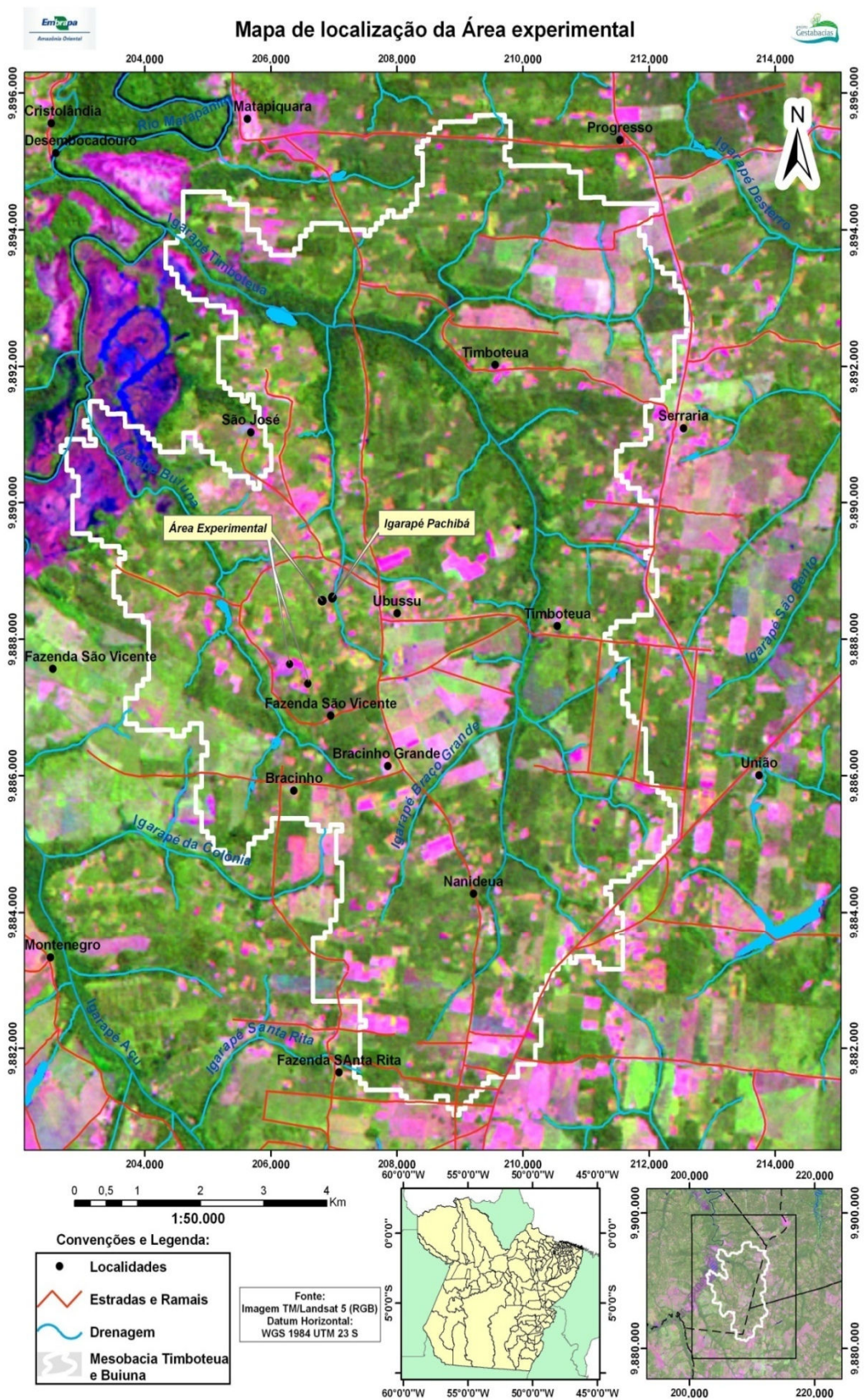
##### c) Trabalho de congresso

SILVA, R. N., OLIVEIRA, R. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPe, 4., 1996, Recife. Anais eletrônicos... Recife: UFPe, 1996. Disponível em: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais/educ/ce04.htm>> Acesso em: 21 jan. 1997.

## **APÊNDICES**



**APÊNDICE A – Mesobacia dos Igarapés contíguos Timboteua e Buiuna nordeste do Estado do Pará-Brasil.**



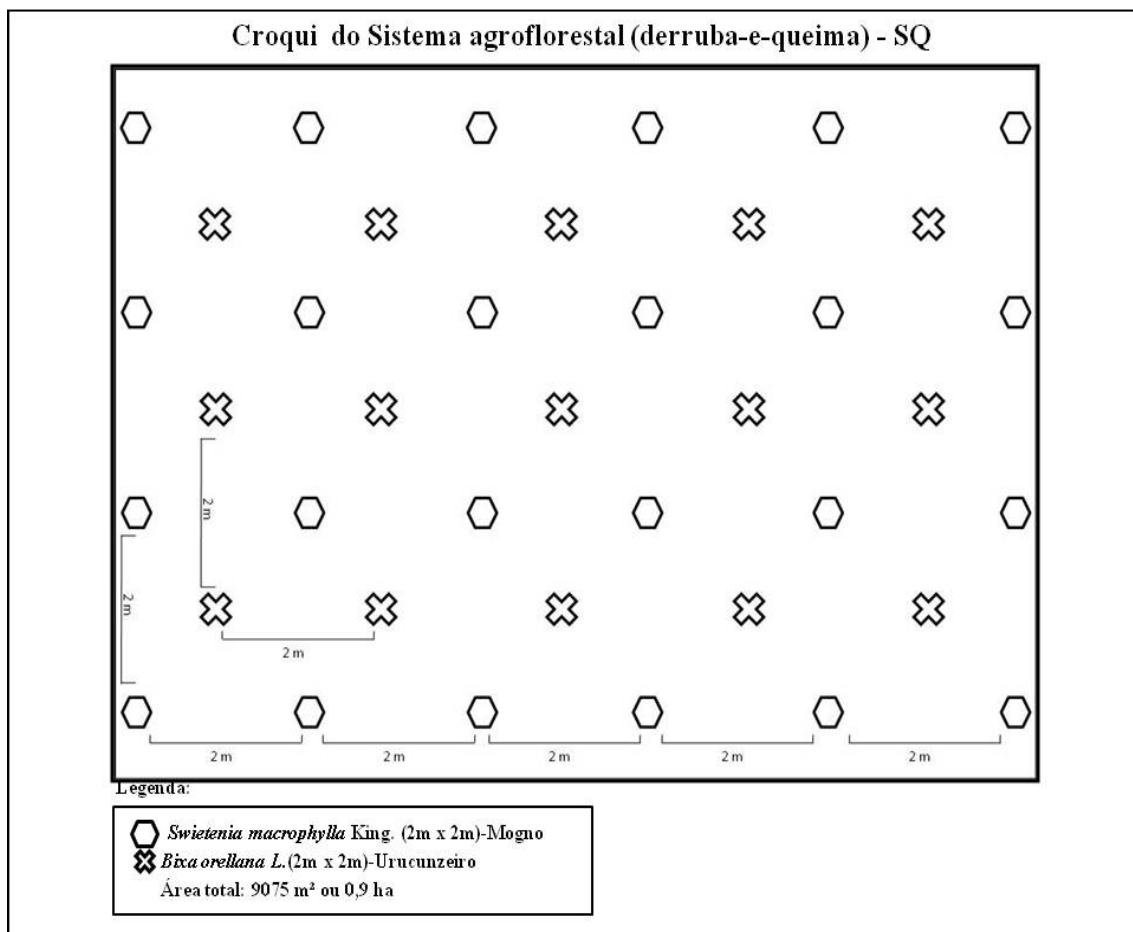


**APÊNDICE B – Estrutura para a captação da água proveniente do escoamento superficial no solo da mesobacia Timboteua e Buiuna- Marapanim-PA-Brasil.**

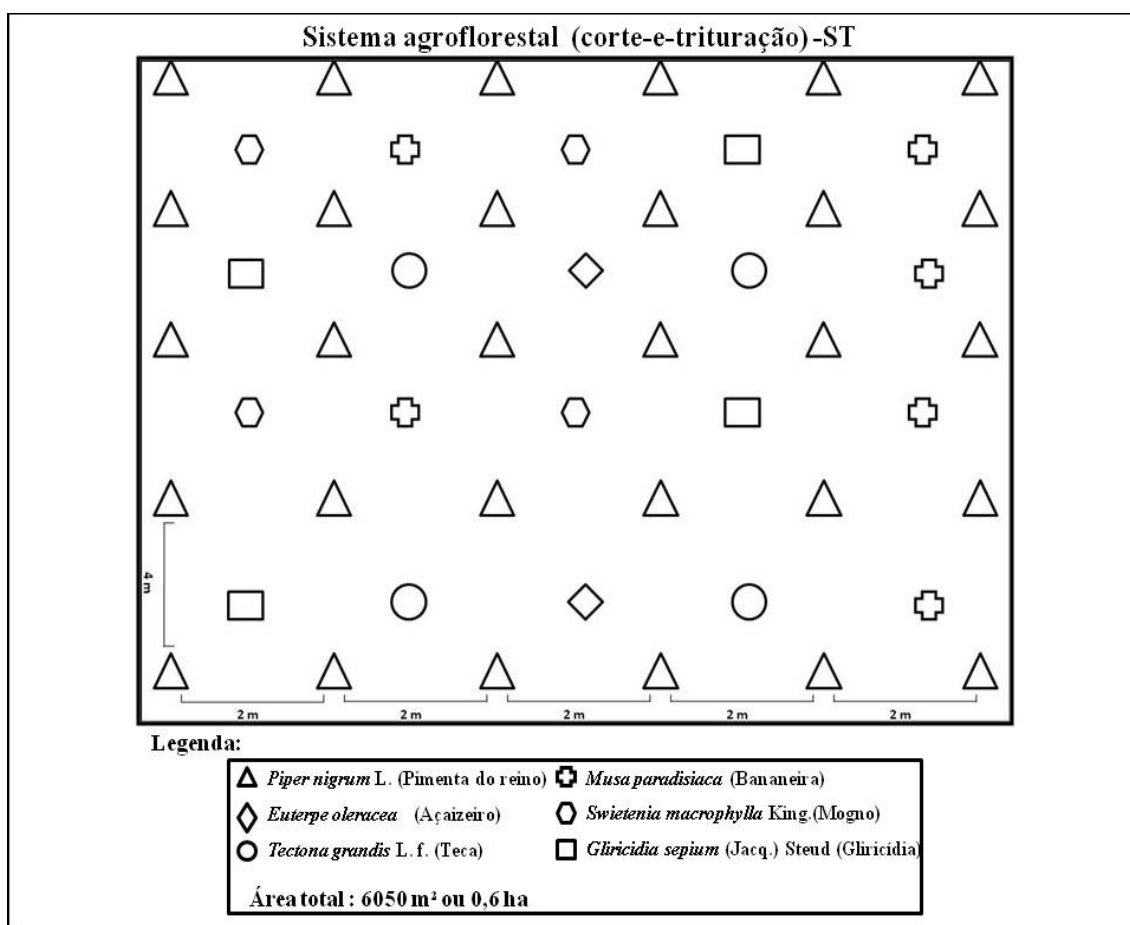




**APÊNDICE C – Dimensionamento, disposição e espaçamento das culturas de *Bixa orellana* L. (urucuzeiro) e *Swietenia macrophylla* King. (mogno) plantadas sob manejo de derruba-e-queima (SAF-SQ) localizada na comunidade São João, mesobacia dos Igarapés Timboteua e Buiuna, PA.**



**APÊNDICE D – Dimensionamento, disposição e espaçamento das culturas de *Musa paradisiaca* (bananeira), *Swietenia macrophylla* King. (mogno), *Euterpe oleracea* (açazeiro), *Piper nigrum* L. (pimenta-do-reino), *Tectona grandis* L. f. (teca), e *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (gliricídia) plantadas sob manejo de corte-e-trituração (SAF-ST) localizada na comunidade São João, mesobacia dos Igarapés Timboteua e Buiuna, PA.**



**APÊNDICE E – (a) Bomba a vácuo livre de óleo lubrificante *Gast* e kit de filtração *Sterifil Aseptic System Millipore*. (b) Processo laboratorial de filtragem das amostras de água de escoamento superficial do solo para separação da fração dissolvida. (c) Cromatógrafo de íons Dionex DX-120 com amostrador automático Dionex AS-40.**





## Escoamento superficial em latossolo sob diferentes usos da terra no nordeste paraense

Cristiane Formigosa Gadelha da Costa<sup>1</sup>, Ricardo de Oliveira Figueiredo<sup>2</sup>, Francisco de Assis Oliveira<sup>1</sup> & Izabela Penha de Oliveira Santos<sup>3</sup>

### RESUMO

Na bacia dos igarapés Timboteua e Buiuna - PA, foi avaliada a influência das mudanças nos usos da terra e no manejo do solo sobre as taxas de escoamento superficial. Para isso foram estabelecidas 18 parcelas experimentais (1m<sup>2</sup>), sendo três em cada um dos seis agroecossistemas avaliados, a saber: i) Capoeira de 20 anos (CP); ii) Sistema agroflorestal / derruba-e-queima (SQ); iii) Sistema agroflorestal / corte-e-trituração (ST); iv) Cultivo de mandioca / corte-e-trituração; v) Cultivo de mandioca / derruba-e-queima (RQ); vi) Pastagem / derruba-e-queima (PQ). Adicionalmente foram instalados na mesma localidade dois pluviômetros e três coletores de água de chuva (CH), adotados como testemunha. Em 26 datas ao longo da estação chuvosa de 2010, foram coletadas um total de 234 amostras, obtendo-se alta correlação entre volumes precipitados e escoados. A maior média e soma total de escoamento ocorreu em PQ. O uso da terra e o tipo de manejo agrícola influenciaram no volume escoado nos solos dos agroecossistemas avaliados. No entanto, não se observou relação do escoamento superficial com os atributos físicos do solo.

**Palavras-chave:** derruba-e-queima, corte-e-trituração, agroecossistemas, fluxos hídricos, Amazônia oriental

## Overland flow at Oxisol under different land use in the Northeastern of Pará state

### ABSTRACT

In the watershed of the Timboteua and Buiuna streams, Pará state, we evaluated the effect of land use change and soil management on the overland flow rates.

We established 18 experimental plots (1m<sup>2</sup>), three in each one of the six evaluated agroecosystems as follows: i) 20 years Secondary Vegetation ("Capoeira") (CP), ii) Agroforestry system / slash-and-burn (SQ), iii) Agroforestry System / chop-and-mulch (ST), iv) Cassava crop / chop-and-mulch (RT), v) Cassava crop / slash-and-burn (RQ), vi) Cattle Pasture / slash-and-burn (PQ). It was also installed nearby these plots two rain gauges and three rainwater collectors which was assumed as control. Along 2010 rainy season we collected 234 samples in 26 different dates. A strong correlation was found between precipitation and overland flow, being the highest mean and sum of volumes for PQ overland flow. Land use and soil management affected overland flow amounts at the

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Tv. Dr. Eneas Pinheiro, s/n, CEP 66077 530, Belém – PA. E-mail: cristianeformigosa@yahoo.com.br, francisco.oliveira@ufra.edu.br

<sup>2</sup> Embrapa Meio Ambiente, Rodovia SP 340 - Km 127,5, CEP 13820-000, Jaguariúna – SP. Email: ricfig@cnpmembrapa.br

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Pará – UEPA, Tv. Dr. Eneas Pinheiro, s/n, CEP 66095-100, Belem – PA. E-mail: bela\_santos04@hotmail.com

evaluated agroecosystems. However, it was not observed any relation between overland flow and the physical soils attributes.

**Key words:** slash-and-burning, chop-and-mulching, agroecosystems, water fluxes, Eastern Amazon

## INTRODUÇÃO

A água possui importantes funções ecossistêmicas, e uma vez alterada em sua quantidade e qualidade em função do tipo de uso da terra, compromete também a disponibilidade dos recursos hídricos para atendimento da demanda da sociedade. Estudos dos efeitos de alteração de ecossistemas sobre as propriedades hídricas do solo (Goco et al., 2003; Elsenbeer et al., 1992) e o ciclo hidrológico em microbacias têm demonstrado que a remoção da floresta prejudica a capacidade de infiltração e de armazenamento de água no solo na zona das raízes, além de diminuir a interceptação e a evapotranspiração. Como resultado disso, o escoamento superficial tende a aumentar, ocasionando incrementos no deflúvio e escoamento de base (Elsenbeer et al., 1999; Jipp et al., 1998).

No nordeste do estado do Pará as atividades agropecuárias têm ocupado inclusive áreas de ecossistema ripário, resultando em redução da qualidade da água em microbacias hidrográficas (Metzger, 2002; Kato et al., 2004; Lima et al., 2007; Vieira et al., 2007). Melhores

práticas de manejo do solo, associado ao uso adequado dos recursos hídricos, são essenciais para a recuperação de terras e corpos d'água que passam por alteração ambiental.

Portanto, estudos que relacionem o uso da terra com a qualidade dos recursos hídricos são necessários para o planejamento de práticas conservacionistas do solo. Dessa forma, objetivou-se nesse trabalho de pesquisa avaliar a influência das mudanças de uso da terra e do manejo do agrícola (corte-e-trituração e derruba-e-queima) sobre as perdas de água por escoamento superficial em solos da bacia de drenagem dos igarapés contíguos, Timboteua e Buiuna, localizada no nordeste paraense.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em duas propriedades de pequenos agricultores localizadas na Comunidade São João, situada a 01° 00' 41,4" S e 47° 38' 38,7" W, na bacia de drenagem dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna, contribuinte da Bacia do Rio Marapanim. A área da bacia estudada é de

aproximadamente de 8.756 ha (Figura 1), e do Estado do Pará: Marapanim e Igarapé- localiza-se em dois municípios do nordeste Açu.

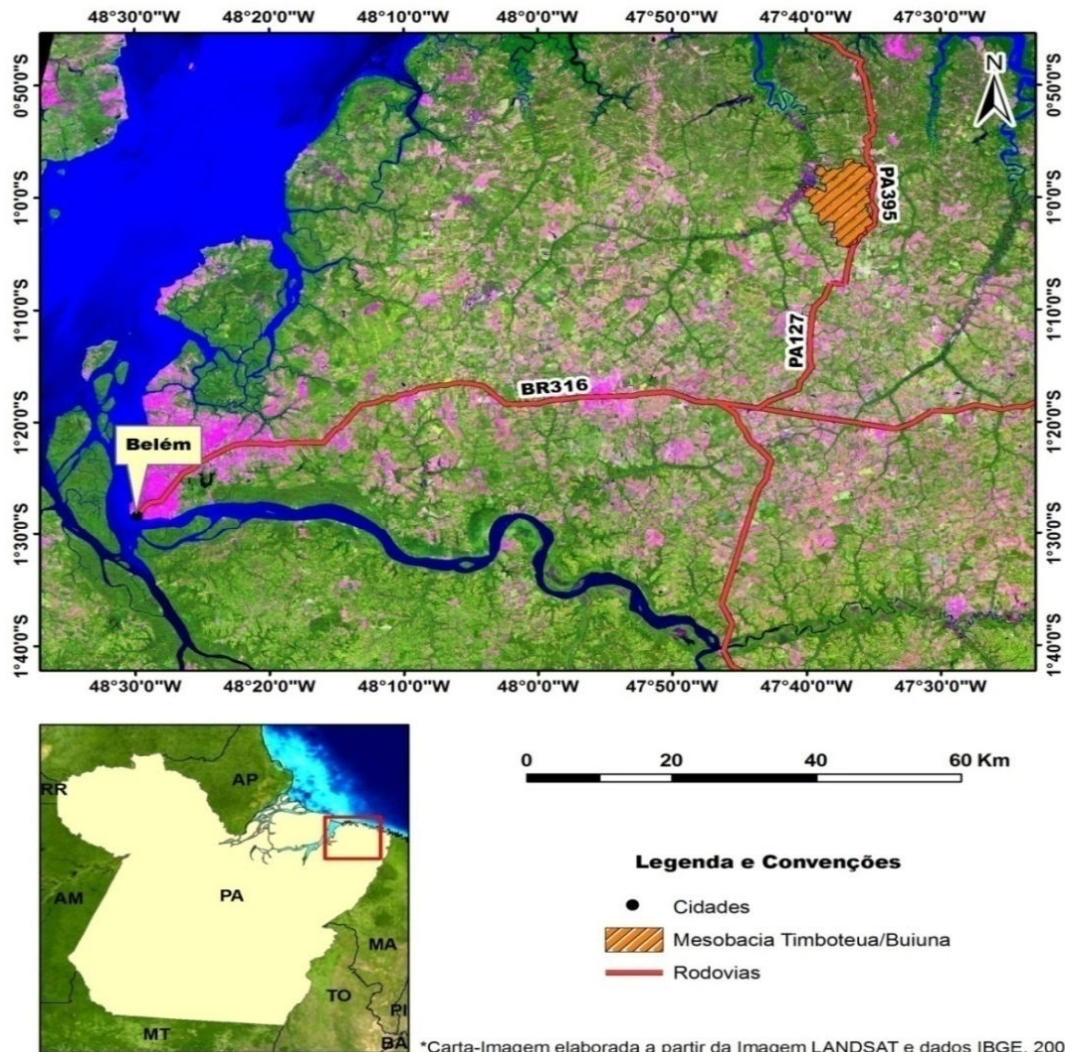


Figura 1. Bacia de drenagem dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna, onde se situa a área experimental na comunidade São João, nordeste do Estado do Pará, Marapanim (PA), Brasil

O solo da área experimental é o Latossolo Amarelo distrófico típico textura média. O clima é do tipo Am e do sub-tipo climático Am2 (Köppen) com temperatura média anual em torno de 26,5 °C. A média anual de precipitação pluviométrica está em torno de 2500-3000 mm e de umidade relativa do ar entre 80-85% (Martorano et al., 1993; Pachêco e Bastos, 2006).

O ecossistema terrestre original da região onde a bacia está inserida é do tipo Floresta Equatorial Subperenifólia e Hidrófila. Atualmente, observa-se o predomínio de ecossistemas florestais em vários estágios sucessionais, onde as terras sob uso agrícola estão em pousio.

Quanto ao uso da terra, a bacia dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna apresenta as seguintes classes e respectivas



áreas percentuais em relação à área total da bacia: floresta antropizada (605 ha ou 6,9%); ecossistema sucessional maduro - “capoeira alta” (1.803 ha ou 20,6%); ecossistema sucessional intermediário - “capoeira baixa” (3.302 ha ou 37,8%); campos aluviais (192 ha ou 2,2%); agroecossistema de pastagem não manejado - “pasto sujo” (1.358 ha ou 15,5%); agroecossistema de pastagem - “pasto limpo” (1.259 ha ou 14,4%); agroecossistemas - “cultivos agrícolas” (41 ha ou 0,47%); e formação de agroecossistemas - “solo sob preparo” (136 ha ou 1,6 %) (Oliveira et al., 2010).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos sendo uma testemunha, e três repetições. Totalizando assim, 21 parcelas experimentais. As avaliações ocorreram em duas propriedades agrícolas familiares, onde foram alocadas três parcelas experimentais para amostragem do escoamento superficial no solo em cada um de seis diferentes ecossistemas (tratamentos) sob mesmas condições biofísicas de solo e clima. A água de chuva foi amostrada utilizando-se três coletores, servindo assim como testemunha em relação à água do escoamento superficial. Adicionalmente foram instalados dois pluviômetros para registro do volume de chuva ocorridos nos períodos amostrados. Todas as parcelas

foram implantadas em áreas com declividade aproximada de 5% e representativa percentagem de cobertura do solo e vegetação de cada ecossistema.

Em 26 diferentes datas no período de janeiro a junho de 2010 (estação chuvosa) foram coletadas 234 amostras de água de chuva e de escoamento superficial. Nessas campanhas de campo foi avaliado o escoamento ocorrido ao longo de diferentes números de dias (tanto de apenas um dia de chuva como de vários dias de chuva). A razão disso decorre da necessidade de um volume mínimo de 60 mL de escoamento superficial para possibilitar as medições *in situ* e análises laboratoriais realizadas em pesquisa paralela.

Dessa forma, durante a época chuvosa do ano de 2010, o escoamento superficial foi monitorados seguintes ecossistemas: i) Capoeira de 20 anos (CP); ii) Sistema agroflorestal (SAF) com preparo de área por derruba-e-queima (SQ); iii) Sistema agroflorestal (SAF) com preparo de área por corte-e-trituração (ST); iv) Cultivo de mandioca - com preparo de área por corte-e-trituração (RT); v) Cultivo de mandioca - com preparo de área por derruba-e-queima (RQ); vi) Pastagem com preparo de área por derruba-e-queima (PQ). O histórico de uso da terra e a descrição detalhada de cada ecossistema são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Localização, dimensão, preparo de área, histórico de manejo e características dos seis diferentes ecossistemas avaliados neste estudo.

Ecossistema	Localização e Dimensão	Preparo de Área	Características e Manejo
“Capoeira”(CP) - Ecossistema de floresta sucessional	01°00'26,46”S/ 47°38'06,34”W ~ 36.300m <sup>2</sup>	Derruba-e-queima da capoeira realizada há mais de 20 anos	Área há 20 anos sob pousio agrícola.
Sistema agroflorestal [SAF] com preparo de área por derruba-e-queima (SQ)	01°00'27,25”S/ 47°38'00,17”W ~ 9.075 m <sup>2</sup>	Derruba-e-queima da capoeira realizada há 7 anos	Agrocossistema inicial de roça de mandioca, posteriormente ocorreu plantio de (Pimenta-do-reino) <i>Piper nigrum</i> L. (5 anos) e (Maracujazeiro) <i>Passiflora edulis</i> Sims. Atualmente tem-se SAF de 7 anos:- (Urucuzeiro) <i>Bixa orellana</i> /- (Mogno) <i>Swietenia macrophylla</i> . Abubações no plantio de <i>Piper nigrum</i> L.: NPK-18.18.18 (1º ano) e NPK-10.28.20 (2º ano) em todos os meses. Adubação em cova em 2004 com composto de: torta de mamona, farinha de osso, Yoorin. Capinas: 4 a cada ano.
Sistema agroflorestal [SAF] com preparo de área por corte-e-trituração (ST)	01°00'30,24”S/ 47°37'59,80”W ~ 6.050 m <sup>2</sup>	Corte-e-trituração da capoeira realizado há 5 anos	SAF de 5 anos: - (Bananeira) <i>Musa paradisiaca</i> / - (Mogno) <i>Swietenia macrophylla</i> / - (Açaizeiro) <i>Euterpe oleracea</i> / - (Pimenta-do-reino) <i>Piper nigrum</i> L. / - (Teca) <i>Tectona grandis</i> L. f. /- (Gliricídia) <i>Gliricidia sepium</i> . 4 adubações em cova (2007): composto orgânico de torta de mamona, cinzas, folhas de capim <i>Brachiaria Brizantha</i> (Braquiarão), folhas de <i>Inga edulis</i> (Ingazeiro), cama de aviário, esterco bovino, casca de (Mandioca) <i>Manihot esculenta</i> Crantz.
Cultivo de mandioca com preparo de área por derruba-e-queima (RQ)	47°38'22,8”W/ 01°01'04,81”S ~ 5.050 m <sup>2</sup>	Derruba-e-queima da capoeira realizada em janeiro/2010	Cultivo de (Mandioca) <i>Manihot esculenta</i> Crantz. Inicialmente era um ecossistema de floresta sucessional de ~ 20 anos, queimado pela primeira vez no ano de 1994 para implantação da primeira roça.
Cultivo de mandioca com preparo de área por corte-e-trituração (RT)	01°00'28,42”S/ 47°38'02,33”W ~ 6.050 m <sup>2</sup>	Corte-e-trituração da capoeira realizado em janeiro/2010	Atualmente cultivo de <i>Manihot esculenta</i> Crantz. Ano de 2009: realizado plantio de (Cacaueiro) <i>Theobroma cacao</i> L. e (Açaizeiro) <i>Euterpe oleracea</i> , adubado no momento plantio em cova com composto orgânico de torta de mamona, cinzas, folhas de capim <i>Brachiaria Brizantha</i> , folhas de <i>Inga edulis</i> , cama de aviário, esterco bovino, casca de (Mandioca) <i>Manihot esculenta</i> Crantz.
Pastagem com preparo de área por derruba-e-queima (PQ)	01°00'57,13”S/ 47°38'27,73”W ~ 6.050 m <sup>2</sup>	Derruba-e-queima da capoeira realizada há cerca de 10 anos	Pequena pastagem destinada à criação de bovinos, contendo capim do gênero <i>Brachiaria</i> , sem processo de calagem. Limpeza e roçagem: 1/ano. Suplementação animal : -Casca de (Mandioca) <i>Manihot esculenta</i> Crantz. - Sal mineral, (Purinafós, Purina, Brasil) dieta para animais de 450kg com consumo de 100g/dia. <i>Especificações nutricionais Purinafós:</i> Macronutrientes - 17 g/dia (Ca <sup>2+</sup> ), 10 g/dia (P), 10 g/dia (Na <sup>+</sup> ), 1,5 g/dia (Mg <sup>2+</sup> ) e 1 g/dia (S). Micronutrientes- 4,5 g/dia (Co), 134 mg/dia (Cu), 9 mg/dia (I), 201 mg/dia (Mn), 3 mg/dia (Se), 492 mg/dia (Zn), 48 mg/dia (Fe).

Para a avaliação do escoamento superficial foram instaladas em cada ecossistema parcelas de 1m x 1m (1m<sup>2</sup>). Cada uma das parcelas possuía três de suas laterais delimitadas por tábuas de madeira (100 x 30 cm) enterradas no solo até a profundidade de 10 cm, enquanto que na lateral receptora da água escoada foi colocada uma calha de polietileno de alta densidade (HDPE; Ø = 50 mm) medindo um metro de comprimento e conectada a uma mangueira de silicone (Ø = 20 mm)



para condução da água escoada até um recipiente de polipropileno (20 L) alocado em um pequeno buraco fora da parcela. Trata-se de método adotado por Silva et al. (2005) e Moraes et al. (2006).

Para controle do experimento e comparação de dados foram coletadas amostras de solo para cálculo de densidade. Nessa amostragem foram retiradas três amostras de solo nas profundidades de 0-0,05 m e 0,05-0,10 m em cada parcela monitorada, totalizando 54 amostras em cada profundidade. Os equipamentos utilizados foram anel volumétrico de *Kopeck*; estufa de 105 °C e balança de precisão. A densidade do solo foi determinada conforme Embrapa (1997).

Os coletores de água de chuva (CH) foram instalados na mesma localidade, a 01°00'25,61" S e 47°38'03,31" W, em área aberta, ou seja, local sem interceptação da precipitação. Cada coletor constituiu-se de um funil de polipropileno ( $\varnothing = 103,2$  mm) instalado a 1,5 m acima do solo, com sua abertura superior recoberta com tela de nylon ( $\varnothing$  malha = 0,5 mm), e conectado por uma mangueira de silicone inerte ( $\varnothing = 20$  mm) até um recipiente de polipropileno (5 L). Para o registro do volume precipitado dois pluviômetros foram instalados segundo a padronização da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica e o INMET

– Instituto Nacional de Meteorologia (DNAEE, 1970).

Os dados foram analisados quanto à natureza da distribuição (paramétrica ou não-paramétrica) a partir de teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk, e de homogeneidade através do teste de variância de Levene. Após esta análise preliminar dos resultados foi feita a análise descritiva, análise de correlação de Spearman ( $p < 0,05$ ; 0,01) e teste de significância de Tukey ( $p < 0,05$ ) e Kruskal-wallis ( $p < 0,05$ ). Para as análises estatísticas, elaboração de gráficos e gerenciamento do banco de dados foram utilizados os programas computacionais SPSS e MS Excel.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do período estudado (Jan-Jun/2010) o total precipitado na área experimental foi 1.276,80 mm (Figura 2). O maior índice pluviométrico mensal ocorreu em junho (324,6 mm), seguido de março (306,4 mm).

O total médio precipitado nos seis primeiros meses do ano em 1995-2010 foi de 1.963,1 mm. Dessa forma, os valores observados das precipitações nos seis primeiros meses de 2010, que se referem ao período do presente estudo, foram atípicos (Cordeiro et al., 2010).

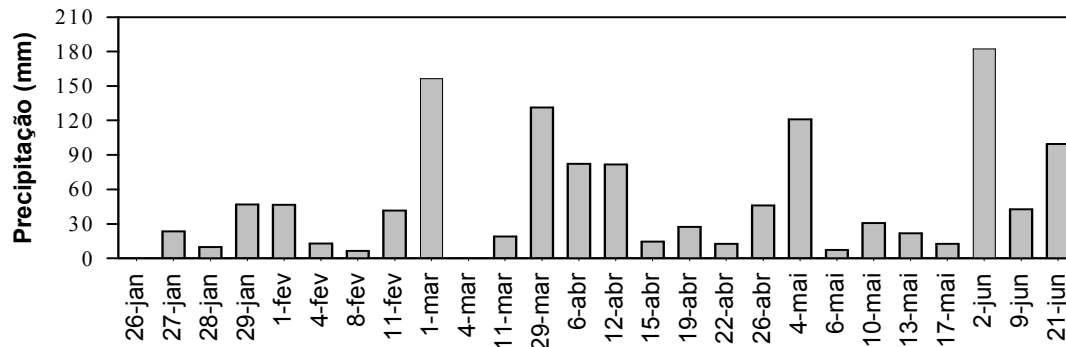


Figura 2. Precipitação pluviométrica acumulada (mm) nas datas de coleta de amostras de escoamento superficial (janeiro a junho de 2010) na área experimental, Comunidade de São João, Marapanim, PA

De fato, de acordo com os boletins de análises e previsões climáticas da Rede Estadual de Previsão Climática e Hidrometeorológica do Pará - RPCH (2010a, 2010b, 2010c, 2010d, 2010e) nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho, ocorreu irregularidade na distribuição sazonal das chuvas, com pontos isolados de padrão acima ou abaixo do normal.

Nos registros da RPCH observa-se que no primeiro trimestre, predominaram áreas com precipitação abaixo do normal no setor oeste, Calha Norte, região do Marajó e nordeste paraense, influenciadas pela alteração na circulação produzida, essencialmente, pelo fenômeno El Niño. Porém, no mês de março houve enfraquecimento das anomalias positivas (águas mais quentes que o normal) de TSM (Temperatura da Superfície do Mar) no Pacífico equatorial, caracterizando o

declínio do fenômeno El Niño (RPCH, 2010a, 2010b). Isto pode explicar os valores mais elevados de precipitação acumulada observados em março na área experimental.

Dessa maneira, a precipitação abaixo do normal afetou a amostragem do escoamento superficial, pois não foi possível fazer coletas diárias devido à baixa ocorrência de eventos de chuva intensa, como é típico na região ao longo da estação chuvosa.

Os dados de escoamento superficial apresentaram forte assimetria segundo o coeficiente de Pearson, ou seja, muita diferença entre os valores das medidas de posição, média e mediana. Tais valores comprovam a não normalidade e a variância não homogênea dos dados de escoamento nas parcelas nos diferentes agroecossistemas (Tabela 2).

Tabela 2. Estatística descritiva para os valores de lâmina de escoamento superficial (mm) nas parcelas dos diferentes agroecossistemas avaliados ao longo do período de 26-jan a 21-jun de 2010

Tratamentos/ Ecosistemas	Média	Mediana	Erro padrão	Soma	Assimetria	Curtose	Mínimo	Máximo
Capoeira(CP)	0,306	0,216 ba	0,073	5,82	1,680	2,021	0,021	1,094
Agroecossistema de Pastagem(PQ)	1,933	0,681 b	0,592	34,79	1,529	1,844	0,022	8,689
Cultivo de mandioca/ derruba-e- queima- Agroecossistema de Roça (RQ)	0,178	0,105 ba	0,042	2,85	1,350	0,766	0,032	0,568
Cultivo de mandioca/a/ corte- e-trituração- Agroecossistema de Roça(RT)	0,365	0,280 b	0,098	4,38	2,186	5,420	0,074	1,297
SAF- derruba-e- queima (SQ)	0,065	0,040 a	0,020	0,71	1,623	1,611	0,017	0,210
SAF- corte-e- trituração (ST)	0,693	0,347 b	0,186	15,25	2,055	3,878	0,041	3,325

\*Medidas estatísticas de posição e dispersão.

\*Dados não normais, foram desconsiderados os valores de variância e desvio padrão e considerados os valores de erro padrão.

\*Medianas seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis. ( $p < 0,05$ ).

Observou-se diferença significativa do escoamento superficial nas parcelas entre pelo menos um dos diferentes ecossistemas avaliados, segundo o teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ). Ocorrendo, maior média de 1,933 mm em PQ e o valor mínimo de 0,065 mm em SQ. As maiores somas totais de volume escoado nas parcelas ocorreram nos ecossistemas PQ (34,79 mm) e ST (15,25 mm) (Tabela 2). O SAF (SQ) foi diferente estatisticamente do agroecossistema de Pastagem (PQ), do agroecossistema de Roça (RT) e do SAF (ST) (Tabela 2). Dessa forma, infere-se pelos resultados que houve influência das características dos diferentes ecossistemas sobre o volume escoado (Figura 3).

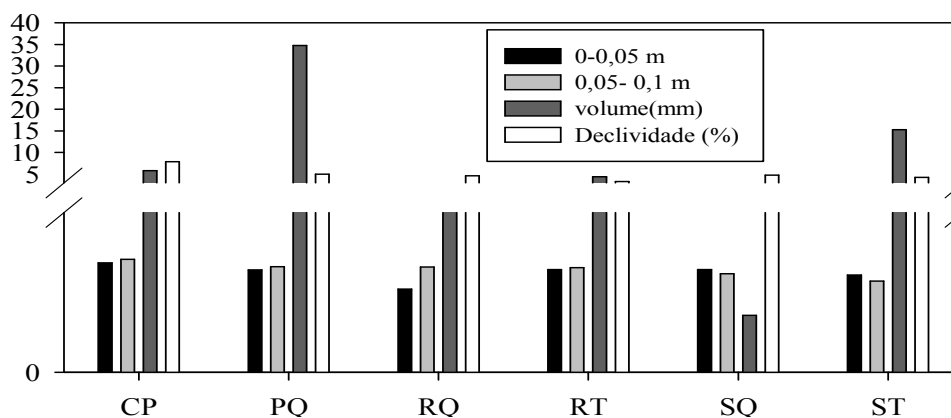


Figura 3. Médias de densidade do solo ( $Mg\ m^{-3}$ ) em duas profundidades (0-0,05 m; 0,05-0,10 m), volume total escoado (mm) nos ecossistemas em 26 eventos de coleta e declividade (%)

Ocorreu diferença estatística para os valores de densidade do solo em um dos tratamentos ( $p < 0,05$ ) - RQ (Tabela 3). A densidade do solo depende do peso, da forma e distribuição do tamanho e arranjo das partículas, valores acima de  $1,6 \text{Mg m}^{-3}$

são prejudiciais ao crescimento das raízes das plantas. O manejo inadequado aumenta a suscetibilidade do solo ao escoamento superficial e, concomitantemente, a erosão hídrica (Canillas & Salokhe, 2002).

Tabela 3. Densidade do solo ( $\text{Mg m}^{-3}$ ) e declividade (%) nos diferentes ecossistemas

Ecossistemas	Densidade do solo		Declividade (%) ( <sup>2</sup> )
	0-0,05 m( <sup>1</sup> )	0,05-0,10 m( <sup>1</sup> )	
(CP) Capoeira	1,37 <i>b</i>	1,41	7,9
(PQ) Agroecossistema de Pastagem	1,28 <i>b</i>	1,32	5,0
(RQ) Cultivo de mandioca/ derruba-e-queima-Agroecossistema de Roça	1,04 <i>a</i>	1,32	4,6
(RT) Cultivo de mandioca/ corte-e-trituração- Agroecossistema de Roça	1,28 <i>b</i>	1,31	3,3
(SQ)SAF derruba-e-queima	1,29 <i>b</i>	1,23	4,8
(ST)SAF corte-e-trituração	1,22 <i>ba</i>	1,14	4,3
Desvio padrão		0,193	0,196
Erro padrão		0,026	0,026

(<sup>1</sup>) Medida estatística de posição, média. N=9;

(<sup>2</sup>)Declividade média =5%

\* O perfil 0,05-0,10 m teve dados não normais, com isso, foram considerados os valores de erro padrão ao invés do desvio padrão. N=54;

\*No perfil 0-0,05 m médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey para amostras independentes CV = 13,04 % ( $p < 0,05$ ).

Relacionando os valores de volume escoado nas parcelas e densidade do solo, verificou-se que no agroecossistema de Roça (RQ), onde ocorreu a menor densidade no perfil de 0-0,05 m ( $1,04 \text{Mg m}^{-3}$ ), encontrou-se baixo volume total escoado (2,85 mm). Tal ocorrência pode ser explicada por uma maior infiltração de água no solo nesse agroecossistema e, conseqüentemente, menor escoamento superficial.

Apesar de não se explicar a relação entre atributos físico-hídricos do solo somente por uma única variável, neste

caso, é notável a correlação positiva dessas variáveis ( $\rho = 0,257$ ). O agroecossistema Roça (derruba-e-queima) por muitos anos foi submetido a manejo não mecanizado e com queima da vegetação (Tabela 1). De acordo com Souza et al. (2004) solos sem mecanização apresentam melhores condições de qualidade e menores alterações nos atributos físicos do solo, pois oferece uma melhor quantidade, continuidade espacial e tamanho dos poros, que são alguns dos fatores responsáveis pela infiltração de água no solo.

Não obstante, os ecossistemas de Pastagem (PQ), Roça (RT) e SAF (SQ) mesmo apresentando valores muito próximos de densidade mostraram uma grande variação no volume total escoado. Tais valores foram confirmados pelo teste estatístico (Tabela 2).

A Pastagem representa 29,9% da área total da bacia avaliada. Segundo a relação da porcentagem da área total da bacia com a área dos ecossistemas avaliados, ocorreu no agroecossistema de Pastagem 54,53% do total de lâmina de escoamento superficial. Pinheiro et al. (2009), determinando a capacidade de infiltração da água em solos de diferentes usos e práticas de manejo, encontraram resultados semelhantes e concluíram as raízes das gramíneas dificultam o movimento vertical da água na camada superficial do solo, reduzindo a capacidade de infiltração.

O agroecossistema (PQ), por sua vez, apresentava micro relevo (trilhas), solo desprotegido e um manejo bem precário, com visível degradação. Tais fatos podem ter favorecido o maior escoamento superficial. O volume de água escoado superficialmente em um sistema de pastagem é potencialmente maior devido à baixa capacidade de infiltração do solo que é determinada diretamente pela pressão do pastoreio (Alegra & Lara, 1991; Greenwood & McKenzie, 2001). A menor taxa de infiltração no solo degradado e sem

técnicas para sua recuperação se deve ao processo de degradação da estrutura do solo, aliado à ausência de cobertura morta no solo (Alves et al., 2007).

As parcelas foram alocadas em áreas de declividade parecida, sendo um pouco maior na Capoeira (CP) por não ter sido encontrado na área declividade menor (Tabela 3). Porém, tal diferença não afetou a coleta dos dados, pois mesmo com uma declividade maior, o que teoricamente poderia induzir a uma maior coleta, a Capoeira (CP) apresentou um valor baixo de soma total (5,82 mm) (Tabela 2). Ou seja, o escoamento superficial é afetado por diversos fatores agroclimáticos e biofísicos da paisagem. No caso do ecossistema (CP) é visível a influência direta da interceptação do dossel florestal.

O percentual de cobertura morta no solo pode ter influenciado no escoamento de água nas parcelas, porque nos ecossistemas em que a quantidade de cobertura morta do solo era visivelmente maior, como na Capoeira (CP), Roça (RT) e SAF (SQ), o volume escoado foi menor. Cardoso et al. (2004) também encontrou a mesma relação.

Dessa forma, o SAF (SQ) com preparo de área realizado há sete anos apresentava visivelmente mais cobertura morta no solo do que o SAF (ST). Isso pode ter direcionado os valores inferiores de volume escoado no SAF (SQ),

provavelmente por causa de uma possível maior infiltração. Alves et al. (2007), estudando densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um latossolo vermelho distrófico em recuperação, encontrou valores altos de infiltração em área com cobertura morta no solo. Segundo esse autor, isso deve ter ocorrido por causa da influência que a matéria orgânica exerce sobre as propriedades físicas do solo.

O valor de soma total de lâmina escoada do SAF (ST), o qual foi submetido a corte-e-trituração há 5 anos, representa 23,9% em relação área total da bacia.

Infere-se que esse valor pode ter ocorrido pelo fato dessa área apresentar uma disposição de árvores visivelmente mais aberta e um menor conteúdo de cobertura morta no solo, facilitando o fluxo de água diferentemente do SAF (SQ), diferença esta confirmada pelo teste estatístico (Tabela 2). Segundo McDowell et al. (2001), a capacidade de infiltração da água da chuva seria menor, quanto menor fosse o percentual de cobertura morta no solo. Quanto maior a percentagem de material orgânico no solo, a rugosidade da superfície do solo e a evapotranspiração da cultura, maiores são as taxas de infiltração de água no solo quando ocorrer uma chuva e, conseqüentemente, menores são as perdas por escoamento superficial.

Santos et al. (2007), em uma análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semi-árido da Paraíba, encontraram maiores valores de lâmina escoada e, conseqüentemente, a maior relação com a precipitação média anual, 35,2% e 38,0% em parcelas desmatadas. No mesmo estudo foi testada uma parcela com vegetação rasteira e cobertura morta, e posteriormente, a retirada dessa vegetação, que provocou um aumento gradual do escoamento superficial. Tal fato confirma o importante papel que a vegetação e a cobertura morta podem desempenhar no controle das perdas de água por escoamento superficial, principalmente, quando considerada a irregularidade temporal e espacial das chuvas.

Vários autores comprovaram a eficácia da cobertura morta no solo na redução do efeito da erosão hídrica provocado pelo escoamento superficial (Bertol, 1994; Hernani et al., 1997; Beutler et al., 2003).

Ocorreu interrelação entre os valores de volume precipitado e volume escoado, demonstrando associação e interdependência dessas variáveis com coeficiente de correlação positivo ( $\rho=0,815$ ) e significativo ao nível de 1%(Figura 4).

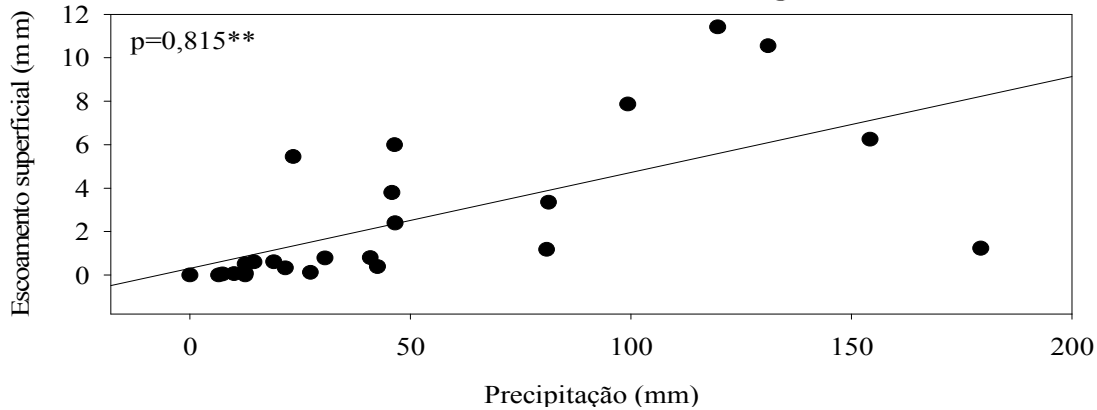


Figura 4. Correlação da precipitação pluviométrica acumulada e média da lâmina total de escoamento superficial (N=26)

Na Figura 5 pode ser visualizado que o volume de escoamento variou bastante entre os agroecossistemas estudados, possivelmente devido à influência das

características biofísicas da paisagem e do manejo de cada ecossistema. Como já relatado acima, o escoamento superficial não pode ser explicado somente pela influência de uma única variável.

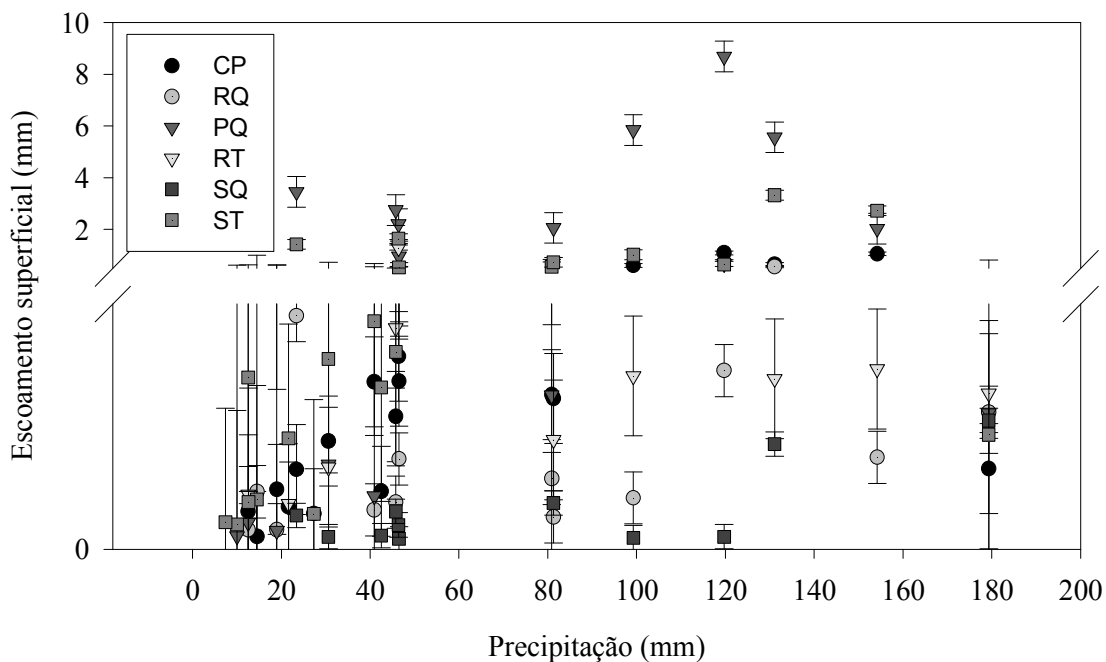


Figura 5. Precipitação pluviométrica acumulada e lâmina de escoamento nos diferentes ecossistemas (média e erro padrão; N=26)

Os principais fatores que contribuem para o aumento do escoamento superficial são os agroclimáticos e fisiográficos como: quantidade, intensidade, duração e distribuição da precipitação, interceptação

da cobertura vegetal, demanda atmosférica, impermeabilização do solo, deflorestamento, movimentos de terra, ocupação inadequada do solo e declividade. Alencar et al.(2006)

afirmaram que o estudo do escoamento superficial está relacionado ao conhecimento dos fatores que potencializam as relações hídricas de uma bacia hidrográfica.

O escoamento superficial dentro das parcelas avaliadas decresceu dos agroecossistemas de menor para os sistemas de maior percentagem de material orgânico. Portanto, confirma-se que as características de uso e manejo do solo influenciaram nos volumes escoados nas parcelas (Figura 5). Moraes et al. (2006) analisando o escoamento superficial no solo de uma área de floresta e pastagem em parcelas de 4 m<sup>2</sup>, na Amazônia oriental, concluíram que o escoamento superficial teve resposta diferente nos dois sistemas, pois a precipitação com intensidade média estimada na floresta raramente ultrapassou a capacidade de infiltração, diferentemente do agroecossistema de pastagem. Nesse, cerca de 75 % da taxa de precipitação com intensidade média ultrapassou a capacidade de infiltração próximo à superfície, provocando no pasto um maior escoamento superficial.

As lâminas escoadas nas parcelas foram relativamente baixas, sugerindo boa taxa de infiltração e baixa ou quase desprezível contribuição do escoamento superficial para formação de enxurrada, que junto com o escoamento de base

compõe os rios e reservatórios. Wickel et al. (2007), estudando a geração de enxurrada em duas bacias de cabeceira na região leste da Amazônia, Brasil, verificaram que a taxa de precipitação máxima observada durante o período de estudo de 52,3 mm h<sup>-1</sup> nunca ultrapassou as taxas de infiltração final, em qualquer um dos pontos avaliados. Este resultado foi semelhante a resultados encontrados em outros estudos feitos em latossolos amarelos na Amazônia central. Semelhantemente, Vacca et al. (2000) avaliando parcelas de escoamento superficial e erosão do solo em três áreas sob diferentes usos do solo na Sardenha (Itália) também encontraram taxas de escoamento consideradas baixas.

## CONCLUSÃO

1. O uso da terra e os diferentes tipos de manejo (corte-e-trituração e derruba-e-queima) influenciaram a variação da lâmina de escoamento superficial nos ecossistemas avaliados na bacia dos igarapés Timboteua e Buiuna no nordeste paraense.
2. Observou-se alguma influência das características biofísicas da paisagem dos diferentes ecossistemas nos volumes escoados (por exemplo: influência da matéria orgânica do solo sobre a lâmina de escoamento), no entanto, não se pode explicar a relação entre atributos físico-



hídricos do solo somente por uma única variável, pois o escoamento superficial é afetado por diversos fatores agroclimáticos e outros biofísicos, por exemplo, a densidade dos solos.

### LITERATURA CITADA

Alves, M. C. et al. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um latossolo vermelho distrófico em recuperação. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v.31, p.617-625, 2007.

Alegre, J. C.; Lara, P. D. Efecto de los animales en pastoreo sobre las propiedades físicas de suelos de la región tropical húmeda de Peru. *Pasturas Tropicales*, v.13, p.18-23, 1991.

Alencar, D. B. S.; Silva, C. L.; Oliveira, C. A. S. Influência da precipitação no escoamento superficial em uma microbacia hidrográfica do Distrito Federal. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.26, p.103-112, 2006.

Bertol, I. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico distrófico sob diferentes preparos do solo e rotação de culturas. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.18, p.267-271, 1994.

Beutler, J. F.; Bertol, I.; Veiga, M.; L.; Wildner, P. Perdas de solo e água num latossolo vermelho aluminoférrico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo sob chuva natural. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 27, p.509-517, 2003.

Cardoso, D. P.; Silva, M. L. N.; Curi, N.; Sáfiadi, T.; Fonseca, S.; Ferreira, M. M.; Martins, S. G.; Marques, J.J.G.S.M. Erosão hídrica avaliada pela alteração na

superfície do solo em sistemas florestais. *Scientia Forestalis*, v.66, p.25-37, 2004.

Canillas, E. C.; Salokhe, V. M. A decision support system for compaction assessment in agricultural soils. *Soil Tillage Research*, Amsterdam, v.65, p.221-230, 2002.

Cogo, N.P.; Levien, R.; Schwarz, R.A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.27, p.743-753, 2003.

Cordeiro, A. H. F.; Pachêco, N. A.; Santiago, A. V. Climatologia da Precipitação no Município de Igarapé-Açu, PA. Período: 1995-2009. In: Congresso brasileiro de meteorologia, 16, 2010, Belém. Anais... Belém: SBMET, 2010. CD Rom.

DNAEE. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. Normas e Recomendações Hidrológicas. Anexo I – Pluviometria. Brasília: DNAEE, 1970. 94p.

Elsenbeer, H.; Cassel, K.; Castro, J. Spatial Analysis of Soil Hydraulic Conductivity in a Tropical Rain Forest Catchment. *Water Resources Research*, v.28, p.3201-3214, 1992.

Elsenbeer, H.; Newton, B. E.; Dunne, T.; Moraes, J. M. Soil hydraulic conductivities of latosols under forest, pasture and teak in Rondônia, Brazil. *Hydrological Processes*, v.13, p.1417-1422, 1999.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.

Greenwood, K. L.; Mckenzie, B. M. Grazing effects on soil physical properties and the consequences for pastures: a review. *Australian Journal of*

- Experimental Agriculture, v.41, p.1231-1250, 2001.
- Hernani, L. C.; Salton, J. C.; Fabrício, A. C.; Dedecek, R.; Alves Jr., M. Perdas por erosão e rendimentos de soja e trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo de Dourados (MS). Revista Brasileira de Ciências do Solo, v.21; p.667-676, 1997.
- Jipp, P. H.; Nepstad, D. C.; Cassel, D. K.; Carvalho, C. R. Deep soil moisture storage and transpiration in forests and pastures of seasonally-dry Amazonia. Climatic Change, v.39, p.395-412, 1998.
- Kato, O. R.; Kato, M. D. S.; Sá, T. de A.; Figueiredo, R. O. Plantio direto na capoeira. Ciência e Ambiente, v.29, p.99-111, 2004.
- Lima, L. M.; Souza, E. L.; Figueiredo, R. O. Retenção do dimetoato e sua relação com pH e teores de argila e matéria orgânica nos sedimentos da zona não saturada de uma microbacia no nordeste paraense. Acta Amazonica, v.37, p.187-194, 2007.
- Martorano, L.G.; Pereira, L.C.; César, E.G.M.; Pereira, I.C.B. Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (*Köppen*) e deficiência hídrica (*Thorntwhite, Mather*). Belém-PA: SUDAM/EMBRAPA-SNLCS, 1993. 55p.
- Mcdowell, R. W.; Sharpley, A.N.; Condron, L.M.; Haygarth, P.M.; Brookes, P.C. Processes controlling soil phosphorus release to runoff and implications for agricultural management. Nutrient Cycling in Agroecosystems, v.59, p.269-284, 2001.
- Metzger, J. P. Landscape dynamics and equilibrium in areas of slash-and-burn agriculture with short and long fallow period (Bragantina region, NE Brazilian Amazon). Landscape Ecology, v.17, p.419-431, 2002.
- Moraes, J. M.; Schuler, A. E.; Dunne, T.; Figueiredo, R. O.; Victoria, R. L. Water storage and runoff processes in plinthic soils under forest and pasture in Eastern Amazonia. Hydrological Processes, v.20, p.2509-2526, 2006.
- Oliveira, R.R.S; Watrin, O.S.; Sampaio, S.M.N.; Pimentel, G.M. "Análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra nas microbacias hidrográficas dos igarapés timboteua e peripindeua, nordeste paraense". In Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA, 14, 2010 Belém-PA,. Anais...Belém: Embrapa-CPATU, 2010. CD Rom.
- Pachêco, N. A.; Bastos, T. X. Boletim Agrometeorológico 2004 Igarapé- Açú, PA. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 216). Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 28 p.
- Pinheiro, A.; Teixeira, L. P.; Kaufmann, V. Capacidade de infiltração de água em solos sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola. Revista Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 4, p.188-199, 2009.
- RPCH. Rede Estadual de Previsão Climática e Hidrometeorológica do Pará. Boletim de Análise e Previsão Climática (Fevereiro), Belém, v.4, n.38, 2010a.
- RPCH. Rede Estadual de Previsão Climática e Hidrometeorológica do Pará. Boletim de Análise e Previsão Climática (Abril), Belém, v.4, n.40, 2010b.
- RPCH. Rede Estadual de Previsão Climática e Hidrometeorológica do Pará. Boletim de Análise e Previsão Climática (Maio), Belém, v. 4, n. 41, 2010c.
- RPCH. Rede Estadual de Previsão Climática e Hidrometeorológica do Pará.

Boletim de Análise e Previsão Climática (Junho), Belém, v.4, n.42, 2010d. Hydrological Processes, v.22, p.3285-3293, 2007.

RPCH. Rede Estadual de Previsão Climática e Hidrometeorológica do Pará. Boletim de Análise e Previsão Climática (Julho), Belém, v.4, n.43, 2010e.

Santos, C. A. G.; Silva, R. M.; Srinivasan, V. S. Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semi-árido da Paraíba. Revista Okara: Geografia em debate, v.1, p.1-152, 2007.

Silva, M.G.M.; Figueiredo, R.O.; COSTA, F.F.; Pachêco JUNIOR, A. de C.; Lima, L.M.; Cunha, E. da S.; Kato, O.R. Transferência de nutrientes e carbono por escoamento superficial para igarapés em áreas agrícolas sob diferentes sistemas de preparo de área para plantio (corte-e-queima e corte-e-trituração) no nordeste paraense. In: Congresso de estudantes e bolsistas do experimento LBA, 2, 2005, Manaus-AM. Anais... Manaus-AM: LBA, 2005. CD Rom.

Souza, Z.M.; Leite, J. A.; Beutler, A. N. Comportamento de atributos físicos de um Latossolo Amarelo sob agroecossistemas do Amazonas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.24, p.654-662, 2004.

Vacca, A.; Loddo, S.; Ollesch, G.; Puddu, R.; Serra, G.; Tomasi, D.; Aru, A. Measurement of runoff and soil erosion in three areas under different land use in Sardinia (Italy). Catena, England, v.40, p.69-92, 2000.

Vieira, I. C. G.; Toledo, P. M.; Almeida, A. Análise das modificações da paisagem da Região Bragantina, no Pará. Integrando diferentes escalas de tempo. Ciência e Cultura, v.59, p.27-30, 2007.

Wickel, A.J.; Giesen, N. C.; Sá, T. de A. Stormflow generation in two headwater catchments in eastern Amazonia, Brazil.



## **ANEXOS**



## **ANEXO A – Normas e instruções para submissão de trabalhos na Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental – REVISTA AGRIAMBI.**

### REVISTA AGRIAMBI - INSTRUÇÕES AOS AUTORES

As normas da Revista Agriambi, apresentadas a seguir, estão sujeitas a modificações ao longo do tempo; desta forma, sugerimos aos autores consultá-las no momento de submissão de seus artigos. Os artigos submetidos não devem ter sido enviados a outro periódico e serão encaminhados para avaliação apenas quando estiverem integralmente dentro das normas da Revista. Para elucidar mais ainda os autores quanto às normas da Revista, lhes é fornecido o MODELO DE ARTIGO.

Os autores deverão solicitar, à especialista, a correção ortográfica de Português, Inglês e/ou Espanhol de seus artigos, antes de submetê-los ou devolvê-los à Revista, em qualquer etapa de tramitação. Artigos com problemas de ortografia serão prejudicados na avaliação. Artigos que abordem pesquisa com experimento, possuindo um número de parcelas experimentais inferior a 20 e/ou um número de repetições dos tratamentos inferior a três não serão aceitos.

#### Línguas e áreas de estudo

Os artigos científicos submetidos à Revista AGRIAMBI devem ser inéditos, podendo ser elaborados em Português, Inglês ou Espanhol e devem ser produto de pesquisa nas áreas de Manejo de Solo, Água e Planta, Engenharia de Irrigação e Drenagem, Meteorologia e Climatologia Agrícola, Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, Gestão e Controle Ambiental (esta área contempla apenas artigos que descrevam pesquisas sobre a gestão e o controle ambiental no contexto da agropecuária), Construções Rurais e Ambiência, Automação e Instrumentação, Máquinas Agrícolas e, finalmente, Energia na Agricultura. A Revista não publica trabalhos de cunho puramente técnico e/ou de extensão. Enfatiza-se, ainda, que aqueles trabalhos que descrevem simplesmente o desenvolvimento de softwares/planilhas eletrônicas, não serão aceitos para publicação.

#### Composição sequencial do artigo

a) Título: engloba, com no máximo 15 palavras, o conteúdo e o objetivo do trabalho, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções. Apenas a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula; entretanto, quando o título tiver um subtítulo, ou seja, com dois pontos (:), a primeira letra da primeira palavra do subtítulo (ao lado direito dos dois pontos) deve ser maiúscula. O título não deverá ter as palavras efeito, avaliação, influência nem estudo.

b) Nome(s) do(s) autor(es):

- O arquivo do artigo enviado no ato da submissão não deverá conter o(s) nome(s) do(s) autor(es) nem a identificação de sua(s) instituição(ões), porque este arquivo será disponibilizado para os consultores no sistema; entretanto, o nome(s) do(s) autor(es) será(ão) informado(s) ao sistema pelo autor correspondente quando da submissão. Antes de o autor correspondente iniciar o processo de submissão, todos os autores já deverão estar cadastrados no sistema. Torna-se necessário que o autor correspondente inclua seu nome como autor, definindo, assim, sua posição em relação aos demais autores.

- O artigo deverá ter, no máximo, seis autores.

- Em relação ao que consta na primeira versão do artigo submetida à Revista, não serão permitidas alterações posteriores na sequência nem nos nomes dos autores.

c) Resumo: no máximo com 15 linhas e não ter abreviaturas.

d) Palavras-chave: no mínimo três e no máximo cinco, não constantes no Título, separadas por vírgula e com todas as letras minúsculas.

e) Título em inglês: terá a mesma normatização do título em Português.

f) Abstract: no máximo com 15 linhas, devendo ser tradução fiel do Resumo. A casa decimal dos números deve ser indicada por ponto ao invés de vírgula.

g) Key words: terá a mesma normatização das palavras-chave e deverá ser uma tradução fiel das palavras-chave.

h) Introdução: destacar a relevância da pesquisa, inclusive através de revisão de literatura, em no máximo 2 páginas. Não devem existir, na Introdução, equações, tabelas, figuras nem texto teórico básico sobre determinado assunto mas, sim, referentes a resultados de pesquisa. O último parágrafo deve apresentar o objetivo da pesquisa.

i) Material e Métodos: deve conter informações imprescindíveis que possibilitem a repetição da pesquisa, por outros pesquisadores.

j) Resultados e Discussão: os resultados obtidos devem ser discutidos e interpretados à luz da literatura. Não apresentar os mesmos resultados em tabelas e figuras.

k) Conclusões: devem ser numeradas e escritas de forma sucinta, isto é, sem comentários nem explicações adicionais, baseando-se apenas nos resultados apresentados. Não devem possuir abreviaturas.

l) Agradecimentos (facultativo)

m) Literatura Citada:

- O artigo submetido deve ter no mínimo 70% de citações de periódicos, sendo 40% dos últimos oito anos.
- Não serão aceitas citações bibliográficas do tipo apud ou citado por, ou seja, as citações deverão ser apenas das referências originais.

• Citações de artigos no prelo, comunicação pessoal, folder, apostila, monografia, trabalho de conclusão de curso de graduação, relatório técnico e trabalhos em congressos, não são aceitos na elaboração dos artigos. Os trabalhos em congressos serão aceitos apenas quando inexistirem publicações em periódicos sobre o tema em questão.

• Em determinada contextualização, citação de mais de uma referência bibliográfica deve, primeiro, atender a ordem cronológica e, depois, a ordem alfabética dos autores; já em citação de mais de uma referência bibliográfica dos mesmos autores, não se deve repetir seu nome; entretanto, os anos de publicação devem ser separados por vírgula.

• O artigo deverá ter, no mínimo, 15 citações bibliográficas.

Para os artigos escritos em Inglês, título, resumo e palavras-chave deverão, também, constar em Português e, para os artigos em Espanhol, em Inglês vindo, em ambos os casos, primeiro no idioma principal.

Os artigos subdivididos em partes I, II etc, devem ser submetidos juntos, pois serão encaminhados aos mesmos consultores.

A contribuição na forma de Revisão de Literatura deverá ter a seguinte composição sequencial: título, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key words, Introdução, Itens sobre temas da revisão, Conclusões, Literatura Citada.

Edição do texto

a) Processador: Word for Windows

b) Texto: fonte Times New Roman, tamanho 12. Não deverão existir no texto palavras em negrito nem em itálico, exceto para o título, itens e subitens, que deverão ser em negrito, e os nomes científicos de espécies vegetais e animais, que deverão ser em itálico. Em equações, tabelas e figuras não deverão existir itálico nem negrito. As equações deverão ser escritas no aplicativo MS Equation. Evitar parágrafos muito longos devendo, preferencialmente, ter no máximo 60 palavras.

c) Espaçamento: duplo entre o título, nome(s) do(s) autor(es), resumo e abstract; simples entre item e subitem e no texto, espaço 1,5.

d) Parágrafo: 0,5 cm.

e) Página: Papel A4, orientação retrato, margens superior e inferior de 2,54 cm e esquerda e direita de 3,00 cm, no máximo de 20 páginas, incluindo-se tabelas e figuras. As páginas e as linhas deverão ser numeradas; a numeração das linhas deverá ser contínua, isto é, dando continuidade de uma página para outra.

f) Todos os itens em letras maiúsculas, em negrito e centralizados, exceto Resumo, Abstract, Palavras-chave e Key words, que deverão ser alinhados à esquerda e apenas a primeira letra maiúscula. Os subitens deverão ser alinhados à esquerda, em negrito e somente a primeira letra maiúscula.

g) As grandezas devem ser expressas no SI (Sistema Internacional) e a terminologia científica deve seguir as convenções internacionais de cada área em questão.

h) Tabelas e Figuras (gráficos, mapas, imagens, fotografias, desenhos)

- As tabelas e figuras devem ser autoexplicativas e apresentarem largura de 9 ou 18 cm, com texto em fonte Times New Roman, tamanho 9, e ser inseridas logo abaixo do parágrafo no qual foram citadas a primeira vez. Exemplos de citações no texto: Figura 1; Tabela 1. Tabelas e figuras que possuem praticamente o mesmo título deverão ser agrupadas em uma única tabela ou figura criando-se, no entanto, um indicador de diferenciação. A letra indicadora de cada subfigura em uma figura agrupada deve ser maiúscula e com um ponto (exemplo: A.), posicionada ao lado esquerdo superior da figura. As figuras agrupadas devem ser citadas no texto, da seguinte forma: Figura 1A; Figura 1B; Figura 1C. As tabelas e figuras com 18 cm de largura ultrapassarão as margens esquerda e direita de 3 cm, sem nenhum problema.

- As tabelas não devem ter tracejado vertical e o mínimo de tracejado horizontal. Nas colunas os valores numéricos deverão ser alinhados pelo último algarismo. Exemplo do título, o qual deve ficar acima da tabela: Tabela 1. Estações do INMET selecionadas (sem ponto no final). Em tabelas que apresentam a comparação de médias, segundo análise estatística, deverá haver um espaço entre o valor numérico (média) e a letra. As unidades deverão estar entre parêntesis.

- As figuras não devem ter bordadura e suas curvas (no caso de gráficos) deverão ter espessura de 0,5 pt, podendo ser coloridas mas possuindo, sempre, marcadores de legenda diversos, porque legendas baseadas apenas em cores quando xerocadas desaparecerão. Exemplo do título, o qual deve ficar abaixo da figura: Figura 1. Perda acumulada de solo em função do tempo de aplicação da chuva simulada (sem ponto no final). Para não se tornar redundante, as figuras não devem ter dados constantes em tabelas. Se o título e a numeração dos eixos x e/ou y forem iguais em figuras agrupadas, deixar só um título centralizado e a numeração em apenas um eixo. Gráficos, diagramas (curvas em geral) devem vir em imagem vetorial. Quando se tratar de figuras bitmap (mapa de bit), a resolução mínima deve ser de 300 bpi. Os autores deverão primar pela qualidade de resolução das figuras, tendo em vista a boa compreensão sobre elas. As unidades nos eixos das figuras devem estar entre parêntesis mas sem ser separadas do título por vírgula.

Exemplos de citações no texto

- a) Quando a citação possuir apenas um autor: Zonta (2010) ou (Zonta, 2010).
  - b) Quando a citação possuir dois autores: Mielniczuk & Tornquist (2010) ou (Mielniczuk & Tornquist, 2010).
  - c) Quando a citação possuir mais de dois autores: Pezzopane et al. (2010) ou (Pezzopane et al., 2010).
- Quando a autoria do trabalho for uma instituição/empresa, a citação deverá ser de sua sigla, em letras maiúsculas.  
Exemplo: EMBRAPA (2010).

Lista da Literatura Citada

As bibliografias citadas no texto deverão ser dispostas na lista em ordem alfabética, pelo último sobrenome do primeiro autor e em ordem cronológica crescente e conter os nomes de todos os autores. A seguir, são apresentados exemplos de formatação:

a) Livros

Paz, V. P. S.; Oliveira, A.; Perreira, F. A.; Gheyi, H. R. Manejo e sustentabilidade da irrigação em regiões áridas e semiáridas. 1.ed. Cruz das Armas: UFRB, 2009. 344p.

b) Capítulo de livros

Antuniassi, U. R.; Baio, F. H. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: Vargas, L.; Roman, E. S. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. Cap.5, p.173-212.

c) Revistas

Silva, V. G. de F.; Andrade, A. P. de; Fernandes, P. D.; Silva, I. de F. da; Azevedo, C. A. V.; Araujo, J. S. Productive characteristics and water use efficiency in cotton plants under different irrigation strategies. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, p.451-457, 2010.

d) Dissertações e teses

Paixão, F. J. R. da. Doses de nitrogênio e conteúdo de água do solo no cultivo da mamoneira, variedade BRS Energia. Campina Grande: UFCG, 2010. 76p. Tese Doutorado

e) Trabalhos apresentados em congressos (Anais, Resumos, Proceedings, Disquetes, CD Roms)

Centeno, C. R. M.; Azevedo, C. A. V.; Santos, D. B. dos; Lira, V. M. de; Lima, V. L. A. de. Coeficiente de cultivo da mamona BRS energia irrigada com diferentes níveis de água salina. In: Congresso Latino-Americano e do Caribe de Engenharia Agrícola, 9, e Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 39, 2010, Vitória. Anais... Jaboticabal: SBEA, 2010. CD Rom.

No caso de CD Rom o título da publicação continuará sendo Anais, Resumos ou Proceedings mas o número de páginas será substituído pelas palavras CD Rom. Para as revistas disponibilizadas na internet não colocar nenhuma informação de endereço da página, conforme o exemplo acima (item c).

Outras informações sobre normatização de artigos

- a) Não colocar ponto no final das palavras-chave, key words e títulos de tabelas e figuras.
- b) Na descrição dos parâmetros e variáveis de uma equação deverá haver um traço separando o símbolo de sua descrição. A numeração de uma equação deverá estar entre parêntesis e alinhada à direita: exemplo: (1). As equações deverão ser citadas no texto, conforme os seguintes exemplos: Eq. 1; Eqs. 3 e 4.
- c) Todas as letras de uma sigla devem ser maiúsculas; já o nome por extenso de uma instituição deve ter maiúsculo apenas a primeira letra de cada palavra.
- d) Nos exemplos seguintes de citações no texto de valores numéricos, o formato correto é o que se encontra no lado direito da igualdade:  
  
10 horas = 10 h; 32 minutos = 32 min; 5 litros = 5 L; 45 mililitros = 45 mL;  $l/s = L s^{-1}$ ;  $27^{\circ}C = 27^{\circ}C$ ;  $0,14 m^3/min/m = 0,14 m^3 min^{-1} m^{-1}$ ; 100 g de peso/ave = 100 g de peso por ave; 2 toneladas = 2 t; 2 mm/dia = 2 mm d<sup>-1</sup>;  $2 \times 3 = 2 \times 3$  (deve ser separado);  $45,2 - 61,5 = 45,2-61,5$  (deve ser junto).
  
- A % é a única unidade que deve estar junto ao número (45%). Quando no texto existirem valores numéricos seguidos, que possuem a mesma unidade, colocar a unidade somente no último valor. Exemplos: 20 m e 40 m = 20 e 40 m; 56,1%, 82,5% e 90,2% = 56,1, 82,5 e 90,2%.
- e) Quando pertinente, deixar os valores numéricos no texto, tabelas e figuras com no máximo duas casas decimais.
- f) Os títulos das bibliografias listadas devem ter apenas a primeira letra da primeira palavra maiúscula, com exceção de nomes próprios. O título de eventos deverá ter apenas a 1ª letra de cada palavra maiúscula.

Etapas de submissão on-line dos artigos

A submissão dos artigos se dará apenas on-line, em quatro etapas descritas a seguir:

1ª ETAPA DA SUBMISSÃO: VERIFICAÇÃO DAS NORMAS DA REVISTA

Para agilizar o processo de avaliação do artigo será solicitado ao autor correspondente verificar no ato da submissão do artigo, o atendimento integral das normas da Revista de vez que o artigo submetido será encaminhado para avaliação apenas quando estiver integralmente dentro das normas da Revista.

2ª ETAPA DA SUBMISSÃO: INCLUSÃO DE METADADOS (INDEXAÇÃO)

Nesta etapa deverão ser fornecidas as seguintes informações: área em que se enquadra o artigo; idioma do artigo; nome dos autores; Título; Resumo; Palavras-chave; Title; Abstract; Key words e informar os dados para emissão da fatura referente ao pagamento da taxa de submissão, caso deseje recebê-la.

Antes da submissão do artigo cada autor deverá cadastrar-se no sistema, fornecendo as seguintes informações: nome abreviado, instituição, função, telefone, formação acadêmica, maior titulação, áreas de atuação, informar se tem interesse em avaliar artigos da Revista Agriambi, endereço completo, dados de acesso ao sistema (login, email e senha). Na submissão de futuros artigos autores já cadastrados não precisarão se cadastrar novamente. Caso seja necessário, os autores poderão atualizar seus dados cadastrais no sistema a qualquer momento.

3ª ETAPA DA SUBMISSÃO: TRANSFERÊNCIA DO MANUSCRITO

Nesta etapa será feita a transferência do arquivo do artigo submetido, o qual não deverá ter os nomes dos autores nem seus endereços institucionais e eletrônicos; entretanto, quando da devolução da 3ª versão do artigo, o autor correspondente deverá inserir estas informações.

4ª ETAPA DA SUBMISSÃO: TRANSFERÊNCIA DE DOCUMENTOS SUPLEMENTARES

Nesta etapa da submissão dois tipos de arquivos devem ser transferidos: o primeiro é um arquivo que diz respeito à concordância dos autores sobre a submissão do artigo e o segundo é referente ao comprovante escaneado de pagamento da taxa de submissão.

Existem duas opções para o arquivo da concordância dos autores sobre a submissão do artigo, podendo uma ser a declaração de concordância no modelo fornecido pela Revista Agriambi (clique aqui para obter o modelo) e a outra um arquivo do Word, no qual o autor correspondente cola todos os emails dos outros autores sobre a concordância da submissão do artigo; para gerar esse arquivo, o autor correspondente deverá encaminhar a cada autor, email com o texto a seguir:

-----  
Prezado Nome do Autor

Sobre a submissão de nosso artigo solicito-lhe inserir, por gentileza, seu nome no texto abaixo e responder a este email.

Atenciosamente  
Rosiane L. S. de Lima  
Autora Correspondente

\*\*\*\*\*

Eu, ....., concordo com o conteúdo e a sequência dos nomes dos autores do artigo intitulado "Teores e redistribuição de nutrientes em folhas de pinhão-mansão", dos autores: Rosiane L. S. de Lima, Liv. S. Severino, Jairo O. Cazetta, Carlos. A. V. de Azevedo, Valdinei Sofiatti & Nair H. C. Arriel, a ser submetido à Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, tendo como autor correspondente o Sr....., que ficará responsável por sua tramitação e correção. Informo, ainda, que o referido artigo trata-se de um trabalho original, em que seu conteúdo não foi ou não está sendo considerado para publicação em outra Revista, quer seja no formato impresso e/ou eletrônico.

Atenciosamente  
Nome do autor

-----  
Em cada email recebido dos autores, o autor correspondente deverá marcar toda a mensagem (incluindo assunto, data, de e para) copiando-a; em seguida, ela deve ser colada em um único arquivo do Word, o qual deverá ser transmitido no ato da submissão do artigo.

Ao final do processo de submissão, os autores serão informados por email sobre o número de recebimento da submissão. Na falta do envio de qualquer arquivo requerido, a submissão será posteriormente excluída do sistema. Em seguida, os autores serão informados por email sobre o número de protocolo do artigo; a partir daí, eles poderão acompanhar o processo de análise do artigo, através do link Situação de Artigos da página principal da Revista. Para qualquer informação sobre o andamento do artigo solicitada à Secretaria da Revista, os autores deverão fornecer o número de seu



protocolo. Qualquer arquivo, seja da submissão e/ou da correção do artigo, deverá ser enviado à Revista exclusivamente através do sistema online, ou seja, não é permitido o envio pelo email.

Procedimentos para análise de artigos

a) Inicialmente, apenas aqueles artigos que estiverem totalmente de acordo com as normas da Revista serão encaminhados para avaliação; os casos contrários serão devolvidos aos autores para reformulação. Assim sendo, para agilizar o processo de avaliação dos artigos, os autores deverão consultar atentamente as normas da Revista e o MODELO DE ARTIGO fornecido na página da Revista, antes da elaboração e submissão de seus artigos.

b) Os artigos que atenderem integralmente às normas da Revista serão submetidos à préseleção e aqueles que não se enquadrarem na política de publicação da Revista ou, ainda, que não tragam contribuição científica relevante, serão recusados pela Equipe Editorial, com o auxílio de parecer de Consultor Ad hoc.

c) Com o auxílio dos pareceres e sugestões de Consultores Ad hoc sobre a primeira versão do artigo, a Equipe Editorial poderá recusá-lo ou solicitar ao(s) autor(es) uma segunda versão, que será novamente avaliada, tanto pelos Consultores Ad hoc como pela Equipe Editorial. Em sua segunda versão o artigo poderá ser recusado, aprovado e/ou devolvido ao(s) autor(es) para uma terceira versão.

d) Salienta-se que, independente dos pareceres dos Consultores Ad hoc, cabe à Equipe Editorial, em qualquer etapa de análise (préseleção e seleção - 1a, 2a e 3a versões), a decisão final sobre a aprovação do artigo e o direito de sugerir ou solicitar modificações no texto, julgadas necessárias.

Torna-se oportuno esclarecer aos autores que o parecer de um consultor serve apenas para auxiliar a Equipe Editorial, sendo, portanto, a decisão final exclusivamente dela; como também poderão existir 3 ou 4 pareceres, no entanto, a Equipe Editorial poderá aceitar apenas um para fundamentar sua decisão; este procedimento tem a finalidade de contribuir para a excelência na qualidade da Revista Agriambi, almejada por todos os autores que nela publicam.

e) O(s) autor(es) poderá(ao) encaminhar à Equipe Editorial pedido de reconsideração sobre parecer de artigo não aceito, no prazo máximo de 30 dias corridos, a contar da data de recebimento do parecer.

f) A princípio, as sugestões dos Consultores Ad hoc e da Equipe Editorial ao texto dos artigos, deverão ser incorporadas pelo(s) autor(es); entretanto, o(s) mesmo(s) tem(êm) o direito de não acatá-las, mediante justificativa expressa, que será analisada pelo(s) Consultor(es) e pela Equipe Editorial.

g) No caso de aprovação do artigo, antes de sua diagramação, se necessário, serão solicitadas, ao autor correspondente, informações complementares; posteriormente, o artigo lhe é enviado na forma de documento pdf, para revisão final, o qual comunicará, à Equipe Editorial, eventuais correções e alterações.

h) Após publicação quaisquer erros encontrados por parte de autores ou leitores, quando comunicados à Equipe Editorial, serão corrigidos através de errata no próximo número da Revista.

Outras Informações

a) Os assuntos, dados e conceitos emitidos nesta Revista, são de exclusiva responsabilidade dos autores. A eventual citação de produtos e marcas comerciais não significa recomendação de utilização por parte da Revista. A reprodução dos artigos publicados é permitida, desde que seja citada a fonte.

b) Os autores terão o prazo máximo de vinte dias corridos para devolução dos artigos corrigidos, a partir da data de recebimento do email solicitando as correções; o não cumprimento deste prazo resultará automaticamente no cancelamento do artigo.

c) O valor da taxa de submissão do artigo é de R\$120,00 (cento e vinte reais), devendo ser depositado na conta do Banco do Brasil, agência 1591-1, C/C 1192-4. No ato da submissão o autor correspondente deverá transmitir o arquivo do comprovante escaneado de pagamento da taxa de submissão. O artigo não será protocolado sem a transferência do requerido arquivo.

d) O pagamento da taxa de submissão não garante a aceitação do artigo para publicação na Revista e, em caso de sua não aceitação, a referida taxa não será devolvida.

e) Além da taxa de submissão do artigo será cobrada uma taxa de publicação que corresponderá a R\$15,00 (quinze reais) por página do arquivo do Word referente à 3ª versão do artigo. O prazo para o pagamento da taxa de publicação será de 10 dias corridos a contar do envio do email de cobrança da referida taxa. Em caso da não efetivação do pagamento no referido prazo, o artigo será substituído por outro no processo de diagramação.

f) Endereço para contato

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental  
Av. Aprígio Veloso 882, Bodocongó, Bloco CM, 1º andar  
Caixa Postal 10078, CEP 58429-140, Campina Grande, PB

Fonefax: 83 2101 1056, email: carlosagriambi@agriambi.com.br

## **Hidrogeoquímica do escoamento superficial no solo em áreas de agricultura familiar na Amazônia oriental**

Cristiane Formigosa Gadelha da Costa<sup>(1)</sup>, Ricardo de Oliveira Figueiredo<sup>(2)</sup>, Francisco de Assis Oliveira<sup>(1)</sup> e Izabela Penha de Oliveira Santos<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Tv. Dr. Eneas Pinheiro, s/n, CEP 66077 530, Belém – PA. E-mail: cristianeformigosa@yahoo.com.br, francisco.oliveira@ufra.edu.br <sup>(2)</sup> Embrapa Meio Ambiente, Rodovia SP 340 - Km 127,5, CEP 13820-000, Jaguariúna – SP. Email: ricfig@cnpma.embrapa.br <sup>(3)</sup> Universidade Estadual do Pará – UEPA, Tv. Dr. Eneas Pinheiro, s/n, CEP 66095-100, Belem – PA. E-mail: bela\_santos04@hotmail.com

\*

Artigo submetido à Revista Agropecuária Brasileira sujeito a alterações.

Resumo – No solo da bacia hidrográfica dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna, no nordeste paraense foram caracterizadas no material dissolvido transportado pelo escoamento superficial as seguintes variáveis hidrogeoquímicas: condutividade elétrica (CE); pH; cloreto (Cl<sup>-</sup>); nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>); fosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>); e sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). Para amostragem do escoamento superficial, em seis ecossistemas alocaram-se três parcelas experimentais (1m<sup>2</sup>) sob mesmas condições biofísicas, totalizando dezoito parcelas. Em local vizinho às áreas avaliadas foram instalados três coletores de água de chuva e dois pluviômetros. De janeiro a junho de 2010 foram coletadas 234 amostras água de chuva e de escoamento superficial. A avaliação realizada do escoamento superficial no solo, sob diferentes manejos (corte-e-trituração e derruba-e-queima) nos diferentes ecossistemas presentes na agricultura familiar desta bacia, permitiu identificar algumas características distintas na hidrogeoquímica do escoamento superficial. Enquanto as concentrações observadas de Cl<sup>-</sup> e SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> no escoamento superficial foram influenciadas pelas variações pluviométricas, a elevação das concentrações de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> esteve mais relacionada ao manejo dos ecossistemas: o primeiro respondendo à presença de espécies fixadoras de nitrogênio e o segundo às queimadas. Em síntese: este estudo foi eficiente para caracterizar a hidrogeoquímica do escoamento superficial e sua relação com ecossistemas alterados pela agricultura familiar amazônica.

Termos para indexação: ecossistemas, manejo, uso da terra, recursos hídricos.

## **Hydrogeochemistry of the overland in soil of flow at small holder farming in northeastern Pará**

Abstract – In the watershed of the Timboteua and Buiuna streams, northeast of Pará state, it was characterized the overland flow dissolved material by some hydrogeochemical variables: electrical conductivity (EC), pH, chloride (Cl<sup>-</sup>), nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), phosphate (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), and sulfate (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). In two small holder properties three overland flow experimental plots (1m<sup>2</sup>) were placed in each of the six evaluated ecosystems under similar biophysical conditions, totaling 18 plots. It was also installed three rainwater collectors and two rain gauges in a nearby area. From January to June/2010, 234 rainwater and overland flow samples were collected. The evaluation of the measured variables promote the hydrogeochemical characterization of the overland flow at soil under chop-and-mulch and slash-and-burn practices in the different ecosystems found in the familiar agriculture of this watershed, in which it was identified some distinct hydrogeochemical characteristics of the overland flow. While Cl<sup>-</sup> and SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> overland flow concentrations were affect by the rainfall variation, the increase of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> concentrations were more related to the ecosystem management, with the first element responding to the presence of nitrogen-fixing species and the second responding to the burning practices. In summary: This study was efficient to characterize the hydrogeochemical of the overland flow and its relation to the altered ecosystems by Amazonian family farming.

Index terms: ecosystems, management, land use change, water resources.

## **Introdução**

O escoamento superficial, uma das etapas do ciclo hidrológico associada à erosão hídrica, gera desequilíbrio ao ecossistema e eventualmente altera os ciclos biogeoquímicos. Na Amazônia existem poucos estudos de avaliação e monitoramento das condições hidrogeoquímicas das águas de escoamento superficial em solos sob diferentes situações de uso e manejo. Tais estudos podem subsidiar estratégias que se fazem necessárias para a conservação e recuperação de recursos naturais diante de alterações antropogênicas da paisagem rural (Mertens et al., 2002; Vieira et al., 2007), tais como as que ocorrem no nordeste paraense, localizado no chamado "arco do desmatamento".

A substituição de ecossistemas naturais por agroecossistemas, como pastagens, por exemplo, ocasionam alterações nos fluxos hídricos afetando a qualidade dos ambientes aquáticos (Godsey et al., 2004). Assim as transformações de origem antrópica modificam os ciclos biogeoquímicos em uma bacia hidrográfica e os respectivos processos que apresentam claras conexões entre ambientes terrestres e aquáticos (Biggs et al., 2002, 2004; Krusche et al., 2005).

Os impactos do transporte de solutos na água do escoamento superficial pode ter efeito direto e imediato na deterioração da qualidade de água nos mananciais hídricos das bacias.

Alterações na entrada de nutrientes e sedimentos por escoamento superficial em cursos d'água podem modificar o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e a qualidade dos recursos hídricos. Dessa forma, a hidrogeoquímica do escoamento superficial precisa ser avaliada e compreendida quando atividades agropecuárias são realizadas, assim como se torna necessária à adoção de medidas adequadas no manejo das propriedades rurais para a conservação desse recurso natural (Oliveira et al., 2005).

Visando o entendimento da interrelação das mudanças ocorridas nos usos da terra e as alterações já observadas na qualidade dos recursos hídricos da Amazônia, objetivou-se caracterizar a hidrogeoquímica do escoamento superficial no solo sob manejo de corte-e-trituração e derruba-e-queima em áreas de agricultura familiar na bacia de drenagem dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna, localizada no nordeste paraense.

## **Material e Métodos**

O experimento foi instalado em duas propriedades pequenos agricultores localizadas na Comunidade São João (01° 00' 41,4" S e 47° 38' 38,7" W), na mesobacia (≈8.756 ha) dos igarapés contíguos Timboteua e Buiuna (afluentes do rio Marapanim), de janeiro a junho de 2010. A mesobacia localiza-se em dois municípios do nordeste do Estado do Pará: região sul de Marapanim e região norte de Igarapé-Açu. O termo "mesobacia" aqui adotado foi proposto por Richey et al. (1997),

e se aplica a bacias amazônicas com áreas de 1.000 ha a 1.000.000 ha.

A unidade geológica dominante na região em estudo é o Grupo Barreira (Rossetti, 2006). O solo dominante da área experimental é o Latossolo Amarelo distrófico típico textura média (Wickel, 2004; IBGE, 2007). O clima é predominantemente do tipo Am e do subtipo climático Am2 (Köppen) com temperatura média anual em torno de 26,5 °C. A média anual de precipitação pluviométrica está em torno de 2500-3000 mm e de umidade relativa do ar entre 80-85% (Pachêco e Bastos, 2006).

Por meio de classificação do uso da terra (Satélite Landsat, sensor TM, RGB-345, 2008) na mesobacia dos igarapés Timboteua e Buiuna observam-se as seguintes classes com suas respectivas áreas e percentuais de área em relação à área total dessa mesobacia: floresta antropizada (605 ha ou 6,9%); ecossistema sucessional maduro – “capoeira alta” (1.803 ha ou 20,6%); ecossistema sucessional intermediário – “capoeira baixa” (3.302 ha ou 37,8%); campos aluviais (192 ha ou 2,2%); agroecossistema de pastagem não manejado – “pasto sujo” (1.358 ha ou 15,5%); agroecossistema de pastagem – “pasto limpo” (1.259 ha ou 14,4%); agroecossistemas – “cultivos agrícolas” (41 ha ou 0,47%); e formação de agroecossistemas – “solo sob preparo” (136 ha ou 1,6 %).

Foram avaliados seis diferentes ecossistemas, onde foram alocados em cada um três parcelas experimentais para

amostragem do escoamento superficial. Todas as parcelas foram implantadas em áreas com declividade aproximada de 5%. Adicionalmente foram instalados três coletores de água de chuva e dois pluviômetros (DNAEE, 1970) em uma das propriedades, em local sem interceptação da precipitação.

Cada uma das parcelas para amostragem do escoamento superficial foi instalada no sentido da declividade com área de 1 m<sup>2</sup>. Três de suas laterais foram delimitadas por tábuas de madeira (100 x 30 cm) enterradas no solo até a profundidade de 10 cm, enquanto que na lateral receptora da água escoada foi colocada uma calha de polietileno de alta densidade (HDPE; Ø = 50 mm) medindo 1 m de comprimento e conectada a uma mangueira de silicone (Ø = 20 mm) para condução da água escoada até um recipiente de polipropileno (20 L) alocado logo abaixo da parcela em um pequeno buraco. Esse mesmo método foi adotado por Moraes et al. (2006).

Os coletores de chuva constituíram-se de um funil de polipropileno (Ø = 103,2 mm) instalado a 1,5 m acima do solo, com sua abertura superior recoberta com tela de nylon (Ø malha = 0,5 mm), e conectado por mangueira de silicone inerte (Ø = 20 mm) até um recipiente de polipropileno (5 L). Em cada um desses recipientes foi adicionado cerca de 25 mg do preservante Thymol (C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>O). Para assegurar a integridade das amostras, todas as calhas, mangueiras, funis e coletores foram higienizados, sempre que ocorriam coletas de

amostras, por meio do enxágue com água ultra-pura deionizada.

Os ecossistemas monitorados neste estudo foram: i) “Capoeira” de 20 anos (CP); ii) Sistema agroflorestal com preparo de área por derruba-e-queima (SQ); iii) Sistema agroflorestal com preparo de área por corte-e-trituração (ST); iv) Agroecossistema de Roça

com preparo de área por derruba-e-queima (RQ); v) Agroecossistema de Roça com preparo de área por corte-e-trituração (RT); vi) Agroecossistema de Pastagem com preparo de área por derruba-e-queima (PQ). Na Tabela 1 pode ser visualizado o histórico de uso da terra e descrição detalhada de cada um desses ecossistemas.

**Tabela 1.** Localização, dimensão, preparo de área, histórico de manejo e características dos seis diferentes ecossistemas avaliados neste estudo.

Ecossistema	Características	
“Capoeira”(CP) - Ecossistema de floresta sucessional $\approx 36.300m^2$ (47°38'06,34"W/ 01°00'26,46"S)	Manejo: Derruba-e-queima da capoeira Área de 20 anos de idade sob pouso.	
Sistema agroflorestal [SAF] (SQ) $\approx 9.075 m^2$ (47°38'00,17"W/ 01°00'27,25"S)	Manejo: Derruba-e-queima da capoeira realizada há 7 anos. Ecossistema de Roça inicial, posteriormente ocorreu plantio de (Pimenta-do-reino) <i>Piper nigrum</i> L. (5 anos) e (Maracujazeiro) <i>Passiflora edulis</i> Sims. (2004) implantação do SAF de 7 anos:- (Urucuzeiro) <i>Bixa orellana</i> -(Mogno) <i>Swietenia macrophylla</i> .	<i>Especificações:</i> Abubações do plantio de <i>Piper nigrum</i> L.: NPK-18.18.18 (1º ano) e NPK-10.28.20 (2º ano) todos os meses. 1 adubação em cova em 2004 com composto de: torta de mamona, farinha de osso, Yoorin. Capinas: 4 em cada ano de cultivo.
Sistema agroflorestal [SAF] (ST) $\approx 6.050 m^2$ (47°37'59,80"W/ 01°00'30,24"S)	Manejo: Corte-e-trituração da capoeira realizado há 5 anos. Contém plantios de: (Bananeira) <i>Musa paradisiaca</i> (Mogno) <i>Swietenia macrophylla</i> (Açaizeiro) <i>Euterpe oleracea</i> (Pimenta-do-reino) <i>Piper nigrum</i> L./ (Teca) <i>Tectona grandis</i> L. f./ (Gliricídia) <i>Gliricidia sepium</i> ..	<i>Especificações:</i> 4 adubações em cova (2007): composto orgânico de torta de mamona, cinzas, folhas de capim <i>Brachiaria Brizantha</i> (Braquiaraão), folhas de <i>Inga edulis</i> (Ingazeiro), cama de aviário, esterco bovino, casca de (Mandioca) <i>Manihot esculenta</i> Crantz.
“Roça”(RQ) - Agricultura itinerante $\approx 5.050 m^2$ (47°38'22,8"W/ 01°01'04,81"S)	Manejo: Derruba-e-queima da capoeira realizada em janeiro/2010. Cultivo de (Mandioca) <i>Manihot esculenta</i> Crantz. Inicialmente era um ecossistema de floresta sucessional de $\approx 20$ anos, queimado pela primeira vez no ano de 1994 para implantação da primeira roça.	
“Roça”(RT) - Agricultura alternativa $\approx 6.050 m^2$ (47°38'02,33"W/ 01°00'28,42"S)	Manejo: Corte-e-trituração da capoeira realizado em janeiro/2010. Cultivo de <i>Manihot esculenta</i> Crantz. Ano de 2009: realizado plantio de (Cacaueiro) <i>Theobroma cacao</i> L. e (Açaizeiro) <i>Euterpe oleracea</i> , adubado no momento do plantio em cova com composto orgânico de torta de mamona, cinzas, folhas de capim <i>Brachiaria Brizantha</i> , folhas de <i>Inga edulis</i> , cama de aviário, esterco bovino, casca de (Mandioca) <i>Manihot esculenta</i> Crantz.	
Agroecossistema de pastagem (PQ) $\approx 6.050 m^2$ (47°38'27,73"W/ 01°00'57,13"S)	Manejo: Derruba-e-queima da capoeira realizada há cerca de 10 anos. Destinada à criação de bovinos, contendo capim do gênero <i>Brachiaria</i> , sem processo de calagem. Limpeza e roçagem: 1/ano. Suplementação animal : -Casca de (Mandioca) <i>Manihot esculenta</i> Crantz. -Sal mineral, (Purinafôs, Purina, Brasil) dieta para animais de 450kg com consumo de 100g/dia.	<i>Especificações nutricionais</i> <i>Purinafôs:</i> Macronutrientes – 17 g/dia ( $Ca^{2+}$ ), 10 g/dia (P), 10 g/dia ( $Na^+$ ), 1,5 g/dia ( $Mg^{2+}$ ) e 1 g/dia (S). Micronutrientes–4,5 g/dia (Co), 134 mg/dia (Cu), 9 mg/dia (I), 201 mg/dia (Mn), 3 mg/dia (Se), 492 mg/dia (Zn), 48 mg/dia (Fe).

Foram realizadas 26 campanhas de campo, ao longo da estação chuvosa de 2010 (janeiro a junho), as quais resultaram em um total de 234

amostras de água de chuva e de escoamento superficial. Nessas coletas foi avaliado o escoamento superficial decorrente tanto de

apenas um dia de chuva como de vários dias consecutivos, haja vista que se necessitava de um volume mínimo de 60 mL de amostra para a realização das medições in situ e das análises em laboratório.

Aplicaram-se métodos baseados em protocolos recomendados pela APHA (1995) e CETESB (1978) para as medidas in situ e coleta de amostras. As medidas físico-químicas foram feitas diretamente nas amostras de escoamento superficial e de água da chuva utilizando-se equipamentos de campo conforme apresentado abaixo.

- **pH:** Medido através do método potenciométrico, usando aparelho digital (eletrodo combinado de vidro e calomelano, com correção de temperatura para 25°C, da marca ORION, modelo 290A plus). A calibração foi realizada imergindo-se o eletrodo em soluções-tampão de pH 4,00, 5,00 e 7,00 (CETESB, 1978);

- **Condutividade Elétrica (CE):** O método aplicado foi o condutimétrico (CETESB, 1978), com o equipamento VWR®modelo2052, que possui compensação automática de temperatura. A leitura foi feita na unidade de medida micro siemens ( $\mu\text{S}$ ).

- **Ânions inorgânicos dissolvidos – cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) e sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ):** Nas coletas de amostras foram utilizados frascos de polipropileno de 250 mL, boca larga ( $\varnothing = 4 \text{ cm}$ ) previamente lavados com solução ácida ( $\text{HCl}$  5%) e água deionizada ultra-pura (Sistema Milli-Q® –

marca Millipore) (ABNT, 2001). Sempre que o volume da amostra foi suficiente, encheu-se o frasco completamente para minimizar a presença de ar nele. Ainda no campo as amostras eram acondicionadas sob refrigeração ( $\approx 4^\circ\text{C}$ ) para preservar suas características físicas e químicas (CETESB, 1987).

Num prazo máximo de 48 horas após a coleta, as amostras de água foram filtradas através de membranas de policarbonato ( $\varnothing$  poro = 0,4  $\mu\text{m}$ ; marca Millipore) em kit de filtração de polipropileno (Sterifil Aseptic System Millipore), utilizando uma bomba a vácuo livre de óleo lubrificante (marca Gast). Após a filtração, as amostras foram armazenadas sob refrigeração ( $\approx 4^\circ\text{C}$ ) até o momento de se realizarem as determinações das concentrações de ânions (APHA, 1995).

As concentrações dos ânions inorgânicos dissolvidos –  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ , presentes nas amostras, foram determinadas por meio de cromatografia líquida por troca iônica (cromatógrafo de íons Dionex DX-120, acoplado ao amostrador automático AS-40, e com coluna supressora ASRS-ULTRA II 4 mm). As espécies químicas após interação com coluna analítica específica (Dionex AS22) foram medidas por meio de um detector de condutividade que compõe o sistema de análise. Utilizou-se nessas análises um volume de injeção de 150  $\mu\text{l}$  e fluxo de 1,22  $\text{ml min}^{-1}$  e a ferramenta analítica de automação Software Chromeleon.

Todas as soluções, incluindo eluente, regenerante, soluções-estoque e soluções-padrão, foram preparadas com água ultrapura (Milli-Q® – marca Millipore). Para garantia da qualidade das análises realizadas foram utilizadas soluções-padrão internacionais de referência (Environmental Research Associates).

Os dados foram analisados quanto à natureza da distribuição a partir de teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk, e de homogeneidade através do teste de variância de Levene. Após esta análise preliminar foi feita a análise descritiva dos dados destacando-se: média ponderada do soluto pelo volume coletado, mediana, desvio padrão, erro padrão, máximo e mínimo.

A partir desses resultados realizou-se a análise de correlação utilizando-se o coeficiente de correlação de Spearman ( $p < 0,05$ ;  $0,01$ ), em que as variáveis foram os aniões analisados, o volume, o pH e a condutividade elétrica. Posteriormente, foi feito teste de significância de Tukey (pH) e Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ). Alguns valores foram previamente ajustados para logaritmo natural.

Estas análises estatísticas assim como a preparação de gráficos e gerenciamento do banco de dados em planilhas eletrônicas foram

realizadas utilizando-se os programas computacionais SPSS 19.0, MS Excel e Sigma-plot.

### **Resultados e Discussão**

No período de seis meses, que corresponde à estação chuvosa da região, nas 26 campanhas realizadas, o total precipitado na área experimental foi 1.276,8 mm.

Os valores médios de pH apresentaram diferença estatística pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) em pelo menos um tratamento. O pH da água da chuva (CH), controle do experimento, diferiu significativamente dos valores medidos nos seis ecossistemas, os quais apresentaram grande variação. Os menores mínimos de pH foram encontrados na Pastagem (em 11-Mar-2010), SAF com derruba-e-queima (em 29-Mar-2010) e Capoeira (em 11-Mar-2010), e o maior valor na Roça com derruba-e-queima (em 26-Jan-2010).

Os valores medianos de pH ao longo do período estudado, em ordem crescente de maior nível de acidez para menor foram: Chuva > Capoeira > SAF derruba-e-queima > Pastagem > Roça corte-e-trituração > SAF corte-e-trituração > Roça derruba-e-queima (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores de pH e condutividade elétrica (CE, em  $\mu\text{S}$ ) nos diferentes ecossistemas ao longo do período de 26-jan a 21-jun de 2010.

Tratamentos	pH <sup>(1)</sup> Média	CE <sup>(2)</sup> Média	pH Mediana	CE Mediana	pH Dv. Padrão	CE Erro Padrão	pH <sup>(3)</sup> Mín.	CE <sup>(3)</sup> Mín.	pH <sup>(3)</sup> Máx.	CE <sup>(3)</sup> Máx.
Chuva	4,867 <sup>*a</sup>	8,36	4,832	7,33	0,286	0,86	4,498	3,56	5,420	19,35
Capoeira	5,295 <sup>*b</sup>	25,01	5,232	19,15	0,466	2,99	4,469	6,71	6,255	54,95
Pastagem	5,525 <sup>*bc</sup>	27,13	5,526	15,87	0,581	7,15	3,973	6,19	6,477	107,80
Roça (derruba-e- queima)	6,034 <sup>*d</sup>	36,36	6,061	28,50	0,627	6,30	4,675	13,64	7,111	121,10
Roça (corte-e- trituração)	5,732 <sup>*</sup> <i>bcd</i>	19,91	5,651	13,17	0,499	5,43	5,068	7,10	6,894	70,70
SAF (derruba-e- queima)	5,339 <sup>*b</sup>	19,60	5,370	16,10	0,516	3,09	4,401	8,10	6,378	38,00
SAF (corte-e- trituração)	5,911 <sup>*cd</sup>	29,30	5,844	24,84	0,290	3,66	5,523	11,19	6,724	77,93

<sup>(1)</sup>pH - Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey para amostras independentes CV = 14,98 % (p<0,05). Medidas estatísticas de posição e dispersão. N=26.

<sup>(2)</sup>CE - dados não normais, com isso, foram considerados os valores de erro padrão ao invés do desvio padrão. Medidas estatísticas de posição e dispersão. N=26.

<sup>(3)</sup>Medidas de posição: Mín. = mínimo e Máx. = máximo.

Quanto à condutividade elétrica (CE), Chuva (CH) apresentou valores bem mais baixos do que os ecossistemas, sendo medido o valor máximo em 04-fev-2010 (Tabela 2). Comparando os valores médios de condutividade elétrica das amostras de água de escoamento superficial nos ecossistemas com os de CH, observa-se incremento nos valores dessa variável. Ou seja, as condições naturais da condutividade elétrica da água da chuva foram alteradas devido a sua interação com a vegetação e a superfície do solo, fato este que retrata maiores concentrações de íons dissolvidos nas águas de escoamento superficial compara às águas pluviais. Esses dados demonstram a eficácia do procedimento amostral, em que a água de chuva coletada foi utilizada como controle do experimento para comparação com a água de escoamento superficial dos ecossistemas, pois a água da

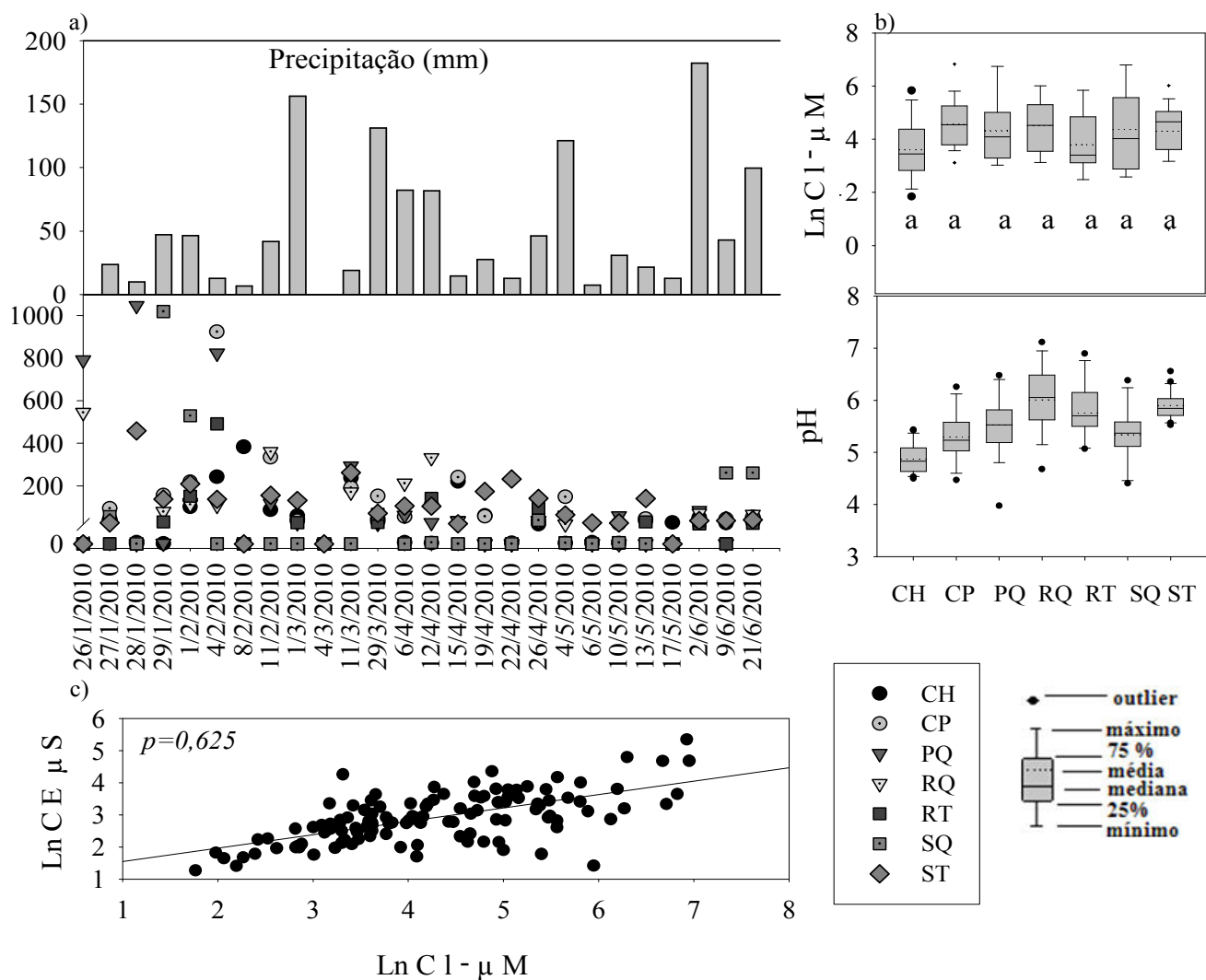
chuva tem suas concentrações iônicas enriquecidas a medida que interage com os ambientes terrestres.

Em pelo menos um dos tratamentos ocorreu diferença estatística para as concentrações dos ânions  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ . Porém, não houve diferença significativa para o  $\text{Cl}^-$  nos diferentes tratamentos (Kruskal-Wallis; p< 0,05).

Por sua vez, o  $\text{Cl}^-$  se destacou pelas maiores concentrações em todos os ecossistemas e na água da chuva (CH), apresentando maior soma ( $\text{Cl}^- = 3674,12 \mu\text{M}$ ) e valor máximo de  $1046,19 \mu\text{M}$  (em 28-Jan-2010) na Pastagem (PQ), e valor mínimo em CH ( $\text{Cl}^- = 5,84 \mu\text{M}$ , em 10-Mai-2010). SAF derruba-e-queima (SQ) e PQ apresentaram os maiores valores médios de  $\text{Cl}^-$  com  $210,10 \mu\text{M}$  e  $204,12 \mu\text{M}$ , respectivamente. O valor máximo de  $\text{Cl}^-$  encontrado na Pastagem (PQ)



foi atípico em relação às demais coletas, (107,8  $\mu\text{S}$ ). Além disso, CE apresentou alto porém, tal valor foi confirmado já que a condutividade elétrica (CE) também foi alta (Figura 1).



**Figura 1.** a) Precipitação acumulada e concentrações de cloreto (Cl<sup>-</sup>) nas amostras de água da chuva e de escoamento superficial nos diferentes ecossistemas em cada data de coleta; b) Gráficos tipo *box plot* da distribuição das concentrações de Cl<sup>-</sup> (transformadas para logaritmo natural) e dos valores de pH na chuva e no escoamento dos ecossistemas avaliados; c) Correlação entre Cl<sup>-</sup> e condutividade elétrica (CE) medidos em todas as amostras (valores em logaritmo natural).

CH=Chuva, CP=Capoeira, PQ=Pastagem, RQ=Roça derruba-e-queima, RT=Roça corte-e-trituração, SQ=SAF derruba-e-queima, ST=SAF corte-e-trituração. (Medianas seguidas pela mesma letra minúscula no gráfico não diferem significativamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ), quando os dados são ajustados para logaritmo natural).

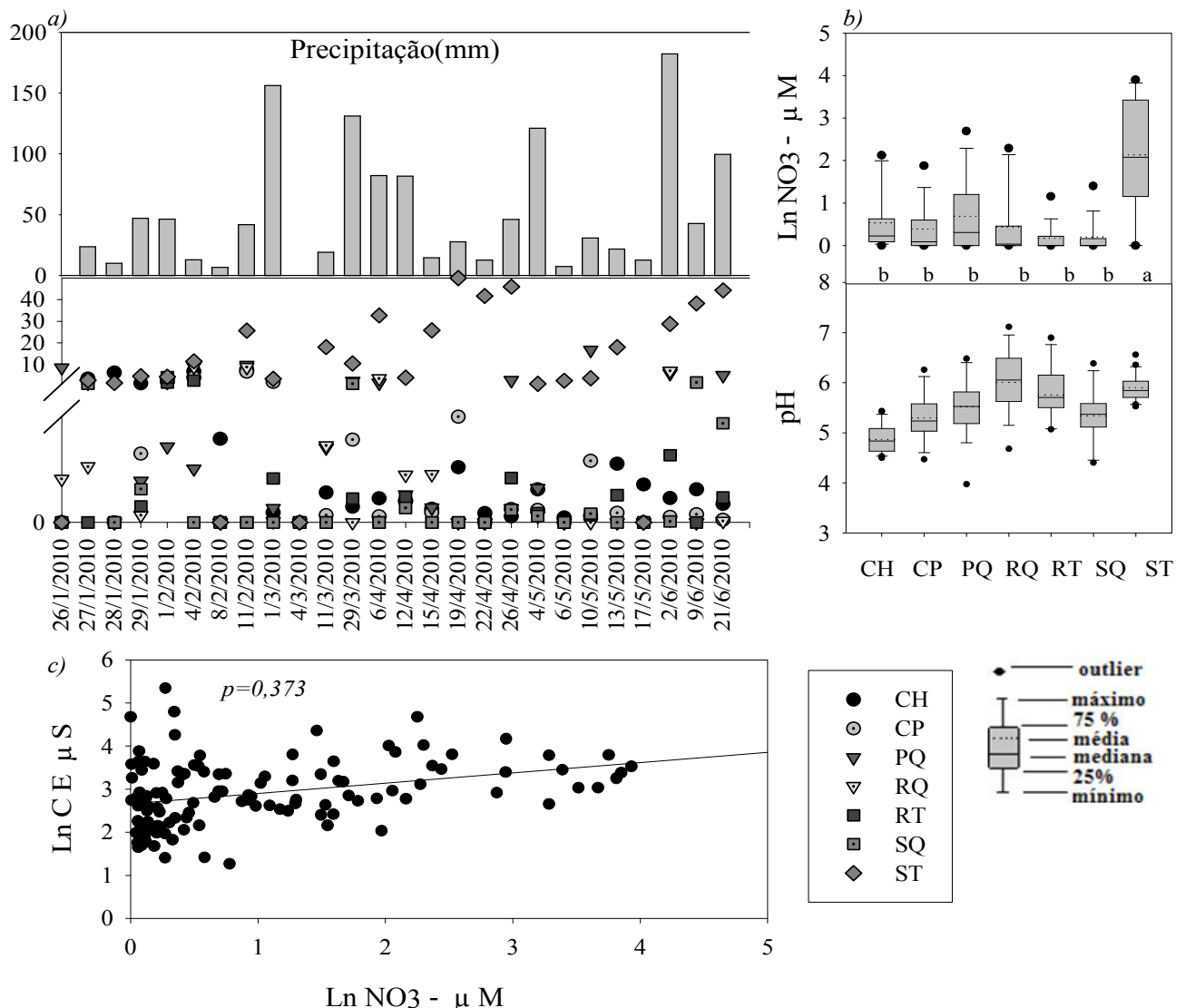
Os maiores valores de concentração de Cl<sup>-</sup> ocorreram em geral nos períodos de menor precipitação acumulada (Figura 1). Infere-se que o volume escoado tem correlação inversa com a concentração de cloreto ( $p = -0,291$ ), determinando a diluição desse ânion.

Os resultados de alta concentração de Cl<sup>-</sup> pode estar ligado à proximidade da área experimental com o Oceano Atlântico (menor que 100 km), onde é maior a influência de aerossóis de sal marinho, que tem como principal constituinte o cloreto de sódio. A

atmosfera é um sistema aberto, não isolado, e como tal a composição em termos de aerossóis e gases traço é influenciada não só pelas emissões locais, mas também pelo transporte à distância (Artaxo et al., 2005).

As concentrações medianas de  $\text{NO}_3^-$ , considerando-se as 26 coletas realizadas, ocorreram em ordem decrescente da seguinte

forma: SAF corte-e-trituração > Pastagem > Roça derruba-e-queima > SAF derruba-e-queima > Chuva > Roça corte-e-trituração > Capoeira. SAF corte-e-trituração (ST) apresentou diferença estatística ( $p < 0,05$ ) em relação a chuva e todos os outros ecossistemas (Figura 2).



**Figura 2.** a) Precipitação acumulada e concentrações de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) nas amostras de água da chuva e de escoamento superficial nos diferentes ecossistemas em cada data de coleta; b) Gráficos tipo *box plot* da distribuição das concentrações de  $\text{NO}_3^-$  (transformadas para logaritmo natural) e dos valores de pH na chuva e no escoamento dos ecossistemas avaliados; c) Correlação entre  $\text{NO}_3^-$  e condutividade elétrica (CE) medidos em todas as amostras (valores em logaritmo natural).

CH-Chuva, CP-Capoeira, PQ-Pastagem, RQ-Roça derruba-e-queima, RT-Roça corte-e-trituração, SQ-SAF derruba-e-queima, ST-SAF corte-e-trituração. (Medianas seguidas pela mesma letra minúscula no gráfico não diferem significativamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ), quando os dados são ajustados para logaritmo natural).

O ecossistema ST, apresentou a seguinte faixa de variação de  $\text{NO}_3^-$ : valor mínimo de 1,05  $\mu\text{M}$ , em 04-Mai-2010; e máximo de 49,96  $\mu\text{M}$ , em 19-Abr-2010. Os demais ecossistemas apresentaram valores mais baixos de  $\text{NO}_3^-$ .

Ressalta-se que no SAF corte-e-trituração (ST) as concentrações de  $\text{NO}_3^-$  foram o dobro da soma das médias dos demais tratamentos. Percebeu-se que o manejo (vide histórico da área de estudo) e os diferentes componentes estruturais presentes no ST, como a *Gliricidia sepium* (Leguminosae), podem ter aumentado a ocorrência de  $\text{NO}_3^-$  na água de escoamento. A *Gliricidia sepium* é uma das leguminosas arbóreas com maior capacidade de fixar nitrogênio atmosférico (Costa et al., 2004; Marin et al., 2006), e gera ao longo do tempo acúmulo e deposição de liteira, influenciando diretamente na disponibilidade de nutrientes, como o nitrato, para as plantas. Barreto & Fernandes (2001), estudando cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando à melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros, concluíram que essas duas leguminosas atenderiam aos requerimentos de alta produtividade de biomassa e riqueza nutricional.

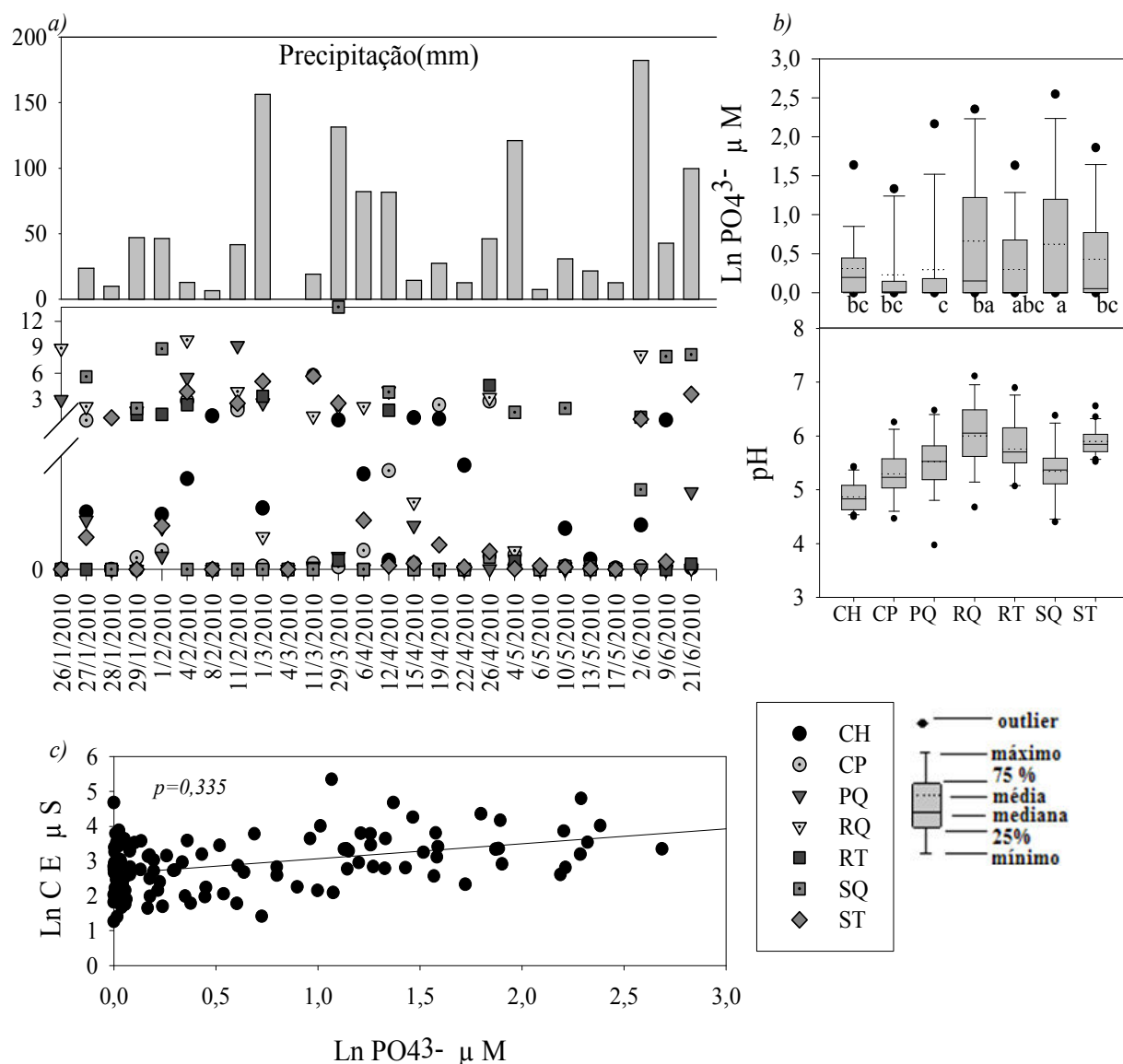
Por outro lado, observa-se que as variáveis pH e CE apresentaram correlação moderada, positiva e significativa, com  $\text{NO}_3^-$  ( $\rho = 0,448$ ;  $\rho = 0,373$ , respectivamente). A concentração média de  $\text{NO}_3^-$  foi menor na

Capoeira (pH= 5,295 e mediana de  $\text{NO}_3^- = 0,2 \mu\text{M}$ ), a qual passa por processo de fluxo de sucessão natural (pousio) em comparação com ecossistemas alterados e em uso como a Pastagem (pH= 5,525 e mediana de  $\text{NO}_3^- = 1,4 \mu\text{M}$ ) e Roça derruba-e-queima (pH= 6,034 e mediana de  $\text{NO}_3^- = 0,45 \mu\text{M}$ ). É de se esperar que em um ambiente mais alterado pelo fogo, as perdas de nitrato por escoamento superficial sejam inicialmente maiores. Markewitz et al. (2004), estudando a perda de nutrientes e redistribuição em decorrência de desflorestamento na Amazônia, observaram perdas maiores de nitrogênio por lixiviação, até os primeiros 25 cm de profundidade, em um ecossistema de pastagem, em comparação à uma floresta secundária.

A faixa de variação de  $\text{NO}_3^-$  menos ampla (0,07 a 2,57  $\mu\text{M}$ ) foi encontrada na Roça corte-e-trituração, sendo as concentrações muito baixas comparadas com as da Roça derruba-e-queima (RQ). Essas concentrações sugerem menores perdas de  $\text{NO}_3^-$  pelo processo de escoamento superficial quando o fogo não é utilizado no preparo de área para plantio.

Com relação às concentrações de  $\text{PO}_4^{3-}$ , houve diferença significativa do SAF derruba-e-queima (SQ) comparado aos demais ecossistemas, excetuando-se Roça derruba-e-queima (RQ) e Roça corte-e-trituração (RT) ( $p < 0,05$ ). É possível notar na mesobacia avaliada uma baixa entrada desse ânion pela água da chuva (CH), quase sempre em torno

de 1,00  $\mu\text{M}$ , mas com um pico anômalo de 5,70  $\mu\text{M}$ , em 11-mar-2010 (Figura 3).



**Figura 3.** a) Precipitação acumulada e concentrações de fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) nas amostras de água da chuva e de escoamento superficial nos diferentes ecossistemas em cada data de coleta; b) Gráficos tipo *box plot* da distribuição das concentrações de  $\text{PO}_4^{3-}$  (transformadas em logaritmo natural) e dos valores de pH na chuva e no escoamento dos ecossistemas avaliados; c) Correlação entre  $\text{PO}_4^{3-}$  e condutividade elétrica (CE) medidos em todas as amostras (valores em logaritmo natural).

CH-Chuva, CP-Capoeira, PQ-Pastagem, RQ-Roça derruba-e-queima, RT-Roça corte-e-trituração, SQ-SAF derruba-e-queima, ST-SAF corte-e-trituração. (Medianas seguidas pela mesma letra minúscula no gráfico não diferem significativamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ), quando os dados são ajustados para logaritmo natural).

Avaliando as faixas de concentração de todos os ânions, o  $\text{PO}_4^{3-}$  apresentou os menores valores, ocorrendo sua variação máxima no SQ (0,054 a 13,67  $\mu\text{M}$ ) e mínima na Capoeira (CP) (0,001 a 2,79  $\mu\text{M}$ ). A maior mediana de fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) ocorreu no

ecossistema SQ (3,80  $\mu\text{M}$ ) e a menor no CP (0,05  $\mu\text{M}$ ). Estes dois ecossistemas foram estatisticamente diferentes em relação às concentrações de  $\text{PO}_4^{3-}$  (Figura 3).

Em ecossistemas florestais dos trópicos úmidos, a fitomassa e a liteira retém grande

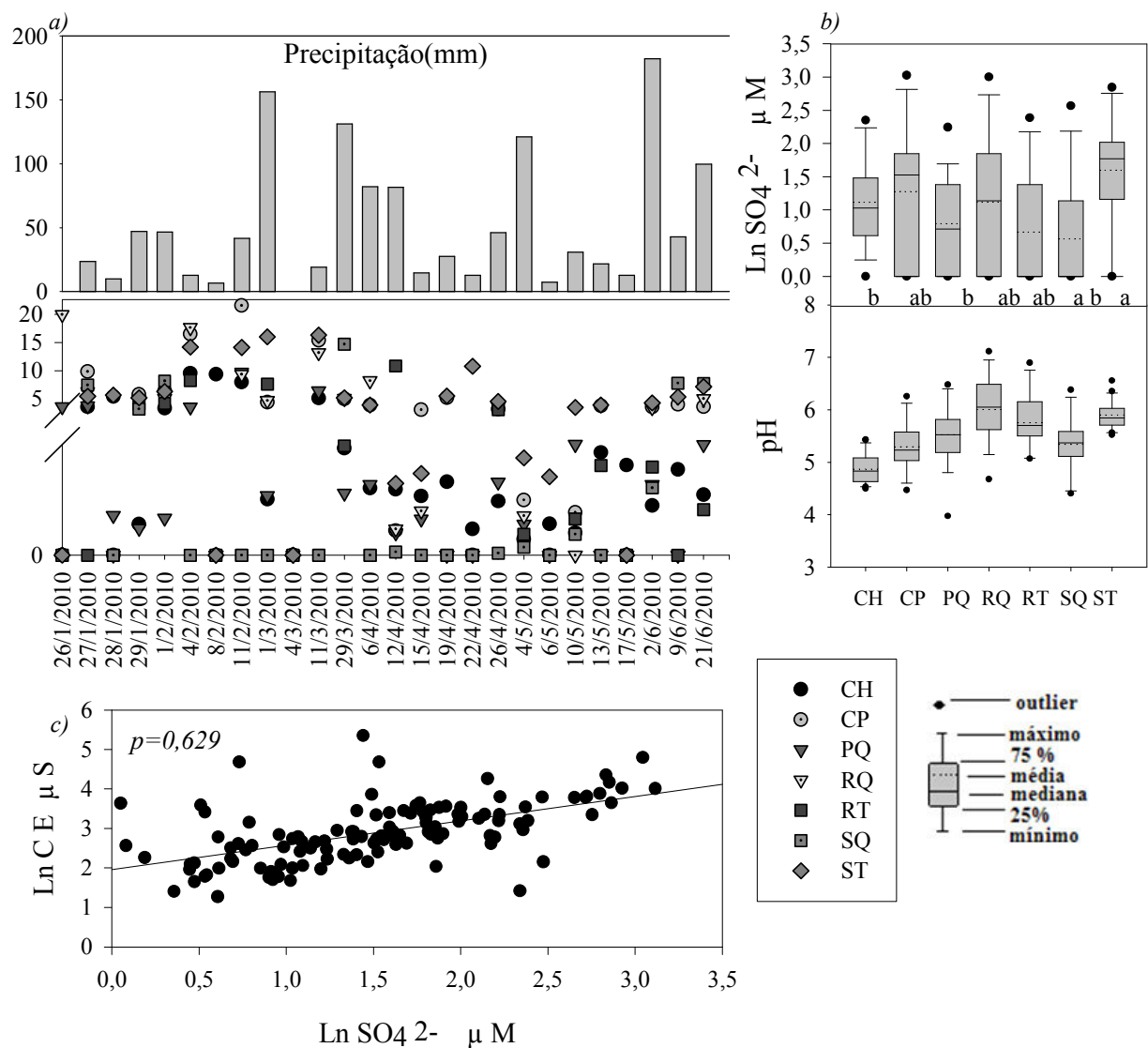
parte dos nutrientes circundantes como  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  e  $Ca^{2+}$ , assim como, diminuem as perdas por escoamento superficial de outros compostos que se acumulam mais no solo, como ocorre com N e P. O fato dos nutrientes N e P se acumularem mais no solo do que no material em decomposição, representa uma ciclagem de nutrientes eficiente em ecossistemas florestais (Moreira & Siqueira, 2006; Cattanio et al., 2008).

A faixa de variação elevada encontrada no SAF derruba-e-queima (SQ) pode ser explicada pela adubação com NPK (formulação 10-28-20) feita sete anos antes do sistema agroflorestal ser implantado, promovendo um estoque de P não disponível para as plantas durante os primeiros plantios. Com a implantação do SQ o nível de matéria orgânica tenderia a aumentar ao longo do tempo, e dessa forma haveria um aumento também de ácidos orgânicos, os quais competem com  $PO_4^{3-}$  pelos mesmos sítios de adsorção, tornando-o lábil. A capacidade da matéria orgânica em diminuir a adsorção de P

pelo solo é relatada por Andrade et al. (2003) e Ribeiro et al. (2011). Além disso, existem no SQ espécies de plantas ricas em oxalato, o que pode promover a dessorção do  $PO_4^{3-}$ .

Inicialmente na Roça derruba-e-queima (RQ), houve um valor elevado de  $PO_4^{3-}$  (8,87  $\mu M$ , em 26-Jan-2010) e uma queda brusca posterior (Figura 3). Esse comportamento foi também observado nos valores de condutividade elétrica (CE) (121,10  $\mu S$ , em 26-Jan-2010) e pH (7,111, em 26-Jan-2010). Infere-se que, com a queima recente da área em pousio realizada em Janeiro/2010, houve liberação de  $PO_4^{3-}$  e outros íons dissolvidos, que presentes nas cinzas, elevaram os valores da CE e pH do escoamento superficial.

Por sua vez, em relação às concentrações de  $SO_4^{2-}$ , o SAF corte-e-trituração (ST) apresentou diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre Pastagem (PQ) e Chuva (CH). Os demais tratamentos não apresentaram diferença em nível de 5% de significância. As maiores concentrações de  $SO_4^{2-}$  coincidiram com os dias de menor precipitação (Figura 4).



**Figura 4.** a) Precipitação acumulada e concentrações de sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) nas amostras de água da chuva e de escoamento superficial nos diferentes ecossistemas em cada data de coleta; b) Gráficos tipo *box plot* da distribuição das concentrações de  $\text{SO}_4^{2-}$  (transformadas em logaritmo natural) e dos valores de pH na chuva e no escoamento dos ecossistemas avaliados; c) correlação entre  $\text{SO}_4^{2-}$  e condutividade elétrica (CE) medidos em todas as amostras (valores em logaritmo natural).

CH-Chuva, CP-Capoeira, PQ-Pastagem, RQ-Roça derruba-e-queima, RT-Roça corte-e-trituração, SQ-SAF derruba-e-queima, ST-SAF corte-e-trituração. (Medianas seguidas pela mesma letra minúscula no gráfico não diferem significativamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ), quando os dados são ajustados para logaritmo natural).

As amostras de água da Chuva (CH) apresentaram a menor concentração mediana de  $\text{SO}_4^{2-}$  ( $1,9 \mu\text{M}$ ) e uma estreita faixa de variação ( $0,4$  a  $9,6 \mu\text{M}$ ). As maiores faixas de variação de  $\text{SO}_4^{2-}$  ocorreram na Capoeira ( $0,7$  a  $21,5 \mu\text{M}$ ), e na Roça derruba-e-queima ( $0,7$  a  $20,0 \mu\text{M}$ ). Os maiores valores de mediana aconteceram no SAF corte-e-trituração ( $5,3$

$\mu\text{M}$ ) e na Roça derruba-e-queima ( $5,1 \mu\text{M}$ ) (Figura 4).

Infere-se pelos valores elevados de  $\text{SO}_4^{2-}$  na Capoeira, que esse ecossistema florestal pode ter absorvido  $\text{SO}_4^{2-}$  advindo de chuvas com composição química com forte influência marinha, o qual pode ter ficado retido no material em decomposição presente nesses

solos florestais, já que a área de estudo fica a uma distância inferior a 100 km do Oceano Atlântico. Ocorreu na Pastagem a menor faixa de variação de  $\text{SO}_4^{2-}$  durante os eventos: 0,6 a 9,7  $\mu\text{M}$ . Já o valor mínimo ao longo dos eventos foi encontrado no SAF derruba-e-queima: 0,1  $\mu\text{M}$ , em 26-Abr-2010. Na Roça derruba-e-queima, logo após a área ser queimada, verificou-se uma alta concentração de  $\text{SO}_4^{2-}$  (20,0  $\mu\text{M}$ , em 26-Jan-2010). Notou-se, portanto, influência da queima na disponibilidade de  $\text{SO}_4^{2-}$ , assim como de  $\text{PO}_4^{3-}$  e no processo de perda do  $\text{NO}_3^-$ . Krusche et al. (2005) avaliando os efeitos das mudanças do uso da terra na biogeoquímica dos cursos d'água da bacia do rio Ji-Paraná, em Rondônia, observaram que em áreas que passaram por prática de manejo tradicional de derruba e queima onde o percentual de desflorestamento era maior (30 a 75%) o nível de concentração de  $\text{SO}_4^{2-}$  também era grande.

De uma maneira geral, observaram-se indícios de que a presença de matéria orgânica nos solos influenciou a concentração de ânions na água de escoamento superficial nos ecossistemas investigados. A capoeira de 20 anos apresentou nas águas de escoamento superficial pH ácido, CE média de 25,01  $\mu\text{S}$ , baixa perda de  $\text{NO}_3^-$  (0,2  $\mu\text{M}$ ) e de  $\text{PO}_4^{3-}$  (0,05  $\mu\text{M}$ ), e ampla faixa de variação de  $\text{SO}_4^{2-}$  (0,7 a 21,5  $\mu\text{M}$ ). Tais resultados concordam com Kato et al. (2004) e Costa (2005), que relatam que geralmente em áreas que permanecem sob pousio por 8 a 15 anos, ocorre recuperação da

fertilidade dos solos, pela presença de espécies fixadoras de nitrogênio e pela melhoria da ciclagem e absorção de nutrientes, assim como se espera menores efeitos de processos físicos de perda como escoamento superficial, lixiviação e erosão.

### **Conclusão**

1. O monitoramento dos parâmetros condutividade elétrica, pH e aniões (cloreto, sulfato, nitrato e fosfato) permitiu a caracterização da hidrogeoquímica do escoamento superficial no solo sob manejo de corte-e-trituração e derruba-e-queima em diferentes ecossistemas no contexto da agricultura familiar do nordeste paraense.

2. Os ecossistemas avaliados apresentaram algumas características distintas na hidrogeoquímica da água de escoamento superficial, fato que resulta em diferenças na contribuição dessa etapa do ciclo hidrológico para a hidrogeoquímica dos igarapés da mesobacia em foco.

3. 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 diretamente relacionada ao manejo dos ecossistemas, o primeiro respondendo a presença de espécies fixadoras de nitrogênio e o segundo respondendo às queimadas.

## Referências

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO/IEC 17025-Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001. 20 p.
- ANDRADE, F.V.; MENDONÇA, E.S., ALVAREZ V., V.H., NOVAIS, R.F. Adição de ácidos orgânicos e húmicos em latossolos e adsorção de fosfato. **Revista Brasileira de Ciências Solo**, v.27, p.1003-1011, 2003.
- APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19. ed. Washington: American Public Health Association, 1995. 140 p.
- ARTAXO, P.; GATTI, L.V.; LEAL, A.M.C.; LONGO, K.M.; FREITAS, S.R.; LARA, L.L.; PAULIQUEVIS, T.M.; PROCÓPIO, A.S.; RIZZO, L.V. Química atmosférica na Amazônia: A floresta e as emissões de queimadas controlando a composição da atmosfera amazônica. **Acta Amazônica**, v.35, n.2, 2005.
- BARRETO, A.C.; FERNANDES, M.F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.36, n. 10, p.1287-1293, 2001.
- BIGGS, T.W.; DUNNE, T.; DOMINGUES, T.F.; MARTINELLI, L.A. Relative influence of natural watershed properties and human disturbance on stream solute concentrations in the southwestern Brazilian Amazon basin. **Water Resources Research**, v.38, n.1150, 2002.
- BIGGS, T.W.; DUNNE, T.; MARTINELLI, L.A. Natural controls and human impacts on stream nutrients concentrations in a deforested region of the Brazilian Amazon basin. **Biogeochemistry**, v.68, p.227-257, 2004.
- CATTANIO, J.H.; KUEHNE, R.; VLEK, P.L G. Organic material decomposition and nutrient dynamics in a mulch system enriched with leguminous trees in the Amazon. **Revista Brasileira de Ciências Solo**, v.32, p.1073-1086, 2008.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Álise físico-química das águas** (Normalização técnica NT-07). São Paulo: CETESB, 1978. 340 p.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. 1. ed. São Paulo: CETESB, 1987. 155 p.
- COSTA, B.M., CAPINAN, G.C.S., SANTOS, H.H.M., SILVA, M.A. Métodos de plantio de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.) em estacas para produção de forragem, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1969-1974, 2004.
- COSTA, N.L. Alternativas Agroflorestais para os Sistemas de Produção Agrícola e Pecuário da Amazônia Ocidental. **Revista Vinculando**, 2005.
- DNAEE. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. **Normas e Recomendações Hidrológicas**. Anexo I – Pluviometria. Brasília: DNAEE, 1970. 94 p.
- GODSEY, S.; ELSENBEER, H.; STALLARD, R. Overland flow generation in two lithologically distinct rainforest catchments. **Journal of Hydrology**, v.295, p.276-290, 2004.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de pedologia**. 2.ed. Rio de Janeiro : IBGE, 2007. 316p.
- KATO, O.R.; KATO, M.D.S.; SÁ, T.A.; FIGUEIREDO, R.O. Plantio direto na capoeira. **Ciência e Ambiente**, v.29, p.99-111, 2004.



- KRUSCHE, A.V.; BALLESTER, M.V.R.; VICTORIA, R.L.; BERNARDES, M.C.; LEITE, N.K.; HANADA, L.; VICTORIA, D. de C.; TOLEDO, A.M.; OMETTO, J. P.; MOREIRA, M.Z.; GOMES, B.M.; BOLSON, M.A.; NETO, S.G.; BONELLI, N.; DEEGAN, L.; NEILL, C.; THOMAS, S.; AUFDENKAMPE, A.K.; RICHEY, J.E. Efeitos das mudanças do uso da terra na biogeoquímica dos corpos d'água da bacia do rio Ji-Paraná, Rondônia. **Acta Amazônica**, v.35, n.2, p.197-205, 2005.
- MARIN, A.M.P., MENEZES, R.S.C., SILVA, E.D., SAMPAIO, E.V.S.B. Efeito da *Gliricidia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Solo**, v.30, p.555-564, 2006.
- MARKEWITZ, D.; DAVIDSON, E.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D. Nutrient loss and redistribution after forest clearing on a highly weathered soil in amazonia. **Ecological Applications**, v.14, n.4, p.S177-S199, 2004.
- MERTENS, B.; POCCARD-CHAPUIS, R.; PIKETTY, M.G. Crossing spatial analyses and livestock economics to understand deforestation process in the Brazilian Amazonia: the case of São Félix do Xingu in south Pará. **American Journal of Agricultural Economics**, v.27, p.269-294, 2002.
- MORAES, J.M.; SCHULER, A.E.; DUNNE, T.; FIGUEIREDO, R.O.; VICTORIA, R. L. Water storage and runoff processes in plinthic soils under forest and pasture in Eastern Amazonia. **Hydrological Processes**, v.20, p.2509-2526, 2006.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Viçosa: UFLA, 2006. 729 p.
- OLIVEIRA, C.D.S. **Percepção de agricultura familiar na adaptação do sistema de cultivo de corte e trituração**. 2002. 129p. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará, Belém-PA.
- OLIVEIRA, L.F.C. de; MARTINEZ, M.A.; PRUSKI, F.F.; GRIEBELER, N.P.; OLIVEIRA, G.C. Rotina computacional para a determinação da velocidade de sedimentação das partículas do solo em suspensão no escoamento superficial. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, 2005.
- PACHÊCO, N.A.; BASTOS, T.X. **Boletim Agrometeorológico 2004 Igarapé- Açú, PA**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 28 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 216).
- RIBEIRO, B.T., LIMA, J.M., CURI, N., OLIVEIRA, G.C., LIMA, P.L.T. Cargas superficiais da fração argila de solos influenciadas pela vinhaça e fósforo. **Química Nova**, v.34, n.1, p.5-10, 2011.
- RICHEY, J.E.; WILHELM, S.R.; MCCLAIN, M.E.; VICTORIA, R.L.; MELACK, J. M.; LIMA, A.C. Organic matter and nutrient dynamics in river corridors of the Amazon basin and their response to anthropogenic change. **Ciência e Cultura**, v.49, n.1-2, p.98-110, 1997.
- ROSSETTI, D.F. Evolução Sedimentar Miocênica nos Estados do Pará e Maranhão. **Revista do Instituto de Geociências – USP**, v.6, n.2, p.7-18, 2006.
- VIEIRA, I.C.G.; TOLEDO, P.M.; ALMEIDA, A. Análise das modificações da paisagem da Região Bragantina, no Pará. Integrando diferentes escalas de tempo. **Revista Ciência e Cultura**, v.59, p.27-30, 2007.
- WICKEL, B.A.J. Water and nutrient dynamics of a humid tropical watershed in Eastern Amazonia. **Ecology and Development Series**, v.21, p.135, 2004.

# **ANEXOS**

## ANEXO A – Normas e instruções para submissão de trabalhos na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB.

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos e não podem ter sido encaminhados a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

A Comissão Editorial faz análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como: escopo; apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; resultados com contribuição significativa; discussão dos fatos observados frente aos descritos na literatura; qualidade das tabelas e figuras; originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério só é aplicado aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

O texto deve ser digitado no editor de texto Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, margens de 2,5 cm, com páginas e linhas numeradas.

### Escopo e política editorial

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é uma publicação mensal da embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisas de interesse

agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas e Revisões a convite do Editor.

### Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

### Forma e preparação de manuscritos

- Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras – publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica, como boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

- São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

- Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia

Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

- O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

### Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos

No passo 1 da submissão (Início), em "comentários ao editor", informar a relevância e o aspecto inédito do trabalho. No passo 2 da submissão (Inclusão de metadados), em "resumo da biografia" de cada autor, informar a formação e o grau acadêmico. Clicar em "incluir autor" para inserir todos os coautores do trabalho, na ordem de autoria. Ainda no passo 2, copiar e colar o título, resumo e termos para indexação (key words) do trabalho nos respectivos campos do sistema. Depois, ir à parte superior da tela, no campo "Idioma do formulário", e selecionar "English". Descer a tela (clicar na barra de rolagem) e copiar e colar o "title", "abstract" e os "index terms" nos campos correspondentes. (Para dar continuidade ao processo de submissão, é necessário que tanto o título, o resumo e os termos para indexação quanto o title, o abstract e os index terms do manuscrito tenham sido fornecidos.) No passo 3 da submissão (Transferência do manuscrito), carregar o trabalho completo em arquivo Microsoft Word 1997 a 2003. No passo 4 da submissão (Transferência de documentos suplementares), carregar, no sistema on-line da revista PAB, um arquivo Word com todas as cartas (mensagens) de concordância dos coautores coladas conforme as explicações abaixo: Colar um e-mail no arquivo word de cada coautor de concordância com o seguinte conteúdo: "Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado "....." e com a submissão para a publicação na revista PAB. **Como fazer:** Peça ao coautor que lhe envie um e-mail de concordância, encaminhe-o para o seu próprio e-mail (assim gerará os dados da mensagem original: assunto, data, de e para), marque todo o email e copie e depois cole no arquivo word. Assim, teremos todas as cartas de concordâncias dos co-autores num mesmo arquivo.

### Organização do Artigo Científico

- A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, autoria,

endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

- Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

- Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

- O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

#### **Título**

- Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.

- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

- Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como "efeito" ou "influência".

- Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.

- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

- As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

#### **Nomes dos autores**

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "e", "y" ou "and", no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.

- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses,

correspondente à chamada de endereço o autor.

#### **Endereço dos autores**

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

#### **Resumo**

- O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.

- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.

- Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.

- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.

- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

#### **Termos para indexação**

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.

- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.

- Não devem conter palavras que componham o título.

- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.

- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus ou no Índice de Assuntos da base SciELO.

#### **Introdução**

- A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.

- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

#### **Material e Métodos**

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser

grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.

- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.

- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.

- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.

- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.

- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.

- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.

- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.

- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

#### **Resultados e Discussão**

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.

- As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.

- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.

- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.

- Dados não apresentados não podem ser discutidos.

- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.

- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.

- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.

- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

#### **Conclusões**

- O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.

- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- Não podem consistir no resumo dos resultados.
- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

#### Agradecimentos

- A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "Ao, Aos, À ou Às" (pessoas ou instituições).
- Devem conter o motivo do agradecimento.

#### Referências

- A palavra *Referências* deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

- Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

- Artigos de periódicos SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

- Capítulos de livros AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.;

BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

- Livros OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

- Teses HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Fontes eletrônicas EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste: relatório do ano de 2003**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: . Acesso em: 18 abr. 2006.

#### Citações

- Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados.
- A autocitação deve ser evitada.
- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Redação das citações dentro de parênteses
- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.
- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.
- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.
- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.
- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.
- Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento

original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.

- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.
- Redação das citações fora de parênteses
- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

#### Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.
- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

#### Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.
- Devem ser auto-explicativas.
- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.
- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.
- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.
- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.
- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.
- Devem ser usados fios horizontais para

separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

- Notas de rodapé das tabelas  
- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.

- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); \* e \*\* (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

#### **Figuras**

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.

- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.

- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.

- Devem ser auto-explicativas.

- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.

- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.

- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.

- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.

- As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores

contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.

- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.

- Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.

- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.

- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).

- Não usar negrito nas figuras.

- As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.

- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

#### **Outras informações**

- Não há cobrança de taxa de publicação.

- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.

- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.

- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.

- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231 e 3273-9616, fax: (61)3340-5483, via e-mail: pab@sct.embrapa.br ou pelos correios: Embrapa Informação Tecnológica/Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB/Caixa Postal 040315 CEP 70770 901 Brasília, DF

## **CONCLUSÕES GERAIS**

A avaliação de variáveis hidrogeoquímicas do escoamento superficial em solos da mesobacia dos igarapés Timboteua e Buiuna no nordeste paraense demonstrou influência dos diferentes sistemas de produção agropecuária e do manejo agrícola (corte-e-trituração e derruba-e-queima). Sugere-se que, o uso da terra e o manejo adotado interferiram nos valores das variáveis monitoradas na água de escoamento superficial no período do experimento, e o grau de interferência está relacionado ao sistema agropecuário utilizado. Dessa forma, o estudo foi eficiente na identificação de modificações nas condições naturais da água de escoamento superficial provocadas por alterações antropogênicas. Sendo, uma possível ferramenta de auxílio para basear um planejamento sustentável e gestão de uma bacia hidrográfica.